

В. І. Амелюкін, В. М. Зайончик,  
В. К. Сидоренко, В. Є. Шмельов

# ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ УЧНІВ

ПІДРУЧНИК

*Затверджено  
Міністерством освіти і науки України  
для студентів вищих навчальних закладів*

Київ  
«Центр учбової літератури»  
2010

УДК 372.016:62(075.8)  
ББК 74.200.585.01я73  
Т 38

*Гриф надано  
Міністерством освіти і науки України  
(Лист № 1/11-8374 від 02.10.2009)*

**Рецензенти:**

**Борисов В. В.** – професор, доктор педагогічних наук;

**Гусев В. І.** – професор, доктор педагогічних наук;

**Павлютенков Є. М.** – професор, доктор педагогічних наук.

**Амелькін В. І., Зайончик В. М., Сидоренко В. К., Шмельов В. Є.**

**Т 38** Технічна творчість учнів.: Підручник./ За ред. Амелькіна В. І. – К.:  
Центр учбової літератури, 2010. – 458 с., рис. 171, табл. 60.

**ISBN 978-611-01-0115-8**

Наведено відомості про теоретичні основи технічної творчості. Розглянуто аспекти, які спонукають людину до творчої діяльності. Розглянуто евристичні і раціональні методи розв'язання творчо-конструкторських задач, наведено різні евристичні прийоми технічної творчості, які підкріплюються прикладами їх застосування. Показано роль інформації у творчо-конструкторській діяльності і наведено відомості про інтелектуальну власність і способи її захисту.

Розглянуто питання конструювання і моделювання технічних об'єктів. Дається класифікація моделей і теоретичні відомості про їх функціонування. Висвітлено технології проектування і виготовлення діючих моделей різної техніки. Наведено відомості про організацію технічної творчості дітей.

Для студентів і викладачів педагогічних вищих навчальних закладів, вчителів і учнів позашкільних навчальних закладів. Може бути корисною шкільним вчителям, викладачам і учням професійно-технічних закладів та ліцеїв, а також усім бажаючим займатися моделюванням об'єктів техніки.

УДК 372.016:62(075.8)  
ББК 74.200.585.01я73

**ISBN 978-611-01-0115-8**

© Амелькін В. І., Зайончик В. М.,  
Сидоренко В. К., Шмельов В. Є., 2010  
© Центр учбової літератури, 2010

## ЗМІСТ

<i>Вступ</i> .....	8
<i>Розділ 1. Теоретичні і організаційно-методичні основи технічної творчості</i> .....	11
1.1. Творчість як компонент загальної культури людини і суспільства.....	11
1.2. Основи теорії творчості.....	17
1.3. Технічна творчість як діяльність, процес і результат.....	20
1.3.1. Види і фази творчої діяльності.....	20
1.3.2. Результати технічної творчості.....	22
1.4. Розвиток, його природа, форми і закони. Закони розвитку технічної творчості.....	23
<i>Розділ 2. Методи пошуку рішення творчих технічних задач</i> ....	27
2.1. Класифікація методів рішення творчих технічних задач	27
2.1.1. Евристичні (інтуїтивні, ірраціональні) методи генерації нових ідей.....	28
2.1.2. Раціональні методи рішення творчих технічних задач.....	51
2.2. Прийоми технічної творчості і їх застосування.....	64
2.2.1. Приклади прийомів подолання технічних суперечностей.....	65
2.2.2. Застосування типових прийомів подолання технічних суперечностей.....	79
2.3. Основи теорії рішення винахідницьких задач.....	84
2.3.1. Аналіз задачі.....	85
2.3.2. Аналіз моделі задачі.....	90
2.3.3. Визначення ідеального кінцевого результату і фізичної суперечності .....	90
2.3.4. Мобілізація і залучення речовинно-польових ресурсів.....	93
2.3.5.Застосування інформаційного фонду .....	96
2.3.6. Зміна і(або) заміна задачі.....	98
2.3.7. Аналіз способу усунення фізичної суперечності....	100
2.3.8. Застосування отриманої відповіді.....	101
2.3.9. Аналіз ходу рішення .....	101
2.3.10. Опис нового технічного рішення .....	103

<b>Розділ 3. Інформаційне забезпечення технічної творчості.....</b>	<b>112</b>
3.1. Інформація.....	112
3.1.1. Загальні відомості.....	112
3.1.2. Пошук інформації.....	114
3.2. Оцінка інформації.....	120
3.3. Науково-технічна і патентна інформація.....	121
3.4. Інформація і інтелектуальна власність.....	122
3.4.1. Відкриття.....	123
3.4.2. Винаходи.....	123
3.4.3. Раціоналізаторські пропозиції.....	124
3.4.4. Корисні моделі.....	125
3.4.5. Промислові зразки.....	126
3.4.6. Товарні знаки.....	127
3.5. Способи захисту інтелектуальної власності.....	129
<b>Розділ 4. Загальні питання створення моделей технічних пристроїв.....</b>	<b>134</b>
4.1. Моделювання і його місце в технічному прогресі.....	134
4.2. Основні етапи створення технічних пристроїв і їх моделей.....	138
4.3. Класифікація моделей технічних пристроїв.....	140
4.3.1. Загальна класифікація.....	140
4.3.2. Класифікація моделей за способом управління....	142
4.3.3. Спортивно-технічна класифікація моделей.....	149
4.4. Теорія створення моделей технічних пристроїв.....	160
4.4.1. Двигун і рушій.....	161
4.4.2. Загальні підходи в теорії конструювання технічних пристроїв.....	163
4.4.3. Конструювання моделей наземних технічних пристроїв.....	165
4.4.4. Проектування моделей суден.....	175
4.4.5. Проектування моделей засобів пересування в повітряному середовищі.....	184
4.4.6. Проектування моделей ракет.....	204
<b>Розділ 5. Виготовлення моделей технічних пристроїв.....</b>	<b>221</b>
5.1. Загальні технологічні операції при виготовленні моделей.....	221
5.1.1. Підготовка ілюстративного матеріалу до роботи...	221
5.1.2. Заготівельні операції.....	225



5.1.3.	Формування термопластичних матеріалів.....	229
5.1.4.	Виготовлення корпусів з тканих матеріалів.....	234
5.1.5.	Технологічні операції складання.....	236
5.1.6.	Оздоблення моделей.....	247
5.1.7.	Виготовлення коліс для авто- і авіамodelей.....	250
5.2.	Виготовлення моделей наземного автотранспорту.....	254
5.2.1.	Модель трактора для моделістів – початківців.....	254
5.2.2.	Кордова гоночна модель автомобіля .....	259
5.2.3.	Універсальний аеромодуль.....	262
5.2.4.	Модель-копія автомобіля-позашляховика.....	267
5.3.	Виготовлення моделей суден і кораблів.....	274
5.3.1.	Вимоги до виготовлення моделей суден і кораблів.....	274
5.3.2.	Технологія виготовлення корпусу моделі з картону.....	275
5.3.3.	Технологія виготовлення корпусу моделі з цілого дерев'яного бруса.....	278
5.3.4.	Виготовлення набірних корпусів для моделей суден.....	279
5.3.5.	Виготовлення механічного приводу судномodelей.....	281
5.3.6.	Технологія виготовлення найпростіших гребних гвинтів.....	283
5.3.7.	Виготовлення стерна.....	286
5.3.8.	Виготовлення моделі плоту.....	287
5.3.9.	Модель підводного човна.....	291
5.4.	Виготовлення моделей авіаційної техніки.....	294
5.4.1.	Повітряний змій-акробат.....	294
5.4.2.	Виготовлення найпростішої моделі планера з паперу.....	298
5.4.3.	Виготовлення металевих моделей літаків.....	300
5.4.4.	Виготовлення схематичної моделі планера.....	306
5.4.5.	Виготовлення схематичної моделі літака.....	310
5.4.6.	Виготовлення фюзеляжних моделей авіатехніки... ..	314
5.4.7.	Виготовлення шасі .....	318
5.5.	Виготовлення моделей ракет.....	320
5.5.1.	Конструкції моделей ракет.....	320
5.5.2.	Компоновка моделей ракет.....	321
5.5.3.	Аналіз конструкції моделей ракет.....	325
5.5.4.	Двоступінчасті моделі ракет подвійного класу.....	328

5.5.5. Триступінчасті моделі ракет подвійного класу .....	329
5.5.6. Виготовлення моделі одноступінчастої ракети з паперу.....	331
5.5.7. Виготовлення моделі ротошпота.....	333
<b>Розділ 6. Електроніка в моделюванні і технічній творчості....</b>	<b>338</b>
6.1. Основні поняття.....	338
6.2. Елементна база електроніки.....	341
6.3. Проектування електричних і електронних пристроїв....	343
6.3.1. Джерела живлення.....	344
6.3.2. Трансформатори.....	345
6.3.3. Випрямлячі.....	348
6.3.4. Стабілізатори напруги.....	349
6.4. Виготовлення електричних і електронних пристроїв....	352
6.4.1. Об'ємний монтаж.....	352
6.4.2. Виготовлення печатної плати.....	355
6.4.3. Виготовлення корпусних деталей електрорадіо-апаратури.....	360
6.5. Електронні пристрої, вживані в моделюванні.....	360
6.5.1. Зарядні пристрої для акумуляторів що викорис- товуються в моделях.....	360
6.5.2. Електронні реле часу.....	361
6.5.3. Однокаскадний підсилювач на транзисторі.....	363
6.5.4. Генератор синусоїдальних коливань.....	364
6.5.5. Сигнальний пристрій.....	365
6.5.6. Мультивібратор і його застосування.....	365
6.5.7. Генератор звукової частоти.....	367
6.5.8. Збірка на мікросхемах (МС).....	368
6.5.9. Сигналізатор про розряд БДЖ.....	370
<b>Розділ 7. Проектно-технологічна і творча діяльність учнів в структурі цілісного педагогічного процесу.....</b>	<b>374</b>
7.1. Роль творчої діяльності в розвитку школяра.....	374
7.2. Організація технічної творчої діяльності школярів в основній освітній школі і в системі позашкільних на- вчальних закладів (ПНЗ).....	375
7.2.1. Учбове проектування з технології як метод розви- тку технічної творчості.....	375
7.2.2. Організація технічної творчої діяльності учнів в системі позашкільних навчальних закладів.....	381

7.3. Організація виставок з технічної творчості і олімпіад з технологій.....	385
7.4. Заходи безпеки на заняттях з технічної творчості в поза- зашкільних учбових закладах.....	389
7.4.1. Загальні методи забезпечення безпеки у ПНЗ.....	389
7.4.2. Заходи безпеки при механічній обробці матеріалів.....	392
7.4.3. Заходи безпеки при проведенні електро- і радіо- монтажних робіт.....	394
7.4.4. Заходи безпеки при проведенні фарбувальних робіт.....	395
7.4.5. Правила безпечної експлуатації модельних двигунів.....	396
7.4.6. Протипожежний режим в технічних гуртках і секціях ПНЗ.....	399
7.4.7. Надання першої (долікарської) допомоги потерпілому.....	403
Глосарій.....	410
Література .....	416
Додаток 1. Застосування типових прийомів подолання техніч- них суперечностей.....	423
Додаток 2. Матеріали і комплектуючі вироби для конструю- вання і моделювання .....	432
Додаток 3. Інструкція по охороні праці в учбовій слюсарній майстерні.....	453
Предметний покажчик.....	456

## ВСТУП

Сучасні вимоги до професійної підготовки вчителів технології обумовлені новими соціально-економічними умовами в нашій країні, для яких слід виховувати громадян, що проявляють творчий підхід до розв'язання будь-яких задач, що стоять перед ними. Це особливо важливо для технічних і технологічних задач, оскільки від їх правильного вирішення багато в чому залежить технічний і економічний потенціал держави.

Перехід на дворівневу підготовку в системі вищої професійної освіти (бакалаврат і магістратура) викликає необхідність переглянути деякі аспекти підготовки вчителів технології, які відображаються і в нових галузевих освітніх стандартах вищої освіти (ГСВО).

Зокрема, ГСВО для підготовки бакалаврів напряму 6.010103 – Технологічна освіта передбачає вивчення дисципліни «Технічна творчість учнів», актуальність якої обумовлена в даний час браком кваліфікованих фахівців для підготовки підростаючого покоління, якому будуть цікава техніка і технологія. Адже саме цьому поколінню належить вирішувати майбутні технічні і технологічні задачі.

Науково-технічний потенціал нашої країни в другій третині ХХ століття включав до свого складу також і мережу гуртків технічної творчості, в яких виховувалися майбутні конструктори космічних кораблів, місяцеходів, сучасної наземної, водної, підводної і повітряної техніки.

На жаль, економічна криза 90-х років минулого століття привела до того, що кількість технічних гуртків різко скоротилася. Соціально-економічні умови шкільних вчителів і педагогів позашкільних учбових закладів різко погіршилися, підготовки педагогів для дитячих позашкільних установ практично не було. Все це привело до того, що зараз, на самому початку ХХІ століття, з'явився дефіцит науково-технічних кадрів для наукомістких галузей економіки.

В даний час багато регіонів України стали відроджувати дитячі позашкільні учбові заклади. Але відбувається це, в основному, за рахунок відродження установ гуманітарного напрямку, які не вимагають великих витрат засобів і енергії. А якщо відкрити або навіть «реанімувати» міську станцію юних техніків, то необхідні вже істотні грошові кошти на придбання сучасного устаткування і ремонт виді-

лених приміщень відповідно до вимог безпеки і ін. А цих засобів поки що дуже мало.

З іншого боку сам процес навчання в XXI столітті повинний бути істотно змінений. Відомо, що в дитячих позашкільних учбових закладах технологічного напрямку діти займаються в основному технічним моделюванням, тобто тим, що пропорційно їх інтересам і можливостям установ додаткової освіти. Звичайно, сучасні діти повинні навчатися за сучасними методиками. Але справа не тільки в них. З'явилася нова елементна база для моделювання: нові матеріали, нові комплектуючі вироби для складання моделей.

Зарубіжні країни вже давно стали звертати увагу на дитячу технічну творчість, тому частина промислових підприємств вже більше як 50 років тому стала випускати комплектуючі вироби для моделювання серійно. Звичайно, моделісту необхідно знати, як визначаються характеристики і параметри, наприклад, повітряного гвинта для моделі літака і як його зробити, але все ж таки в даний час доцільніше придбати його в заводському виготовленні, ніж вирізувати з цілого шматка дерева.

Крім того, сучасному вчителю технології необхідно уміти прогнозувати нові напрямки у навчанні дітей технічній творчості і в моделюванні різних технічних пристроїв.

Даний підручник написаний в повній відповідності з ГСВО з вищезгаданого напрямку, в якому дисципліна «Технічна творчість учнів» входить в цикл нормативних професійно – орієнтованих дисциплін. Проте, чітко відображаючи зміст стандарту, підручник, при цьому, є достатньо багатоплановим. Автори прагнули розкрити не тільки теоретичні аспекти технічної творчості, питання технічного моделювання і конструювання технічних об'єктів, але і показати необхідне методичне, організаційне і інформаційне забезпечення процесу навчання в рамках дисципліни «Технічна творчість учнів», розглянути методи і методики розв'язання творчих технічних задач.

В підручнику подано теоретичний матеріал, в якому аналізуються джерела технічної творчості і розглядаються його різні етапи. Звернуто особливу увагу не тільки на методи розв'язання творчо-конструкторських задач, але і на інформаційне забезпечення технічної творчості. Окремо наведено теоретичний матеріал, який може бути використаний для розрахунку деяких характеристик моделей. Наводяться типові технології виготовленню моделей, а також особ-

ливості виготовлення кожного з видів моделей. У підручнику також наведено відомості, які можуть бути корисні для методистів, що забезпечують процес навчання технічній творчості. Наведено відомості з техніки безпеки при проведенні учбового процесу в дитячих позашкільних навчальних закладах.

Учбовий матеріал, наведений в книзі, спрямований на розвиток творчих здібностей людини, умінь їх практичного застосування, як в області техніки, так у сфері освіти. Основою цього є формування і розвиток умінь моделювання в професійній діяльності, орієнтованість на самостійну роботу студентів-бакалаврів з урахуванням специфіки реалізовуваної програми.

Підручник адресований студентам, але може бути також корисний педагогам, що працюють у сфері дитячих позашкільних навчальних закладів (ПНЗ), а також тим, хто цікавиться проблемами моделювання і конструювання різних технічних пристроїв.

## Розділ 1

# ТЕОРЕТИЧНІ І ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

### 1.1. Творчість як компонент загальної культури людини і суспільства

Поняттям творчості охоплюються всі форми створення і поява чогось нового на фоні існуючого, стандартного.

Як відзначають авторитетні дослідники, наприклад [29], умовно можна виділити три круги творчості.

*Перший круг творчості* торкається створення нових, не існуючих раніше форм матерії. Це відноситься і до «створення світу», і нескінченних форм живого життя, людини і його мозку, який підключився до творчості природи і сам здібний до створення нових форм матерії, у тому числі в продуктах технічної творчості. Тому на підставі творчості природи ми можемо проникнути в творчість мозку, а проникнувши в механізми створення нового мозку людини — в таємниці створення світу.

*Другий круг творчості* охоплює зміну, оновлення, перетворення і вдосконалення існуючої дійсності. Це відноситься і до людини, хоча вона, на думку вчених, реалізує свої потенційні, безмежні можливості лише на одну десяту частину.

*Третій круг творчості* направлений на руйнування «старого світу» і побудову на його місці нового. Це відноситься, головним чином, до соціальних перебудов і революцій, а також появи нових напрямів в науці і техніці, які прагнуть зруйнувати стереотипи.

Проникнути в «таємниці творчості» можна на підставі знання загальних законів її виникнення, протікання і вияву їх в продуктах творчості. Ці знання повинні торкатися, в першу чергу, загальних законів творчості самої природи, що створили людський мозок і що примусили його працювати за своїми принципами. Тільки в цьому випадку можливо відкрити головні таємниці творчості — природу її пробудження, механізми її протікання і народження нових ідей, задумів і відкриттів.

Подібних поглядів дотримуються багато вчених, як займаються наукою про творчість. На першому місці в ній стоїть знання загальних законів, на другому — розуміння того, які якості необхідно

розвивати або коригувати в собі на підставі цих законів, на третьому — тренування цих здібностей у різних видах діяльності. Вчені стверджують, що творчу людини видно по тому, як вона одягається, обставляє квартиру, готує обід і організовує свій відпочинок та дозвілля.

Загальні закони творчості є як би ключами, за допомогою яких можна відкрити двері в підсвідомість і впустити його в свідомість і надсвідомість.

Творчість як процес народження різних видів *новоутворень* за рахунок змін, перетворень існуючих форм, або створення нових форм за рахунок нового з'єднання елементів є формою існування всіх видів матерії.

Російський академік В.І. Вернадський в середині ХХ століття об'єднав новоутворення, класифікуючи їх за допомогою понять «геосфера», «біосфера» і «ноосфера» (від грецького «ноос» — розум). Сфера розуму, таким чином, є особливою формою тонкої матерії, яка виконує свою функцію, що виходить за межі індивідуальної роботи мозку. За сучасними даними, ноосфера ототожнюється з «інформаційним полем», що заповнює вакуумний простір земної поверхні.

Всі види матерії володіють творчою силою, що має загальні і особливі закони і механізми протікання.

Вищим продуктом еволюції живої матерії є людський мозок, що володіє не тільки унікальною пристосованістю до середовища, але і здатністю перетворювати його, створювати нове.

Таким чином, творчі задатки існують в мозку кожної людини. Як показали роботи Л.Б. Єрмолаєвої-Томіної (у тому числі [32]), дослідження біологічної бази творчих здібностей виявили, що спонтанний вияв потреби і здібності до творчості проявляється при поєднанні деяких сприятливих нейрофізіологічних задатків, а іншим необхідно шукати індивідуальний шлях відкриття творчих каналів.

Зміни, перетворення, з'єднання, за рахунок яких відбувається поява нових форм матерії, існують у всіх її видах і мають однакові механізми протікання.

Всьому передую деякий пусковий механізм, відмінний від стандартного, який бере участь в циклічних процесах, що відбуваються в неживій і живій природі. Ніяких змін і перетворень не виникає при дії поміркованих і стандартних подразників, які повторюються. Тільки поєднання нестандартних умов є пусковим стимулом для змін



і перетворень. Це необхідно урахувати при вивільненні творчого потенціалу людини.

Процес новоутворення відбувається в боротьбі з вже існуючим стандартом, складеною структурою, яка чинить опір своєму руйнуванню.

Перемагає більш сильний і значущий. В створенні нової форми, як правило, присутній третій чинник, самий загальний (необхідність, вимоги середовища), який служить каталізатором.

Продуктом такої боротьби є зміна, перетворення і поява чогось нового. Зміна припускає збереження об'єкта із зменшенням, збільшенням кількості, заміною деталей, що надають нову форму цьому об'єкту.

Перетворення припускає появу нової форми матерії (вода перетворюється на лід, в сніг, в пару) при збереженні основного ества або при доданні об'єкту нової функції.

З'єднання елементів приводить до створення нових форм матеріального вигляду. В кожній з сфер таке з'єднання має свою специфіку. В загальних механізмах важливо засвоїти, що спонукачем до творчості є нестандартність стимулу або ситуації, взаємодія різних сил і присутність якого-небудь каталізатора.

Творчий процес у людини йде безперервно в різних формах і на різних рівнях, будучи основою існування самої біологічної матерії.

Першою, *особливою формою творчості* людини є психічне віддзеркалення, коли зовнішній світ трансформується в нову форму існування матерії — нейронну, знакову, що зберігається в пам'яті і що бере участь в створенні моделей нового світу і своєрідності індивідуальності.

Відображений мир починає існувати за своїми законами і творити за загальними, щось змінюючи, перетворюючи, утворюючи нові потреби, цінності, цілі. Творчість ніколи не визначається якимось одним чинником, воно завжди припускає взаємодію безлічі змінних, тому продукт природної біологічної творчості завжди унікальний і є неповторюваний.

Таким чином, творчість як процес зміни, перетворення, з'єднання різних форм матерії характеризується загальною якістю — створенням необхідного, не існуючого раніше результату в середовищі об'єктів предметного світу.

Достатньо складно уявляти собі «потрібне майбутнє» самої людини, її потреби, задоволення яких зробили б його життя активним, осмисленим і радісним. Для цього слід знати загальні закони життя, що лежать в основі всіх потреб людини, які спонукають до творчості.

Предметне середовище грає важливу роль для життєдіяльності людини. Людина може існувати тільки в певних умовах взаємодії із зовнішнім середовищем відповідно до певних «законів життя». Ці взаємодії і закони лежать в основі формування фундаменту людської психіки.

Як відзначають деякі дослідники існують чотири основні закони життя [32].

*Першим законом життя* є її постійна залежність від навколишнього середовища. Така залежність від середовища породжує необхідність зміни форм і способів пристосовування до умов, що змінюються.

Разом з морфологічною зміною засобів і механізмів пристосовування до постійно змінного середовища, у людини з'явилося інстинктивне прагнення позбутися такої залежності. Цей рефлекс лежить в основі однієї з корінних, фундаментальних потреб людини в творчості, в пошуку засобів, які гарантували б його незалежність від середовища при всіх змінних обставинах. Ця потреба лежить в основі розвитку цивілізації і всіх видів штучних споруд і винаходів.

Всі види творчості, необхідні для отримання такої незалежності, починаються з пізнання і відкриття «прихованих» закономірностей зовнішнього світу, причинно-наслідкових зв'язків, недоступних для безпосереднього відчуття. Всі види конструктивної, матеріально-технічної творчості базуються на таких відкриттях і направлені на створення нового, штучного середовища.

*Другим законом життя* є відтворюваність. Біологічна форма збереження життя не обмежується самозбереженням або відтворенням собі подібних. Не менше могутнім є інстинкт збереження життя в цілому як форми існування матерії. Для збереження життя інших людина йде багато на що, у тому числі на творчість.

*Третій закон життя* — необхідність у об'єднанні. Щоб зберегти і продовжити життя, зробити її незалежною від середовища, необхідно об'єднання зусиль і розподіл функцій. У людини потреба в

індивідуальній свободі поєднується з потребою в приєднанні, в знаходженні свого місця в загальному.

**Четвертий закон життя** — необхідність у зміні, вдосконаленні, ускладненні і оновленні форм пристосовування до середовища. Ця необхідність обумовлена тим, що все зовнішнє середовище знаходиться в постійному процесі мікро- і макрозмін, що, у свою чергу, будить в людині потребу до досконалості і самовдосконалення.

В еволюційному процесі, на підставі даного закону життя, у людини склалася потреба у зміні і вдосконаленні предметного середовища, середовища незаселеного, а також технічних засобів, що допомагають виживанню і пристосовуванню до цього середовища [34].

На фоні таких зовні орієнтованих потреб у досконалості потреба в самовдосконаленні відійшла на другий план, оскільки людина інтуїтивно відчуває відсутність необхідності в цьому. Акцентування на вдосконаленні зовнішнього середовища робить безглуздою витрату зусиль на самовдосконалення. Технічні новини здатні вирішувати за неї логічні і творчі задачі, доставляти інформацію з будь-яких точок світу, моделювати об'єкти предметного середовища і т. ін.

Вдосконалення людини виявилось актуальною проблемою сучасності, що подає сигнал біди сферам діяльності, у функцію яких входить рішення цієї проблеми: освіти, науці, техніці. Цього вимагають самі закони життя, спрямовані на її збереження через вдосконалення не тільки зовнішнього (предметного) середовища, але і внутрішнього.

Усі перераховані умови або закони, що лежать в основі існування, протікання, збереження і відтворення життя, є фундаментом спонтанного розвитку психічних утворень, необхідних для пристосовування до предметного середовища, а також для успішного його освоєння.

Велику роль у розвитку і саморозвитку людини грає предметне середовище, в оточенні якого відбувається формування його психічних і інтелектуальних якостей. У звичайних умовах людина інстинктивно прагне пізнання навколишнього його предметного світу. Відкриваючи світ «для себе», вона відкриває і «себе», свої можливості і здібності. Як справедливо стверджують вчені, «відкриття для себе» і є неодмінною соціальною і психологічною умовою «відкриття для інших».

Не менш важливим показником природної творчості є потреба, яка йде з середини, при самостійному виконанні якої-небудь діяльності і дій, вільному володінні ними. Вона проявляється в тому, що людина прагне робити все «сама»: конструювати, моделювати і т. ін.

Провідним психічним утворенням для творчості є потреби. Тому саме з формування потреб, бажання творити, створювати щось нове, необхідне людям, має починатися розвиток творчих здібностей. Без бажання творити людину практично неможливо спонукати до творчості. Наявність такої потреби в творенні є основою креативності.

Разом із потребами, так чи інакше пов'язаними з взаємодією з навочним середовищем, існують потреби, пов'язані з розвитком і функціонуванням м'язових і нервових тканин, їх взаємодією. Серед них можна виділити потребу в економії енергії. Вона штовхає на творчий пошук засобів, що полегшують працю і фізичну, і розумову. Всі технічні винаходи направлені на задоволення цієї потреби, якими охоче користуються багато людей.

Потреба у творчості базується на постійному оновленні і ускладненні мети і виробленні певного стилю функціонування мозкової діяльності, яка включає потребу в новизні, розширенні і ускладненні цілей, різноманітності в засобах і методах їх досягнення.

Крім пристосовування до природного середовища, необхідність в об'єднанні породжує соціальні потреби. Це потреба в приєднанні і емоційному контакті з іншими людьми, знаходженні своєї ролі і індивідуального значення свого існування в соціумі.

Крім того, емоційний контакт служить хорошою основою орієнтації в правильності поведінки і діяльності через схвалення або несхвалення їх соціумом. Це допомагає людині знаходити своє місце, свою екологічну нішу, виконувати свою соціальну і професійну функцію.

Людина, обдарована природними задатками до якої-небудь професійної діяльності, випробовуючи потребу в ній, знаходить в ній індивідуальне значення тільки в тому випадку, якщо відчуває здібність до неї. Кожна людина, здібна до певної форми діяльності, бачить всі її позитивні сторони.

Духовні потреби можна назвати «безтілесними». Якщо біологічні і навіть соціальні потреби базуються на «необхідності» отримання із зовнішнього середовища певних матеріальних благ, то ду-

ховні потреби — суто внутрішні, направлені на залучення до загального.

Таке залучення відбувається через споживання вже готових продуктів науки і техніки і через її творення і діяння.

Потреба в пізнанні завжди припускає самостійне і образне переосмислення отриманої ззовні інформації, схильність «нічого не приймати на віру», а самостійно відкривати значення речей наочного світу. При цьому йде розширення сфери мислення і свідомості а також заглиблення їх у ество і першопричину всього, що відбувається в предметному середовищі.

## 1.2. Основи теорії творчості

Досліджуючи особливості психології художньої творчості Л.Б. Єрмолаєва-Томіна в своїх наукових працях приділяє увагу значенню співвідношення творчих здібностей з інтелектуальними, стверджуючи, що для розвитку творчих здібностей потрібен певний рівень розвитку інтелектуальних. Вона виділяє 4 типи взаємостосунків між вказаними здібностями [32].

*Перший тип* — однаково високо розвинуті як інтелектуальні, так і творчі здібності. Цей тип чудово орієнтується в предметному середовищі і творить.

*Другий тип* — високотворчі, але такі, що погано пристосовуються і орієнтується в предметному середовищі. Це соціальні ізгої, вони славляться диваками, людьми «не від миру сього».

*Третій тип* — високо інтелектуальні, але не творчі особи. Вони чудово пристосовуються до середовища, прагнуть досягнення успіху в усіх областях і досягають його шляхом виконання всіх існуючих в середовищі соціальних вимог.

*Четвертий тип* — погано розвинуті здібності як інтелектуальні, так і творчі. Це люди, які прагнуть соціальної активності і кар'єри, але при цьому (через свою неорієнтованість) можуть пристати до будь-якої з існуючих течій.

Природа таких різних поєднань інтелектуальних, адаптивних і творчих здібностей лежить в особливостях структури індивідуальності.

Аналіз досліджень в цій області показує також, що інтелект і творчість мають різну основу і виконують різні функції в пристосо-

вуванні до середовища. Оптимальним варіантом є їх поєднання. Саме це поєднання лежить в основі креативності як особистісного утворення. Саме це поєднання повинне бути об'єктом розвитку і критерієм розвитку творчих здібностей. А для цього необхідно знати відмінності креативності і творчих здібностей.

**Креативність** (від лат. *creatio* — творення, створення) — це особистісна якість, яка базується на розвитку вищих психічних функцій. Якості креативності виявляються в творчій і новаторській діяльності. Ці якості приблизно на 95% формуються за рахунок впливу соціального середовища, її ціннісної орієнтації, вимог, що пред'являються до людини, організації інформаційного потоку і цільової спрямованості всіх видів діяльності, починаючи з учбової.

Відмінності між креативністю і творчими здібностями полягають в наступному.

1. Перш за все, творчість це процес, який може включатися у всі види діяльності і разом з тим бути відсутнім навіть у такому виді діяльності, який вимагає такого включення.

2. Творчі потенції закладені в мозку кожної людини, оскільки мозок є тим органом, в якому продовжується творчість самої природи. Проте на мозок покладена задача пристосовування, пристосування до існуючого середовища, яке вимагає формування великої кількості стандартних навичок, що базуються на досвіді людства, аксіоматичних знаннях.

3. Творчий процес базується на роботі несвідомого і підсвідомості. «Продукти» такої творчості яскравіше всього виявляються у спонтан своїми механізмами ідентична природному розвитку, що відбувається в живій природі, яка створила людину і його мозок. У дорослої людини вона переміщається в підсвідомість, яка включає його індивідуальний життєвий досвід. В підсвідомості для творчості існують найсприятливіші умови, за рахунок зрівнювання по силі і значущості всіх відображених об'єктів і подій, зсуву тимчасових інтервалів, що не може відбуватися в свідомості. Тому вирішення проблем, відкриття закономірностей, народження задуму частіше за все проходить на рівні підсвідомості. Результати такої роботи приходять у свідомість людини раптово, у вигляді готового рішення, «магічного синтезу», осяяння, евристики.

При формуванні креативності відбувається злиття свідомості і підсвідомості в деяку нову форму — надсвідомість. Надсвідомість ін-

тегрує у собі самі узагальнені механізми протікання творчого процесу в згорнутому вигляді, коли в самому акті сприйняття відбувається трансформація об'єкту, відкриття закономірності або вирішення проблеми.

4. Процес творчості протікає в трьох основних фазах — підготовчій, пошуковій, виконавчій. Кожна з фаз повернута до різних психічних процесів і особистісних утворень і має свій «продукт».

Креативність виявляється в успішному здійсненні всіх трьох фаз — умінні самостійно бачити і ставити проблеми, знаходити їх рішення і творчо утілювати їх в конкретний продукт.

5. Кожний вид творчості має свій, специфічний об'єкт пошуку, процес і продукт.

Креативність як особистісна характеристика проявляється, головним чином, в тому, що людина творчий початок вкладає у всі види діяльності.

Таким чином, креативність — це особистісна якість, яка базується на потенційних можливостях кожної людини, актуалізації неусвідомлюваної потреби бути неповторною індивідуальністю, вільною, але такою, що приєднується до загального через продукти своєї творчості, гармонійно поєднує індивідуальні і соціально-значущі інтереси.

Структуру креативності можна визначити як оптимальний розвиток всіх потенційних можливостей індивідуальності і особистості.

Головними об'єктами розвитку креативності є ті, які не утворюються автоматично і вимагають направлених зусиль для їх формування. Вони є самими фундаментальними і значущими в професійному і творчому розвитку.

*Першим об'єктом розвитку* можна вважати потребу у творчості, яка повинна формуватися в процесі освоєння предметного середовища. Потреба в творчості, як і здібність до нього, формується швидше за все при виконанні нестандартних завдань.

*Другим об'єктом розвитку* є творча свідомість, яка починається з усвідомлення себе творцем, що володіє інструментами творення.

Творча свідомість — це включення себе в інноваційні процеси, фіксація змін, що визначають дух часу, а також домінуючих потреб і категорій цінностей в різних шарах суспільства.

*Третій об'єкт розвитку* — управління творчим процесом. Для управління творчим процесом необхідне його постійне включення, яке виробляється, якщо постійно дотримуватися установки — нічого не робити безглуздо.

Всі перераховані об'єкти розвитку є складними психічними утвореннями, які складаються з поєднання комплексу якостей і властивостей, що визначають ці здібності. Тому для досягнення результату необхідно будувати розвиток за принципом детального відпрацювання кожної якості, яка потім інтегрується в цілісне утворення.

### **1.3. Технічна творчість як діяльність, процес і результат**

#### **1.3.1. Види і фази творчої діяльності**

Кожний вид діяльності припускає наявність цілі, володіння засобами її досягнення, створення деякого конкретного продукту, необхідного суспільству. Творчість може бути внесеною в будь-який вид діяльності. Проте внесення творчості в різні види діяльності відбувається по-різному.

Так, наукова і технічна творчість «обслуговує» всю систему матеріально-технічного виробництва, забезпечуючи людей продуктами і умовами, необхідними для їх існування. В цих видах творчості йде звичайно тривалий підготовчий і пошуковий період, який закінчується винаходом або відкриттям.

ні Головним тут є знаходження нового способу дії, неповторної і конкретної, що вимагає постійного напруження і готовності до пошуку. Він вимагає контакту з постійно змінним середовищем і бачення в ньому всіх змінних. Вибір правильної стратегії дій в конкретній ситуації можливий з урахуванням всіх змінних, у тому числі людських характерів. Особливо це відноситься до педагогічного процесу, коли виникають нестандартні, критичні ситуації.

За своєю спрямованістю і метою науково-технічна творчість базується на очевидній необхідності, а звідси має достатньо певний об'єкт пошуку і досягнення конкретної задачі, цілі, що легко перевіряється практикою. Продукт технічної творчості має конкретний і результат, який перевіряється, регламентований часом і соціальною підтримкою.



Багато хто з вчених бачать в творчому процесі три, самі загальні фази: пускову (спонукальну і підготовчу), пошукову і виконавчу. Кожна з них має свою специфіку і за виникненням, і за процесом, і за продуктом. Кожна фаза має свої показники творчості [32].

*Перша фаза*, яка названа «пусковою», характеризується інтелектуальною ініціативою або умінням самостійно бачити і ставити проблеми. В цій фазі, яка називається ще і підготовчою, проявляються індивідуальна готовність до творчості, розвиток пізнавальних процесів, емоційна і раціональна здібність до контакту з світом, потреба в напруженій діяльності. Всі вимоги даної фази є програмою розвитку творчих здібностей, цільовою матрицею цього процесу. Початком спонукання до побудови програми є внутрішні і зовнішні чинники, залежно від яких протікає підготовчий процес, продуктом якого є народження ідеї, задуму.

Перша фаза є найскладнішою, оскільки пусковим механізмом для неї завжди є або бачення нового або уявне відкриття нового, необхідного, вимагаючого перетворення, творчого пошуку. Для цього потрібен розвиток пізнавальних і інтелектуальних процесів, особливого контакту з середовищем, включення свідомості в загальний інноваційний процес, що постійно відбувається в природі і суспільстві.

*Друга фаза* — пошукова, починається з гострого бажання втілити задумане, протікає в пошуку засобів для його здійснення і кінчається їх знаходженням, прийняттям рішення щодо конкретних способів втілення.

Пошукова фаза творчості включає роботу свідомості, підсвідомості і надсвідомості.

Кожне з них виконує свою функцію. Функція свідомості — чітка постановка питання, ясна ціль, ідея, концепція, які включають підсвідомість і надсвідомість. Свідомість бачить необхідність, потрібне майбутнє, головну ціль задуманого.

Підсвідомість і його роботу необхідно так само організовувати, як і свідомість, спрямовану на пізнання реальності. При цьому необхідно пам'ятати, що підсвідомість володіє іншою якістю — високою лабільністю і властивістю творчості. І цю гнучкість і лабільність необхідно формувати у свідомості в пошуковій фазі, пропонуючи їй варіанти. Підсвідомість починає «допомагати свідомості», якщо свідомість включена саме в творчий пошук. Віра в свідомість, що «так

треба» шукати спосіб рішення якої-небудь творчої задачі, автоматично підключається до такого пошуку, і врешті-решт видає підказку.

Саме на сумісному розвитку свідомості і підсвідомості формується надсвідомість як інтуїтивне і миттєве включення творчого рішення в будь-який вид діяльності.

Продуктом пошукової фази є конкретне бачення втілення задуму.

**Третя фаза** — виконавча, реалізація задуманого в діях, контролі за проміжними результатами і корекції способів виконання, критичної оцінки продукту.

Виконавча фаза називається «автокорекційною». Саме на виконавчій фазі відбувається формування основних компонентів творчості на рівні не тільки несвідомого, але і свідомості.

Кожний вид творчості має свій конкретний продукт.

Умовно всі види продуктів можна підрозділити відповідно до основної спрямованості розумового творчого пошуку: на пізнання прихованих закономірностей, знаходження способів кращого пристосовування до середовища, створення нових матеріальних і духовних об'єктів.

### 1.3.2. Результати технічної творчості

Основними результатами технічної творчості є:

- відкриття на всіх рівнях, від загальних закономірностей існування матерії до відкриття вияву загального в конкретному;
- винаходи, направлені на вдосконалення способів пристосовування до середовища як через знаряддя праці, так і за допомогою знаходження оптимальних способів організації діяльності, взаємодій між людьми, дій на них;
- створення нової форми матерії.

Якщо проаналізувати значення *відкриттів*, зроблених людством, можна помітити, що майже всі вони пов'язані з встановленням зв'язків, взаємодії, взаємозалежності явищ, що відображають їх сутність. Відкриття як результат технічної творчості торкається деяких прихованих від безпосереднього спостереження закономірностей.

**Винахід** завжди пов'язаний із знаходженням засобів, що допомагають вдосконаленню способів пристосовування до середовища. Такими винаходами є знаряддя праці, що полегшують фізичну і ро-

зумову роботу, засоби пересування і комунікації, засоби, необхідні для самозбереження (створення житла, одягу і ін.). Іншим продуктом винаходів є самі способи дій: організація учбової і трудової діяльності, знаходження способу рішення проблемних задач.

Отримання конкретного результату — завжди є деяка матеріалізована ідея, наприклад, створення холодильника є матеріалізованою ідеєю приладу, здатного зберігати продукти в квартирах. Основним показником реалізації цієї ідеї є робота приладу, тобто виконує він чи ні задуману функцію. І поки холодильник не виконує свого призначення, він не є «продуктом творчості», як і будь-який технічний прилад.

#### **1.4. Розвиток, його природа, форми і закони. Закони розвитку технічної творчості**

Поняттям розвитку охоплюються всі способи появи чогось нового. Механізм отримання нового базується на диференціації і інтеграції функцій, подібно тому, як влаштований наш організм, де кожний орган має свою функцію [32]. За таким же принципом працює наш мозок: поява нових якостей психічних процесів пов'язана з отриманням, переробкою інформації і утворенням нових зв'язків між різними ділянками мозку, регулюючими діяльність і дії, які лежать в основі спеціальних, інтелектуальних і творчих здібностей.

Розвиток буває різних видів — природний, інструментальний і індивідуальний. Вони розрізняються головним чином за своїм походженням, рівнем усвідомленості і необхідності. Об'єкт розвитку — формування якостей, необхідних для життя в певному середовищі, засвоєння його норм, пристосовування до його вимог.

Навчають, як правило, діям, послідовності дій до формування умінь і навичок: побутових або професійних. Через професійне навчання йде залучення до накопиченого досвіду, відкритих закономірностей, відпрацьованих прийомів і інваріантних стандартів. Навчання основам технічної творчості є базисом в творчо-конструкторській діяльності. Воно нормативне і аксіоматичне, і на підставі навчання і навченості судять про наявність спеціальних здібностей до конкретного виду художньої діяльності. *Навчання* визначається швидкістю і точністю засвоєння навичок, а *навченість* — це

здібність до перенесення отриманих навичок на будь-які завдання аналогічного типу, наприклад графічні.

Як вважають вчені, відсутність навченості професійним навичкам — перший показник відсутності творчості, креативності. Потреба в навчанні і досконалості характерна для високотворчих людей. Навчання різним видам діяльності сприяє формуванню узагальнених способів дій, що лежать в основі творчості. Тому креативи інстинктивно прагнуть до оволодіння новими навичками.

В більшості ж випадків потреба в саморозвитку з'являється при необхідності пристосовуватися до вимог середовища. І якщо умови середовища, у тому числі педагогічні, не вимагають від людини творчості, то воно і не розвиватиметься.

Продуктом розвитку є «невидимі» системні новоутворення в мозку людини, про наявність яких свідчать тільки «видимі» продукти діяльності.

Переважає більшість людей розвивається до рівня, необхідного для індивідуального пристосовування до середовища, оволодіння побутовими і професійними навичками, що не вимагають ні особливого інтелекту, ні творчості, виконуючи соціальне замовлення на стандартну продукцію.

Розвиток всіх здібностей йде за трьома основними законами, спираючись на які необхідна і для розвитку технічної творчості.

**Перший закон** — розвиток технічної творчості відбувається тільки у контакті з предметним середовищем.

Предметне середовище є тим ґрунтом, на якому відбувається формування і розвиток тих якостей, які необхідні для пристосовування до конкретних його умов.

Роль середовища в розвитку всіх психічних процесів визначається самою функцією психіки як віддзеркалення зовнішнього світу для орієнтації в ньому. При повній втраті контакту з середовищем припиняється психічне життя.

Таким чином, контакт з предметним середовищем детермінований внутрішніми і зовнішніми чинниками. Одне і те ж середовище по-різному впливає на людину залежно від його здібностей до контакту з ним. Сам рівень контакту визначається кількістю «точок зіткнення» з реальністю. Такі точки зіткнення залишають свій слід в мозку людини і створюють «ґрунт для творчості» [32].

Тому у тих, що вчаться необхідно розвивати всі форми контакту з середовищем, включаючи власні спостереження за засобами масової інформації, новими напрямками в науці і техніці. В основі цих контактів повинні стояти люди з їх реакцією на соціальні процеси і події, поява нових категорій матеріальних і духовних цінностей, потреби і можливості їх задоволення.

*Другий закон розвитку.* Можуть бути розвинутими тільки ті якості і властивості, які потенційно закладені в генетичному коді людини.

На фоні інших живих істот потенційні можливості розвитку у людини безмежні. Відомо немало випадків пристосовування дітей до життя у зграї вовків, сім'ї ведмедів і навіть у отарі овець, що зажадало вироблення не властивих для людини навичок поведінки і спілкування. Повернувшись в людське середовище, діти не уміли ні ходити, ні говорити, ні мислити. Це дає підставу вважати, що потенційні можливості щодо формування будь-яких навичок, у тому числі творчих, існують у кожного, хоча часто відсутні навіть у людей, професійна діяльність яких направлена на вдосконалення людини.

Крім того, людина вже довела свою здатність оволодіти таким діапазоном професійних навичок, який дорівнює кількості самих професій.

Головним «каналом» реалізації потенційних індивідуальних можливостей людини є творчість. Тому розвиток здібностей повинен відбуватися щодо всіх видів творчості — у тому числі і технічної. І саме цей шлях — розвиток всіх видів творчості — є головним стимулом розширення поля можливостей для формування креативності.

*Третій закон* — розвиток необоротний. Повернутися до найпростіших форм існування матерії можна тільки у переносному розумінні, коли людина починає реагувати, подібно амебі, на якусь одну речовину і повністю втрачає всі свої потенційні здібності.

Включення в технічну творчість стає для людини потребою в певному функціонуванні і стилі діяльності мозку — напруженому і направленому на рішення нових задач. Наявність потреби в технічній творчості є одним з основних показників креативності.

Вступивши на шлях творення, людина не може зупинитися, не може не творити, випробовує надзвичайно сильну потребу в пізнанні і творенні. Процес оновлення, розвитку, отримання нового стає постійною і необоротною потребою і здатністю людини виходити за

рамки стандарту. «Всі знають, що це не «можна», а один не знає і... робить відкриття»!

### **Контрольні питання**

1. Охарактеризуйте три круги творчості людини.
2. Як відбувається взаємодія людини із зовнішнім середовищем?
3. Дайте коротку характеристику «законів життя», що є умовами взаємодії «людина – зовнішнє середовище».
4. Які існують типи взаємостосунків між творчими і інтелектуальними здібностями?
5. Охарактеризуйте поняття «креативність» стосовно творчої особистості.
6. Які відмінності між креативністю і творчими здібностями людини?
7. Назвіть основні об'єкти розвитку креативності.
8. Охарактеризуйте фази творчого процесу.
9. Які види діяльності людини відносять до творчих?
10. Що є результатом технічної творчості людей?
11. Охарактеризуйте сутність винаходів і відкриттів. Яка між ними відмінність?
12. Які існують види розвитку?

## Розділ 2

### МЕТОДИ ПОШУКУ РІШЕННЯ ТВОРЧИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ

#### 2.1. Класифікація методів рішення творчих технічних задач

Сучасні методи пошуку нових рішень дозволяють раціоналізувати різні сторони пошукової діяльності. Всі відомі методи рішення творчих задач можна умовно розділити на дві великі групи за ознакою домінування в них інтуїтивних або логічних процедур і відповідних їм правил діяльності.

Перша група - це так звані *евристичні (інтуїтивні або ірраціональні) методи*, які спираються на активізацію творчої діяльності людини і розвитку його творчих здібностей на основі розвитку інтуїтивних процедур діяльності, фантазії, аналогій і ін. До цієї групи входять методи: «мозкова атака», синектика, метод евристичних питань, метод емпатій (особистої аналогії), метод порівняльних стратегій, асоціативні методи і ін.

Друга група методів заснована на використуванні оптимальної логіки аналізу технічного або іншого удосконалюваного об'єкту, закономірностей його розвитку. Тут пропонують логічні правила аналізу і синтезу, порівняння, узагальнення, класифікацій, індукції, дедукції і т. ін. Ці методи назвали *раціональними або логічними методами рішення творчих задач*. До них відносяться: морфологічний аналіз, метод багатовимірних матриць, алгоритм рішення винахідницьких задач, функціонально-фізична методика конструювання і ін.

Вдосконалення методів пошуку нових ідей і рішень (як в області техніки, так і зовні неї) продовжується тому, що потреба, попит на методи продовжують зростати разом з розвитком світової економіки. Наприклад, застосування ЕОМ значно розширило можливості багатьох з методів: з'явилися такі програми, як «Винахідницька машина».

Але не менше важливим чинником є творчий розвиток і саморозвиток людини в процесі навчання методам рішення творчих задач.

### **2.1.1. Евристичні (інтуїтивні, ірраціональні) методи генерації нових ідей**

На думку доктора педагогічних наук В.І. Андрєєва «евристичні методи - це система евристичних правил діяльності педагога (методи викладання) і діяльності учня (методи навчання), розроблені з урахуванням закономірностей і принципів педагогічного управління і самоврядування з метою розвитку інтуїтивних процедур діяльності учнів в рішенні творчих задач» [14].

Особливістю запропонованого В.І. Андрєєвим визначення є генетичний підхід, що відкриває шлях до розробки і систематики евристичних правил, які вже частково раніше були виділені, або недостатньо усвідомлено використовувалися раціоналізаторами, винахідниками, педагогами, проте в узагальненому вигляді не були представлені в педагогічній літературі. А це надзвичайно утрудняє їх практичне застосування. Тому навчання рішенню творчих задач учнів і в шкільній, і у вузівській практиці, в основному, здійснюється методом «проб і помилок», тобто далеко не кращим чином. Правда, як у вітчизняній практиці в роботах [7-13, 19, 20], так і в зарубіжній практиці [29] є серйозні спроби описати ці методи в застосуванні для винахідників (наприклад, метод «мозкової атаки», метод синектики і ін.), але ці методичні рекомендації, як правило, не орієнтовані на їх застосування в практиці навчання. Разом з тим, з позиції генетичного підходу відкриваються цілком реальні можливості їх педагогічного осмислення і, що особливо важливо, педагогічного уявлення як системи принципів і правил учбово-творчої діяльності.

З урахуванням цього зауваження розглянемо евристичні методи рішення творчо-конструкторських задач і можливості їх застосування як методи учбово-творчої діяльності учнів і студентів в умовах загальної, професійної і позашкільної освіти.

#### **Метод «мозкової атаки»<sup>1</sup>**

Метод і термін «мозкова атака» або «мозковий штурм» запро-

---

<sup>1</sup> Термін «мозкова атака» багато хто вважає не зовсім вдалим. З педагогічної точки зору більш вдало, на думку В.І. Андрєєва, даний метод назвати методом колективного пошуку оригінальних ідей.



понований американським ученим А.Ф. Осборном.

Евристичний діалог «мозкової атаки» базується на ряді психологічних і педагогічних закономірностей, але перш ніж їх сформулювати, слід стисло зупинитися на тих теоретичних передумовах, якими керувалися творці цього методу.

Творчими людьми було відзначено, що колективно генерувати ідеї ефективніше, ніж індивідуально. Це, очевидно, тому що творча активність людини частіше за все потенційно стримується, як енергія води за допомогою «шлюзу». Тому потрібно відкрити «шлюз», щоб його вивільнити. Жорсткий стиль керівництва, боязнь помилок і критики, суто професійний і дуже серйозний підхід до справи, тиск авторитету більш здатних товаришів, традиції і звички, відсутність позитивних емоцій - все це виконує роль «шлюзу».

Діалог в умовах «мозкової атаки» виступає в ролі засобу, що дозволяє прибрати «шлюз», вивільнити творчу енергію учасників рішення творчої задачі.

В даний час вироблено декілька модифікацій методу «мозкової атаки».

**Пряма колективна «мозкова атака».** Мета цього методу полягає в зборі якомога більшої кількості ідей, звільнення від інерції мислення, подолання звичного ходу думки в рішенні творчої задачі.

Основний принцип і правило цього методу - абсолютна заборона критики запропонованих учасниками ідей, а також заохочення всіх можливих реплік, жартів. Успіх застосування методу багато в чому залежить від керівника дискусії (або, як його звичайно називають, керівника сесії). Керівник сесії повинен вміло направляти хід дискусії, вдало ставити стимулюючі питання, здійснювати підказки, використовувати жарти, репліки. Кількість учасників сесії звичайно складає від 4 до 15 чоловік. Найбільш оптимальною вважається група від 7 до 13 чоловік. Бажано, щоб учасники сесії були різного рівня освіти, різних спеціальностей, проте рекомендується дотримувати баланс між учасниками різного рівня активності, характеру і темпераменту. Тривалість «мозкової атаки» варіює від 15 хвилин до однієї години. Відбір ідей проводять фахівці-експерти, які здійснюють їх оцінку в два етапи. Спочатку із загальної кількості відбирають найоригінальніші раціональні, а потім відбирається найоптимальніша, з урахуванням специфіки творчої задачі і цілі її рішення.

**Масова «мозкова атака»**, запропонована Дж. Дональдом Філіпсом (США), дозволяє істотно збільшити ефективність генерації нових ідей у великій аудиторії (число учасників варіюється від 20 до 60 чоловік).

Особливість цієї модифікації методу полягає в тому, що присутніх ділять на малі групи чисельністю 5-6 чоловік. Керівник кожної групи є одночасно керівником всієї сесії. Після розділення аудиторії на малі групи останні проводять самостійну сесію прямої мозкової атаки.

Тривалість роботи малих груп може бути різною або визначеною, наприклад, 15 хвилин. Після генерації ідей в малих групах проводиться їх оцінка. Потім вибирають найоригінальнішу.

**Метод «зворотньої мозкової атаки»**. Цей метод був запропонований радянським дослідником Є.О. Олександровим [5] і є модифікований Г.Я. Бушем [19]. Цей метод іноді називають «мозковим штурмом» - діалогом з деструктивною віднесеною оцінкою.

Сутність діалогу полягає в активізації творчого потенціалу винахідників при колективній генерації ідей з подальшим формулюванням контрідей.

Передбачається поетапне виконання наступних процедур:

- 1 етап - формування малих груп, оптимальних за чисельністю і психологічною сумісністю;

- 2 етап - створення групи аналізу проблемної ситуації, формування початкової задачі винахідництва в загальному вигляді, повідомлення задачі разом з описом деструктивної віднесеної оцінки всім учасникам діалогу;

- 3 етап - генерація ідей за правилами прямої колективної «мозкової атаки» (особлива увага звертається на створення творчої, невимушеної обстановки);

- 4 етап - систематизація і класифікація ідей. Вивчаються ознаки, за якими можна об'єднати комплексні ідеї, і, згідно цим ознакам, ідеї класифікуються в групи. Складається перелік груп ідей, що виражають загальні принципи, підходи до рішення творчої задачі;

- 5 етап - деструктування ідей, тобто оцінка ідей на реалізованість в процесі «мозкової атаки». «Мозкова атака» на цьому етапі направлена тільки на всебічний розгляд можливих перешкод на шляху до реалізації висунутих ідей;

- 6 етап - оцінка критичних зауважень, виказаних під час попе-

реднього етапу, і складання остаточного списку ідей, що практично використовуються. В список вносяться тільки ті ідеї, які не були знехтувані внаслідок критичних зауважень, а також висунутих контрідей.

Найефективніші результати досягаються у випадках, коли всі учасники мозкової атаки раціонально розподіляються на наступні групи: 1) групу генерації ідей; 2) групу аналізу проблемної ситуації і оцінки ідей; 3) групу генерації контрідей.

Ми навели опис найтипівіших модифікацій методу «мозкової атаки». Зустрічаються і інші назви цього методу: метод «мозкового штурму», метод «віднесеної оцінки».

Метод колективного пошуку оригінальних ідей базується на наступних педагогічних закономірностях і відповідних їм принципах.

Перша закономірність і відповідний їй принцип співтворчості (співпраці) педагога і учнів. Педагог, спираючись на демократичний стиль спілкування, заохочуючи фантазію, несподівані асоціації, стимулює зародження оригінальних ідей і виступає як їх співавтор. І чим більш розвинуті здібності педагога до співпраці (до співтворчості), тим ефективніші, за інших умов, способи рішення творчих задач його учнями.

Друга закономірність і відповідний їй принцип довіри творчим силам і здібностям учнів. Всі учні виступають на рівних: жартюм, вдалою реплікою вчитель заохочує щонайменшу творчу ініціативу своїх учнів.

Третя закономірність і принцип - це використання оптимального поєднання інтуїтивного і логічного. В умовах генерації ідей оптимальним є ослаблення активності логічного мислення і усіляке заохочення інтуїції. Цьому неабиякою мірою сприяють і такі правила, як заборона критики, відстрочений логічний і критичний аналіз ідей, що генеруються.

У чому позитивна якість методу колективного пошуку оригінальних ідей? До безперечних достоїнств цього методу слід віднести те, що він зрівнює всіх членів групи, оскільки авторитарність педагогічного керівництва в процесі його застосування недопустима. Лінь, рутина мислення, раціоналізм, відсутність емоційного «вогника» в умовах застосування цього методу як би автоматично знімають-

ся. Доброзичливий педагогічний мікроклімат створює умови для розкнутості, активізує інтуїцію і уяву.

Таблиця 2.1

Евристичні правила застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей (по В.І. Андреєву)

Для педагога	Для учнів (студентів)
1	2
1. Учні класу діляться на малі навчальні групи по 5-7 чоловік: а) групу генерації ідей; б) групу критичного аналізу запропонованих ідей; в) групу захисту критикованих ідей; г) групу остаточної оцінки запропонованих ідей. Не виключена можливість, що всі учні класу поетапно виконують всі вищезгадані функції рішення творчої задачі послідовно.	1. Обговорення проблеми починайте з дальніх підходів, бажано неодноразово її переформулювати
2. Педагог повинен прагнути доброзичливого, демократичного стилю спілкування, а для цього має надавати всім учням рівні права виказувати будь-які ідеї, міркувати вголос, кинути відповідну репліку, жарт	2. Ідеї, що висуюються, доцільно фіксувати, наприклад, записувати в зошиті, на дошці або за допомогою диктофону
3. Педагог повинен постійно заохочувати і направляти хід дискусії, залучаючи до рішення творчої задачі всіх учасників дискусії.	3. На етапі генерації ідей будь-яка критика заборонена
4. На перших етапах (на етапі генерації ідей) ніхто з учнів не має права критикувати пропозиції, висунуті ідеї, виказувати іронічні зауваження, тобто педагог добивається абсолютної заборони критики.	4. Будьте доброзичливи один до одного, не забувайте, що відчуття гумору і позитивні емоції добре стимулюють фантазію і уяву.

Продовження таблиці 2.1

1	2
5. В процесі генерації ідей педагог постійно заохочує і направляє хід дискусії, спонукає до пошуку учнями аналогій, об'єднанню або, навпаки, роз'єднанню елементів, інтенсифікації або, навпаки, уповільненню аналізованих процесів, пошуку все нових функцій об'єкту і т.д.	5. В процесі генерації ідей використовуйте аналогії, спробуйте об'єднати або, навпаки, роз'єднати елементи, інтенсифікувати або уповільнити аналізований процес і т.д.
6. На етапі критики ідей будь-яка форма їх захисту заборонена. Автор виказаної ідеї повинен і сам виказати думку про її недоліки.	
7. На заключних етапах дискусії критика знов є забороненою, висловлюються лише пропозиції на користь конкретизації, розвитку найоригінальнішої ідеї, пропозиції щодо її практичної здійсненності.	
8. Загальний підсумок висунутих ідей, узагальнюючих критичних зауважень підводить педагог.	

Недоліки і обмеження методу полягають в тому, що його застосування дозволяє висунути, знайти творчу ідею в найзагальнішому вигляді.

Метод не гарантує ретельну розробку ідеї. Він також незастосовний або має обмеження в застосуванні, коли творча задача вимагає великих попередніх розрахунків, обчислень.

Застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей вимагає порівняно високої педагогічної майстерності, здібностей до імпровізації, відчуття гумору в процесі його застосування іноді створюється ілюзія деякого найвірогіднішого засобу, прийому, підходу до рішення творчої задачі. Логіка мислення групи спрямовується частіше за все саме в цьому напрямку, але цей найочевидніший підхід для тих, хто розв'язує задачу є іноді і помилковим.

В таблиці 2.1 наведено основні правила застосування методу колективного пошуку оригінальних ідей (у тому числі і технічних), які запропонував В.І. Андреев для роботи з школярами [14].

## Метод контрольних евристичних питань

Ще стародавній мислитель Сократ застосовував цей метод при навчанні своїх учнів. На поставлені питання він відповідав контрпитаннями, але задавав їх таким чином, що учень, відповідаючи на більш легкі контрпитання вчителю, самостійно знаходив рішення своєї задачі.

Метод контрольних питань полягає в пошуку рішення задачі за допомогою спеціально підготовленого переліку (списку) навідних питань. Розрахунок робиться на те, що при відповіді на поставлені питання наступає те «осяяння», яке приводить до потрібної ідеї рішення задачі. Метод може застосовуватися або у формі монологу інженера, що звертається до самого себе, або діалогу, наприклад у вигляді питань, що задаються керівником «мозкового штурму» членом групи «генераторів ідей» (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Схема методу контрольних питань:

1 – удосконалюваний об'єкт; 2 – список контрольних питань

Залежно від специфіки об'єкту, що розглядається, або цілей аналізу питання можуть бути найрізноманітнішими – від дуже простих до вельми складних. Велика кількість питань в списку не означає, що відповіді на кожний з них мають привести до нової ідеї. Якщо в результаті пошуку рішення за допомогою цього методу буде отримана хоча б одна цікава ідея, можна вважати, що запитальник свою задачу виконав. Деякі списки містять не питання, а короткі рекомендації, в інших є і те і інше.

Існує велика різноманітність списків контрольних питань.

Проте частіше за інші застосовуються універсальні запитальники, складені А. Осборном і Т. Ейлоартом [94].

Список контрольних питань по А. Осборну містить 9 груп питань, серед яких такі:

- яке нове застосування технічному об'єкту ви можете запропонувати?
- чи можливе рішення задачі винахідництва шляхом пристосування, спрощення, скорочення?
- які модифікації технічного об'єкту можливі? що можна збільшити в технічному об'єкті? і ін.

Список контрольних питань, складений Т. Ейлоартом, є програмою роботи талановитого винахідника, визначуваною питаннями, що вимагають розвинутої уяви і глибоких різносторонніх знань. Наприклад: перерахувати всі якості і визначення передбачуваного винаходу, змінити їх; сформулювати задачі ясно, спробувати нові формулювання, визначити другорядні задачі і аналогічні задачі, виділити головні, перерахувати недоліки існуючих рішень, їх основні принципи, нові пропозиції; накидати фантастичні, біологічні, економічні, молекулярні і інші аналогії; побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну і інші моделі (вони точніше виражають ідею, ніж аналогії) і т. ін.

Списки контрольних питань розробляються шляхом аналізу і узагальнення досвіду робіт технологів підприємств. Список - це спосіб передачі досвіду, він дозволяє не упустити яких-небудь важливих моментів, звернути увагу на що-небудь, направляє і розширює можливості пошуку рішення.

Цей метод відомий також як метод «ключових питань».

Метод евристичних питань доцільно застосовувати для збору додаткової інформації в умовах проблемної ситуації або впорядкування інформації, що вже є, в самому процесі рішення творчої задачі. Крім того, евристичні питання служать додатковим стимулом, формують нові стратегії і тактики рішення творчої задачі. Не випадково в практиці викладання (вчителі технології, математики, фізики) їх також називають навідними питаннями, оскільки вдало поставлене педагогом питання наводить учня на ідею рішення, правильної відповіді.

Евристичним питанням надавав багато уваги американський математик і педагог Д. Пойя, дослідження якого з'явилися основою правил і систематики евристичних питань [61].

Слід відмітити, що евристичні питання широко використовував в своїй науковій і практичній діяльності ще давньоримський філософ Квінтіліан. Він рекомендував своїм учням для збору достатньо повної інформації про яку-небудь подію поставити перед собою і відповісти на наступні сім ключових, або евристичних, питань: хто? що? навіщо? де? чим? як? коли?

Метод евристичних питань базується на наступних закономірностях і відповідних їм принципах:

- 1) проблемності і оптимальності (шляхом майстерно поставлених питань проблемна задача знижується до оптимального рівня);
- 2) дроблення інформації (евристичні питання дозволяють здійснити розбиття задачі на підзадачі);
- 3) цілепокладання (кожне нове евристичне питання формує нову стратегію - ціль діяльності).

**Евристичні питання, що стимулюють рішення творчих задач (складені В.І. Андреевим на основі рекомендацій Д. Пойя).**

1. Потрібно ясно зрозуміти запропоновану задачу, а для цього - поставити перед собою питання: Що невідомо? Що дано? В чому полягає умова? Чи можливо задовольнити умові? Чи достатньо умов для визначення невідомого? Або недостатньо? Або надмірно? Або суперечливо? Зробіть креслення. Введіть відповідне позначення. Розділіть умову на частини. Постарайтеся записати їх.

2. Пошук ідей рішення і складання плану рішення. Як знайти зв'язок між даними і невідомими? Чи не відома вам яка-небудь родинна задача? Чи не можна нею скористатися? Чи не можна використати метод її рішення? Чи не слід ввести який-небудь допоміжний елемент, щоб скористатися колишньою задачею? Чи не можна сформулювати задачу інакше, простіше? Чи не можна придумати більш доступну задачу? Більш загальну? Більш часткову? Аналогічну задачу? Чи не можна вирішити частину задачі, задовольнити частину умов? Чи не можна витягнути що-небудь корисне з даних? Чи всі дані і умови вами використані? Чи взяті до уваги всі поняття, що містяться в задачі?



3. Здійснення плану. Здійснюючи план рішення, контролюйте кожний свій крок: чи ясно вам, що зроблений вами крок правильний? Чи зумієте довести, що він правильний?

4. Контроль і самоконтроль отриманого рішення. Чи не можна перевірити результат? Чи не можна перевірити хід рішення? Чи не можна отримати той же результат інакше? Чи не можна перевірити правдоподібність, розмірність отриманого результату? Чи не можна в якій-небудь іншій задачі використати отриманий результат? Чи не можна вирішити задачу, зворотну цій?

Достоїнства методу евристичних питань полягають в його простоті і ефективності для вирішення будь-яких задач. Евристичні питання особливо розвивають інтуїцію мислення, загальну логічну схему рішення творчих задач.

Недоліки і обмеження цього методу в тому, що він не дає особливо оригінальних ідей і рішень, і, як інші евристичні методи, не гарантує абсолютного успіху в рішенні творчих задач.

Не слід перетворювати метод евристичних питань в «евристичну мишоловку» для учнів, на що звертали увагу радянські педагоги ще в 20 - 30-і роки. Так, А.П. Пінкевич, критикуючи зловживання педагогів в дробленні питань і постановці нескінченного числа дрібних питань в процесі використання евристичного методу, писав: «Якнайбільше в цьому грішать методисти, що застосовують так званий евристичний метод, метод питань і відповідей, де на кожному кроці перед думкою дитини розставляється «мишоловочна індукція» [58].

В таблиці 2.2 наведено основні правила застосування методу евристичних питань з учнями. Ці правила розробив В.І. Андрєєв.

### **Метод інверсії**

Метод інверсії є одним з евристичних методів учбово-творчої діяльності, орієнтований на пошук, ідей рішення творчої задачі в нових, несподіваних напрямках, частіше за все протилежних традиційним поглядам і переконанням, які диктуються формальною логікою і здоровим глуздом.

Винахідники давно звернули увагу на те, що часто в ситуаціях, коли стереотипні прийоми, процедури мислення виявляються безплідними і заходять в тупик, природно припустити, що оптимальною є принципово протилежна альтернатива рішення.

Таблиця 2.2

## Правила методу евристичних питань

Для педагога	Для учнів (студентів)
1. Евристичне питання повинне стимулювати думку, а не підказувати ідею рішення задачі.	1. Запам'ятовуйте найхарактерніші евристичні питання і, по можливості, систематизуйте їх.
2. В питаннях повинна бути мінімальна інформація	2. Ставте перед собою такі питання, які б: а) спростили задачу; б) дозволили осмислити задачу з нової несподіваної точки зору; в) стимулювали використання отриманих знань, досвіду рішення інших задач; г) дозволили розбити задачу на підзадачі; д) спонукали вас до самоконтролю.
3. При постановці серії питань: а) поступово знижуйте рівень проблемної задачі; б) добивайтеся їх логічного взаємозв'язку; в) цікаво їх формулюйте; г) стимулюйте як логічні, так і інтуїтивні процедури мислення; д) старайтеся, щоб нове питання давало б новий несподіваний погляд на задачу; е) розбивайте задачу на підзадачі, етапи.	

Наприклад, ведеться пошук міцності виробу, з цією метою прагнуть збільшити його вагу, конструкцію роблять суцільнометалевою, тоді як кращих результатів вдалося б досягти шляхом рішення задачі в протилежному напрямі, наприклад, зробивши її полою, щоб зменшити вагу конструкції. Інший приклад. Об'єкт досліджується з його зовнішньої сторони. Це традиційний підхід, який вичерпав себе і не дає нових оригінальних рішень. В цих ситуаціях доцільно розглянути цей же об'єкт з внутрішньої сторони.

Помітимо, що цей метод іноді, наприклад в психологічній літературі, небезпідставно називають також методом перетворення. Так, А.Ф. Есаулов [97] у зв'язку з аналізом цього методу наводить класичний приклад рішення задачі методом перетворення, або, за термінологією, якої дотримується більшість винахідників, методом інверсії, який застосував в своєму геніальному винаході К.Е. Цюлковській. В своїй повісті «Поza землею» він писав, що «придумав гармату, але гармату літаючу, з тонкими стінами і пускаючу замість ядер газу...» [93].

Метод інверсії базується на закономірності і, відповідно, принципі дуалізму, діалектичної єдності і оптимального використання протиставлених (прямих і зворотних) процедур творчого мислення (аналізу і синтезу, дивергентного і конвергентного мислення). Він також базується на розповсюдженні діалектичного підходу до аналізу об'єктів дослідження (вивчення зовнішнього і внутрішнього, інтенсифікації і уповільнення, об'єднання і роз'єднання елементів системи і т.д.).

Безперечними перевагами методу інверсії є те, що він дозволяє розвивати діалектику мислення учнів, відшукати вихід з, здавалося б, безвихідної ситуації, знайти оригінальні, часом вельми несподівані рішення творчих задач різного рівня трудности і проблемності. Його недоліками і обмеженнями є те, що він вимагає від учнів достатньо високого рівня творчих здібностей, базисних знань, умінь і досвіду учбово-творчої діяльності.

Наголошуються також педагогічні труднощі в підборі і конструюванні творчих задач, які б вимагали застосування методу інверсії.

В таблиці 2.3 наведено основні правила застосування методу інверсії при роботі з учнями.

### **Метод емпатії (метод особистої аналогії)**

Метод аналогій завжди був важливим евристичним методом рішення творчих задач. Процес застосування аналогії є як би проміжною ланкою між інтуїтивними і дедуктивними процедурами мислення. В рішенні творчих задач використовуються різні аналогії: конкретні (матеріальні) і абстрактні: ведуться пошуки аналогії живої природи з неживою, наприклад в області техніки. В цих останніх аналогіях можуть бути у свою чергу, встановлені аналогії за формою і структурою, за функціями, процесом і т.д.

В ситуаціях уявної побудови аналога іноді добрі евристичні результати дає такий прийом, як гіперболізування, наприклад, значне збільшення або, навпаки, зменшення масштабів технічного об'єкту або його окремих вузлів.

Частіше всього емпатія означає ототожнення особи людини з іншою особою, коли намагаються поставити себе в положення іншого. Не випадкове емпатія, або особиста аналогія, в рішенні творчої

задачі розуміється як ототожнення людини з технічним об'єктом, процесом, деякою системою.

Таблиця 2.3

Евристичні правила застосування методу інверсії  
(по В.І. Андрєєву)

Для педагога	Для учнів (студентів)
1. Спонукайте учнів до неодноразового переформулювання задачі з метою її глибокого осмислення	1. Почніть вирішувати задачу з її переформулювання. Чи не можна сформулювати задачу, зворотну даній.
2. Частіше, разом з прямою задачею ставте перед учнями зворотні задачі.	2. Пам'ятайте, що інверсія - це пошук ідей в напрямках, протилежних традиційним поглядам, переконанням, здоровому глузду і формальній логіці.
3. Добивайтеся у учнів діалектики аналізу і міркувань.	3. Всякій ідеї шукайте контр-ідею
4. Спонукайте в процесі рішення творчих задач учнів використовувати протилежні процедури, засоби:	4. Прагніть в процесі рішення творчих задач використовувати протилежні процедури, засоби:
аналіз і синтез, логічне і інтуїтивне, статичні і динамічні характеристики об'єкту дослідження, зовнішні і внутрішні сторони об'єкту, збільшення або, навпаки, зменшення розмірів, конкретне і абстрактне, реальне і фантастичне, роз'єднання і об'єднання, конвергенцію (звуження поля пошуку) і дивергенцію (розширення поля пошуку), якщо не вдається вирішити задачу з початку до кінця, то спробуйте вирішити задачу від кінця до початку і т.д.	

Коли застосовується метод емпатії, то об'єкту приписуються відчуття, емоції самої людини: людина ідентифікує цілі, функції, можливості, плюси і мінуси, наприклад машини, механізму, з своїми власними. Таким чином, в основі методу емпатії (особистої аналогії) лежить принцип заміщення досліджуваного об'єкту, процесу іншим. З урахуванням цих зауважень, метод емпатії - це один з евристичних методів рішення творчих задач, в основі якого лежить процес ототожнення себе з об'єктом і предметом творчої дія-

льності, осмислення функцій досліджуваного предмету на основі того, що «вживається» в образ досліджуваного об'єкту, якому приписуються особисті відчуття, емоції, здібності бачити, чути, міркувати. Метод емпатії застосовний до різних видів творчої діяльності (в раціоналізаторській, винахідництві, в процесі художньої творчості). При застосуванні методу емпатії учень як би зливається з об'єктом дослідження, а це вимагає величезної фантазії, уяви; виникаючі фантастичні образи і уявлення приводять до зняття бар'єрів «здорового глузду» і відшукування оригінальних ідей.

В таблиці 2.4 наведено основні правила застосування методу емпатії, які рекомендував В.І. Андреев при роботі з школярами.

Таблиця 2.4

Евристичні правила застосування методу емпатії

Для педагога	Для тих, що вчаться (студентів)
1. Пам'ятайте, що в основі методу емпатії лежить принцип особистої аналогії, тобто приписування об'єкту дослідження особистих людських властивостей і якостей.	
2. Розкажіть учням, що значить «увійти до образу», «вжитися в образ»	2. Приступаючи до рішення творчої задачі, уявіть себе на місці досліджуваного об'єкту або процесу (етап входження в «образ»).
3. Поясніть учням, як подумки привласнити об'єкту дослідження здатності відчувати, слухати, бачити, міркувати, тобто мати людські властивості і якості	3. Спробуйте додати досліджуваному об'єкту, процесу (або його окремим частинам) здатності відчувати, слухати, бачити, міркувати, тобто мати людські властивості і якості
4. Проілюструйте учням на конкретних прикладах, як ви особисто самі застосовуєте метод емпатії (наприклад, щоб сконструювати новий варіант шестерінки потрібно себе уявити шестерінкою).	4. Після входження в «образ» міркуйте як би від імені об'єкту» або якогось компоненту задачі, поки не виникне продуктивна ідея її рішення.

Достоїнствами методу емпатії є величезні, справді невичерпні можливості для розвитку фантазії, уяви і отримання оригінальних рішень творчих задач. До недоліків і обмежень цього методу слід віднести те, що на перших заняттях з його застосування учні багато відволікаються і навіть розважаються. Цей метод не сприймається всерйоз. До того ж він вимагає багато часу. Але найголовніше цей метод дозволяє отримати, частіше за все, лише ідею рішення задачі.

### **Метод синектики**

Автором методу синектики вважається Дж. Гордон. Сам термін «синектика» означає «об'єднання окремих елементів». Творчий процес навіть окремої людини з погляду Дж. Гордона аналогічний творчому процесу колективу людей, що мають в сукупності різносторонню підготовку.

В першу групу синектиків, яка була організована в США Дж. Гордоном в 1952 році, входили люди різної кваліфікації і освіти: архітектор, інженер, біолог, психолог, дизайнер. Несподівано для всіх ця група зробила багато винаходів.

В нашій країні метод синектики отримав подальший розвиток і теоретичне обґрунтування в роботах Г.Я. Буша. Суть методу синектики полягає в наступному.

На перших етапах його застосування йде процес навчання «механізмам творчості». Частину цих механізмів автори методики пропонують розвивати навчанням, розвиток інших не гарантується. Перші називають «операційними механізмами» - до них зараховують пряму, особисту символічну аналогію. Такі явища, як інтуїція, натхнення, абстрагування, вільний роздум, використання можливостей, що не відносяться до справи, застосування несподіваних метафор і елементів гри вважають «неопераційними механізмами», розвиток яких не гарантується навчанням, хоча може зробити на їх активізацію позитивний вплив.

В умовах застосування методу синектики слід уникати передчасного чіткого формулювання проблеми (творчої задачі), оскільки це сковує подальший пошук її рішення. Обговорення доцільно починати не з самої задачі (проблеми), а з аналізу деяких загальних ознак, які як би вводять в ситуацію постановки проблеми, неодноразово уточнюючи її значення.

Не слід зупинятися при висуненні ідеї, якщо навіть здається, що вже знайдена оригінальна ідея і що задача вже вирішена. Якщо творча задача не розв'язується, то доцільно знов повернутися до аналізу ситуації, що породжує проблему, або розділити її на підпроблеми.

В процесі застосування методу синектики велику увагу надається використанню методу аналогій. Аналогія використовується в самих різних видах: як особиста (емпатія), пряма, фантастична і символічна. «Символічна аналогія, у свою чергу, прийняла форму конкретного прийому пошуку назви книги, що характеризує в парадоксальній формі певне поняття» [19, с.59]. Наведемо приклад використання символічної аналогії, узятої з цієї ж книги Г.Я. Буша:

Ключове слово	Символічна аналогія
Храповий механізм	Надійна безперервність
Ядро атома	Енергетична безперервність
Мішень	Фокальне прагнення
Розчин	Скаламучене безладдя

Як показали дослідження, висунення ідей і подальша їх селекція багато в чому залежать від педагога, його майстерності, такту винахідливості, його умінь стимулювати творчу уяву учнів. Він повинен оволодіти мистецтвом задавати питання, давати підказки, уточнення, роз'яснення, вставляти репліки, які б спонукали, розгальмовували фантазію, уяву учнів, то звужуючи, то розширюючи поля пошуку рішення творчої задачі.

Критичний відбір і оцінку ідей рішення творчої задачі краще здійснювати у декілька етапів. На першому етапі виконується короткий аналіз кожної висунутої ідеї, на другому - ці ідеї доцільно згрупувати, критично проаналізувати і відібрати найоригінальніші ідеї.

Застосування методу синектики вимагає високої педагогічної майстерності. Педагогу необхідно дотримуватися деяких правил, наприклад, таких, які наведено в табл. 2.5.

До достоїнств методу синектики відносяться практично всі, які властиві евристичним методам, на базі яких він розроблений.

Таблиця 2.5

## Евристичні правила застосування методу синектики

Для педагога	Для учнів (студентів)
1. Пам'ятайте, що метод синектики - це складний евристичний метод, який базується на методі мозкового штурму, застосуванні різного виду аналогій (словесній, образній, особистій, тобто емпатії), інверсії, вільних асоціацій і ін. Тому методу синектики властиві всі правила вказаних методів.	
2. Необхідно урахувати, що серед учбових груп, які застосовують цей метод, кращих результатів добиваються групи від 5 до 15 чоловік, члени яких мають різні рівні здібностей, професійних інтересів і підготовки.	2. Максимально використовуйте ваш особистий досвід, професійні знання і уміння
3. Спонукайте учнів до багатократного переформулювання проблеми	3. Передчасне, поспішне, чітке формулювання задачі-проблеми сковує пошук ідей рішення або дає тривіальні рішення.
4. Не давайте учням заспокоїтися при появі першої вдалої ідеї, шукайте кращу, більш оригінальну	4. В процесі висунення ідей використовуйте різні види аналогій (конкретну і образну, семантичну, особисту, тобто емпатію), частіше застосовуйте метафори, інверсію, елементи ігор, міркуйте вголос.
5. Спонукуючи до генерації ідей учнів частіше використовуйте такі питання: «Ну і що?», «Як ви собі це уявляєте?», «А що тут нового?», «А що, якщо зробити навпаки?», «А якщо посилити (послабити) цей ефект?»	5. Аналізуйте досліджуваний об'єкт з найнесподіваніших точок зору: наукових і життєвих, зовнішніх і внутрішніх.



До недоліків можна віднести те, що метод синектики не дозволяє вирішувати дуже спеціальні творчі задачі, а дає можливість відшукати переважно найоригінальніші ідеї рішення. Після застосування методу більше 30 - 40 хвилин продуктивність генерації нових ідей поступово падає.

### **Асоціативні методи**

Для активізації пошуку нових ідей застосовуються так звані асоціативні методи (каталогу, фокальних об'єктів, гірлянд випадковостей і асоціацій).

Процес пошуку нових ідей за допомогою асоціативних методів здійснюється шляхом пошуку аналогів удосконалюваного об'єкта, перенесення знань з однієї області в іншу, інтерпретації нового за допомогою відомих понять і т. ін. У зв'язку з цим в творчому процесі достатньо ефективно використовуються такі джерела генерації нових ідей, як асоціація, метафора і аналогія.

*Асоціація* — це зв'язок між окремими уявленнями, при якій одне уявлення викликає інше. Метафора означає перенесення властивостей одного предмету (явища) на інший об'єкт на підставі загальної для обох ознаки. Аналогія відображає схожість предметів, явищ, процесів в яких-небудь властивостях.

Малюнок моделі одягу, взуття, головного убору — це готовий результат художника-модельєра, тоді як на стадії задуму моделі він утілює свої ідеї в словесну форму, яка викликає певні асоціації. Останні розділяють за схожістю, контрастом, суміжністю і значенням.

М.А. Скирута і О.Ю. Комісаров виділяють асоціації за схожістю, контрастом і кольором [77].

*Асоціація за схожістю* — це матеріал для евристичної аналогії. Наприклад, на рис. 2.2 показане жіноче взуття і сумки, в яких схожість з геометричними фігурами повторюється у вирізах, крокуле, декоративних елементах, деталях і замках.

Прообразом домашньої туфлі (рис. 2.3, а) послужив птах, що настовбурчився, вихідної туфлі (рис. 2.3, г) – головне оперення птаха, напівчеревика (рис. 2.3, б) – лежачий собака, вихідних туфель (рис. 2.3, е, ж) – відповідно, риба і метелик

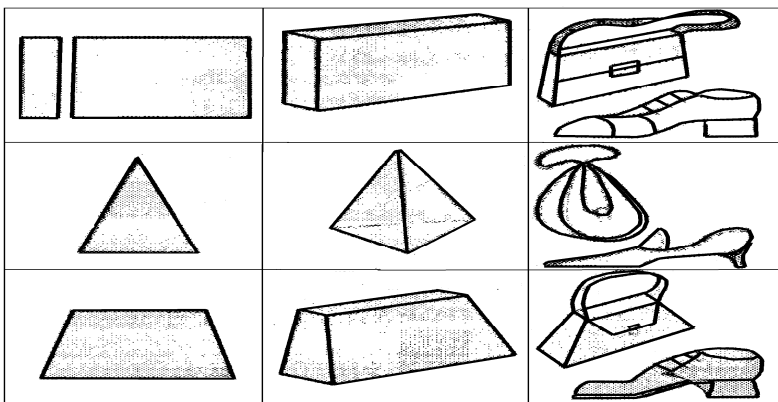


Рис 2.2. Подібність жіночого взуття і сумки з геометричними фігурами

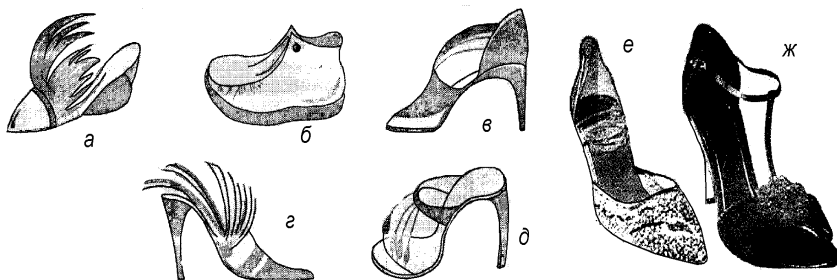


Рис. 2.3. Аналогія в модельних рішеннях взуття

**Асоціації за контрастом** — це матеріал для евристичної інверсії. Наприклад: класичний — сучасний; оригінальний — ортодоксальний; модний — старомодний; витончений — грубий; яскраво індивідуальний — рядовий; спокійний — діяльний; скромний — розкішний; юний — дорослий; недбалий — офіційний; мужній — жіночний; вишуканий — вульгарний; простий — яскравий; сухий — чарівний; інтернаціональний — в національному стилі; простий і із смаком — рясно прикрашений; мішкуватий — підтягнутий; повний — сухорлявий і т. ін.

В **асоціації за кольором** широко використовується психологічна дія кольору на людину [34].

Червоний колір психофізіологічно найбільш активно впливає на людину, стимулює його психічну діяльність, активізує реакції, тому використовується для короткочасної активізації діяльності; тривала дія при великих кутових розмірах поля зору викликає сенсорне стомлення і спад активності; погано видно при слабкій освітленості.

Оранжевий колір стимулює нервово-м'язову діяльність, сприяє психологічному контакту з навколишнім середовищем, при великій насиченості викликає відчуття загрози, тому застосовується як сигнал попередження.

Жовтий колір асоціюється з сонячним світлом, збуджує, сприяє враженню затишку і чистоти приміщення стимулює увагу, забезпечує психологічний контакт з навколишнім середовищем. Проте дуже інтенсивний жовтий колір стомлює очі; в з'єднанні з чорним кольором використовується в сигнальному забарвленні для забезпечення безпеки руху.

Зелений — колір трави, дерев; сприятливо діє на зір, знижує нервову утомленість, сприяє бадьорому настрою, стимулює діяльність.

Голубий колір асоціюється з небом і водою, знижує збудження, заспокоює.

Синій колір психологічно викликає відчуття спокою, створює сприятливу обстановку для розумової діяльності, знижує відчуття розумового стомлення.

Фіолетовий і жовто-зелений кольори знижують напругу; рекомендуються для приміщень, де за характером діяльності потрібне тонке сприйняття і спостережливість.

Білий колір асоціюється з чистотою, стимулює підтримку порядку.

Темні кольори, у тому числі чорний викликають песимістичний настрій, відчуття пригніблення, тягара, знижують ефективність освітлення; чорний колір вельми підходить для створення контрастів; предмети, забарвлені в чорний колір, здаються більш важкими.

Застосування асоціацій, метафор і аналогій дозволяє знаходити підказки рішення різних інженерних задач. Ці властивості асоціацій, метафор і аналогій і послужили основою для створення асоціативних методів активізації творчого мислення.

Як приклад розглянемо *метод фокальних об'єктів* і покажемо можливість застосування його до пошуку нових рішень в легкій промисловості. Назва методу визначається тим, що предмет (об'єкт), який удосконалюється, як би береться у фокус нашої уваги. Ідея методу полягає в тому, що якщо на удосконалюваний об'єкт перенести ознаки інших, випадково вибраних об'єктів, то різко зростає число несподіваних варіантів рішення. Метод дає добрі результати при пошуку нових модифікацій відомих предметів, пристроїв, способів, а також при пошуку нових модельних рішень в одязі, взутті і інших виробках. Крім того, він може бути використаний для пошуку нових інженерних рішень, що дозволяють розширити функціональні можливості взуття і одягу, і для тренування творчої уяви (вправи типу: яким буде одяг або взуття в середині ХХІ ст. ? чим він принципово відрізнятиметься від сучасного одягу або взуття? як розвиватиметься технологія виготовлення одягу або взуття?).

Сутність методу полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на удосконалюваний предмет, що приводить до різкого збільшення числа оригінальних варіантів рішення задачі.

Алгоритм методу фокальних об'єктів визначає наступний порядок дій:

1. Вибір фокального об'єкту (наприклад, жіночий головний убір).
2. Вибір трьох-чотирьох випадкових об'єктів (їх беруть навмання із словника, каталогу, журналу і ін. Наприклад, літак, сцена, пляж і квітка).
3. Складання для кожного випадкового об'єкту ознак, що характеризують їх (наприклад, літак: реактивний, спортивний, птахокрилий, космічний і т. ін.; сцена: велика, провінційна, театральна, «раковина», літня і т. ін.).
4. Генерація ідей шляхом приєднання до фокального об'єкту ознак випадкових об'єктів (наприклад, літній головний убір, театральний, спортивний, птахокрилий, космічний, головний убір у формі «раківини» і т. ін.).

Розробка нових інженерних рішень, що дозволяють розширити функціональні можливості взуття або одягу, пов'язана з пошуком технічних аналогів, перенесенням знань з інших областей науки і техніки, що викликають нові асоціації. Ці асоціації можуть служити підказкою для знаходження ідеї винахідництва. Наприклад, між

двома абсолютно різними, незв'язаними поняттями (словами) можна здійснити логічний зв'язок, встановити асоціативний перехід в чотири-п'ять етапів. Візьмемо два різні поняття — «світло» і «взуття». Здійснимо асоціативний перехід:

*світло — промінь, промінь — ліхтарик, ліхтарик — батарея  
батарея — тепло, тепло — нога, нога — взуття.*

Аналіз такого асоціативного переходу може привести, наприклад, до ідеї розробки взуття з підшвою, що обігривається джерелом тепла.

Таке рішення взуття вже є. Внутрішня поверхня «підшви» має відкриті пази, в які вкладаються і з яких можна витягувати джерела тепла. Взуття містить вкладну устілку з вентиляційними отворами. Устілка має язичок для полегшення її витягування з взуття.

Інший приклад рішення задачі пов'язаний, наприклад, з розробкою нових і оригінальних видів обробки. Якщо як ключове поняття вибрати слово «кишення», то його можна наділяти цілим рядом випадкових ознак: передній, бічний, зовнішній, внутрішній, накладний, удаваний, із застібною-блискавкою, для зберігання документів, дзеркала, годинника, білий, прозорий, круглий і т.д. Розвиваючи отримані поєднання цього ключового поняття з ознаками, можна запропонувати ряд нових ідей рішення поставленої задачі. Одне з рішень (поєднання кишення — уявний), згідно якого пропонується накладна деталь для одягу або взуття, виконана у вигляді кишені і що служить для обробки. Деталь кріпиться за допомогою застібки, що самозчіплюється, може мати різну форму і виготовлятися з будь-якого матеріалу (пат. № 4485496, США).

Одним з найважливіших елементів інженерного мислення є творча уява. Уява часто приводить до фантазії, яка пов'язана з бажанням добитися того, чого хочеться. Використання фантазії для стимулювання нових ідей полягає в роздумі над деякими фантастичними рішеннями.

Часто корисно розглянути ідеальні рішення, навіть з деякою часткою фантазії, щоб спробувати знайти потрібне. В табл. 2.6 як приклад наведено дані, що показують реальну матеріалізацію науково-технічних ідей, висунутих відомими фантастами в науково-фантастичній літературі.

Важливе значення має творча фантазія для пошуку нових модельних і інженерних рішень в одязі і взутті. Цілий ряд прогресивних технічних ідей виказаний в науково-фантастичній літературі.

Таблиця 2.6

Потенційні можливості технічного втілення науково-фантастичних ідей

Прізвища фантаста	Загальна кількість	Збулися або збудуться		Принципово нездійсненні		Помилкові	
		Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
Ж. Верн	108	64	59	34	32	10	9
Г. Уеллс	86	57	66	20	24	9	10
А. Беляєв	50	21	42	26	52	3	6

Важливе значення має творча фантазія для пошуку нових модельних і інженерних рішень в одязі і взутті. Цілий ряд прогресивних технічних ідей виказаний в науково-фантастичній літературі.

В романі Герберта Уеллса «Коли сплячий прокинеться» головний герой Грехем, проспавши 200 років, опинився в ХХІ столітті. Замовляючи у кравця одяг, він став свідком небаченого за тодішніми уявленнями технічної досконалості в справі розкрою. Виглядало це таким чином.

Грехема попросили стати перед машиною, яку викотив на роликах хлопчик в уніформі. До його тіла — плечей, ліктів, шиї, стегон — приставили один за іншим десятки дисків. Кравець смикнув за ручки, і готово — обміри зроблені. Далі хлопчик подав кравцю згорток світло-синього атласу (який консерватизм!), удвох вони заклали тканину в машину, підключили її до звисаючих із стелі дротів, і вона почала кроїти.

Як виглядав костюм, автор залишив домислювати читачам, вражаючи їх перш за все машинними чудесами. В теперішньому столітті, до речі, ще до настання ХХІ ст. всю цю фантастику матеріалізували не приведені Уеллсом чудеса науково-технічної революції.

Таким чином, фантазія є сильним каталізатором до пошуку нових нешаблонних ідей рішення задач.

### **2.1.2. Рациональні методи рішення творчих технічних задач**

#### **Морфологічний аналіз систем**

Метод морфологічного аналізу (МА) є одним з прикладів реалізації системності в рішенні творчих технічних задач. Метод ефективний при рішенні конструкторських і технологічних задач загального характеру: проектування нових машин і технологічного устаткування; пошук нових варіантів технологічних процесів; пошук нових застосувань існуючого об'єкту (виробу); прогнозування розвитку технічних систем і технологій і ін.

Основний принцип методу МА полягає в систематизованому аналізі всіх можливих варіантів, витікаючих із закономірностей будови (тобто морфології) удосконалюваної системи. В технічному об'єкті (технічній системі, технологічному процесі), що розглядається, виділяється декілька характерних для нього структурних або функціональних морфологічних ознак (*P*). Кожна така ознака може характеризувати якийсь конструктивний режим роботи, тобто параметри або характеристики об'єкту, від яких залежить досягнення основної мети об'єктом, яка визначається його призначенням. Наприклад, розглядаючи прес для волого-теплової обробки швейних або трикотажних виробів, можна як морфологічні ознаки виділити наступні: *P1* – верхня подушка; *P2* – нижня подушка; *P3* – привод пресу; *P4* – система управління роботою пресу.

За кожною виділеною морфологічною ознакою визначають різні конкретні варіанти реалізації технічного вираження. Так, у пресі для волого-теплової обробки верхня подушка може бути з електричним, паровим або комбінованим обігрівом, мати різну форму і т. ін. Нижня подушка може бути з обігрівом або без нього. Вона може мати камеру для відсмоктування пару і охолодження виробу, мати різні види пружних накладок, бути рухливою або нерухомою, мати різну форму і т. ін. Привод може бути пневматичний, гідравлічний, електричний, комбінований і т. ін. Система управління може забезпечувати регулювання технологічних параметрів устаткування (температуру верхньої і нижньої подушок пресу, тиск пару, величину механічного тиску в процесі формування виробів, ступінь зволожен-

ня, інтенсивність відсмоктування і ін.), управління стадіями процесу волого-теплової обробки за наперед заданою програмою або за інформацією про стан оброблюваного виробу, місцеве або дистанційне, реалізоване оператором, засобами локальної автоматики або мікропроцесорної техніки, комбіноване управління і т. ін.

Ілюстрація цього підготовчого етапу методу МА представлена на рис. 2.4. Ознаки —  $P_j$  з варіантами з конкретних реалізацій  $P_{ji}$ , ( $j = 1, n; i = 1, m_j; n$  — кількість ознак, що виділяються,  $m_j$  — кількість конкретних реалізацій ознаки  $P_j$ ) зручно розглядати у вигляді так званої морфологічної таблиці-матриці, яка дозволяє краще представити пошукове поле. Перебираючи можливі поєднання альтернативних варіантів виділених ознак, можна виявити нові варіанти рішення задачі, які при звичайному переборі могли б бути упущені.

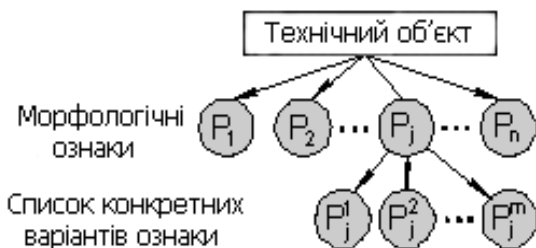


Рис. 2.4. Схема представлення об'єкта сукупністю морфологічних ознак.

Нижче наведено алгоритм методу морфологічного аналізу.

1. Формулювання задачі (проблеми).
2. Складання списку всіх морфологічних ознак об'єкта задачі, тобто всіх важливих характеристик об'єкта, його параметрів і режимів роботи, від яких залежить реалізація об'єктом своєї головної мети.
3. Розкриття можливих варіантів за кожною морфологічною ознакою і складання морфологічної матриці (рис. 2.5).
4. Формулювання конкретних рішень задачі шляхом поєднань варіантів морфологічних ознак.
5. Визначення практичної цінності отриманих варіантів рішення задачі і вибір з них найефективніших.



№ вар.	Морфологічні ознаки об'єкта						
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	...	$P_j$	...	$P_n$
1	$P_1^1$	$P_2^1$	$P_3^1$	...	$P_j^1$	...	$P_n^1$
2	$P_1^2$	$P_2^2$	$P_3^2$	...	$P_j^2$	...	$P_n^2$
3	$P_1^3$	$P_2^3$	$P_3^3$	...	$P_j^3$	...	$P_n^3$
4	$P_1^4$	$P_2^4$	$P_3^4$	...	$P_j^4$	...	$P_n^4$

Рис. 2.5. Морфологічна матриця

Наприклад, розглядаючи застосування методу МА для вирішення задачі з прогнозування розвитку технології розкрою текстильних матеріалів в швейній промисловості, виділимо ознаки (рис. 2.6), що характеризують процес розкрою текстильних матеріалів за допомогою спеціального пристрою. При визначенні ознак необхідно вводити також перспективні і фантастичні варіанти, що набагато розширює можливості методу, підвищує його евристичну цінність і сприяє збільшенню числа принципово нових, оригінальних рішень.

матеріал →		Пристрої для роз- крою текстильних матеріалів		край →
P1- тип рі- жучого еле- мента.	P2 - тип привода ріжучого елемента	P3-спосіб управління розкроєм	P4 - кіль- кість роз- краюваних полотен	P5-пристрій для фіксації настилу

Рис. 2.6. Морфологічні ознаки процесу розкрою текстильних матеріалів

Для вирішення наведеної задачі виділимо наступні чотири морфологічні ознаки:  $P1$  – вид ріжучого елемента;  $P2$  – тип привода ріжучого елемента;  $P3$  – спосіб управління розкроєм;  $P4$  – кількість одночасно розкраюваних полотен, по кожному з яких в морфологічній матриці вкажемо конкретні варіанти (табл. 2.7).

Аналізуючи дані цієї матриці, можна теоретично запропонувати  $N = 8 \times 5 \times 3 \times 2 = 240$  варіантів способів і пристроїв, що реалізують розкрій матеріалів.

Таблиця 2.7

Морфологічна таблиця способів розкрою текстильних матеріалів

№	Морфологічні ознаки процесу розкрою			
	вид ріжучого елемента	тип приводу ріжучого елемента	спосіб управління розкроєм	кількість одночасно розкраюваних полотен
	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
1	$P^1_1$ - прямий ніж	$P^1_2$ - ручний	$P^1_3$ - ручний	$P^1_4$ - одне полотно
2	$P^2_1$ - дисковий ніж	$P^2_2$ - електричний	$P^2_3$ - автоматичний за жорсткою програмою	$P^2_4$ - декілька полотен
3	$P^3_1$ - стрічковий ніж	$P^3_2$ - гідравлічний	$P^3_3$ - за допомогою ЕОМ (гнучке управління)	
4	$P^4_1$ - різак	$P^4_2$ - механічний		
5	$P^5_1$ - лазер	$P^5_2$ - пневматичний		
6	$P^6_1$ - плазма			
7	$P^7_1$ - струмінь води			
8	$P^8_1$ - електрична іскра			

Серед них, наприклад, наступні:

- *варіант*  $\{P^1_1, P^2_1, P^2_2, P^1_3\}$  – електричні ножиці (рис. 2.7, а), у яких один ніж (нерухомий) – прямий, другий – дисковий, що виконує обертальний рух, приводиться в дію від електродвигуна, встановленого в рукоятці. Даний варіант пристрою розкрою є перехідним

від звичайних ножиць до рухомих розкрійних машин;

- *варіант*  $\{P^1_1, P^2_2, P^1_3, P^2_4\}$  – розкрійні машини (типу Сз-529, Сз-530, ЕЗМ-1) з прямим ножем, з електродвигуном для розтину настилів на частини, керовані вручну розкрійником (рис. 2.7, б);

- *варіант*  $\{P^2_1, P^2_2, P^1_3, P^2_4\}$  – розкрійні машини типу ЕЗДМ з дисковим ножем, з електродвигуном для розтину настилів на частини, керовані вручну розкрійником (рис. 2.7, в);

- *варіант*  $\{P^4_1, P^3_2, P^2_3, P^2_4\}$  – вирубочні преси, на яких вирубка здійснюється за допомогою спеціальних різаків (рис. 2.7, г);

- *варіант*  $\{P^5_1, P^3_2, P^3_3, P^2_4\}$  – устаткування для лазерного розкрою, що складається з лазера, позиційного пристрою, комп'ютера, який за допомогою програми операцій розкрою управляє процесом викроювання деталей (рис. 2.7, д).

- *варіант*  $\{P^7_1, P^3_2, P^3_3, P^2_4\}$  – устаткування, елементом розкрою якого є струмінь води (мал. 2.7, е). Циркуляція води здійснюється під тиском 400–600 мПа, витрата води до 40 л/год. Управління процесом розкрою може здійснюватися за допомогою ЕОМ.

На рис. 2.7 показані також варіанти розкрою матеріалів легкої промисловості з використанням класичних ножиць (рис. 2.7, ж), стрічкової розкроювальної машини (рис. 2.7, з), електроіскрового пристрою (рис. 2.7, и) і мікроплазмового пальника (рис. 2.7, д).

Морфологічний аналіз дозволяє здійснювати і більш глибокий системний аналіз варіантів рішення задачі шляхом застосування методу до конкретного варіанту рішення, тобто для певного технічного вирішення задачі знову виділяють морфологічні ознаки і здійснюють їх синтезований перебір. Наприклад, для окремого вирішення Р (електричні ножиці) виділимо наступні морфологічні ознаки: висота настилу, мм; діаметр дискового ножа, мм; форма дискового ножа.

Аналіз цих ознак дозволяє створити різні варіанти технічного рішення електричних ножиць.

Розглянутий приклад показує, що метод МА дає можливість систематизувати і проаналізувати існуючі розкроювальні пристрої і запропонувати нові перспективні способи розкрою. Метод дозволяє активізувати здатність інженера генерувати велике число різних варіантів рішення задачі. На відміну від простого перебору варіантів метод МА полегшує отримання сотень і тисяч нових поєднань, дає можливість окинути їх єдиним поглядом і систематично аналізувати.

Метод МА може знайти широке застосування в легкій проми-

словості при рішенні конструкторських і проектних задач з питань розробки нових видів технологічного устаткування, нових моделей одягу і взуття, при пошуку компоновальних і схемних рішень, системному аналізі методів обробки вузлів і всього виробу в цілому з метою вибору найефективнішого методу.

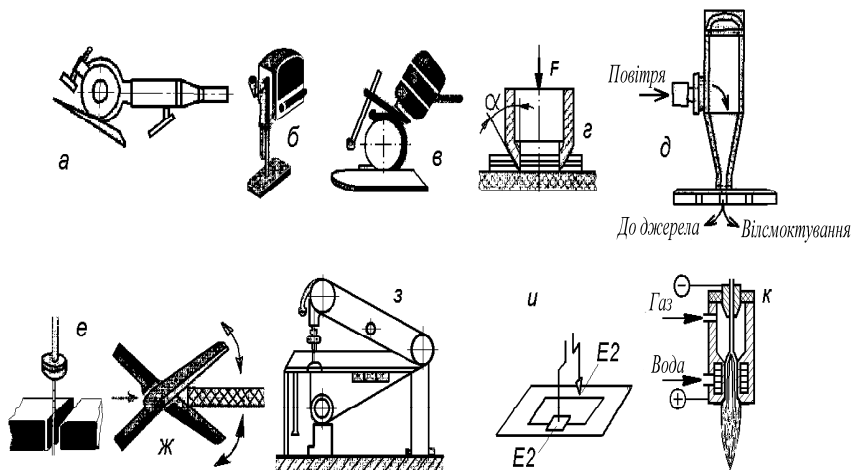


Рис. 2.7. Варіанти технічних рішень розкрою матеріалу

Прикладом таких задач можуть наступні.

1. Запропонувати новий вид транспортного пристрою для переміщення деталей крою і напівфабрикатів між робочими місцями в потоці, переміщення і складування вихідного матеріалу в підготовчому цеху, перевезення готової продукції і т. ін.

2. Спроекувати робоче місце для швачки, яке повинне забезпечувати високу продуктивність праці, зручність в роботі, дотримання техніки безпеки.

3. Спроекувати куточок відпочинку.

4. Виконати системний аналіз технологічного процесу: підготовка моделей виробу до запуску у виробництво; підготовка матеріалів до розкрою; розкрій матеріалів. Вибрати найефективніший варіант реалізації процесу.

В результаті глибокого морфологічного аналізу об'єкта можна прийти до нового погляду на все поле можливих рішень, а звідси

недалеко і до принципово нових напрямів удосконалення конкретного технічного об'єкта.

### Метод поелементного аналізу

Як вважають А.В. Чус і В.Н. Данченко [94], метод поелементного аналізу конструкцій заснований на аналізі елементів конструкції технічного об'єкта (ТО), що містить непомітні на перший погляд недоробки, які викликають перевитрату матеріальних і трудових ресурсів у виробництві.

Кожна деталь  $d_i$  (рис. 2.8) розглядається як відособлена самостійна частина ТО і в той же час як складова частина ТО, тобто у взаємозв'язку з іншими деталями і частинами конструкції. Кожна деталь визначається сукупністю характеристик  $x_n$ , наприклад,  $x_1$  - матеріал,  $x_2$  - розмір,  $x_3$  - допуск,  $x_4$  - шорсткість поверхні,  $x_5$  - механічні характеристики,  $x_6$  - колір забарвлення,  $x_7$  - характер строчки і т. ін. Кожну таку характеристику деталі залежно від її функціонального призначення можна віднести до однієї з двох груп: основної і допоміжної. Характеристики основної групи покликані задовольняти експлуатаційним вимогам, що ставляться до деталі (в нашому прикладі -  $x_1...x_5$ ). Характеристики допоміжної групи служать для зовнішнього оформлення виробу (в нашому прикладі -  $x_6, x_7$ ).

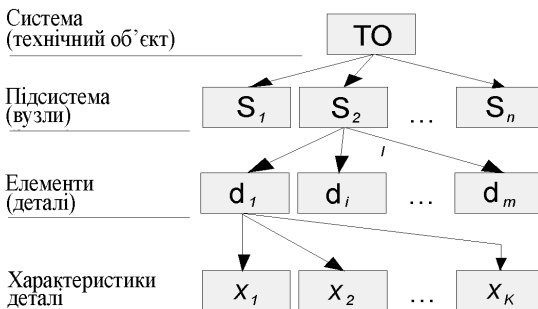


Рис. 2.8. Ієрархічна структура конструкції технічного об'єкта

Для того, щоб виготовити ту чи іншу деталь, необхідно затратувати певні матеріальні і трудові ресурси на отримання того чи іншого значення характеристики. Економічний аналіз безлічі конструкцій показує, що матеріальні і трудові витрати, особливо по допоміжній групі характеристик, часто є необґрунтовано завищеними через неекономічні рішення. Як правило, їх можна скоротити.

Нижче наведено алгоритм методу поелементного аналізу.

1. Визначаються деталі ТО, що містить непомітні на перший погляд недоробки і викликають перевитрату матеріальних і трудових ресурсів при їх виготовленні.

2. Для вибраної деталі визначається сукупність характеристик  $x_k$ .

3. Сукупність характеристик підрозділяється на дві групи: основну і допоміжну.

4. Аналізуються витрати на досягнення існуючих значень допоміжних характеристик.

5. Виконується спроба скоротити ці витрати шляхом застосування різних технічних рішень.

Ідею даного методу можна з успіхом застосувати для поелементного аналізу будь-якого технічного об'єкта (виробу). Для цього необхідно побудувати схему з'єднання деталей виробу і проаналізувати матеріальні і трудові витрати на отримання того або іншого значення характеристик кожної деталі.

### Метод десятинних матриць

Метод на думку Р.П. Повилейко [60] полягає в пошуку нових технічних рішень шляхом аналізу результатів застосування десяти евристичних прийомів  $E$  до кожної з десяти груп показників  $n$  технічної системи  $ТС$  (рис. 2.9).

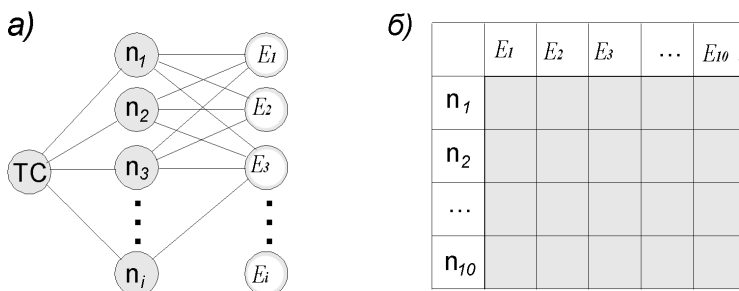


Рис. 2.9. Схема методу десяткових матриць:

а) технічна евристична система ( $i = 10$ )

б) матриця пошуку нових технічних рішень.

В результаті таких дій будеться так звана десятинна матриця пошуку (ДМП), в рядках якої записані характеристики системи, а в стовпцях — евристичні прийоми. В осередки ДМП записуються ідеї рішення задачі, отримані в результаті застосування евристичних прийомів до показників системи. Таким чином, кожний осередок матриці відповідає певній зміні якого-небудь з основних параметрів системи.

Основними показниками, за допомогою яких можна охарактеризувати технологічну систему в даному методі, є наступні:

- 1) геометричні (довжина, ширина, висота, об'єм, форма і ін.);
- 2) фізико-механічні (маса конструкції і окремих її елементів, матеріаломісткість, міцність, корозійна стійкість і т. ін.);
- 3) енергетичні (вид енергії і потужність, привод, коефіцієнт корисної дії;
- 4) конструкційно-технологічні (технологічність, складність, транспортабельність і ін.);
- 5) надійність і довговічність;
- 6) експлуатаційні (продуктивність, точність і якість роботи технічної системи, стабільність її параметрів, ступінь універсальності і ін.);
- 7) економічні (собівартість, трудовитрати на виробництво і експлуатацію;
- 8) стандартизація і уніфікація;
- 9) зручність обслуговування і безпека (шум, вібрація і т. ін.);
- 10) художньо-конструкторські.

В методі десятинних матриць використовуються наступні прийоми [7]:

1. **Неологія** (від грецьк. *neos* + *logos* – нове слово, новизна) - використання процесів, конструкцій, форм, матеріалів, їх властивостей і ін., нових для даної галузі техніки або нових взагалі. Передбачається, що вже десь і кимсь зовні даної галузі технічна система, що розробляється, створена, успішно використовується (хоча, можливо, і для абсолютно інших цілей) і треба тільки її розшукати і перевірити в даних умовах, не змінюючи її, не пристосовувавши. Даний принцип вимагає від інженера загальнонаукової і загальнотехнічної ерудиції, хорошої інформованості. Як приклад прийому в легкій промисловості можна привести використання лазерних пристроїв для розкрою текстильних матеріалів.

2. **Пристосування** (від лат. *adaptare* – пристосовувати) – пристосування відомих процесів, конструкцій, форм, матеріалів і їх властивостей до конкретних умов. Початкова система, залишаючись в цілому колишньою, лише злегка видозмінюється. Деякі прийоми пристосування: змінити традиційні значення параметрів системи, модифікувати, переробити систему так, щоб пристосувати її до інших умов роботи, не зачіпаючи основної конструктивної схеми; захистити систему від впливу навколишнього середовища (наприклад, для роботи в складних кліматичних умовах); пристосувати машину до людини.

3. **Мультиплікація** (від лат. *multiplicatio* – множення) полягає в множенні функцій і деталей системи, причому, помножені системи залишаються подібними один одному, однотипними. До мультиплікації відносяться прийоми, пов'язані не тільки із збільшенням характеристик (гіперболізування), але і з їх, зменшенням (мініатюризація). Будь-який перехід від моделі до реальної системи і назад може бути віднесений до мультиплікації.

4. **Диференціація** (від лат. *differentio* – відмінність) – розділення функцій і елементів системи: ослабляються функціональні зв'язки між елементами (підвищується ступінь їх свободи, розносяться етапи виробництва, робочі процеси, конструкції в просторі і в часі.

5. **Інтеграція** (від лат. *integratio* – заповнення) – об'єднання, поєднання, скорочення і спрощення функцій і форм елементів і системи в цілому: зближуються елементи виробництва, робочі процеси конструкції в просторі і в часі. Форми інтеграції можуть бути різними, діапазон прийомів широкий – від найпростішого механічного з'єднання, сплетення, скріплення, змішування, вбудовування, сплаву, вищих форм з'єднання.

6. **Інверсія** (від лат. *inversio* – перевертання, перестановка) – перетворення функції, форми і розташування елементів і системи в цілому.

7. **Імпульсація** (від лат. *impulsus* – поштовх, спонукання до чогонебудь, прагнення, збудження) – імпульсна зміна характеристик системи. Імпульс може повторюватися періодично, аперіодично, а також може бути одиничним.

8. **Динамізація** припускає, що характеристики і параметри всієї системи і її елементів (наприклад, маса, розміри, колір і ін.) повинні бути такими, що змінюються і оптимальними на кожному етапі



процесу. Зміни повинні відбуватися постійно, плавно і не бути східчастими.

9. *Аналогія* — реалізується відшукуванням і використанням схожості, подібності систем (предметів, явищ), в цілому різних. Найкрупніші різновиди аналогії — технологія, біаналогія і образна аналогія. Технологія взаємно збагатила різні галузі техніки — рішення переносяться з однієї сфери в іншу. Біаналогія полягає в копіюванні і використанні в техніці механізмів і принципів живої природи. Образна аналогія припускає в своїй основі образно-художнє мислення і широку науково-технічну ерудицію.

10. *Ідеалізація* — це представлення ідеального рішення, до якого слід прагнути при пошуку рішення.

За допомогою методу десятичних матриць можна створити галузеву фундацію технічних рішень шляхом індексації і систематизації за ДМП винаходів на основі загальної патентної фундації і існуючої літератури по галузях промисловості (підручники, монографії, довідники). На основі аналізу вже існуючих винаходів заповнюються прикладами і ідеями предметні ДМП з різної тематики. Наприклад в швейній промисловості - це: швейні машини; пристрої розкрою текстильних матеріалів; пристрої для формування деталей і виробів і т. ін. ДМП є вельми ефективним інструментом реставрації, відновлення невідомої або обмежено відомої, «втраченої» інформації.

### **Функціонально-вартісний аналіз**

Як відомо, в собівартості будь-якої промислової продукції окрім витрат, абсолютно необхідних для виконання виробом заданих функцій, завжди є додаткові або зайві (невиправдані) витрати. Вони можуть бути викликані недосконалістю конструкції або технології, наприклад, надмірне ускладнення форми, завищення класу точності обробки деталей, параметрів чистоти обробки поверхонь, що не сполучаються, необґрунтоване застосування дефіцитних матеріалів, зайва міцність, дорогі покриття і т. ін.

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) є методом удосконалення конструкцій і технологій виробництва виробів, методом пошуку резервів економії сировини, енергії і праці [40, 54, 56, 63, 90].

ФВА – метод універсальний. Його можна використовувати для вирішення найрізноманітніших задач: зниження собівартості продукції, транспортних витрат, підвищення продуктивності праці, скоро-

чення або, взагалі, ліквідації браку.

Основні етапи ФВА:

- підготовчий (планування і підготовка дослідження, визначення цілей роботи, підготовка робочого плану);
- інформаційний (збір інформації про конструкцію, технологію, калькуляційні розрахунки і т.п.);
- аналітичний (дослідження функції кожного елемента і розрахунок фізичних витрат на нього, виявлення непотрібних функцій);
- творчий (пошук альтернативних рішень за допомогою методів пошуку нових технічних рішень);
- рекомендаційний (оцінка ефективності отриманих рішень з погляду витрат і якості);
- впроваджувальний (впровадження і контроль результатів).

Розглянемо етапи рішення задачі за допомогою ФВА на простому прикладі [69].

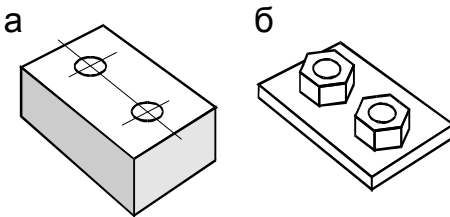


Рис. 2.10. Сталевий затискний брусок (а) і його конструкторський аналог (б), розроблений за допомогою ФВА

На **першому (підготовчому) етапі** проводиться вибір об'єкта. В даному випадку цим об'єктом є затискний брусок із сталі габаритами 50×25×13 мм з двома наскрізними різьбовими отворами М6, розташованими симетрично щодо бічних поверхонь на відстані 30 мм один від одного (рис. 2.10). Річний випуск цієї продукції – 4000 шт. в рік.

На **другому (інформаційному) етапі** основними задачами є збір, систематизація і всебічне вивчення інформації про об'єкт і його аналоги. Розглядаються, зокрема, і відхилені із якої-небудь причини раніше запропоновані технічні рішення.

Більш детальне вивчення об'єкта відбувається на **третьому (аналітичному) етапі**. Тут розкриваються потенційні можливості (резерви) досліджуваного об'єкту.

Пошук зайвих витрат починається з виявлення і формулювання функцій об'єкта і його елементів.

На аналітичному етапі для складних об'єктів (після виявлення всіх функцій і розділення їх на основні, допоміжні, марні і шкідливі) будується функціональна модель і визначається значущість кожної з функцій.

Для випадку, що розглядається, можна відразу перейти до визначення витрат, зв'язаних з реалізацій функцій.

Припустимо, економічні розрахунки показали, що брусок (рис. 2.10, а) коштує, в 10 разів дорожче, ніж дві гайки з відповідними різьбовими отворами. Це означає, що допоміжні функції обходяться в дев'ять разів дорожче за основну. Це істотно уточнює задачу по вдосконаленню об'єкта (бруска). Тепер її можна сформулювати приблизно так: знайти спосіб закріплення двох гайок нерухомо одну щодо іншої.

Тепер наступає найцікавіший етап – **творчий**. Можуть бути самі різні пропозиції, наприклад:

- склеїти гайки гранями;
- приварити гайки до шматка дроту;
- приварити гайки до підстави з листового металу і т. ін.

Очевидно, що найреальнішим є третій варіант (рис. 2.10, б). Вартість вузлів виявляється при цьому в чотири рази менше вартості затискного бруска.

На подальших етапах ФВА (**рекомендаційному і етапі впровадження**) послідовно відбираються і впроваджуються найефективніші рішення.

Закінчуються роботи з ФВА остаточною оцінкою економічної ефективності внесених конструкторських або технологічних пропозицій. Вибираються ті варіанти (альтернативи) реалізації функцій, які в принципі нас влаштовують, хоча і мають свої достоїнства і недоліки. Потім виконується **вартісний аналіз**, тобто вибір варіанту, при якому вартість реалізації функцій буде якнайменшою (або найнадійнішою).

Ієрархічна послідовність проведення ФВА наступна:

*виріб (конструкція, принцип роботи) →  
частини виробу (деталі) → матеріали (напівфабрикати) →  
технологія виробництва → організація виробництва.*

Системний підхід у ФВА виявляється в тому, що виріб розглядається як щось єдине, що складається з частин цілого.

На думку Д.І. Ландо [50, 51] одна з відмітних особливостей ФВА – функціональний підхід. Завдяки ньому долається все та ж інерція мислення. Удосконалюваний об'єкт сприймається спочатку не в своїй конкретній, реальній формі, а як комплекс функцій, які він виконує або повинен виконувати. Функція має абстрагуватися від якогось відомого виконання, максимально узагальнювати задачу, орієнтувати конструктора на розгляд всіх можливих варіантів рішення.

Природно, що провести ФВА для всіх деталей виробу неможливо. Це дуже трудомістка задача, особливо, якщо врахувати, що сучасні знов спроектовані машини і пристрої містять близько 1000 різних деталей, а то і більше. Тому різними методами виявляють першочергові об'єкти для ФВА, виходячи із ступеня «тривожності», наприклад, недостатня надійність виробу, низька технологічність, велика матеріаломісткість, використання дорогих і дефіцитних матеріалів, висока собівартість і т. ін.

Сьогодні ФВА є складною системою, яка включає організаційні заходи і спеціалізоване інформаційне забезпечення. Ця система вбирає в себе всі новітні досягнення в області виробництва ідей і рішень. Вона направлена на досягнення позитивних результатів з високою економічною ефективністю.

## **2.2. Прийоми технічної творчості і їх застосування**

В процесі рішення задачі кожна людина використовує свої знання, досвід, отримані ним в процесі навчання і практичної діяльності. Накопичені знання є набором правил, які дозволяють знаходити нові рішення або поліпшувати вже відомі. Наведемо приклади.

Є такий прийом - «зайва ланка». З його допомогою можна потрапити на ідею знайти зайву ланку в технологічній послідовності виготовлення виробу і усунути її. Пригадаємо, що технологія спочатку створювалася методом проб і помилок. З метою раціоналізації трудового процесу технологічну операцію представляють сукупністю елементарних прийомів (рухів), а потім аналізують послідовність їх виконання з метою виявити зайві рухи. Шляхом ліквідації нераціональних рухів (зайвої ланки) знижуються витрати часу на виконан-

ня операції.

Застосування принципів дії живих систем і використання біологічних процесів для вирішення творчо-конструкторських і винахідницьких задач дозволяє копіювати властивості біологічних об'єктів і переносити їх на техніку або технологію. Наприклад, широку популярність здобув новий тип застібки, що самоутримується, в якій використовується так званий принцип реп'яха. В смужку тканини шириною до 15 мм закладено велике число дрібних пластмасових гачків, які при зіткненні з ворсистою тканиною міцно чіпляються за волоски, але при деякому зусиллі легко, не ушкоджуючи тканини, відчіплюються. Так з'явилася всім відома «липучка».

Узагальнюючи досвід роботи інженерів і винахідників, вчені, починаючи з початку XX ст., стали складати списки різних прийомів пошуку ідей для вирішення інженерних задач. Користуючись такими списками, можна знайти підказку нових оригінальних (нестандартних) напрямків пошуку.

### 2.2.1. Приклади прийомів подолання технічних суперечностей

Нижче приводяться прийоми подолання технічних суперечностей, які систематизовані Г.С. Альтшуллером [13] і «ілюстровані» прикладами з області техніки і технології. Кожний з прийомів досить універсальний і відображає найефективніші принципи перетворення об'єкту.

**1. Принцип дроблення** передбачає розділення об'єкту на незалежні частини, виконання об'єктів розбірними, збільшення ступеня дроблення (подрібнення) об'єкту.

Трюми кораблів робляться з відсіками, ізольованими одне від одного з тим, щоб при пробоїні в одному з них вода не могла потрапити в сусідні.

При контактено-шовному стиковому зварюванні між зварюваними кромками вводять додатковий метал, наприклад, дрiт. Проте, оскільки зварювані кромки і дрiт не є ідеально гладкими і прямолінійними, якість шва недостатньо висока. Для забезпечення щільного примикання додаткового металу до кромки він подається у вигляді порошку — текучого середовища, потiк якого омиває нерiвностi кромки, не утворюючи зазорiв.

**2. Принцип винесення** полягає у відділенні від об'єкту однієї його

го частини (властивості) або, навпаки, у виділенні єдино потрібної частини (властивості). Наприклад, в керованих по радіо моделях з електричними двигунами для зменшення радіоперешкод, створюваних колектором двигуна, його корпус укладають в оболонку, зроблену з тонкої маловуглецевої сталі.

**3. Принцип місцевої якості** полягає в переході від однорідної структури об'єкта (процесу) до неоднорідної. Різні частини об'єкта повинні мати різні функції і характеристики, що найбільш відповідають їх роботі. Наприклад, добре відомо, що спрацювання деталей механізмів машин відбувається по контактній поверхні, тому немає значення збільшувати твердість всього об'єму деталі – можна збільшити твердість тільки шару металу, який знаходиться на контактній поверхні. Тому стали застосовувати поверхневий гарт, вуглецювання поверхневого шару і т. ін.

**4. Принцип асиметрії** передбачає перехід від симетричності до асиметрії.

Більше за традицією, але частіше і з чисто інтуїтивних міркувань люди прагнуть виготовляти вироби симетричними. А іноді саме відхід від звичних симетричних форм дозволяє ефективно вирішувати поставлені задачі.

При остаточному оздобленні різних моделей транспортної техніки застосовують різне асиметричне забарвлення, що робить моделі більш різноманітними на вигляд.

Щоб в темний час днів не засліпити зустрічних водіїв, ліва фара автомашини повинна освітлювати дорогу на відстані до 25 м, а права – значно далі.

**5. Принцип об'єднання** полягає в з'єднанні (об'єднанні) в просторі або часі однорідних або суміжних операцій (об'єктів).

Голчатий пристрій з багатьма голками (рис. 2.11), розташованими з певним кроком, можна з успіхом застосовувати для розмітки місць розташування елеронів крила при конструюванні моделей літаків.

В токарній обробці принцип об'єднання реалізується при застосуванні багаторізових установок, в яких закріплюються не один, а відразу декілька ріжучих інструментів, кожний з яких за один прохід обробляє свою поверхню.

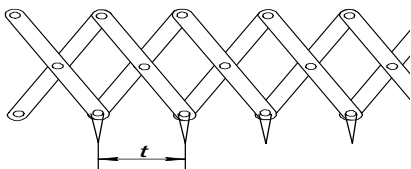


Рис. 2.11. Пристосування для розмітки отворів для петель:

$t$  – крок петель

**6. Принцип універсальності** — об'єкт виконує функції інших об'єктів (тих, в яких саме зараз немає потреби).

Наприклад, електричний дріль може бути використаний не тільки для свердлення отворів, але також як викрутка, шліфувальна машинка, а при використанні спеціального пристосування і як привод настільного токарного верстата. Це стало можливим завдяки спеціальному пристрою, регулюючому число обертів дріля і стандартній за розміром циліндричній частини на корпусі дріля, по якій його встановлюють в новому пристосуванні.

В ручку для портфеля вбудований еспандер, що дозволяє використовувати її для зміцнення пальців, у тому числі і на ходу.

Як шляхом поєднання функцій можна зменшити вагу мотоцикла? Наприклад, для зменшення ваги бензобаку, частину палива можна зберігати в інших вузлах мотоцикла. Основна умова — ці частини мають бути порожнистими. Рама — порожниста, на ній кріпиться двигун, тому проблем з подачею палива не виникне.

**7. Принцип «матрьошки»** — один об'єкт розміщений усередині іншого, проходить крізь порожнину в іншому.

Корпуси сучасних побутових універсальних кухонних комбайнів виготовляються порожнистими для того, щоб в цій порожнині можна було берегти змінні насадки.

Кухонні банки для зберігання сипких продуктів виготовляються різних розмірів для того, щоб при продажу можна було б їх помістити всередину один одного і таким чином значно скоротити місце при зберіганні.

Цей принцип реалізований також в конструкції телескопічних антен, які сконструйовані з декількох трубок різного діаметра: зовнішній діаметр передньої трубки рівний внутрішньому діаметру наступної трубки. Такий принцип конструювання дозволяє висувати антену при роботі і, навпаки, укорочувати її в похідному положенні.

**8. Принцип антиваги** полягає в компенсації маси (вага) об'єкта шляхом з'єднання його з іншими об'єктами, що володіють підйомною силою, або взаємодії з середовищем (за рахунок аерогідродина-

мічних і інших сил).

Відомий спосіб екстреного гальмування потягів шляхом заморожування коліс і рейок азотом, які примерзають при цьому намертво один до одного. Проте рідкий азот дорогий і вимагає встановлення на залізничних транспортних засобах спеціальних складних установок. Колеса потягу і рейки - сталеві і тому добре намагнічуються. А чи не можливо вмонтувати в колеса могутні електромагніти або зробити спеціальні електромагнітні колодки, притискуванні до рейок у момент гальмування?

Для того, щоб сучасні автомобілі були стійкими при високих швидкостях, їм надають спеціальну форму, при якій потік стрічного повітря притискує машину до шосе. Необхідно спрямувати потік повітря так, щоб він притиснув машину до землі або створив зусилля, що притискує її. Для цього під чи над машиною встановлюють зворотне крило (антикрило). Крило із зворотним кутом атаки не піднімає, а, навпаки, придавлюватиме сполучене з ним тіло до землі.

**9. Принцип попереднього напруження** підказує, що необхідно наперед додати об'єкту деформації (напруження), протилежні небажаним.

З метою зменшення амплітуди коливання телевізійної башти в Останкіно (м. Москва) при виготовленні її корпусу використовувався метод, при якому усередині опалубки спочатку натягалися з високим напруженням канати, а потім в опалубку заливався бетон. Після застигання бетону навантаження з металевих канатів знімалося, але бетонна стіна виявлялася під напруженням. Такий напружений бетон дозволяє башті (висотою більше 500 м) витримувати колосальні навантаження, які виникають при штормових вітрах.

**10. Принцип попереднього виконання** полягає в тому, щоб наперед виконати необхідну зміну об'єкта (повністю або частково), розставити об'єкти так, щоб вони могли вступити в дію з мінімальними витратами часу на їх доставку.

Наприклад, при складанні автомобілів на конвеєр поставляються вже зібрані і обкатані двигуни.

У швейному виробництві обробна деталь за допомогою склеювальної речовини тимчасово прикріплюється до основної деталі одягу. Після цього її легко і зручно пристрочити на машині.

**11. Принцип «наперед підкладеної подушки»** полягає в компенсації невисокої надійності об'єкта наперед підготовленими аварій-



ними засобами.

Авіаційні моделі, що мають великі габарити, поміщають в спеціальні чемодани, де є місце для самих моделей: вся решта простору зайнята пружним матеріалом, що зменшує навантаження, які виникають при транспортуванні.

При автомобільних аваріях використання подушок безпеки, вміть реагуючих на зіткнення, значно знижує смертність на дорогах.

**12. Принцип еквіпотенціальності** передбачає таку зміну умов роботи, щоб не доводилося, піднімати або опускати об'єкт.

Пристрій для переміщення прес-форм в зоні пресу виконаний у вигляді прикріпленої до його столу горизонтальної приставки з рольгангом. Сутність прийому: заміна вертикального переміщення об'єкта в зону дії (його або над ним) на горизонтальну.

Щоб не піднімати в кузов контейнеровоза вантаж підйомним краном, його підводять гідроприводом на невелику висоту і переміщують на скоби платформи. Сутність прийому: замість підйому важкого об'єкта на велику висоту і його подальшого опускання перейти на підйом об'єкта (і його спуск) на незначну висоту.

Однакова стандартна висота підлоги грузовика і завантажувальних майданчиків складів дозволяє більш легко завантажувати або розвантажувати вантажі.

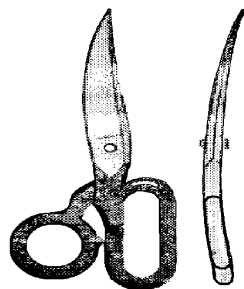
**13. Принцип «навпаки»** полягає в тому, що замість дії, диктованої умовами, здійснюють зворотну дію - для цього треба зробити частину, що рухається, нерухомою, а нерухому – такою, що рухається.

При випробуванні знов створюваних літаків їх моделі підвішують в порожнині аеродинамічної труби і подають на модель повітряний потік від вентиляторів. При роботі прототипу все навпаки: літак сам створює потік повітря і рухається в повітряному середовищі.

**14. Принцип сферойдальності** полягає в переході від прямолінійних частин об'єкту до криволінійних, від плоских поверхонь до сферичних; у використанні роликів, кульок, спіралей.

Особливо зручні при виконанні складних робіт ножиці криволінійної форми (різання по кривій, обрізання краю, фігурний розкрій і т. ін., рис. 2.12).

Рис. 2.12. Ножиці криволінійної форми



На кораблях наперед проектують або приставляють «китовий лоб» — нижню частину носа, яку округляють формою, близькою до сфери або краплі. Сферична поверхня забезпечує кращу обтічність, дозволяє рівномірно розподілити за всією площею сприймане зусилля.

**15. Принцип динамічності** указує на те, що характеристики об'єкта (процесу), що розробляється, повинні мінятися так, щоб бути оптимальними на кожному етапі роботи; для цього необхідно розділити об'єкт на частини, що переміщуються одна відносно одної, тобто нерухомий об'єкт зробити рухомим.

Вчені, що займається хімією, передбачають, що будуть створені матеріали, які міняють колір при особливому опромінюванні і зберігають його протягом певного часу. З'являться легкі тканини з шовковистою атласною поверхнею і міцністю сталі, терморегульовальні матеріали, в яких у зимову холоднечу тепло, а в літню спеку прохолодно — при зміні температури вони зможуть міняти свій об'єм і, отже, регулювати приток і відтік тепла.

Крилам літака доводиться працювати в суперечливих умовах. У польоті вигідніше трикутне крило, що має мінімальний опір, а при посадці — пряме, що створює на малих швидкостях велику підйомну силу. Таке крило кріпиться до фюзеляжу за допомогою шарнірів і у польоті відводиться назад.

**16. Принцип часткового або надмірного рішення** указує на те, що якщо важко добитися 100%-го результату від потрібної дії, треба отримати трохи менше або трохи більше.

При забарвленні циліндричних деталей на них подають фарбу з лишком, занурюючи у ванну, а потім обертанням деталі зайву фарбу видаляють.

В магнітопроводах з немагнітних матеріалів виконують пазы,

які потім з великою складністю заповнюють феромагнетиками. Запропоновано феромагнетик наносити на всю поверхню пластини так, щоб він заповнив пази і покрити пластину, а потім зашліфувати її так, щоб феромагнетик залишився лише в пазах.

**17. Принцип переходу в інші вимірювання** передбачає збільшення числа ступенів свободи об'єкту, перехід від руху по лінії в одному вимірюванні до руху в декількох вимірюваннях, по площині, в просторі; застосування багатоповерхової компоновки замість одноповерхової, використання зворотної сторони поверхні.

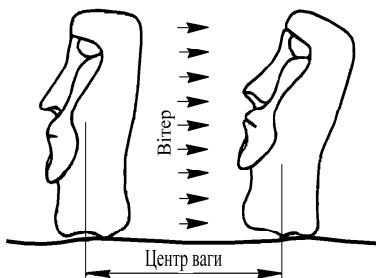


Рис.2.13. Схема переміщення гігантських кам'яних статуй на острові Пасхи

Помічено, що гігантські статуї на острові Пасхи пересуваються. Пояснюється це наступним.

Під натиском вітру статуя відхиляється від вертикального положення назад на величину, яку дозволяє упор підшви. При ослабленні пориву вітру статуя знову повертається у вертикальне положення. При цьому відбувається жорсткий удар підшви об кам'яний ґрунт. В результаті дії двох сил (реакція від удару підшви об ґрунт і інерційна сила по дузі маси статуї, що рухається) виникає третя сила, направлена горизонтально. Статуя, підстрибнувши, переміщається вперед (рис. 2.13). Так, з кожним поривом вітру вона долає по декілька сантиметрів.

**18. Принцип використання механічних коливань** включає наступні варіанти: перевести об'єкт в коливальний рух; змінити частоту; використовувати резонансні і ультразвукові частоти.

Заливка бетону в опалубки з використанням ущільнення бетону за допомогою низькочастотних коливань з амплітудою 1 – 2 мм дозволяє одержувати фундаменти з високими фізико-механічними характеристиками.

В США розроблена ультразвукова установка для очищення

одягу від забруднення і плям, в яку входять ультразвуковий генератор, пістолет і місткість з очищувальним розчинником. Ультразвукові коливання в хвилеводі посилюються і концентруються в наконечнику пістолета. Оскільки коливання концентруються в дуже малій зоні, досягається високий очищаючий ефект при дуже нетривалій дії на виріб. Одяг з різних матеріалів очищається без дефектів.

**19. Принцип періодичної дії** полягає в переході від безперервної дії до періодичної.

При складанні автомобілів на конвеєрі на кожну з операцій збирає машина переходить через певний проміжок часу, що називається тактом конвеєра. Якби рух був безперервним, то створилися б великі труднощі з організацією робочого місця робітників. Протягом зміни зменшення такту в певному проміжку часу зміни, коли організм людини повністю включився в роботу, дає приріст продуктивності складання машин, а в кінці зміни навпаки – такт збільшується тому що робітники до кінця зміни стають менш уважними.

Як приклад використання цього принципу можна назвати застосування для копіювання малюнків методу перфорації (обкатка зубчатим коліщатком через копірку).

**20. Принцип безперервності корисної дії** полягає в безперервному веденні роботи, усунення холостих і проміжних ходів, переходів від поворотно-поступального руху до обертового.

Наприклад, при роботі за лабораторним столом, що обертається, не треба вставати із стільця, оскільки за допомогою повороту можна легко присунути до себе потрібну ділянку столу.

**21. Принцип «проскакування»** полягає в тому, щоб долати окремі, у тому числі шкідливі і небезпечні, стадії процесу на підвищеній швидкості.

Жодна надміцна сталева пила не може скласти конкуренцію якнайтоншому лазерному «скальпелю», який розтинає матеріал так швидко, що той не встигає деформуватися.

У верстатах автоматах під час циклу обробки деталей існують як робочі ходи, коли відбувається безпосередня обробка деталі, так і холості ходи, без яких не обійтися (наприклад, потрібно повернути різець в початкове положення). Цей принцип реалізується тут так: холості ходи проводяться з більшою швидкістю, ніж робочі ходи.

**22. Принцип «обернути шкоду на користь»** використовує шкідливі чинники для отримання позитивного ефекту; усилює шкі-

дливий чинник до такого ступеня, щоб він перестав бути таким; компенсує один шкідливий чинник іншим.

Шкідливий чинник — тертя в устаткуванні для відцентрового перемішування матеріалів легкої промисловості — стає корисним і ефективним при його посиленні в устаткуванні для відцентрової обробки країв литих або штампованих деталей взуття, фурнітури і т.п.

Рухливість зв'язку важеля і молотка щічної дробарки забезпечується за рахунок сферичної форми головки чавунного наконечника важеля (рис. 2.14, а). Проте шийка головки часто ламається. Якщо зламати шийку спеціально, головка може після відповідної доробки стати втулкою і поломки молотка усунуться (див. рис. 2.14, б).

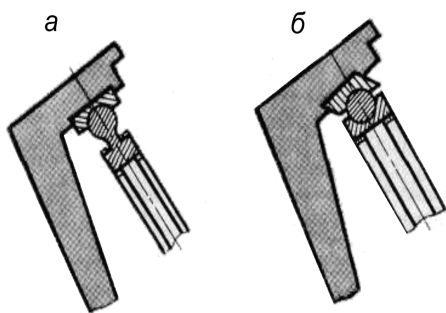


Рис. 2.14. Різні варіанти конструкції молотка щічної дробарки:

а - до модернізації; б - після модернізації

**23. Принцип зворотного зв'язку** говорить про необхідність ввести зворотний зв'язок, а якщо він вже є — змінити його.

Застосування цього принципу широко використовується в автоматичних системах регулювання і управління технологічними процесами.

В електронних підсилювачах низькочастотних сигналів використовується зворотний зв'язок, який або поліпшує якість посилення сигналів (негативний зворотний зв'язок), або погіршує його (позитивний зворотний зв'язок).

На рис. 2.15 наведено схему об'єкта, для управління яким введено керуючий пристрій, що виробляє дії  $u(t)$  в залежності функції відхилення (функції різниці)  $\Delta x(t)$  між заданими  $x_{\text{вх}}(t)$  і фактичними  $\lambda_{\text{вих}}(t)$  значеннями керованої величини:  $u = f(t)$ .

**24. Принцип «посередника»** полягає у використанні проміжного об'єкта-переносника.

В хімічних процесах достатньо часто використовуються спеці-

альні речовини, які самі в процесі не беруть участь, але прискорюють його (каталізатори) або уповільнюють його (інгібітори).

В процесі волого-теплової обробки виробів з полімерних матеріалів використання водяного пару як посередник для передачі теплової енергії від нагрітої верхньої подушки прасувального пресу оброблюваному виробу дозволяє значно інтенсифікувати процес переведення волокон матеріалу у високоеластичний стан, забезпечити рівномірність прогрівання оброблюваного виробу по всьому об'єму.

**25. Принцип самообслуговування** звертає увагу на те, що об'єкт повинен сам себе обслуговувати, виконувати допоміжні і ремонтні роботи, використовувати відходи речовини, енергії.

Даний принцип знайшов широке застосування в оргтехніці офісів: факсах, копірах, принтерах. В цих пристроях передбачається розкладання копій по сторінках і по екземплярах, можна задати порядок виконання роботи і т. ін.

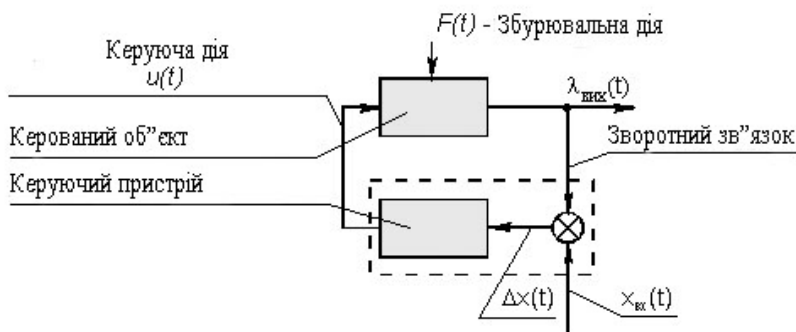


Рис. 2.15. Схема системи автоматичного регулювання об'єкта за допомогою зворотного зв'язку

**26. Принцип копіювання** указує на те, що замість недоступного дорогого, незручного або дуже крупного об'єкта можна використовувати його спрощені і дешеві моделі.

Наприклад, відомо, що при оцінці польотних якостей знов конструйованого літака в аеродинамічній трубі продувають зменшену масштабну копію цього літака.

Для того, щоб визначити об'єм штабеля круглих дерев'яних колод однієї довжини, їх торці фотографують, визначають масштаб зменшення і по фотографії визначають загальну площу круглих то-

рців і таким чином визначають об'єм заготовленої деревини.

**27. Принцип заміни «дорогої довговічності» на «дешеву недовговічність»** означає замінити дорогий об'єкт набором дешевих об'єктів, поступившись при цьому деякими якостями (довговічністю).

Наприклад, використання одноразових предметів: пелюшок, посуду, одягу, постільної білизни позбавляє від необхідності робити їх з хорошою якістю. Такі вироби дешеві і після застосування відразу здаються в макулатуру.

**28. Принцип заміни механічної схеми** підказує замінити механічну схему електричною, оптичною, тепловою, акустичною і використовувати електричні, магнітні і електромагнітні поля.

При розробці автоматичного завантаження до механічних пресів замість механічних пристроїв подачі заготовок стали застосовувати електричні, електромагнітні і пневматичні виконавчі елементи з використанням фотоелектричних пристроїв, які дозволяють «розпізнати» правильну орієнтацію деталі і лише в цьому випадку подати її в зону обробки.

**29. Принцип використання пневмо- і гідроконструкцій** пропонує замість твердих частин об'єкта використовувати газоподібні і рідкі, надувні і гідронаповнювальні, повітряну подушку, гідростатичні і гідрореактивні.

В області виготовлення швейних виробів пропонується використання надувного манекена, форма якого змінюється і підбирається відповідно до форми замовника і запам'ятовується на комп'ютері. Таким чином форма клієнта може бути відновленою у будь-який момент. Немає необхідності кілька разів приходити на примірку - достатньо натискувати відповідну кнопку на комп'ютері і... форма клієнта перед закрійником.

В даний час розроблені і застосовуються стрічкові розкрійні машини із столом, що має перфоровану поверхню. При включенні пневматичного пристрою через отвори одночасно з повітрям подаються пластмасові кульки, що знаходяться під поверхнею столу. Повітряна подушка, що утворюється, і кульки значно полегшують переміщення розкраюваного настилу.

**30. Принцип використання гнучких оболонок і тонких плівок** указує на те, що замість об'ємних жорстких конструкцій можна використовувати гнучкі оболонки, тонкі плівки і ізолювати з їх допомогою об'єкт від зовнішнього середовища.

Для обігріву задніх стекол автомобілів використовують струмопровідну плівку, нанесену на поверхню скла.

Широко застосовується поліетиленова плівка для вакуумної упаковки виробів з метою їх збереження від взаємодії з атмосферним повітрям.

**31. Принцип пористих матеріалів** пропонує зробити об'єкт або його частини пористими і заповнити пори якою-небудь речовиною.

З метою підвищення теплозахисних властивостей одягу широко використовуються як прокладка теплозахисні пористі матеріали (ватин, пінополіуретан, штучна вата і ін.). Щоб пористий матеріал пропускав ще менше тепла, в його пори закачують газ з низькою теплопровідністю і заварюють наповнений газом матеріал в поліетиленову плівку

**32. Принцип зміни забарвлення** передбачає зміну забарвлення або ступеня прозорості об'єкту або зовнішнього середовища, використання фарбувальних добавок, мічених атомів.

Новий спосіб забарвлення тканин запропонували фахівці Японії. Тканина просочується світлочутливою фарбою, після чого подібно звичайному фотопаперу вона експонується через негатив, що містить незвичайний малюнок. Під впливом світла фарба легко стає незмивною і закріплюється на тканині, тоді як неосвітлені місця легко змиваються. Новий метод дозволяє офарбовувати практично всі типи тканин (шовкові, бавовняні, нейлонові, ацетатні, поліестерові), а також шкіру. Підраховано, що новий метод значно дешевший і, крім того, дає більш стійке забарвлення, ніж звичайний процес.

**33. Принцип однорідності** передбачає, що об'єкти, які взаємодіють з даними об'єктами, повинні бути зроблені з одних і тих же матеріалів (або близьких до них за властивостями).

При склеюванні двох деталей властивості клею повинні бути близькими до властивостей деталей, що сполучаються. В цьому випадку клейове з'єднання буде більш довговічним і забезпечить високі експлуатаційні властивості виробу.

При кладці печей необхідно використовувати глину, з якої виготовляють цеглу для кладки. В цьому випадку коефіцієнти об'ємного теплового розширення будуть однакові і піч при експлуатації розтріскуватися не буде.

**34. Принцип відкинення або регенерації частин.** Частина об'єкта, що виконала своє призначення або стала непотрібною, повинна



бути відкинutoю (розчинена, випарувана і т. д.) або видозміненою; частини, що витрачаються, повинні відновлюватися в ході роботи.

Цей принцип використовується в космонавтиці. При запуску на орбіту космічного корабля спочатку працює одна ступінь. Потім друга і третя. Відпрацьовані ступені відділяються у польоті, додаючи додаткову швидкість космічному кораблю.

При звичайному способі отримання пряжі волокна з неякісної, (пожовтілої) шерсті легко рвуться, а іноді випадають, що приводить до перевитрати сировини, зниження продуктивності устаткування. Якщо ж в шерстяну суміш тимчасово додати свого роду «арматуру» у вигляді водорозчинного волокна, то вийде міцна пряжа. Після того, як з неї виготовлять тканину, добавку, що зчіплює шерстинки, легко видалити промивкою в теплій воді. Залишається, кінець кінцем, чиста шерсть. На третину зростає продуктивність праці, з тієї ж сировини можна отримати більше тканин високої якості.

**35. Принцип зміни фізико-хімічних параметрів об'єкта** означає змінити агрегатний стан об'єкта, хімічний склад, концентрацію, температуру, об'єм.

При виготовленні авіаційних моделей з дерева для надання криволінійної форми деяким елементам крила дерев'яні заготовки спочатку пропарюють, а потім згинають при температурі більш 100°C. Після цього деталь приймає потрібну криволінійну форму.

З метою рівномірного прогрівання швейних виробів в процесі волого-теплової обробки вологу, нанесену на прасувальник, перетворюють в пар, а для досягнення більш високої формостійкості і немнучкості виробів додатково вводять спеціальні хімічні речовини.

**36. Принцип використання фазових переходів** передбачає використовувати зміну параметрів, що відбувається при фазових переходах, зміну об'єму, виділення або поглинання тепла і т.д.

При виробництві полівінілхлоридної (ПВХ) або поліетиленової плівки кришку ПВХ або поліетиленові гранули шляхом нагріву переводять у в'язкотекучий стан, а потім за допомогою спеціального устаткування формують готовий виріб шляхом зворотного фазового переходу. Цей принцип використовується при виготовленні дрібних пластмасових деталей.

**37. Принцип використання термічного розширення** пропонує використовувати термічне розширення і стиснення матеріалів, засто-

совувати матеріали з різними коефіцієнтами термічного розширення.

Цей принцип реалізується в автоматичних пристроях, які підтримують задану температуру. При зміні температури з'єднання з двох матеріалів з різним тепловим розширенням викривлятиметься. Якщо це з'єднання є одним з контактів, то воно буде або включати, або вимикати нагрівач, підтримуючи таким чином встановлену температуру.

**38. Принцип використання сильних окислювачів** полягає в заміні звичайного повітря збагаченим, а збагаченого — киснем.

Наприклад, у ФРН для волого-теплової обробки тканини розроблена система, що використовує пароповітряну суміш замість пару в карусельних пресах з вакуумним відсмоктуванням і обдувом повітря. Пароповітряну суміш одержують змішуванням пару і повітря і вона має меншу температуру, ніж пар. Завдяки цьому виключається ласоутворення на окремих ділянках виробу.

**39. Принцип зміни ступеня інертності** підказує замінити звичайне середовище нейтральним, ввести в об'єкт нейтральні частини і добавки, вести процес у вакуумі.

Надійно запобігти займанню бавовни в сховищі можна шляхом обробки його інертним газом при транспортуванні до місця зберігання.

Разом з контактною сушкою при атмосферному тиску все більш широко застосовується контактна сушка у вакуумі, яка значно прискорює процес (наприклад, сушка шкіри хромового дублення відбувається протягом 5—10 мін).

**40. Принцип використання композиційних матеріалів** полягає в переході від однорідних матеріалів до композиційних.

Прикладом служить технологія виробництва радіоелектронних блоків на основі печатного монтажу. Для цього розроблений компонентний матеріал: на основу з листового склотекстоліту (або гетинаксу) нанесено тонкий струмопровідний шар з мідної фольги. За допомогою цього матеріалу стало можливим виготовляти печатну плату - радіоелектронні блоки менші за габаритами і більш надійні при експлуатації.

### 2.2.2. Застосування типових прийомів подолання технічних суперечностей

Для подолання технічних суперечностей можна використовувати спеціальну таблицю-матрицю, розроблену Г.С. Альтшуллером (див. додаток 1), яка є модифікованим методом десятичних матриць і яка може бути надалі модернізованою у зв'язку з появою нових прийомів технічної творчості.

З метою спрощення запису таблиця в додатку 1 розбита на дев'ять частин, позначених: 1–1, 1–2 ... 2–1, 2–2 ..., 3–2, 3–3. Вся таблиця складається з 39 рядків і стовпців, номер яких вказує на відповідний показник, що характеризує об'єкт задачі. Всі ці показники розшифровані в табл. 2.8

Ті показники, які необхідно за умов задачі змінити (збільшити, зменшити, поліпшити і т. д.), фіксуються в рядках, а ті, які неприпустимо погіршуватися, якщо вирішувати задачу відомими способами, фіксуються в стовпцях. В осередках перетину рядків і стовпців таблиці вписані порядкові номери тих типових евристичних прийомів, застосування яких дозволяє знайти ідею рішення задачі. Наприклад, якщо в удосконалюваному об'єкті необхідно підвищити продуктивність роботи (рядок 39 таблиці) і при цьому погіршиться «точність виготовлення» (стовпець 29 таблиці), то на перетині рядка 39 і стовпця 29 вказані номери 1, 10, 18 і 32 типових евристичних прийомів.

За допомогою цих прийомів можна знайти ідею рішення задачі, що дозволяє поліпшити показник «продуктивність», не погіршуючи «точність виготовлення».

**Як приклад** розглянемо задачу вдосконалення спеціального одягу з метою поліпшення теплозахисних властивостей.

На рис. 2.16 наведено схему взаємодії елементів системи людина – спецодяг – зовнішнє середовище. У ідеальному випадку, коли спецодяг повністю виконує свою функцію, вона є бар'єром, перешкоджаючим дії шкідливих чинників зовнішнього середовища 1. В той же час спецодяг забезпечує тепловий баланс тіла, зберігаючи частину тепла, що виділяється ним, 2 і відводячи його надлишки в навколишнє середовище.

Крім того, в процесі метаболізму людина через шкіру виділяє значну кількість вологи, а також вуглекислий газ 4 і інші продукти.

Стосовно перерахованих вище показників поставлена задача полягає в зменшенні впливу зовнішнього середовища (температура, вітер, волога), діючого на людину. В переліку показників деякі з них відносяться до рухливого об'єкта, а інші — до нерухомого. В даній задачі рухливим об'єктом є людина, а нерухомим — спецодяг.

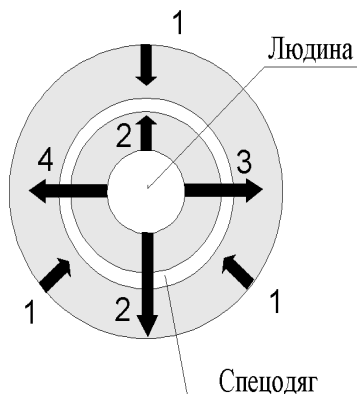


Рис. 2.16. Схема взаємодії елементів системи: людина — спецодяг — зовнішнє середовище

Таким чином, в задачі необхідно мінімізувати показник 30, тобто мінімізувати дію шкідливих чинників (метеорологічних умов), діючих на рухливий об'єкт (людину) ззовні.

Якщо вирішувати задачу відомими методами, тобто збільшувати товщину пакету матеріалу з метою збільшення термічного опору одягу, ряд показників погіршиться. Так, збільшаться маса і об'єм спецодягу, тобто нерухомого об'єкту (показники 2 і 8), погіршиться зручність експлуатації, тобто робота в ній (показник 33), підвищиться складність пристрою (спецодягу) — 36, збільшиться енергія, що витрачається рухливим об'єктом (людиною), — 19 і т. ін. Результати такого аналізу показників системи наведено в табл. 2.8. Далі за допомогою таблиці («див. додаток 1) виписуємо, як це було показано вище, ті евристичні прийоми, які можуть наштовхнути на нову ідею рішення поставленої задачі.

Застосування евристичних прийомів до задачі, що розглядається, може привести, наприклад, до наступних рішень.

1. Прийоми 1, 2 і 15 підказують ідею виготовлення утеплювача спецодягу роз'ємним тобто у вигляді утеплюючої прокладки, що

пристібається до тканини верху, і утепленої білизни.

Таблиця 2.8

Показники, що характеризують об'єкт дослідження

№	Показник
1, 2	Маса відповідно рухливого і нерухомого об'єкта
3, 4	Довжина відповідно рухливого і нерухомого об'єкта
5, 6	Площа відповідно рухливого і нерухомого об'єктів
7, 8	Об'єм відповідно рухливого і нерухомого об'єкта
9	Швидкість
10	Сила
11	Напруження, тиск
12	Форма
13	Стійкість складу об'єкта
14	Міцність
15, 16	Тривалість дії відповідно рухливого і нерухомого об'єкта
17	Температура
18	Освітленість
19, 20	Енергія, що витрачається відповідно рухливим і нерухомим об'єктом
21	Потужність
22, 23, 24, 25	Відповідно втрата енергії, речовини, інформації і часу
26	Кількість речовини
27	Надійність
28, 29	Точність відповідно вимірювання і виготовлення
30, 31	Шкідливі чинники, відповідно діючі на об'єкт
32, 33, 34	Зручність відповідно виготовлення, експлуатації і ремонту
35	Адаптація, універсальність
36	Складність пристрою
37	Складність контролю і вимірювання
38	Ступінь автоматизації
39	Продуктивність

2. Прийоми 31, 40 і 29 спрямовують пошук рішення задачі на розробку і застосування пористих і композиційних матеріалів з різ-

ними газоподібними наповнювачами. Наприклад, теплоізолюючий матеріал містить два шари тканини, сполучених паралельними швами з утворенням теплоізолюючих камер і захисного валика між ними, заповнених пухоподібним наповнювачем.

Таблиця 2.9

Взаємозв'язок показників системи і евристичних прийомів на прикладі зменшення впливу показника 30

Показник, який погіршується, якщо вирішувати задачу традиційними методами	Номер показника	Номери технічних прийомів (принципів)
Маса нерухомого об'єкту	2↑	2, 13, 22, 24
Об'єм	8↑	27, 34, 19, 39
Зручність експлуатації	33↓	2, 25, 28, 39
Складність пристрою (спецодягу)	36↑	29, 40, 19, 22
Енергія, що витрачається рухливим об'єктом (людиною)	19↑	1, 27, 6, 24
Тривалість дії рухливого об'єкту (час безперервного перебування людини на холоді)	15↓	15, 28, 22, 33
Потужність (робота в одиницю часу)	21↓	2, 31, 19, 22
<i>Примітка.</i> Стрілка, направлена вгору, означає що показник збільшується (або поліпшується), а стрілка вниз — зменшується (або погіршується).		

3. Прийоми 15 і 29 підказують, як регулювати захисні властивості одягу залежно від зміни навколишнього середовища, умов роботи і т. ін. і використовувати для цього вентиляційні отвори і повітряні канали. Ця ідея реалізована у винаході спецодягу, в якому залежно від метеорологічних умов і інтенсивності фізичної діяльності робітників нормалізація їх теплового стану здійснюється регулюванням теплового опору спецодягу шляхом зміни прохідного перетину вентиляційних отворів.

На рис. 2.17 показано куртку, що складається з внутрішнього шару, утеплюючого проміжного шару 8 з повітряними каналами 7, які утворені пружними елементами 6, розташованими паралельно

один одному уздовж куртки. Як пружні елементи використовуються поролонові смуги або суцільне гофроване полотно. Поверх проміжного шару 8 розташований зовнішній шар 3 з вентиляційними отворами 2, які виконані у верхній і нижній частинах куртки і забезпечені засобами для зміни їх прохідних перетинів.

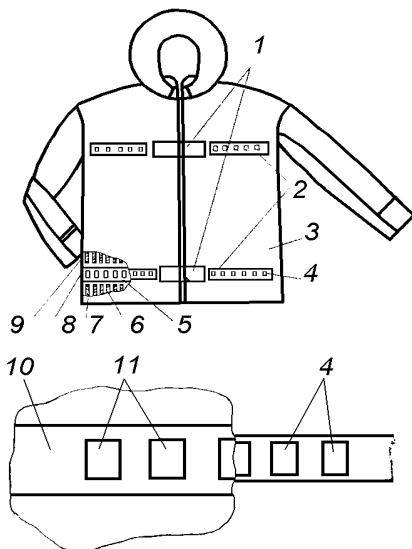


Рис. 2.17. Куртка

Вентиляційні отвори виконані у вигляді окремих вікон 4 в зовнішньому шарі 3. Засоби для зміни прохідних перетинів забезпечені приводом переміщення і виконані у вигляді заслінок 5 з прорізами 11, розміри яких відповідають розмірам вікон 4 вентиляційних отворів 2 (а.с. 1284500 СРСР. МКИ<sup>3</sup> А41О 13/00. Спец-одяг для захисту від холоду / П. П. Кокеткін і ін. Опубл. 23.01.87).

Привод переміщення виконаний у вигляді ремня 10, об'єднуючого всі заслінки 5, розташовані на одному рівні, в єдиний ланцюг за допомогою текстильної застібки 7. Прорізи 11 виконані в ремені 10 напроти вікон 4 вентиляційних отворів 2. При переміщенні ремня 10 на застібку 1, розташовану зовні одягу, можна зменшувати прохідний перетин вентиляційних отворів за рахунок перекриття вікон 4 (часткового або повного).

4. Принцип заміни механічної схеми (28) підказує ідею використання замість утеплюючої прокладки додаткових джерел обігріву за допомогою різних видів енергії. Наприклад, фахівцями легкої промисловості розроблений одяг, в якому використані пластинчасті термонагрівачі, призначені для забезпечення усередині одягу температурного режиму, що вимагається. Термонагрівачі вмонтовуються в різних зонах одягу і одержують живлення від малогабаритних батарей (а.с. 1326679 СРСР. МКИ<sup>3</sup> О 04 Н 13/00. Теплоізолюючий матеріал / В. В. Лаврінович. Опубл. 30.07.87).

В даний час продовжуються спроби виявлення інших евристичних прийомів і правил. Разом з тим слід зазначити, що винаходи високих рівнів виходять в результаті використання декількох прийомів одночасно. Евристичні прийоми можуть утворювати комплекси і приєднувати до себе фізичні і хімічні ефекти.

### 2.3. Основи теорії рішення винахідницьких задач

З кінця 40-х років в деяких країнах почалася розробка теорії науково-технічної творчості, або, як його інакше називають, теорії рішення винахідницьких задач (**ТРВЗ**). Її складовою частиною, основним робочим інструментом є **АРВЗ – алгоритм рішення винахідницьких задач**. Термін «алгоритм» у вузькому розумінні означає набір правил, розпоряджень, що дозволяють вирішувати конкретні задачі з деякого класу однотипних задач.

В широкому значенні АРВЗ – це комплексна програма, що заснована на законах розвитку технічних систем і дозволяє проаналізувати початкову задачу, побудувати її модель, виявити суперечність, що заважає отриманню бажаного результату звичайними (відомими) шляхами і знайти найефективніший прийом розв'язання цієї суперечності. Сутність АРВЗ описано у ряді книг Г.С. Альтшуллера [8-13].

Процес рішення винахідницької задачі за допомогою АРВЗ схематично представлений на рис. 2.18. Послідовність, спрямованість, активізація мислення в ньому досягаються орієнтуванням на ідеальний кінцевий результат (ІКР), тобто на ідеальне рішення (спосіб, пристрій).

Процес рішення винахідницької задачі полягає в тому, щоб шляхом порівняння ідеального і реального виявити технічну суперечність або його причину (фізична суперечність) і усунути його, перебравши відносно невелике число варіантів.

АРВЗ, починаючи з 50-х років, безперервно удосконалюється і розвивається.

На рис. 2.19 наведено один з останніх варіантів алгоритму АРВЗ [10] в дещо скороченому вигляді. Алгоритм включає дев'ять блоків (рис.2.19).

Здійснюється перехід від ситуації винахідництва до моделі задачі.



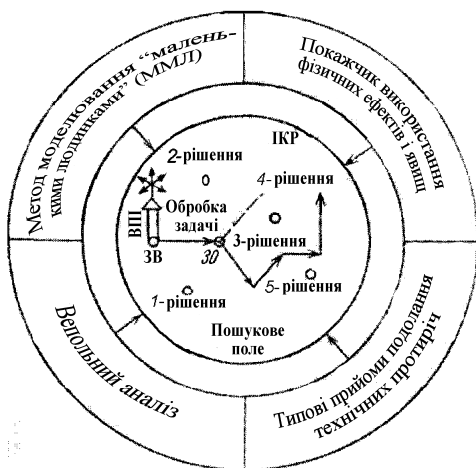


Рис.2.18. Схема рішення задачі винахідництва по АРВЗ: ЗВ – задача вихідна; ВПІ – вектор психологічної інерції; 30 – задача оброблена; ІКР – ідеальний кінцевий результат

### 2.3.1. Аналіз задачі

Здійснюється перехід від ситуації винахідництва до моделі задачі.

1.1. Записати умови задачі (без спеціальних термінів!) за наступною формою: технічна система для (вказати призначення) включає (перерахувати основні частини системи). Технічна суперечність 1 (вказати). Технічна суперечність 2 (вказати). Необхідно при мінімальних змінах в системі (вказати результат, який має бути отриманий).

Примітка. Задачу одержують, виходячи з ситуації винахідництва і вводячи обмеження: «Все залишається без змін або спрощується, але при цьому з'являється необхідна дія (властивість), або зникає шкідлива дія (властивість)». При записі п. 1.1 слід вказати не тільки технічні частини системи, але і природні, взаємодіючі з технічними. Технічними суперечностями (ТС) називають взаємодії в системі, які полягають, наприклад, в тому, що корисна дія викликає одночасно шкідливе або введення (посилення) корисної дії або усунення (ослабіння) шкідливого, викликає погіршення (зокрема, неприпустиме ускладнення) однієї з частин системи або всієї системи в цілому.

Приклад [69, с. 143]. Технічна система для ниткового з'єднання деталей одягу (або взуття) за допомогою двохниткової човникової строчки включає

верхню 2 рис. 2.20) і нижню 5 нитки і відповідні механізми, що забезпечують їх переплетення. Човниковий стібок є замкнутим контуром, утвореним переплетенням верхньої і нижньої ниток (вузли переплетення 1).

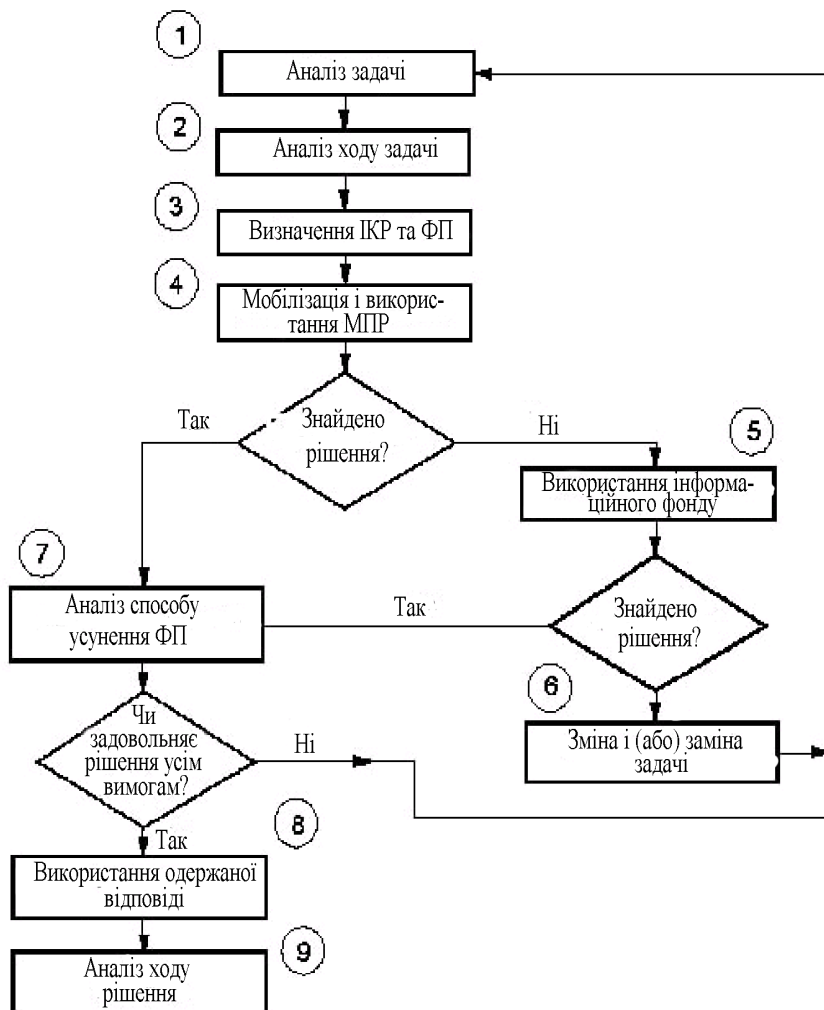


Рис. 2.19. Блок-схема алгоритму АРВЗ

У виробничих умовах в процесі виконання технологічної операції в результаті дії зовнішніх чинників спостерігається зсув вузлів переплетення вгору (рис. 2.20,б) або вниз (рис. 2.20, в) щодо середини матеріалів 3 і 4, які сполучаються, що викликає отримання строчки поганої якості. Знайти цей дефект можна органолептично і лише після виконання технологічної операції. Така суб'єктивна оцінка якості з'єднання деталей залежить в основному від кваліфікації і уважності робітника, що виконує технологічну операцію і проводить контроль, і тому часто приводить до появи браку в напівфабрикатах або готових виробів. Крім того, оскільки контроль якості строчки проводиться після виконання технологічної операції, своєчасне регулювання параметрів устаткування, що впливають на якість переплетення ниток, або його автоматична зупинка, неможливі.

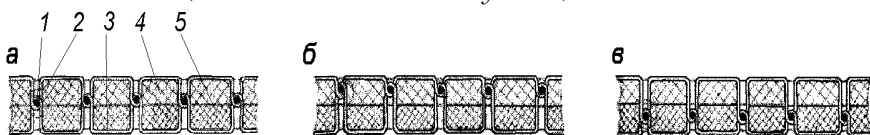


Рис. 2.20. Схема переплетення ниток при зшиванні двох смуг тканини на човниковій швейній машині

Сформулюємо технічні суперечності:

- ТС-1: якщо періодично зупиняти машину, контролювати якість строчки і здійснювати при необхідності регулювання механізмів натягнення верхньої або нижньої нитки, то підвищиться якість з'єднання, але знизиться продуктивність праці при виконанні цієї технологічної операції;

- ТС-2: якщо машину не зупиняти і не здійснювати періодичного регулювання натягнення верхньої або нижньої нитки, то продуктивність праці не знизиться, але збільшиться ймовірність появи браку. В задачі необхідно, не знижуючи продуктивності праці, забезпечити необхідну якість переплетення ниток в строчці на швейній машині, що виконує строчку двохниткового човникового стібка.

1.2. Виділити і записати конфліктуючу пару елементів: виріб – інструмент.

Приклад. Вироби – сточувані матеріали; інструменти – механізми голки і човника відповідно з верхньою і нижньою ниткою. Технологічна схема утворення двохниткового човникового стібка включає наступні основні операції (рис. 2.21): проколювання матеріалу голкою проведення нитки через матеріал; утворення петлі з нитки голки; захоплення в розширен-

ня петлі носиком човника; обвід петлі навкруги шпульки; затягування ниток стібка; просування матеріалу на величину кроку стібка [63].

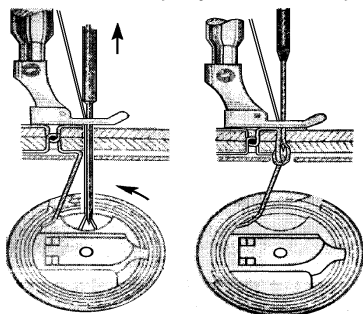


Рис. 2.21. Схема одержання двохниткового човникового стібка

1.3. Скласти графічні схеми технічних суперечностей ТС-1 і ТС-2.

#### Приклад.

ТС-1: частіше зупиняти машину і контролювати місце розташування вузлів переплетення ниток і при необхідності регулювати механізми подачі верхньої і нижньої ниток (рис. 2.22, а). Якість виконання технологічної операції з'єднання деталей при цьому підвищується, але знижується продуктивність;

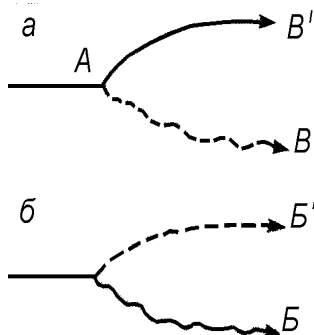


Рис. 2.22. Схеми технічних суперечностей: а – підвищується якість, але знижується продуктивність виконання технологічної операції; б – не знижується продуктивність, але погіршується якість; А – механізми регулювання натягнення верхньої і нижньої ниток; В і В' – відповідно нормальна і низька якість переплетення ниток; В і В' – відповідно низька і більш висока продуктивність процесу з'єднання деталей

ТС-2: регулювання механізмів подачі верхньої або нижньої нитки проводити тільки при появі дефектів з'єднання (рис. 2.22, б). При цьому не знижується продуктивність, але погіршується якість з'єднання деталей виробу.

1.4. Вибрати з двох схем конфлікту (див. рис. 2.22) ту, яка забезпечує якнайкраще здійснення головного виробничого процесу (основної функції технічної системи, вказаної в умовах задачі). Вказати головний виробничий процес.

*Примітка.* Вибираючи одну з двох схем конфлікту, ми вибираємо і один з двох протилежних станів інструменту. Подальше рішення повинне бути прив'язано саме до цього стану. АРВЗ вимагає загострення, а не згладжування конфлікту.

*Приклад.* Головна функція системи – високоякісно сполучати деталі з тканини або шкіри. Тому слід вибрати ТС-1, оскільки в цьому випадку забезпечується підвищення якості виконання технологічної операції.

1.5. Посилити конфлікт, вказавши граничний екстремальний стан (дію) елементів.

**Правило :більша частина задач містить конфлікт типу «багато елементів» («сильний елемент» – «слабкий елемент» і т. ін.).**

Конфлікт типу «мало елементів» при посиленні необхідно приводити до одного вигляду – «нуль елементів» («відсутній елемент»).

*Приклад.* Вважатимемо, що замість періодичного частого контролю якості переплетення ниток в ТС-1 вказаний безперервний контроль.

1.6. Записати формулювання моделі задачі, вказавши конфліктуючу пару; посилене формулювання конфлікту; що повинен зробити для вирішення задачі ікс-елемент, який вводиться (що він має зберегти і що має усунути, поліпшити, забезпечити і т. д.).

*Примітка.* Ікс-елемент не обов'язково має бути якоюсь новою речовинною частиною системи. Ікс-елемент – ця зміна в системі. Він може характеризувати, наприклад, зміну температури або агрегатного стану якоїсь частини системи або зовнішнього середовища.

*Приклад.* Дані матеріали, що сполучаються, і інструменти, що безпосередньо з ними взаємодіють: голка і човник відповідно з верхньою і нижньою ниткою. Безперервний контроль якості переплетення ниток відомими способами виключає появу дефектів або браку, але в той же час не забезпечує хорошого з'єднання деталей. Необхідно знайти такий ікс-елемент, який, зберігаючи здатність системи сполучати деталі, забезпечував би безперервний контроль якості переплетення ниток в строчці в процесі виконання технологічної операції, а, отже і високу продуктивність.

### 2.3.2. Аналіз моделі задачі

Забезпечує облік наявних ресурсів, які можна використовувати при рішенні задачі: ресурсів простору, часу, речовин і полів.

2.1. Визначити оперативну зону, що є простором, в межах якого виникає конфлікт, вказаний в моделі задачі.

*Приклад.* В задачі про контроль якості з'єднання деталей оперативна зона — це місце знаходження вузлів переплетення в товщі матеріалів, що сполучаються.

2.2. Визначити оперативний час, тобто наявні ресурси часу: конфліктне і час до конфлікту.

*Приклад.* В задачі про безперервний контроль якості з'єднання деталей оперативний час є часом, протягом якого вузли переплетення зміщуються вгору або вниз щодо середини сточуваних матеріалів на встановлену величину (наприклад, на 1 мм).

2.3. Визначити речовинно-польові ресурси <sup>2</sup> системи, що розглядається, зовнішнього середовища, виробу і скласти їх список.

*Приклад.* В задачі про контроль якості з'єднання деталей одягу або взуття фігурують наступні речовини — деталі (К — виріб), що сполучаються, верхня і нижня нитки з механізмами голки човника (В — інструмент), механічна дія від приводу (П — механічне поле). Матеріально-польові ресурси в даному випадку — це додаткові речовини і (або) поле, що дозволяє визначати місце знаходження вузлів переплетення усередині деталей, які сполучаються.

### 2.3.3. Визначення ідеального кінцевого результату і фізичної суперечності

Формулюється ідеальне рішення (ІКР) і визначається фізична суперечність (ФС), що заважає досягненню ІКР (рис. 2.23).

3.1. Записати формулювання ІКР-1: ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи системи і не викликаючи шкідливих явищ, усуває шкід-

---

<sup>2</sup> Речовинно-польові ресурси (РПР) — це речовини і поля, які вже є або можуть бути легко отримані за умов задачі. Аналіз РПР на етапі 2.3 є попереднім.

дливу дію (вказати яку) протягом оперативного часу в межах оперативної зони, зберігаючи здатність інструменту виконувати корисну дію (вказати яку).

Примітка. Окрім конфлікту «шкідлива дія пов'язана з корисною дією», можливі і інші конфлікти. Загальне значення формулювань ІКР: придбання корисної якості (або усунення шкідливої) не повинне супроводитися погіршенням інших якостей (або появою шкідливої якості).

Приклад. Ікс-елемент, абсолютно не ускладнюючи системи і не викликаючи шкідливих явищ, усуває погану якість ниткового з'єднання деталей виробу шляхом безперервного контролю переплетення ниток в строчці і своєчасного регулювання механізму подачі нитки голки, не допускаючи зниження продуктивності на даній технологічній операції.

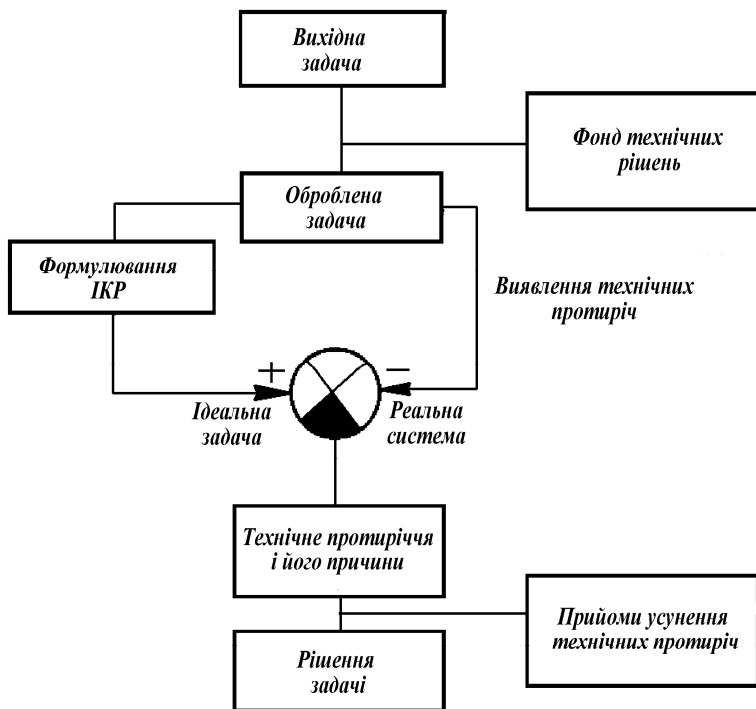


Рис. 2.23. Схема виявлення і усунення технічної суперечності в АРВЗ

3.2. Посилити формулювання ІКР-1 додатковою вимогою: в системі не можна вводити нові речовини і поля, необхідно використовувати матеріально-польові ресурси.

*Приклад.* В задачі з підвищення якості ниткового з'єднання деталей є виріб, інструмент і механічне поле. В систему, що виконує основну функцію, не потрібно вводити нові речовини і поля, а ікс-елемент повинен забезпечити виконання функції контролю і регулювання.

3.3. Записати формулювання фізичної суперечності<sup>3</sup> на макрорівні: оперативна зона протягом оперативного часу повинна мати фізичний макростан (вказати який, наприклад «бути більш гарячим»), щоб виконувати одну з конфліктуючих дій (вказати яку), і повинна мати протилежний фізичний макростан (вказати який, наприклад «бути холодною»), щоб виконувати іншу конфліктуючу дію або вимогу (вказати яку).

*Примітка. Приклад.* Оперативна зона повинна володіти властивістю контролювати місце розташування вузлів переплетення верхньої і нижньої ниток усередині сточуваних матеріалів і не повинна володіти цією властивістю, щоб значно не ускладнювати системи і не знижувати якості з'єднання деталей.

3.4. Записати формулювання фізичної суперечності на мікрорівні: в оперативній зоні повинні бути частинки речовини<sup>4</sup> (вказати їх фізичний стан або дію), щоб забезпечити макростан (вказати те, що вимагається за поз. 3.3), і не повинно бути таких частинок (або повинні бути частинки з протилежним станом або дією), щоб забезпечити інший макростан (вказати те, що вимагається за поз. 3.3).

*Приклад.* В оперативній зоні повинні бути дрібні частинки речовини, щоб забезпечити контроль місця розташування вузлів переплетення верхньої і нижньої ниток усередині сточуваних деталей, і не повинно бути таких частинок, щоб не ускладнювати оброблюваного виробу.

**Увага.** Три перші блоки АРВЗ істотно перебудовують початкову задачу. Підсумок цієї перебудови підводить поз. 3.5. Складаючи

---

<sup>3</sup> Фізичною суперечністю називають протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони.

<sup>4</sup> Частинки можуть виявитися просто частинками речовини, частинками речовини в поєднанні з якимсь полем або (рідше) частинками поля.



*формулювання ІКР-2, одночасно одержуємо нову задачу – фізичну. Надалі треба вирішувати саме цю задачу.*

3.5. Записати формулювання ідеального кінцевого результату ІКР-2: оперативна зона (вказати) протягом оперативного часу (вказати) повинна сама забезпечувати протилежні фізичні макро- або мікростани (вказати).

*Приклад.* Верхня нитка, направлена в голку, за допомогою механізму її подачі сама забезпечує повернення вузлів переплетення верхньої і нижньої ниток в середину товщі деталей, що сполучаються, у разі їх зсуву щодо цього положення.

### **2.3.4. Мобілізація і застосування речовинно-польових ресурсів**

Здійснюються планомірні операції по збільшенню ресурсів: розглядаються похідні РПР, одержувані майже безкоштовно шляхом мінімальних змін наявних ресурсів.

4.1. Метод моделювання «маленькими людинками» (ММЛ<sup>5</sup>):

- а) використовуючи метод ММЛ побудувати схему конфлікту;
- б) змінити цю схему так, щоб «маленькі людинки» діяли, не викликаючи конфлікту;
- в) перейти до технічної схеми.

«Конфліктуючі вимоги» — це конфлікт з моделі задачі або протилежні фізичні стани, вказані в поз. 3.5. Ймовірно, краще останнє, але поки немає чітких правил переходу від фізичної задачі (поз. 3.5) до ММЛ. Легше малювати «конфлікт» в моделі задачі. Поз. 4.1, б часто можна виконати, сумістивши на одному малюнку два зображення: погана і хороша дія. Якщо події розвиваються в часі, доцільно зробити декілька послідовних малюнків.

*Приклад.* «Маленькі людинки» - визначають середину сточуваних матеріалів, спостерігають за місцем розташування вузлів переплетення ниток в їх товщі і при відхиленні цих вузлів вниз або вгору щодо середини на гранично допустимі величини змінюють дію на верхню нитку, відповід-

---

<sup>5</sup> Метод ММЛ полягає в тому, що конфліктуючі вимоги схематично представляють у вигляді умовного рисунка, на якому діє велике число «маленьких людей». Зображати у вигляді «маленьких людей» слід тільки змінні частини моделі задачі (інструмент, ікс-елемент).

но збільшуючи - або зменшуючи її натягнення (рис. 2.24). Сутність конфлікту полягає в тому, що «маленькі людинки» повинні знаходитися у середині шару деталей, що сполучаються, щоб визначати місце розташування вузлів переплетення ниток, і не повинні там знаходитися, щоб не погіршувати і не ускладнювати системи.

4.2. Якщо з умов задачі відомо, якою має бути готова система, і задача зводиться до визначення способу отримання цієї системи, може бути використаний метод «крок назад від ІКР». Зображають готову систему, а потім вносять в рисунок мінімальну демонструючу зміну. Наприклад, якщо в ІКР дві деталі стикаються, то при мінімальному відступі від ІКР між деталями треба показати зазор. Виникає перша задача (мікрозадача): як усунути дефект? Вирішення такої мікрозадачі звичайно не викликає труднощів і часто підказує спосіб рішення загальної задачі.

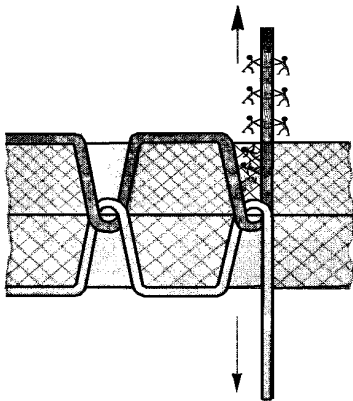


Рис. 2.24. Модель управління якістю переплетення ниток за допомогою «маленьких людинок»

4.3. Визначити, чи розв'язується задача застосуванням суміші ресурсних речовин<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Якби для рішення могли бути використані ресурсні речовини в тому вигляді, в якому вони дані, задача, швидше за все, не виникла б або була б вирішена автоматично. Звичайно потрібні нові речовини. Але введення нових речовин пов'язане з ускладненням системи, появою побічних шкідливих чинників і т. ін. Суть роботи з РПР в блоці 4 АРВЗ полягає в тому, щоб обійти цю суперечність (як би ввести нові речовини, але не вводячи їх).

4.4. Визначити, чи розв'язується задача заміною наявних ресурсних речовин, порожниною або сумішшю ресурсних речовин з порожниною.

4.5. Визначити, чи розв'язується задача застосуванням речовин похідних від ресурсних (або застосуванням суміші цих похідних речовин з «порожниною»). Похідні ресурси речовини одержують, наприклад, зміною агрегатного стану наявних ресурсних речовин. Якщо, наприклад, ресурсна речовина вода, то до похідних відносяться лід і пара. Похідними вважаються і продукти розкладання, ресурсних речовин. Так, для води похідними будуть водень і кисень. Для багатокomпонентних речовин похідні — їх компоненти.

4.6. Визначити, чи розв'язується задача введенням замість речовини електричного поля або шляхом взаємодії двох електричних полів.

4.7. Визначити, чи розв'язується задача застосуванням пари поле — добавка речовини, що відкликається на поле (наприклад, магнітне поле — фероматеріал, ультрафіолетове поле — люмінофор, теплове поле — метал з пам'яттю форми і т. ін.).

*Приклад.* Якщо в нитку ввести речовину, наприклад, феромагнітну і застосувати поле типу рентгенівського проміння, то на екрані робітництва може бачити місце знаходження вузлів переплетення ниток щодо нанесених на екран дисплея граничних ліній товщини деталей. Принципово це можливо. Проте воно - технічно складне і економічно недоцільне. Необхідно продовжити пошук більш надійного і економічного методу рішення поставленої задачі<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> В поз. 2.3 розглянуті наявні РПР. Поз. 4.3—4.5 відносяться до РПР, похідним від наявних. Поз. 4.6 - частковий відхід від наявних і похідних РПР: вводять «сторонні» поля. Поз. 4.7 — ще один відступ: вводять «сторонні» речовини і поля.

<sup>8</sup> Повернення до стандартів відбувається, по суті, вже в поз. 4.6 і 4.7. До цього головною ідеєю було використання наявних РПР — по можливості, уникаючи введення нових речовин і полів. Якщо задачу не вдається вирішити в рамках наявних і похідних РПР, доводиться вводити нові речовини і поля. Більшість стандартів якраз і відносяться до техніки введення добавок.

Рішення задачі тим ідеальніше, чим менше витрати РПР. Проте не кожна задача розв'язується при малій витраті РПР. Іноді доводиться поступати, вводячи «сторонні» речовини і поля. Робити це треба тільки при дійсній необхідності, якщо ніяк не можна обійтися наявними РПР.

### 2.3.5. Застосування інформаційного фонду

У багатьох випадках блок 4 АРВЗ приводить до рішення задачі. В таких випадках можна переходити до блоку 7. Якщо ж після п. 4.7 відповіді немає, треба перейти до блоку 5, який забезпечує використання досвіду, сконцентрованого в інформаційному фонді ТРВЗ.

5.1. Розглянути можливість рішення задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням РПР, уточнених в блоці 4 за стандартами<sup>8</sup> [55].

5.2. Розглянути можливість рішення задачі (у формулюванні ІКР-2 і з урахуванням РПР, уточнених в блоці 4) по аналогії з ще нестандартними задачами, раніше вирішеними по АРВЗ.

*Примітка.* При нескінченному різноманітті задач винахідництва число фізичних суперечностей, на яких «тримаються» ці задачі, порівняно невелике. Тому значна частина їх розв'язується по аналогії з іншими задачами, що містять аналогічну суперечність. Зовні задачі можуть бути вельми різними, аналогія виявляється після аналізу – на рівні фізичної суперечності.

5.3. Розглянути можливість усунення фізичної суперечності за допомогою типових прийомів вирішення фізичних протиріч [10].

**Правило: придатні тільки ті рішення, які співпадають з ІКР або практично близькі до нього.**

*Приклад.* По таблиці, «Вирішення фізичних протиріч» вибираємо, принцип 1 – розділення суперечливих властивостей в просторі. Використовуючи цей принцип, приймаємо рішення, що параметри, які визначають місце розташування вузлів переплетення ниток, необхідно визначати за межами деталей, що сполучаються. Аналіз процесу утворення двохниткової човникової строчки показує, що визначити місце розташування вузлів переплетення усередині деталей, що сполучаються, можна шляхом вимі-

рювання витрати верхньої і нижньої ниток. При нормальній строчці вузли, утворювані нитками, що переплітаються, знаходяться в середині товщі сточуваних деталей. В цьому випадку витрата верхньої і нижньої ниток на утворення стібка однакова.

Якщо вузли переплетення під дією зовнішніх чинників, що випадково змінюються, зміщуються вгору або вниз щодо середини товщі сточуваних деталей, витрати верхньої, і нижній ниток відрізняються одне від одного. Отже, вимірюючи витрати верхньої і нижньої ниток і порівнюючи їх, можна судити про місце розташування вузлів переплетення ниток, тобто про якість з'єднання деталей виробу за допомогою двохниткової човникової строчки. Якщо якість переплетення ниток в строчці не відповідає встановленим вимогам, то на підставі результатів порівняння величин витрат верхньої і нижньої ниток здійснюють регулювання механізму подачі, наприклад, верхньої нитки, ліквідуючи зсув, що з'явився.

*Контрольна відповідь:*

«І. Спосіб контролю якості переплетення ниток в строчці на швейній машині, відмінний тим, що, з метою здійснення об'єктивного контролю якості переплетення ниток під час виконання технологічної операції на машині, витрати верхньої і нижньої ниток перетворюються в сигнали, які автоматично порівнюються, і за різницею сигналів проводиться оцінка якості переплетення ниток.

2. Спосіб по п. 1, відмінний тим, що, з метою здійснення дистанційного регулювання параметрів швейної машини, які впливають на якість переплетення ниток, різницю сигналів використовують для включення механізмів, регулюючих вказані параметри швейної машини»<sup>9</sup>.

5.4. Використовування «Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ». Розглянути можливість усунення фізичних суперечностей з його допомогою<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> А. с. 310959 СССР. МКИ<sup>3</sup> О 05 В 45/00. Способ контроля качества переплетения ниток в строчке на швейной машине / В. А. Пищиков, О. Н. Гордеев. Опубликовано. 09.08.71.

<sup>10</sup> Розділи «Указатель применения физических эффектов и явлений» опубліковано в журналі «Техника и наука» (№ 1—9. 1981 и № 3 — 8, 1982), а також в роботі «Указатель физических явлений и эффектов для решения изобретательских задач» / Г.В. Бородастов и др. —М.: ЦНИИАтоминформ, 1979.

### 2.3.6. Зміна і (або) заміна задачі

Прості задачі розв'язуються шляхом безпосереднього подолання ФС, наприклад розділенням суперечливих властивостей в часі або в просторі.

Рішення складних задач звичайно пов'язано із зміною значення задачі — зняттям первинних обмежень, обумовлених психологічною інерцією і до рішення уявних очевидними. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішити: задачі винахідництва не можуть бути відразу поставлені точно. Процес рішення, по суті, є процес коректування задачі.

6.1. Якщо задача вирішена, перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

*Приклад. Ідея рішення задачі (рис. 2.25), що розглядається, полягає в тому, що необхідно виміряти витрату верхньої і нижньої ниток, порівнювати одержувані сигнали і у разі їх нерівності через виконавчий пристрій впливати на механізм регулювання натягнення верхньої нитки в процесі виконання технологічної операції.*

*Як датчики витрати верхньої і нижньої ниток можуть бути використаний вимірювальні шків, кільця які охоплюються, відповідно верхньою і нижньою ниткою<sup>11,12</sup>.*

Під час роботи швейної машини в результаті дії сил тертя вимірювальні шків, кільця, обертаються, обертаючи модулятори світла, які перетворюють довжину нитки, що витрачається, в кількість імпульсів. Сигнали від світловимірювальних пристроїв витрати верхньої і нижньої ниток порівнюються. Якщо витрати ниток не рівні, сигнал відхилення через підсилювач подається на виконавчий механізм, який таким, чином впливатиме на пристрій регулювання натягнення верхньої нитки, щоб ліквідувати розузгодження, що з'яви-

---

<sup>11</sup> А. с. 294887 СССР, МКИ<sup>3</sup> О 05 В 45/00. Устройство для измерения расхода нижней нити на швейной машине с центральношпульным челноком / В. А. Пишиков, О. Н. Гордеев. Оpubл. 04.11.71.

<sup>12</sup> А. с. 775208 СССР, МКИ<sup>3</sup> О 05 В 45/00. Устройство для измерения расхода нити на швейной машине / О. Н. Гордеев. Оpubл. 30.10.80.

лося, а, отже, повернути вузли переплетення ниток в середину товщі сточуваних деталей.

6.2. Якщо відповіді немає, перевірити, чи не є формулювання поз. 1.1 поєднанням декількох різних задач. В цьому випадку слід змінити поз. 1.1, виділивши окремі задачі для почергового вирішення (звичайно достатньо вирішити одну головну задачу).

6.3. Якщо відповіді немає, змінити задачу, вибравши на етапі 1.4 іншу технічну суперечність.

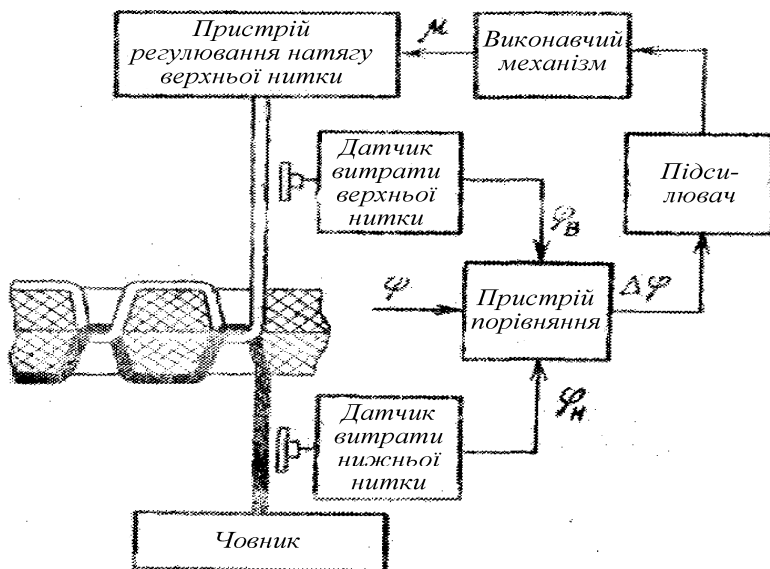


Рис. 2.25. Структурна схема пристрою автоматичного регулювання якості переплетення ниток:

$\varphi$  — завдання;  $\varphi_v$   $\varphi_n$  — сигнали, пропорційні відповідно витратам верхньої і нижньої ниток;  $\Delta\varphi$  — відхилення різниці сигналів;  $\varphi_v$  і  $\varphi_n$  — від заданого значення;  $\mu$  — регулююча дія.

Приклад. Технічну суперечність стосовно задачі, що розглядається, можна було б сформулювати і в наступному вигляді. Дано сточувані матеріали, голка і човник з нитками. Голка і човник з нитками мають здатність сполучати деталі виробу, але не забезпечують повернення вузлів, утворених верхньою і нижньою нитками, що переплітаються, в середи-

ну товщі деталей, що сполучаються, у разі їх зсуву вниз або вгору щодо цієї середини під дією випадкових чинників.

6.4. Якщо відповіді немає, повернутися до поз. 1.1 і наново сформулювати задачу, віднісши її до надсистеми. При необхідності таке повернення скоюють кілька разів — з переходом до надсистеми і т.д.

Приклади:

1. Одяг виготовляти шляхом безпосереднього перетворення вихідного полімерного матеріалу в готовий виріб (напилення полімерного матеріалу на форми, полімеризація на форми в розчині і т. п.).

2. Замінити нитковий спосіб з'єднання деталей одягу або взуття. Наприклад, застосувати клейові, зварні і інші методи з'єднання деталей.

### **2.3.7. Аналіз способу усунення фізичної суперечності**

Здійснюється перевірка якості одержуваної відповіді. Фізична суперечність повинна бути усунена майже ідеально. Краще витратити додатковий час на отримання нової, більш сильної, відповіді, ніж потім довго боротися за погано впроваджувану слабку ідею.

7.1. Контроль відповіді. Розглянути речовини, що вводяться, і поля. Чи можна не вводити нові речовини і поля, використавши МПР — наявні і похідні? Чи можна використати саморегульовані речовини<sup>13</sup>? Ввести відповідні поправки в технічну відповідь.

7.2. Провести попередню оцінку отриманого рішення, відповівши на наступні питання:

а) чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР-1 («Елемент сам ...»)?

б) яка фізична суперечність усунена (і чи усунено) отриманим рішенням?

в) чи містить отримана система хоча б один добре керований елемент? який саме? як здійснювати управління?

---

<sup>13</sup> Саморегульовані речовини — це такі, які певним чином міняють свої фізичні параметри при зміні «зовнішніх умов», наприклад, втрачають магнітні властивості при нагріванні вище за точку Кюрі. Застосування саморегулюючих речовин дозволяє міняти стан системи або проводити в ній вимірювання без додаткових пристроїв.



г) чи придатне рішення, знайдене для «одноциклової» моделі задачі в реальних умовах з багатьма циклами?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоча б одному з контрольних питань, повернутися до поз. 5.1.

7.3. Перевірити (за патентними даними) формальну новизну отриманого рішення.

7.4. Які підзадачі виникнуть при технічній розробці отриманої ідеї? Записати можливі підзадачі — винахідництва, конструкторські, розрахункові, організаційні.

### **2.3.8. Застосування отриманої відповіді**

Забезпечується максимальне використання ресурсів знайденої ідеї, оскільки хороша ідея не тільки вирішує конкретну задачу, але і дає універсальний ключ до багатьох інших аналогічних задач.

8.1. Визначити, яка має бути змінена надсистема, в яку входить змінена система.

8.2. Перевірити, чи може змінена система (або надсистема) застосовуватися по-новому.

8.3. Використати отриману відповідь при рішенні інших технічних задач:

а) сформулювати в узагальненому вигляді отриманий принцип рішення;

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при рішенні інших задач;

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому;

г) побудувати морфологічну таблицю, наприклад типу «розташування частин — агрегатні стани виробу» — або «використані поля — агрегатні стани зовнішнього середовища» і розглянути можливі перебудови відповіді по позиціях цих таблиць;

д) розглянути зміну знайденого принципу при зміні розмірів системи (або головних її частин): розміри прагнуть нуля, розміри прагнуть нескінченності.

### **2.3.9. Аналіз ходу рішення**

Забезпечує підвищення творчого потенціалу інженера.

9.1. Порівняти реальний хід рішення даної задачі з теоретичним (за АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

9.2. Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарти, прийоми, фізичні ефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в попередній накопичувач.

*Приклад.* Використовуючи типові прийоми усунення технічних суперечностей і таблицю їх застосування, перевіримо знайдене вище рішення задачі, що розглядається, Підвищення якості переплетення ниток в строчці шляхом періодичної зупинки машини в процесі виконання технологічної операції і регулювання величини натягнення ниток приводить до допустимого зниження продуктивності праці. В комірці таблиці додатку, утвореній перетином рядка 29 – точність обробки (показник, який необхідно поліпшити) і стовпця 39 – продуктивність (показник, який при цьому погіршується), знаходимо номери типових прийомів подолання технічних суперечностей – 10, 18, 32 і 39. Застосовуємо вказані прийоми для пошуку можливих варіантів рішення задачі, що розглядається.

Принцип попереднього виконання (10) орієнтує на розробку і установку на швейній машині системи, що забезпечує автоматичний контроль якості переплетення верхньої і нижньої ниток в строчці і автоматичне регулювання параметрів швейної машини, впливаючих на якість переплетення ниток. В цьому випадку рішення задачі зводиться до пошуку датчиків контролю показників, що визначають якість переплетення ниток в строчці на швейній машині в процесі виконання технологічної операції. Це рішення підтверджує знайдене вище.

Принцип використання механічних коливань (13) підказує ідею застосувати високочастотну або ультразвукову зварку, якщо матеріали, що сполучаються термопластичні. Заміна ниткових методів з'єднання деталей виробів легкої промисловості дозволяє перейти від послідовної обробки до паралельної. Управління якістю з'єднання не представляє труднощів.

Принцип зміни забарвлення (32) наштовхує на рішення, коли сточувані матеріали на період виконання технологічної операції в місці їх з'єднання зробити прозорими або у фарбники ниток додавати такі фарбувальні речовини, які дозволили б за допомогою спеціальних датчиків і приладів контролювати місце розташування вузлів переплетення ниток в товщі матеріалів, що сполучаються.

Принцип зміни ступеня інертності (39) не дає ідеї можливого напрямку пошуку рішення задачі, що розглядається.

Аналогічну перевірку знайденого технічного рішення можна здійснити за допомогою стандартів або фізичних ефектів.

### 2.3.10. Опис нового технічного рішення [77]

Важливо не тільки знайти рішення, але і правильно його описати.

Основними документами, що відображають сутність нового технічного рішення, є опис винаходу з формулою винаходу, а також відповідні графічні матеріали (креслення, схеми і ін.).

Опис винаходу включає наступні розділи:

- назва винаходу і клас Міжнародної класифікації винаходів (МКВ), до якого воно відноситься; область техніки, до якої відноситься винахід, і переважна область використання винаходу; характеристика аналогів винаходу; характеристика вибраного прототипу;
- критика прототипу; мета винаходу; сутність винаходу і його відмітні (від прототипу) ознаки; перелік фігур графічних зображень;
- приклади конкретного виконання; техніко-економічна або інша ефективність; формула винаходу.

**Назва винаходу.** Назва винаходу повинна бути точною, короткою і конкретною, містити не більше 8–10 значущих слів, відповідати певній рубриці МКВ і конкретно указувати, до якого роду об'єкту (пристрій, спосіб або речовина) відноситься пропоноване технічне рішення.

Наприклад, назви деяких винаходів легкої промисловості мають вигляд: спосіб формування деталей одягу<sup>14</sup>; пристрій для обігріву стопи ноги<sup>15</sup>; подошва взуття<sup>16</sup>; спосіб термообробки напів-

---

<sup>14</sup> А. с. 820792 СССР. МКИ<sup>3</sup> А 41 Н 27/00//А 41 Н 43/00. Способ формирования деталей одежды / Хорст Штуртцель и др. Опубл. 15.04.81.

<sup>15</sup> А. с. 1223883 СССР. МКИ<sup>3</sup> А 43 В 7/02. Устройство для обогрева стопы ноги/В. Н. Феоктистов, Н. А. Воробьев. Опубл. 15.04.86.

<sup>16</sup> А. с. 1266512 СССР. МКИ<sup>3</sup> А 43 В 13/14. Подошва обуви / С. П. Александров и др. Опубл. 30.И.86.

об'ємної заготовки верху шкіряного взуття перед формуванням<sup>17</sup>; костюм для захисту людини від високотемпературної дії (а.с. 1214072), механізм петлитель швейної машини<sup>18</sup>.

Подальший виклад ілюструється на прикладі а.с. 820792.

**Область техніки, до якої відноситься винахід, і переважна область використання винаходу.** Цю частину опису звичайно починають словами:

«Винахід відноситься до . . . ». Наприклад, «Винахід відноситься до швейної промисловості, зокрема до способів формування деталей одягу» (а.с. 820792).

**Характеристика аналогів винаходу.** Приводяться характеристики відомих раніше аналогічних рішень тієї ж задачі. Наприклад, стосовно а.с. 820792 характеристика аналогів відображає наступне. В основу процесу формування покладена властивість аморфних полімерів, до яких відноситься більшість текстильних волокон, залежно від температури знаходитися в трьох фізичних станах: скловидному, високоеластичному і в'язкотекучому (рис. 2.26).

Відомі способи додання оброблюваному виробу необхідної форми шляхом переведення полімеру волокна із скловидного у високоеластичний стан, здійснення за допомогою механічної дії необхідної деформації і фіксації її шляхом переведення полімеру волокна назад — з високоеластичного в скловидний стан, видаливши надмірну вологу і охолодивши виріб (рис. 2.27).

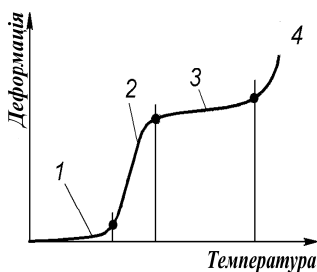


Рис. 2.26. Термомеханічна крива монолітного аморфного полімеру:

1 – зона склоутворення; 2 – зона формування; 3 – зона високопластичного стану; 4 – зона високотекучого стану

<sup>17</sup> А. с. 1253590 СССР. МКИ<sup>3</sup> А 43 В 10/00. Способ термообработки полуобъемной заготовки верха кожаной обуви перед формованием / А. Г. Хрипин и др. Оpubл. 7.Ш.85.

<sup>18</sup> А. с. 1000499 СССР. МКИ<sup>3</sup> В 05 В 57/32. Механизм петлителей швейной «машини» / И. Ю. Эскин и др. Оpubл. 28.02.83.

Описаний процес формування має різні варіанти його практичної реалізації. Наприклад, на пресовому устаткуванні об'єднання «Теистима» (ГДР), фірм «Мейер» (ФРН), «Монти» (Італія) і ін. Формування деталей одягу здійснюється шляхом нанесення клею між деталями, подальшого гарячого пресування і охолодження. Проте цей спосіб не забезпечує максимальної формостійкості деталей одягу в процесі експлуатації

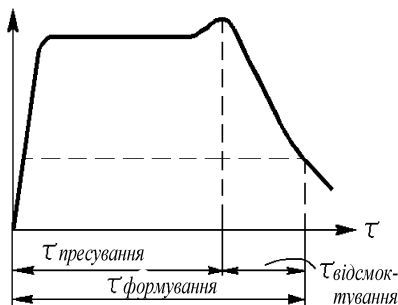


Рис. 2.27. Крива зміни температури  $t$  виробу в процесі циклу формування

**Характеристика вибраного прототипу.** Приводиться характеристика конкретного відомого пристрою, способу або речовини, найближчої за технічною сутністю і позитивному ефекту, що досягається, до пропонованого технічного рішення.

Наприклад, як прототип може бути вибрана установка для надання форми деталям одягу — модель 19150 об'єднання «Текстима» (рис. 2.28). Транспортуючий пристрій 4 оснащений двома столами для розкладання деталей одягу. За допомогою шаблона деталі одягу 1 і 3 з нанесеним між ними клеєм 2 розкладають так, щоб їх розташування відповідало подальшим робочим ходам. Для того, щоб склеювані деталі, розташовані один на одному, не переміщалися, під транспортуючою стрічкою розміщена вакуумна установка. Транспортуюча стрічка забезпечує подачу деталей в зону між верхньою 5 і нижньою 7 подушками.

Потім за допомогою пневмоприводу верхня подушка 5 з електронагрівом опускається на формовані деталі, притискує і притримує кромки деталей. Після блокування пресу включається основний тиск. Протилежна верхній подушці сторона виконана у вигляді гумової мембрани 6, яка при подачі в неї стиснутого повітря створює основний тиск, і притискує формовані і склеювані деталі до верхньої подушки, що має відповідну просторову форму.

Після скидання основного тиску верхня формувальна подушка підводиться і має необхідну форму і склеєні деталі за допомогою транспортуючої стрічки переміщуються в зону охолодження, де фіксуються шляхом просмоктування холодного повітря.

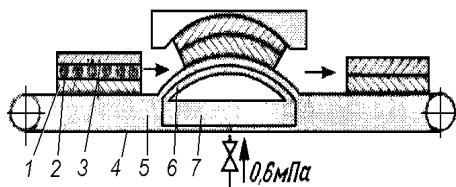


Рис. 2.28. Схема процесу гарячого формування деталей одягу

**Критика прототипу.** Описуються тільки ті недоліки прототипу, які частково або повністю усуваються пропонованим новим технічним рішенням. Описуючи недоліки прототипу, слід по можливості вказати ті причини, слідством яких ці недоліки є. Наприклад, при описаному вище способі формування зміни структури волокна негативно впливають, на м'якість і гриф структури тканин і одночасно на їх експлуатаційні якості.

**Мета винаходу.** Об'єктивно і обґрунтовано, без тверджень рекламного характеру висловлюється мета, при цьому об'єктивність мети визначається необхідністю задоволення якої-небудь суспільної потреби. Вказується очікуваний позитивний ефект від використання пропонованого технічного рішення, який має бути причинно пов'язаний з ознаками об'єкту винаходу, що забезпечують його досягнення.

Наприклад, метою винаходу (а. с. 820792) є максимальне збереження форми деталей з полімерного матеріалу в процесі експлуатації.

**Сутність винаходу і його відмінні (від прототипу) ознаки.** Приводиться короткий виклад винаходу з вказівкою всіх істотних ознак і виділенням тих з них, які відрізняють пропоноване технічне рішення від прототипу і обумовлюють новизну. Тут повинно бути доведено відповідність технічного рішення критерію «істотні відмінності». Технічне рішення задачі признається таким, що має істотні відмінності, якщо в порівнянні з рішеннями, відомими в науці і техніці, воно володіє новою сукупністю ознак, що дозволяють отримати позитивний ефект.

Таким чином, в цьому розділі вказується причинно-наслідковий зв'язок між позитивним ефектом, що досягається, і сукупністю

пністю істотних ознак пропонованого технічного рішення. Наприклад, для підвищення формостійкості частин одягу з полімерного матеріалу деталі з нанесеним на них клеєм перед пресуванням нагрівають до отримання термопластичного стану клею, а охолоджують деталі в процесі холодного пресування до температури нижче за температуру застигання клею.

**Перелік фігур графічних зображень.** Приводиться перелік всіх фігур графічних зображень з короткою вказівкою, що зображено на кожній з них.

**Приклади конкретного виконання.** Описуються приклади, підтверджуючі можливість практичного здійснення фахівцем даної галузі технічного рішення з отриманням позитивного ефекту при використанні всієї сукупності істотних ознак винаходу, вказаних в його формулі. Цей розділ має відмінності залежно від того, що описується — пристрій, спосіб або речовина або застосування відомого пристрою, способу або речовини за новим призначенням.

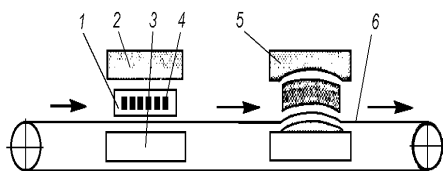


Рис. 2.29. Схема процесу холодного формування деталей одягу

Опис пристрою починають з опису його конструкції в статичному стані: вказуються всі вузли, блоки і деталі, що становлять дану конструкцію, а також зв'язки між ними; приводяться їх креслення і схеми з цифровими позначеннями у міру їх згадування в порядку зростання. Потім описується робота пристрою або спосіб його використання з обов'язковим посиланням на позиції креслень і схем.

Опис способу починають з переліку прийомів, операцій, які треба здійснити для досягнення мети винаходу. Далі вказуються реальні параметри режимів (температура, вогкість, тиск і т. д.) реалізації способу і вживані при цьому пристосування і речовини. Кількість конкретних прикладів виконання способу залежить від характеристики і кількості відмітних ознак, вказаних у формулі винаходу. Наприклад, на рис. 2.29 представлена схема процесу холодного формування деталей одягу. Як верхню деталь 1 одягу використовують матеріал, що складається з 100%-го поліефірного шовку, а як нижню

деталь 4 одягу — підкладкову тканину, що містить 50 % поліефірного волокна. Перед пресуванням між деталями 1 і 4 наносять клей 3 з температурою розм'якшення біля 120°C. Підготовлені таким чином деталі 1 і 4 одягу накладають на транспортуючу стрічку 6 і подають в камеру попереднього нагріву 2, де деталі 1 і 4 нагрівають приблизно до 150°C. При цьому полімерні компоненти деталей 1 і 4 переходять в термопластичний стан і клей 3 стає в'язким. Потім транспортуючою стрічкою 6 проводять подальше транспортування нагрітих деталей 1 і 4 до формувальної станції 5, робоча поверхня якої має зворотну форму. Тут нагріті деталі 1 і 4 з розм'якшеним між ними клеєм 3 за допомогою стиснутого повітря з тиском приблизно  $6 \cdot 10^5$  Па притискаються за допомогою діючої як мембрана транспортуючої стрічки 6 до холодної робочої поверхні формувальної станції 5. Здійснюється надання деталям, що сполучаються, необхідної форми і одночасно протягом декількох секунд їх охолодження до температури нижче за температуру застигання клею. При цьому клей 3 забезпечує міцне з'єднання деталей 1 і 4. Холодна робоча поверхня відбирає від деталей 1 і 4 і клею 3 стільки тепла, що виникає швидке їх охолодження, що забезпечує фіксацію отриманої форми. Після цього припиняють подачу стиснутого повітря, транспортуюча стрічка 6 повертається в початкове положення і переміщає сполучені і сформовані деталі 1 і 4 до механічного укладальника. Наступні деталі, що підлягають обробці, в заданому місці накладають на транспортуючу стрічку 6 і при транспортуванні заздалегідь нагрітих деталей 1 і 4 з камери 2 до формувальної станції 5 подають на станцію 2 попереднього підігріву.

Таким чином, під час процесу формування відбувається попередня підготовка подальших деталей одягу, тобто обидва робочі ступені працюють паралельно, що приводить до високої ефективності способу.

**Техніко-економічна або інша ефективність.** Приводяться показники винаходу порівняно з показниками аналогічних технічних рішень, повинна бути дана оцінка первинного технічного і повторного економічного ефекту, який може бути отриманий при використанні пропонованого технічного рішення. Якщо не представляється можливим визначити економічну ефективність, повинно бути вказано, які соціальні або інші задачі може вирішувати винахід (наприклад, поліпшення умов праці, техніки безпеки і т. д.).



Наприклад, запропонований спосіб формування деталей одягу і описаний варіант його реалізації забезпечують підвищення продуктивності праці завдяки відсутності втрат часу на допоміжні операції; укладання деталей на транспортуючу стрічку і їх знімання здійснюються під час виконання основних операцій — попереднього підігріву і холодного формування, причому основні операції виконуються паралельно. Крім того, цей спосіб забезпечує більш високий рівень формостійкості деталей з полімерного матеріалу в порівнянні з прототипом, що підтверджується результатами експериментальних перевірок.

**Формула винаходу.** Ця формула є складеною за встановленими правилами словесною характеристикою, що виражає технічну сутність самого винаходу. Характеристика винаходу звичайно виражається ознаками об'єкту винаходу.

Приклад: «Спосіб формування деталей одягу шляхом нанесення клею між деталями, подальшого пресування і охолодження, відмінний тим, що, з метою збереження форми деталей з полімерного матеріалу перед пресуванням, деталі з нанесеним на них клеєм нагрівають до отримання термoplastичного стану деталей і в'язкотекучого стану клею, а охолоджують деталі в процесі холодного пресування до температури нижче за температуру застигання» (а.с. 820792).

Існують деякі особливості складання формули винаходу на різних види об'єктів. Так, наприклад, у формулі винаходу пристрій повинен характеризуватися конструктивними ознаками, тобто наявністю нових для даного об'єкту вузлів, деталей і механізмів, взаємним їх розташуванням, новим взаємозв'язком або новою формою відомих деталей, вузлів і механізмів, матеріалом, з якого виконана деталь, вузол або сам об'єкт і ін. При цьому формула винаходу має характеризувати пристрій в статичному стані, а не в його роботі.

У формулі винаходу, що характеризує спосіб, вказуються виконання в певній послідовності ряду взаємозв'язаних дій над матеріальним об'єктом і за допомогою матеріальних об'єктів, зокрема використання нових операцій або прийомів, новий порядок чергування відомих прийомів або операцій, новий температурний, електричний, часовий або інший режим, використання певних матеріалів, пристосувань і інструментів, необхідних для виконання прийомів або операцій і ін., з яких складається спосіб. Ілюстрацією цього є формула винаходу:

«Спосіб виготовлення взуття<sup>19</sup>, який полягає в тому, що верх взуття формують з вертикальною зтяжною кромкою, пришивають до зтяжної кромки профільований рант, що має Ь-подібний перетин, після чого до горизонтальної полиці ранта приточують підодшву, **відмінний тим**, що, з метою поліпшення експлуатаційних властивостей взуття і зменшення витрати матеріалів, на неходовій стороні підодшви по замкнутому контуру виконують паз для фіксації горизонтальної полиці ранта» (рис. 2.30).

Перелік необхідних документів при оформленні заявки на винахід і вимоги, що пред'являються до них, приведені в роботі [98]

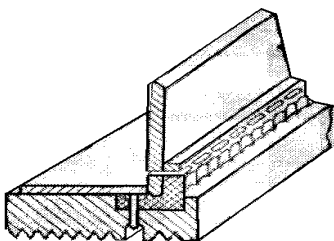


Рис. 2.30. Схема, що демонструє сутність винаходу за а.с. 1227158

### Контрольні питання

1. Назвіть основні групи методів рішення творчих задач.
2. Які основні різновиди методу «мозкової атаки»? В чому їх відмінність?
3. В чому полягає сутність методу контрольних евристичних питань?
4. Охарактеризуйте метод інверсії як варіант евристичних методів учбово-творчої діяльності.
5. Дайте характеристику методу емпатії.
6. Етапи застосування методу синектики в творчості.
7. Які асоціативні методи застосовують при рішенні творчих задач?
8. Охарактеризуйте алгоритм методу фокальних об'єктів.
9. Як застосовується морфологічний аналіз в рішенні творчих технічних задач?

---

<sup>19</sup> А. с. 1227158 СССР. МКИ<sup>3</sup> А 43 В 10/00. Способ изготовления обуви/ Л. И. Шабельская и др. Оpubл. 30.04.86.

10. Дайте характеристику методу поелементного аналізу конструкцій.

11. В чому полягає сутність методу десятичних матриць? Які прийоми застосовуються в цьому методі?

12. Що є основою функціонально – вартісного аналізу (ФВА)?  
Етапи рішення задач за допомогою ФВА.

13. Назвіть і стисло охарактеризуйте основні типові прийоми подолання технічних суперечностей.

14. Сутність матричного механізму типових прийомів подолання технічних суперечностей.

15. В чому полягає сутність алгоритму рішення задач винахідництва (АРВЗ)?

16. Назвіть основні етапи АРВЗ.

17. Розкрийте стисло механізм АРВЗ від аналізу задачі до опису нового технічного рішення.

18. Які основні розділи включає опис винаходу? Виділіть їх на прикладі конкретного винаходу, опублікованого у відкритому друці.

## Розділ 3

# ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

### 3.1. Інформація

#### 3.1.1. Загальні відомості

Відомо, яку важливу роль грає інформація в творчо-конструкторській діяльності взагалі і, зокрема, в технічній творчості, починаючи з етапу висунення ідеї і кінчаючи оцінкою отриманих результатів. Не випадково багато учених, що займаються проблемами творчої діяльності, вважають, що *творчість зводиться до зміни або встановлення нових зв'язків між вже наявними відомостями* [1].

**Інформація** – це відомості, що є об'єктом зберігання, перетворення і розповсюдження в системі наукових комунікацій.

Слово інформація походить від латинського слова *informatio* – роз'яснення, виклад. Спочатку цей термін відносився до відомостей, передаваних людьми усним, письмовим або іншим способом (за допомогою умовних сигналів, технічних засобів і т. д.). Проте з середини ХХ століття інформація – це загальнонаукове поняття, що включає, зокрема, обмін відомостями між людьми, людиною і машиною, між різними машинами.

З визначення інформації виходить, що не всі відомості, одержувані нами, можна віднести до розряду інформації.

Основні ознаки інформації ХХІ століття наведені [40, 46]:

- завжди знаходиться (або закріплена) на матеріальному носії;
- в цілому не володіє властивостями адитивності, комутативності і асоціативності (до елементів наукового повідомлення не можна застосувати прості правила алгебри);
- володіє цінністю для одержувача (ця цінність пов'язана з тією метою, якої одержувач хоче досягти за допомогою інформації або яку ця інформація наново ставить);
- має суспільну природу;
- має семантичний характер: вона пов'язана з поняттями, словом, значенням (це означає, що наукова інформація є мовним зв'язком тільки між людьми);

– має мовну природу (вона придбаває значення, семантичний зміст тільки в результаті абстрактно-логічного мислення, яке неможливе зовні природної мови);

– незалежна в своєму змісті від мови, на якій вона виражена, і від виду фізичного носія, на якому вона закріплена;

– володіє властивістю дискретності, яка походить від дискретності мовних знаків, за допомогою яких вона утворена, а також від «переривчастості» часових моментів, в які відбувається відчуження «квантів» інформації;

– володіє властивістю кумулятивності (кожний науковець може і повинен робити прирости до сучасної будівлі науки, побудованої зусиллями попередніх поколінь);

– незалежна від її творців (в цьому наукова інформація відмінна від інформації естетичної);

– старіє специфічним чином (йдеться про наукову інформацію);

– піддається розсіянню по наукових виданнях і творах (ця її властивість тісно пов'язана з процесами диференціації і інтеграції в науці).

Даний перелік не є повним. Проте з нього кожен може зробити ряд важливих для себе висновків. Зокрема, з того, що інформація не володіє властивостями адитивності, комутативності і асоціативності, витікає, що інформація, на перший погляд не маючи відношення до питання, яке вивчається, може дати поштовх до оригінального рішення проблеми.

Остання властивість інформації створює головну трудність в її використанні: у всі часи збір необхідної інформації був одним з самих трудомістких етапів творчої діяльності.

Аналіз всієї маси інформації є на перший погляд нерозв'язною проблемою. В 1965 р. російський академік А. Н. Несмеянов в передмові до однієї з своєї книг навів як приклад гіпотетичного хіміка, який вільно володів би 30 мовами, читав би по 40 годин в тиждень із швидкістю 4 публікації в годину. За весь 1964 рік він прочитав би всього лише двадцяті частину всіх публікацій, що представляють для нього професійний інтерес [33, 41]. Природно, що в даний час, враховуючи темпи розвитку хімії в останні десятиріччя, він прочитав би, напевно, всього одну соту або тисячну частину відповідних пуб-

лікацій. Проте, існують методи збору інформації, що дозволяють в якійсь мірі спростити її пошук.

Теоретичною основою інформації є *інформатика* - наука про загальні властивості і закономірності інформації, а також методи її пошуку, передачі, зберігання, обробки і використання в різних сферах діяльності людини. Як наука інформатика сформувалася з появою ЕОМ. Включає теорію кодування інформації, розробку методів і мов програмування, математичну теорію процесів передачі і обробки інформації.

### 3.1.2. Пошук інформації

Розроблені різні варіанти пошукових систем для знаходження потрібної інформації.

*Інформаційно-пошукова система* – це сукупність засобів для зберігання, пошуку і видачі за запитом потрібної інформації. Пошук (розміщення) інформації в інформаційно-пошуковій системі здійснюється вручну або за допомогою ЕОМ відповідно до прийнятої інформаційної мови за певних правил (алгоритму).

Приклади найпростіших елементів інформаційно-пошукової системи – бібліотечний каталог і особистий каталог літератури. Але існують елементи і більш високого рівня. Ось деякі з них.

В даний час всі крупні бібліотеки мають у своєму розпорядженні серії періодичних видань, званих реферативними збірниками («*Abstracts*») і покажчиками статей («*Indexes*»).

*Реферати* – це короткі описи авторських статей з повідомленням про те, хто їх написав, коли і де вони опубліковані. Подібні реферати надзвичайно корисні тим, що споживачу інформації відразу стає ясно, чи слід йому проглянути дану статтю або достатньо ознайомитися з її реферативним викладом. Покажчики повідомляють прізвище, ім'я автора, назву статті, видання і дату публікації. Проте опису змісту статті тут немає. Тому не так просто вирішити, наскільки корисною виявиться для вас та або інша стаття.

*Реферативні збірники і покажчики* існують по всіх галузях знань. В цьому значенні вони нагадують енциклопедичні словники і енциклопедії по різних предметах. Вони призначені для того, щоб допомогти економити час. Оскільки ці видання завжди мають іменні і предметні покажчики, то не важливо, чи знаєте ви прізвище автора і

назву статті чи ні. Для більшості дослідників важлива тема, а не прізвище автора статті.

В кожній галузі знання публікується декілька реферативних видань і покажчиків статі. Реферативні збірники і покажчики статей виходять або раз на місяць, або раз на квартал (а то і рідше). Тому реферативний опис або повідомлення може з'явитися не раніше, ніж через 1–3 місяці після їх публікації.

Для більш повної інформації необхідно проглянути перед початком роботи самі останні номери відомих журналів з тієї спеціальності, в якій ви хочете що-небудь зробити, оскільки інформацію і описи статі з них ще не встигнуть опублікувати в реферативних виданнях.

Загальновідому інформацію можна знайти в різній довідковій літературі. Проте найпоширенішими довідковими виданнями є енциклопедії і енциклопедичні словники. Мало знайдеться людей, які б не користувалися ними хоча б час від часу. Проте слід мати на увазі, що видавці нерідко плутають ці два терміни. Тому загляньте в книгу самі, щоб переконатися в тому, чим є конкретне видання – енциклопедичним словником або енциклопедією. Різниця між ними – в обсягу інформації. Словники звичайно однотомники, невеликі за обсягом, статті в них – одна або дві строчки.

*Енциклопедії*, як правило, багатотомні. Окремі статті в них можуть налічувати десятки сторінок. Багато статей в енциклопедії є вичерпним вступом в яку-небудь проблему або науку.

Енциклопедії бувають двох типів:

- перший містить всі знання, накопичені людством і розташовані в алфавітному порядку; кожному поняттю в них відводиться не менше абзацу або довга ґрунтовна стаття, написана відомим вченим;

- другий – галузеві енциклопедії, присвячені якійсь одній галузі знань і що містять вельми докладну (і часто спеціалізовану) інформацію, наприклад «Енциклопедія техніки». Якщо ви вже щось знаєте про предмет, що цікавить вас, то подібна енциклопедія допоможе вам розширити свої знання або розібратися в спеціальних питаннях.

Але найдокладнішу інформацію з теми, що цікавить, можна черпнути із спеціальної літератури, присвяченій даній проблемі. Знайти потрібну інформацію в бібліотеці допоможуть спеціальні каталоги, що використовують перевірені часом системи класифікації наукової і документальної літератури [39].

Найпоширенішою системою класифікації в даний час є десятикова система американця Мелвіна Д'юї, про яку він в 1876 р. опублікував книгу «Класифікація і предметний каталог для каталогізації і розстановки книг і брошур в бібліотеці».

Ідея, що лежить в основі системи, яку він пропонував в цій книзі, надзвичайно проста: кожна крупна галузь знань повинна отримати свої номери, наприклад, від 000 до 999, при цьому номери, що позначають десятки, також можуть мати своє призначення. При такому підході, як вважав Д'юї, – будь-хто, що уміє рахувати, може легко навчитися користуватися цією системою. Зараз вона називається універсальною десятиковою класифікацією або стисло - УДК.

Відповідно до класифікації Д'юї шифри галузей знань зведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

### Класифікатор Д'юї

000–099	Книги про знання, накопичені людством: енциклопедії, довідники і книги по бібліотекознавству.
100–199	Філософія.
200–299	Релігія
300–399	Соціологія і економіка (тут же навчальна література)
400–499	Мови
500–599	Природничі науки
600–699	Прикладні науки
700–799	Мистецтво, промисли, спорт
800–899	Література (багато бібліотек розміщують в цьому діапазоні не самі художні твори, а книги про письменників і поетів, критичні роботи, поезію і драму)
900–999	Історія і географія

Кожна галузь знань, у свою чергу, розділена на підрозділи. Нижче наведений приклад розподілу розділу «Природничі науки».

500 – Наука (загальні питання).

510 – Математика.

520 – Астрономія.



530 – Фізика.

540 – Хімія і т.д.

Іншими словами, всі книги, шифр яких починається з цифри 54, – про хімію. Чим довше шифр, тим більше спеціалізованою за змістом є книга.

Як приклад розглянемо, як виглядатиме шифр підручника «Технічна творчість учнів». Технічна творчість згідно класифікатору Д'юї відноситься до галузі «Прикладні науки» тобто шифр повинен починатися з групи цифр від 600 до 699. Шифр 08 в цьому ряді відповідає технічній творчості і винахідництву. Отже, відома перша тризначна цифра – 608. Тепер необхідно визначитися з шифром підрозділу.

Шифр підрозділу проставляється після шифру розділу. Розділяються вони крапкою. Очевидно, що книга відноситься до підрозділу «Загальні питання», тому після крапки згідно класифікатору необхідно поставити шифр 1. Таким чином, шифр даної книги виглядатиме таким чином – УДК 608.1.

Усюди в бібліотеках на полицях ми бачимо шифри Д'юї. Навіть сама незвичайна або спеціалізована тема обов'язково має шифр. Іноді книгу можна віднести до двох галузей або підгалузей знань. Наприклад, шифр книги «Основи технічного моделювання і конструювання» виглядатиме так: УДК 620.1.57: 620.1.66 (по класифікатору 620 – техніка і технічна творчість в прикладних науках, цифра 1 після крапки – також, як і у попередньому випадку - «Загальні питання»). Такий подвійний шифр книги цілком допустимий, оскільки 57 – це шифр підрозділу «Конструювання», а 66 – «Моделювання». В таких випадках бібліотекарі намагаються передбачити, де книгу шукатиме читач, і ставлять її на відповідне місце.

Необхідну інформацію для роботи можна знайти не тільки в бібліотеках. Її часто можна зібрати при відвідинах музеїв, виставок, різних змагань, знайти на відео- і мультимедіа-носіях. Можна отримати консультацію у визнаних фахівців в своїй області або в будинках технічної творчості.

Не варто думати про музеї як про сховища з скляними вітринами, в яких виставлені допотопні технічні апарати, які вже не мають ніякої цінності. Це не так. Експонати музеїв бережуть обширну інформацію про історію техніки. Технічні музеї не тільки демонструють зібрані колекції, але і допомагають відвідувачам розібратися в

них. Саме історія техніки в найширшому значенні представлена, наприклад, в Лондонському музеї науки (*Science Museum*) або Політехнічному музеї в Москві: вони повні діючих експонатів, багато хто з яких діючі моделі.

### *Електронні засоби інформації*

В даний час величезні масиви інформації розміщені на різних серверах в системі Інтернет. Студенти і школярі все частіше використовують цю інформацію для підготовки докладів, рефератів і курсових робіт. На жаль, дуже часто ці матеріали є анонімними, не мають посилань на авторів запозичених текстів і часто містять помилкові висновки або неперевірену інформацію. Це відбувається тому що розміщувані в Інтернет матеріали не проходять попереднього рецензування фахівців. Серйозні наукові журнали в обов'язковому порядку посилають всі отримані матеріали на рецензування визнаним фахівцям, які виявляють і повертають на доробку неякісні роботи.

Все більше поширення в системі електронних комунікацій набувають телеконференції *Usenet*. Телеконференції (інші терміни: конференції, ехи, форуми, «круглі столи») призначені для отримання останніх новин, знайомства з людьми за інтересами, обміну ідеями і думками, отримання необхідних консультацій. В системі Інтернет багато мереж надають користувачам конференції, але найбільшу роль грають конференції *Usenet*.

Конференцію можна уподібнити живому організму: якщо є користувачі, що мають потребу в тематиці даної конференції, вона живе; якщо інтерес користувачів пропадає - вона «вмирає». Інформацію *Usenet* можна представити як електронний «паркан», на який кожний користувач наклеює свій листок (повідомлення) і прочитує всі листки, наклеєні на «паркан» іншими. Для участі в конференції користувач повинен «підписатися», тобто послати повідомлення на сервер цієї конференції. Від режиму підписки залежить характер отримання користувачами інформації від конференції [41]:

- отримання усіх статей даної конференції;
- отримання статі за вибором користувача.

Користувач, який підготував повідомлення, статтю або іншу інформацію, направляє кореспонденцію на сервер конференції, що працює, як правило, в цілодобовому режимі. Починати роботу з конференцією необхідно зі знайомства з правилами:

- *news. answers* - правила конференцій на англійській мові;

– *relcom. answers* – правила конференцій на російській мові;

Крім того, необхідно дотримуватися тематики конференції, не використовувати її для особистого листування і не ображати учасників конференції.

Таблиця 3.2

Групи конференцій *Usenet*

Позначення теми	Пояснення
comp	Комп'ютери
sci	Наукові дослідження
soc	Соціальні питання, культура
talk	Політика, філософія
news	Правила роботи в Інтернет
biz	Бізнес
rec	Ігри, розваги
misc	Інші конференції <i>Usenet</i>
bit	Конференції мережі <i>Bitnet</i>
fido 7	Конференції мережі <i>Fidonet</i>

В системі *Usenet* є конференції, присвячені практично всім предметним областям людської діяльності. Повідомлення в конференціях діляться на групи за темами і інтересами, так звані *news*-групи. В *news*-групі утворюється ієрархічна конференція, яка представлена ланцюжком назв конференцій, розділених крапками. Назва зліва в ланцюжку позначає верхній рівень – групу конференцій, справа до цієї назви додаються слова, послідовно уточнюючі теми конференцій. Основні групи конференцій *Usenet* на англійській мові наведено в таблиці 3.2.

Свіжу інформацію про конференції можна отримати через сервер Інтернет за адресою <http://www.relis.ru> або за допомогою інших засобів.

Допомогу в оцінці інформації можуть надати різні наукові товариства і об'єднання.

Практично в кожній області науки існують свої наукові товариства, в роботі секцій яких ви можете взяти участь.

### 3.2. Оцінка інформації

Уявіть собі, що ви сумлінно попрацювали з каталогами і бібліотекар знайшов для вас всю замовлену літературу. Підбираючи літературу, ви, можливо, не чекали побачити таку значну стопку книг і журналів. Якщо читати все підряд, буде потрібно тиждень. Що ж робити? Ми рекомендуємо вам скористатися порадою, яка дає своїм учням професор Московського енергетичного інституту Л. І. Філіппов. Для зменшення часу пошуку потрібної інформації слід ввести поняття рангу публікації і детально вивчати публікації вищих рангів. Ранг публікації визначається при попередньому збіглому знайомстві з матеріалом або на підставі публікації в реферативному журналі. Детально з рангами інформації можна ознайомитися по літературі, наприклад [41].

Для визначення рангу публікації, як правило, достатньо прочитати тільки вступ і висновок.

Із загостренням конкурентної боротьби між комерційними компаніями і появою неконтрольованих каналів розповсюдження інформації (система Інтернет, «бульварна преса», приватні видавництва і т. ін.) різко розширився обсяг поширюваної помилкової інформації. При розповсюдженні такої інформації може переслідуватися різна мета. Найбільш широко це використовується для маніпуляції свідомістю широких мас населення [66]. Багато фірм використовують дезінформацію для дискредитації конкурентів. Інші фірми поширюють помилкову інформацію про значні науково-технічні досягнення з метою вимусити конкурентів (часто навіть держави) вкласти великі засоби в явно безперспективні програми.

Деякі видавництва не проводять ретельного редагування текстів, і в них вкрадаються елементарні друкарські помилки. Особливо небезпечно, коли такі друкарські помилки зустрічаються у формулах, які можуть бути використані при важливих розрахунках. За час навчання в школі ви, напевно, не раз зустрічали такі друкарські помилки в підручниках. Проте вони можуть бути і в серйозних наукових виданнях.

Щоб знизити ймовірність використання недостовірної інформації, необхідно користуватися літературою авторитетних видав-

нищів або вдаватися до послуг фахівців, особливо при прийнятті відповідальних рішень.

### 3.3. Науково-технічна і патентна інформація

Технічна творчість неможлива без отримання знань про те, що було зроблене раніше в досліджуваному питанні, і про нові досягнення в області техніки, виробництва. Велику роль тут грає отримання свіжої науково-технічної і патентної інформації.

В даний час встановлено, що обсяг знань по основних галузях діяльності людини подвоюється протягом кожні 5 років, а в галузях, що швидко розвиваються, наприклад, електроніці, технічній кібернетиці, комп'ютерних технологій – за 2 – 3 роки.

Науково-технічна інформація відображається, головним чином, в друкарській продукції: журналах за галузями знань, збірниках наукових праць провідних академій наук, найбільших університетів, вищих учбових закладів. Видається також безліч книг, присвячених окремим науковим проблемам – монографій, збірників наукових праць, підручників, навчальних посібників.

Пошук потрібної інформації в океані знань стає складною справою, тому у всіх країнах ведуться великі роботи не тільки над отриманням нових знань про навколишній світ, але і над тим, як передати отримані знання грядущим поколінням, як зберігати, обробляти і передавати науково-технічну інформацію людям.

Для вирішення задачі збору, зберігання і розповсюдження науково-технічної інформації в Україні створений Український інститут науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ) при міністерстві освіти і науки. Створені обласні центри науково-технічної інформації. Всі ці організації видають вторинні джерела інформації, що дозволяють користувачам на місцях швидше знаходити потрібні відомості для своєї діяльності (реферативні журнали, огляди інформації, бюлетені науково-технічної інформації за галузями науки і техніки, експрес-інформація і т.п.).

На підприємствах, в організаціях, в учбових закладах створені свої центри – бюро технічної інформації, відділи або групи, які доводять нову інформацію до працівників даного підприємства.

Оперативність роботи системи науково-технічної інформації забезпечується централізованою класифікацією інформаційних ма-

теріалів за універсальною десятиковою класифікацією (УДК), яка введена в країні з 1963 року і є обов'язковою в області точних, природничих і технічних наук.

Найдоступнішими центрами науково-технічної інформації є технічні бібліотеки. В них є систематичні (за галузями знань) і алфавітні (за прізвищами авторів книг і статей) каталоги, випускаються бібліографічні покажчики літератури, організовуються виставки нової друкарської продукції, тематичні виставки, проводяться консультації.

З широким розповсюдженням електронно-обчислювальної техніки з'явилася можливість застосовувати інформаційні технології, що дозволяють істотно скорочувати час на пошук потрібної інформації. Вже не рідкість бібліотеки, де пошук потрібних джерел інформації здійснюється за ключовими словами. Чим більше ключових слів, тим вужче пошук і більша ймовірність знайти те, що потрібно.

Є можливість обміну інформацією у всесвітній інформаційній системі «INTERNET».

Крім того існує Товариство винахідників і раціоналізаторів України (ТВРУ), задачами якого є:

- активне сприяння технічному прогресу всіх галузей народного господарства;
- розвиток масового руху новаторів, надання їм допомоги;
- контроль за дотриманням підприємствами законодавства в області винахідництва і раціоналізації;
- захист прав авторів.

Головною метою ТВРУ є допомога новаторам в їх творчій роботі. Створена розгалужена мережа ТВРУ, наприклад, створені ради ТВРУ в містах, на підприємствах, в організаціях і в учбових закладах. ТВРУ має свій статут і є особою юридичною.

### 3.4. Інформація і інтелектуальна власність

Інтелектуальна власність – *це власність, у якій ціна визначається не вартістю матеріальних об'єктів, а цінністю ідей, прихованою вартістю винаходів, відкриттів, знань, досвіду і майстерності творців цієї власності.*

В технічній творчості до інтелектуальної власності можна віднести: науково-технічні статті, книги з технічної тематики, звіти з

науково-дослідних тем, відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції, промислові зразки, товарні знаки.

### 3.4.1. Відкриття

*Відкриттям признається встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, що вносять корінні зміни в рівень пізнання [70].* Помітимо, що на відкриття географічні, археологічні, палеонтологічні і відкриття корисних копалин вказане вище «Положення» не розповсюджується.

Приклади відкриттів можна привести скільки завгодно. Це відкриття атома, ланцюгової реакції, нових хімічних елементів, лазерного променя, нова взаємодія елементів в умовах невагомості, зміна функціональних можливостей людини в космосі і т. ін.

Таким чином, відкриття – це результат пізнавальної діяльності людини на певному етапі, який встановлює, знаходить і пояснює нові закономірності і явища в природі.

Відкриття захищаються спеціальним документом – *патентом на відкриття*, виданим автору (авторам) відкриття.

При видачі патенту на відкриття можливість практичної реалізації нового пізнання не обмовляється.

### 3.4.2. Винаходи

*Винахід – це нове технічне рішення задачі в будь-якій сфері людської діяльності, що володіє істотними відмінностями і дає позитивний ефект [8, 57, 70, 79].*

Відмінність винаходу від відкриття полягає в тому, що відкриття – це виявлення і пояснення того, що об'єктивно існує, але не було відомо раніше, а винахід – це створіння нового, не існуючого раніше.

Між винаходами і відкриттями існує діалектичний зв'язок, оскільки винаходи часто базуються на нових відкриттях, хоча велика їх частина базується все ж таки на вже наявних знаннях. У свою чергу, багато відкриттів робляться за допомогою нових винаходів або нових технічних засобів, наприклад, наукових приладів або експериментальних установок. Такий діалектичний зв'язок тільки сприяє науково-технічному прогресу.

*Винаходу надається правова охорона, якщо воно є новим, має рівень винахідництва і промислово застосовне.*

Об'єктом винаходу можуть бути [70]:

- а) новий пристрій (конструкція інструменту, двигун, виріб);
- б) спосіб (спосіб створення синтетичного бензину, спосіб виготовлення маргарину, спосіб лікування хвороб);
- в) речовина (шихта для виготовлення вогнетривів, хімічна речовина);
- г) застосування відомих раніше пристроїв, способів, речовин за новим призначенням.

До винаходів прирівнюються також нові штами мікроорганізмів і культури кліток, а також застосування їх за новим призначенням.

Застосування відомих раніше пристроїв, способів, штамів речовин за новим призначенням полягає в тому, що відомий технічний засіб пропонується використовувати з іншою метою для вирішення задачі, яка не малася на увазі ні автором, ні іншими фахівцями, коли воно вперше стало застосовуватися. Раніше відомий об'єкт виявляється здатним задовольнити зовсім іншу потребу, і він придбаває функцію, істотно відмінну від тієї, яку вже має. Як приклад, що пояснює даний вид винаходів, можна привести використання відпрацьованого свій ресурс турбореактивного літакового двигуна, встановленого на локомотиві, для очищення залізничних колій від снігу.

Не признаються як винаходи:

- 1) методи і системи організації і управління господарством (постачання, облік, планування);
- 2) сорти рослин і породи тварин;
- 3) наукові теорії і методи;
- 4) алгоритми і програми для ЕОМ;
- 5) умовні позначення (правила, ігри, розклади, дорожні знаки);
- 6) проекти і схеми планування територій, будівель;
- 7) методи виконання розумових операцій;
- 8) топологія мікросхем;
- 9) рішення, що суперечать моралі, суспільним інтересам, принципам гуманності (універсальна відмичка, замок з вогнепальним пристосуванням).

### **3.4.3. Раціоналізаторські пропозиції**

Раціоналізаторська пропозиція – це нове і корисне для даного підприємства рішення якої-небудь технічної задачі. Воно як правило,



дає значний економічний ефект при малих витратах на його реалізацію. Авторам раціоналізаторських пропозицій видаються підприємством «Свідоцтва на раціоналізаторські пропозиції». Воно ж виплачує винагороду залежно від отриманого економічного ефекту при впровадженні раціоналізаторської пропозиції.

*Раціоналізаторською пропозицією признається технічне рішення, що є новим і корисним для тієї організації, якої воно подано.* Воно передбачає зміну конструкцій виробів, технології виробництва або зміну складу матеріалів.

Рекомендується визнавати новою для підприємства (організації, установи) пропозицію, якщо до подачі заяви за встановленою формою дане або таке ж рішення:

1) не використовувалося на даному підприємстві (організації, установі), крім випадків, коли рішення використовувалося за ініціативою автора протягом 3 місяців до подачі заяви;

2) не було передбачено наказами адміністрації, не було розроблено технічними службами цього підприємства або не було заявлено іншою особою, якій належить першість;

3) не було рекомендовано організацією або опубліковано в інформаційних листах по розповсюдженню передового досвіду;

4) не передбачено обов'язковими для підприємства нормативами.

Крім того, тепер до раціоналізаторських пропозицій можна відносити і інші новаторські і корисні для підприємства пропозиції (фінансові, постачальницькі, організаторські, управлінські).

Пропозиція повинна бути корисною, тобто її використання на даному підприємстві повинне дати економічний, технічний або інший позитивний ефект.

Не слід визнавати раціоналізаторськими пропозиції, використання яких може привести до зниження надійності, довговічності і інших показників якості продукції.

#### **3.4.4. Корисні моделі**

*До корисних моделей відноситься «конструктивне виконання засобів виробництва і предметів споживання, а також їх складових частин».*

Для характеристики корисних моделей використовуються наступні ознаки:

- наявність конструктивного (конструктивних) елемента (елементів);
- наявність зв'язку між елементами;
- взаємне розташування елементів;
- форма виконання елемента (елементів) або пристрою в цілому, зокрема геометрична форма;
- форма виконання зв'язку між елементами;
- параметри і інші характеристики елемента (елементів) і їх взаємозв'язок;
- матеріал, з якого виконаний елемент (елементи) або пристрій в цілому, середовище, що виконує функцію елемента.

### 3.4.5. Промислові зразки

*До промислових зразків відноситься «художньо-конструкторське рішення виробу, що визначає його зовнішній вигляд».*

Промисловим зразком (малюнком, моделлю) вважається нове, придатне до виготовлення промисловим способом художнє рішення зовнішнього вигляду промислового виробу, в якому досягається єдність технічних і естетичних якостей.

Промисловий зразок може бути об'ємною формою (модель телевізора, фотоапарата), плоским зображенням (малюнок килима) або їх поєднанням, а також окремою частиною виробу (зовнішній вигляд вітрового скла). Приховані вузли механізму, внутрішня будова не можуть бути зареєстрованими, оскільки вони недоступні сприйняттю споживача. Крім того, не можуть бути визнані промисловими зразками об'єкти нестійкої форми з рідких, газоподібних, сипких матеріалів, споруди, друкарська продукція як така.

В процесі розробки корисної моделі або промислового зразка необхідно враховувати національний пріоритет, тобто не розкривати суть новинки до отримання патенту.

На жаль, сумні факти все ж таки відбувалися і відбуваються. Наприклад, в Росії конструктори заводу «Красное Сормово» створили свого часу судно на підводних крилах. Спочатку його описали в журналах, потім демонстрували на виставках. В результаті сутність і форму новинки було повністю розкрито. Незабаром за кордоном стали будуватися подібні судна без жодних витрат на ліцензію на

промисловий зразок (підводні крила), а Росія потерпіла істотний збиток через те, що вчасно не провели правового захисту<sup>20</sup>.

Назва промислового зразка повинна бути короткою, ясною і не носити абстрактний характер (мотоцикл, холодильник, літак, гобелен, меблевий гарнітур і т. п.). До якості промислових зразків державою пред'являються дуже жорсткі вимоги, а через невідповідність цих вимог, зокрема, технічній естетиці виріб може бути заборонений до реалізації.

#### **3.4.6. Товарні знаки**

*Товарний знак – це зареєстроване в установленому порядку позначення для відмінності товарів одних підприємств від товарів інших підприємств.*

Товарні знаки можуть бути словесними (слова: «Жигулі», «Лада», «Запорожець»); образотворчими (малюнок: виробу хутряної фабрики м. Москви – соболю; холодильник «Бірюса» – сніжинка); об'ємними (флакон для духів, олень на капоті старої моделі російського автомобіля «Волга»); комбінованими (поєднання малюнків і слів).

Крім того, існують колірні і світлові товарні знаки (наприклад, кіностудії Довженко), а також звукові (сигнал клаксона автомобіля, позивні радіостанції).

Товарний знак повинен мати суто індивідуальні відмінні риси, оскільки асоціюється споживачем з певною якістю продукції, на яку підвищується попит, особливо при виході на зовнішній ринок збуту.

Не допускаються до реєстрації як товарні знаки позначення [70]:

- а) схожі на товарні знаки, раніше зареєстровані в країні;
- б) що увійшли у загальний вжиток як позначення товарів відомого роду, а також загальноприйнятих символів і термінів;
- в) що не володіють розрізняльними ознаками або носять описовий характер;

---

<sup>20</sup> Російські інженери запатентували підводні крила з фіксованим кутом атаки, а в Європі були запатентовані підводні крила із змінним кутом атаки

г) що складаються з географічних назв, прапорів, гербів, відзнак, назви свят;

д) що містять помилкові або здатні ввести в оману відомості щодо товарів;

е) що суперечать за своїм змістом правопорядку, гуманності і моралі;

ж) що суперечать міжнародним угодам, учасником яких є Україна;

з) відомі на території України фірмові найменування (або їх частина), що належать іншим особам, які отримали право на ці найменування раніше дати надходження заявки на товарний знак відносно однорідних товарів;

и) промислові зразки, права на які в Україні належать іншим особам;

к) назви відомих в Україні творів науки, літератури і мистецтва, персонажі з них або цитати, витвори мистецтва або їх фрагменти без згоди володаря авторського права або його правонаступників;

л) прізвища, імена, псевдоніми і похідні від них, портрети і факсиміле відомих осіб без згоди таких осіб, їх спадкоємців, відповідного компетентного органу, якщо ці позначення є надбанням історії і культури України.

Можна привласнювати своїй продукції будь-яку назву (товарний знак), але вони мають бути новими, коректними (не типу пудри «радість теці» або мило «Букет моєї бабусі», як за часів непу), сучасними і поєднуватися з сутністю виробу, якому привласнені.

Наведемо приклад, який ілюструє значущість для підприємств товарних знаків продукції, що випускається ними. Судовий позов, який пред'явила фірма «AGFA» (Німеччина), полягав в тому, що бельгійська фірма, що демонструвала свою продукцію на виставці в Москві в 1965 році, ставила на неї слово «Agfa». Це, природно, могло підірвати збут продукції з Німеччини у російського покупця, упевненого, що має справу з фірмою, яка зарекомендувала себе. Справу розбирав Московський міський суд, який ухвалив виплатити штраф на користь фірми «AGFA», що бельгійці і зробили.

Школярі і студенти також можуть створити інтелектуальну власність. Це – *реферати, творчі проекти, несподівані і вдалі рішення при виготовленні моделей*. Не дивлячись на те, що школярі і студенти в своїх роботах в більшості випадків збирають матеріал з

різних джерел інформації, використовують роботи інших авторів, їх підбірка і аналіз є інтелектуальною власністю. Головне при такій роботі робити відповідні посилання на авторів в тексті.

Через свою специфіку інтелектуальна власність призначена для суспільного використання (рідко робляться винаходи або складається музика для задоволення тільки особистих потреб автора) і легко може бути привласнена несумлінними людьми. Ви, напевно, чули про «піратські диски», а може бути, самі використовуєте диски, на яких записані спеціальні програми для персональних комп'ютерів або музичні твори, виконувані популярними виконавцями, вкрадені у авторів.

В даний час, коли будь-яка діяльність стає все більш інтелектуальною, проблема захисту створюваної інтелектуальної власності стає особливо важливою. З цієї причини з'являються всі нові форми і способи захисту цієї власності.

### 3.5. Способи захисту інтелектуальної власності

Захист інтелектуальної власності означає закріплення свого авторства і/або права на її використання.

Пояснимо різницю між авторством і правом на її використання.

В результаті відрядження за завданням редакції репортер зробив унікальні знімки. Він є автором цих знімків, але права на використання знімків належать редакції або видавництву. Інший приклад. На деякому підприємстві в результаті виконання службового завдання співробітники роблять винахід. Вони стають авторами винаходу, але права на використання винаходу належатимуть підприємству. Підприємство стане патентовласником.

Розглянемо форми захисту свого авторства на вироблений інтелектуальний продукт.

*Найпоширенішою формою захисту авторства на нову наукову ідею, технологію, літературний твір і т. п. є їх публікація у пресі.* В даному випадку вказується автор публікації, а також фіксується дата виходу публікації у світ. Починаючи з цієї дати вам належатимуть авторські права на висунуті в публікації ідеї, якщо вони не були раніше опубліковані іншим автором.

*Крім друкарських видань обнародувати свої ідеї можна на конференціях, симпозіумах, наукових семінарах.* Проте потрібно мати на увазі, що якщо ваші ідеї не будуть відображені в тезах доповідей відповідної конференції або симпозіуму, то довести своє авторство згодом буде практично неможливо.

Не слід думати, що підготовка статті в журнал доступна тільки вченим або журналістам. Дійсно, існують академічні журнали, що публікують вузькоспеціалізовані наукові статті. Але, на щастя, існує велике число журналів, адресованих широкому колу читачів. Саме в них ви можете опублікувати свої перші статті. Наприклад, якщо вам вдасться знайти актуальну тему і виконати на уроках в школі або зовні її цікавий творчий проект, ви можете опублікувати його результати в науково-методичному журналі «Бібліотека «Шкільного світу», «Школа і виробництво» (Росія). Деякі роботи школярів публікуються в спеціальних журналах, наприклад, «Моделіст-конструктор», «Техніка молоді» (Росія) і інших.

Слід попередити початківців авторів, що *перш ніж почати працювати над статтею, необхідно обов'язково познайомитися з вимогами до оформлення статті того журналу, в якому передбачається публікація.* Як правило, ці вимоги публікуються в журналі кілька разів в рік. Якщо ви не зможете знайти ці вимоги, то уважно вивчіть публікації в журналі. Зверніть увагу на обсяг публікацій, правила оформлення заголовка, малюнків, списку використаної літератури. Рукописи повинні бути обов'язково підписані авторами роботи. До рукопису на окремому аркуші додаються відомості про автора (або авторів), в яких указується інформація (адреса, телефони), необхідна для встановлення зв'язку з ними і переказу авторського гонорару. Деякі збірники наукових праць випускаються за рахунок авторів, тому для участі в них редакційна колегія просить авторів переказати гроші наперед виділений рахунок.

Деякі автори вважають, що набагато більше читачів дізнаються про їх досягнення, якщо вони розмістять свої матеріали на сайті в Інтернет. В цьому випадку їм наперед потрібно потурбуватися про захист своїх прав, оскільки вже є маса фактів, коли комп'ютерні «хакери» міняли авторство текстів, вносили зміни в тексти, у тому числі і для дискредитації авторів. Боротьба з такими явищами вельми утруднена.

Найнадійнішою формою захисту своїх прав на матеріали, розміщені в системі Інтернет, багато експертів вважають попереднє завірення текстів робіт у нотаріуса.

Істотним недоліком розміщення матеріалів в Інтернет є неможливість посилання на них як на опубліковані роботи при різних атестаціях, отриманні вчених звань і ступенів, захистах дипломних робіт і кандидатських дисертацій.

Починаючи з 15 груднем 1993 р. в Україні набули чинності Закони: «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі», «Про охорону прав на промислові зразки». *Згідно цим законам, відтепер в Україні здійснюється правова охорона винаходів, корисних моделей і промислових зразків. Ця охорона підтверджується патентом на відкриття, винаходи і промислові зразки і свідоцтвом на корисну модель (до 1993 року автор винаходу одержував не патент, а авторське свідоцтво).*

Відповідно до вказаних Законів від 1993 року наведемо особливості реєстрації деяких форм інтелектуальної власності.

На відкриття і винаходи Державним департаментом інтелектуальної власності при Міністерстві освіти і науки України видаються *патенти*. Ним же на товарні знаки, промислові і корисні зразки видаються *свідоцтва*.

На раціоналізаторські пропозиції організацією, на якій ця пропозиція була використана, видається *посвідчення*.

Всі перераховані вище документи оформляються відповідно до заявок на видачу цих документів.

Розглянемо детально зміст заявки на передбачуваний винахід і раціоналізаторську пропозицію.

Заявки на *винахід* складаються автором і направляють в Український інститут промислової власності (Укрпатент). Рішення про видачу патенту або відмову ухвалює державна науково-технічна експертиза. У разі позитивного рішення Державний департамент інтелектуальної власності проводить публікацію винаходу після реєстрації його в Державному реєстрі винаходів України.

Складання заявки – процес, що вимагає спеціальних патентних знань, тому складати її має досвідчений фахівець.

Починаючи підготовку матеріалів заявки на винахід, необхідно ознайомитися з критеріями, яким має відповідати винахід.

Першим основним критерієм, прийнятим майже у всіх країнах світу, є *наявність світової новизни*. Це означає, що ніде, ні в якому патентному або інформаційному джерелі, журналі, книзі, передбачуваний винахід раніше не був опублікований в тій мірі, яка дозволяє реалізувати його за даною інформацією. Тепер вас не повинна здивувати відмова у видачі заявки на винахід одному із авторів даного підручника на тій підставі, що ідея винаходу була вказана в його ж статті, опублікованій раніше, ніж була подана заявка.

Другим критерієм є *рівень винахідництва*. Прочитуємо його визначення по тексту закону: «Винахід має рівень винахідництва, якщо воно для фахівця не слідує явним чином з рівня техніки. Рівень техніки визначається по всіх видах відомостей, загальнодоступних в Україні або в зарубіжних країнах, до дати пріоритету винаходу».

Третім критерієм винаходу є його *промислова застосовність*. «Винахід є промислово застосовним, якщо він може бути використаний в промисловості, сільському господарстві, охороні здоров'я і інших галузях діяльності».

Раніше було вказано, що автори винаходів не завжди можуть проконтролювати їх використання. Деякі фірми, щоб не платити авторам винагороди, приховують факт використання винаходів. З цієї причини багато авторів винаходів не повністю розкривають в заявці всі секрети своїх розробок, залишаючи за собою так зване «ноу-хау». В цьому випадку фірми, що спробували використати винахід і зіткнулися з труднощами при їх реалізації, вимушені звертатися до авторів, які одержують авторську винагороду за використання винаходу і додаткову винагороду за технічні консультації [41].

Якщо винахід заявлений в співавторстві, то при позитивному рішенні патент видається кожному із співавторів, незалежно від їх числа.

Заява на раціоналізаторську пропозицію подається тому підприємству, до діяльності якого воно відноситься, незалежно від того, працює чи ні автор на цьому підприємстві. Заява повинна бути розглянута з прийняттям рішення у встановлені підприємством терміни.

Рішення ухвалюється особою, призначеним керівництвом підприємства.

Першість на раціоналізаторську пропозицію визначається зареєстрованою датою його надходження на підприємство.



Після ухвалення пропозиції автору видається охоронний документ - посвідчення на використання раціоналізаторської пропозиції. Права автора діють тільки в межах підприємства, що видало посвідчення.

Винагорода автору обчислюється і виплачується підприємством, що видало посвідчення і використовує раціоналізаторську пропозицію. Розмір винагороди визначається договором, в якому обмовляється відсоток від суми річної економії, отриманої при використанні раціоналізаторської пропозиції. Розмір винагороди за раціоналізаторську пропозицію, що не створила економії, визначається відповідно до інструкції підприємства (з поправочним коефіцієнтом на інфляцію).

### **Контрольні питання**

1. Основні ознаки сучасної інформації.
2. Що є теоретичною основою інформації?
3. Охарактеризуйте основні риси інформаційно-пошукової системи.
4. Які джерела інформації використовують при рішенні технічних задач?
5. Чим є класифікатор інформації Д'юї?
6. Які електронні засоби інформації використовуються в процес творчості?
7. Основні правила оцінювання і ранжирування інформації.
8. Джерела науково-технічної і патентної інформації.
9. Як нагромаджується, зберігається і розповсюджується науково-технічна інформація?
10. Основні задачі Товариства винахідників і раціоналізаторів України.
11. Які об'єкти творчої діяльності відносять до інтелектуальної власності?
12. Сутність відкриттів, винаходів і їх правовий захист.
13. Що є об'єктом винаходів?
14. Раціоналізаторські пропозиції і їх відмінність від винаходів.
15. Охарактеризуйте основні способи захисту інтелектуальної власності в Україні і за кордоном.

## Розділ 4

# ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНИХ ПРИБОРІВ

### 4.1. Моделювання і його місце в технічному прогресі

В техніці і технології *модель – це створений людиною штучний об'єкт або явище, що відображає основні властивості реального об'єкту або явища*. Досліджуючи властивості моделі, людина одержує нові знання про реальний технічний об'єкт або явище.

При навчанні модель використовується як засіб наочності для отримання знань про реальний об'єкт або явище, наприклад моделі майбутніх споруд, архітектурних ансамблів, механізмів, приладів і процесів.

У будівництві часто використовуються архітектурні моделі-макети, виконані в певному масштабі. Такі моделі використовувалися з найдавніших часів і ще більше використовуються у наш час.

В автомобілебудуванні, літакобудуванні і в космонавтиці моделі грають ще більшу роль. Наприклад, відомо, що спочатку майбутній автомобіль або літак ретельно виготовляють в зменшеному масштабі (тобто роблять його модель), зберігаючи при цьому середнє значення об'ємної ваги. Потім цю модель «продувають» в аеродинамічній трубі (з метою отримання даних по властивостях пересування) і за отриманими даними дають висновок про доцільність проведення подальших робіт, тим самим значно економлячи матеріальні і інтелектуальні засоби. В космонавтиці часто моделюють невагомість за допомогою спеціального рідкого середовища або ж при контрольованому падінні літака. Таким же чином можна штучно змінити і вагу людини, моделюючи при цьому умови життя людини на інших планетах.

Класифікатор процесів моделювання і видів моделей має складну, ієрархічну структуру [5, 22]. Проте для учбових цілей його можна представити простіше, наприклад, так, як це показано на рис. 4.1. З цього рисунка видно, що моделі можна розділити на дві великі групи: моделі логічні і моделі матеріальні.

*Логічні моделі* – це ті, які отримані шляхом висновку. До них, зокрема, відносяться математичні, інформаційні і графічні моделі.

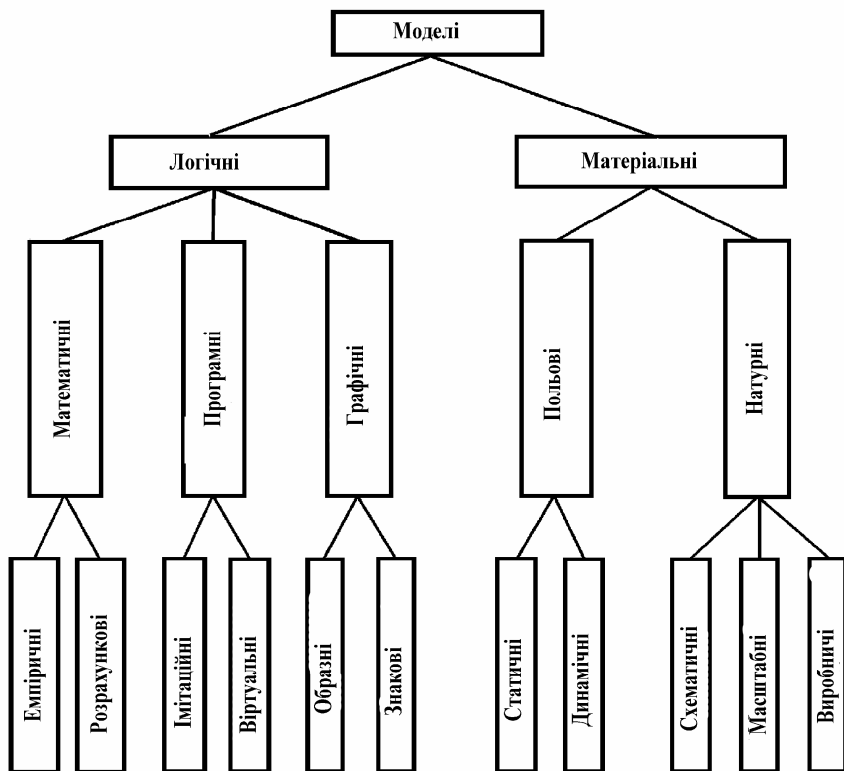


Рис. 4.1. Спрощений класифікатор видів моделей

*Математичні моделі* описують процес або явище з допомогою або емпіричних (дослідних) даних, або за допомогою елементарних безперервних функцій, або (коли це не можливо) чисельними методами (розрахункові моделі).

З розвитком мікропроцесорної техніки, появою персональних комп'ютерів і засобів інформаційних технологій з'явився новий вид моделей – *інформаційних*. Сюди включені імітаційні і віртуальні моделі.

*Імітаційні моделі* одержують за допомогою програмних засобів і вони моделюють найрізноманітніші процеси. Наприклад, за допомогою спеціальної програми на комп'ютері можна змоделювати яку-небудь електричну схему і визначити, задаючись певними параметрами елементів, її вихідні характеристики. При такому моделюванні

відпадає необхідність в складанні схеми з реальних елементів і в застосуванні спеціальної, часом дорогої, вимірювальної апаратури, але точність визначення вихідних характеристик при цьому не погіршується.

*Віртуальні моделі* також створюються за допомогою програмних засобів, але в них створюється віртуальне середовище, в якому моделюється поведінка головного об'єкту. Ця найважливіша відмінність віртуальних моделей від імітаційних.

*Графічні моделі* дають або предметне уявлення про об'єкт, або дають уявлення про відповідність якого-небудь графічного символу певній дії чи стану. Графічні моделі підрозділяються на образні і знакові. Вони можуть бути як монохромними, так і кольоровими.

До *образних моделей* відносяться, наприклад, ескізи, схеми і креслення майбутніх пристроїв, а також креслення і ілюстрації об'єктів техніки і будівництва. До образних моделей відносяться також продукти образотворчої творчості (живопис, графіка, плакати, фотографії), виконані в двомірному або в тривимірному просторі. Голографічні зображення також можуть бути віднесені до образних графічних моделей.

До *знакових моделей* відносяться зображення цифр, букв і ієрогліфів, а також різні умовні графічні зображення (дорожні знаки, різні покажчики і т.п.) і шифри.

*Матеріальні моделі* можна підрозділити на польові і натурні.

*Польові моделі* відносяться до типу аналогових моделей, тобто таких, в яких природні процеси, заміщаються іншими, наприклад, процесами в гравітаційних, електромагнітних або електричних полях. Їх можна підрозділити на моделі в статичному (незмінному) полі і моделі в динамічному (змінному) полі.

*Натурні моделі* – це матеріальні моделі, тобто ті, які виготовлені з натуральних або штучних матеріалів. Їх, у свою чергу, можна підрозділити на схематичні, масштабні і виробничі. *Схематичні моделі* повторюють основні функції прототипу, а *масштабні* – точні копії прототипу, виготовлені в певному масштабі.

Як приклад *виробничих моделей* можна привести воскові або дерев'яні моделі майбутніх металевих відливочок, швейні моделі, архітектурні макети, промислові зразки різних товарів і т.п.

Вивчення працездатності об'єкта на моделях називається *моделюванням*. Розрізняють пряме моделювання і метод аналогій.

*Пряме моделювання* засноване на заміщенні реального вивчаємого об'єкта або якого-небудь явища подібним об'єктом або процесом тієї ж фізичної природи. Наприклад, при споруді крупних гідропоруд, таких як Братська, Саяно-Шушенська, Нурекська гідроелектростанції (ГЕС), широко використовувалися гідродинамічні моделі, в яких дуже точно відтворювалися напрями водних потоків і відтворювалися перешкоди для води, що точно повторювали реальну місцевість.

*Метод аналогій* використовується при моделюванні складніших систем, наприклад магнітних полів, будови і властивостей атомів, зміни властивостей матеріалів під впливом зовнішніх збудників, технологічних процесів. Ці складні процеси важко, а деколи і неможливо моделювати напряму.

Тому процеси, що реально відбуваються, і системи замінюють процесами і системами іншої фізичної природи, які мають ідентичний (адекватний) опис. Частіше всього це аналогові моделі, побудовані, наприклад, за допомогою різних кінематичних, електронних або електричних схем. За результатами моделювання розробляються конструкції нових пристроїв. Таким чином, технічне моделювання дозволяє вирішувати і зворотну задачу - перейти від моделі до реального пристрою.

Чим простіше модель, тим швидше і з меншими витратами вона може бути виконана. Але, з другого боку, чим простіше модель, тим менше її відповідність (подібність) досліджуваному об'єкту і ймовірність помилкових висновків істотно збільшується. Тому ефективність моделювання залежить від початкових положень і гіпотез, що вказують межі допущених при моделюванні спрощень. Ця вимога, а також той факт, що модель є в значній мірі формалізованим уявленням про об'єкт, дозволяє підвести студентів до самостійних висновків про ефективне використання в процесі моделювання сучасних технічних засобів, сприяє формуванню у майбутніх вчителів технології системного уявлення про технічне моделювання як найважливіший етап творчо-конструкторської діяльності.

## 4.2. Основні етапи створення технічних пристроїв і їх моделей

Створення нових машин, приладів, механізмів і інших пристроїв, а також їх моделей є досить тривалим і складним процесом, в якому можна виділити наступні етапи: технічне прогнозування, аналітичне проектування, технічне конструювання, виробництво і випробування.

*Технічне (інженерне) прогнозування* включає формулювання технічного завдання (ТЗ) в загальному вигляді і збір науково-технічної інформації, що дозволяє обґрунтувати можливість рішення поставленої технічної задачі. Часто на цьому етапі виконуються науково-дослідні роботи (НДР) з метою отримання бракуючої інформації для обґрунтування принципової можливості створення задуманого технічного пристрою.

На цьому етапі іноді створюють *масштабні натурні моделі* з метою прогнозування властивостей технічного пристрою, що розробляється.

*Аналітичне проектування* включає розробку математичної моделі (математичного опису) створюваного технічного об'єкту і подальше дослідження цього об'єкту за допомогою розробленої моделі. Часто для цих цілей використовують ЕОМ.

Математичні моделі дозволяють одержувати розрахункові технічні характеристики і параметри створюваного об'єкту при необхідних навантаженнях і передбачуваних умовах експлуатації, навіть не маючи в натурі прототипу створюваного технічного об'єкту.

*Конструювання* – це розробка графічної моделі технічного пристрою, за якою можлива матеріалізація створюваного пристрою шляхом виготовлення його у виробничих умовах.

Слово «конструювання» походить від латинського слова *construire* – будувати, створювати, споруджувати. Воно означає процес створення нового пристрою у вигляді матеріального предмету, придатного для практичного використання.

Конструювання технічного пристрою проходить декілька стадій:

- 1) розробка більш детального ТЗ;
- 2) розробка ескізного проекту;
- 3) розробка технічного проекту;
- 4) розробка робочого проекту.

Перераховані стадії оформляються у вигляді технічних документів, сукупність яких складає комплект *конструкторської документації* (КД), яка включає текстові документи і креслення.

*Технічне завдання* (ТЗ) є технічним документом, в якому описується створюваний пристрій і приводяться його основні технічні характеристики. В ньому вказується назва проектуваного пристрою, його призначення, виконувани ним основні функції (робочі процеси), основні технічні параметри, а також характеристики. Технічні параметри і характеристики є кількісним виразом основних властивостей проектуваного об'єкта. В ТЗ вказуються також умови експлуатації, масово-габаритні характеристики, експлуатаційні і художньо-естетичні вимоги.

*Ескізний проект* включає схемні рішення (електричні, кінематичні, гідравлічні і ін.), ескізи загального виду проектуваного виробу і основних його частин, необхідні конструкторські розрахунки і короткий опис пристрою і його роботи. Ескізний проект може містити (і часто містить) декілька варіантів реалізації створюваного технічного пристрою, один з яких (кращий по якихось критеріях) розробляється як технічний проект.

В *технічному проекті* розробляються креслення загального виду створюваного пристрою, складальні креслення основних вузлів і робочі (деталювальні) креслення основних деталей. На стадії розробки технічного проекту виявляються технічні суперечності, що не дозволяють добитися поставлених задач і отримання необхідних параметрів і характеристик (повного виконання технічних умов). Наприклад, зменшення габаритів пристрою приводить до зниження міцності і жорсткості деталей, підвищення точності виготовлення розмірів – до різкого збільшення вартості, підвищення теплостійкості і вібростійкої – до застосування більш дефіцитних і, отже, дорогих матеріалів.

Пошук технічних рішень, що знімають виникаючі суперечності, приводить, як вже наголошувалося раніше, до винаходів, а іноді до відкриттів.

Одночасно з розробкою креслень розробляються і інші документи, такі як *технічні умови* (ТУ) і *технологічний проект* (ТП) на виготовлення розробленого пристрою.

В ТУ вказують назву пристрою, його призначення, умови експлуатації, основні технічні параметри і характеристики, а також ме-

тоди випробувань і умови приймання виготовлених пристроїв. ТП містить опис процесу виготовлення пристрою у вигляді технологічних документів (технологічні карти на відповідні операції ТП, вживане устаткування і інструменти, режими обробки, розрахунки витрат часу на виготовлення і іншу необхідну інформацію, без якої неможливий процес виготовлення).

Конструкторська документація оформляється відповідно до стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), а технологічна – з єдиною системою технологічної документації (ЄСТД).

При розробці *робочого проекту* виконуються остаточні креслення загального виду пристрою, складальне креслення пристрою в цілому, складальні креслення всіх його вузлів, робочі креслення всіх деталей і складальних одиниць. На цій стадії розробляються *пояснювальна записка (ПЗ), технічний опис (ТО)* і інші текстові документи, що доповнюють конструкторську і технологічну документацію.

Комплект креслень разом з ПЗ, ТО і ТУ складають *комплект конструкторсько-технологічної документації (ККТД)*, необхідний для проведення *дослідно-конструкторських робіт (ДКР)* по виготовленню дослідних зразків пристрою. Контроль за ходом ДКР здійснюється саме по ККТД. Під час проведення ДКР вводяться необхідні зміни в конструкції пристрою або ТП його виготовлення з обов'язковим внесенням всіх змін в ККТД.

Остаточним підсумком ДКР є випробування пристрою за передбачуваних умов експлуатації і визначення ступеня відповідності його реальних технічних характеристик що раніше задається. Після цього робиться висновок про можливість виготовлення даного пристрою в умовах серійного або масового виробництва.

### **4.3. Класифікація моделей технічних пристроїв**

#### **4.3.1. Загальна класифікація**

Моделі технічних пристроїв, у тому числі і транспортних, можна розділити на дві великі групи: стендові моделі і моделі діючі.

*Стендові моделі* – це моделі-копії. Вони виготовляються в певному масштабі. В них повністю повторюється все те, що є в прототипі, іноді навіть з використанням тих же матеріалів. Такі моделі виго-



товляють як наочні посібники для навчальних цілей, сувеніри, прикраси приміщень, виставок технічної творчості і т.п.

При проектуванні нових технічних пристроїв моделі часто служать об'єктами дослідження. Їх поміщають в аеродинамічні труби, обдувають потоком повітря і визначають аеродинамічні і інші характеристики. Стендові моделі найбільш трудомісткі, тому виготовити їх можуть тільки досвідчені ентузіасти моделювання.

*Діючі моделі* можуть бути схематичними і комплексними. Схематичні діючі моделі призначені для показу функціонування, а комплексні - поєднують відтворення зовнішнього вигляду технічного пристрою з його функціонуванням.

*Схематичні моделі* мають основні частини технічного пристрою. Наприклад, форма схематичної моделі літака може сильно відрізнятися від реального об'єкта, але це модель діюча, на ній вивчається процес польоту, управління, льотні характеристики. Схематичні моделі найбільш прості у виготовленні, тому доступні для починаючих авіамоделістів.

*Комплексні моделі* точно повторюють всі зовнішні ознаки реального технічного пристрою в певному масштабі і здатні виконувати польоти. Такі моделі дуже цікаві як об'єкти технічної творчості не тільки для дітей, але і для дорослих, оскільки допомагають вивчати реальну техніку, підвищують технічну майстерність моделістів і приносять естетичне задоволення своїм творцям.

В практиці моделізму зустрічаються, так звані, *моделі-напівкопії*, у яких є повний набір функцій прототипу, але зовнішній вигляд дещо стилізований. Але при цьому прототип повинен бути впізнаним.

Діючі моделі можна підрозділити на *таймерні* і *гоночні*. *Гоночні* моделі, у свою чергу, підрозділяються на такі, що *вільно пересуваються*, *кордові* і *трасові*.

Таймерні моделі призначаються для змагань на тривалість польоту, а гоночні, трасові і кордові – для змагань на швидкість руху. Гоночні моделі, що вільно пересуваються, можуть пересуватися по вільному маршруту, трасові – тільки по чітко зафіксованій трасі. Кордові моделі можуть пересуватися тільки по колу, на якому утримуються завдяки міцній нитці або струні, званій кордом.

Таймерними і моделями, що вільно пересуваються (у тому числі і гоночними) доцільно управляти по радіо.

Спортивні моделі підрозділяють на три групи: такі що вільно пересуваються, кордові і керовані по радіо. Змагання між спортивними моделями проводяться відповідно до розроблених Правил, в яких всі моделі класифікуються за певними ознаками [3, 33, 67].

#### 4.3.2. Класифікація моделей за способом управління

*Автоматичне управління за допомогою вбудованих програмних засобів*

Механічні засоби програмування руху в сьогодні використовуються не часто. Звичайно вони використовуються на виставках, або там, де циклічно повторювані операції руху є виправданими.

Як приклад на рис. 4.2 показаний пристрій самохідного візка, який запрограмований як на зміну швидкості руху, так і на зміну напрямку руху.

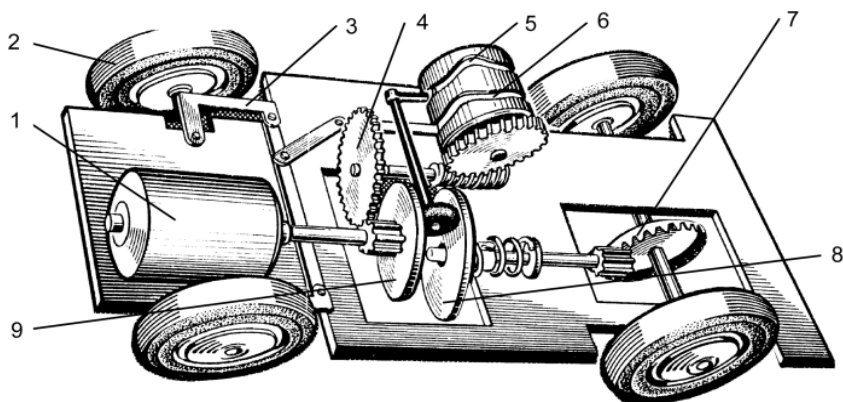


Рис. 4.2. Запрограмований самохідний візок:

1 – електродвигун; 2 – переднє колесо; 3 – трапеція механізму повороту; 4 – ведене колесо першого ступеня редуктора з черв'яком приводу циліндра копіїв; 5 – копій управління швидкістю самохідного візка (за рахунок варіатора); 6 – копій управління поворотами передніх коліс; 7 – редуктор приводу задніх коліс; 8 – підтискний диск варіатора механізму управління швидкістю самохідного візка; 9 – ведучий диск варіатора

Зміна швидкості руху відбувається за допомогою варіатора 9

з підтискним диском 8, а задається вона за допомогою копіру 5, розміщеного на барабані копіїрів.

Зміна напрямку руху (поворот передніх коліс 2) відбувається за рахунок повороту трапеції 3, управління якої здійснює за допомогою копіру 6, що також знаходиться на барабані копіїрів.

Всі засоби автоматизації руху самохідного візка приводяться в дію одним тільки електродвигуном 1.

За аналогічною механічною схемою можна виготовити засоби автоматичного руху і надводних транспортних засобів з тією лише різницею, що замість приводу задніх коліс буде привод гвинта, а замість поворотного механізму коліс – стерно.

### *Автоматичне управління за допомогою систем стеження*

Такі системи використовуються на модельних («іграшкових») автодромах, а моделі називаються трасовими. Найпростіший приклад такої системи – прорізана щілина в площині автодрому, яка відповідає траєкторії руху моделі гоночного автомобіля. В щілину опускається щуп моделі, який пов'язаний з трапецією механізму повороту передніх коліс. При повороті щуп і щілина є засобом управління «вправо-вліво». Повертається щуп – повертає і автомобіль. Це механічна система стеження.

Існують магнітні засоби системи стеження. Якщо замість щілини по траєкторії руху автомобіля прокласти тонку залізну смугу, а як щуп використовувати постійний магніт, то ефект вийде такий же, як і у випадку «щілина – щуп». Проте до механізму повороту коліс тут повинні бути пред'явлені більш високі вимоги щодо чутливості спрацьовування.

Як систему стеження можна використовувати і світлові доріжки, причому не одну. В цьому випадку одна світлова доріжка використовується для завдання траєкторії руху, а інша – регулювання швидкості на даній ділянці траси. Датчиками в даному випадку є світлові діоди, а вся схема – електронна. Недоліком даної системи є те, що з часом доводиться чистити оптичні засоби.

### *Управління по дротах*

Найбільш просто реалізовувати управління рухом наземних транспортних засобів і суден вперед і назад електромеханічним методом, перемикаючи напрям струму (полярність) по дротах. Така найпростіша схема управління показана на рис. 4.3. Пульти управління має бути забезпечений вимикачами (тумблерами) з відповідними

надписами, наприклад: «вперед», «назад», «стоп».

В схему на рис. 4.3 можна також вбудувати пристрій управління швидкістю (наприклад, за допомогою реостата). А якщо зробити модель з керованими поворотами, то тоді треба використовувати електричну рульову машинку.

Пристрій рульових машинок схожий з пристроєм гальванометрів, у яких кут повороту стрілки прямо пропорційний величині струму. Проте рульові машинки – виконавчі органи, тому для того, щоб вони виконували силові функції (наприклад, поворот коліс моделі автомобіля або стерна моделі корабля), на них необхідно подавати більш сильний струм.

На рис 4.4 наведено електричну схему управління ходом моделі наземного або надводного транспортного засобу всього по двох дротах.

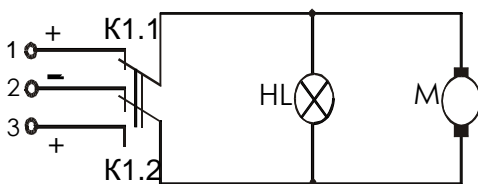


Рис. 4.3. Найпростіша схема управління рухом моделі «вперед-назад»

Відповідно до цієї схеми можна не тільки змінювати напрям руху моделі «вперед-назад», але також міняти швидкості руху в напрямі «вперед». На рис. 4.4 показана схема тільки з двома швидкостями в напрямі «вперед», проте легко зібрати схему з трьома і більш швидкостями, інша справа – чи потрібно це.

Основним (мабуть, найістотнішим) недоліком електромеханічного управління по дротах є те, що людина, яка управляє моделлю, як би є «прив'язана» до неї на відстань, рівну довжині дроту, і тому ефективність такого управління невелика. Особливо цей недолік позначається при змаганнях на складних трасах і, особливо, при великих швидкостях пересування моделі. На багаторушних наземних трасах управління моделі по дротах при великих швидкостях руху взагалі нездійсненно.

### *Управління за допомогою корду*

Корд – це міцна нитка (нитки) або струна (струни), яка утримує модель на певній відстані від людини, що управляє моделлю. Управління кордовими моделями простіше, оскільки тут не потрібне

управління поворотами (рух моделі здійснюється завжди по колу, радіус якого рівний довжині корду).

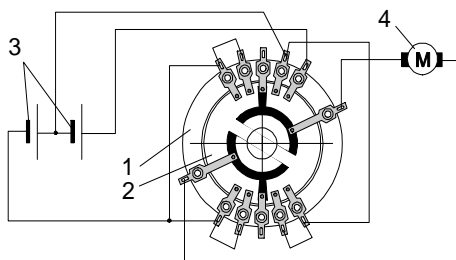


Рис. 4.4. Схема під'єднання батареї живлення і головного електродвигуна електромеханічним перемикачем з круговим розташуванням контактів: 1 – плата з нерухомими контактами; 2 – плата з рухомими контактами; 3 – батареї бортового живлення; 4 – електродвигун

При великих швидкостях моделей (наприклад, для спортивних гоночних моделей вона складає до 300 км/год) при її масі до 2–3 кг неважко обчислити зусилля, яке діятиме на корд, і переконався, що воно достатньо високе. Саме тому до корду пред'являються спеціальні вимоги. Наприклад, для швидкісних моделей автомобілів кордова нитка має бути виконана з тягнутого, круглого, пружинистого дроту, з нелегованої сталі з хімічним складом: С – 0,85 %, Si – 0,3 %, Mn – 0,45 %, P – 0,03 %, S – 0,03 %. Діаметр нитки корду вибирається залежно від швидкості і маси моделі. Він може коливатися в межах від 0,5 мм до 1,8 мм

Довжина кордової нитки вибирається відповідно до можливостей управління, а якщо модель призначена для спортивних змагань, то до правил проведення змагань.

Якщо використовувати дві нитки корду, то з'являється можливість передавати з їх допомогою на борт моделі певні механічні команди управління за рахунок зміни кута нахилу ручки корду (рис. 4.5) і відповідного повороту спеціального пристрою – «гойдалки» – навкруги своєї осі. Якщо до «гойдалки» механічно під'єднати механізми управління моделлю, то можна таким чином впливати на поведінку моделі в повітрі

Але все-таки необхідно пам'ятати, що корд використовується в основному для швидкісних (гоночних) моделей автомобілів, катерів і літаків в змаганнях на швидкість, тому основна вимога до такого корду – утримувати модель в русі по колу. Мабуть, тільки корд для

швидкісних моделей літаків може виконувати функції механічної передачі на борт моделі управляючі рухи (наприклад, управління положенням керма висоти).

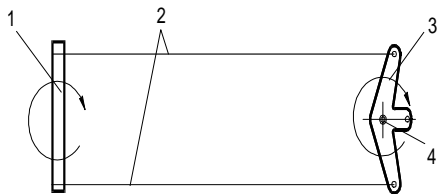


Рис. 4.5. Схема передачі механічного руху з ручки корду на борт моделі: 1 – ручка корду; 2 – нитки корту; 3 – гойдалка (встановлюється на борту моделі); 4 – вісь обертання гойдалки

### **Управління по радіо**

Складнішою є схема управління за допомогою радіохвиль. Тут необхідний передавач і відповідний приймач, що приймає імпульси передавача і перетворює їх у відповідні команди для виконавчих органів – рульових машинок або електромагнітів.

Ця схема добре розроблена, достатньо випробувана на моделях різного класу і наводиться в різних джерелах інформації.

Якщо є достатня елементна база і достатня підготовка з радіоелектроніки, то цілком можливе самостійне виготовлення і радіопередавача, і радіоприймача.

Відзначимо, що в управлінні моделями на відстані по радіо можливі варіанти. Можна застосовувати різні схеми – від одноканальної імпульсної до багатоканальної пропорційної.

*Одноканальна імпульсна схема*, при якій на моделі встановлюється керований по радіо кроковий двигун, який підключає різні комбінації приладів. В цьому випадку радіопередавач виробляє робочі радіоімпульси з частотою 0,3...0,5 Гц. Якщо кроковий двигун розрахований на 5 позицій, то для скидання параметрів крокового двигуна (переведення його в початковий стан) необхідно виробити 5 робочих імпульсів. Радіоприймач уловлює ці імпульси і перетворює в робочу напругу для крокового двигуна. Один імпульс – перше положення крокового двигуна, другий імпульс – друге положення і т. д. Відповідно в першому положенні підключається одна комбінація приладів, в другому – наступна, п'ять імпульсів – початкове положення.

Звичайно, працювати за такою системою можна тільки після тривалого тренування. Але така схема, не дивлячись на деяку громіздкість, проста в реалізації, тому що вона одноканальна і схема радіоапаратури менш складна.

Складнішою, але і більш надійною системою є *багатоканальна, пропорційна схема*, у якій 2 і більш каналів. Характер сигналів в кожному каналі розрізнений і може мінятися за амплітудою, отже, можна використовувати рульові машинки пропорційної дії. Після дешифровки сигналів в приймачі можна отримати амплітуду переданого сигналу по кожному з каналів. Ця амплітуда відповідатиме куту повороту рульових машинок. Кут повороту кожної рульової машинки обов'язково тарується і сполучається з ручкою управління. Кожному каналу – своя ручка.

При виборі числа каналів керованих по радіо систем треба дотримуватися наступного правила.

*Для управління в одновимірному просторі необхідно 1 канал, в двовірному просторі – як мінімум 2 канали, для управління в тривимірному – мінімум 3.*

Відповідно до цього правила:

- для управління моделлю залізничних транспортних засобів необхідний тільки один канал (регулювання швидкості і напрямку пересування «вперед-назад»);

- для управління моделлю наземного або надводного транспортного засобу необхідно 2 канали, оскільки вони пересуваються в двовірному просторі («вправо-вліво», регулювання швидкості і напрямки пересування «вперед-назад»);

- для управління моделлю підводного човна або моделі вільно літаючого літака необхідно 3 канали, оскільки вони пересуваються в тривимірному просторі («вправо-вліво», «вверх-вниз», регулювання швидкості обертання гвинтів);

- для управління моделлю літака, якщо необхідно виконувати фігури вищого пілотажу, необхідно, як мінімум, 4 канали (один для перевероту – управління елеронами крил).

Як приклад реалізації багатоканальної, пропорційної системи можна привести двоканальну (рис. 4.6, а) і чотирьохканальну (рис. 4.6, б) системи радіоуправління моделями виробництва Японії, які продаються в спеціалізованих магазинах

Існують і вітчизняні системи, аналогічні за своїми можливостями зарубіжним зразкам, наприклад апаратура дистанційного керування «Старт-юніор-90», яка серійно випускалася НВО «Старт» м. Тули.

В комплект керованих по радіо систем входять радіопередавач,

радіоприймач, електронний регулятор ходу, рульові машинки пропорційної дії і акумулятор бортового джерела живлення (БДЖ). Частота передаваного сигналу – в діапазоні 27 МГц. Точно частота встановлюється за допомогою частотних кристалів, які підібрані парою для передавача і приймача.

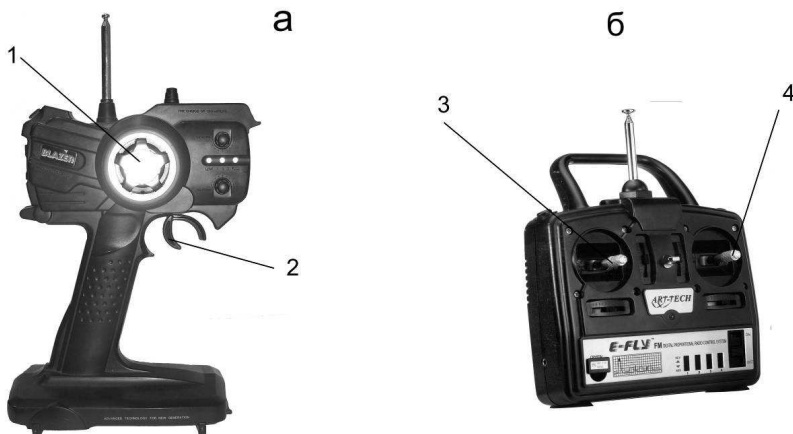


Рис. 4.6. Апаратура управління моделями по радіо:

а – двоканальна, б – чотирьохканальна: 1- штурвал управління рухом «вправо-вліво»; 2 – курок пропорційного управління швидкістю «вперед-назад»; 3 – ручка управління кермом висоти (переміщення по вертикалі) і напрямом руху (переміщенням по горизонталі); 4 – ручка управління числом обертів двигуна (переміщення по вертикалі) і рухом елеронів (переміщення по горизонталі)

Рульові машинки (рис. 4.7) підключаються до радіоприймача і живляться від БЖД. Вони мають вал, який може повертатися на кут, пропорційний величині амплітуди сигналу передавача. На валу можуть бути встановлені різні поворотні елементи, за допомогою яких здійснюються необхідні функції.

На валу однієї з рульових машинок можуть закріплюватися виконавчі пристрої повороту. Наприклад, для автомобіля або катера – це відповідно тяга рульового управління поворотами коліс або стерна корабля. На валу іншої рульової машинки може бути встановлений перемикач роботи електричного двигуна відповідно до схеми, приведеної на рис. 4.3, з тією лише різницею, що замість ручного перемикачання реалізовуватиметься автоматичне за рахунок повороту



валу рульової машинки і, відповідно, контактів рухомої плати.

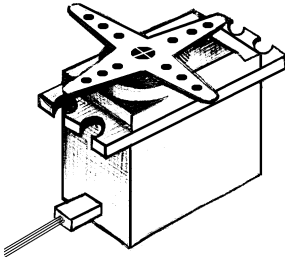


Рис. 4.7. Зовнішній вигляд рульової машинки системи управління моделями «Blazer Sport Radio Control System» японської фірми «SANWA»

#### 4.3.3. Спортивно-технічна класифікація моделей

Спортивні моделі можуть брати участь в спортивних змаганнях відповідно до Правил проведення таких заходів [3, 33,67].

##### *Класифікація моделей автомобілів*

Класифікація моделей автомобільної техніки приведена на підставі даних, опублікованих в літературі [3].

Моделі-копії автомобілів можуть бути діючими, а можуть бути настільними. Настільні моделі-копії з'єднані в групу Н-1.

Спортивні моделі виготовляються для участі в змаганнях за групами і класами, наведеними в таблицях 4.1– 4. 5.

Таблиця 4.1

Група кордових моделей з приводом на колеса

Клас	Гоночна модель автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ) з робочим об'ємом 1,5 см <sup>3</sup>	Маса, кг
Е-1	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ 2,5 см <sup>3</sup>	1,05
Е-2	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ 5 см <sup>3</sup>	1,57
Е-3	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ 10 см <sup>3</sup>	2,3
Е-4	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ 3,5 см <sup>3</sup>	3,13
Е-5	Кордова модель автомобіля з ДВЗ 2,5 см <sup>3</sup>	1,87
«Ралі»	Модель-копія автомобіля з ДВЗ 1,5 см <sup>3</sup>	2,0
К-1	Модель-копія автомобіля з ДВЗ 2,5 см <sup>3</sup>	1,8
К-2	Модель-копія автомобіля з електродвигуном	2,4
ЕЛ-1	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ 2,5 см <sup>3</sup> на базі деталей набору, що випускається промисловістю	5,0
«Темп»	Гоночна модель автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ) з робочим об'ємом 1,5 см <sup>3</sup>	

Таблиця 4.2

## Група керованих по радіо моделей

Клас	Характеристики	Примітка
РЦА	Модель-копія автомобіля з електродвигуном	
РЦБ	Модель вільної конструкції з електродвигуном	$U_{max} = 21 \text{ В}$
РЦЕ	Модель автомобіля з електродвигуном для групових гонок	М 1:12
Ф-1	Модель автомобіля з відкритими колесами для групових гонок з ДВЗ $3,5 \text{ см}^3$	М 1:8 Формула
Ф-2	Модель автомобіля із закритими колесами для групових гонок з ДВЗ $3,5 \text{ см}^3$	М 1:8

Таблиця 4.3

## Група кордових моделей з повітряним гвинтом

Клас	Характеристики	Примітка
АМ-1	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ $1,5 \text{ см}^3$	Аеромобіль
АМ-2	Гоночна модель автомобіля з ДВЗ $2,5 \text{ см}^3$	Аеромобіль
АС-1	Гоночна модель з ДВЗ $1,5 \text{ см}^3$	Аеросани
АС-2	Гоночна модель з ДВЗ $2,5 \text{ см}^3$	Аеросани
АК-1	Модель-копія з повітряним гвинтом з ДВЗ $1,5 \text{ см}^3$	Аеросани
АК-2	Модель-копія з повітряним гвинтом з ДВЗ $2,5 \text{ см}^3$	Аеросани

Таблиця 4.4

## Група трасових моделей

Клас	Характеристики	Примітка	
1	2	3	
ТА-1	Модель-копія гоночного автомобіля з відкритими колесами	Формула	М 1:24
ТА-2	Модель-копія із закритими колесами		

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	
ТА-3	Модель-копія історичного (випуску до 1950 р.) автомобіля будь-якого типу	Окрім рекордно-гоночного і для гонок на треку	М 1:24
ТБ-1	Модель вільної конструкції	Мінімальний діаметр передніх коліс 14 мм, мінімальна ширина 4 мм	
ТБ-2	Модель вільної конструкції з двигуном вітчизняного виробництва, що поступає у вільний продаж		
ТБ	Моделі-копії, що мають кузови фабричного виробництва і шасі, зібрані з тих наборів, що є у продажу	У тому числі із заготовок і напівфабрикатів	М 1:24

Таблиця 4.5

## Група найпростіших моделей

Клас	Характеристики	Примітка		
ЕЛ-2	Кордова модель-копія військового автомобіля з електродвигуном	Довжина не більше 300 мм	Двигун напружоне до 5 В	Живлення зовнішнє
ЕЛ-3	Об'ємна кордова модель автомобіля з електродвигуном			
ЕЛ-4	Об'ємна модель автомобіля з електродвигуном			Живлення внутрішнє
РМ-1	Контурна модель автомобіля з гумовим двигуном, що працює на розтягування			
РМ-2	Контурна модель автомобіля з гумовим двигуном, що працює на скручування			

**Класифікація моделей суден і кораблів**

Судна і кораблі є технічними транспортними засобами для пересування корисного вантажу по воді або під водою.

Судна і кораблі розрізняються за призначенням. Судами на-

зиваються цивільні транспортні засоби, а кораблями – військові. Іноді кораблями називають океанські пасажирські і вантажні судна великої водотоннажності.

Цивільні судна підрозділяються на транспортні, допоміжні, спортивні і технічні. Транспортні судна, у свою чергу, діляться на пасажирські і вантажні, допоміжні – на криголамні і буксирні, лоцманські і рятувальні.

До спеціальних суден відносяться науково-дослідні, учбові, пожежні і т.п.

Технічні судна – це землесоси, землечерпалки, доки, вантажні баржі, судна для водолазних робіт і т.п.

Спортивні судна – це судна малої водотоннажності для водного туризму, прогулянок, для спортивних змагань.

Судна бувають надводними і підводними. Надводні можна підрозділити на весельні, парусні і моторні.

Судна можна класифікувати і за іншими ознаками. Наприклад, їх можна класифікувати:

- за районом плавання (морські, річкові, змішані);
  - за типом двигунів (теплоходи, турбоелектроходи, атомоходи);
  - за принципом утримання на поверхні води (водотоннажні, аеродинамічні, гідродинамічні, на підводних крилах).
- Військові кораблі підрозділяються на надводні і підводні, а за характером вирішуваних задач – на такі групи:
- кораблі для ведення бойових дій (основа флоту);
  - допоміжні кораблі, що забезпечують дії бойових кораблів;
  - рейдові і базові кораблі для забезпечення дій бойових і допоміжних кораблів на рейді і в гавані.

Моделі суден і кораблів підрозділяються на такі групи [49].

**Категорія А/В – «Швидкісні кордові моделі»** (дальність ходу 500 м), двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), швидкість найбільша):

- клас А1 – ДВЗ до 3,5 см<sup>3</sup>, гребний гвинт;
- клас А2 – ДВЗ від 3,51 см<sup>3</sup> до 6,55 см<sup>3</sup>, гребний гвинт;
- клас А3 – ДВЗ від 6,56 см<sup>3</sup> до 10 см<sup>3</sup>, гребний гвинт;
- клас В1 – ДВЗ до 2,5 см<sup>3</sup>, повітряний гвинт.

**Категорія 3 – «Стенові моделі»:**

- клас С1 – всі види весельних і парусних судів без двигуна;
- клас С2 – моделі з механічним двигуном будь-якого типу;

- клас СЗ – макети споруд;
- клас С4 – мініатюрні моделі будь-яких судів і кораблів.

**Категорія Д – моделі, «некеровані моделі яхт, що вільно йдуть»**, дальність ходу – 100 м:

- клас Д-М – яхта «Марблхед», вітрило, швидкість будь-яка;
- клас Д-10 – яхта «Тенрітер», вітрило, швидкість найбільша;
- клас Д-Х – вільно сконструйована модель.

**Категорія Е – «Самохідні моделі»** (дальність ходу 50 м, двигун – механічний будь-якої конструкції):

- клас ЕН – точні копії цивільних судів, швидкість масштабна, двигун механічний будь-якої конструкції;

- клас ЕК – точні копії військових кораблів, швидкість масштабна, двигун механічний будь-якої конструкції;

- клас ЕЛ – точна копія підводних човнів, швидкість масштабна, двигун механічний будь-якої конструкції;

- клас ЕХ – вільно сконструйована модель, швидкість без обмежень, двигун механічний будь-якої конструкції;

- клас ЕХ-1250 – масштабна модель військового корабля, дальність ходу 25 м, швидкість масштабна, двигун будь-який;

- клас ЕН-1250 – масштабна модель цивільного судна, дальність ходу 25 м, швидкість масштабна, двигун будь-який;

- клас ЇВ-1250 – дальність ходу 25 м, масштаб і будь-якої швидкості, двигун будь-який;

- клас ЕХ-1250 – вільний клас, масштаб довільний, швидкість максимальна, двигун будь-який.

**Категорія Ф1 – «Швидкісні керовані моделі»:**

- клас Ф1-В3,5 – вільно сконструйована модель з гребним або повітряним гвинтом, ДВЗ до 3,5 см<sup>3</sup>, швидкість найбільша, дистанція спеціальна;

- клас Ф1-В6,5 – те ж з гребним гвинтом, ДВЗ до 6,55 см<sup>3</sup>;

- клас Ф1-В15 – те ж, ДВЗ від 6,56 см<sup>3</sup> до 15 см<sup>3</sup>;

- клас Ф1-Е1 – вільно сконструйована модель з гребним гвинтом, масою до 1 кг, електродвигуна, швидкість найбільша;

- клас Ф1-Есв – модель з гребним гвинтом, масою понад 1 кг, електродвигун, швидкість найбільша.

**Категорія Ф2 – «Швидкісні моделі фігурного курсу»:**

- клас Ф2-А – моделі-копії завдовжки до 900 мм, двигун – будь-який механічний, час проходження спеціальної дистанції не більше 7

хв;

- клас Ф2-В – те ж завдовжки від 901 мм до 1400 мм;

- клас Ф2-С – те ж завдовжки від 1402 мм до 2500 мм

***Категорія Ф3 – «Швидкісні моделі фігурного курсу»:***

- клас Ф3-В – модель з повітряним або гребним гвинтом для фігурного курсу, з будь-яким ДВЗ, швидкість максимально можлива;

- клас Ф3-Е – вільно сконструйована модель з гребним гвинтом для швидкісного фігурного курсу, електродвигун, швидкість найбільша.

***Категорія Ф5 – «Керовані моделі яхт»:***

- клас Ф5-М – керовані моделі яхт («Марблхед»), вітрило, дистанція спеціальна, швидкість найбільша;

- клас Ф5-10 – те ж («Тенрітер»);

- клас Ф5-Е – те ж (завдовжки 1 м);

- клас Ф5-Х – те ж вільної конструкції.

Існують і інші категорії, наприклад Ф6, Ф7 і ФСР. Категорії Ф6 і Ф7 – це демонстраційні моделі, а остання – це швидкісні моделі групових гонок. За цими категоріями змагання проводяться вкрай рідко.

***Класифікація авіаційних моделей***

В моделюванні авіаційної техніки склалися три напрями:

- 1) копіювання об'єктів авіаційної техніки за зовнішнім виглядом (моделі-копії) в точній відповідності з вибраним масштабом і застосуванням тих же матеріалів, що і у прототипу;

- 2) моделювання польоту об'єктів авіаційної техніки (спортивний моделізм);

- 3) комплексне моделювання, що поєднує відтворення зовнішнього вигляду об'єктів авіатехніки з процесом польоту.

Перші моделі виготовляють як наочні посібники для навчальних цілей, сувеніри, прикраси приміщень, виставок технічної творчості і т.п. При проектуванні нових літаючих апаратів вони служать об'єктами дослідження. Їх поміщають в аеродинамічні труби, обдувають потоком повітря і визначають аеродинамічні характеристики майбутніх літальних апаратів.

Другий тип моделей має основні частини літального апарату, наприклад літаки. Форма їх сильно відрізняється від реальних об'єктів, але це моделі діючі, на них вивчається процес польоту, управління, льотні характеристики, а також проводяться спортивні змагання.

Такі моделі класифікують за певними ознаками, а змагання проводяться за встановленими правилами [23].

Комплексні моделі точно повторюють всі зовнішні ознаки літальних апаратів у певному масштабі і здатні виконувати польоти.

Моделі авіаційної техніки дуже цікаві як об'єкти технічної творчості не тільки для дітей, але і для дорослих, оскільки допомагають вивчати реальну авіаційну техніку, підвищують технічну майстерність моделістів і приносять естетичне задоволення своїм творцям.

Як вже наголошувалося, авіамоделі планерів і літаків можуть бути схематичними або фюзеляжними. Схематичні моделі не зовсім точно повторюють лінії і форму прототипу, а мають лише віддалену схожість з ним. Такі моделі найбільш прості у виготовленні, тому доступні для починаючих авіамоделістів.

Фюзеляжні моделі більш точно повторюють об'ємно-просторову структуру прототипу. Вони складніше влаштовані, і тому їх рекомендується виготовляти досвідченим моделістам.

Спортивні моделі підрозділяють на три групи: вільно літаючі, кордові і керовані по радіо.

Кожна група, у свою чергу, ділиться на класи.

**Категорія F1 – «Вільно літаючі моделі»:**

– клас F1A – планери (площа несучої поверхні крила і стабілізатора – 32...34 дм<sup>2</sup>; мінімальна маса – 410 г; максимальне навантаження на несучу площину –

0,49 Н/дм<sup>2</sup>);

– клас F1B – авіамоделі з гумовим мотором (площа несучої поверхні – 17...19 дм<sup>2</sup>; мінімальна маса без двигуна – 190 г; максимальне навантаження – 0,49 Н/дм<sup>2</sup>; максимальна маса змащеного двигуна (двигунів) – 40 г);

– клас F1C – таймерні (ДВЗ, максимальний об'єм двигуна 2,5 см<sup>3</sup>; максимальна маса в грамах рівна  $V_{ДВ} \times 300$  ( $V_{ДВ}$  в см<sup>3</sup>); навантаження на несучу поверхню: мінімальна – 0,196 Н/дм<sup>2</sup>, максимальна – 0,49 Н/дм<sup>2</sup>, енергію вихлопу двигуна використовувати забороняється);

– клас F1D – кімнатні авіамоделі (максимальний розмах крила – 650 мм; мінімальна маса без гумового двигуна – 1 г).

**Категорія F2 – «Кордові моделі»:**

– клас F2A – швидкісні (площа несучої поверхні (дм<sup>2</sup>) рівна чисельно подвоєному об'єму двигуна (в см<sup>2</sup>); максимальний об'єм дви-

гуна – 2,5 см<sup>3</sup>; максимальне навантаження на крило – не більше 0,98 Н/дм<sup>2</sup>);

- клас F2B – пілотажні (максимальна площа несучих поверхонь – 150 дм<sup>2</sup>; максимальна маса – 5 кг; максимальне навантаження на несучу поверхню – 9,98 Н/дм<sup>2</sup>; максимальний об'єм двигуна – 10 см<sup>3</sup>, модель повинна мати шасі, а двигун – глушник);

- клас F2C – гоночні (мінімальна площа несучої поверхні – 12 дм<sup>2</sup>; максимальна польотна маса – 700 г; максимальний об'єм двигуна – 2,5 см<sup>3</sup>; мінімальна висота фюзеляжу в місці кабіни пілота – 100 мм; ширина – 50 мм; площа поперечного перетину – 39 см<sup>2</sup>);

- клас F2D – модель «повітряного бою» (максимальна площа несучої поверхні – 150 дм<sup>2</sup>; максимальна польотна маса – 5 кг; максимальне навантаження на несучу поверхню – 0,98 Н/дм<sup>2</sup>; максимальний об'єм двигуна – 2,5 см<sup>3</sup>).

#### ***Категорія F3 – «Керовані по радіо моделі»:***

- клас F3A – пілотажні (максимальна площа несучих поверхонь – 150 дм<sup>2</sup>; максимальна маса моделі (без палива) – 5 кг, мінімальне навантаження на несучі поверхні – 0,118 Н / дм<sup>2</sup>; максимальний об'єм двигуна – 10 см<sup>3</sup>);

- клас F3B – моделі планерів (максимальна несуча площа – 150 дм<sup>2</sup>; максимальна маса – 5 кг; навантаження: мінімальне – 0,118 Н/дм<sup>2</sup>, максимальне – 0,736 Н / дм<sup>2</sup>; максимальний робочий об'єм двигуна – 2 см<sup>3</sup>; час роботи двигуна – 45 с; довжина леєра – 150 м);

- клас F3C – гоночні (максимальний об'єм циліндра двигуна – 6,6 см<sup>3</sup>; поперечний перетин фюзеляжу по миделю – 175 × 85 мм, шасі моделі повинне бути двополюсним).

#### ***Класифікація моделей ракетної техніки.***

В класифікаторі моделей ракетної техніки значаться десять категорій [47]:

- S1– моделі ракет на висоту польоту;
- S2 – моделі ракет на висоту польоту із стандартним вантажем;
- S3 – моделі ракет на тривалість польоту з парашутом;
- S4 – моделі ракетопланів на тривалість польоту;
- S5 – моделі-копії на висоту польоту;
- S6 – моделі ракет на тривалість польоту із стрічкою;
- S7 – моделі-копії на реалізм польоту;



- S8 – моделі ракетопланів на тривалість польоту;
- S9 – моделі ракет з авторотуючим спуском;
- S10 – моделі ракетопланів на тривалість польоту.

В кожній з перерахованих категорій, у свою чергу, є розподіл на класи за ознаками, характерними для даної категорії.

Моделі ракет категорій S1, S2, S3, S6, S9 і S10 повинні мати мінімальний діаметр корпусу 30 мм на довжині не менш 50 % від загальної довжини корпусу. Мінімальна довжина моделей цих категорій – 350 мм.

Для моделей категорії S5 мінімальна довжина корпусу – 500 мм, мінімальний діаметр – 40 мм на довжині більше 20 % загальної довжини корпусу.

Всі моделі ракет повинні мати розпізнавальні знаки, що складаються з: позначення класу, наприклад «S3A»; мінімум двох букв і двох цифр, наприклад «BK-08». Висота букв – не менше 10 мм

На моделях ракет можуть бути встановлені як вітчизняні модельні ракетні двигуни, так і двигуни закордонного виробництва.

Всі перераховані категорії передбачають класи, наведені в таблицях 4.6 – 4.12 Класи, виділені шрифтом, беруть участь в різних змаганнях, аж до міжнародних.

Таблиця 4.6

Моделі ракет на висоту польоту (категорія S1)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г
S1A	0,0–5,00	60
S1B	5,01–10,00	120
S1C	10,01–40,00	240

Таблиця 4.7

Моделі ракет на висоту польоту із стандартним вантажем (категорія S2)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Кількість вантажів, що підіймаються
S2A	0,0–10,00	90	1
S2B	10,01–40,00	240	2
S2C	40,01–80,00	500	4

Таблиця 4.8

Моделі ракет на тривалість польоту з парашутом (категорія S3)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Максимальний час польоту, с
S3A	0,0–2,50	100	240
S3B	2,51–5,00	100	360
S3C	5,01–10,00	200	480
S3D	10,01–20,00	500	600

Таблиця 4.9

Моделі ракетопланів на тривалість польоту з парашутом (категорії S4 і S10)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Максимальний час польоту, с
S4A, S10A	0,0–2,50	60	120
S4B, S10B	2,51–5,00	90	180
S4C, S10C	5,01–10,00	120	240
S4D, S10D	10,01–40,00	240	300
S4E, S10E	40,01–80,00	500	300

Таблиця 4.10

Моделі ракет на тривалість польоту із стрічкою (категорії S6)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Максимальний час польоту, с
S6A	0,0–2,50	60	120
S6B	2,51–5,00	90	180
S6C	5,01–10,00	120	240
S6D	10,01–40,00	240	300

Таблиця 4.11

Моделі ракетопланів на тривалість польоту (категорії S8)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Максимальний час польоту, с	Примітка
S8A	0,0–2,50	60	120	
S8B	2,51–5,00	90	180	
S8C	5,01–10,00	120	240	
S8D	10,01–20,00	240	300	
S8E	20,01–40,00	300	300	Радіокерована
S8F	40,01–80,00	500	300	Радіокерована

Таблиця 4.12

Моделі ракет з авторотуючим спуском (категорії S9)

Клас моделей	Сумарний імпульс двигуна	Максимальна стартова маса, г	Максимальний час польоту, с
S9A	0,0–2,50	60	180
S9B	2,51–5,00	90	240
S9C	5,01–10,00	120	300
S9D	10,01–20,00	240	360

*Примітки до таблиць 4.6 – 4.12:*

**Для категорії S1.** Допускається застосування будь-якої кількості двигунів і їх комбінація, але сумарний імпульс при цьому не повинен бути вищим за допустиме значення для даного класу.

**Для категорії S2.** Стандартний вантаж – циліндр з свинцю або його сплаву із змістом свинцю більше 60 %, масою не менш 28 г і діаметром 19,1 мм з допуском  $\pm 0,1$  мм. У вантажі не повинно бути отворів і яких-небудь кріплень. Він розміщується усередині моделі і повинен легко витягуватися для контролю. Під час польоту відділення вантажу від моделі не допускається!

**Для категорії S3.** До даної категорії відносяться тільки одноступінчаті моделі, від яких під час польоту не повинне нічого відді-

лятися, окрім пижа і парашутного чохла. Кожна модель забезпечується одним двигуном, число парашутів – будь-яке. Мінімальне число строп парашута – 3.

**Для категорії S4.** В категорію S4 входять моделі, що підіймаються в повітря без аеродинамічних площин і що повертається на землю в стійкому аеродинамічному плануванні, використовуючи аеродинамічні поверхні. Дозволяється скидати корпус двигуна на парашуті площею 4 дм<sup>2</sup> або гальмівній стрічці, розміри якої повинні бути більше 25×300 мм

**Для категорії S6.** В цю категорію входять моделі з одним двигуном і однією стрічкою. Стрічка повинна бути виготовлена з однорідного матеріалу, форма прямокутна, співвідношення довжини до ширини не більше 10:1. У польоті стрічка повинна бути повністю розгорненою.

**Для категорії S8.** На відміну від категорії S4, тут у польоті ніщо не повинно відділятися. Моделі повинні бути тільки одноступінчастими з одним або декількома двигунами. Мінімальна стартова маса повинна бути не менш 30 % максимальної маси для даного класу.

**Для категорії S9.** В цю категорію входять моделі тільки з одноступінчастим двигуном. У польоті не допускається розпаду моделі на самостійні складові частини. Авторотація повинна виконуватися навкруги поздовжньої осі моделі.

**Для категорії S10.** В категорію S10 входять моделі тільки з гнучким крилом, маса плануючої частини повинна складати більше 50 % стартової маси.

#### **4.4. Теорія створення моделей технічних пристроїв**

Переміщення тіл або зміна їх положення в просторі взагалі можлива або за рахунок *природних сил*, або за допомогою якої-небудь *машини*.

До природних сил на нашій планеті відносяться виштовхувальна сила (як у воді, так і в повітрі), сили, пов'язані з конвекційними процесами (такі, як переміщення великих мас повітря або течії в світовому океані), гравітаційною енергією і енергією сонця.

Природні сили існували завжди і завжди вони були незалежні від людини. Проте людина справдана навчилася використовувати ці

сили в своїх цілях. Вона створила парусники, що пересуваються під натиском вітру по суші і по воді, створювала вітряні млини і водяні колеса, винайшла повітряних зміїв

Винахідники, яких в будь-яку епоху було предостатньо, придумували різні механізми для того, щоб полегшити працю своїх співгромадян. Архімед відкрив закон виштовхування в рідкому середовищі, придумав не тільки гвинтовий пристрій для подачі води, але і багато-багато інших хитрих пристроїв і пристосувань, які зробили славу його місту Сіракузам. До речі, закон виштовхування в рідкому середовищі, відкритий Архімедом, виявився справедливий і для газоподібного середовища. Яскравий приклад використання цього закону в повітряному середовищі – повітряні кулі, які так добре описав в своєму фантастичному романі «Капітан Немо» французький письменник-фантаст Жюль Верн.

#### **4.4.1. Двигун і рушій**

Еволюція людини і його мислення привели до того, що людина стала активно впливати на навколишнє природне середовище і предметне середовище. В другій половині ХІХ століття людина, використовуючи велику кількість відкриттів, створила нові знаряддя праці і технологічні машини, у тому числі, і транспортні. Більшість з них мали як двигун, так і рушій.

*Двигун* - це енергосилова машина, що перетворює який-небудь вид енергії в механічну роботу.

*Рушій* – цей пристрій для перетворення механічної роботи двигуна в роботу по переміщенню тіла в просторі. В нашому випадку – це робота по переміщенню транспортної машини з корисним вантажем.

Спочатку рушіями для переміщення по суші були колеса і вітрила. Потім з появою двигунів стали використовуватися такі рушії, як гусениці і шнеки. З'явилися навіть крокові рушії, наприклад, у крокових екскаваторів.

Як рушії на воді використовувалися спочатку весла (рис. 4.8, а) і вітрила (рис. 4.8, б). З появою двигунів стали використовувати як рушії закрібні колеса (рис. 4.8, в), всім відомі гвинти (рис. 4.10, а), водомети (рис. 4.8, г), судна з повітряним гвинтом, які стали називати глісерами (рис. 4.8, д) і ін.

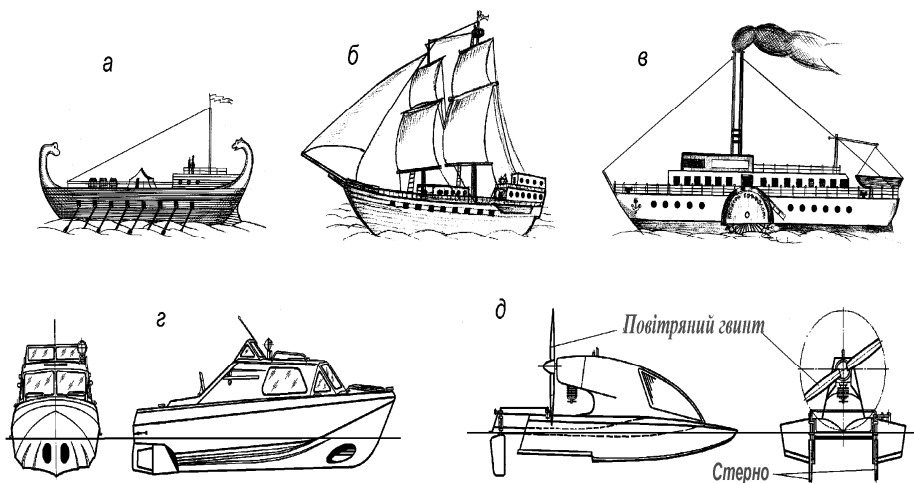


Рис. 4.8. Рушії, які використовуються для транспортних машин, що пересуваються по воді: а – весла; б – вітрила; в – загібні колеса; г – водометний катер; д – аероповітряний гвинт (для глісерів).

При переміщенні транспортних машин по повітряю без двигуна було зовсім вже важко обійтися (виключаючи, звичайно, планери; але їх треба було спочатку запускати). Як рушії тут стали застосовувати аерогвинти (пропелери) і реактивні сопла.

В безповітряному просторі пересування стало можливим тільки завдяки реактивній силі, тобто за допомогою реактивного двигуна і реактивного сопла.

Тепер про двигун. Всі двигуни, які використовує людина, можна підрозділити на первинні і вторинні.

**Первинні двигуни** такі як: гідротурбіни, двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) і ін. безпосередньо перетворюють енергію природних ресурсів (повітря, води, газу, нафтопродуктів, ядерного палива і ін.) в механічну енергію.

Поршневий ДВЗ - тепловий двигун, в якому частина хімічної енергії палива, що згоряє в робочій порожнині циліндра над поршнем, перетворюється в механічну енергію.

Коефіцієнт корисної дії сучасних поршневих ДВЗ коливається від 0,4 до 0,5. Перший двигун внутрішнього згоряння сконструював в 1860 році французький винахідник Е. Ленуар.

Класифікацію ДВЗ наведено в таблиці 4.13.

**Повторні двигуни** одержують енергію або від первинних двигунів, або від перетворювачів і накопичувачів енергії, наприклад, гальванічних елементів, акумуляторів різної енергії (наприклад, механічної, електричної, електромагнітної), сонячних батарей і ін.) Саме до цієї групи відносяться електродвигуни постійного струму (ЕДПС).

Коефіцієнт корисної дії ЕДПС потужністю до 30 Вт складає 20-30%, потужністю 30 – 200 Вт - 40-50%. Розрізняють ЕДПС з постійним магнітом і з електромагнітною обмоткою збудження.

В моделювання широко застосовуються як первинні двигуни – поршневі карбюраторні ДВЗ, так і повторні - ЕДПС з постійним магнітом (див. додаток 2). Останнім часом промисловістю стали виготовлятися реактивні (первинні) і навіть турбореактивні (комбіновані) двигуни для моделей літаків.

Таблиця 4.13.

Класифікатор ДВЗ

Критерій класифікації	Види
За родом палива	рідинні
	газові
За робочим циклом	безперервної дії
	двотактні
	чотирьохтактні
За способом приготування горючої суміші	зовнішнє сумішоутворення
	внутрішнє сумішоутворення
За видом перетворювача енергії	поршневі
	турбінні
	реактивні
	комбіновані

#### 4.4.2. Загальні підходи в теорії конструювання технічних пристроїв

Що загального між плугом для оранки землі, підводним човном і повітряним змієм? На перший погляд нічого. Але не поспішаємо з відповіддю, адже питання просто так не задають. Давайте подивимося на рисунок 4.9.

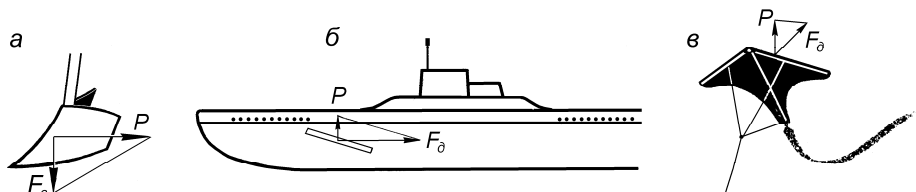


Рис. 4.9. Виникнення вертикальної сили  $P$ :

а – заглиблюючої при поздовжньому переміщенні плуга; б – підйомної при русі підводного човна; в – підйомної при запуску повітряного змія

Виявляється, що як на похилу площину плуга, так і на площині керма глибини підводного човна і на площину повітряного змія діють сили, які виникають тільки при русі. Створюється тиск на плуг з боку ґрунту, на кермо підводного човна - з боку води, на площину змія - з боку повітря. Тиск, помножений на площу, дасть силу. Ця сила  $F_0$  направлена уздовж руху розглядуваних, нами об'єктів, а оскільки всі площини, що розглядаються, розташовані під якимсь кутом до поздовжньої осі, то вона розкладається на складові, одна з яких направлена або вгору, або вниз. А це не що інше, як підйомна сила (при негативних кутах ця сила негативна, тобто занурююча) при русі в будь-якому середовищі. Так от: виявляється, що підйомна (занурююча) сила  $P$  може бути навіть в напівтвердому середовищі (назвати землю твердим середовищем не можна).

Наведений приклад показує, що при конструюванні механізмів необхідно розглядати закони фізики більш загально, не вважати, що, наприклад, закон Архімеда справедливий тільки для рідкого середовища, а подивитися чи може він бути справедливий для твердого або напівтвердого середовищ. Виявляється, може і це доводить експеримент. Давайте помістимо в посуд з піском порожню закупорену пластикову пляшку (наприклад, для таблеток), закопаємо її в пісок і все це струшуватимемо. Пляшка, що має разом з повітрям меншу питому вагу, дуже скоро вийде на поверхню піску. Ось вам і доказ.

Інший приклад використання одних і тих же технічних рішень в різних середовищах. Всі ми знаємо, що таке гвинт. Це пристрій, на зовнішній поверхні якого зроблені спіралеподібні виступи. Якщо зміряти відстань між цими виступами в поздовжньому напрямі гвинта, то воно завжди буде одним і тим же. Ця відстань називається кро-



ком гвинта. При конструюванні гвинт широко використовується як кріпильний матеріал – з його допомогою можна з'єднати, наприклад, дві або більше листові заготовки. Правда, тоді треба мати ще і гайку або використовувати як гайку внутрішнє різьблення в одній з деталей, що сполучаються.

А чи не можна принцип гвинта використовувати при створенні рушії, працюючої у всіх середовищах? Так це можливо і вже застосовується. Наприклад, мало хто знає, що в деяких конструкціях машин, що пересуваються по суші, як рушії використовуються шнеки, які є не що інше, як гвинтовий пристрій. Цих шнеків повинно бути, як мінімум, два (з лівим і правим «гвинтом», і обов'язково з однаковим кроком) Вони розташовані вздовж осі пересування машини по її боках і обертаються в протилежні сторони для того, щоб компенсувати можливе бічне переміщення машини від кожного з них. Шнеки, обертаючись і контактуючи з поверхнею землі, переміщують машину з вантажем. У таких машин хороша прохідність, але дуже малий коефіцієнт корисної дії. А приклади використання гвинтів у рідких і газоподібних середовищах нам добре відомі. Це – гвинти кораблів і пропелери літаків.

Зверніть увагу, що тут ми розглянули вже чотири різні середовища: тверду – «гвинт-гайка, напіврідку і сипку – «шнек-земля», рідку – «корабельний гвинт-вода» і газоподібну – «пропелер-повітря».

Третій приклад – це виникнення підйомної (занурюючої) сили  $P$  під час руху літака в повітрі при використанні крил з певним профілем (рис. 4.25). Чи можна цей принцип перенести і на інші середовища? Судна на підводних крилах – це приклад реалізації цього принципу у водному середовищі (рис. 4.10, а). А у швидкісних автомобілів останнім часом стали використовувати, так звані, антикрила (рис. 4.10, б), які при великій швидкості обдування повітрям збільшують силу зчеплення автомобіля з покриттям дороги, тобто використовується той же профіль крила, але перевернений на  $180^\circ$

#### **4.4.3. Конструювання моделей наземних технічних пристроїв**

До моделей наземних пристроїв можуть бути віднесені: моделі старовинних водяних або повітряних млинів, моделі всіляких старовинних пристосувань і верстатів для технологічних виробництв, моделі військової наземної техніки, баталій, архітектурні моделі і ін.

Як показує досвід, великий інтерес для школярів представляють моделі транспортних засобів (особливо автомобілів) оскільки ці моделі є прикладами повноцінних машин зі всіма основними функціями і характерними ознаками: двигунами, рушіями, передавальними механізмами, робочими органами, несучими конструкціями і т.д. І ще одним достоїнством автомоделізму є те, що моделі можна випробовувати на необладнаних площах. Все це робить автомоделізм цікавим, доступним і достатньо дешевим видом моделізму.

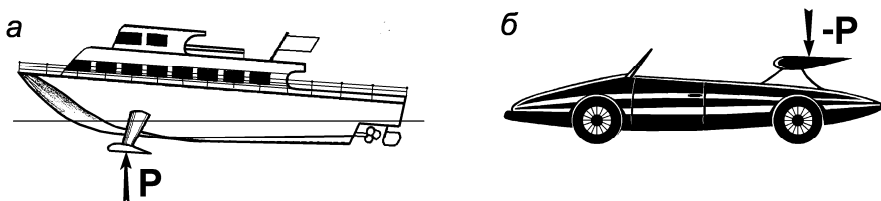


Рис. 4.10. Використання підйомної сили  $P$  крила:  
а – у водному середовищі; б – в конструкціях швидкісних автомобілів.

### **Постановка задачі**

Розглянемо процес побудови моделі транспортного засобу на прикладі самохідного візка для переміщення вантажів у приміщенні.

**Загальне формулювання задачі:** «потрібна модель самохідного візка для перевезення вантажів у приміщенні».

Далі необхідно уточнити і конкретизувати цю задачу, перейшовши до кількісних показників властивостей моделі: які розміри моделі (довжина, ширина, висота), яка вантажопідйомність техніки, яка швидкість переміщення вантажу.

**Головна функція моделі** – переміщення вантажу у приміщенні, тобто по гладкій підлозі. Звідси вимоги до моделі – виконувати певну роботу, яка визначається залежністю

$$A = F \times l,$$

де  $F$  – сила опору, Н;  $l$  – відстань, м.

Для визначення сили  $F$  треба знати масу візка і масу вантажу, переміщуваного на ній. Умовимося цей вантаж називати корисним.

Масу моделі можна заздалегідь визначити з міркувань її транспортування (перенесення вручну), демонстрацію її на виставках, на заняттях гуртків. Модель не повинна бути важкою. Це і є одне з обмежень щодо будови моделі. На першому етапі можна задатися масою моделі  $m_m < 1$  кг.

**Визначення швидкості моделі і потужності двигуна.** Швидкість моделі визначається з міркувань масштабності руху, тобто відповідність цієї швидкості розмірам моделі.

Визначити швидкість переміщення моделі можна дослідним шляхом, переміщаючи прості предмети – коробку, брусок дерева, праску – по столу або підлозі, наочно представляючи тим самим процес пересування. Вимірюючи секундоміром час переміщення і знаючи відстань, на яку перемістився предмет, визначають швидкість  $v$  за простою формулою

$$v = \frac{l}{t} \quad (4.1)$$

де  $l$  – відстань, на яку переміщається предмет, м;  $t$  – час, с.

Звичайно ця швидкість виходить в межах від 5 км/год до 10 км/год. Це відповідає при масштабі моделі 1:10 швидкості прототипу відповідно від 50 км/год до 100 км/год.

Потужність рухової установки визначається

$$N = F_{оп} \cdot v \quad (4.2)$$

$$F_{оп} = (G_m + G_{вант}) \cdot k \quad (4.3)$$

де  $G_m$  – маса візка, кг;  $G_{вант}$  – маса вантажу, кг;  $k$  – коефіцієнт тертя коліс по поверхні переміщення, який залежить від стану поверхні. Чим більше висота нерівностей поверхонь, тим більше значення  $k$ . Наприклад, для гладкої підлоги  $k = 0,05$ ; для ґрунтового майданчика  $k = 0,1$ ; для майданчика, покритого дрібним гравієм,  $k = 0,5$ . При русі по сипких ґрунтах величина  $k$  також збільшується.

З урахуванням залежності (4.3) отримаємо

$$N = (G_m + G_{вант}) \cdot k \cdot v. \quad (4.4)$$

Потужність моделі визначають у ватах.

Оскільки швидкість моделі невелика, її габарити вибирають з міркувань зручності управління, розмірів приміщення для демонстрації, зручності перевезення. Рекомендуються наступні габарити моделі: довжина не більше 500 мм, ширина не більше 250 мм, висота (з вантажем) не більше 300 мм. Для спортивних моделей габарити вибираються відповідно до правил змагань [3].

### *Вибір джерела енергії для моделі*

При розробці моделей необхідно пам'ятати, що можуть бути використані різні види енергії: енергія води, енергія вітру, енергія пару (парова машина – пароплав, паровоз), вільний рух за вітром (наприклад, парусні санки, парусні бусери і ін.). В спортивному автомоделізмі при встановленні рекордів швидкості широко використовуються модельні поршневі двигуни внутрішнього згоряння (ПДВЗ), що працюють на спеціальних горючих сумішах.

Проте особливо слід зазначити електричну енергію, її здатність перетворюватися на інші види енергії, а також можливість накопичення її в хімічних джерелах (акумуляторах, гальванічних елементах).

Для шкільного автомоделізму зручніше за все використовувати електричну енергію від електричних батарей або від акумуляторів, оскільки при цьому значно спрощується конструювальна схема моделі, а її кінематичні властивості залишаються стабільними протягом достатньо тривалого проміжку часу.

Основні параметри найбільш уживаних гальванічних джерел живлення, акумуляторів і горючих сумішей для ПДВЗ наведено в додатку 2.

### *Вибір двигуна і розробка передавального механізму*

Виходячи із загальної задачі проектування, рушій моделі визначений наперед – це колесо. Але для інших транспортних засобів можливе застосування і інших рушіїв, наприклад: крокуючі моделі (аналоги ноги людини і тварин), ласти, весла, вітрила, багатолопатеві колеса, гусениці, гвинт повітряний, гвинт гребний, реактивні двигуни і ін.

Для руху моделі по підлозі необхідно вибрати електродвигун відповідної потужності. Серед малогабаритних двигунів раніше широко використовувалися вітчизняні двигуни серії ДП, ДПЗ, ДКС, МУ, наприклад:

- від ДП-4 потужністю 1,2 – 1,5 Вт до ДП-33 потужністю 17,5 Вт;
- від ДПЗ-1,7 потужністю 4 Вт до ДПЗ-8 потужністю 19 Вт;
- від 2ДКС-7 потужністю 0,6 Вт до ДКС-16 потужністю 1,8 Вт;
- від МУ-110 потужністю 24 Вт до МУ-220 потужністю 110 Вт.

Напруга живлення таких двигунів – від 3,5 В до 27 В. Основні параметри сучасних вітчизняних і зарубіжних електродвигунів наведено в додатку 2.

Для колісного рушія необхідно визначити кількість коліс і їх діаметр. Як відомо, для того, щоб рухатися по площині достатньо три точки опори (три точки цілком конкретно визначають положення площини). Проте на нерівній поверхні, враховуючи повороти і нерівності ґрунту необхідно вже 4 точки опори, оскільки вони роблять пересувний наземний пристрій більш стійким. Це необхідна і достатня умова для хорошої прохідності моделей наземних пересувних пристроїв.

Діаметр колеса (в мм) можна знайти, задавшись величиною нерівностей поверхні, по якій рухатиметься модель. Припустимо, що нерівності поверхні не більше 5 мм, тоді колесо повинне не менше ніж в 10 разів перевищувати висоту нерівностей, звідси  $D_k = 5 \cdot 10 = 50$  мм.

Максимальна частота обертання колеса  $n_k$  визначається за формулою

$$n_k = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_k} \quad (x\theta^{-1}) \quad (4.5)$$

де  $V_{max}$  – максимальна швидкість пересування моделі, м/хв.

Як вже наголошувалося, число коліс транспортного засобу визначається стійкістю його при русі по курсу і при поворотах, а також площею опори на ґрунт  $S_{on}$ , яка може бути визначений за формулою

$$S_{on} = \frac{G_m}{p \cdot z}$$

де  $G_m$  – маса моделі, кг;  $p$  – питомий тиск на ґрунт, кг/см<sup>2</sup>;  $z$  – число коліс.

Робоча поверхня колеса повинна забезпечувати хороше зчеплення з поверхнею переміщення і не створювати зайвого шуму.

Краще покриття для колеса – це гумове. Можна використовувати готові гумові колеса з набору «Конструктор» або зробити самим, затиснувши листову заготовку з твердої гуми між круглими металевими дисками і відшліфувати поверхню гуми шкіркою на токарному або свердильному верстаті. Очевидно, що діаметр металевих дисків в цьому випадку має відповідати діаметру гумового колеса.

Оскільки двигуни, що випускаються для автомоделей, є в основному високооборотними (від 1600 до 14000 об/хв), то для забезпечення необхідної швидкості пересування  $v$ , яка може бути визначена за формулою (4.1), необхідний передавальний механізм – редуктор.

Редуктор служить не тільки для передачі обертання від валу двигуна до колеса, але і знижує кількість обертів валу двигуна.

Передавальне число редуктора

$$i = \frac{n_{\text{дв}}}{n_k} \quad (4.6)$$

де  $n_{\text{дв}}$  – частота обертання валу двигуна, об / хв;  $n_k$  – частота обертання ведучого колеса, об / хв.

При передачі обертання гладкими колесами

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (4.7)$$

де  $d_2$  – діаметр веденого колеса, мм;  $d_1$  – діаметр ведучого валу, мм;  $n_1$  – число обертів ведучого валу;  $n_2$  – число обертів веденого валу.

За наявності зубчастих передач:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (4.8)$$

де  $z_1$  – число зубів шестерні;  $z_2$  – число зубів веденого колеса. Тут число  $i$  визначається для однієї пари коліс (одного ступеня).

В багатоступінчастій передачі:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n \quad (4.9)$$

де  $i_1, i_2, i_n$  – передавальні числа першої і подальшої ступенів.

Деякі варіанти редукторів для моделей транспортних засобів наведено на рис. 4.11.

Обертальний момент від редуктора до виконавчого органу (в даному випадку до коліс) бажано передавати не по жорсткій схемі, а за допомогою різних сполучних муфт. Муфти можуть не тільки запобігти поломкам механізму руху, але і передати рух у тому випадку, коли осі валів, які беруть участь в процесі передачі крутного моменту, знаходяться під якимсь кутом один до одного. В цьому випадку велику послугу можуть надати конструкції муфт, розроблених за принципом кардана.

На рис. 4.12. приведені різні схеми таких сполучних муфт від найпростіших з передачею обертального моменту з ведучого валу на ведений за допомогою сполучної трубки (рис. 4.12, а) або дротяного з'єднання (рис. 4.12, б), до складніших, карданних (рис. 4.12, в, г).

Представляє особливий інтерес конструкція муфти, яка приведена на рис. 4.12, г. Ця конструкція з погляду виготовлення достатньо проста і може бути легко реалізованою в будь-якій шкільній майстерні, де є який-небудь токарний верстат.

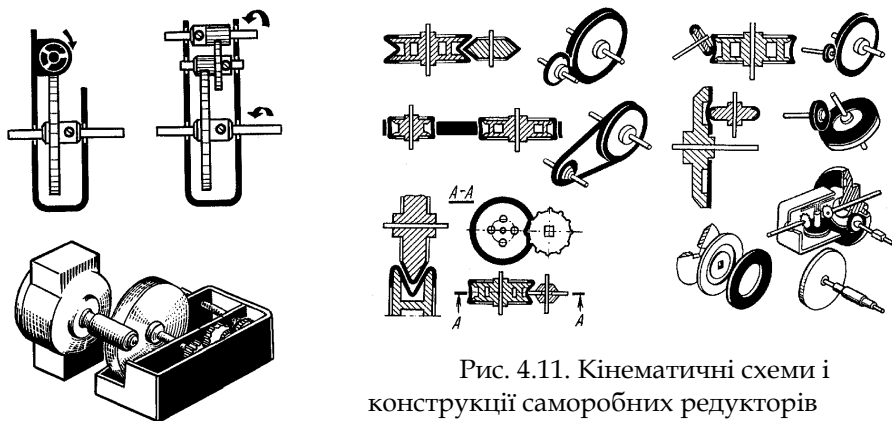


Рис. 4.11. Кінематичні схеми і конструкції саморобних редукторів

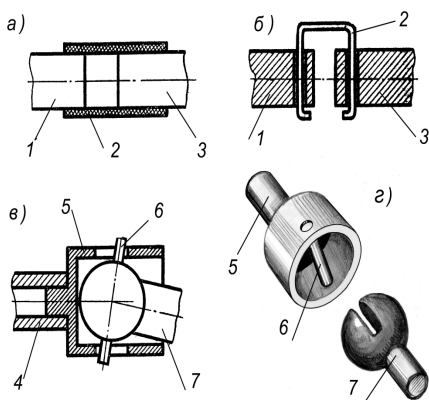


Рис. 4.12. Конструкції муфт з різними сполучними елементами: 1 – ведений вал; 2 – сполучний елемент; 3 – ведучий вал; 4 – м'який сполучний елемент; 5 – корпус шарнірного з'єднання; 6 – елемент, що передає обертальний момент; 7 – ведучий елемент шарнірного з'єднання.

### *Розробка механізму управління моделлю*

Перед розробкою механізму управління моделлю необхідно:

– мати загальні поняття про управління взагалі і технічними пристроями зокрема;

– представляти можливості систем автоматичного управління об'єктами, в яких використовується принцип зворотного зв'язку;

– познайомитися з системами дистанційного керування.

Управління моделлю полягає у включенні переднього і заднього ходу при поворотах.

На моделях транспортних засобів (особливо з учнями) часто реалізують принцип «увімкнути-вимкнути». Реалізувати цей принцип можна різними методами, наприклад механічним (через нитки або корд), електромеханічним (по дротах), світловим променем, за допомогою електромагнітних хвиль (радіоуправління).

Механізм повороту моделі може бути сконструйований за різними схемами. Схеми, що найбільш часто зустрічаються, наведені на рис. 4.13. Перша схема (рис. 4.13, а) найпростіша. Проте її реалізація в системах автоматичного управління не так проста, як здається на перший погляд. Тут необхідно докласти великі зусилля для повороту, ніж за схемою на рис. 4.13, б.

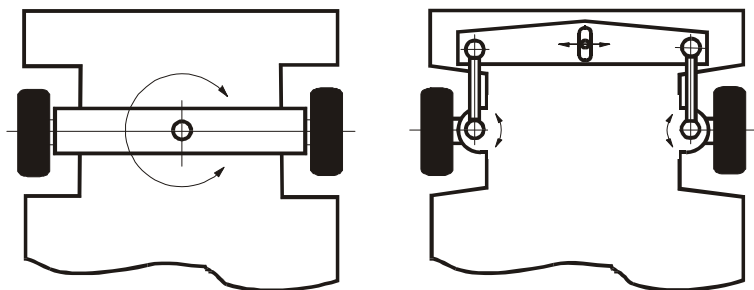


Рис. 4.13. Схеми механізмів повороту наземних транспортних засобів: а – поворот навкруги центральної точки; б – поворот кожного колеса навкруги своєї точки з використанням механізму паралелограма.

### ***Компоновка моделі і визначення її остаточної форми***

Компоновкою називають визначення взаємного розташування деталей і вузлів моделі на несучій конструкції (шасі), кріплення їх на певних місцях, забезпечення необхідних рухів моделі і визначення остаточної форми моделі.



Розташування деталей на несучій конструкції визначається їх функціональним призначенням, формою настановних поверхонь і кріпильними елементами.

При компоновці моделі необхідно враховувати, що зчеплення коліс з площиною, по якій рухається модель, буде тим більше, чим більше буде зсунутий загальний центр мас у бік ведучих коліс. Іншими словами: якщо двигун автомобіля розташований спереду, то прохідність передньоприводних машин буде краща, ніж задньоприводних, і, навпаки: якщо двигун автомобіля розташований ззаду, прохідність задньоприводних машин буде краще.

Форма моделі має відповідати її призначенню. Вона повинна бути безпечною в експлуатації, дозволяти виконувати настройку і регулювання елементів, усувати можливі несправності.

При визначенні форми треба враховувати взаємодію людини і моделі при її експлуатації (ергономіку), можливості виготовлення в умовах шкільних майстерень, придбання окремих деталей.

При розробці форми моделі доцільно використовувати прості матеріали: папір, картон, пластилін, глину. Необхідно пропрацювати декілька варіантів і вибрати якнайкращий з них.

При розробці форми моделі треба пам'ятати не тільки про технічну сторону моделі, але і про естетичну. Добре працююча модель, яка до того ж і естетично виконана, викликає здивування і захоплення. Моделісту-конструктору необхідно знати основні закони технічного конструювання.

При обробці моделей або інших технічних пристроїв необхідно застосовувати сучасний дизайн [15, 34]. Велику допомогу при визначенні форми і виборі кольору виробу можуть надати кольорові фотографії, слайди, діапозитиви виробів, близьких за призначенням до створюваної моделі. Для цього необхідно працювати з джерелами інформації: відповідними методичними матеріалами, періодичними журналами, спеціальними виданнями, матеріалами виставок технічної творчості, знайомитися з різними музейними і приватними колекціями.

Колекціонери часто створюють колекції, складені за якими-небудь критеріями. Наприклад, може бути складена колекція автомобілів, що випускається одним заводом протягом багатьох років з дня його заснування. Головне – використовувати при виготовленні екземплярів колекції один і той же масштаб (рис. 4.14).

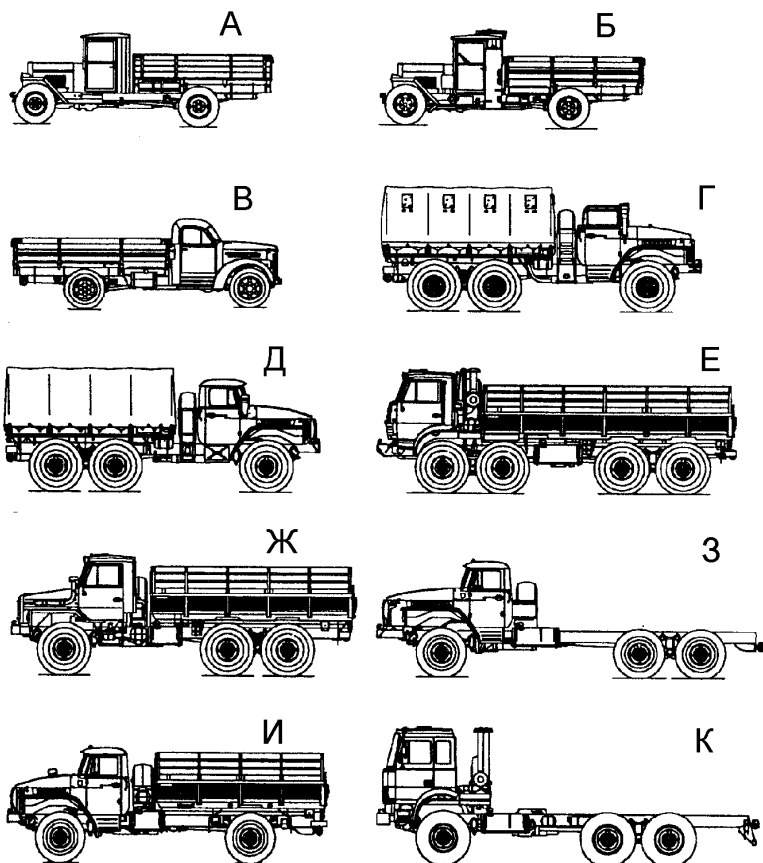


Рис.4.14. Колекція вантажних автомобілів заводу «Уралмаш»:  
 А - «ЗИС-5В» (1944 р.); Б - «УралЗИС-352» (1952 р.); В - «УралЗИС-355М» (1958 р.);  
 Г - «Урал-375» (1961 р.); Д - «Урал-4320» (1977 р.); Е - «Урал-5323» (1989 р.); Ж - «Урал-43223» (1992 р.); З - «Урал-4320-30» (1994 р.); И - «Урал-43206» (1995 р.); К - «Урал-6361» (1997 р.)

#### 4.4.4. Проектування моделей суден

*Будова суден і кораблів, основні співвідношення розмірів їх моделей*

Сучасні судна і кораблі є складними інженерними спорудами, які можуть плавати тривалий час як на поверхні води, так і під водою.

Основні частини одного з кораблів наведено на рис. 4.15.

Головною частиною судна або корабля є корпус 1, який служить захистом від зовнішнього тиску води і в якому розміщена вся решта частин моделі.

Горизонтальні площини моделі корабля називаються палубами 2. У середині корпусу розташований головний двигун 3, який обертає гребний вал 4 і гвинт 5. Гвинт впливає на воду і штовхає корабель вперед.

Напрямок, в якому рухається корабель в даний момент часу, називається курсом. Зміна курсу здійснюється поворотом стерна 6. При відхиленні його в яку-небудь сторону створюється бічне гідродинамічне зусилля, яке і відхиляє судно або корабель в цю сторону. Відхилення стерна вправо повертає судно вправо, і навпаки – стерно вліво – судно вліво.

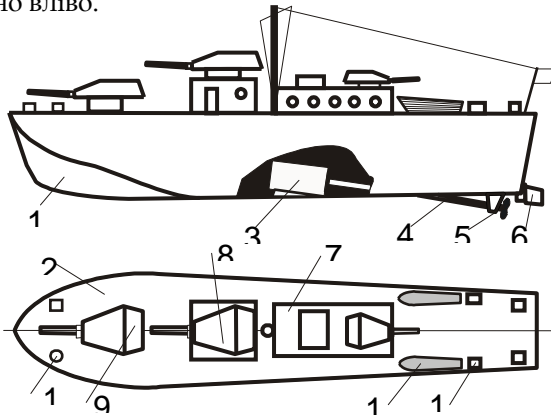


Рис. 4.15. Загальний вид моделі сторожового катера:

1 – корпус; 2 – палуба; 3 – двигун; 4 – гребний вал; 5 – гребний гвинт; 6 – стерно; 7 – надбудова; 8 – зенітна установка; 9 – гармата; 10 – рятувальні шлюпки; 11 – причальний пристрій; 12 – шпиль.

На верхній палубі розташовуються надбудови 7 різного призначення, а також озброєння. На сторожовому катері це дві зенітні установки 8 з кулеметами і гармата 9.

На палубі розміщуються також дві шлюпки 10, які призначені для висадки десанту на берег або є рятувальними засобами при аварійних і критичних ситуаціях на кораблі.

Корабель забезпечений також пристроями для причалювання 11 (швартування) до місця стоянки. Є також лебідка або шпиль 12 для спуску і підйому якоря.

Перш ніж розглядати основні геометричні параметри суден або кораблів, слід помітити, що в суднобудуванні і кораблебудуванні існують багато термінів, які характерні тільки для плавання по воді. До одного з таких специфічних термінів відноситься *розмірення*. Цей термін позначає проставляння розмірів на кресленнях суден і кораблів.

На рис. 4.16 наведено основні розмірення корпусу – довжина  $L$ , ширина  $B$  і висота борту  $H$  (найбільші і розрахункові).

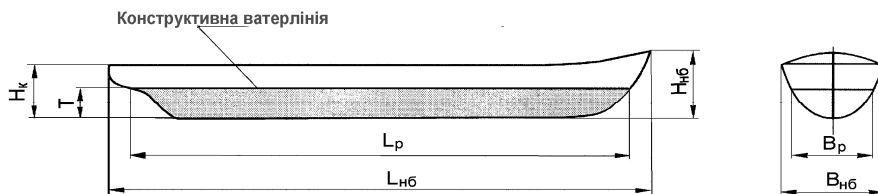


Рис. 4.16. Головні розміри (розмірення) корпусу:

$L_{nb}$  – найбільша довжина;  $L_p$  – розрахункова довжина;  $B_{nb}$  – найбільша ширина;  $B_p$  – розрахункова ширина;  $H_{nb}$  – найбільша висота борту;  $T$  – осадка судна або корабля

Для кораблів розрахункові значення  $L$ ,  $B$  і  $H$  визначаються від *конструктивної ватерлінії* (КВЛ), тобто від площини води при зануренні корабля. Для цивільних судів ці значення визначаються від *вантажної ватерлінії* (ГВЛ), визначуваної по площині води при повному навантаженні судна. Висота борту  $H$  визначається від нижньої лінії корпусу (кіля) до верхньої водонепроникної палуби. Осадка  $T$  вимірюється від КВЛ або ГВЛ до нижньої точки кіля.

У всіх випадках необхідно використовувати теоретичне креслення моделі корпусу, побудований у вибраному (або заданому) ма-

сштабі. Теоретичне креслення має враховувати розрахункові величини довжини судна  $L_p$ , ширини  $B_p$ , висоти борту  $H$  і осідання  $T$  [92].

Приклад виконання теоретичного креслення корпусу моделі бота наведений на рис. 4.17.

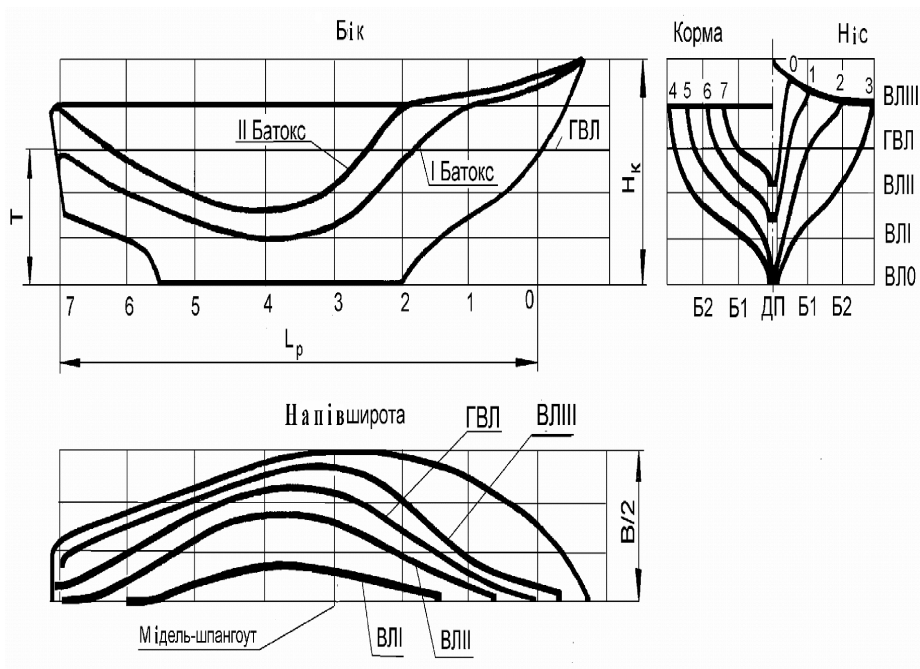


Рис. 4.17. Теоретичне креслення корпусу моделі бота

Креслення будують в трьох проекціях. Головний вигляд («Бік») показує контури корпусу в перетині поздовжньою вертикальною площиною, що проходить через поздовжню вісь корпусу (діаметральна площина  $ДП$ ), і лінії перетину поздовжніми вертикальними площинами, паралельними  $ДП$ , (батокси), – батокс I, батокс II і т.д.

На плані зображають вигляд зверху (напівширота) по зовнішньому контуру і перетини горизонтальними площинами (теоретичними ватерлініями  $ВЛ$ ) – вантажною ватерлінією  $ГВЛ$  –  $ВЛО$ ,  $ВЛІ$ ,  $ВЛІІ$  і т.д. Оскільки корпус симетричний щодо діаметральної площини, то викреслюють тільки половину корпусу.

Третя проекція – фронтальна (корма і ніс). Вона зображається справа. На ній показують поперечні перетини корпусу площинами, які називають теоретичними шпангоутами, пронумерованими по ГВЛ від «0» до « $n$ », де « $n$ » – останній номер.

Відстань між двома сусідніми теоретичними шпангоутами дорівнює певному кроку, який називається «шпация». Очевидно, що, знаючи величину розрахункової довжини моделі  $L_p$  і кількість теоретичних шпангоутів  $k$ , можна визначити величину шпация  $h$  по формулі

$$h = \frac{L_p}{k-1}.$$

На профільній проекції зліва від лінії ДП будують лінії перетинів при вигляді з корми. Середній перетин, звичайно найширше, називають мідель-шпангоутом.

Теоретичне креслення корпусу моделі судна виконують у натуральну величину. По ньому виготовляють необхідні шаблони шпангоутів і теоретичних ватерліній.

По ньому перевіряють правильність обводів корпусу моделі як в поперечному, так і в поздовжньому напрямках. Кількість шаблонів теоретичних шпангоутів, батоксів і ватерліній залежить від розмірів моделі і складності її форми.

Лінійні розміри моделі звичайно зменшуються в певне число разів, тобто застосовується певний лінійний масштаб зменшення  $\lambda$ .

Швидкість моделей суден або кораблів визначається відповідно до теорії подібності за залежністю

$$v_M = 0,514 v_c / \sqrt{\lambda} \quad (4.10)$$

де  $v_c$  – швидкість судна у вузлах (1 вузол = 1,852 км/год = 0,514 м /с).

Частота обертання гребного гвинта моделі

$$n_M = n_c \quad (4.11)$$

де  $n_c$  – частота обертання гвинта прототипу.

Потужність двигуна моделі

$$N_M = N_c / \lambda^{3,5} \quad (4.12)$$

де  $N_c$  – потужність двигуна прототипу.

Площі різних поверхонь моделі визначається по формулі

$$S_M = S_c / \lambda^2 \quad (4.13)$$

де  $S_c$  – площа поверхні відповідних поверхонь прототипу (палуби, вітрила, надбудови і т. п.).

Сила ваги судна  $D$ , плаваючого на поверхні води (надводного судна), рівна вазі води в об'ємі зануреної частини судна. Вона називається ваговою водотоннажністю. Об'єм  $V$  зануреної частини судна називається об'ємною водотоннажністю. Ці дві величини зв'язані наступною залежністю

$$D = \gamma V \quad (4.14)$$

де  $\gamma$  – питома вага води, н/м<sup>3</sup>.

Рівняння 4.14 називають рівнянням плавучості, воно є основним рівнянням для суднобудування.

Корпуси суден складаються з криволінійних поверхонь, тому для визначення значення  $V$  використовують паралелепіпед, описаний біля підводної частини корпусу, і значення коефіцієнта повноти водотоннажності

$$\delta = \frac{V}{L_n \cdot B_n \cdot T_n} \quad (4.15)$$

де  $L_n$ ,  $B_n$  і  $T_n$  – довжина, ширина і висота описаного паралелепіпеда.

Коефіцієнт  $\delta$  дається в довідниках для кожного типу суден (кораблів), наприклад для есмінця  $\delta = 0,4 \dots 0,45$ , для самохідної баржі  $\delta = 0,8 \dots 0,85$ .

Вагову водотоннажність для моделі знаходять за формулою

$$D_M = \frac{D_c}{\lambda^3} \quad (4.16)$$

де  $D_c$  – вагова водотоннажність прототипу.

### ***Розрахунок параметрів гребних гвинтів до судномodelей***

До основних елементів гребного гвинта відносяться діаметр гребного гвинта  $D$ , число лопатей  $Z$ , площа круга, описувана гребним гвинтом  $A$  сумарна площа випрямленої поверхні всіх лопатей гвинта  $A_c$ , діаметр маточин  $d$ , геометричний крок гребного гвинта  $H$ .

Геометричний крок гребного гвинта представляє відстань, на яку перемістився б гребний гвинт за один повний оборот в твердому неподатливому середовищі, наприклад, в гайці (рис. 4.18, штрихова лінія). Вода є податливим середовищем, тому гвинт у воді за один оберт проходить відстань меншу, ніж в гайці (суцільна лінія). Нази-

вають цю відстань дійсним кроком або ходом гребного гвинта. Різницю між геометричним кроком і ходом називають ковзанням. Проте при розрахунках кроку гребного гвинта користуються не абсолютною величиною ковзання, а так званим відносним ковзанням  $S_o$ , тобто відношенням величини дійсного кроку до геометричного.

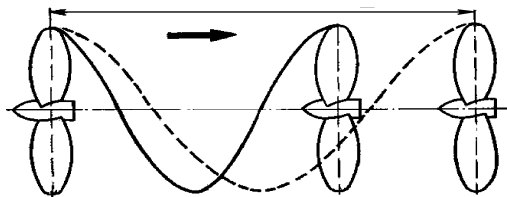


Рис. 4.18. Крок, хода і ковзання гребного гвинта

Орієнтовні величини відносного ковзання для гребних гвинтів самохідних моделей — від 0,2 до 0,3, для гвинтів швидкісних керованих по радіо моделей — від 0,1 до 0,15, для гвинтів швидкісних кордових моделей — від 0,15 до 0,2.

При розрахунку гребних гвинтів особливе значення має правильний вибір крокового відношення гребного гвинта, що є однією з найважливіших гідродинамічних його характеристик. Крокове відношення гребного гвинта  $p$  визначає режим роботи гвинта і двигуна і характеризується відношенням геометричного кроку гвинта  $H$  до діаметра гвинта

$$p = \frac{H}{D}.$$

Залежно від призначення гребного гвинта для моделі величину крокового відношення гребного гвинта вибирають в межах від 0,4 до 3. Чим більше швидкість моделі і частота обертання двигуна, тим більшу величину  $p$  слід вибирати. Наприклад, для гвинтів самохідних, моделей з масштабною швидкістю  $p$  має бути в межах 0,4–0,7, для швидкісних керованих по радіо моделей з електричними двигунами — 0,6 — 1, для тих же моделей з двигунами внутрішнього згоряння — 1–1,3, а у гвинтових швидкісних кордових моделей воно досягає величини 2,6–2,9 [92].

Однією з характеристик гребного гвинта, яка показує відношення площі всіх лопатей гребного гвинта  $D_c$  до площі кола, діаметр якого рівний діаметру гребного гвинта, є так зване дискове відношення гвинта або відношення площ



$$A_d = \frac{A_c}{A} = \frac{4A_c}{\pi D^2}.$$

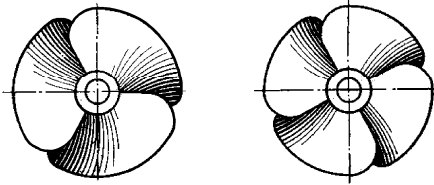


Рис. 4.19. Гребні гвинти з дисковим відношенням більше одиниці:  
а – трилопатеві; б – чотирьохлопатеві

Із збільшенням дискового відношення збільшується середня ширина лопаті гвинта. Дискове відношення змінюється в межах від 0,2 до 1,2. Якщо величина дискового відношення більше одиниці, значить, сумарна площа всіх лопатей більше площі диска гвинта і лопаті перекривають одна іншу (рис. 4.19). Чим менше число обертів двигуна і швидкість моделі, тим більшим повинне бути дискове відношення. Наприклад, якщо для гвинтів для звичайних самохідних моделей дискове відношення може бути в межах 0,5–0,8, то у гвинтів для швидкісних моделей воно повинне бути не більше 0,2–0,25.

Із збільшенням діаметра маточини ККД гвинта знижуються за рахунок збільшення тертя маточини об воду. Відносний діаметр маточини, тобто відношення діаметра маточини до діаметра гвинта  $\frac{d_c}{D}$  повинне бути не більше 0,2–0,5. Довжина маточини повинна бути такою, щоб бічна проекція лопатей повністю розміщувалася на маточині. В місцях кріплення кромки лопатей округляють, забезпечуючи плавність переходу від лопаті до маточини.

Відношення  $k_D$  діаметра гребного гвинта  $D$  до осідання  $T$  для самохідних моделей з масштабною швидкістю вибирають в межах 0,5–0,6. Для керованих по радіо швидкісних моделей це відношення відповідає 1,2–1,4. По величині цього відношення можна орієнтовно визначити діаметр гвинта для кожної з моделей по формулі

$$D = k_D T.$$

Менші величини  $k_D$  беруть для тихохідних моделей, а великі – для швидкохідних. Наприклад, для гвинта пасажирського судна можна прийняти  $k_D = 0,5$ , а для гвинтів крейсера або есмінця –  $k_D = 0,6$ .

Для швидкісних кордових моделей можна рекомендувати наступні діаметри гребних гвинтів:

- моделі з двигуном внутрішнього згоряння об'ємом циліндра  $2,5 \text{ см}^2$  — від 40 до 50 мм;

- з двигуном  $5 \text{ см}^2$  — от 45 до 55 мм;

- з двигуном  $10 \text{ см}^2$  — від 60 до 70 мм

Слід пам'ятати, що у високооборотних гребних гвинтів швидкісних кордових і швидкісних керованих моделей для того, щоб усунути шкідливий вплив відцентрових сил інерції, які можуть зігнути і навіть відламати лопаті, досвідчені моделісти ставлять їх під прямим кутом до осі обертання.

Гребні гвинти моделей розраховують звичайно наближеними способами. Розглянемо деякі з них.

Крок гребного гвинта в міліметрах для будь-якої моделі можна визначити за формулою

$$H = \frac{v \cdot 20500}{n} \quad (4.17)$$

де  $v$  — швидкість моделі, км/год;  $n$  — частота обертання гвинта,  $\text{хв}^{-1}$ , число 20500 — постійний коефіцієнт при відносному ковзанні 0,15–0,2 і кроці гвинта, виражений в міліметрах.

Приклад 1. Необхідно визначити крок і діаметр гребного гвинта для швидкісної кордової моделі з двигуном внутрішнього згоряння. Частота обертання двигуна  $25\,000 \text{ хв}^{-1}$ .

Очікувана швидкість моделі - 160 км/год. За формулою (4.17) крок гребного гвинта одержуємо рівним 131, 2 мм. Діаметр гвинта до такої моделі може бути в межах від 60 до 70 мм. Крокове відношення

$$p = \frac{131,2}{64} = 2,05$$

тобто близько до рекомендованого.

Приклад 2. Визначити крок і діаметр гребного гвинта швидкісної керованої по радіо моделі з електродвигуном МУ-100 ( $n = 8000 \text{ хв}^{-1}$ ). Необхідна швидкість моделі повинна дорівнювати 25 км/год. Осадка моделі  $T = 40 \text{ мм}$

Крок гребного гвинта за тією же формулою 4.17 буде рівний 64 мм. Відношення діаметра гвинта до його осадки може бути вибране в межах від 1,2 до 1,4. Візьмемо середнє значення цього відношен-

ня. Тоді діаметр гвинта даної моделі буде рівний  $D = 1,3 \cdot 40 = 52$  мм і крокове відношення виходить в рекомендованих межах.

Приклад 3. Визначити діаметр і крок гребного гвинта для моделі морського пасажирського судна, виготовлений в масштабі 1 : 100, швидкість 1 м/с, осідання  $T = 80$  мм.

Електродвигун типу МУ-30 працює на два гвинти через редуктор із зменшенням оборотів 1 : 2, тобто гвинти працюватимуть при  $n = 4000 \text{ хв}^{-1}$  ( $66 \text{ с}^{-1}$ ), відносне ковзання  $S_0 = 0,3$ . Тут крок гребного гвинта краще визначити за іншою відомою залежністю, а саме:

$$H = \frac{1000 \cdot v}{n(1 - S)} \quad (\text{мм})$$

де  $v$  — швидкість моделі, м/с;  $n$  — частота обертання двигуна,  $\text{с}^{-1}$ ;  $S$  — відносне ковзання. Підставляючи дані в цю формулу, отримаємо  $H = 21,6$  мм. Визначаємо діаметр гвинта  $D = 0,5 \cdot 80 = 40$  мм

Величина крокового відношення

$$P = \frac{H}{D} = 0,54$$

не виходить за рекомендовані раніше межі.

### ***Основні характеристики суден, кораблів і їх моделей***

*Плавучість* — здатність залишатися на воді. Забезпечується вагою і об'ємною водотоннажністю. Запас плавучості забезпечує корисний об'єм надводної частини судна.

*Непотоплюваність* судна — це його здатність залишатися на плаву при перекиданні або при пошкодженні корпусу. Забезпечується водонепроникною палубою і внутрішніми герметичними перегородками.

*Остойчивість* — це здатність судна повертатися у вертикальне положення («на рівний кіль») при нахилі «вправо-вліво» (крені) або «вперед-назад» (диференті). Забезпечується певним співвідношенням між положенням центру ваги (ЦВ) судна і центром прикладення виштовхувальної сили (ЦВС). Чим нижче ЦВ щодо ЦВС, тим остойчивіше судно.

*Ходкість* — це властивість судна розвивати певну швидкість при вибраній потужності двигуна. Ця властивість залежить від опору водного середовища, роботи рушіїв (гребного або повітряного гвинта

або гвинтів), ступеня хвилювання поверхні води, стану зовнішньої поверхні корпусу судна.

*Маневреність* – це здатність судна швидко змінювати курс. Забезпечується правильним співвідношенням значень  $L$  і  $B$ , меншим осіданням і більшою площею стерна повороту.

*Стійкість на курсі* – це здатність судна зберігати свій напрям руху коли кермо закріплене в середньому (нейтральному) положенні. Забезпечується великою довжиною  $L$  і малою шириною  $B$  судна, великим осіданням  $T$  і великою площею стерна. Стійкість на курсі при моделюванні забезпечується суворою симетрією правої і лівої частин корпусу, що знаходиться нижче КВЛ. При виготовленні моделей судів, що мають два гребних або повітряних гвинта, необхідно також їх ретельне розташування щодо осі симетрії корпусу і ретельне виготовлення деталей гребних або повітряних гвинтів (забезпечити їх однакову масу, розміри і продуктивність).

#### **4.4.5. Проектування моделей засобів пересування в повітряному середовищі**

Історію розвитку повітроплавання можна почати з міфу про Ікара. Навіть в стародавні часи людину не покидала думка піднятися в повітря і парити в повітрі подібно птахам. Шлях до керованих атмосферних польотів лежав тоді через повітряні кулі і дирижаблі, штучні крила і гвинти Архімеда.

Всі сучасні засоби повітроплавання можна розділити на аеростатичні і аеродинамічні. До перших відносяться пристрої для аеронавтики, а до других – авіація.

Пристрої для аеронавтики – це повітряні кулі і зонди, а також аеростати. Аеростатичні пристрої, тобто самі апарати, як то кажуть, «легше повітря», мають загальну вагу менше ваги повітря, що витісняється ними. Аеростати можуть бути або безмоторними некерованими засобами пересування в повітряному просторі або моторними.

Перші некеровані аеростати рухалися в повітрі вгору і за напрямом вітру, але були і прив'язні аеростати, які використовувалися для спостереження на місцевості. Рух вниз у таких аеростатів відбувався за рахунок вивільнення деякого об'єму газу з оболонки, тобто в самій верхній частині оболонки був клапан, який відкривали, якщо виникала необхідність в зниженні.

Моторизовані аеростати, увібравши в себе все позитивне від повітряних куль, мають двигун горизонтального польоту, який дозволяє пересуватися у вибраному напрямі за допомогою керма управління польотом.

Авіаційні пристрої (від латинського *avis* – птах) – це літальні апарати важче за повітря, які можуть пересуватися в навколомному повітряному просторі за рахунок виникаючої в процесі польоту аеродинамічної підйомної сили. До числа таких апаратів відносяться повітряні змії, планери, літаки, вертольоти, дельтаплани, мотodelьтаплани і ін.

Проектування нових моделей літальних апаратів і вдосконалення старих неможливе без знань аеродинаміки і теорії польоту.

В даному розділі розглянемо найпростіші закони аеростатики і аеродинаміки, які дозволять, на наш погляд, знайти потрібні шляхи рішення при проектуванні моделей засобів пересування в повітряному просторі.

### *Повітряні кулі і аеростати*

Як вже наголошувалося, повітряні кулі, аеростати і дирижаблі – це літальні апарати легше за повітря. Вони підтримуються в повітрі завдяки підйомній силі укладеного в його оболонці газу з питомою вагою, меншою, ніж питома вага повітря.

Аеростати застосовуються для наукових досліджень, спортивних змагань, тренування пілотів - дирижабlistів і у військових цілях. Проте останнім часом через екологічні проблеми почалося застосування аеростатів і для доставки пасажирів, а також важких, крупногабаритних вантажів.

Ідея створення повітряної кулі з оболонки, виконаної з легкого матеріалу і наповнення її газом меншої густини, ніж оточуюче повітря, зародилася в середні 18 століття. Але тільки 4 червня 1783 року брати Жозеф (1740-1810) і Етьєн (1745-1799) Монгольф'є змогли підняти 11-метрову в діаметрі повітряну кулю з льняного полотна і паперу на висоту 1830 м.

Сьогодні повітряні кулі, аеростати і дирижаблі плавають в товщі атмосфери, використовуючи її виштовхувальну (підйомну) силу, яка залежить від стану оточуючого повітря і об'єму газу, укладеного в оболонку апарату.

Виштовхувальну (підйомну) силу  $P_v$ , виникаючу від заповненого об'єму газом оболонки, можна визначити за формулою

$$P_{\theta} = V_{\epsilon} \cdot (\gamma_n - \gamma_{\epsilon}) \quad (4.18)$$

де  $V_{\epsilon}$  – об'єм газу у середині оболонки кулі,  $\gamma_n$  і  $\gamma_{\epsilon}$  – відповідно питома вага оточуючого кулю повітря і газу у середині оболонки.

Для того, щоб повітряна куля відірвалася від землі, необхідно, щоб значення виштовхувальної сили було більше загальної ваги апарату, тобто виконувалася нерівність

$$P_{\theta} > m_0 \cdot g$$

де  $m_0$  – загальна маса повітряної кулі,  $g$  – прискорення вільного падіння.

Загальна маса складається з суми мас, з якої можна виділити наступні: маса корисного вантажу –  $m_n$ ; маса строп –  $m_{стр}$ ; маса оболонки –  $m_{об}$ ; маса газу –  $m_{\epsilon}$ , тобто можна записати

$$m_0 = m_n + m_{стр} + m_{об} + m_{\epsilon}.$$

У свою чергу величина  $m_n$  включає масу корзини, аеронавтів і інший вантаж, який необхідний для підтримки життєдіяльності аеронавтів під час польоту.

Конструкція куль і аеростатів характеризується коефіцієнтом відносної корисної маси, яка обчислюється за формулою

$$p = \frac{m_n}{m_0}.$$

З формули (4.18) видно, що чим більші величини  $V_{\epsilon}$  і  $\gamma_n - \gamma_{\epsilon}$ , тим більше підйомна сила. На практиці це означає, що треба вибрати такий газ, вага якого менше ніж вага оточуючого повітря того ж об'єму.



Рис. 4.20.

Сучасна повітряна куля

На зорі аеронавтики для польотів повітряних куль як газ, яким заповнювалася оболонка, використовували водень. Цей газ набагато

легше за повітря і здобувати його було не так важко. Але при експлуатації повітряних куль виявилася головна негативна якість водню – він вибухав від щонайменшої іскри, тому на початку століття аеронавтики було дуже багато аварій. Довелося перейти на інертний газ – гелій, але при цьому різниця між його питомою вагою і питомою вагою атмосферного повітря була вже не так велика, тому аеростати стали великими за розміром. Коефіцієнт відносної корисної маси  $p$  став набагато меншим.

Сучасні повітряні кулі (рис. 4.20) використовують властивість газу міняти свою питому вагу залежно від температури. Як газ стали використовувати гаряче повітря. На повітряні кулі встановлюють пальники, які нагрівають повітря усередині оболонки аеростата. Звичайно, при цьому в корисний вантаж включена і маса такого пальника, але ефект від застосування такого способу отримання підйомної сили перевершує всю решту незручностей від додаткового пристрою, що знаходиться в корзині аеростата. Адже збільшуючи або зменшуючи величину  $(\gamma_n - \gamma_e)$  можна не тільки злітати, але і опускати на землю - відпадає необхідність в підвильнненні газу з оболонки, як це було в попередніх випадках.

Довгий час рекордною висотою при підйомі аеростата був політ німецького дирижабля (цепеліна) з газом легше за повітря на висоту 7200 м. Це відбулося 17 жовтня 1917 року. Ця рекордна висота трималася до 2005 року: російський аеростат з підігрівом повітря усередині оболонки піднявся на висоту 8120 метрів.

### *Повітряні змії*

Розглянемо рух в повітрі повітряного змія, який має конструкцію, представлену на рис. 4.21.

Повітряний змій має площину 1, яка складається з рамки, виготовленої з тонких дерев'яних пластин, обклеєних цигарковим папером або іншим легким матеріалом. До нижньої частини площини за допомогою двох не дуже довгих ниток прикріплений хвіст-стабілізатор 2, який не дає змію обертатися навкруги осі утримуючої нитки 3. Утримуюча нитка прикріплюється до площини змія чотирма короткими підтримуючими нитками, за допомогою яких підбирається необхідний кут атаки  $\alpha$ .

Очевидно, для того, щоб змій тримався в повітрі, необхідний вітер, тобто рух повітря. Рух атмосферного повітря створює вітровий натиск, який діє на площину повітряного змія.

Сила  $F_{\theta}$ , створювана вітром, буде тим більша, чим більша площа змія. З схеми на рис. 4.21 видно, що сила вітру  $F_{\theta}$  розкладається на дві складові: в напрямі, подовжньому площині, і силу, яка прагне підняти площину вгору по вертикалі, тобто  $F_z$ . З урахуванням ваги  $G$  повітряного змія підйомну силу можна визначити за формулою

$$Y = F_z - G.$$

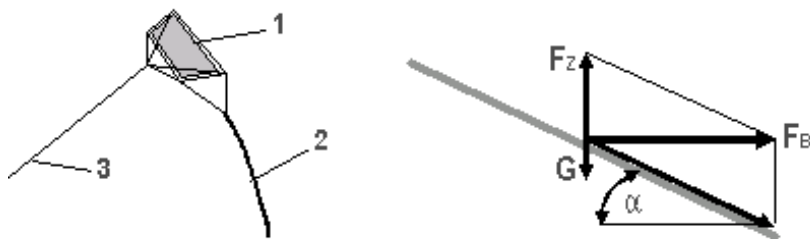


Рис. 4.21. Проста конструкція повітряного змія і схема, що пояснює виникнення підйомної сили: 1 – площа повітряного змія; 2 – хвіст-стабілізатор; 3 – утримуюча нитка

З цієї формули видно, що підйомна сила буде тим більше, чим менше вага повітряного змія. Тому всі літальні апарати виготовляються з матеріалів, що мають малу питому вагу.

Чим більше сила вітру, тим більше напруження випробовує матеріал, з якого зроблена площа, і утримуючі нитки. Цю обставину також необхідно враховувати при виборі матеріалів. Іншими словами, матеріал повітряного змія має бути легким і достатньо міцним.

### Літаки

В 1903 г. з'єднавши крило і двигун внутрішнього згоряє, людина змогла вперше вчинити керований повітряний політ на пристрої, який назвали літаком.

Існують багато конструкцій літаків. Літак з однією парою крил, розташованих по обидва сторони фюзеляжу, називається **монопланом**. Є літаки з двома парами крил, розташованими одне поверх іншого. Такий літак називається **біпланом**. На початку століття створювалися і **триплани** з трьома парами крил, але вони при загальній тенденції в авіації до збільшення швидкості польоту не могли конку-

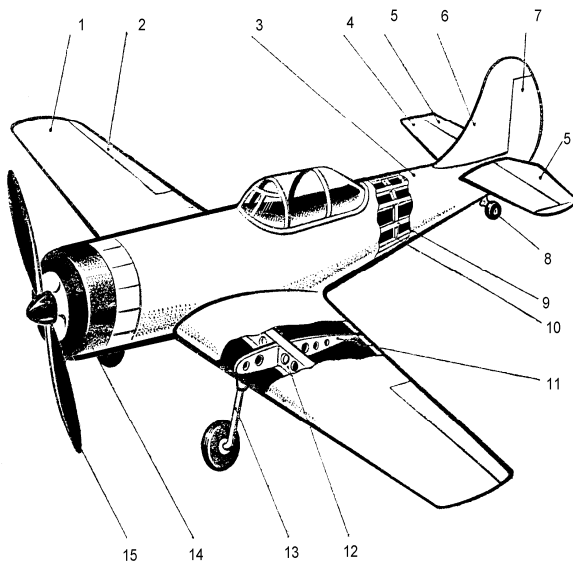


рувати з монопланами і біпланами. Проте при малих швидкостях триплан має найбільшу питому підйомну силу

Рис. 4.22.

Спортивний літак:

1 – крило; 2 – елерон; 3 – фюзеляж; 4 – стабілізатор; 5 – руль висоти; 6 – кіль; 7 – руль напрямку; 8 – допоміжна стійка шасі; 9 – стрингер фюзеляжу; 10 – шпангоут; 11 – нервюра крила; 12 – лонжерон крила; 13 – основне переднє шасі; 14 – двигун; 15 – повітряний гвинт



Моноплан при великих швидкостях має малий аеродинамічний опір, тому таку конструкцію застосовували і застосовують частіше.

Під час другої світової війни для розвідувальних цілей широко застосовувалися біплани, які показали хорошу стійкість у польоті.

Розглянемо конструкцію спортивного літака Як-12 (рис. 4.22), який мав велику популярність як у спортсменів-професіоналів, так і у спортсменів-любителів завдяки відмінним льотним якостям.

**Фюзеляж** – корпус літака. Він складається з каркаса і обшивки. Каркас має поздовжні ребра жорсткості (стрингери) і поперечні ребра жорсткості (шпангоути). До каркаса кріпиться обшивка, звичайно з тонкого алюмінієвого листа. Вона надає фюзеляжу оптимальну обтічну форму, а в пасажирських літаках – і герметичність.

*Крило* є одним з найважливіших елементів літака і має складну конструкцію, що складається з поздовжніх елементів жорсткості (балок), які називаються *лонжеронами*, і поперечних елементів жорсткості – *нервюр*. Нервюри визначають і форму поперечного перетину крила (профіль), від якого, як вже наголошувалося, залежать льотні якості літаків. Крило зверху обшивається легким листовим матеріалом, частіше за все з алюмінієвих сплавів. В більш легких літаках обшивка може бути зроблена з фанери або декількох шарів тканини, просоченої органічними смолами.

*Стабілізатор* – це площини хвостової частини фюзеляжу (або просто хвіст). Вони додають стійкість літаку у польоті і дозволяють управляти ним по висоті за рахунок відхилення його частини (руль висоти 5) в горизонтальному напрямі. Якщо руль висоти опустити вниз, то хвіст підіймається вгору щодо центру ваги літака і відповідно підіймається ніс. Якщо руль висоти підняти вгору, то, навпаки, ніс літака опускатиметься.

*Кіль* – це вертикальна площина, частина якої 7 при поворотах щодо вертикалі, дозволяє змінювати напрям польоту в горизонтальній площині («вправо-вліво»). Відхилення керма управо примушує літак повернути направо і, навпаки, кермо вліво – літак наліво.

Для руху по поверхні аеродрому при зльоті і посадці літак має амортизовані шасі з колесами на пневматичних шинах.

*Гвинт*, який обертає двигун, є рушієм. Він створює силу тяги уздовж поздовжньої осі літака і забезпечує його підйомну силу і рух вперед.

Рушієм літака може бути не тільки гвинтокорила група (з двигуном внутрішнього згоряння), але і турбогвинтовий двигун, що поєднує тягу гвинта з реактивною тягою, і реактивний двигун, що штовхає літак реактивним струменем газів, які витікають з сопла двигуна.

Відстань від передньої кромки крила до задньої кромки називають хордою крила. Відстань між кінцями крила називають розмахом.

Відношення розмаху крила до його хорди називають подовженням. Від подовження крила залежить його несуча здатність.

На рис 4.23 показані сили, діючі на авіамодель у польоті.

При горизонтальному польоті з постійною швидкістю на модель літака діють наступні сили: вага  $G$ , сила тяги двигуна  $F$ , підйомна сила  $Y$  і сила лобового (стрічного) опору  $X$ . З схеми видно, що

для поліпшення льотних якостей необхідно зменшувати значення сил  $X$  і  $G$  і збільшувати значення  $Y$  і  $F$ .

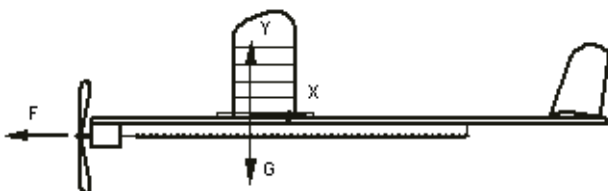


Рис. 4.23. Сили, діючі на модель літака у польоті

Значення сили лобового опору можна приблизно визначити за формулою [23]

$$X = C_x S \rho v^2 / 2 \quad (4.19)$$

де  $C_x$  – коефіцієнт лобового опору, який визначає аеродинамічну досконалість моделі;  $S$  – площа проекції літака на площину, перпендикулярну напрямку руху (мідель);  $\rho$  – густина повітря;  $v$  – швидкість польоту.

Коефіцієнт  $C_x$  залежить від форми частин літака і може бути визначений по таблиці 4.14.

Аналізуючи формулу 4.19 і таблицю 4.14 можна побачити шляхи зменшення лобового опору: зменшити площу поперечного перетину фюзеляжу, збільшити жорсткість його деталей, зменшити кількість виступаючих частин на фюзеляжі і площинах, надати їм більш обтічну форму, зробити шасі таким, що забирається і т.п.

Підйомна сила літака і моделі створюється крилом при русі літака в повітряному потоці (рис. 4.24).

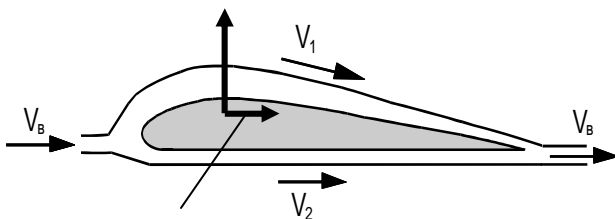
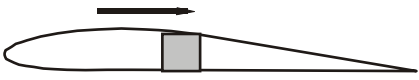
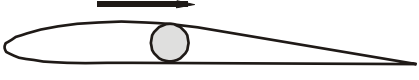
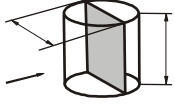

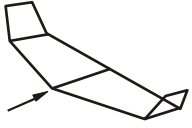



Рис. 4.24. Виникнення підйомної сили при обтіканні повітрям профілю крила

Таблиця 4.14

Значення коефіцієнта  $C_x$  залежно від форми елементів моделі літака

№	Найменування частин моделі	Ескіз	$C_x$
1	Фюзеляж прямокутного перетину		0,27
2	Фюзеляж круглого перетину		0,2
3	Стійка циліндрична		1,5
4	Стійка обтічна		0,4
5	Крило		0,04
6	Кіль, стабілізатор		0,02

При обтіканні крила потоком повітря швидкості повітряного потоку до обтікання крила і після повинні бути однаковими. Проте геометрія крила вибирається такою, що швидкість обтікання  $V_1$  у верхній частині стає більшою, ніж в нижній частині  $V_2$ . Отже, у верх-

ній частині крила розрідження повітря більше, ніж в нижній. Це приводить до різниці тиску.

Оскільки рух повітря стається з області більшого тиску (меншої швидкості) в область меншого тиску (більшої швидкості), то виникає підйомна сила, яка буде тим більша, чим більше різниця між швидкостями  $V_2$  і  $V_1$ .

Підйомна сила моделі  $Y_m$  складається з підйомної сили крила  $Y$  і стабілізатора  $Y_{cm}$  (співвідношення між ними приблизно 90 % і 10 %).

Величина підйомної сили може бути приблизно визначена за такою залежністю [23]

$$Y = \frac{C_y \cdot S \cdot \rho \cdot v^2}{2} \quad (4.20)$$

де  $C_y$  – коефіцієнт підйомної сили крила, залежний від геометрії профілю крила і кута нахилу крила до напрямку руху моделі, який називається кутом атаки (рис. 4.25);  $S$  – площа несучої поверхні крила;  $\rho$  – густина повітря;  $v$  – швидкість набігаючого потоку повітря (рівна швидкості руху моделі).

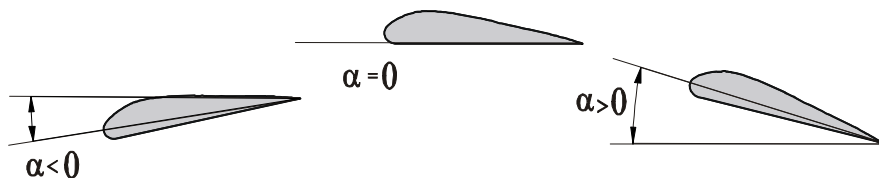


Рис. 4.25. Зміна кута атаки крила на різних стадіях польоту моделі

При русі в повітрі літальний апарат з крилами долає опір повітря, яке складається з аеродинамічного опору (лобового опору) і сил тертя повітря об поверхню літака. Для кожного такого апарату сила опору повітря має конкретне значення, залежне від багатьох чинників, у тому числі і від стану поверхні матеріалу обшивки.

Лобовий опір зростає із збільшенням міделя (площі проекції літального апарату на площину, перпендикулярну напрямку руху літака). Він зростає пропорційно квадрату швидкості пересування в повітрі. Тут необхідно помітити, що збільшувати підйомну силу за рахунок зміни крутизни верхньої частини крила можна до певної межі, бо істотно зростатимуть не тільки сили тертя повітря об обшивку, але і лобовий опір.

Очевидно, що чим більше площа крила (при вигляді зверху), тим більшої підйомної сили можна добитися, не забуваючи, звичайно, що із збільшенням загальної площі крила знову-таки збільшується лобовий опір. Тому при виборі геометрії крила необхідно знаходити його оптимальні розміри відповідно до параметрів моделі, що задаються.

Відношення підйомної сили крила до сили лобового опору називається аеродинамічною якістю крила, яке може бути визначений за формулою [23]

$$K = \frac{Y}{X} = \frac{Y_M}{X_M} = \frac{\frac{C_{YM}}{S}}{\frac{C_{XM}}{S_{nc}}} \quad (4.21)$$

де  $C_{YM}$  і  $C_{XM}$  – відповідно коефіцієнти підйомної сили моделі і аеродинамічного опору;  $S$  – площа несучої поверхні крила;  $S_{nc}$  – мідель. Коефіцієнти  $C_{YM}$  і  $C_{XM}$  визначають дослідним шляхом при продуванні моделей в аеродинамічній трубі.

При конструюванні літаків відношення  $S / S_{nc}$  завжди намагаються збільшити, роблячи крило більш тонким і широким в межах допустимої міцності і жорсткості.

Якщо позначити розмах крила  $l$ , а ширину хорди профілю  $b$ , то відношення

$$\lambda = \frac{l}{b} \quad (4.22)$$

називається відносним подовженням крила. Для моделей літаків значення  $\lambda$  вибирають в межах від 5 до 8.

Сама по собі задача визначення оптимального профілю крила є досить важкою. Проте існують безліч рекомендацій, заснованих на теорії польоту і на експериментальних даних. Ці дані приведені в літературі, наприклад [23].

В практиці моделювання літаків і планерів часто використовуються профілі крила, приведені на рис. 4.26.

Для планерів використовується профіль, приведений на рис. 4.26,а, тобто увігнуто-вигнутий, а для швидкісних моделей – двоопуклий несиметричний (рис. 4.26, б). Виготовити двоопуклий симетричний профіль (рис. 4.26, в) простіше за інші, проте необхідна підйо-

мна сила цього крила може виникнути у польоті тільки за наявності відповідного кута атаки.

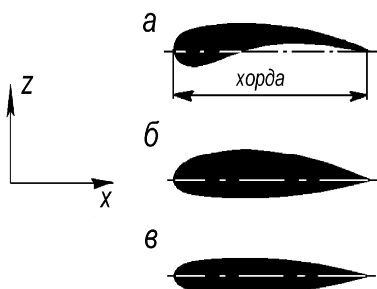


Рис. 4.26. Профілі крила для моделей літаків і планерів:  
а – увігнуто-вигнутий профіль;  
б – двоопуклий несиметричний;  
в – двоопуклий симетричний.

Розрахунок вибраного профілю (вибір геометрії нервюр) може бути проведений за допомогою таблиці 4.15. Для розрахунку значення, приведені в таблиці, необхідно помножити на числове значення величини хорди (мм), в тому місці крила, де розраховується профіль (розташовуватиметься відповідна нервюра). Таким чином одержують натуральні розміри профілю крила як по горизонталі (осі  $x$ ), так і по вертикалі (осі  $z$ ).

Форма крила при вигляді зверху може бути найрізноманітнішою (рис. 4.27).

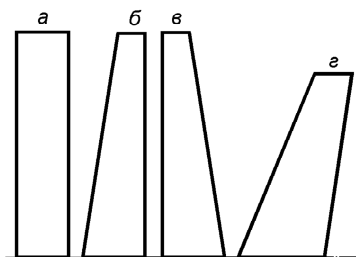


Рис. 4.27. Форми крила при вигляді зверху:  
а – прямокутна; б – у вигляді трапеції з прямою задньою кромкою; в – у вигляді трапеції з прямою передньою кромкою; г – стрілоподібна

Прямокутна форма крила (рис. 4.27, а) часто використовується в моделях літаків і планерів, в конструкціях яких застосовані однакові за розмірами нервюри.

Величина хорди крила в цьому випадку постійна по всьому розмаху крила. Проте у такого крила є істотний недолік, який полягає в тому, що кінці таких крил (при їх великих площах) схильні до провисання. Від такого недоліку позбавлена вся решта форм крил,

приведених на цьому рисунку, оскільки у них розподілена вага зменшується від осі симетрії літака до кінців крил.

Найбільш часто в моделюванні застосовується форма крила, відповідна рис. 4.27, б. В цьому випадку моделісти, по-перше, позбавляються від схильності до провисання кінців крил, а, по-друге, значно спрощується управління елеронами і закрилками, оскільки вони розташовуються перпендикулярно до задньої кромки крила.

Форма крил з прямою перпендикулярною передньою кромкою крила (рис. 4.27, в) стала широко застосовуватися останнім часом у зв'язку з тим, що моделісти стали виготовляти моделі літаків і планерів з пінопласту. В цьому випадку передня пряма кромка обох крил зміцнюється одним брусом з бальзи, що, по-перше, оберігає передню кромку від пошкодження у разі невдалого приземлення, а, по-друге, робить з'єднання обох крил більш жорстким.

Стрілоподібна форма крила (рис. 4.27, г) використовується в основному для швидкісних моделей літаків.

Враховуючи вищевикладене, в таблиці 4.16 зведені залежності для розрахунку основних параметрів авіамоделей планерів і літаків.

Велике значення для успішного польоту авіамоделей має правильний підбір повітряного гвинта як до моделі, так і до даного мікродвигуна. Задача авіамоделіста полягає в тому, щоб підібрати такі значення діаметра  $D$  і кроку гвинта  $H$ , щоб на основному режимі польоту (для швидкісної моделі - це режим розрахункової максимальної швидкості, а у гоночних моделей потрібно шукати оптимальне рішення для двох режимів польоту - швидкий розгін і велика швидкість польоту) ККД був найбільшим.

Розрахунок параметрів двигуна і тягового гвинта здійснюється по силі тяги гвинта, яка визначається за другим законом Ньютона

$$F = m \quad (4.23)$$

де  $m$  - маса повітря, відкинута гвинтом за час  $dt$ ;  $\frac{dv}{dt}$  - зміна

швидкості повітряного потоку за цей же час.

При розрахунку сили тяги двигуна моделі застосовується спрощена формула

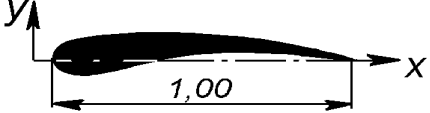

$$F = 9,8 k_{\text{гв}} \rho n_s^2 D^4 \quad (4.24)$$

де  $k_{\text{гв}}$  - коефіцієнт тяги гвинта, залежний від його геометрії, кута установки лопатей і режиму роботи;  $\rho$  - густина повітря;  $n_s$  - частота обертання двигуна;  $D$  - діаметр гвинта.



Таблиця 4.15

Відносні координати точок профілю крила

<i>y</i>	Координати <i>x</i>													
	0,00	0,025	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Вигнуто-угнутий профіль 														
<i>y</i> <sub>верхн</sub>	0,008	0,029	0,042	0,062	0,073	0,081	0,090	0,092	0,088	0,076	0,064	0,046	0,025	0,001
<i>y</i> <sub>нижн</sub>	0,008	0,003	0,000	0,001	0,008	0,010	0,018	0,022	0,024	0,022	0,020	0,015	0,008	0,001
Двояковипуклий несиметричний профіль 														
<i>y</i> <sub>верхн</sub>	0,000	0,0274	0,0394	0,0548	0,0640	0,0700	0,0745	0,0723	0,0652	0,0552	0,0428	0,0290	0,0145	0,00
<i>y</i> <sub>нижн</sub>	0,000	-0,009	-0,013	-0,018	-0,021	-0,023	-0,026	-0,026	-0,025	-0,023	-0,019	-0,015	-0,009	0,00
Двояковипуклий симетричний профіль														
<i>y</i> <sub>верхн</sub>	0,000	0,017	0,023	0,030	0,035	0,038	0,040	0,040	0,037	0,033	0,027	0,020	0,012	0,002
<i>y</i> <sub>нижн</sub>	0,000	-0,017	-0,023	-0,030	-0,035	-0,038	-0,040	-0,040	-0,037	-0,033	-0,027	0,020	-0,012	0,002

Як видно з формули 4.24, практично силу тяги можна збільшити або за рахунок збільшення частоти обертання гвинта, або за рахунок збільшення його діаметра. Тут необхідно знайти оптимальний варіант.

Коефіцієнт корисної дії гвинта  $\eta$  (ККД) можна визначити за формулою

$$\eta = \frac{N_n}{N_{затр}} \quad (4.27)$$

У формулі 4.27 значення  $N_n$  і  $N_{затр}$  можуть бути визначено за такою залежністю:

$$N_n = F \cdot v; \quad (4.27, a)$$

$$N_{затр} = \beta \rho n_s^2 D^5. \quad (4.27, б)$$

Ураховуючи формули 4.27, а і 4.27, б, ККД можна розрахувати так:

$$\eta = \frac{k_\theta \cdot v}{\beta \cdot n_s \cdot D}, \quad (4.28)$$

де коефіцієнти  $k_\theta$  і  $\beta$  визначаються експериментально або за спеціальними таблицями, складеними на підставі експериментальних даних.

Гвинт, одночасно обертаючись в повітряному просторі з частотою  $n_s$  і переміщаючись із швидкістю  $v$ , просувається на величину кроку гвинта (в нерухомому середовищі), який називається кроком гвинта. Проте повітря – середовище податливе, тому за один оберт гвинта літак пересунеться на величину  $H_a = v/n_s$ . Різниця  $S$  між величинами  $H$  і  $H_a$  називається ковзанням гвинта.

В таблиці 4.17 приведені формули для розрахунку параметрів гвинта.

Таблиця 4.17

#### Формули для розрахунку параметрів гвинта

Параметр	Позначення	Формула для розрахунку
Відносний крок	$h$	$h = H/D$
Відносна хода	$\gamma$	$\gamma = H_a D = v / (D n_s)$
Відносне ковзання	$s$	$s = S/H = 1 - (\gamma/h)$
Кут нахилу лопатей	$\phi$	$\text{tg } \phi = h/\pi$

З метою полегшення підбору тягових гвинтів для різних класів моделей нижче приводяться рекомендації, якими користуються багато провідних авіамоделістів-спортсменів. Ці рекомендації зможуть звузити область пошуку правильного рішення і значно заощадити час. Звичайно, можуть бути знайдені і інші рішення, які виходитимуть за рекомендовані параметри, але це свідчить швидше за все про творчий підхід моделіста-конструктора до кожного конкретного випадку

В таблиці 4.18 даються орієнтовні розміри повітряних гвинтів постійного кроку для основних спортивних класів моделей.

Таблиця 4.18

Характеристики мікро ДВЗ і повітряного гвинта для основних видів швидкісних авіамоделей

Робочий об'єм мікро ДВЗ (см <sup>3</sup> ) і характеристика	Діаметр гвинта	Крок гвинта	Застосування
2,5	220 -240	110 -120	Кордові пілотажні моделі
7,0	250 - 280	120 - 150	
2,5, калільний	180 -190	90 - 100	Кордові моделі повітряного бою
2,5, дизельний	200 -210	100 - 120	
2,5	180	160 - 200	Кордові гоночні моделі
2,5, калільний	75 - 85	75 - 85	Таймерні моделі
2,5, з резонансною трубою	145 - 155	130 - 170	Кордові швидкісні моделі

Кути встановлення лопатей гвинта для авіамоделей залежно від віддалення цього кута від осі обертання і для різних величин кроку гвинта можна визначити за формулою

$$\varphi_i = \arctg \frac{H}{2\pi r_i},$$

де  $\varphi_i$  – кут установки;  $r_i$  – відстань від центру обертання до місця, на якому заміряється кут;  $H$  – крок гвинта.

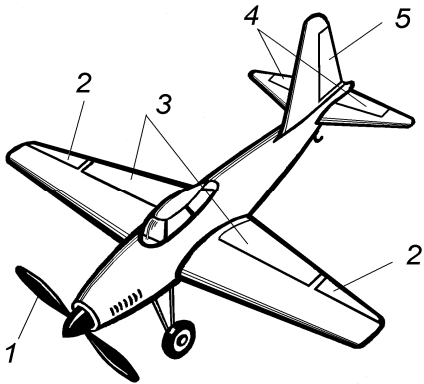
### **Конструктивні елементи керування літаком**

Для того, щоб зробити політ модель літака повинна набрати на землі швидкість, при якій виникне підйомна сила, відірватися від землі, вчинити якісь дії у польоті і повернутися на землю.

Для здійснення всіх цих функцій в конструкції моделі передбачені елементи управління. Розглянемо деякі з них (рис. 4.28).

Рис. 4.28. Елементи керування літаком:

1 – гвинтокрила група; 2 – елерони крил; 3 – закрилки; 4 – руль висоти; 5 – руль повороту



Гвинтокрила група 1 дозволяє регулювати швидкість переміщення літака як на землі, так і в повітрі. Це регулювання відбувається за рахунок зміни числа обертів при обертанні повітряного гвинта. Очевидно, що найбільше число обертів необхідне при зльоті літака, коли він знаходиться ще на злітній смугі і починає відірватися від землі.

Закрилки 3 дозволяють змінювати підйомну силу крила. Звичайно вони передбачаються в конструкціях великих літаків. Якщо опустити закрилки вниз, то підйомна сила може бути збільшена, а якщо вгору, то – є зменшена (навіть до негативних значень). Звичайно при зльоті закрилки опускають вниз, збільшуючи підйомну силу. Правда, при цьому збільшується і лобовий опір, але він при малих швидкостях не дуже сильно впливає на швидкість розгону.

*Елерони 2* це пристрої управління, розташовані на кінцях крил, за допомогою яких літаки можуть робити обертання навкруги своєї подовжньої осі. Якщо правий елерон підняти вгору, а лівий – опустити вниз, то літак подібно гвинту обертатиметься за годинниковою стрілкою щодо погляду пілота, а якщо навпаки, то – проти годинникової стрілки. Таким чином можна робити різні фігури вищого пілотажу, наприклад, перевороти, штопори і ін.

*Руль висоти 4* робиться в хвостовому оперенні літака і розташовується на горизонтальних площинах стабілізатора. Якщо руль висоти опустити вниз, то хвостове оперення підіймається вгору щодо центру тягаря літака і відповідно його ніс опуститься. Якщо руль висоти підняти вгору, то, навпаки, ніс літака підійматиметься.

*Руль повороту 5* є частиною кіля - вертикальної площини стабілізатора. Відхилення руля управо примушує літак обертатися щодо центру ваги за годинниковою стрілкою, тобто направо і, навпаки, руль вліво – літак вліво.

### **Планери**

*Планер* – це літальний апарат, який за своєю конструкцією дуже схожий на літак, але має меншу вагу і велику площу крил. Класичний планер не має двигуна, але останнім часом стали конструювати мотопланери, у яких все ж таки є двигун, але використовується він тільки у польоті для того, щоб піднятися на необхідну висоту польоту. Потім відбувається його відключення і планер парить в повітрі. Таке рішення дозволяє не перенавантажувати планер: двигун використовується малопотужний, а запас пального – мінімальний.

Планер, також як літак тримається в повітрі за рахунок підйомної сили крила, виникаючої в процесі руху в повітряному просторі, а також за рахунок підйомної сили висхідних потоків повітря, що йде від поверхні землі при нагріві її сонцем.

Очевидно, що для того, щоб планер почав виконувати рухи в повітрі, його треба запустити. Запуск планера із землі здійснюється за допомогою леєра (троса), прикріпленого до самохідного буксиру, у якості якого можна вибрати або наземний транспорт (автомобіль), або повітряний (літак). Існують планери, які підіймаються в повітря і водним транспортом.

Після підйому в повітря відбувається автоматичне від'єднання леєра і планер починає літати в повітрі автономно.

Час перебування планера в повітрі залежить від багатьох причин, особливо від сумарної ваги планера і пілота. Але все таки основною причиною довгого польоту є вміння пілота правильно використовувати висхідні потоки повітря, які (при умілому їх використанні) можуть на деяких ділянках польоту постійно піднімати планер увись і тримати його в повітрі не один десяток годин.

### **Вертольоти**

У вертольотах використовується принцип створення підйомної сили за рахунок створення могутнього потоку повітря горизонтально розташованим гвинтом, який засмоктує повітря і відкидає його вертикально вниз (принцип вентилятора). Схематичні конструкції вертольотів наведено на рис. 4.29.

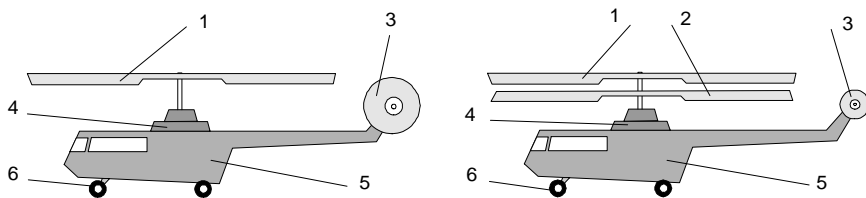


Рис. 4.29. Конструкції вертольота з одним гвинтом (зліва) і з двома гвинтами (справа): 1 – тяговий гвинт; 2 – другий тяговий гвинт, що обертається в протилежну сторону; 3 – гвинт повороту; 4 – двигун; 5 – корпус вертольота; 6 – колеса шасі

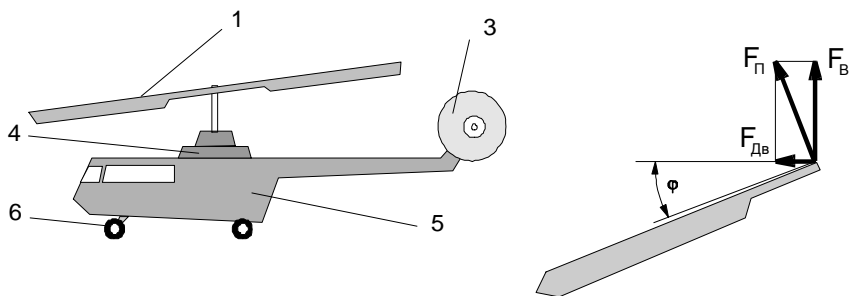


Рис. 4.30. Схема, що показує виникнення поздовжньої сили при русі вертольота

Компенсувати обертання корпусу вертольота навкруги осі тягового гвинта можна і іншим способом. Для цього під першим тяговим гвинтом встановлюють другий тяговий гвинт, що обертається в протилежну сторону (рис. 4.29, справа). Якщо частота обертання першого гвинта співпадає з частотою обертання другого гвинта, то обертання вертольота навкруги осі відсутнє, і він не повертатиметься. Поворот при такій схемі можливий як за рахунок зміни частот обертання першого і другого тягового гвинтів, так і за рахунок гвинта 3, який в даному випадку або має менші габарити, ніж в попередньому, коли на вертольоті встановлений один тяговий двигун, або цей гвинт відсутній взагалі.

По схемі, наведеній на рис. 4.29, вертоліт може тільки або підійматися, або приземлятися. Поздовжній рух вертольота відбувається за рахунок того, що тяговий гвинт 1 нахилиється по відношенню до горизонталі і складає з нею деякий кут  $\varphi$ . Чим більше цей кут, тим більше подовжня складова  $F_{\partial\partial}$  (рис. 4.30).

### *Судна на повітряній подушці*

Історія суден на повітряній подушці (СПП) починається з 60-х років XX століття. Краще всіх СПП знайомі тим, хто часто перетинає протоку Ла-Манш між материковою Францією і острівною Англією. Найбільше в світі судно цього класу разом з машинами і пасажирами на борту покриває Ла-Манш за 35 хвилин. Інші приклади: СПП, яке курсує у Франції по монорельсовій дорозі, досягає швидкості 345 км/год; самий швидкохідний автомобільний пором на повітряній подушці має швидкість 65 вузлів.

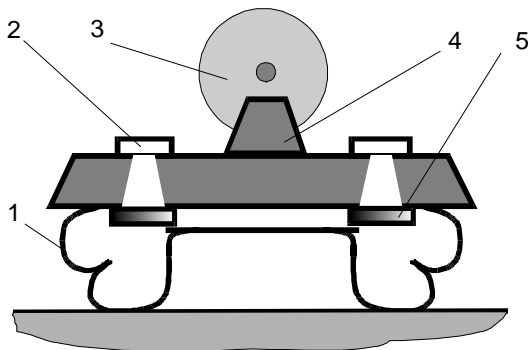


Рис. 4.31. Схема руху повітря в СПП:

1 – гнучка «спідниця»; 2 – повітрозбірник для підйомного пропелера; 3 – пропелер руху; 4 – ходова рубка; 5 – підйомний пропелер

СПП було винайдене в 1959 році Крістофором Коккерелем. Винахідник розумів, що механізми, які пересуваються по землі, для уникнення трясіння повинні рухатися по рівній дорозі (рівному шосе або рейковому шляху). Тоді і опір тертя менше і умови експлуатації краще. Що стосується пересування по воді, то звичайні судна також повинні під час пересування постійно долати опір води.

Рішення проблеми полягало в тому, щоб підвести судно над поверхнею суші або води, створивши повітряну подушку під його днищем. Це і було зроблено за допомогою великих пропелерів. На великих судах вони приводилися в дію газотурбінними двигунами, які через канали в корпусі судна закачували повітря під корпус, днище якого оточено по краях гнучкою і пружною «спідницею» (рис. 4.31).

Повітря з-під днища крізь отвори в «спідниці» проникає у напрямку до центру корпусу. Постійність потоку повітря і краю спідниці утримують повітря під днищем достатньо довго. У міру того як тиск під корпусом підвищується, він підіймається над належною поверхнею на висоту до 3 метрів.

Щоб СПП могло рухатися в потрібному напрямі, воно обладнане додатковими пропелерами руху, встановленими на палубі судна. Ці пропелери можуть приводитися в рух тими ж газотурбінними двигунами або мають свої двигуни.

Для гальмування судна змінюють кут нахилу пропелерів руху або напряму потоку повітря через отвори в «спідниці».

За перші 10 років експлуатації СПП зарекомендувало себе як швидкохідний транспортний засіб. В даний час такі судна використовуються як машини-амфібії. Вони достатньо дорогі в експлуатації, але можуть бути застосовані там, де інші транспортні засоби пройти не можуть. Наприклад, в заболочених місцях, тропічних лісах, уздовж русла річок, по озерах з невеликою хвилею і т.п.

#### **4.4.6. Проектування моделей ракет**

Ракети і їх моделі рухаються в просторі за рахунок реактивної сили.

*Реактивна сила* (реактивна тяга), сила реакції (віддача) струменя робочого тіла (наприклад, газу), витікаючого з сопла реактивного двигуна і що приводить в рух ракету з двигуном у бік, протилежний



напрямку витікання робочого тіла. В моделюванні ракетної техніки дуже часто використовуються як робоче тіло продукти згоряння порогу, тобто використовуються порохові ракетні двигуни.

Очевидно, що сила  $F$ , яка виникає при роботі реактивного двигуна, діє на ракету (модель) і примушує її при певних характеристиках двигуна і маси ракети рухатися у бік, протилежний витіканню газів.

За другим законом Ньютона  $F = a m$  ( $a$  - прискорення тіла,  $m$  - його маса). Ураховуючи, що  $a = \frac{v}{t}$ , другий закон Ньютона можна представити в наступному вигляді

$$F = \frac{mv}{t}.$$

Помноживши ліву і праву частини рівняння на час  $t$ , отримаємо

$$Ft = mv \quad (4.29)$$

де  $Ft$  - імпульс сили, а  $v$  - швидкість ракети (моделі) масою  $m$ , якій доданий цей імпульс сили.

Імпульс сили є однією з важливих характеристик двигунів ракет і їх моделей. Двигуни моделей ракет називаються модельними реактивними двигунами (МРД) і виготовляються спеціальними фірмами, що мають державні ліцензії на цю діяльність.

Основна задача, яка стоїть перед конструктором моделей ракет, полягає в тому, щоб надати моделі найбільшу кінцеву швидкість і тим самим доставити модель ракети на максимально можливу висоту, забезпечивши при цьому збереження якомога більше елементів моделі. Звичайно ця задача ускладнюється ще тим, що в модель ракети необхідно закладати вантаж, вага і розміри якого строго регламентуються правилами змагань. Як вантаж можна розглядати або стандартний вантаж (для вантажних спортивних моделей), або який-небудь вантаж в головних обтічниках на копіях ракет, або для ракетопланів - планер, що відділяється.

Залежно від величини заданого вантажу і допустимого запасу палива (сумарного імпульсу) може бути отримана та або інша кінцева швидкість моделі ракети. Це витікає з формули (4.29)

$$v = \frac{Ft}{m}$$

з якої видно, що швидкість тим більше, чим більше імпульс сили МРД і менше маса моделі ракети.

Чим більше вантаж і запас палива, тим більші габарити і маса моделі ракети, а це приводить, у свою чергу, до того, що ростуть вигоди, які ставляться до її міцності.

Основними елементами конструкції, які зустрічаються майже у всіх моделях ракет, є головний обтічник, корпус і стабілізатори.

*Головним обтічником* називається головна частина моделі, яка дозволяє зменшити лобовий опір моделі за рахунок обтічної аеродинамічної форми.

*Корпусом* називається частина моделі ракети, в якій звичайно розміщуються всі основні її системи. Іноді корпус розділяють на парашутний контейнер, приладовий і двигунний відсіки. Корпус призначений також для з'єднання між собою всіх частин і деталей моделі.

*Стабілізаторами* називаються аеродинамічні поверхні, призначені для забезпечення поздовжнього і шляхового балансування, стійкості, а у ряді випадків і керованості моделі.

*Система порятунку* – це сукупність елементів конструкції, призначена для плавного спуску у польоті частин моделі, що відділяються, в яких немає потреби при подальшому польоті. Звичайно це парашутна система порятунку. Кількість систем порятунку рівна числу ступенів моделі.

Ракети і їх моделі можуть бути одноступінчастими або багаступінчастими.

### ***Одноступінчасті моделі ракети***

Так само, як і її натурний прототип (при заданому вантажі і сумарному імпульсі), одноступінчаста модель ракети має теоретично можливу «стелю», яка фактично ніколи не може бути нею досягнута. Насправді, якщо збільшити сумарний імпульс, то зростатиме і стартова маса, із збільшенням сумарного імпульсу ростиме і швидкість, проте швидкість ця зростатиме в арифметичній прогресії, а стартова маса моделі – в геометричній. А збільшення стартової маси в кожному класі моделей обмежено Правилами.

Маса одноступінчастої моделі складатиметься з маси корисного вантажу (сюди входить також маса обтічника)  $m_0$  і всієї решти маси (маси палива і «сухої маси», в яку входять маси елементів конструкції двигунного відсіку, оболонка, стабілізатори, система запуску МРД),

яку умовно позначимо через  $m_0$ . Цю ж масу у одноступінчастих ракет називають стартовою, тому можна записати

$$m = m_0 + m_0 = m_{cm}.$$

Швидкість  $v$  у одноступінчастої ракети до моменту вигорання палива може бути визначена за формулою [47]

$$v = I_y \ln z \quad (4.30)$$

де  $I_y$  – питомий імпульс тяги двигуна, рівний відношенню тяги двигуна до витрати палива<sup>21</sup>, а  $z$  – число Ціолковського, яке може бути визначене через масу палива  $m_{\Pi}$  і масу ракети  $m$  за формулою

$$z = \frac{m}{m - m_{\Pi}}.$$

Основний недолік одноступінчастих моделей ракет полягає в тому, що швидкість у них повідомляється не тільки корисному вантажу, але і всій конструкції, а це приводить до непродуктивної витрати енергії. Від вказаного недоліку частково вільні складені або багатоступінчаті моделі ракет.

### ***Багатоступінчаті моделі ракет***

Під багатоступінчастою розуміється така ракета, у якої в процесі польоту відбуваються один або декілька скидань використаних і не потрібних для подальшого польоту елементів конструкції.

Кожну *багатоступінчасту ракету* або її модель можна конструктивно підрозділити на ступені і на субракету (рис. 4.32).

*Ступенем* називатимемо комплекс, що включає один або декілька МРД, пристрій запуску МРД і пристрій порятунку цього комплексу. Ступінь повинен відділятися від моделі під час польоту, а сама модель повинна складатися не більше ніж з трьох діючих ступенів. Це регламентується Правилами змагання. Частина моделі, що не

---

<sup>21</sup> В літературі, виданій до 1974 г замість терміну «питомий імпульс» застосовувався термін «питома тяга». Чисельно питома тяга в 9,81 раз менше питомого імпульсу.

має двигунів, ступенем не вважається, отже, корисний вантаж не може розглядатися як частина ступеня. Нумерація ступенів починається з тією, яка працює під час старту моделі ракети.

Один ступінь або декілька ступенів моделі ракети разом з корисним вантажем утворюють *субракету*.

Для багатоступінчастих моделей ракет характерне велике різноманіття конструктивних схем, з яких можна виділити конструктивні схеми з так званим поперечним і поздовжнім розподілом.

Багатоступінчаста модель ракети поперечного розподілу є конструкцією, в якій всі подальші субракети можуть розглядатися як корисне навантаження нижніх ступенів (рис. 4.32).

Схема з поздовжнім розподілом така, що двигуни подальших субракет можна використовувати спільно з нижнім ступенем. Наприклад, ракета-носіє першого супутника Землі.

Якщо число ступенів більше двох, можливе застосування системи з комбінованим поздовжньо-поперечним розподілом, наприклад, такої, яку мала ракета-носіє космічного корабля «Союз».

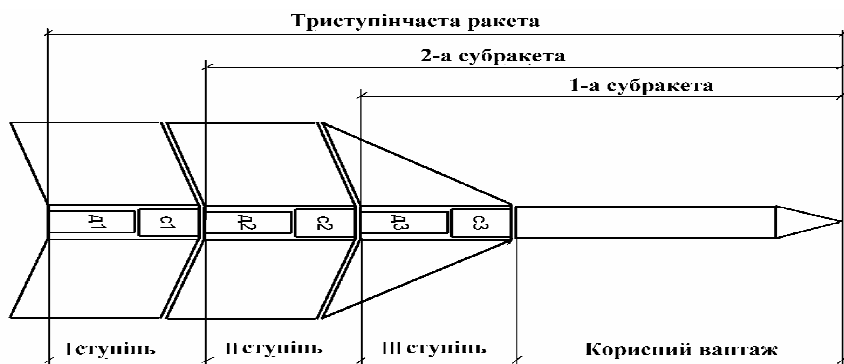


Рис. 4.32. Принципова схематична модель триступінчастої ракети:  $D_1, D_2, D_3$  – відповідно МРД першого, другого і третього ступенів;  $C_1, C_2, C_3$  – відповідно системи порятунку першого і другого ступенів, а також третього ступеня разом з корисним вантажем

Розглянемо триступінчасту модель ракети. Ракета складається з двох субракет і повної ракети. Нумерація субракет починається з тією, яка останньою несе корисний вантаж з масою  $m_0$ . Для того, щоб

не вводити стрічну нумерацію субракет і ступенів, іноді говорять: верхня субракета і нижня субракета.

Перша (верхня) субракета з масою  $m_I$  складатиметься з головного обтічника з корисним вантажем, маса яких  $m_0$  і третього ступеня з масою  $m_3$  (сюди ж включена і маса системи порятунку третього ступеня). Тоді

$$m_I = m_0 + m_3.$$

Друга (нижня) субракета з масою  $m_{II}$  складається з першої субракети, яка є корисним вантажем для другої, і другого ступеня з масою  $m_2$  (включена маса системи порятунку другого ступеня). Тоді маса другої субракети буде рівна

$$m_{II} = m_I + m_2 = m_0 + m_3 + m_2.$$

Друга субракета з першим ступенем і системою її порятунку — це повна модель ракети. Її маса  $m_{III}$  визначатиметься як сума всіх мас і рівна стартовій масі  $m_{cm}$ , тобто

$$m_{III} = m_{cm} = m_0 + m_3 + m_2 + m_1.$$

При запуску моделі ракети працює МРД першого ступеня, який створює найбільший сумарний імпульс (або ж зв'язка МРД), здатний підняти і розігнати модель до певної швидкості.

Відношення сумарного імпульсу до стартової маси називається *тягоозброєністю*. Треба пам'ятати, що якої б величини не був сумарний імпульс, він обов'язково має повідомити якесь прискорення стартовій масі. Якщо тягоозброєність буде менше 1, то модель ракети не зрушить з місця — вона так і залишиться на стартовому столі.

Після того, як буде витрачене паливо двигуна першого ступеня, вона відділяється (спускається на своїй системі порятунку). Далі політ моделі ракети продовжується при працюючому двигуні другого ступеня, має менший сумарний імпульс, але здатний повідомити полегшеній моделі (другій субракеті) додаткову швидкість.

Після того, як вигорить паливо другого ступеня, він буде відокремлений і увімкнеться МРД третього ступеня (першої субракети). Другий ступінь повертається на землю за допомогою своєї системи порятунку.

На відміну від одноступінчастої в триступінчастій моделі ракети кінцеву швидкість одержує тільки перша субракета (третій ступінь плюс корисний вантаж), а не вся модель.

*Льотні характеристики багаступінчатих моделей ракет*

У триступінчастій моделі ракети швидкість польоту верхньої субракети — кінцева швидкість. До моменту вигорання палива вона буде рівна сумі швидкостей, отриманих від МРД нижніх ступенів (рис. 4.33):

$$v_k = v_1 + v_2 + v_3$$

де  $v_1, v_2$  і  $v_3$  — приріст швидкості після роботи МРД відповідно першого, другого і третього ступенів.

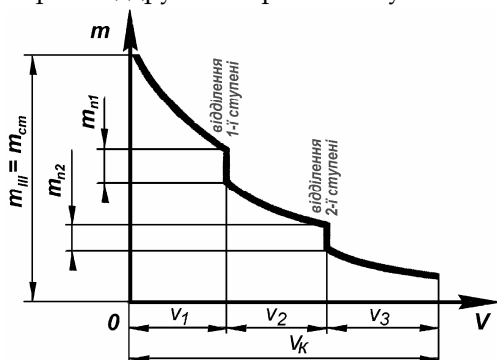


Рис. 4.33. Залежність зміни швидкості на активній ділянці польоту від зміни польотної маси триступінчастої моделі ракети

Кожну з цих швидкостей можна визначити за формулою Цюлковського.

При цьому якщо модель ракети має МРД у всіх ступенях з однаковим питомим імпульсом (швидкістю закінчення), то формула для визначення кінцевої швидкості першої субракети до моменту вигорання палива в третьому ступені прийме вигляд

$$v_k = I_y \ln z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad (4.31)$$

де  $z_1, z_2, z_3$  — число Цюлковського відповідно для першого, другого і третього ступенів.

На практиці параметри МРД кожного із ступенів можуть істотно розрізнятися. Тому доводиться спочатку обчислювати величини швидкостей кожної субракети, а потім визначати швидкість верхньої субракети моделі як суму швидкостей всіх субракет.

Існує безліч методів розрахунку ракет на стадії проектування, але всі вони — вельми наближені. Проте є метод, який дає хорошу збіжність результатів розрахунку і виміру швидкості — це метод М. Кулашова, опублікований в журналі «Юний технік» № 1 за 1970 р.

Для отримання заданого приросту швидкості при польоті на малих швидкостях витрачається значно більше палива, отже, стартова маса  $m_{cm}$  моделі через це повинна бути більшою.

Характер зміни швидкості залежно від польотної маси наведено на рис. 4.33, з якого видно, що при відділенні кожного ступеня польотна маса знижується стрибкоподібно. При цьому відбувається зростання швидкості, вона стає більшою за ту, яка була до моменту відділення ступеня. Це означає, що після відділення ступеня модель ракети одержує більший приріст швидкості на кожну одиницю тяги.

### ***Вибір основних параметрів моделей ракет***

Для отримання бажаних результатів польоту необхідно уміти вибирати найраціональнішу комбінацію основних характеристик моделей ракет і визначати їх величини [47].

Однією з основних характеристик, що показує ступінь досконалості конструкції моделі ракети, є відносна маса палива, яка визначається співвідношенням:

$$\xi_T = \frac{m_T}{m_{cm}}.$$

Чим ближче величина  $\xi_T$  до одиниці, тим вище досконалість моделі ракети (субракети). У моделей ракет коефіцієнт відносної маси палива звичайно коливається в межах 0,15–0,45 (середня величина - 0,25).

Іншою не менш важливою характеристикою моделі є тягоозброєність  $\mu$ , яка визначає, в скільки разів тяга МРД більше її ваги:

$$\mu = \frac{P}{G},$$

де  $P$  — тяга двигуна, Н.  $G$  — вага моделі (субракети), Н. Під тягою двигуна розуміється рівнодіюча сил тиску, діючих на зовнішні і внутрішні поверхні двигуна.

У моделей ракет тяга за часом польоту міняється в дуже широких межах, а вага міняється за рахунок вигорання палива. Тому в розрахунках зручніше користуватися середньою величиною тягоозброєності, яка у моделей ракет звичайно коливається в межах  $\mu_{cp} = 7 \dots 10$ .

Іноді зручніше проводити оцінку моделі не за тягоозброєністю, а за енергоозброєністю, яка визначає, в скільки разів сумарний імпульс більше стартової (початкової) маси моделі ракети (субракети)

$$m = \frac{I_{\Sigma}}{m_{cm}} \cdot 10^3, \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{г}.$$

де  $I_{\Sigma}$  — сумарний імпульс ракети (субракети), Н · с;  $m_{cm}$  — маса ракети (субракети), г. Коефіцієнт  $10^3$  дозволяє у формулі прийняти розмірність, прийняту в ракетомоделизмі. Відносна маса палива і тягоозброєність (або енергоозброєність), що характеризують конструктивну досконалість моделі ракети, істотно впливають на її балістичні параметри — швидкість і висоту польоту.

Відносна маса палива, тягоозброєність і енергоозброєність зв'язані між собою залежністю

$$P t = m_T I_y = I_{\Sigma} \quad (4.32)$$

де  $P$  — тяга МРД, Н;  $t$  — час роботи МРД, с;  $m_T$  — маса палива, кг;  $I_y$  — питомий імпульс, м/с;  $I_{\Sigma}$  — сумарний імпульс, Н · с.

Із зростанням тягоозброєності ростуть маси корпусів МРД, а через збільшення осьових перевантажень доводиться робити більш міцні елементи конструкції моделі ракети, що теж приводить до збільшення маси. З другого боку, при малій тягоозброєності росте час розгону моделі ракети до потрібної швидкості, а отже, і втрати швидкості на подолання сил земного тяжіння — складова  $gt$ . Це, у свою чергу, вимагає збільшення ідеальної швидкості, тобто теоретичної кінцевої швидкості для досягнення заданої висоти, що також веде до зростання маси моделі ракети.

Існують оптимальні значення тягоозброєності для кожної субракети моделі, які можна виявити, задавшись рядом їх значень і проводячи послідовні розрахунки мас з використанням наближених формул, що ґрунтуються на балістиці, міцностних розрахунках і аналізі статистики.

При виборі тягоозброєності необхідно також урахувувати прискорення, одержувані моделлю ракети в кінці роботи ступеня, коли їх величина максимальна. Ці прискорення не повинні перевищувати допустимих значень, оскільки це може привести до втрати стійкості корпусу моделі і порушення роботи приладів, якщо вони є на борту моделі ракети.

Параметри моделей ракет достатньо добре описані в літературі, особливо в [47].



В таблицях 4.19. 4.21 - наводяться деякі необхідні для моделіста-конструктора параметри одноступінчастих, двоступінчастих і триступінчастих моделей ракет.

### *Модельні ракетні двигуни*

Модельні ракетні двигуни (МРД) призначені для створення рушійної сили, позначення траєкторії польоту і розкриття системи порятунку моделей ракет і ракетопланів в технічних видах творчості і спорту. Характер зміни тяги двигунів наведено на рис. 4.34.

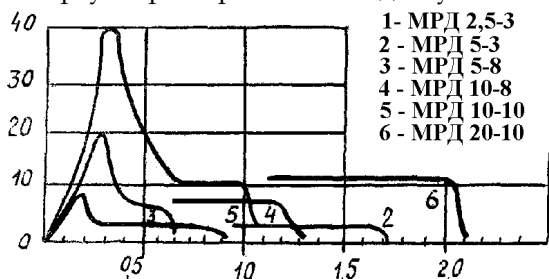


Рис. 4.34. Характер зміни тяги МРД

Будову МРД і їх характеристики наведено в додатку 2.

МРД можуть бути використані для запуску моделей в діапазоні температур оточуючого повітря від  $-40$  до  $+40$  °С.

МРД поставляються в повністю зібраному і готовому до використання вигляді. Для дистанційного запуску до МРД додаються запальники.

### *Установка МРД в модель*

МРД без сповільнювача (час горіння  $= 0$ ) використовуються для стартових прискорювачів і перших ступенів моделей багатоступінчастих ракет.

МРД із сповільнювачем використовуються для моделей одноступінчастих і верхніх ступенів багатоступінчастих ракет. Час горіння сповільнювача вибирається з умови розкриття системи порятунку моделі в щонайвищій точці траєкторії польоту.

Для запобігання відстрілу при спрацьовуванні викидного заряду МРД необхідно надійно закріпити в корпусі моделі за допомогою фіксатора або щільної посадки наживанням на МРД паперової стрічки.

Для запобігання витoku газів викидного заряду і відмови системи порятунку моделі, МРД в модель ракети встановити за допомо-

гою перехідника або кілець, що перекривають зазор між корпусом двигуна і корпусом моделі.

Між викидним зарядом МРД і парашутом (стрічкою і т. п.) встановити пиж з матеріалу, що не згоряє, завтовшки не менше 10 мм.

### ***Порядок запуску моделей ракет з МРД***

Відрізати з блоку запальників один запальник і звільнити кінці дроту від картону і липкої стрічки.

Вставити головку запальника до упора в канал МРД і закріпити пижем з сухого паперу або гумового шнура, не допускаючи замикання його кінців.

Під'єднати кінці запальника до клем дистанційного пульта управління з джерелом електричного живлення напругою 6–12 В, при цьому ключ на пульті повинен знаходитися в положенні «вимкнено».

### ***Спеціальні вимоги безпеки при роботі з МРД***

Запуск МРД проводити за допомогою дистанційного електричного пульта, оснащеного ключем і кнопкою запуску, з відстані не менш 10 м від пускового пристрою.

Запуск МРД проводити тільки у складі моделі або на стенді на відкритому майданчику (зовні приміщення).

У разі відмови при запуску підходити до моделі (МРД) не менше ніж через 1 хвилину.

Моделі ракет повинні бути перевірені на стійкість польоту. Установку МРД в модель проводити на стартовому майданчику. Для контролю складання з МРД, центру ваги і стійкості польоту моделі використовувати макети МРД.

Моделі ракет запускати з пускового пристрою, оснащеного направляючим стрижнем завдовжки не менш 1000 мм і відбивачем полум'я у вигляді металевої пластини розміром не менш 100x100 мм. Відхилення стрижня від вертикалі – не більш 30°. Верхній кінець стрижня пускового пристрою має знаходитися не нижче 1500 мм від рівня землі (для запобігання травм очей).

Майданчик для запуску моделей ракет в радіусі 1 м від пускового пристрою повинен бути обчищений від сухої трави і інших легкозаймистих матеріалів.

Зберігати МРД в місцях, недоступних для дітей.

Запуск моделей дітям до 16 років проводити під керівництвом інструктора.

Таблиця 4.19

## Характеристики одноступінчастих моделей ракет

№	Двигуни	Кількість двигунів	Сумарний імпульс $I_{\Sigma}$ , Н/с	Маса палива $m_p$ , г	Швидкість витікання $W$ , м/с	Маса корисного вантажу $m_0$ , г	Стартова маса, $m_{ст}$ , г	Маса конструкції, $m_{nv}$ , г	Відносна маса палива, $\xi_p$	Число Цюлковського, $Z_{i/}$	Відносна маса субракет, $p_l$	Конструктивна характеристика, $s_l$	Відносна маса моделі, $m_{cm} = p_l$	Ідеальна швидкість польоту в кінці траєкторії $V_i$
1	ДБ.3.СМ.10	2	20	44	455	60	150	46	0,294	1,42	2,5	196	2,5	161
2	ДБ.3.СМ.10	3	30	66	455	60	180	54	0,366	1,58	3	2,22	3	208
3	ДБ.51.СМ.10	4	40	57,2	700	60	180	62,8	0,319	1,47	3	1,92	3	269
4	№530	1	15	17	900	60	135	30	0,126	1,15	2,25	1,56	2,25	126

Таблиця 4.20

## Характеристики двоступінчастих моделей ракет

№	Двигуни	Кількість двигунів по ступеням	Сумарний імпульс, $I_{\Sigma}$ , Н/с		Маса палива, $m_n$ , г	Швидкість витікання, $W$ , м/с	Маса корисного вантажу, $m_0$ , г	Маса субракети і стартова маса, $m_i$ , г	Маса конструкцій, $m_n$ , г	Відносна маса палива $\xi_L$	Число Ціолковського, $Z_c$	Відносна маса субракети, $p_L$	Конструктивна характеристика, $s_L$	Відносна маса моделі, $m_{cm} = p_L$	Ідеальна швидкість польоту в кінці траєкторії, $V_i$
			По субракетам	Загальний											
1	ДБ.3.СМ.10	1	10	20	22	455	60	115	33	0,191	1,24	1,92	1,67	2,5	169
	ДБ.3.СМ.10	1	10		22	455	150	$m_{cm}=150$	13	0,147	1,17	1,30	3,45		
2	ДБ.3.СМ.10	1	10	30	22	455	69	115	33	0,191	1,24	1,92	1,67	3	225
	ДБ.3.СМ.10	2	20		44	455	115	$m_{cm}=180$	21	0,244	1,32	1,57	3,1		
3	ДБ.51.СМ.10	1	10	40	14,3	700	60	105	30,7	0,136	1,16	1,76	1,46	3	293
	ДБ.51.СМ.10	3	30		42,9	700	105	$m_{cm}=180$	32,1	0,238	1,31	1,72	2,34		
4	ДБ.3.СМ.10	1	10	25	22	445	60	115	33	0,191	1,24	1,92	1,67	2,8	192
	№530	1	15		17	900	115	$m_{cm}=170$	38	0,100	1,11	1,48	1,45		
5	ДБ.51.СМ.10	1	10	25	14,3	700	60	105	30,7	0,136	1,16	1,76	1,46	2,7	206
	№530	1	15		17	900	105	$m_{cm}=160$	38	0,106	1,12	1,52	1,45		

Таблиця 4.21

## Характеристики триступінчастих моделей ракет

№	Двигуни	Кількість двигунів	Сумарний імпульс, $I_{\Sigma}$ , Н/с		Маса палива, $m_n$ , г	Швидкість витікання $W$ , м/с	Маса корисного вантажу, $m_0$ , г	Маса субракети і стартова маса, $m_i$ , г	Маса конструкцій, $m_{nv}$ , г	Відносна маса палива, $\xi_t$	Число Цюлковського, $Z_{cl}$	Відносна маса субракети, $p_l$	Конструктивна характеристика, $s_l$	Відносна маса моделі, $m_{cm} = p_l$	Ідеальна швидкість польоту в кінці траєкторії, $V_i$
			По субракетам	Загальний											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ДБ.3.СМ.10	1	10	25	22	455	60	115	33	0,191	1,24	1,92	1,665	2,9	200
	ДБ.3.СМ.10	1	10		22	455	115	150	13	0,147	1,17	1,30	2,69		
	ДБ.3.С.5	1	5		11	455	150	175	14	0,063	1,07	1,165	1,78		
2	ДБ.3.С.5	1	5	20	11	455	60	105	34	0,105	1,12	1,75	1,32	3	156
	ДБ.3.С.5	1	5		11	455	105	130	14	0,085	1,09	1,24	1,785		
	ДБ.3.С.5	2	10		22	455	130	180	38	0,122	1,14	1,38	1,58		

Продовження таблиці 4.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	ДБ.3.СМ. 10	1	10	40	14,3	700	60	105	31	0,136	1,16	1,75	1,465	3	306
	ДБ.3.СМ. 10	1	10		14,3	700	105	130	14	0,110	1,12	1,24	2,04		
	ДБ.3.СМ. 10	2	20		28,6	700	130	180	21	0,159	1,19	1,38	2,34		
4	ДБ.3.С.2, 5	1	2,5	22,5	5,5	455	60	100	34	0,055	1,06	1,67	1,16	3	155
	ДБ.3.С.5	1	5		11	455	100	125	14	0,088	1,09	1,25	1,785		
	№530	1	15		17	900	125	180	38	0,0945	1,10	1,44	1,455		
5	ДБ.3.С.5	1	5	15	11	455	60	105	34	0,105	1,12	1,75	1,32	3,1	216
	ДБ.3.С.5	1	10		14,3	700	105	130	11	0,110	1,12	1,24	2,34		

### **НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ:**

- свердлити отвори, робити просічки і надрізи в оболонці МРД, підганяти діаметр МРД зачисткою оболонки наждачним папером і іншими засобами;
- розснаряджати МРД, розсвердлювати сопло, заряд твердого палива і сповільнювач;
- працювати з МРД і зберігати їх поблизу відкритого вогню і нагрівальних приладів;
- використовувати МРД з механічними пошкодженнями у вигляді тріщин, надрізів, вм'ятин і зломів на оболонці, а також після падіння МРД на тверду підставу з висоти більше 1 м.

### ***Зберігання МРД***

В заводській упаковці МРД зберігати в сухих провітрюваних приміщеннях, на стелажах при температурі від  $-40$  до  $+40$  °С на відстані від опалювальних приладів не менш 1 м.

МРД в розпакованому вигляді зберігати в опалюваному приміщенні при температурі  $25 \pm 10$  °С і відносній вологості повітря не більше 65 %.

Після транспортування і зберігання при негативній температурі заводську упаковку МРД розкривати в приміщенні з позитивною температурою не менше ніж через 2 година.

Знищення невикористаних МРД проводиться зануренням їх у воду на 24 години.

### **Контрольні питання**

1. За якими групами класифікують моделі в техніці і технології?
2. Охарактеризуйте основні етапи створення технічних пристроїв і їх моделей.
3. Класифікація моделей технічних пристроїв.
4. Як розрізняються моделі за способом управління?
5. Як класифікують спортивно-технічні моделі автомобілів?
6. Моделі спортивних плавальних засобів і їх класифікація.
7. Спортивно-технічна класифікація моделей повітряних засобів.
8. Дайте короткі характеристики двигунів і рушіїв, вживаних

при проектуванні моделей.

9. Охарактеризуйте загальні підходи до теорії конструювання технічних пристроїв.

10. Особливості конструювання моделей наземних технічних пристроїв.

11. За якими критеріями вибирають джерела енергії, двигуни і передавальні механізми моделей автомобілів?

12. Які механізми управління застосовують в моделях автомобілів?

13. Які основні принципи компоновки автомоделей?

14. Особливості проектування моделей суден.

15. Характеристика розмірень в судномодельованні.

16. За якими параметрами розраховують гребні гвинти моделей суден?

17. Наведіть основні характеристики суден і їх моделей.

18. Особливості проектування моделей повітряних пристроїв.

19. Основні технічні характеристики повітроплавних моделей.

20. Як виникає підйомна сила при обтіканні повітрям профілю крила?

21. Охарактеризуйте конструктивні елементи керування літаком і планером.

22. Особливості проектування моделей ракет.

23. Які основні параметри ураховуються при моделюванні ракетної техніки?



## Розділ 5

### ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Якість виготовлення моделі – один з важливих чинників, що визначає її технічні можливості. А взнати їх можна тільки дослідним шляхом за допомогою пробних пусків або на змаганнях різного рангу аж до світового. Помітимо, що в цих змаганнях не тільки фіксуються досягнення і рекорди (у тому числі і світові) по кожному класу моделей, але і оцінюються їх зовнішній вигляд по певній системі балів.

В процесі виготовлення моделі застосовуються найрізноманітніші операції і прийоми виготовлення. Існують і деякі маленькі хитрощі, які прискорюють процес виготовлення або поліпшують його якість. Про деяких з них і піде мова в даному розділі.

#### 5.1. Загальні технологічні операції при виготовленні моделей

##### 5.1.1. Підготовка ілюстративного матеріалу до роботи

Дуже часто в роботі моделістів зустрічається ситуація, коли креслення майбутніх моделей запозичили з літератури. Проте в літературі ці креслення приводяться в довільному, частіше всього в меншому масштабі, а їх необхідно привести до робочого вигляду, бажано до масштабу 1:1, тобто до натуральної величини. Саме такий масштаб найбільш дохідливо сприймають школярі, особливо молодших класів.

Існують декілька способів збільшення зображення. Приведемо два з них.

##### *Збільшення розмірів зображення по клітинках.*

Цей прийом часто використовується в моделюванні, оскільки він не вимагає ніяких технічних засобів, найбільш простий і доступний в будь-якому віці, проте вимагає особливої ретельності при виконанні.

Суть прийому полягає в тому, що збільшуване зображення поміщається в полі сітки з величиною осередку  $b$  (рис. 5.1, а), а

переноситься це зображення в сітчасте поле з розміром осередку  $B$  (рис. 5.1, б). Відношенню розміру  $B$  до розміру  $b$ , отже, буде масштабом збільшення.

*Наведемо приклад використання цього прийому.* Припустимо, необхідно отримати у натуральну величину зображення глісера з правого боку (рис. 5.1). Це зображення знайдено в якомусь літературному джерелі.

Поступимо таким чином. Тонко заточеним олівцем за допомогою лінійки і косинця накладаємо на потрібне зображення сітку з розмірами осередків, наприклад,  $b = 5$  мм.

Для визначення масштабу збільшення нам необхідно знати який-небудь реальний розмір на збільшуваному зображенні.

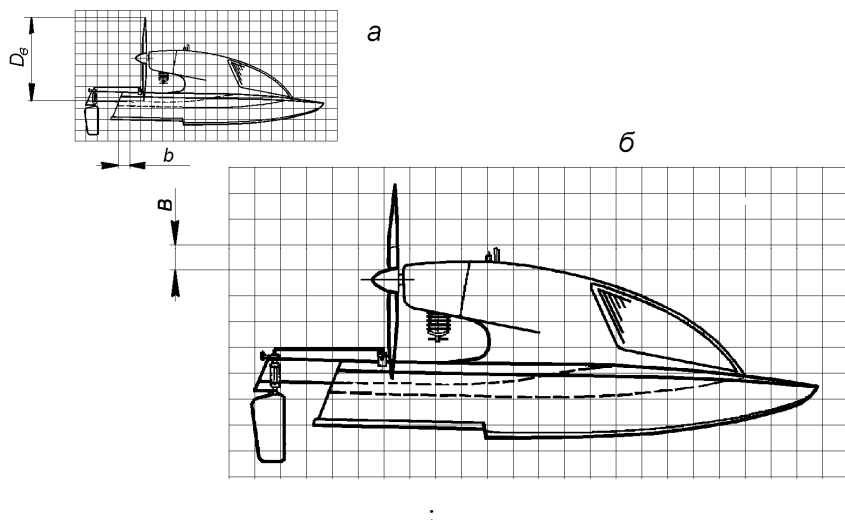


Рис. 5.1. Збільшення зображення в довільному масштабі по квадратних клітинках *а* - початкове зображення; *б* - отримане зображення.

Таким розміром може бути, наприклад, діаметр гвинта  $D = 180$  мм. Прикладемо лінійку до збільшеного зображення і зміряємо на ньому діаметр зображеного гвинта  $D\delta$ . Хай вимірювання показало, що  $D\delta = 21$  мм. Розділивши значення  $D$  на  $D\delta$ , отримаємо масштаб збільшення  $M$ , тобто

$$M = \frac{D}{D_6} = \frac{180}{21} = 8,57.$$

Щоб отримати величину розміру квадратного осередку  $B$ , необхідно величину  $b$  помножити на масштаб зображення  $M$ , тобто

$$B = b \cdot M = 5 \cdot 8,57 = 42,8 \text{ мм}$$

Для визначення масштабу можна задатися і іншим яким-небудь відомим розміром. Можна задатися, наприклад, довжиною глісера, тоді, відповідно, застосовується і масштаб  $M$ , і величина осередку  $B$ . Визначивши таким чином розмір клітинок для збільшеного зображення, будемо сітчасте поле з такою ж кількістю клітинок по вертикалі і по горизонталі, що і на збільшуваному зображенні.

Тепер треба перенести збільшуваний рисунок на знов створене сітчасте поле. Робити це нескладно. Головне при цьому дотримувати усередині кожної з клітинок такі ж пропорції між лінією, що проводиться, і сторонами квадратиків, як і в збільшуваному зображенні.

### *Збільшення зображення за допомогою комп'ютера*

Для такого збільшення необхідні комп'ютер з монітором, сканер і принтер.

Доцільно використовувати програму CorelDraw оскільки вона краще всього відповідає нашим вимогам - вона однаково добре працює як з векторними, так і з растровими зображеннями. Крім того, за допомогою цієї програми можна створювати прості і складні фігури з наперед заданими розмірами.

Як приклад розглянемо побудову викрійки однієї з деталей паперової моделі катера.

Для того, щоб привести зображення до масштабу 1:1 за допомогою програми CorelDraw на початковому кресленні повинен бути проставлений хоча б один істинний розмір – хай це буде розмір  $L = 150 \text{ мм}$  в масштабі. Тоді можна поступити таким чином.

1. Із знайденого джерела інформації одержують потрібне зображення за допомогою сканера і його переносять в робоче поле програми CorelDraw (рис. 5.2).

2. За допомогою інструменту «олівець»



встановлюють у

відповідному напрямі ту довжину відрізка, яка відповідає істинному розміру, проставленому на початковому кресленні (рис. 5.2, А). В даному випадку це істинна довжина відрізка  $L=150$  мм (жирна вертикальна лінія).

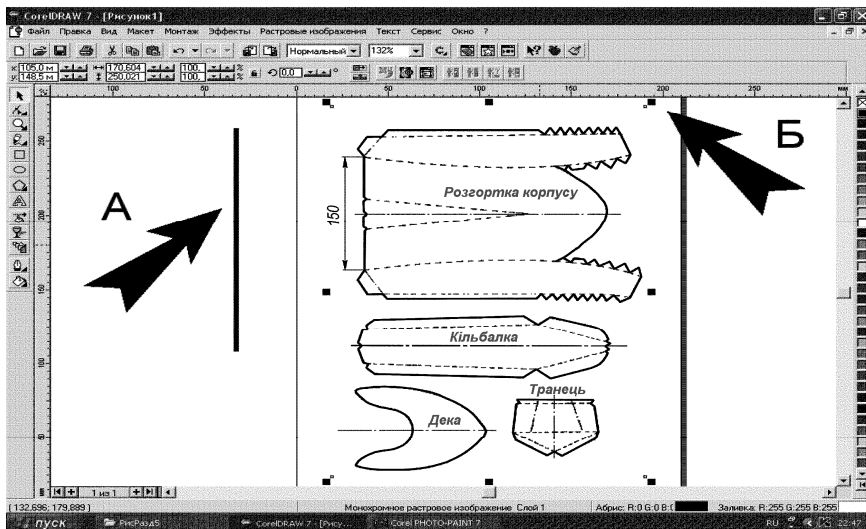


Рис. 5.2. Робоче поле програми CorelDraw зі сканованим зображенням викрійок деталей паперової моделі катера: А – побудована за допомогою інструменту «олівець» мітка з істинною довжиною  $L = 150$  мм; Б – кутова мітка габариту відсканованого зображення.

3. Збільшують відскановане зображення до тих пір, поки позначений його розмір 150 мм не стане рівним відрізку прямої, який отриманий на попередньому етапі. Збільшення треба проводити за кутову мітку відсканованого зображення (рис. 5.2, Б).

4. Роздруковують збільшене зображення в отриманому масштабі 1:1. Якщо зображення більше поля формату А4, то програма CorelDraw дозволяє роздруковувати зображення на форматі листа А4 по частинах, які потім склеюються.

### 5.1.2. Заготівельні операції

В процесі виготовлення різних моделей виникає необхідність у виготовленні тих або інших деталей з використанням самих різних технологій. Особливо часто в моделюванні застосовується деревина, технологічні процеси обробки якої добре описані в літературі, наприклад [48]. На уроках технології в школі учні одержують достатні знання і уміння по обробці деревини і деревних матеріалів, тому дані технологічні операції ми тут не розглядаємо.

Метали в моделюванні застосовуються не так часто. Це пов'язано з тим, що всі доступні метали (за винятком алюмінію) мають велику питому вагу, що приводить до значного збільшення ваги моделей. Та і деталі з алюмінію використовуються тільки тоді, коли за умовами міцності пластмаси не підходять. Наприклад, це торкається елементів шасі у моделей літаків, які випробовують значні навантаження при посадці, особливо, якщо вона була не зовсім вдалою. Інший приклад – вали гвинтів у моделей кораблів, які випробовують значні знакозмінні навантаження при різкій зміні напрямку їх обертання. В цих випадку, звичайно, без металів не обійтися. Але в цілому роботи, пов'язані з обробкою металів (особливо при виготовленні спортивних моделей) не так вже часті.

Особливої уваги заслуговує виготовлення і обробка деталей з пластмас, таких як пінопласт, пінополістирол, полістирол, органічне скло, вініпласт і ін., оскільки ці матеріали широко використовуються при конструюванні моделей внаслідок їх технологічності.

В авіамоделізмі широко стали використовувати пресований пінопласт і пінополістирол. Ці матеріали надзвичайно легкі і в той же час достатньо міцні, а це є одним з чинників, який сприяє застосуванню в моделях літаків тягу від електродвигунів. Цей напрям в моделюванні авіаційної техніки останнім часом інтенсивно розвивається: проводяться навіть спеціальні, різні за рівнем змагання моделей з електричними двигунами.

Для обробки фанери, пластмас і інших листових неметалічних матеріалів, при виконанні механічних робіт часто застосовують різні ручні електроінструменти: електродрилі, електролобзики, дискові електропили, електрорубанки, фрезерні машинки з набором різноманітних фрез, шліфувальні машинки. Всі ці електроінструменти передбачають їх «стаціонарну» установку на

площині верстата. Таким інструментом можна недорого оснастити міні лабораторію технічної творчості.

### *Заготівки з листових неметалічних матеріалів*

При моделюванні, широко використовуються матеріали, які поставляються промисловістю в листах. До них відносяться такі матеріали, як папір, картон, листовий шпон, оргскло і листові комбінаційні матеріали, наприклад, текстоліт, склотекстоліт, гетинакс і ін.

**Папір і картон** широко використовуються при виготовленні моделей і легко піддаються обробці. Проте для того, щоб отримати моделі хорошої якості, потрібно дотримувати певні правила різання, згинання і склеювання. Товстий папір і картон ріжуть спеціальними картонажними або шевськими (рис. 5.3, а) ножами, звичайний папір і тонкий картон — канцелярськими ножами і ножицями.

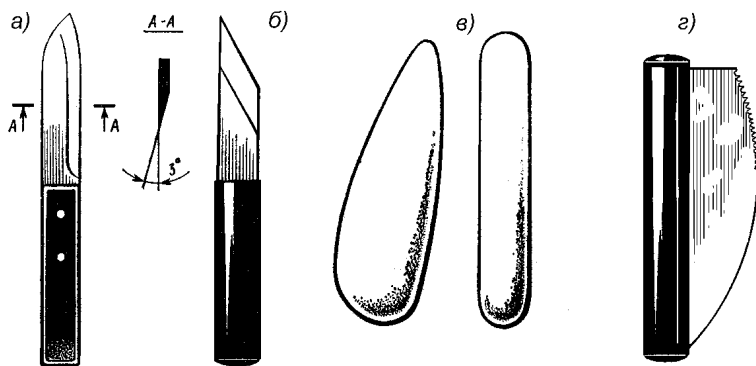


Рис. 5.3. Інструмент для розрізання і правки листових матеріалів з картону, паперу і дерева: а) – ніж для розрізання товстого картону; б) – ніж-косяк для розрізання паперу; в) – фальцбейн, інструмент для розгладження паперу; г) – ніж для розрізання шпону

Різати папір і картон, ножами слід на підрізній дошці з плоскою широкою і рівною поверхнею. При цьому поверхня підрізної дошки повинна ще і гладкою, оскільки при цьому забезпечується щільне прилягання паперу до площини і, як наслідок, рівний обріз.

Для розрізання паперу на тонкі довгі смуги використовуються металеві лінійки. Для того, щоб лінійки не ковзали по паперу, до їх зворотної сторони приклеюють смужки шорсткого матеріалу, наприклад, тонкої шерстяної тканини.

Для вирізування елементів конструкції, обмежених кривими лініями, використовують не тільки канцелярські ножі, але і ножиці з короткими лезами.

Робочі частини ножів і ножиць повинні бути завжди гострими. Тупий інструмент рве папір і дає нерівний зріз, тому під час роботи у міру затуплення інструмент доводиться заточувати.

При заточуванні вручну ніж для різання картону щільно притискують фаскою до абразивного бруска і переміщують спільно з поворотно-поступальним рухом упоперек леза і трохи уподовж так, щоб воно заточувалося по всій довжині. Натискають на ніж спочатку сильніше, потім слабше, постійно стежачи за тим, щоб кромка не відпалювалась.

Остаточне доведення виконують на оселку або дрібній наждачній шкурі, під яку підкладена плоска поверхня. При цьому необхідно доводити лезо ножа круговими рухами із слабим натиском.

Щоб заточений ніж не втратив свої ріжучі властивості, його лезо необхідно доглядати: чохлити, коли не користуються інструментом, класти на м'яку поверхню, у жодному випадку не піддавати ударним навантаженням.

Ножиці заточують так само, як ніж, але з однією фаскою по передній поверхні, витримуючи кут загострення 83 – 85°.

Для розрізання шпону добре використовувати ніж, представлений на рис. 5.3, г. Річ у тому, що при різанні шпону під невеликим кутом до волокон лезо ножа внаслідок своєї недостатньої жорсткості іноді йде по напрямку волокон. При використанні цього жорсткого інструменту розріз буде рівним завжди: як при різанні уздовж волокон, так і під будь-яким кутом до них.

Зручно використовувати канцелярські ножі, що є у продажу, із спеціальними лезами, які не заточують, а відламують частину, що затупилася. Конструкція цих ножів дозволяє зберігати леза, прибираючи його всередину ножа, і оперативно готувати його до роботи. Продаються і більш жорсткі ножі такої ж конструкції – з їх допомогою можна обрізувати навіть лінолеум.

Для розгладження складок на папері або вирівнювання місця згину служить спеціальний інструмент з полірованою робочою поверхнею, який називається фальцбейн (рис. 5.3, б).

Для *оброблення листового оргскла і листових комбінаційних матеріалів* використовують спеціальні ножі-різці, якими при відрізанні залишають на поверхні цих матеріалів великі поглиблення. Якщо це поглиблення складає приблизно на 70 - 80% від товщини матеріалу, тоді лист можна відламати. Прорізати матеріал наскрізь не рекомендується, оскільки при цьому, по-перше, можна зіпсувати ріжучу частину ножа, а, по-друге, зіпсувати нижню поверхню листа і поверхню підкладкової дошки.

Прямолінійні розрізи роблять за допомогою металевих лінійок, а для криволінійних - необхідно виготовляти відповідні шаблони.

Різак для різання листових матеріалів можна виготовити самим з відпрацьованих ножівкових полотен відповідно до рис. 2.4. В цьому випадку товщина розрізу складатиме 1,5 - 2,0 мм і різець можна використовувати, не заточуючи, достатньо довго, оскільки полотна виготовляються з досить твердого матеріалу.

При виготовленні різака необхідно пам'ятати, що чим менше величина А, тим краще будуть умови різання.

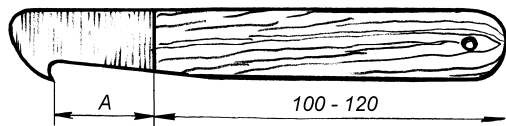


Рис. 5.4. Різак для різання листових матеріалів завтовшки до 5 мм

### **Оброблення пінопласту і пінополістиролу**

Пінопласт і пінополістирол добре ріжуться ніхромовим дротом завтовшки 0,35—0,8 мм, розігрітим електричним струмом з напругою 10 — 20 В до температури 200—300° С. Величина напруги підбирається кожного разу дослідним шляхом за допомогою трансформатора і дільника напруги.

Столи, пристосовані для різання пінопласту і пінополістиролу, наведені на рис. 5.5 [85, 86]. В них як ріжучий інструмент вибраний розігрітий ніхромовий дріт 2, який розтягнутий між стійкою 4 і натягачем 3. Ці пристосування прості у виготовленні, зручні і безпечні в експлуатації. Різне розташування нагрітого дроту дозволяє



вирізувати з пінопласту і пінополістиролу деталі різної форми. При горизонтальному розташуванні (рис. 5.5, б ) матеріал розрізають на площині або одержують прості геометричні тіла (куб, призму, паралелепіпед і ін.), при вертикальному (рис. 5.5, а) — одержують смужки матеріалу, використовуючи при цьому направляючу 5, зручно також вирізувати складніші за формою деталі (цифри, букви і ін.).

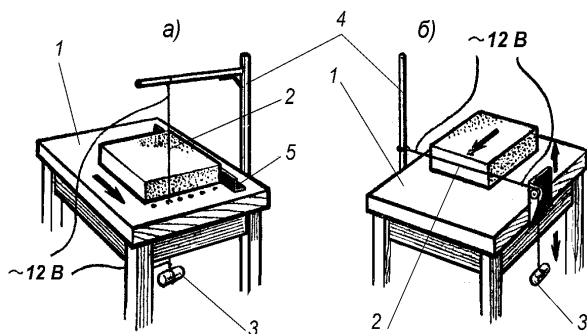


Рис. 5.5. Оброблення пінопласту на смужки (а) і листи (б):

1 – обробний стіл;  
2 – вольфрамовий дріт; 3 – натяжний вантаж; 4 – стійка; 5 – направляюча

Натягач для ніхромового дроту необхідний тому що він при нагріванні подовжується. Натяг нитки відбувається спеціальним вантажем 3. Це дозволяє більш точно виконувати розміри деталей, що виготовляються.

### 5.1.3. Формування термопластичних матеріалів

Термопластичні матеріали – це такі, які міняють свої фізико-механічні характеристики під впливом температури: при підвищенні температури ці матеріали стають більш пластичними. До них відносяться полістирол, вінілпласт, органічне скло і ін.

Пластмаси володіють високою хімічною стійкістю і водостійкістю, але вони схильні до старіння під дією атмосфери. При підвищенні температури характеристики міцності різко знижуються (рис. 5.6) і в дуже сильно виявляється повзучість. При зниженій температурі різко падає відносне подовження – матеріал стає крихким. Температурні обмеження щодо застосування пластмас наведено в таблиці 5.1.

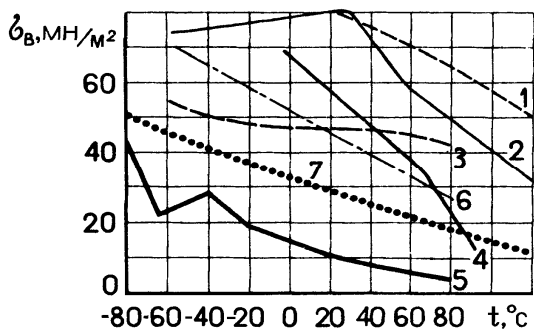


Рис. 5. 6. Залежність характеристик міцності пластмас від температури:  
 1 – гетинакс; 2 – текстоліт;  
 3 – оргскло; 4 – вініпласт;  
 5 – поліетилен; 6 – целулоїд;  
 7 – гума з натурального каучуку

Таблиця 5.1  
 Експлуатаційне температурне обмеження при використанні пластмас

Вид пластмаси	Температурні обмеження по використанню, °C
Вініпласт	0
Полістирол	- 50
Оргскло	- 60
Склотекстоліт	Без обмежень
Целулоїд	-60

Розглянемо використання властивостей термопластичних матеріалів на прикладі органічного скла (оргскла) [47].

**Органічне скло** (поліакрилати і поліметакрилати) є високомолекулярними полімерами, одержуваними полімеризацією акрилової або метакрилової кислот і їх похідних (ефірів, амідів, нітрилів).

Оргскло володіє рядом цінних технічних властивостей: оптичною прозорістю і безбарвністю (поліакрилати більшості марок), високими фізико-механічними властивостями, атмосферо - і світлостійкістю, водо -, бензо- і мастилостійкістю, стійкістю до грибків і цвілі, нетоксичністю, легкістю переробки різними способами, хорошою офарбованістю, блиском, можливістю повторного використання, високою стабільністю розмірів.

Недоліками оргскла є: відносно низька теплостійкість більшості марок, невисока твердість, схильність до поверхневого розтріскування під дією напружень і агресивних середовищ, нестійкість до ряду органічних розчинників і органічних кислот.

Оргскло розчиняється в мурашиній і оцтовій кислотах, метиловому ефірі, дихлоретані і метакриловій кислоті.

За своїм фазовим станом при кімнатній температурі цей полімер є аморфними.

Термопластичність оргскла дозволяє одержувати з нього деталі методом гарячого формування, пресування або гарячого штампування. З оргскла за допомогою гарячого штампування роблять ліхтарі кабін моделей літаків і ракетопланів, а також приладові відсіки для них. Цей пластик також добре обробляється різанням і чудово шліфується.

### **Формування оргскла**

Технологічний процес формування деталей з органічного скла в основному схожий з технологічним процесом формування деталей з будь-якої термопластичної пластмаси (полістирол, вініпласт і ін.). Проте у формуванні оргскла є відмінності як в самому процесі, так і в підготовці до нього, найістотнішими з яких є такі:

- 1) при розкрої заготовок захисний папір з листів органічного скла не знімають;
- 2) столи для розкрою заготовок з органічного скла повинні бути покритий гумою або байкою;
- 4) перед нагрівом заготовку очищають від паперу і клею, вимивши в теплій воді (40—50° С) з милом;
- 5) заготовку з органічного скла нагрівають до температури 120 – 150 °С і витримують при ній 5 – 10 хвилин;
- 6) матриці і пуансон перед формуванням також нагрівають, але до температури 110 – 120 °С;
- 7) відформовану заготовку охолоджують до температури 30 – 40°С на повітрі (краще в потоці повітря).

Розглянемо технологічний процес виготовлення ліхтаря літака з листового оргскла завтовшки 2 мм.

На першому етапі для формування ліхтаря перш за все необхідно виготовити невеликий і нескладний прес (рис. 5.7). Прес має нижню плиту 1, верхню плиту 2 і дві направляючі 3. На нижній плиті встановлена болванка ліхтаря 4, виготовлена, наприклад, з

дерева. Верхня плита в даному випадку - витяжна. Основна її задача – тиснути на заздалегідь нагріту листову заготовку з оргскла, тому виконується вона з більш міцного матеріалу. Розміри порожнини верхньої плити при формуванні ліхтаря повинні бути з кожної сторони на 2 мм більше основи болванки. Це робиться з урахуванням товщини оргскла.

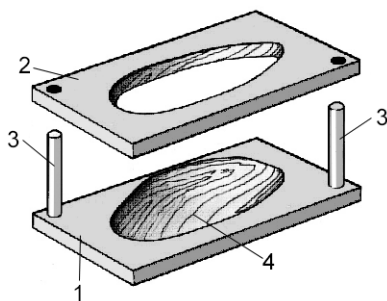


Рис. 5.7. Конструкція найпростішого пресу для формування деталей з листової термопластичної пластмаси:  
1 – нижня плита; 2 – верхня плита;  
3 – направляючі; 4 –болванка

Болванка 4 повинна бути виготовлена точно по внутрішній формі майбутнього ліхтаря, а її поверхня повинна бути добре відшліфованою і покрита лаком. Це робиться для того, щоб оргскло в процесі пластичної обробки піддавалося меншому тертю і, відповідно, не дряпалося.

На другому етапі проводиться сам процес формування. Листова заготовка нагрівається, наприклад, в духовій шафі до потрібної температури, одночасно (наприклад, за допомогою гарячого повітря) підігрівається прес. Після цього лист оргскла накладається на болванку і за допомогою верхньої плити, що рухається із зусиллям вниз по направляючих, він деформується і набуває форму болванки. Після охолодження деталь знімається з болванки, поки вона ще гаряча можлива деяка корекція форми.

Якщо в процесі формування заготовка встигла остигнути, її можна знову підігріти і продовжувати формування до повного виготовлення.

### *Литво деталей під тиском*

При виготовленні моделей, особливо судів і кораблів, доводиться стикатися з проблемою: як виготовити численні дрібні моделі палубних пристроїв. При виготовленні інших моделей також стикаєшся з подібною проблемою: як виготовити маточини коліс, як

зробити фігурки людей або тварин. Для вирішення цих проблем можна запропонувати спосіб литва пластмаси під тиском, що давно апробований і добре себе зарекомендував, [85, 86].

Конструкцію установки для литва під тиском приведено на рис 2.8. Установка складається з корпусу 3, в якому за допомогою електричної спіралі з ніхромового дроту розігріваються гранули полістиролу (рис. 5.8, а). Коли полістирол розм'якшиться до потрібного рідкотекучего стану (це видно в отворі корпусу 4), пресс-форму (рис. 5.8, б) ставлять на планку 1 і притискують живильним отвором до отвору горловини 2 за допомогою двох гайок. Обертанням маховика 5 переміщують поршень вниз. При цьому відбувається видавлювання пластмаси з установки в пресс-форму. Після витримки протягом 5 - 10 секунд повертають поршень в початкове положення, знімають пресс-форму, розбирають її, охолоджують на повітрі і витягують заготовку, яку потім обрізують від облою і шліфують.

За допомогою такої установки можна формувати вироби з полістиролу або поліетилену.

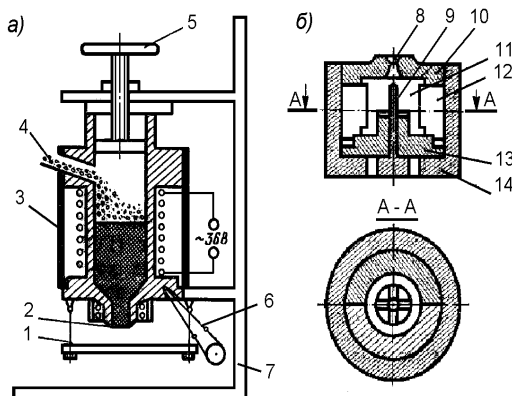


Рис 5.8. Установка для литва пластмас під тиском (а) і розбірна матриця для литва маточин коліс моделі автомобіля (б): 1 – планка; 2 – отвір горловини; 3 – корпус термокамери; 4 – завантажувальний отвір; 5 – маховик поршня; 6 – термopapa; 7 – стійка; 8 – літник пресс-форми; 9 – вкладиш-центр; 10 – шайба з літником; 11 – порожнина для заповнення пластмасою; 12 – розрізний вкладиш; 13 – нижній вкладиш; 14 – корпус

#### 5.1.4. Виготовлення корпусів з тканих матеріалів

Корпуси з тканих матеріалів звичайно виготовляють для достатньо великих моделей завдовжки 250 мм і більше. Такі корпуси мають ряд переваг перед корпусами, виготовленими іншими способами. Вони легкі, водостійкі, відносно менш трудомісткі у виготовленні.

Сутність виготовлення таких корпусів в тому, що потрібна форма обклеюється основою з тканини, а як клей і формоутворювальна речовина використовуються суміші, що тверднуть самі, наприклад, епоксидний двокомпонентний клей ЕД-5, який завжди є у продажу.

Як основу можна використовувати будь-яку тканину, але кращий ефект досягається шляхом застосування склотканини.

Корпуси клеять по готових болванках, які можна виготовити з будь-якого матеріалу - важливо, що при цьому болванка повинна бути якомога більш жорсткою і мати всі необхідні розміри. Використовуються як метод обклеювання болванок, так і метод, який називають негативним.

При використуванні *методу обклеювання болванок* необхідно пам'ятати, що зовнішні розміри болванки повинні бути меншими на товщину майбутнього корпусу моделі.

*При негативному методі* по болванці виготовляють частіше за все гіпсову форму, по якій і виклеюють корпуси (рис. 5.9, б). При цьому необхідні розміри виходять автоматично, оскільки негативна форма точно повторює всі розміри болванки і, відповідно, готового корпусу.

При негативному методі виготовляють зворотну (негативну) форму. Краще всього її виготовляти з гіпсу. Готують гіпсовий розчин: на 10 масових частин гіпсу додають 7 частин води. Спочатку в посуд наливають воду, а потім поступово всипають гіпс, рівномірно розподіляючи його до тих пір, поки він не покажеться над поверхнею води. Після того, як гіпс просочиться водою, його перемішують до отримання однорідної сметаноподібної маси.

Не рекомендується додавати воду в процесі перемішування, оскільки при цьому гіпс стає більш рихлим. Додавати гіпс також не рекомендується — це може привести до утворення грудочок в гіпсовому розчині.

Після того, як напівформи висохнуть, внутрішні порожнини їх мащують вазеліном або розчином парафіну в гасі.

Болванки і гіпсові форми повинні забезпечувати зручну виїмку виготовлених заготовок корпусів. Ця умова обов'язкова для болванок, виготовлених з твердих матеріалів, наприклад, з дерева.

Для забезпечення хорошої виїмки виготовлених деталей з форм, іноді доводиться робити дві симетричні болванки (рис. 5.9, а) і виготовляти з них дві негативні гіпсові форми: окремо для правої і лівої сторін. За цими напівболванками виготовляються дві половинки корпусу, які потім склеюються в єдиний корпус.

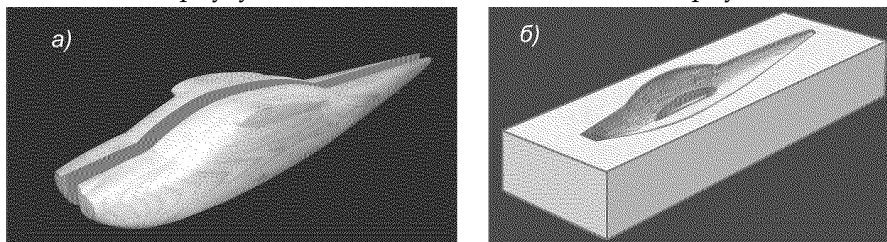


Рис. 5.9. Складена болванка фюзеляжу авіамоделі а – болванка, складена з двох напівболванок; б – гіпсова форма, виготовлена з однієї напівболванки

Послідовність виклеювання корпусів із склотканини така:

- 1) виготовляють болванку (напівболванку), а якщо необхідно, то виготовляють негативну форму;
- 2) покривають болванку або негативну форму розділовим шаром для того, щоб до неї не приклеювалася склотканина (як роздільник використовують парафін, розведений в гасі, або воскову мастику для натирання підлоги);
- 3) встановлюють болванку або негативну форму так, щоб її було зручно повертати в процесі роботи;
- 4) виклеюють корпус, покриваючи болванку або негативну форму декількома шарами склотканини, просоченою епоксидним клеєм згідно рекомендацій, вказаних на упаковці цього матеріалу;
- 5) готовий корпус або заготовки корпусів знімають з болванки або видаляють з негативної форми, зрізують напливи застиглої смоли, потім зачищають заготовки наждачним папером;
- 6) обрізують отримані заготовки в розмір (склеюють, якщо

необхідно їх половинки) і проводять остаточну обробку.

Склотканину звичайно вибирають з рідкісним переплетенням ниток і розрізають на смуги або шматки різної форми, зручні для роботи.

Смолю накладають тонким шаром на болванку, на неї накладають і притискують склотканину, потім знову накладають смолу і т.д. Після застигання смоли поверхню зачищають, обезжирюють і накладають наступні шари з перехрестом тканиною попереднього шару, і так до отримання необхідної товщини. Більше трьох шарів за один прийом не роблять.

Не дивлячись на те, що корпуси із склотканини виходять досить міцними, для довгих корпусів (кораблів, фюзеляж літака) все ж таки необхідно передбачати перегородки. Це дозволить збільшити жорсткість конструкції як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Крім того перегородки створюють в корпусі відсіки, що важливо при ремонті моделі.

### 5.1.5. Технологічні операції складання

В складальних операціях з'єднуються разом деталі, складальні одиниці і комплектуючі вироби.

*Деталлю* називаються вироби, виготовлені з одного матеріалу без застосування складальних операцій. Дві і більше деталі, сполучені разом, називають *складальними одиницями*. Деталі, складальні одиниці разом з комплектуючими виробами збираються в *складальні вузли*. *Комплектуючими* (покупними) виробами можуть бути, наприклад стандартні деталі, метизи, підшипники кочення, двигуни для моделей, рульові машинки, редуктори, трансформатори в електротехнічних виробках, стандартні електро- і радіоелементи в електричних і електронних пристроях і т.п.

Застосовують різні типи з'єднань: роз'ємні і нероз'ємні. До першого типу відносять з'єднання, які дозволяють розібрати виріб після складання без пошкодження вхідних в нього деталей. До них відносяться різьбові з'єднання, шпонкові, шліцьові, штифтові, шплінтові. До нероз'ємних з'єднань відносяться клейові, зварні, з'єднання заклепками і паянням.

Нероз'ємні з'єднання не дозволяють розібрати виріб, не пошкодивши елементи, що при цьому сполучаються.



### Різьбові з'єднання

Такі з'єднання широко використовуються практично у всіх технічних пристроях, але особливо в електротехнічних і радіоелектронних приладах. Вони зручні тим, що деталі, зібрані за допомогою гвинтів, гайок, шпильок, можна завжди розібрати, тому такі з'єднання більш технологічні з погляду подальшої модернізації пристрою.

З схеми на рис. 5.10 видно, що теоретичне значення висоти різьби  $h$  може бути знайдено як різниця значень  $D_n$  і  $D_\theta$ , тобто

$$h = D_n - D_\theta.$$

Існує певний зв'язок між висотою профілю різьби  $h$  і кроком  $t$ . Для практичних розрахунків висоти різьби можна користуватися такою формулою:

$$h = 0,548 t.$$

При виготовленні моделей різьбові з'єднання застосовуються не так часто, оскільки з часом такі з'єднання під впливом вібрацій розгвинчуються і стають нежорсткими. Для того, щоб цього не відбулося, необхідно застосовувати спеціальні методи, що виключають самовідгвинчування: використовувати пружинні шайби, заливати різьбові з'єднання спеціальними складами і т.п.

Геометричні розміри різьби визначені ГОСТ 9150-84. Відповідно до цього стандарту промисловість випускає інструменти для виготовлення різьби: плашки для зовнішньої різьби і мітчики - для внутрішньої.

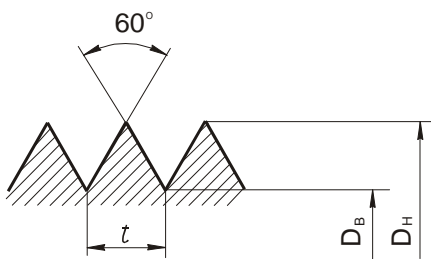


Рис. 5.10. Геометричні параметри метричної різьби:  $D_n$  - зовнішній діаметр різьби;  $D_\theta$  - внутрішній діаметр різьби

В практиці моделювання застосовується в основному права метрична різьба. Основні геометричні параметри цієї різьби наведено на рис. 5.10.

Метрична різьба в технічній документації позначається таким чином: спочатку приводиться буква М (що означає метрична), а

потім – її розмір і крок (якщо величина цього кроку відрізняється від основного ряду). Наприклад: М6 – діаметр різьблення 6 мм, а крок – крупний стандартний 1мм; М6×0,5 – діаметр різьблення 6 мм, а крок – 0,5 мм.

В процесі виготовлення різьби в корпусних деталях або саморобних гайках з ізоляційного матеріалу часто виникає питання про вибір свердла для виготовлення різьби під наявний гвинт або болт.

В таблиці 5.2 наведено основні розміри вживаних в моделюванні різьб і діаметри свердел, які необхідно застосовувати у разі виготовлення внутрішньої різьби.

Таблиця 5.2

Діаметри отворів під нарізання  
метричної різьби з крупним кроком, мм

Позначення різьби	Зовнішній діаметр гвинта або болта	Крок різьби	Діаметр свердла, мм		Позначення різьби	Зовнішній діаметр гвинта або болта	Крок різьби	Діаметр свердла, мм	
			теоретичний	рекомендований				теоретичний	рекомендований
M1,4	1,4	0,3	1,16	1,1	M3	3,0	0,5	2,56	2,5
M1,6	1,6	0,35	1,31	1,25	M3,5	3,5	0,6	2,96	2,9
M1,8	1,8	0,35	1,51	1,45	M4	4,0	0,7	3,38	3,3
M2	2,0	0,4	1,66	1,6	M4,5	4,5	0,75	3,88	3,8
M2,2	2,2	0,45	1,81	1,75	M5	5,0	0,8	4,28	4,2
M2,5	2,5	0,45	2,11	2,05	M6	6,0	1,0	5,08	5,0

### Паяні з'єднання

Паяння – це з'єднання двох металів за допомогою легкоплавкого матеріалу, який називають припоєм. Відомо, що з'єднання паянням буде тим краще, чим краще будуть витримані умови, при яких поверхні спаювання будуть захищені від дії кисню повітря і, отже, буде краще прилипання (адгезія) припою до

металевих поверхонь, що сполучаються. Для цього використовуються або різні флюси, які в місці паяння захищають поверхню від зіткнення з киснем повітря, або паяння відбувається в середовищі інертного газу, який витісняє повітря з місця паяння. При використанні останнього способу можна спаяти, наприклад, мідний дріт з алюмінієвим.

В практиці моделювання для паяння широко використовуваних матеріалів, таких як жерсть і мідь, найбільш розповсюджені припої на основі олова. При цьому виходять достатньо міцні з'єднання. Основні компоненти такого припою - олово, свинець і різні добавки. Наприклад, в припої ПОС-61 міститься: олово - 61%, сурми - 2%, інше - свинець. Для зниження температури плавлення в припій додають вісмут і кадмій. Наприклад, в сплаві Розе міститься близько 27 % вісмуту, тому температура його плавлення близько 90 °С. Такий сплав плавиться навіть в киплячій воді.

Як флюс при паянні мідних, бронзових або латунних деталей використовують каніфоль, або її з'єднання із спиртом або гліцерином. Наприклад, можна рекомендувати флюс, який складається з розчину каніфолі в етиловому спирті у співвідношенні 40 % каніфоль і 60 % спирту - за об'ємом. При паянні жерсті і заліза краще всього використовувати розчин хлорного цинку. Ці флюси вільно продаються у відповідних магазинах. Рецепти флюсів для паяння різних металів наведено в таблицях 5.3, 5.4 і 5.5.

Для багатьох електротехнічних або радіотехнічних приладів за умов їх експлуатації температура плавлення припоїв, які використовуються при їх монтажі, повинна бути в межах +150...+300 °С. Температура плавлення флюсів повинна бути, відповідно, менше цієї температури, оскільки в процес паяння спочатку вступає флюс, а вже потім припій.

Як інструмент для нагріву поверхонь, що спаюються, і флюсу використовуються паяльники різної потужності. Робоча напруга при їх використанні в дитячих технічних гуртках з міркувань електричної безпеки не повинна перевищувати 36 В.

Процес паяння складається з наступних переходів:

- механічна зачистка поверхонь, що сполучаються, від оксидів металів;

- обезжирення поверхонь органічним розчинником (етиловим

спиртом, бензином, ацетоном і ін.);

- нагрів поверхонь паяльником до температури дещо вище за температуру плавлення припою;
- нанесення тонкого шару припою на поверхні, що сполучаються (лудіння поверхні);
- з'єднання поверхонь між собою (стиснення їх один з одним) і нагрівання до температури плавлення припою;
- промивка місця паяння органічним розчинником.

Таблиця 5.3

Флюси, вживані при паянні листової міді, срібла, золота і їх сплавів (для радіотехнічних робіт)

Найменування флюсу	Компоненти %					
	кані фоль	поліамідна смола	спирт етиловий	стеарин	скипидар	олеїн
Рецепт 1	100	-	-	-	-	-
Рецепт 2	50	50	-	-	-	-
Рецепт 3	30	-	70	-	-	-
Рецепт 4	24	-	75	1	-	-
Рецепт 5	5	-	50	-	23	22

Таблиця 5.4

Флюси, вживані при виробництві жерстяних робіт

Найменування флюсу	Компоненти %									
	хлористий цинк	хлористий амоній	кислота соляна	спирт денатурат	ортофосфорна кислота	оліово-двохлористе	хлорне залізо	вода	калій хлористий	мідь хлорна
Рецепт 1	40	-	3,5	-	-	5	-	51	-	0,5
Рецепт 2	40	-	2	-	-	2	-	54	2	-
Рецепт 3	15	1,5	36	12,8	2,6		0,6	31,9		--

Таблиця 5.5

## Рецепти флюсів для паяння алюмінію

Найменування флюсу	Компоненти %			
	тріетанол-амін	кадмій борфтористий	цинк борфтористий	амоній борфтористий
Рецепт 1	44	-	16	40
Рецепт 2	82,5	10	2,5	5

*Клейові з'єднання*

При моделюванні клейові з'єднання є найпоширенішими, тому що ці з'єднання практично не збільшують вагу моделі. А вага – це чинник для моделі дуже істотний, особливо якщо це авіаційні або інші швидкісні моделі.

Клеї бувають:

- тваринного походження (риб'ячий і кістковий столярний клей, казеїновий);
- синтетичні (наприклад, «Момент», «Титан», нітроцелюлозний, полівінілацетатний);
- на основі органічних або синтетичних смол.

Для багатьох електротехнічних або радіотехнічних приладів за умов їх експлуатації температура плавлення припоїв, які використовуються при їх монтажі, повинна бути в межах +150...+300 °С. Температура плавлення флюсів повинна бути, відповідно, менше цієї температури, оскільки в процес паяння спочатку вступає флюс, а вже потім припій.

Як інструмент для нагріву поверхонь, що спаюються, і флюсу використовуються паяльники різної потужності. Робоча напруга при їх використанні в дитячих технічних гуртках з міркувань електричної безпеки не повинна перевищувати 36 В.

Клеї на основі тваринного походження людина стала використовувати в побуті ще із стародавніх часів. Вони чудово склеюють деревину, папір, картон, використовуються для обробки шпоном столярних виробів. Склеювання казеїновим клеєм мають хороші механічні характеристики, тому він використовувався на початку XX століття навіть для складання дерев'яних конструкцій літаків.

Органічні і синтетичні клеї звичайно продаються готовими до вживання.

Епоксидний клей готується з двох або трьох компонентів (може додаватися наповнювач) безпосередньо перед застосуванням. Правила використання і технологія склеювання для таких клеїв приведена на їх упаковці.

Риб'ячі або кісткові клеї якнайменше шкідливі, і тому їх рекомендується використовувати при моделюванні юними моделістами.

Основна особливість цих клеїв полягає в тому, що вони розм'якшуються в процесі нагріву. При високій температурі (до 100 °С) в з'єднанні з водою вони можуть бути рідкими. Консистенція залежить від кількості води. Ця обставина робить такі клеї високотехнологічними.

Ці клеї готуються особливим способом. Для приготування *столярного клею* використовують парову ванну, яка виходить в спеціальній клеєварці, конструкцію якої наведено на рис. 5.11. Як корпус клеєварки можна використовувати старі кавники, які мають конусну форму (меншим діаметром вгору) і відповідну по діаметру каструлю.

Всередину конічної посудини 1 наливають води до рівня на 5...10 см нижче за дно каструлі 3, в яку насипають сухий столярний клей і доливають трошки води. Все це ставлять на вогонь. Необхідно постійно перемішувати клейову масу і стежити за тим, щоб вода з нижньої конічної каструлі не википіла остаточно. У міру розплавлення клею в нього можна додавати води – тоді клей буде більш рідким.

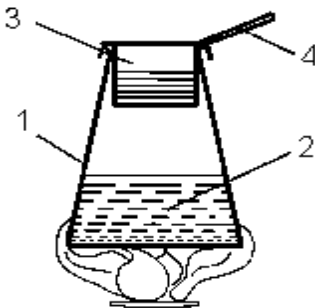


Рис. 5.11. Клеєварка для приготування столярного клею:  
1 – корпус конічного посуду для парової ванни; 2 – вода для парової ванни; 3 – каструля для приготування клею; 4 – ручка каструлі для приготування клею

Для приготування *казеїнового клею* потрібно мати два компоненти: сухий казеїновий порошок і воду. В посуд насипають потрібну кількість сухого казеїнового клею і доливають теплу воду (співвідношення приблизно наступне: 40% порошку і 60 % води). Ретельно і довго перемішують отриману суміш до однорідної консистенції. У міру перемішування маса ставатиме все більш густою, тому можна додавати води до отримання необхідної консистенції (звичайно до густини сметани).

Для прискорення процесу перемішування можна використовувати свердлильний верстат або електричний дріль, затиснувши в патрон мідний дріт, якому надають форму, подібну тій, яка використовується при перемішуванні побутовими електричними міксерами.

Життєздатність клею – 4...6 годин, після чого він загусає і стає непридатним для використання.

*Дисперсійний клей ПВА* є продуктом полімеризації вінілацетату у водному середовищі у присутності полівінілового спирту. За зовнішнім виглядом полівінілацетатний клей є молочно-білою сметано подібною масою, відомою під назвою полівінілацетатної емульсії. В магазинах продається в готовому вигляді. Для отримання розчину, зручного для використання, звичайно вимагається додати близько 10% води.

Клей ПВА використовується для склеювання деревини, паперу, шкіри, приклеювання облицювальних плівок, декоративного паперово-шаруватого пластика, а також тканин до дерев'яних деталей.

Після полімеризації з'єднання стає відносно водонепроникним. Воно виходить достатньо міцним. Основний недолік – збільшення жорсткості з'єднання в місці склеювання і порівняно довга сушка (бажано під невеликим тиском близько 24 годин).

*Синтетичні термореактивні клеї* – це спиртні розчини резольноформальдегідної смоли і полівінілбутираля. У разі потреби вони розбавляються етиловим спиртом.

Клеї БФ-2 і БФ-4 склеюють пластмаси і складні пластики (на основі фенолоформальдегідних і сечвиноформальдегідних смол), поліпропілен, поліетилен, хімічно оброблений фторопласт, пінопласти (марок ПС-1, ПС-4, ПХВ-1, ПХВ-2, ПУ-3), целулойд, слюду,

деревину, фанеру, картон, папір, ебоніт, корок, бавовняні нитки, метали (стали, алюмінієві і мідні сплави) в різних поєднаннях. Не токсичні.

Клей БФ-4 в порівнянні з клеєм БФ-2 має більш еластичний клейовий шов і підвищену стійкість до вібрації. Обидва клеї володіють водостійкістю, бензо- мастиlostійкістю і на них не заводиться грибок.

Температура експлуатації клею БФ-2 знаходиться в межах від - 60 до +130°C. Клейовий шов стійкий в умовах 98%-ної вологості при температурі до +42° С.

Клей наносять в два шари, витрата 1,5 — 2 г/дм<sup>2</sup> на один шар. Відкрита витримка кожного шару при кімнатній температурі повинна складати не менш 1,5 год. Затверджувати клей необхідно під невеликим тиском. Якщо затвердіння відбуватиметься при температурі від 140 до 160°C, то механічна міцність клейового шва буде в 3—6 разів вище, ніж при температурі затвердіння від 60 до 130° С. Витримка при температурі склеювання більш 140° С складає 1 год, а при меншій — не менш 6 год.

Клей БФ-4 добре працює в діапазоні температур від - 60 до +200°C, тому його доцільно застосовувати там, де може бути підвищена температура, наприклад, для рухових відсіків моделей ракет. Наносять його в два шари, витрата 1,5—2 г/дм<sup>2</sup> на один шар, відкрита витримка при кімнатній температурі і невеликим тиском — 24 год.

Клей БФ-6 — спиртовий розчин фенолоформальдегідної смоли з полівінілбутиралем, пом'якшувачами і пластифікаторами. Цей клей склеює тканини, папір з металізованою плівкою, тканини з папером і картоном. Цей клей добре використовувати при створенні парашутів, у тому числі і гальмівних.

Перед нанесенням клею тканину змочують водою і добре віджимають. На зволожену поверхню наносять два шари клею і просушують на повітрі кожний шар до зникнення клейкості. Потім склеювані поверхні сполучають і накладають на них через зволожену тканину праску, нагріта до температури 100—120°C. Через 10 — 12 секунд праску знімають на 2—3 секунди, потім знов притискують і так до тих пір, поки склеювані поверхні остаточно не висохнуть.

Клей БФ-6 також еластичний, водо-, бензо- і мастиlostійкий. Температура експлуатації знаходиться в межах від — 60 до + 120°C.



Термін зберігання клею в герметичній закритій тарі 6 місяців. Витрата клею 1,5—2 г/дм<sup>2</sup> на кожний шар.

Неприпустимо попадання в клей навіть невеликих кількостей води.

*Двокомпонентні епоксидні клеї* випускаються промисловістю готовими до вживання.

У продажу є клей ЕД-5, що найбільш часто вживається, який складається з двох компонентів: синтетичної смоли і затвердника. Він готується таким чином: на 100 частин епоксидної смоли ЕД-5 необхідно додати 6,5 частин затвердника. Важливо добре перемішати смолу з затвердником. Клей готують невеликими порціями, оскільки він при кімнатній температурі приблизно через 40-75 хв починає тверднути і перевести його знову в рідкий стан буде вже неможливо. Поводження з цим клеєм вимагає особливої обережності, оскільки він в стані приготування слабо, але все таки отруйний, тому важливо пам'ятати, що дітям працювати з ним можна тільки під наглядом когось з дорослих.

Основні заходи безпеки при роботі з епоксидними клеями наступні:

- всі операції з приготування і застосування клеїв необхідно проводити у витяжній шафі або ізольованому і добре вентильованому приміщенні;

- пил після обробки клею, що став твердим ретельно прибирають мокрою ганчіркою;

- робочі столи перед роботою з епоксидними клеями накривати папером, який після використання утилізують;

- при роботі слід користуватися гумовими рукавичками, періодично мити руки і обличчя теплою водою і витирати разовими рушниками;

- брызки смоли, клею і затвердника, що потрапили на шкіру, негайно видаляють марлевым тампоном, змоченим ацетоном, після чого промивають шкіру мильною водою;

- приймання їжі на місці приготування клею заборонена.

*Технології склеювання матеріалів* різні при застосуванні клеїв на основі води (столярний, казеїновий і ПВА), синтетичних клеїв і епоксидного клею.

Першою групою клеїв можна добре склеювати далеко не всі матеріали. До числа добре склеюваних можна віднести: папір,

картон, тканину, шкіру, деревину, фарфор і комбінацію цих матеріалів.

Другою групою клеїв можна склеювати більше число матеріалів (окрім металів). Ці клеї, як правило, швидко висихають, тому при виготовленні моделей зручні.

Епоксидний клей склеює майже все, але застигає при температурі 20.25 °C протягом доби. Його застосовують тільки при склеюванні деталей відповідального призначення. Необхідно пам'ятати, що епоксидний клей в тому вигляді, в якому він продається, при застиганні стає крихким, а при нагріванні – здатний розм'якшуватися. Для того, щоб задати необхідні механічні характеристики склеювання, при приготуванні клею в нього додають різні наповнювачі. Як наповнювачі можна використовувати гумовий пил, алюмінієву пудру, дрібні металеві опилки, цемент і ін.

### *Клепані з'єднання*

Клепані з'єднання відносяться до нерозбірних. При клепанні необхідно мати як мінімум два матеріали, що сполучаються, і заклепку (рис. 5.12).

Заклепки бувають самої різної форми, але в моделюванні використовуються заклепки або з напівкруглою головкою 3, або з так званою головкою чечевиці 5.

Твердість матеріалу заклепок завжди повинна бути не більше, ніж твердість матеріалів, що сполучаються. В моделюванні часто використовують заклепки з алюмінію або міді.

Найбільш уживані заклепки – суцільні. Вони мають діаметри циліндрової частини від 2,5 мм до 5 мм (через кожні 0,5 мм). Для виготовлення клепаного з'єднання в матеріалах, які необхідно з'єднати, просвердлюють отвори, діаметр яких необхідно вибирати на 0,1 мм більше, ніж діаметр заклепки. Заклепки прошивають через матеріали, що сполучаються, за допомогою спеціальної оправки 4, по якій ударяють молотком. Для більш якісного з'єднання під головку заклепки підкладають тверду плиту із спеціально виготовленою порожниною 7 під капелюшок. Після цього, використовуючи оправку 6, енергійними ударами молотка розплющують виступаючий кінець заклепки, який прийматиме форму внутрішньої поверхні цієї оправки.

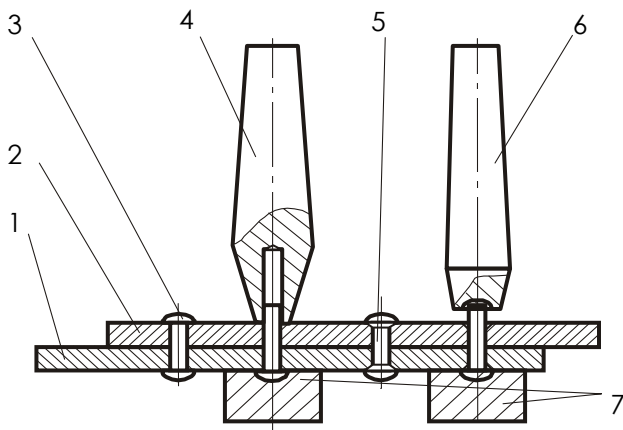


Рис. 5.12. Схема, що показує процес з'єднання двох листових матеріалів клепою: 1 і 2 – матеріали, що сполучаються; 3 – циліндрична заклепка з напівкруглою головкою; 4 – осідання заклепки; 5 – заклепка з головкою чечевиці; 6 – оправка для надання необхідної форми головці заклепки; 7 – підкладкові плити з порожнинами під головку заклепки.

### 5.1.6. Оздоблення моделей

Оздоблення моделей складається з наступних операцій: шпаклювання, шліфування, ґрунтування, фарбування і лакування (за потребою).

**Шпаклювання поверхонь** проводиться з метою усунення на них нерівностей, а також з метою первинного захисту виробу від навколишнього агресивного середовища. Від того, як якісно проведене шпаклювання поверхні моделі, залежить не тільки її зовнішній вигляд, але і довговічність.

Якість шпаклювання залежатиме як від якості матеріалу, яким шпаклюють поверхню, так і від прийомів нанесення її на поверхню.

Шпаклівки підрозділяються залежно від основи і можуть бути пентафталевими ПФ, каніфольними КФ, перхлорвініловими ХВ, нітроцелюлозними НЦ, алкидно-стироловими МС і епоксидними ЕДП [16].

Краще всього використовувати готові двокомпонентні автомобільні шпаклівки. Вони використовуються найбільш часто в практиці моделізму, оскільки є швидко застигаючими і добре

обробляються наждачною шкіркою. Добре зарекомендувала себе поліефірна двокомпонентна автомобільна шпаклівка ПЕ-0052. Вона володіє хорошою адгезією з більшістю матеріалів, швидко твердне і прекрасно шліфується «мокрим способом». Крім того, ця шпаклівка продається в невеликих розфасовках: менша з них – 150 г.

Шпаклівку готують невеликими порціями відповідно до інструкції по застосуванню. Порції повинні бути такими, щоб їх можна було використовувати протягом 4 – 6 хвилин. Це час застигання приготованої шпаклівки при кімнатній температурі. Повне застигання при кімнатній температурі складає 15 – 30 хвилин. Автомобільні шпаклівки добре скріплюються з деревом, склопластиком, незабарвленим металом. Але їх не можна наносити на ґрунтовані і брудні поверхні.

Шліфовку поверхонь, які зашпаклювали автомобільною шпаклівкою, краще всього виконувати «мокрим» способом – з використанням водостійких шкірок, рясно поливаючи оброблювану поверхню водою. При цьому якість відшліфованих поверхонь буде найкращою.

*Ґрунтовка поверхонь* робиться для того, щоб підготувати її до фарбування. Для кожного сорту фарби, яким передбачається фарбувати, вибирається відповідний матеріал ґрунтовки.

Ґрунтовки можуть бути феноловими ФЛ, гліфталевими ГФ, пентафталевими ПФ. Фенолові ґрунтовки використовуються для ґрунтовки поверхонь з низько вуглецевих сталей і деревини, гліфталеві – металевих і дерев'яних поверхонь під забарвлення різними емалями. Пентафталеві ґрунтовки призначені для ґрунтовки дерева, виробів з високо вуглецевої сталі і чавунів.

Моделісти широко використовують автомобільні ґрунтовки в аерозольній упаковці. Це достатньо зручно, але вимагає особливих умов щодо безпеки процесу нанесення ґрунту на поверхню.

*Фарбування моделей* доводиться проводити по частинах. Слід вибирати швидковисихаючі фарби і лаки, наприклад нітроемалі і нітролаки марок НЦ. Фарбування краще всього проводити за допомогою пульверизатора. Один з варіантів саморобного пульверизатора наведено на рис. 5.13.

Основними деталями цього пульверизатора є фарбозабірні 5 і повітронагнітальні 6 трубки, розташовані під кутом 90° один до одного, причому фарбозабірні трубка розташована вертикально і

довжина її відповідає висоті пляшки для фарби. Діаметри робочих отворів у обох трубок складають 1,25 мм. Вся решта деталей призначена для утримання цих трубок в положенні, при якому процес розпилювання фарби буде якнайкращим. Повітронагнітальна трубка 6 за допомогою шланга 8 з'єднується з системою тиску повітря. Такою системою може бути компресор або, як це передбачається в даному випадку, балон колеса від автомобіля, в який заздалегідь накачане повітря до тиску приблизно 0,2 МПа. Для зручності користування цим фарборозпилювачем на шлангу 8 встановлюється затвор для повітря, який відкривається під час розпилювання. Одного накачування балону від легкового автомобіля вистачає для того, щоб офарбувати поверхню площею приблизно 0,5 м<sup>2</sup>.

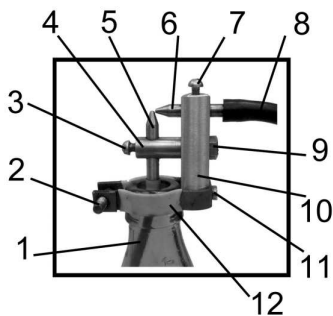


Рис. 5.13. Конструкція саморобного фарбопульту: 1 – пляшка для фарби; 2 – гвинт стягування хомута; 3 – гвинт фіксації розташування фарбозабірної трубки по вертикалі; 4 – кронштейн для закріплення фарбозабірної трубки; 5 – фарбозабірна трубка; 6 – повітронагнітальна трубка; 7 – гвинт кріплення повітряного розпилювача;

8 – шланг, що сполучає трубку повітряного розпилювача з системою тиску повітря; 9 – болт кріплення кронштейна фарбозабірної трубки; 10 – основна стійка; 11 – гвинт кріплення хомута до основної стійки; 12 – хомут для кріплення фарборозпилювача на шийці пляшки

У продажу є різноманітні фарби в аерозольній упаковці. При виборі таких фарб необхідно враховувати, що вони повинні швидко висихати, не вимагаючи при цьому нагріву. Інакше технологія фарбування значно ускладнюється, оскільки для сушки забарвлених виробів необхідно мати термошкаф з температурою нагріву приблизно 90°C.

Починати забарвлення треба з більш світлих тонів. Лінії розділу кольорів краще всього робити за допомогою різних самоклеючих плівок або використовувати звичайну ізоляційну стрічку.

Якщо забарвлення проводиться не нітрофарбами, то як матеріал для розділення кольорів можна використовувати самоклеючу плівку фірми ARACAL, яка широко використовується в рекламних цілях і продається в спеціалізованих магазинах. Ця плівка добре витягується і нею зручно робити лінію розділу навіть на просторово-криволінійних поверхнях. Крім того, ця плівка прекрасно ріжеться звичайним канцелярським ножом, тому всі неточності при цьому можуть бути виправлені порівняно легко. У разі невдачі плівку можна легко видалити з поверхні і повторити спробу. Крім того, з самоклеючої кольорової плівки ARACAL за допомогою комп'ютерних технологій можна вирізувати необхідний малюнок і перенести його на забарвлену поверхню і таким чином створити на поверхні моделі які завгодно кольорові узори, у тому числі з включенням букв і цифр.

Роботи з ґрунтування і фарбування слід проводити в добре провітрюваному приміщенні або у витяжній шафі. Застосовувати в цьому приміщенні відкритий вогонь категорично забороняється.

### **5.1.7. Виготовлення коліс для авто - і авіамоделей**

Колеса можуть бути як саморобними [23], так і купованими. У разі, коли використовуються куповані колеса, умову строгого дотримання масштабу іноді може не бути виконано.

Саморобні колеса з паперовими дисками застосовуються для легких моделей (рис. 5.14). Їх збирають з фанерних кілець (1 – 1,5 мм), паперових або дерев'яних маточин. Диски для них виготовляють з щільного паперу і приклеюють з обох боків.

Штамповані колеса з целулоїду (рис. 5.15, а) застосовують для моделей всіх типів; вони володіють великою міцністю і пружністю подібно м'ячу для гри в пінг-понг.

Колеса з гумовими балонами для музейних або діючих моделей (рис. 5.15, в) виготовляють точінням або гарячим пресуванням з подальшою вставкою обода або маточини.

Ободи і маточини коліс, наприклад, моделей літаків старих конструкцій, в яких в більшості випадків застосовувалися спиці, точать з металу, свердять отвори під спиці, які роблять з тонкого дроту.

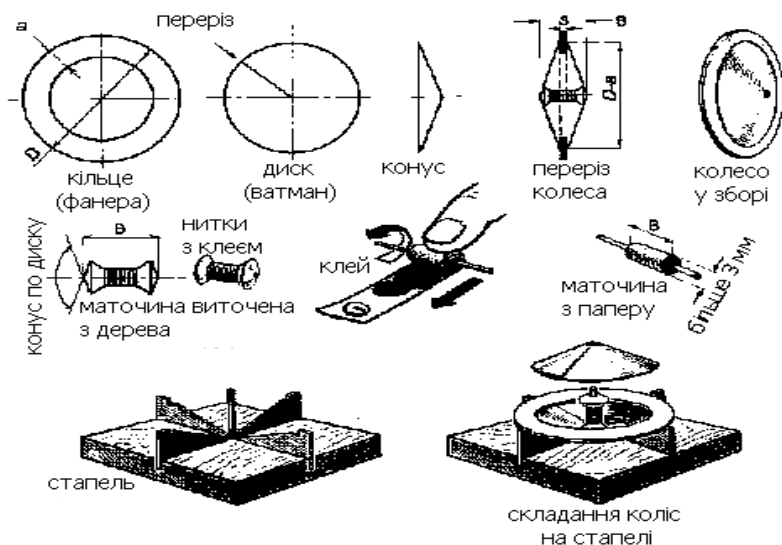


Рис. 5.14. Виготовлення коліс з фанери і паперу

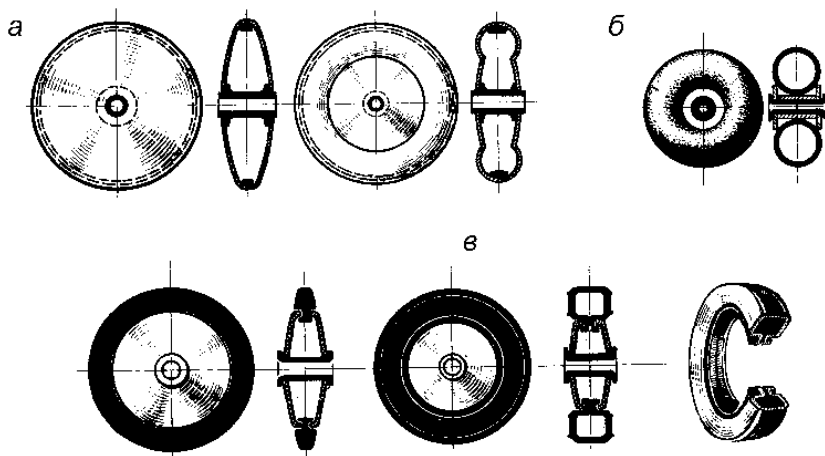


Рис. 5.15. Об'ємні колеса: а - з целулоїду; б - з використанням покупних порожнистих торовидних гумових виробів (дутики); в - виготовлені вулканізацією гуми в прес-формах

Застосування гумових балонів на діючих (літаючих) моделях завжди бажано через їх дуже цінну властивість - пом'якшувати удари від нерівностей ґрунту, а також поштовхи при посадці моделей літаків.

Для важких моделей балони можна виготовити способом вулканізації гуми в прес-формах [23]. Ці колеса міцні і витримують великі навантаження.

Гумові балони застосовуються як для діючих, так і для стендових моделей. При виготовленні саморобних надувних балонів для їх надування на внутрішній поверхні роблять прилив шляхом висвердлювання отвору у внутрішній частині прес-форми. Проколюють прилив голкою медичного шприца і балон надувають через голку за допомогою велосипедного насосу. Коли голку виймають, прокол заповнюється гумою, забезпечуючи, таким чином, герметизацію повітря у середині балона.

Для коліс моторних моделей можна використовувати стандартні гумові балони, що продаються в аптеках, так звані, дутики (рис. 5.15, б). Ці балони бувають різних розмірів, але виготовляються також з приливом для накачування повітрям за допомогою голки медичного шприца.

Досвідчені моделісти для дотримання масштабу моделі і більшої достовірності при виготовленні стендових моделей вважають за краще все-таки виготовляти шини коліс самостійно, використовуючи властивості сирої гуми вулканізуватися, тобто змінювати свої властивості під дією температури. За допомогою вулканізації сирій гумі додають здатність утримувати форму і зберігати постійність фізико-механічних якостей. Час вулканізації - від 30 до 40 хв.

Для порожнистих балонів необхідна спеціальна гумова суміш, а для монолітних - можна застосовувати будь-яку сиру гуму.

Послідовність операцій при виготовленні литих монолітних і порожнистих балонів наступна (рис. 5.16). Сиру гуму укладають в нижню частину прес-форми 5 з таким розрахунком, щоб її об'єму з деяким надлишком вистачило на заповнення верхньої половинки прес-форми 3. При виготовленні порожнистих балонів після укладання сирої гуми в нижню прес-форму вставляють вкладиш 4. Потім обидві половинки прес-форми складають, заздалегідь обтискують під гвинтовим пресом або в лещатах і підігрівають до



температури 100 – 140°C. Гумова суміш при цьому розм'якшується, придбаває текучість і надлишки гуми 1 по каналах в прес-формі виходять назовні. От чому вже в готових виробах з'являються «вусики» 7 або облой 6. Після цього прес-форму остаточно дожимають струбциною і поміщають в муфельну піч з температурою 140–143°C.

Після вулканізації прес-форму із струбциною охолоджують і готовий балон виймають. Правильно вулканізована гума повинна бути еластичною і пружною. Якщо покришка або литий балон при розтяганні їх руками погано відновлюють свою форму або помітно лишнуть до рук, це значить, що вулканізація не доведена до кінця. Якщо гума, витягнута з прес-форми, виявилася жорсткою і крихкою, то це указує на дуже високу температуру в печі або зайвий час вулканізації.

Виготовлені у такий спосіб покришки мало відрізняються за виглядом і властивостям від фірмових коліс.

Іноді в гумових деталях виходять пустоти – раковини або дуже товстий облой. Цей недолік можна ліквідовувати, зробивши в краях форми канавки перетином 3х5 мм для виходу надлишків гуми, а в місцях скупчення повітря – перетином 1х1 мм.

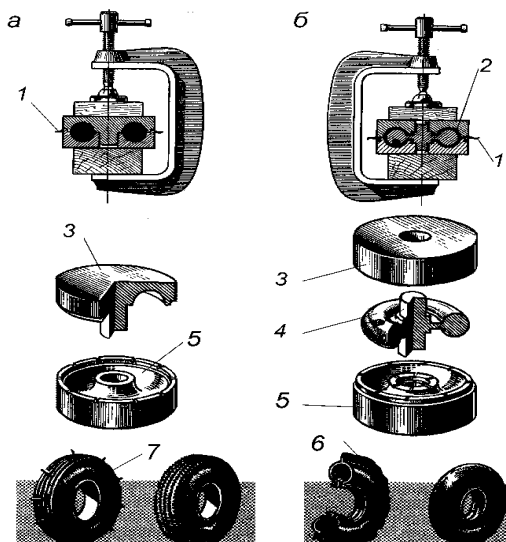


Рис. 5.16. Технологічний процес виготовлення шин коліс вулканізацією гуми:  
а – виготовлення монолітної шини; б – виготовлення порожнистої шини;  
1- витікання надлишку гуми; 2 - сира гума; 3 - верхня прес-форма; 4 - вкладиш; 5 - нижня прес-форма; 6 - вусики у виготовлених монолітних шинах; 7 - облой в порожнистих шинах

## 5.2. Виготовлення моделей наземного автотранспорту

Для виготовлення моделі наземного автотранспорту необхідно як мінімум, знати її призначення і конструкцію. Для пошуку раціональної конструкції краще всього ознайомитися з джерелами інформації, наприклад, з матеріалами журналу «Моделіст-конструктор», в яких можна знайти моделі від найпростіших, паперових, до складніших, керованих по радіо.

### 5.2.1. Модель трактора для моделістів-початківців

На рис 5.17. наведено паперову модель трактора. Ця модель досить проста у виготовленні і може бути рекомендована для виготовлення молодшими школярами спочатку в стендовому варіанті, а потім у міру придбання досвіду моделювання ця модель може бути «оживлена» шляхом використання електричних двигунів з відповідною механічною передачею на кожну з гусениць.

Модель трактора виготовляється з картону (деталі 1, 2, 4 і 5) і щільного паперу (вся решта деталей).

Ходова частина трактора (рис. 5.17.) складається з рами 2, ведучих 4 і ведених 5 коліс, а також гусениць 3.

На рис. 5.19 і 5.20 приводиться розгортка основних деталей трактора. Для того, щоб побудувати викрійки цих деталей, рисунки слід пропорційно збільшити. Масштаб збільшення можна визначити за контрольними розмірами, приведеними на цих рисунках.

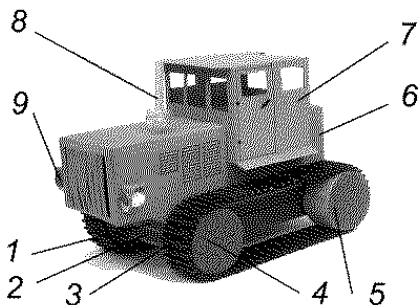


Рис. 5.17. Паперова модель трактора: 1 – кришка рами; 2 – рама; 3 – гусениця; 4 – ведуче колесо; 5 – ведене колесо; 6 – корпус трактора; 7 – кабіна; 8 – вихлопна труба; 9 – фара

Раму виконують у вигляді коробки. Коробку розміром 125х56х28 мм роблять з картону завтовшки 1,0–1,5 мм. Для

підвищення жорсткості краї рами відгортають всередину на 5 мм, надрізаючи картон ножем по лінії перегину (із сторони, протилежній перегину).

Кришку рами 2 виготовляють з кольорового (наприклад, коричневого) картону завтовшки 1 мм. Така товщина вибрана тому що рама є одночасно і платформою, на якій розташований корпус трактора 6 і кабіна 7. Щоб кришка щільно закривала раму, при розмітці раму кладуть вверху дном на лист картону і обводять її контур тонко загостреним олівцем. Після цього роблять розмітку країв кришки, припускаючи з кожною із сторін по 15 мм. Заготівку згинають по лінії і склеюють. Потім склеюють з кольорового (наприклад, оранжевого) щільного паперу корпус, кабіну, фари і зчеплення. Складання полягає в склеюванні спочатку кабіни з корпусом, а потім все це приклеюється до кришки рами.

Якщо модель не діюча, то ведучі 4 і ведені 5 колеса виготовляються однаково: спочатку з картону виготовляється диск діаметром 42 мм, на який приклеюється паперова шина у вигляді порожнистого циліндра діаметром 38 мм і заввишки 25 мм. Все це наклеюється на інший диск, виготовлений так само, як попередній. Оскільки диски більше по діаметру, ніж шина, то колесо виходить з бортом 2 мм. Борт потрібен для того, щоб гусениця утримувалася на колесі.

Гусениці 3 вирізують з паперу шириною 20 мм і склеюють. На зовнішню поверхню стрічки гусениці через рівні відстані приклеюють відрізки сірників – таким чином імітують траки гусениць.

Модель трактора можна «оживити», тобто зробити її діючою, причому вона зможе при цьому не тільки рухатися «вперед-назад», але і робити повороти.

Для «оживлення» моделі колеса треба зробити такими, що обертаються. Для цього конструкцію коліс необхідно доопрацювати відповідно до рис. 5.18. Встановлюються осі коліс 4, 11, два електричні двигуни 3 і виготовляються ремінні передачі 8 обертання від двигунів до передніх ведучих коліс.

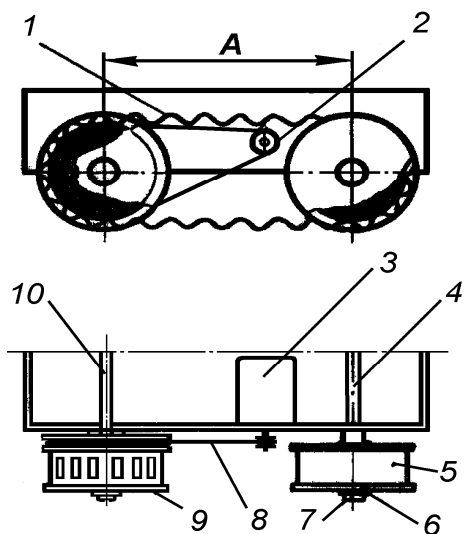


Рис. 5.18. Конструктивна кінематична схема привода провідних коліс паперової моделі трактора:

- 1 – гусениця;
- 2 – вал електродвигуна;
- 3 – електродвигун;
- 4 – вісь задніх коліс;
- 5 – заднє колесо;
- 6 – шайба; 7 – гайка кріплення колеса;
- 8 – шків ремінної передачі;
- 9 – переднє ведуче колесо;
- 10 – вісь переднього колеса

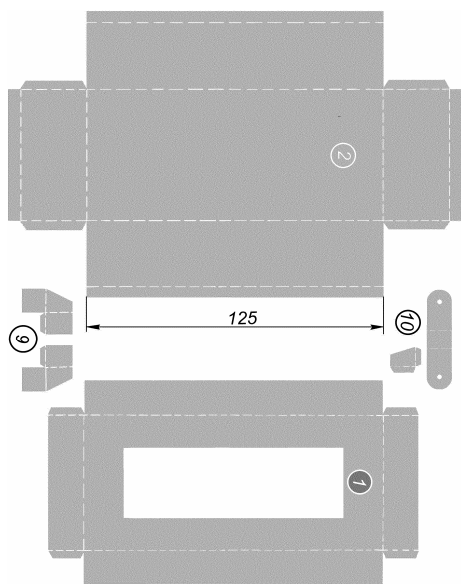
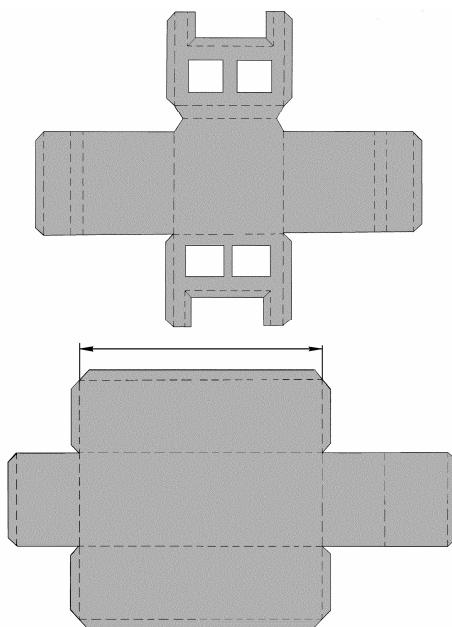


Рис. 5.19. Розгортка рами



5.20. Розгортка рами (продовження)

Після того, як виготовлена вся решта деталей трактора, їх необхідно пофарбувати. Тепер можна приступити до складання моделі.

Для осей коліс до дна рами прикріплюють дві трубки з внутрішнім діаметром 2,5 мм і завдовжки 56 мм, витримуючи відстань між ними 105 мм. Трубки закріплюють на дні рами будь-яким способом, забезпечуючи при цьому їх нерухомість. На кінцях цих трубок заздалегідь нарізують внутрішню різьбу М3 на глибину 10 – 15 мм.

Доробка коліс полягає в тому, що на ведучому колесі необхідно виготовити шків для передачі обертання (рис. 5.18). Тому з картону завтовшки 2 мм виготовляють додатковий диск 7 діаметром 38 мм, який приклеюють до колеса, а потім до нього приклеюють диск проти спаду діаметром 40 мм. Шків для приводу колеса від валу електродвигуна - готовий.

Щоб всі диски колеса були співосні, при склеюванні їх центри фіксують шпилькою. Після склеювання роблять отвір під вісь. Щоб отримати «зачепа», на шину колеса наклеюють шматочки сірників завдовжки 20 мм з відстанню 13 – 15 мм один від одного. Ведені колеса виготовляють подібно ведучим, але без шківів для приводу.

Гусениці теж необхідно переробити. В літературі, наприклад [85], пропонується зробити їх з гофрованого пакувального паперу, а щоб вони при русі не розтягувалися – пропонується наклеїти на них із зовнішньої сторони смужку цигаркового паперу. Можна виготовити гусениці і з тканих матеріалів, а як траки використовувати відрізки сірників, пришиті або приклеєні до них. Тут багато варіантів.

При складанні ходової частини необхідно виконати деякі операції.

Щоб колеса не зіскакували, вони встановлюються на осі, виконані у вигляді шпильок з не нарізаною середньою поверхнею завдовжки 26 мм. Між рамою і колесом необхідно встановити компенсуючі шайби, висота яких для передніх коліс рівна 1 мм, а для задніх - 7 мм. Спочатку вкручують шпильки, потім на них встановлюють компенсуючі шайби і надягають колесо, а щоб воно не ходило вздовж осі, на шпильку із зовнішньої сторони колеса надягають шайбу завтовшки 1 мм і накручують гайку М3. Щоб гайка не відкручувалася, її треба законтрити.

До боковин рами між трубками для закріплення осей прикріплюють два електродвигуни 3 так, щоб їх вали виступали в різні боки коробки через отвори в ньому на 10 – 12 мм. Тип електродвигуна – всім відомий ДП-2. Для утворення шківів на вали двигунів діаметром 2 мм надягають відрізки ніпельної гуми завдовжки 8–10 мм, а на кінці приклеюють обмежувачі для приводного ремінця шириною 2 мм. Як приводний ремінець можна використовувати пасок магнітофона відповідної довжини.

Зупинимося спочатку на управлінні моделлю трактора по дротах. Схема такого управління наведено на рис. 5.21.

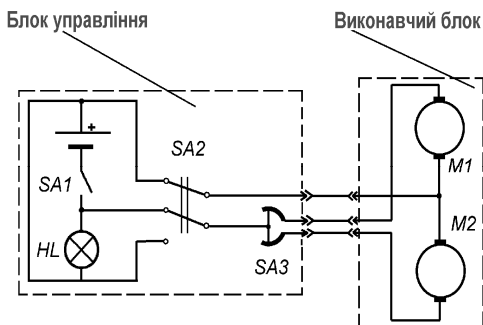


Рис. 5.21. Схема управління рухом моделі трактора (3-х д्रोцяна)

Блок управління включає:

- джерело живлення;
- вимикач напруги SA;1
- індикатор включення живлення (лампочка HL);
- перемикач полярності для прямого і зворотного ходів SA2;
- перемикач роботи двигунів SA3;

Виконавчий блок складається з двох електродвигунів постійного струму: один на праву гусеницю, другий – на ліву. При положенні перемикача SA3, яке показано на рисунку, працюють обидва двигуни (обох гусениць) і при цьому трактор повинен виконувати прямолінійний рух. При повороті перемикача за годинниковою стрілкою або проти неї один двигун продовжує працювати, а інший відключається. Так здійснюється поворот. На схемі рис 5.21 при обертанні перемикача SA3 за годинниковою стрілкою відключається двигун M2. Якщо цей двигун працює на праву гусеницю, то модель почне повертатися вправо, якщо

перемикач SA3 повернути проти годинникової стрілки, то – все навпаки, модель повертатиметься вліво.

### 5.2.2. Кордова гоночна модель автомобіля

Модель автомобіля, пропонованого для виготовлення школярам 5 – 6 класів, запозичена з літератури [64].

Цей мініатюрний кордовий гоночний автомобіль з жорсткою підвіскою розвиває досить високу швидкість. Побудувавши таку модель і спробувавши її у дії, юний її творець не тільки залучається до автомоделізму, але і стає конструктором, що зробив перший крок на цьому терені.

Модель пропонованого автомобіля дуже проста у виготовленні. Її зовнішній вигляд показаний на рис 5.22.

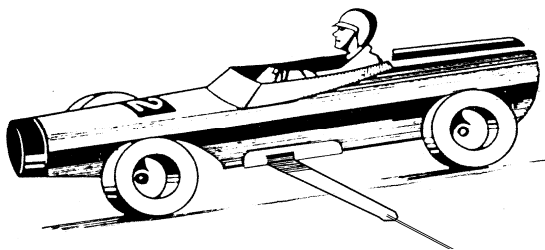


Рис. 5.22. Загальний вигляд кордової гоночної моделі автомобіля

Для виготовлення моделі потрібні такі основні матеріали і комплектуючі вироби:

- алюмінієва пластина завтовшки 0,8 – 1,0 мм для несучої рами;
- жерстяна смуга для з'єднання з кордом;
- чотири однакові гумові колеса із зовнішнім діаметром, величина якого складає 0,3 довжини моделі;
- велосипедна спиця і металевий стрижень;
- заклепки для складання моделі;
- електродвигун постійного струму.

В даній моделі вибраний електродвигун ДТ-10, який широко використовувався в електрифікованих іграшках. Основною особливістю цього двигуна є те, що його вал виходить в обидві сторони. Існують і інші двигуни з подібною конструктивною особливістю. Вона і використовується в даній моделі.

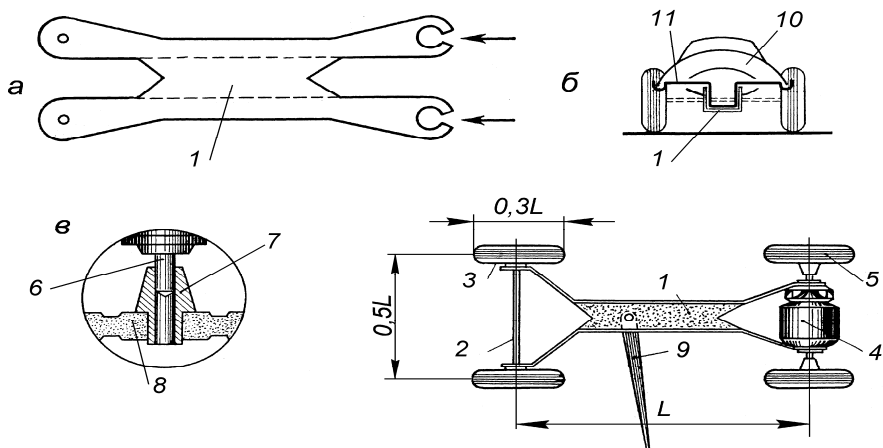


Рис. 5.23. Схема розташування деталей і складання кордової швидкісної моделі автомобіля: а - характер розгортки несучого шасі; б - елементи конструкції кріплення кузова; в - варіант кріплення задньої провідної осі до колеса; г - конструкція автомобіля при вигляді зверху

Перш ніж приступити до виготовлення моделі, необхідно спочатку в масштабі 1:1 виготовити її креслення, яке враховувало б усі розміри комплектуючих виробів, до яких відносяться в даному випадку електродвигун і колеса. Якщо використовувати розрахунки, розглянуті у розділі 2, то можна зупинитися на певному масштабі моделі і, відповідно, на максимально можливих діаметрах її коліс. При створенні креслення розробляється конструкція найголовнішої деталі в моделі - шасі. Один з авторів подібних моделей [64] пропонує зробити його у вигляді П - подібного перетину за розгорткою наведеною на рис. 5.23, але з урахуванням розмірів вибраного двигуна і коліс.

У виготовленій за кресленням розгортці рами треба просвердлити попарно чотири отвори: в передній частині два отвори діаметром на  $0,2$  мм більше діаметра велосипедної спиці, а в задній частині - по діаметру напливу на корпусі двигуна біля вихідних кінців валу. Ці два отвори роблять з пропилом. Після цього можна проводити вигин заготовки по штрихових лініях. У результаті рама в середній частині буде коритоподібного профілю. Остаточню консолі



рами згинають і рама повинна відповідати павукоподібній формі, наведеній на рисунку 5.23, г.

В передні отвори рами 1 вставляють відрізок велосипедної спиці і на виготовлену таким чином вісь 2 насаджують колеса 3. В простір між задніми отворами рами з вирізами поміщають електродвигун 4 із заздалегідь встановленими на його валу задніми колесами 5. На рис 5.23, в показано, як можна подовжити виступаючі кінці валу 6 за допомогою металевої втулки 7, упресованій в маточину колеса 8. Можливі і інші варіанти.

Кордову планку 9 виготовляють з жерстяної смуги і приклепують до рами в тому місці, де знаходиться центр ваги моделі.

Електричні дроти від електродвигуна до кордової планки прикріплюють під низом рами за допомогою, наприклад, липкої стрічки. Ці ж дроти є і кордом моделі, звичайно, у тому випадку, коли маса моделі невелика. При масі моделі більше 300 г як корд необхідно використовувати тонкий сталевий дріт (він же буде одним з струмопровідників), а як інші струмопровідники використовувати гнучкий дріт. В цьому випадку один з контактів електродвигуна поміщають на раму (на «масу»).

Кузов моделі 10 склеюють або з щільного паперу, або кольорового тонкого пластика, наприклад, від тек для паперів, за викрійкою, наведеною на рис. 5.24. Рисунок збільшують в масштабі до вибраного реального розміру  $L$  між осями коліс.

Краї 1 і 2 викрійки склеюють між собою і надають цьому місцю овальну форму. Це буде повітроприймач. Краї 3 і 4 обтискують і фіксують у такому вигляді підібраною по довжині жерстяною смужкою 11. Її виготовляють за внутрішнім розміром П-подібного профілю рами (рис. 5.23, б).

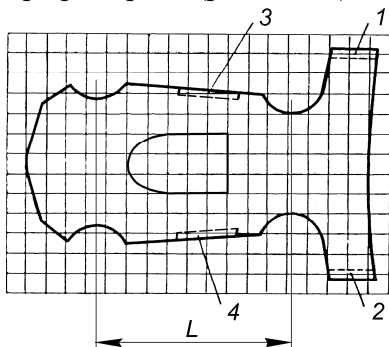


Рис. 5.24. Викрійка кузова швидкісної кордової моделі автомобіля

Залишається тільки розфарбувати модель і – на старт. В руках у вас пульт управління, в якому знаходиться блок акумуляторів і механізм управління швидкістю. Як його зробити – придумайте самі, використовуючи приклади, наведені в попередніх розділах.

### 5.2.3. Універсальний аеромодуль

Інженерів завжди захоплювала думка споруди універсальних агрегатів, які могли б з однаковим успіхом працювати в різних умовах експлуатації і різних середовищах. Основою для цих машин є щось загальне, що називається одним словом – модуль.

Інженер З. Славець [78] пропонує проєкспериментувати і створити на основі одного універсального модуля транспортний засіб, який би міг як пересуватися як по землі, так і по воді. Спершу хоча б не справжню, а свого роду дослідницьку модель. Адже так поступають і в конструкторських бюро на першому етапі створення будь-якого технічного пристрою – від простого самоката до космічного корабля.

Спочатку треба придумати, яким має бути головний модуль. Напевно, перш за все це легка пасажирська кабіна з силовою установкою. З двигуном все більш або менш ясно – він може бути бензиновим, з великим числом обертів і високою питомою потужністю, тобто мати максимальну потужність при мінімальній масі і витраті палива. А ось з рушієм справа складніша. Очевидно, що тут нам підійде тільки універсальний рушій, що забезпечує пересування моделі і по землі, і по воді. Зі всього різноманіття рушіїв цій вимозі задовольняє, мабуть, тільки повітряний гвинт, або, як його ще називають, пропелер. Адже він використовується майже усюди.

Тепер спробуємо уявити загальну компоновку нашого універсального апарату. Пасажирська кабіна з силовою установкою і рушієм, оснащені колесами – аеромобіль, лижами – аеросани, легкими поплавцями – аероглісер. Такий універсальний апарат (рис. 5.25) міг би стати неоцінним помічником геологів, агрономів, рибаків, оленярів. Залишається дрібниця – сконструювати.

Виберемо «масштаб моделювання». Хай наша модель буде вдесятеро менше натурального апарату. Машини таких габаритів підійде компресійний мікро ДВС МК-17 «Юніор» з робочим об'ємом

циліндра 1,5 см<sup>3</sup>. Він легко заводиться, не дуже капризний у налаштуванні, а потужності його цілком досить для роботи в будь-якому варіанті.

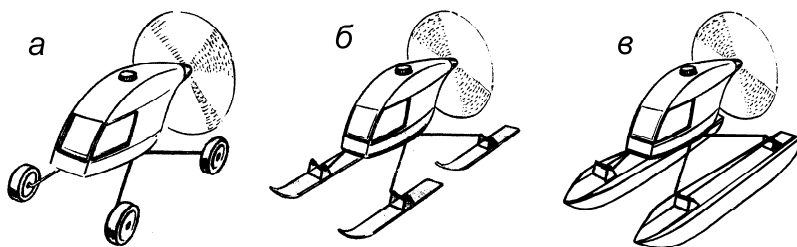


Рис. 5.25. Варіанти використання модуля:  
а - в автомобілі; б - в аеросанях; в - в аероглісері

Розробку почнемо, зрозуміло, з основи конструкції — корпусу транспортного модуля. В найпростішому випадку він може складатися із закритої кабіни з моторамою обладнаною легким чотирьохопорним шасі, мікро ДВС і паливним баком до нього.

Корпус нашого апарату набірний (рис. 5.26). Його основу складають силовий шпангоут і жорстко сполучена з ним моторама. Шпангоут випиляний з фанери завтовшки 5 мм, моторама зібрана з двох букових брусків перетином 6х10 мм і фанери товщиною 3 мм. З'єднання деталей — на епоксидному клеї, а стики моторама з шпангоутом додатково підкріплюються «косинками» з фанери завтовшки 3 мм.

Тепер шасі. Для його стійок буде потрібно міцний і пружний сталевий дріт марки ОВС або 50ХФА діаметром 2,0–2,5 мм. Підійдуть і достатньо довгі, пружні дюралюмінієві в'язальні спиці діаметром близько 5 мм. Стійки вигинаються з єдиного шматка дроту — як це зробити, показано на рис 5.26. А до силового шпангоута вони кріпляться фігурною дюралюмінієвою пластиною, гвинтами з різьбою М3 і гайками.

Колеса транспортного модуля можна зробити з пінопласту. Спочатку з листа завтовшки 12–15 мм вирізуються гостро заточеним ножом чотири шайби діаметром близько 45 мм. В центрі кожної проколюється отвір, в який на епоксидному клеї або клеї БФ-2

вставляється пластмасова або ж тонкостінна латунна трубка – втулка. Коли клей затвердіє, вставте у втулку довгий гвинт. Між головкою гвинта і гайкою прокладете фанерні шайби діаметром 30 мм. Потім, затиснувши заготовку колеса в патроні свердильного верстата або дреля, доведіть грубозернистою шкіркою діаметр колеса до 40 мм.

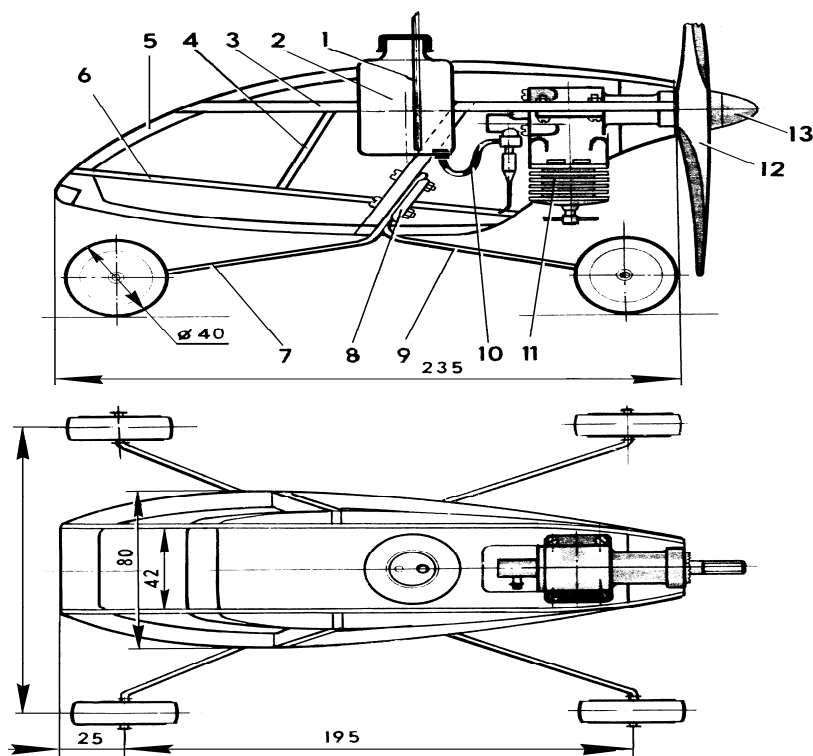


Рис. 5.26. Компонівка універсального аеромодуля з мікро ДВС:

1 – дренажна трубка паливного бака; 2 – паливний бак (пластиковий флакон); 3 – моторама з фанерної пластини завтовшки 10 мм; 4 – стійка; 5 – дуга з 4 мм фанери; 6 – горизонтальний елемент каркаса з 4 мм фанери; 7 – передні «ноги» шасі; 8 – пластина кріплення шасі з листового алюмінію 2,5 мм; 9 – задні «ноги» шасі; 10 – паливопровід з хлорвінілової трубки; 11 – мікро ДВС; 12 – повітряний гвинт; 13 – кок-гайка кріплення гвинта

Покрийте шаром епоксидного клею, а після затвердіння пофарбуйте і натягніть на колеса «покришки» — кільця, вирізані із старої велокамери. Щоб гума не зіскакувала, закріпіть її клеєм «88» або «Момент».

Елементи каркасу корпусу вирізуються з соснових рейок і за допомогою фанерних косинок стикуються один з одним і з силовим шпангоутом. Картер двигуна і передня частина кабіни закриваються зверху видовбаним з липи порожнистим обтічником. Спереду розташовується паливний бак — флакон з-під ліків. Зверніть увагу, що в бак пропущено три трубки: зверху — заправна і дренажна, знизу — живлення. Вони можуть мідні або латунні. З карбюратором трубка живлення з'єднується ще однією — хлорвініловою, яка повинна щільно надягатися на обидва патрубки. Об'єм паливного бака — близько 50 мл. Цього цілком досить і на запуск двигуна і на його роботу протягом п'яти хвилин.

Обшивку передньої частини транспортного модуля («скління кабіни») зробіть з прозорої лавсанової плівки і закріпіть на каркасі клеєм БФ-2.

Для цього рейки в два шари (з проміжною сушкою) промажте клеєм, підсушіть, після чого накладете наперед вирізану заготовку.

Остаточо закріплюється лавсан на каркасі електропраскою, терморегулятор якої поставлений на відмітку «шовк». Ретельно «приваривши» обшивку, збільште температуру нагріву праски (регулятор — на відмітці «бавовна»). Пропрасувавши обшивку, туго натягніть лавсан.

Поверхні корпусу, що залишилися, обтягуються креслярським папером. Протріть його ватяним тампоном, злегка змоченим водою, і висушіть. Папір добре натягатиметься, вийде гладка, красива поверхня. Тепер його можна просочити нітролаком.

Капот двигуна зробіть з липових бобишок і фанери завтовшки 1–1,5 мм. Якщо такої фанери знайти не вдасться, скористайтеся щільним картоном. До моторами і силового шпангоуту капот кріпиться двома гвинтами з різьбою МЗ.

Після остаточної обробки елементів корпусу і його фарбування покрийте його зсередини і зовні двома-трьома шарами паркетного лаку — це збереже модель від дії паливної суміші. Особливо ретельно обробіть внутрішні поверхні моторного відсіку і капоту.

На цьому основну частину роботи можна вважати закінченою і пора випробувати наш транспортний модуль в колісному варіанті. Пускати модель краще всього на рівному асфальтовому майданчику по колу — наприклад, на кордовій нитці. Відрегулювавши модуль на ходу, можна приступити і до подальшого його оснащення.

Переобладнати модуль в аеросани не дуже складно. Лижі можна зробити з чотирьох пластмасових лінійок, округляючи і загнувши у них кінці. Для посилення приклейте до них соснові рейки. А алюмінієві кронштейни, зігнуті у вигляді букви П, послужать кріпленнями лиж до стійок шасі.

Так само нескладно перетворити модуль і в аероглісер. Виріжте з пінопласту бруски для поплавців розміром 400x100x40 мм. Акуратно обробіть їх по контуру. Розмітьте, як це показано на рисунку. На днищі зробіть невеликий кінь. Носову частину загостріть. Після остаточної обробки зашліфуйте поплавці і двічі покрийте епоксидним клеєм, змішаним з фарбою марок ГФ або ПФ.

Спереду і ззаду поплавці з'єднуються містками з дерев'яних рейок перетином 10x10 мм. Відстань між ними повинна співпадати з колісною базою, оскільки транспортний модуль стикується з містками через стійки шасі. Осі їх вставляються в П-подібні кронштейни.

В кормовій частині модуля-аероглісера закріплюються два рульові пристрої. Кожне складається з жерстяного рульового пера, припаяного до дротяного балера. Він же виконує і роль румпеля. Кріплення керма до корпусів — на петлях із сталевих дроту, вклеєних на епоксидній смолі в пінопласт. Для запуску моделі краще вибрати безвітряний день, коли поверхня води спокійна. Відрегулюйте рульові пристрої так, щоб модель рухалася по колу, інакше ви ризикуєте безповоротно її втратити: за п'ять хвилин роботи двигуна вона може поплисти вельми далеко.

Робота над створенням універсального транспортного модуля може послужити поштовхом і для реалізації власних ідей. Наприклад, чи не можна використовувати сучасні легкі, але могутні електродвигуни, переробити даний модуль на електричну тягу. В цьому випадку, використовувати радіо команди, можна примусити модель пересуватися вперед-назад і міняти напрям руху. Подумайте також, а чи не можна пристосувати цей модуль для переміщення по повітрі? Як це зробити? Перспективи тут вельми принагідні — бо ж

аеромобіль буквально на ходу можна перетворити на літак. Словом, можливостей для різних конструкторських рішень відкривається множина. Головне зроблене – у вас є універсальний модуль.

#### 5.2.4. Модель-копія автомобіля-позашляховика

Конструкція автомобіля-позашляховика запозичена з літератури [83]. Це керована по радіо модель автомобіля - баггі, яка стала користуватися великою популярністю у молоді. Причина популярності проста: для баггі не потрібні спеціалізовані траси з високоякісним покриттям, цілком достатньо звичайної «грунтовки», доповненої необхідними перешкодами.

Пропонована модель автомобіля – модель баггі – спроектована відповідно до Правил як напівкопія сучасного позашляховика, у якості якого був вибраний кросовий варіант вітчизняної «Ниви» – «Лада-Landolet». Зовнішній вигляд і габарити моделі наведено на рис. 5.27.

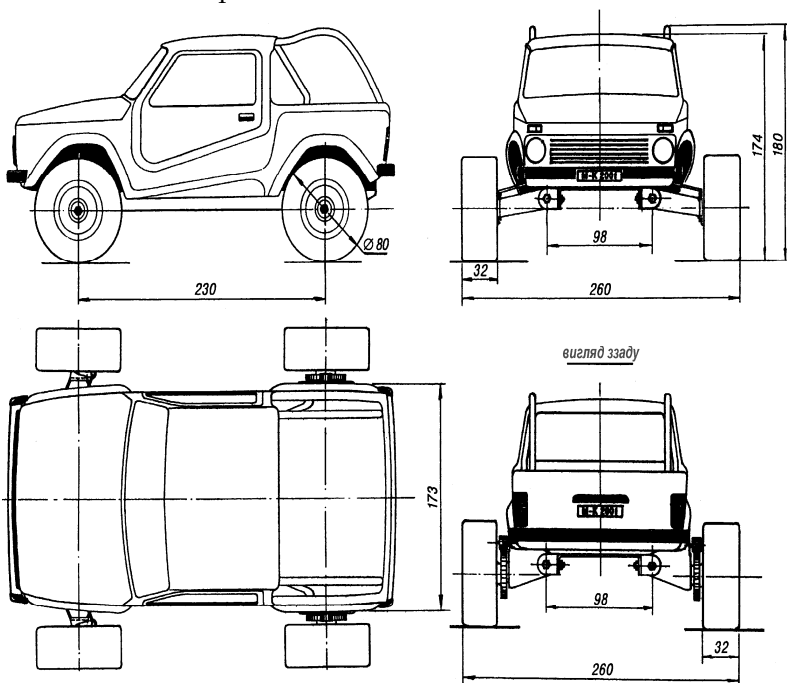


Рис. 5.27. Загальний вигляд моделі баггі

Основа моделі – рама, що є металевим швелером, зігнутим з дюралюмінієвого листа завтовшки 3 мм.

### ***Конструкція моделі***

Модель виконана із заднім приводом, хоча конструкція ходової частини і трансмісії дозволяє зробити ведучими обидва мости.

Силовий агрегат моделі складається з двох електродвигунів «Speed-400», кожний з яких працює тільки на одне колесо. При цьому мотори встановлюються на гойдалках підвіски, що дозволяє позбутися громіздкої трансмісії, хоча і дещо збільшує безпружинну масу.

Підвіска – на поперечних гойдалках із спіральними пружинами, що працюють на кручення (рис. 5.28). Амортизаторів підвіска не має, їх роль виконують фрикційні поліетиленові шайби, встановлені на шарнірах гойдалок. Гойдалки підвіски (рис. 5.30) вигнуті з листового дюралюмінію завтовшки 2,5 мм.

З того ж матеріалу зроблені і кронштейни важелів. Шарнір кожної з гойдалок складається з східчастої осі, дюралюмінієвої втулки розпору, пластикових вкладишів, поліетиленових шайб-амортизаторів і пари гайок з шайбами. Після складання гойдалки гайки зафіксують нітрофарбою.

Пружини підвіски навиті із сталевго дроту діаметром 2 мм. Жорсткість пружин підібрана експериментально, для чого довестися навити пружину максимально можливої довжини (22–24 витків), а потім, зменшуючи кількість витків, підібрати оптимальну жорсткість підвіски.

На важелях передньої підвіски змонтовані поворотні кулаки рульового управління. Вони також зроблені з листового дюралюмінію завтовшки 2,5 мм. Конструкція шарніра поворотного кулака аналогічна конструкції шарніра гойдалки.

Керовані колеса повертаються за допомогою рульової машинки, оснащеною двохшарнірною гойдалкою (рульовим трикутником). В рульовому механізмі використовується тяга із сталевго дроту типу ОВС діаметром 2 мм і маятникові важелі, вирізані з дюралюмінію завтовшки 2 мм. Шарніри рульового механізму виконані з використанням гумових вкладишів, що дає можливість рульовій тязі відхилятися від площини їх обертання (рис. 5.29).



Як вже згадувалося, електродвигуни змонтовані на гойдалках заднього мосту. Для цього на гойдалках відігнуті плічки, утворюючи свого роду мотораму, сам же двигун закріплений на ній двома напівхомутами, зігнутими з листового дюралюмінію завтовшки 1,5 мм. На гойдалках також змонтовані півосі, а на них – капронові зубчасті колеса і задні ходові колеса автомоделі. Ведуча (латунна або сталева) шестерня зафіксована на валу електродвигуна. Передавальне число зубчастої пари – від 1:7 до 1:8.

Колеса автомоделі мають виточені з дюралюмінію маточини і саморобні шини з пористої гуми (рис. 5.32). Зрозуміло, краще використовувати фірмові пневматичні шини з шипами-грунтозачепами, проте для спрощеної автомоделі цілком підійдуть і саморобні.

Такі шини краще всього виготовляти на токарному верстаті за допомогою гостро заточеного ножа-різця, використовуючи для мастила при обробці гуми розчин мила або кухонного миючого засобу «Бінго», «Блиск» і т.п.

### *Управління моделлю*

Для управління моделлю використовуються двоканальна система радіуправління моделями і, відповідно, дві рульові машинки: одна для управління поворотами і друга – для управління ходом моделі за допомогою комутації джерела живлення і електродвигуна. Друга рульова машинка зв'язана тягою з саморобним ламельним перемикачем (рис. 5.31), що дозволяє підключати дві батареї акумуляторів паралельно із зворотною полярністю (рух заднім ходом), паралельно з прямою полярністю (перша швидкість) і послідовно з прямою полярністю (друга швидкість). Сам же перемикач є склотекстолітовою пластиною з пістонами, сполученими з тильної сторони перемичками. Пластина, зв'язана тягою з рульовою машинкою, може вільно переміщатися в корпусі, склеєному з органічного скла. На корпусі є дві групи контактів: одна група з чотирьох контактів з'єднується з батареями акумуляторів, інша – з електродвигуном.

На рис. 5.31 показано положення перемикача, при якому модель рухатиметься вперед на другій (найвищій) швидкості.

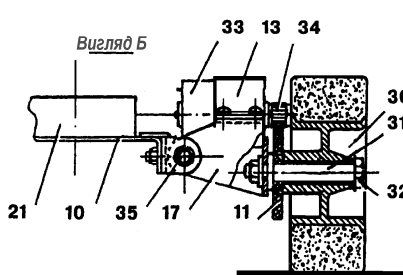
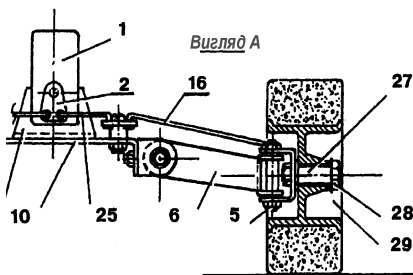
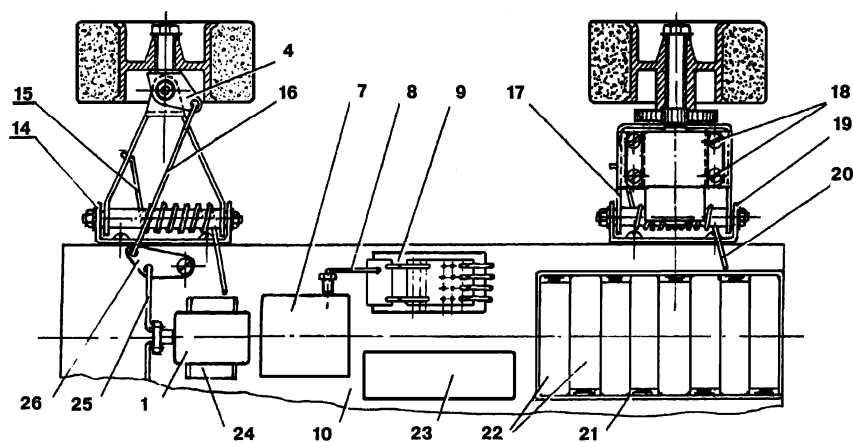
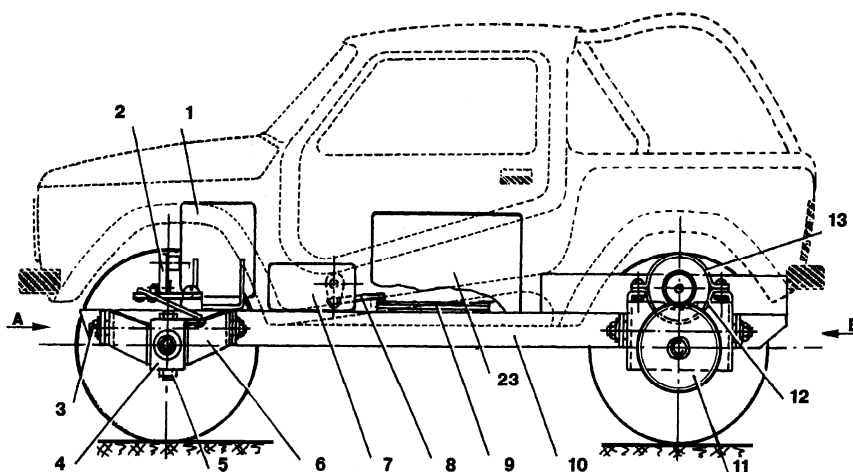


Рис. 5.28. Компоновка моделі багті (стор.270):

1 – рульова машинка приводу передніх керованих коліс; 2 – двохшарнірна гойдалка рульової машинки (рульовий трикутник); 3 – шарнір гойдалки передньої підвіски; 4 – поворотний кулак системи рульового управління (Д16Т, лист 2,5 мм); 5 – шарнір поворотного кулака; 6 – гойдалка передньої підвіски (Д16Т, лист 2,5 мм); 7 – рульова машинка управління ходом моделі; 8 – тяга приводу перемикача ходу; 9 – перемикач ходу; 10 – рама (Д16Т, лист 3 мм); 11 – шестерня приводу заднього колеса (капрон); 12, 13 – напівхомути кріплення ходового електродвигуна (Д16Т, лист 1,5 мм); 14 – кронштейн гойдалки передньої підвіски (Д16Т, лист 2,5 мм); 15 – пружина передньої підвіски (дріт ОВС 02); 16 – зовнішня рульова тяга (дріт ОВС 02); 17 – гойдалка задньої підвіски (Д16Т, лист 2,5 мм); 18 – болти М3 і гайки кріплення електродвигуна; 19 – кронштейн гойдалки задньої підвіски (Д16Т, лист 2,5 мм); 20 – пружина задньої підвіски (дріт ОВС 02); 21 – контейнер блоку акумуляторів (вінілпласт, лист 3 мм); 22 – акумулятори (8 або 16 шт.); 23 – контейнер приймача системи дистанційного керування; 24 – кронштейн рульової машинки (Д16Т, лист 2 мм); 25 – проміжна рульова тяга (дріт ОВС 02); 26 – маятниковий важіль рульового управління (Д16Т, лист 3 мм); 27 – піввісь переднього колеса (сталь 40Х); 28 – гайка М5 і шайба кріплення переднього колеса; 29 – переднє колесо; 30 – заднє колесо; 31 – піввісь заднього колеса (сталь 40Х); 32 – гайка М5 і шайба кріплення заднього колеса; 33 – ходовий електродвигун «Speed-400»; 34 – ведуча шестерня (бронза); 35 – шарнір гойдалки задньої підвіски

Прийнято вважати, що при виготовленні керованих по радіо автомоделей з електроприводом не обійтися без супердвигунів і суперакумуляторів.

Так, на фірмових багті частіше за все використовуються швидко зарядні нікелево-кадмієві акумулятори із спеченими електродами місткістю 1200 мА-ч напругою 7,2 – 8,4 В і електродвигуни «Мабучи» РС-540 СХ. Тим часом для пропонованої тут моделі цілком підійдуть два або чотири блоки із стандартних пальчикових батарей класу «Алка-лайн» або акумуляторів (діаметр кожного такого джерела струму 15 мм, довжина – 50 мм) по чотири джерела в блоці і, як вже було сказано, достатньо широко поширені у моделістів електродвигуни «Speed-400».

Слід зазначити, що конструкція приводу моделі дозволяє використовувати і будь-які інші відповідні електродвигуни, навіть малопотужні типу ДК-5-19. Їх, до речі, можна встановити по два на кожне заднє колесо, а при бажанні зробити ведучим і передній міст, оснастивши його такими ж моторами.

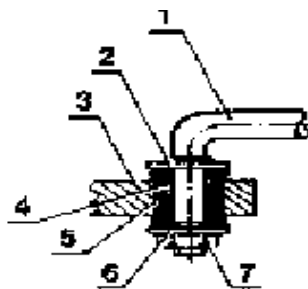


Рис. 5.29. Типова конструкція шарніра тяги управління:

1 – рульова тяга (дріт ОВС 02); 2, 6 – шайби (сталь); 3 – гойдалка або поворотний кулак; 4 – вкладиш (частина стрижня гелевої кулькової ручки); 5 – еластична втулка (гума); 7 – гайка М2.

Кріплення шайби 2 до рульової тяги 1 – паянням; фіксація гайки 7 на рульовій тязі 1 – нітрофарбою

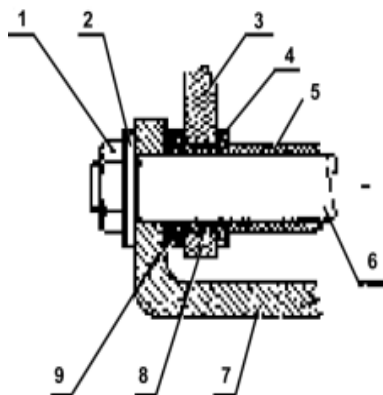
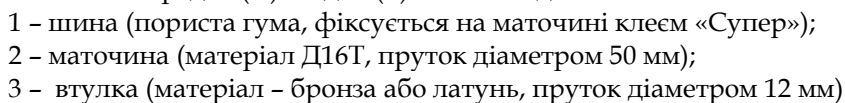
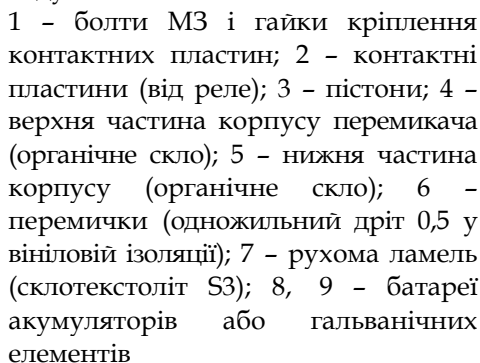


Рис. 5.30. Типова конструкція шарніра гойдалок підвіски:

1 – гайка М4; 2 – шайба; 3 – гойдалка підвіски (Д16Т, лист 2,5 мм); 4 – шайба (поліетилен або капрон); 5 – втулка розпірна (Д16Т, труба 8х1,5); 6 – вісь (сталь 50ХФА «сріблянка», пруток 05); 7 – кронштейн гойдалки (Д16Т, лист 2,5 мм); 8 – вкладиш (поліетилен або капрон); 9 – фрикційна втулка (поліетилен або капрон)



### ***Виготовлення кузова моделі***

Кузов багті виклеюють з трьох-п'яти шарів склотканини і епоксидного клею по болванці. Для одиничного екземпляра кузова болванку простіше за все зробити з пінопласту, прошпаклювавши її пластиліном. Якщо ж передбачається серія корпусів (навіть єдина модель зажадає декілька корпусів для оперативної заміни розбитих в гонках), то болванку має сенс зробити дерев'яною і розбірною.

Готова оболонка вирівнюється автомобільною шпаклівкою, зачищається шкіркою, покривається ґрунтом і двома шарами емалі. Вікна на моделі не обов'язково робити прозорими, цілком достатньо імітувати, офарбувавши кузов в місцях їх розміщення сірою або чорною фарбою.

## **5.3. Виготовлення моделей суден і кораблів**

Серед річкових і морських судів можна знайти найрізноманітніші прототипи для моделювання – від парусників часів Х. Колумба до сучасних атомних авіаносців.

Всі судна і кораблі підрозділяються на певні класи, наприклад за двигунами: парусні судна і кораблі, з паровими двигунами, з двигунами внутрішнього згоряння, з водометними двигунами, газотурбінними двигунами, атомними двигунами. Їх також підрозділяють за рушіями, наприклад: вітрило, гребний гвинт, повітряний гвинт, реактивна сила і т.д.

### **5.3.1. Вимоги до виготовлення моделей суден і кораблів**

Основною частиною будь-якої моделі судна або корабля є його корпус. Він визначає не тільки зовнішній вигляд моделі, але і всі ті якості, які у прототипів називаються морехідними. Саме тому технології виготовлення корпусу надають найпильнішу увагу.

Існують певні вимоги до конструкції корпусу моделі:

- корпус моделі має повторювати якомога точніше геометричні параметри прототипу;
- він повинен мати достатні механічні характеристики для виконання своїх функцій;
- мати малу вагу (особливо для парусних і високошвидкісних моделей);

- корпус моделі нижче за ватерлінію повинен мати малий гідравлічний опір (особливо для швидкісних моделей);
- мати велику довговічність.

Корпус виготовляють різними способами. Його можна виготовити з паперу або картону, з цілого бруска дерева, набрати з листового матеріалу, наприклад, фанери, картону, пластика, зробити клесним з тканини, паперу або інших подібних матеріалів, зробити пресуванням з термопластичних матеріалів (полістиролу, капрону, вініласту, оргскла і т. п.).

При конструюванні моделі корпусу суден і кораблів необхідно завжди використовувати теоретичне креслення (див. розділ 4).

### 5.3.2. Технологія виготовлення корпусу моделі з картону

Корпуси суден і кораблів з паперу і картону найбільш технологічні і тому їх можна рекомендувати для виготовлення молодшим школярам. Не дивлячись на те, що папір і картон в своєму первинному вигляді є водовбирними матеріалами, після відповідної їх обробки оліфою і фарбування масляними фарбами, вони придбавають всі необхідні для корпусу судів водовідштовхувальні властивості, а вага таких корпусів значно менша ніж таких же за розмірами корпусів, виготовлених з інших матеріалів.

Розглянемо технологічний процес виготовлення корпусу моделі катера, виготовленого з картону (рис. 5.33).

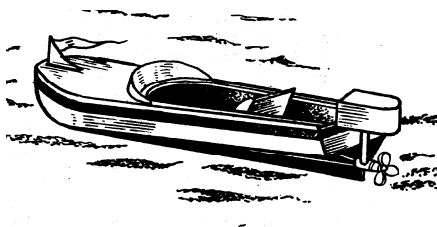


Рис. 5.33. Зовнішній вигляд моделі катера з електричним двигуном постійного струму

Необхідні матеріали для виготовлення: щільний картон завтовшки 0,4 – 0,6 мм, пластина з тонкого прозорого матеріалу (можна від пластикової пляшки) для вітрового скла, синтетичний або силікатний клей, герметик, оліфа і масляні художні фарби.

Починати слід з виготовлення робочих креслень. В зменшеному масштабі вони наведені на рис. 5.34. Креслення треба

збільшити (наприклад, за допомогою комп'ютера) пропорційно до контрольного розміру 150 мм, який приведений на розгортці корпусу. В місцях згинів (штрихові лінії) зробіть промини і отримайте таким чином чіткі лінії для згину. Виріжте деталі по контуру, залишаючи лінію креслення незайманою.

Послідовність складання моделі легко з'ясувати, якщо уважно подивитися на рис. 5.35. На цьому рисунку оболонка корпусу 1 зображена в той момент виготовлення, коли правий його борт вже приклеєний на місце, а лівий - тільки підготовлений для приклеювання. Він зігнутий так, що повторює криву лінію днища. На корпусі немає ще ні кільбалки 2, ні транця 4, ні деки 3.

Після того, як оболонка корпусу склеєна і просушена, місця склеювання можна обробити герметиком, який заповнить всі отвори, що залишилися в дні. Герметик володіє добрими адгезійними властивостями, тому, якщо його злегка пригладити закруглюючою паличкою, то з'єднання буде напевно герметичним.

Наступна операція — підготовка балки поздовжнього посилення корпусу — кільбалки. Це дуже важлива деталь. Вона визначає поздовжню стійкість корпусу, наприклад, якщо доведеться використовувати для «оживлення» моделі гумомотор. При закручуванні гумомотора вона не дасть корпусу вигинатися.

Готову кільбалку приклейте до днища корпусу і лише після цього можна встановити в кормі транець, а на ніс — деку. Майте на увазі, що транець приклеюється клапанами спочатку до днища корпусу, а потім — до його бортів.

Отже, корпус катера готовий. Щоб картон не намокав, весь корпус моделі треба добре прооліфити, а потім добре просушити і пофарбувати масляною фарбою. Після 24 годинної сушки при температурі 30 - 40°C корпус стане більш твердим і придбає необхідні механічні характеристики.

А зараз опустіть зібраний корпус моделі на воду і перевірте, чи не пропускає корпус воду. Якщо спостерігається теча, то знову використовуйте герметик – він вас виручить.

Підштовхніть корпус моделі і подивіться – чи добре він тримає курс. Якщо модель погано тримає курс, трохи відігніть кіль у відповідний бік.

Виготовлений таким чином корпус моделі судна може бути використаний для діючих моделей: на нього можна встановити всі



необхідні для цього пристрої, аж до дейдвуда і поворотного кіля. Але краще всього використати цей корпус для виготовлення моделі глісера з повітряним гвинтом, який приводиться в обертання за допомогою могутніх електродвигунів. Для цього необхідно конструкцію допрацювати, виготовивши легку і міцну балку для розміщення на ній електродвигуна з літаковим гвинтом.

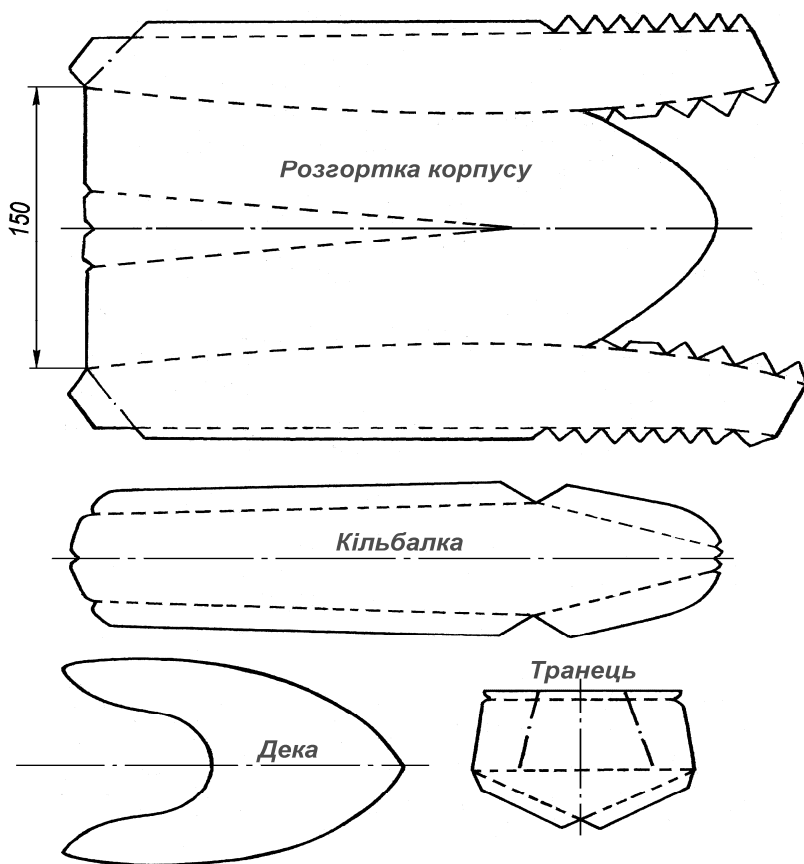


Рис. 5.34. Зменшені креслення розкрою деталей корпусу моделі катера з щільного картону

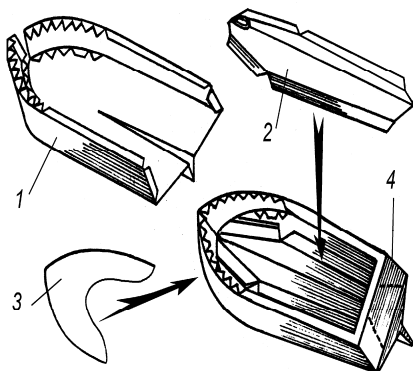


Рис. 5.35. Послідовність складання корпусу моделі катера з картону:

1 – склеювання оболонки корпусу; 2 – установка кільбалки в оболонку корпусу; 3 – приклеювання деки; 4 – приклеювання транця

### 5.3.3. Технологія виготовлення корпусу моделі з цілого дерев'яного бруса

Така технологія доцільна для невеликих за розмірами моделей яхт, катерів, буксирів, глісерів і ін. Вона пов'язана з певними труднощами. Головна з них – як вибрати матеріал з середини бруса і зробити стіни корпусу тонкими [85].

Для виготовлення корпусу беруть м'які, добре оброблювані листяні породи деревини, такі як липа, вільха, осика, тополя і ін. Використовувати як матеріал березу недоцільно, оскільки у неї і питома вага більше, і вона більше інших порід схильна до гниття, особливо у вологому середовищі.

Брусок для корпусу має бути достатньо сухим, вогкістю не більше 15...20%. Розміри бруса мають відповідати найбільшим розмірам корпусу моделі.

Послідовність виготовлення така:

1) розмічають брус на поздовжні площини ДП, наносять контури корпусу по головному виду теоретичного креслення, вигляд з корми і лінії шпангоутів аналогічно тому, як це наведено на рис. 5.36 (вживані інструменти – тонко заточений олівець, лінійка, косинець на 90°);

2) обробляють заготовку, обрізуючи її по лініях головного вигляду, виділяючи носову, кормову частини і палубу (вживані інструменти – фігурна ножівка, маленький топірець, широка напівкругла і плоска стамески);

3) з тонкої фанери або іншого щільного листового матеріалу за теоретичним кресленням виготовляють шаблони шпангоутів і ватерліній (вживані інструменти – лобзик по дереву, ножиці по металу, гострий ніж-косяк);

4) обробляють форму за шаблонами, забезпечуючи при цьому плавний перехід від одного перетину до іншого, а також симетричність кожної з ділянок щодо лінії ДП (вживані інструменти – широка напівкругла і плоска стамески, напилки з крупною насічкою, виготовлені шаблони);

5) внутрішній об'єм корпусу одержують довбанням, починаючи від корми і носа і поступово переміщаючись до середини корпусу; перед довбанням розмічають товщину стін бортів, а в процесі роботи цю товщину постійно перевіряють (вживані інструменти – перові свердла, коловорот, невеликі долота, напівкруглі стамески; в окремих частинах можна застосовувати свердильний верстат, кронциркуль);

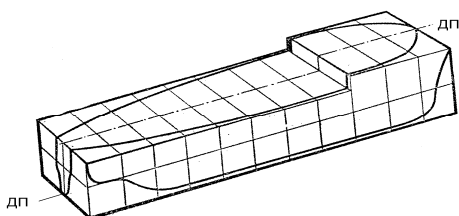


Рис. 5.36. Розмітка бруса для виготовлення корпусу моделі з цілого шматка деревини

6) остаточна обробка корпусу (вживані інструменти – малі рубанки, стамески, ніж-косяк, рашпілі, наждачна шкура різної зернистості, шаблони);

7) попередня обробка корпусу: шліфівка, ґрунтовка, фарбування масляними фарбами і лакування (вживані інструменти – дрібна наждачна шкірка, гумові шпатель, кисті);

8) сушка корпусу;

9) після висихання корпус піддають чистовій обробці: остаточній шліфовці, фарбуванню за допомогою пульверизатора в різні кольори і поліровці.

### 5.3.4. Виготовлення набірних корпусів для моделей суден

Це більш прогресивна технологія. Такі корпуси можна виготовляти практично для всіх видів моделей. Вони легкі, міцні,

добре зберігають форму і забезпечують моделям хороші ходові якості.

Розглянемо найтипівішу технологію виготовлення набірного корпусу моделі бота (рис. 5.37), детально розглянуту в [85].

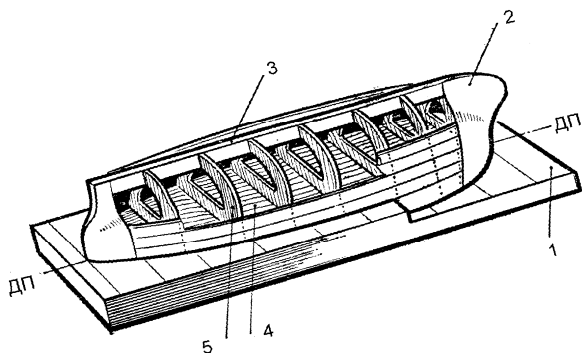


Рис. 5.37. Виготовлення набірного корпусу моделі бота:

- 1 – дошка-стапель;
- 2 – носова частина, виготовлена з дерева;
- 3 – кіль;
- 4 – палуба; 5 – шпангоути

Послідовність виготовлення наступна:

- 1) виготовляють плоску гладку дошку-стапель за розмірами на 3...4 см більше, ніж довжина і ширина палуби;
- 2) на дошці-стапелі наносять лінію ДП і лінії шпангоутів через шпациї згідно теоретичному кресленню і проводять їх нумерацію;
- 3) з фанери завтовшки 2...3 мм вирізують контури палуби по проекції «напівширота»;
- 4) на палубі з внутрішньої сторони розмічають лінії ДП і роблять на її краях вирізи для установки шпангоутів;
- 5) встановлюють палубу на стапелі, суміщаючи відповідні лінії ДП і шпангоутів;
- 6) виготовляють з фанери кільову раму і шпангоути, які нумерують, в шпангоутах роблять пропили для складання з кільовою рамою;
- 7) проводять попереднє складання каркасу корпусу: шпангоути вставляють в пропили палуби і скріплюють кільовою рамою;
- 8) якщо передбачені поздовжні ребра жорсткості (стрингери), то їх підганяють по пазах шпангоутів;

9) усувають в зборі знайдені перекоси і неточності, після чого весь набір збирають на клею (казеїновий, ПВА, нітроклеї АК-20) і закріплюють маленькими гвоздиками або нитками;

10) після висихання клею набір зачищають напилками і наждачним папером;

11) з тонкої фанери або шпону вирізають смужки для обшивки (ширину підбирають дослідним шляхом) і просочують їх нітроклеєм;

12) підготовлені смуги прибивають дрібними цвяхами до шпангоутів і стрингерів, починаючи від палуби до кіля, причому обшивку ведуть одночасно з лівою і правої сторони корпусу.

### 5.3.5. Виготовлення механічного приводу судномоделей

Моделі суден і кораблів дуже часто роблять з електричними двигунами постійного струму, оскільки з їх допомогою можна легко реалізовувати прямий і зворотний ходи моделей, а також змінювати їх швидкість. Краще всього використовувати тихохідні двигуни з числом оборотів від 500 – 800 хв<sup>-1</sup> при діаметрі ходового гвинта 30 – 40 мм. При використанні високо оборотних двигунів необхідно використовувати редуктори або застосовувати гвинти меншого діаметра.

На рис. 5.38 наведено конструкцію, призначену для передачі обертаючого моменту від двигуна (або від редуктора) через гребний вал до гребного гвинта [49, 92].

Гребні вали виготовляють із прутка загартованої сталі діаметром 4 - 6 мм (залежно від діаметра гребного гвинта і потужності двигуна). На одному кінці валу 3 встановлюють гребний гвинт 2 з обтічником 1, на іншому – яке-небудь пристосування для з'єднання валу з двигуном або редуктором, наприклад, на рис. 5.38, а представлена карданна передача 6. Дуже часто для виготовлення гребних валів використовують металеві спиці для в'язання, а також велосипедні або мотоциклетні спиці.

Гребний вал вставляють в дейдвуд, який є металевою трубкою 4 з внутрішнім діаметром 4—8 мм з підшипниками на його кінцях, а якщо це необхідно, то і в середині. Як трубку можна рекомендувати латунні трубчасті елементи телескопічних антен. Як підшипники використовуються упресовані в трубку 4 латунні, бронзові або фторопластові втулки 5 з внутрішнім діаметром, відповідним

діаметру гребного валу (рис. 5.38, а). Для зменшення тертя в дейдвуд іноді вставляють маленький шарикопідшипник 8, але тоді його запресовують в спеціальну втулку, яку туго насаджують на дейдвудну трубку і проपाюють оловом (рис. 5.38, б). Очевидно, що підшипник вставляється в ту частину дейдвуда, яка в процесі руху судномоделі не стикається з водою.

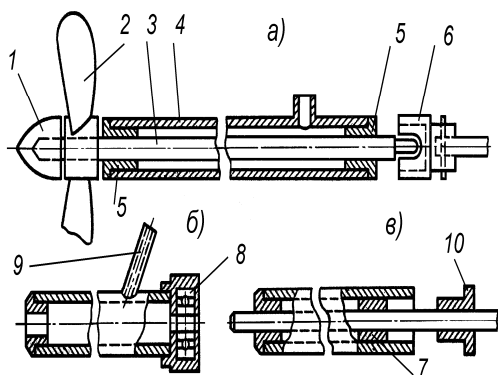


Рис. 5.38. Конструкції дейдвуда:  
а) – з латунними або фторопластовими підшипниками ковзання і карданною передачею;  
б) – з шарикопідшипником; в) – з сальниковим набиванням

Для набивання мастила в дейдвуд близько до його кінця, який розташований в корпусі моделі, припаюють короткий (30–40 мм) відрізок трубки 9 з гвинтом, за допомогою якого можна подати мастило всередину дейдвуда. Як мастило можна рекомендувати або тавот, або будь-яку іншу з відповідною консистенцією.

Для моделей підводних човнів дейдвуди роблять водонепроникними. З цією метою бронзову або латунну втулку-підшипник 7 заглиблюють в дейдвудну трубку на 8–12 мм і припаюють через спеціально просвердлений для цього отвір в дейдвуді. Частину вільного простору між валом і дейдвудом заповнюють шпагатом або суворими нитками, просоченими тавотом, обтискують їх другою втулкою 10 і пропаюють (рис. 5.38, в) – таким чином в середині між підшипниками 7 і 10 виходить щось подібне сальнику.

Дейдвуди встановлюють на моделі так, щоб вони по можливості розташовувалися паралельно конструктивній ватерлінії моделі і забезпечували зазор між гребним гвинтом і низом корпусу моделі не менш 0,12–0,28 діаметра гребного гвинта. Якщо діаметр гребного гвинта не дозволяє виконати ці умови, то дейдвуд

встановлюють під невеликим кутом по відношенню до діаметральної площини (ДП) і з нахилом до площини ватерлінії, а на швидкісних керованих моделях це взагалі неминуче.

Треба пам'ятати, що нахил гребних гвинтів від горизонталі на величину більше  $12^\circ$  значно зменшують ККД механічної системи. Тому на швидкісних моделях застосовують карданне з'єднання, яке забезпечує горизонтальність розташування гребного валу і гребного гвинта.

Існують різні способи з'єднання двигунів з гребними валами і редукторами. На маленьких моделях з електродвигунами потужністю 5–10 Вт і гумовими моторами вдаються до найпростішого з'єднання двигуна з гребним валом, яке виконують за допомогою пружини, гумової трубки, відрізків оболонки стрижнів кулькових ручок, заломлених гачків на кінцях валів і т.п.

Але все таки найнадійнішим з'єднанням є шарнірне карданне (рис. 5.38, а, поз. 6), яке забезпечує передачу достатньо великого крутного моменту і не вимагає високої співвісності валів, що механічно сполучаються.

### **5.3.6. Технологія виготовлення найпростіших гребних гвинтів**

Найпростіший спосіб виготовлення гребного гвинта для моделі з гумовим двигуном полягає в наступному: на листі жерсті або латуні завтовшки 0,5–0,6 мм циркулем-вимірником викручують коло потрібного діаметра. Потім, не міняючи розчин циркуля, ділять її на три рівні частини (якщо гвинт трилопатевий), а точки розподілу сполучають з центром кола прямими, лініями.

Вирізавши заготовку лопатей по колу ножицями уздовж розмічених ліній (радіусів) роблять розрізи, не доводячи їх до центру кола на 3–4 мм. Краї лопатей закругляють (рис. 5.39, а).

Із сталевго дроту, цвяха або велосипедної спиці діаметром 1,5–2 мм виготовляють гребний вал, один кінець якого (завдовжки 3–4 мм) загинають під прямим кутом. В центрі заготовки пробивають отвір, вставляють туди гребний вал і його відігнутий кінець припаюють до заготовки. Місце паяння і кінці лопатей гвинта захищають напилком і наждачним папером.

Щоб гвинт відкидав воду назад і тим самим створював упор для просування моделі, лопаті його розгортають на  $30-35^\circ$  в одну сторону від площини гвинта. Для більшої ефективності роботи гвинта лопаті трохи згинають, додаючи поперечним перетинам контур дуги. Опуклість дуг повинна бути направлена у бік носа моделі, а угнутість — в корму.

Продівши вільний кінець гребного валу в кронштейн за допомогою круглогубців, роблять гачок у вигляді знака питання. На цей гачок можна буде надіти петлю гумоомотора (рис. 5.39, б).

Такі гребні гвинти виготовити достатньо просто, але якість їх невисока. Тому їх конструкцію можна рекомендувати тільки для починаючих моделістів, що придбавають початкові навички конструювання судномоделей з гумовими двигунами.

Для судномоделей з електричними двигунами або з ДВС більш поширений спосіб виготовлення гребних гвинтів з латуні або сталі завтовшки 0,5–2 мм залежно від розміру і необхідної міцності гвинта [92].

Конструкція гвинта збірна: окремо виготовляються маточина і лопаті. Лопаті вставляють в прорізи на маточині (рис. 5.40) і припаюють.

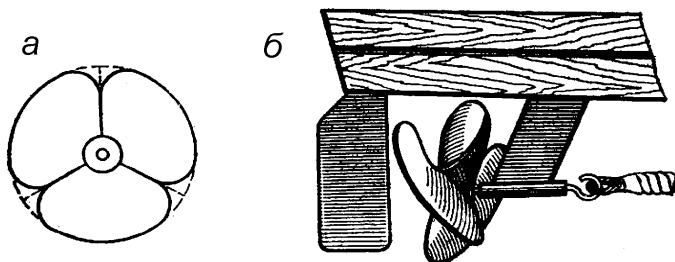


Рис. 5.39. Схема, що показує виготовлення гребних гвинтів для гумових двигунів: а – розкрій гвинта з листа; б – характерна геометрія гвинта і його закріплення в підшипнику

Перш ніж вирізувати лопать гвинта з тонкої жерсті або латуні, виготовляють шаблон контуру лопаті з позначеною на ньому осью лінією. За допомогою рисувалки контур лопаті переносять на листову сталь або латунь. З невеликим припуском до розміченого



контуру ножицями по металу вирізують заготовку лопаті і вирівнюють її дерев'яним молотком (киянкою). А щоб всі лопаті були однакового розміру, їх складають до купи в пакет, обробляють напилком в лещатах, На лопатях рисуwalkою проводять осьові лінії. Потім на токарному верстаті виточують маточину необхідного діаметра і довжини з внутрішнім отвором під передбачуване різьблення.

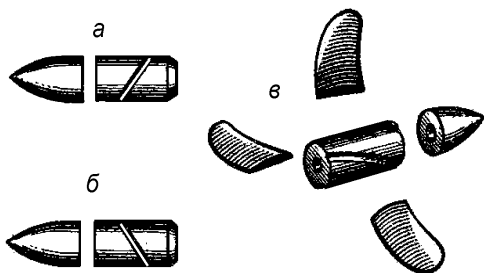


Рис. 5.40. Виготовлення паяного гребного гвинта:  
а – ліва маточина; б – права маточина; в – деталі збірного гребного гвинта

Перш ніж вирізувати лопать гвинта з тонкої жерсті або латуні, виготовляють шаблон контуру лопаті з позначеною на ньому осьовою лінією. За допомогою рисуwalkи контур лопаті переносять на листову сталь або латунь. З невеликим припуском до розміченого контуру ножицями по металу вирізують заготовку лопаті і вирівнюють її дерев'яним молотком (киянкою). А щоб всі лопаті були однакового розміру, їх складають до купи в пакет, обробляють напилком в лещатах, На лопатях рисуwalkою проводять осьові лінії. Потім на токарному верстаті виточують маточину необхідного діаметра і довжини з внутрішнім отвором під передбачуване різьблення.

Перш ніж пропиляти в маточині пази для установки в них лопатей, на маточині роблять розмітку, розбиваючи її на рівні частки (кути).

Роблять це так. Приблизно  $1/3$  довжини маточини злегка затискають в лещатах (якщо її треба розділити на дві частини) або в патрон дреля (якщо її треба розділити на три частини), після чого по ній ударають дерев'яним молотком до тих пір, поки вільний кінець її не порівняється з губками лещат або дреля. Коли маточина буде звільнена, то на ній (від тертя по губках лещат або дреля) буде розмічено дві або три борозенки, що розділяють її на рівні частини.

Потім, затискаючи маточину в лещатах (кожного разу отриманою борозенкою догори), ножівкою по металу на ній запилюють бази для кріплення в них лопатей гвинта.

### 5.3.7. Виготовлення стерна

Починаючи судномоделіст на моделях простих конструкцій встановлює звичайно просте (небалансирне) стерно пластинчастої форми. Виготовити його можна таким способом (рис. 5.41).

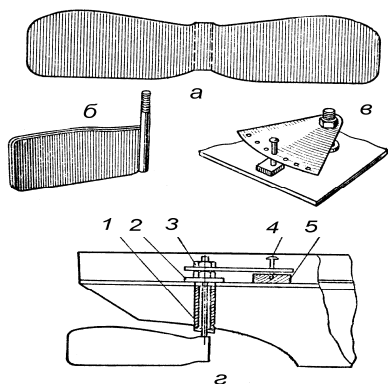


Рис. 5.41. Виготовлення найпростішого стерна:  
а – розкрій пера стерна;  
б – обгинання балера і паяння;  
в – виготовлення румпеля;  
г – рульовий пристрій на моделі:  
1 – гелмпортова труба;  
2 – шайба; 3 – гайка;  
4 – штир для фіксації стерна в строго певному положенні;  
5 – дерев'яна подушка

Спочатку з щільного паперу вирізують і підганяють по місцю установки шаблон розгорненого контуру пера стерна, а потім по ньому з жерсті або латуні завтовшки 0,3–0,5 мм вирізують заготовку. Потім її огинають навкруги балера стерна, обтискують і пропаюють оловом. Балер роблять із сталевого дроту діаметром 2–3 мм. Можна з цією метою використовувати велосипедні або мотоциклетні спиці. На верхньому кінці балера нарізують різьбу, за допомогою якої кріплять румпель стерна. В кормі корпусу моделі свердлять отвір, в який вставляють гелмпортову трубу і жорстко її закріплюють в корпусі за допомогою, наприклад, епоксидного клею.

Рульовий привід для некерованих моделей є секторним румпелем. Вирізують його з жерсті або латуні. По дузі сектора на відстані 2–4 мм один від одного свердлить отвори для штиря 4. Штир робиться з тонкого цвяха або дроту і служить для закріплення сектора стерна в заданому положенні. Для установки штиря на

палубі приклеюють подушку 5, вирізану з твердої породи дерева. В центрі подушки свердлять отвір.

Для керованих по радіо моделей румпель 3 роблять вільним і сполучають його з валом рульової машинки 6 за допомогою тяги 4 і куліси 5 (рис. 5.42).

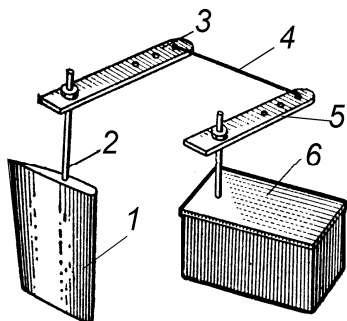


Рис. 5.42. Кінематична схема рульового приводу для керованої по радіо моделі катера з одним стерном:  
1 – стерно; 2 – балер стерна;  
3 – румпель; 4 – тяга; 5 – куліса валу рульової машинки;  
6 – рульова машинка

### 5.3.8. Виготовлення моделі плоту.

Конструкція плоту наведено на рис. 5.43. Автор моделі В.О. Шпаковський [95] вважає, що конструкція плоту настільки проста, що навіть ті, хто не має досвіду роботи з моделями, можуть добре з нею справитися.

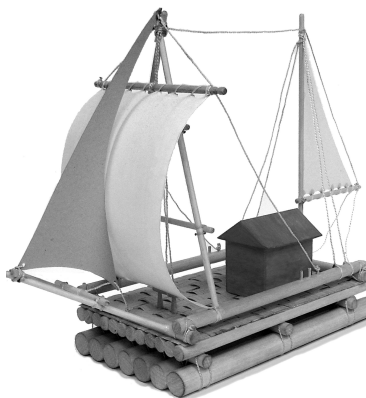


Рис. 5.43. Модель річкового плоту

Основні робочі інструменти для спорудження цієї моделі – гострий ніж і металева лінійка. Тим, хто не уміє добре володіти

ножем, можна порадити працювати лобзиком або шлицьовкою (невеликою пилкою з ручкою).

З матеріалів знадобляться картон (наприклад, що використовується на уроках технології в початкових класах), кольоровий папір, соснові рейки, солома. Стануть в нагоді і держакі від святкових прапорців, що стали непридатними. Проте головним «будівельним матеріалом» для цієї моделі стане соснова кора, яка з успіхом замінить бальзу.

Для склеювання знадобиться клей БФ-2, «Суперцемент», «Марс», «Момент-1». Можна використовувати з дотриманням всіх правил безпеки епоксидний клей ЕДП.

Технологія виготовлення моделі в масштабі приблизно 1:50 показана на рис. 5.44.

Із зібраних в лісі або парку шматків опалої соснової кори за допомогою ножа вистругуються спочатку бруски квадратного перетину – заготовки «колод», а потім і самі «колоди» завдовжки 200 мм і завтовшки 17 мм (рис. 5.44, а, б). Поверх склеєних між собою «колод» укладаються три поперечні «колоди» з рейок або держаків від прапорців; вони прив'язуються суворими нитками, що імітують канати (рис. 5.44, в). Поздовжній настил з 12 «колод» діаметром 10 мм і завдовжки 190 мм кожне також робиться з кори, обробленої ножем, шліфувальною шкурою і сполученої за допомогою клею (рис. 5.44, г).

Поверх настилу колоди приклеюється палуба-плетінка, яка збирається з пропрасованих праскою солом'яних стебел, переплєтених між собою, або, якщо це важко, з тонких нарізаних з жовтого паперу смужок (рис. 5.44, д).

Для захисту від хвиль пліт має фальшборт (огорожу, що захищає від зісковзування за борт). Він зв'язується з «колод» того ж діаметра, що і «колоди» поздовжнього настилу, і приклеюється до палуби (рис. 5.44, е). Для кріплення головної щогли в бічних «колодах» ближче до носа свердлом або шилом проробляється отвір. Окрім цього, в цих же бічних колодах проколюються шилом отвори для кофель-нагелів, які служать на плоту для кріплення всіляких снастей. Вони робляться із загострених шматочків сірників (рис. 5.44, м).

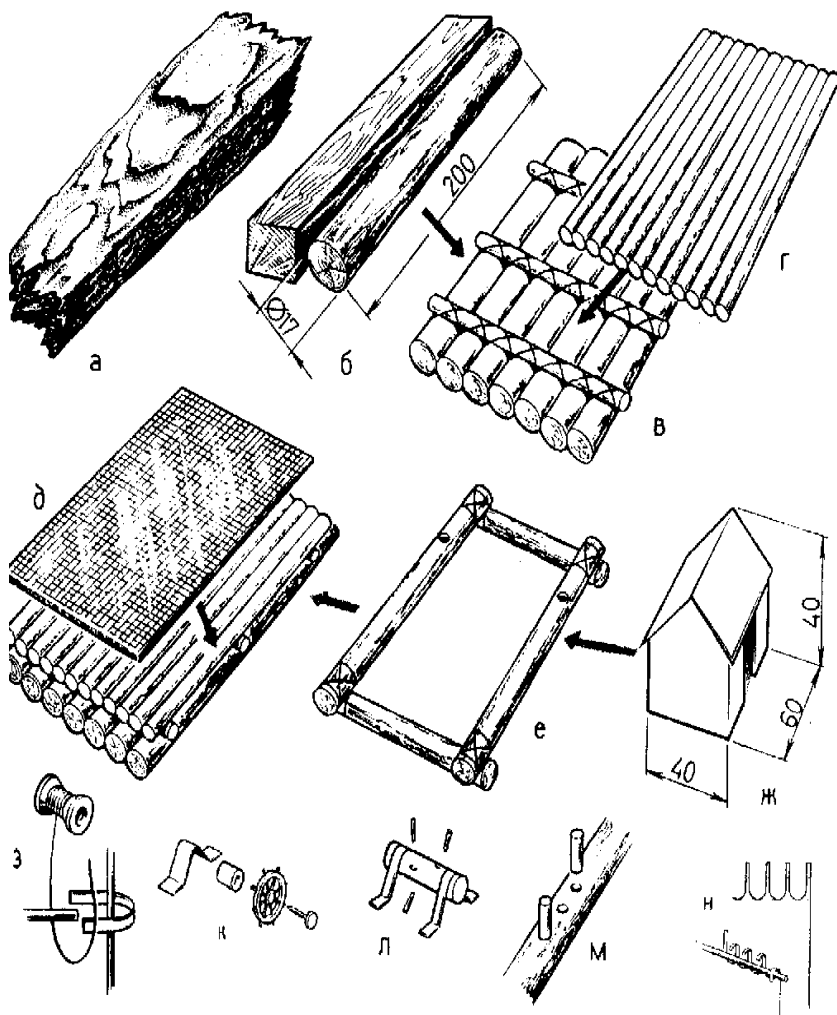


Рис. 5.44. Ілюстрація складання моделі плоту:  
 а – заготовівка з соснової кори; б – послідовність виготовлення колод; в – технологія їх з'єднання; г – подовжній настил з колод; д – палубний настил з солом'яної плетінки; е – монтаж огорожі; ж – хатина; з – кріплення гіку до щогли; к – монтаж штурвального колеса; л – підйомна лебідка; м – кофель-нагелі ботів кріплення снастей; н – реванти кріплення вітрила до реї.

Щогли для плоту і бушприт (похилу щоглу на носі судна) вистругуються з рейок. При цьому довжина рейок для головної А-подібної щогли повинна бути 190 мм, кормової – 130 мм, бушприта (також А-подібної форми) – по 90 мм.

Поперечні кріплення на щоглу і бушприт краще всього робити з соломин, також як і гик на задній щоглі для розтяжки нижнього краю (шкаторини) вітрила. Довжина гика – 55 мм. Щоб він міг обертатися навкруги щогли, його кріплення виконується у вигляді смужки щільного паперу, картону або жерсті, зігнутої у вигляді дужки і примотаної до гика нитками (рис. 5.44, з).

Хатина (рис. 5.44, ж) вирізується і склеюється з картону або щільного паперу і обклеюється розщепленими уподовж соломинами або ж розкресленим фломастером жовтим папером.

Вітрила робляться з кальки, забарвленої в світло-сірий колір слабким водним розчином чорної туші або акварелі. Вони прикріплюються на першій щоглі і гика другої щогли за допомогою зігнутих навпіл паперових смужок, які обертаються навкруги реї, щогли або гика і змазуються клеєм (рис. 5.44, н)

Окрім кальки, вітрила можна зшити також з батисту, попліну, тонкої перкалі або шовку. Їх розміри і форму легко визначити після того, як буде зроблено основу моделі.

Щоб імітувати наповнене вітром вітрило з тканини, його слід добре накрохмалити і підвісити сушитися за чотири кути, насипавши в нього сухий пісок. Між піском і тканиною необхідно прокласти целофан або марлю – це дозволить зберегти поверхню вітрила чистою. Добитися природно опуклої форми вітрил можна і іншими способами. Наприклад, розтягуючи їх для просушування на поверхні великих банок або, зробивши рамку і зафіксувавши на ній вітрило, направити на нього струмінь повітря з пілососа. В цьому випадку накрохмалена поверхня висохне за декілька хвилин, і при цьому збережеться форма, яку тканина прийняла від створеного пілососом вітру (рис. 5.45).

Штурвал діаметром 20 мм і лебідка (рис. 5.44, к, л) виготовляються з щільного паперу і шматочків заструганої рейки за допомогою канцелярського різака.

Готова модель за допомогою фарборозпилювача (але можна і м'яким пензликом) покривається лаком: меблевим або цапон-лаком.

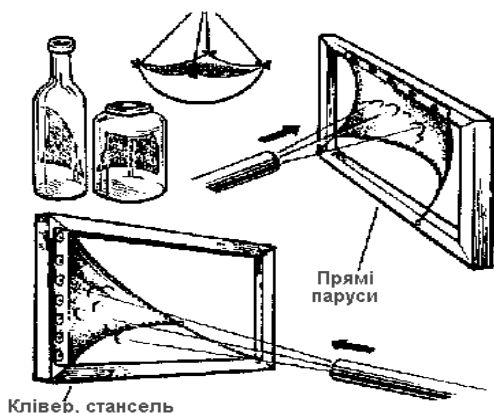


Рис. 5.45. Технологія виготовлення вітрил

Для випробування моделі на воді в середині плоту між колодами закріплюється кіль, зроблений із смужки фанери завдовжки 100 і шириною 20 мм. Через кіль модель при зберіганні зажадає нескладну підставку. Модель без кіля можна вільно ставити на будь-яку плоску поверхню.

З моделями плоту можна проводити цікаві ігри і навіть змагання. Тільки важливо пам'ятати, що кору для виготовлення моделі слід збирати із землі - у жодному випадку не обломлювати з дерев, оскільки це завдає їм великої шкоди!

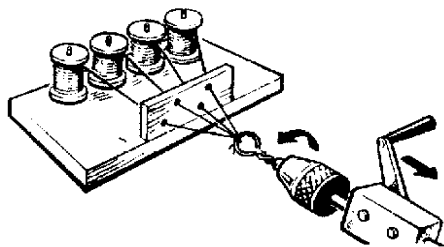


Рис. 5.46. Пристосування для виготовлення «канатів» з скручених ниток

### 5.3.9. Модель підводного човна.

Прототипом даної моделі є дизельний підводний човен «Северянка». Загальний вид моделі наведено на рис. 5.47. Модель розроблена Б. Абрамовим [2].

Для роботи над моделлю знадобляться: лобзик, ножиці по металу, електричний паяльник, складаний ніж, рашпіль, наждачний папір, водостійкий клей і фарби.

Виготовлення моделі починається з корпусу. З фанери завтовшки 4 мм вирізуємо прямокутну заготовку розміром 430х50 мм. Викреслимо на ній контур корпусу 1 і випиляємо його лобзиком, дотримуючись при цьому точності виготовлення. Краї підрівняємо рашпілем, надфілем і зачистимо наждачним папером.

З легких порід дерева або пінопласту виготовимо булі 8. На справжньому підводному човні булі — це сталеві обтічники, які закривають систему баластних цистерн. Вони додають корпусу човна обтічну форму, забезпечують необхідний запас плавучості. Булі, виготовлені таким чином, додадуть моделі об'ємний вигляд. Закріпіть їх на корпусі за допомогою клею «Титан», який використовується для кріплення плиток стель.

Далі приступаємо до розмітки прорізів для установки носового горизонтального стерна 17 і кормового вузла 19. Щілини пропиляємо здвоєною пилою, а щоб пили в лобзику не розходилися, спаяємо їх між собою.

Стерно моделі деталі 17 і 19 і гребний гвинт 11 вирізуємо з жерсті від консервної банки. Віссю гвинта (деталь 13) служить шпилька діаметром 0,9 мм. Для міцності її слід зігнути і припаяти до гвинта. Направляючу трубку підшипника 12 з латуні або жерсті накатаємо на спиці діаметром 1 мм. Зручніше всього припаяти цю трубку до лапок 14, вставивши в її отвір бамбуковий стрижень діаметром 0,9 і завдовжки 30—40 мм. Для зменшення тертя на вісь гвинта надягаємо 2 або 3 шайби з різнорідних металів.

Лопаті гребного гвинта необхідно відігнути на кут 40° щодо площини його обертання. Ходову рубку кріпимо до корпусу за допомогою клею і двох металевих ромбів 6. Перископи 3 і 4 виготовимо з дроту діаметром 0,6—0,7 мм. Шпигати нарізуємо з щільного чорного паперу і наклеїмо по розмітці креслення. Ватерлінія — смужка з того ж паперу і також приклеюється. Ділянку носового стерна і кормового вузла обмотаємо тонкою ниткою, просоченою клеєм «Момент». Кормовий вузол, виготовлений з цілого листа жерсті, утворює горизонтальне кормове стерно 19, вертикальне стерно курсу 14 і дві лапки кронштейна гребного гвинта 20.

Модель добре занурюється і спливає за наявності позитивної плавучості, що становить приблизно 14 г. Як визначити цю величину?



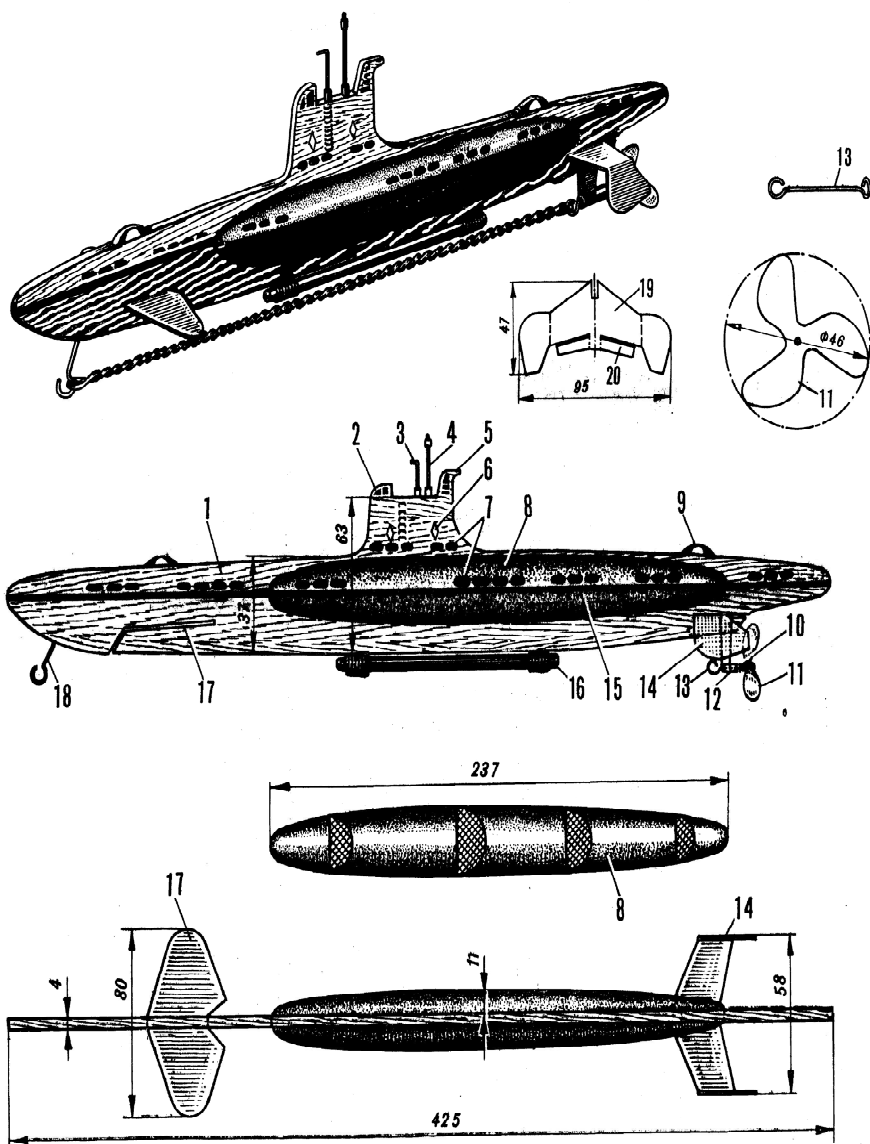


Рис. 5.47. Модель дизельного підводного човна «Северянка» з гумовим двигуном

Знайдемо центр ваги (ЦВ) моделі і відзначимо це місце, заколовши в нього шпильку. Прив'яжемо до неї на трьох дротах кришку (наприклад, від пластикової пляшки) і покладемо в неї вантаж масою приблизно 15–20 г (можна використовувати дробини). Зануливши модель у воду, доб'ємося такого положення, щоб модель рівно і поволі занурювалася у воду. Потім акуратно зважимо на точних терезах дробини, що залишилися, і систему підвіски (масу кришки, шпильки, дроти). Знаючи їх масу, зовсім неважко підібрати відповідний по вазі шматок сталевго прутка 16 для баласту. Кінці прутка обробимо напилком і прикріпимо нитками, просоченими клеєм, до кіля в тому місці, де знаходиться центр ваги.

## **5.4. Виготовлення моделей авіаційної техніки**

### **5.4.1. Повітряний змій-акробат**

Улюбленою забавою школярів є запуск повітряних зміїв. Запустити змія і милуватися його вільним ширянням — заняття саме по собі захоплююче. Можна навчити змія виконувати і фігури вищого пілотажу. Але для цього потрібна спеціальна конструкція і пристрій для управління. Така конструкція повітряного змія-акробата запропонована В. Альошкіним [6] (рис. 5.48).

Перш за все слід зробити міцну, але в той же час і легку конструкцію, що володіє максимально можливою для плоских зміїв підйомною силою. Крім того, потрібно мати своєрідний «пульт управління» — пристосування, за допомогою якого можна передавати команди від руки. А щоб команди доходили до змія, ширяючого високо в небі, необхідний не один, а два леєри.

Які ж технічні новинки закладені в конструкції. Завдяки особливій формі крил при стійкому вітрі вдається добитися хороших льотних якостей цього літального апарату. Але швидкість вітру - величина майже завжди мінлива. При раптових поривах відбувається зрив потоку повітря за площиною змія і він, позбавившись опори, починає перекидатися.

Досвідчені моделісти, знаючи про підступність вітру, йдуть на різні хитрування. В описуваній конструкції використана одна з них.

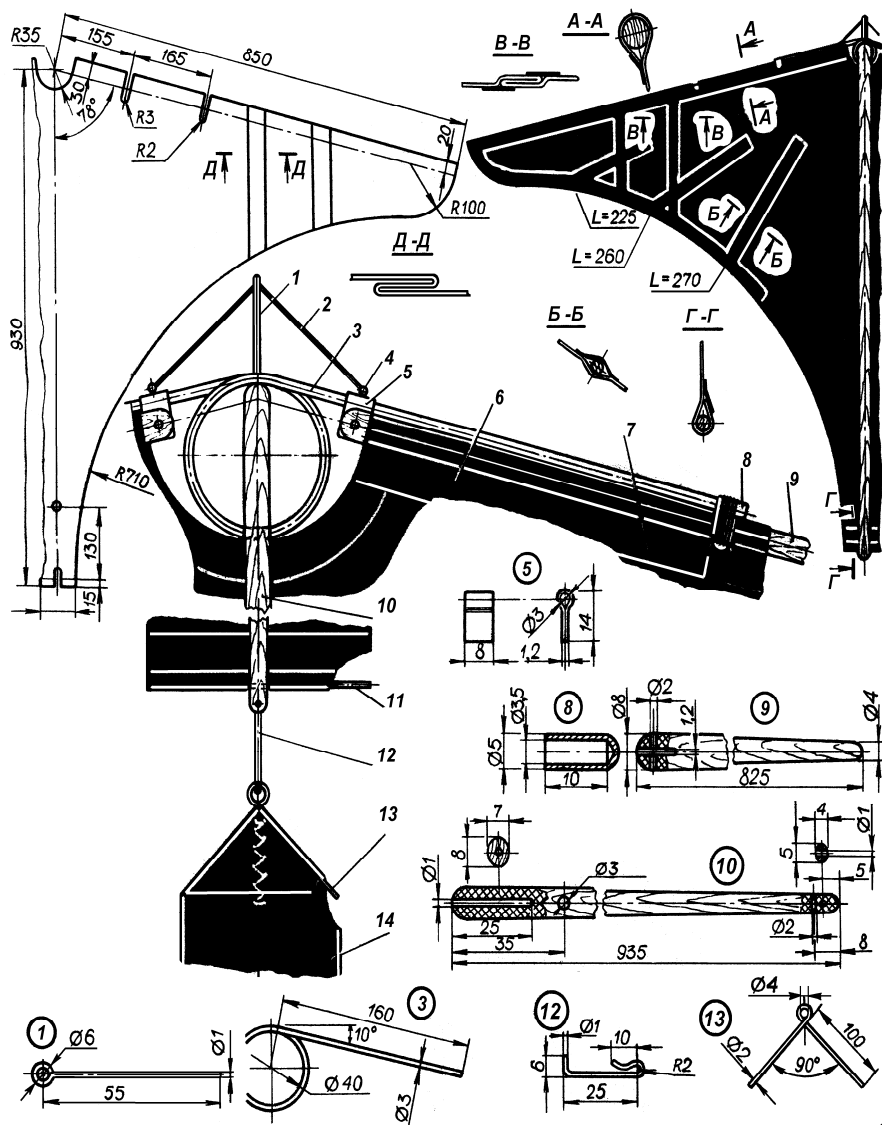


Рис. 5.48. Конструкція змія-акробата: 1 — шпилька, 2 — гумова амортизація, 3 — пружина, 4 — кільце, 5 — фіксатор, 6 — стрічка, що самоклеїться, 7 — обшивка, 8 — обмежувач, 9 — поперечна рейка, 10 — поздовжня рейка, 11 — палець, 12 — сполучна скріпка, 13 — захват; 14 — хвіст змія.

Зверніть увагу на ніс змія. По-перше, поперечні рейки з'єднуються з поздовжньою за допомогою пружинячого кільця. По-друге, між собою вони додатково зв'язані гумовою амортизацією. Такий подвійний зв'язок дозволяє крилам змія краще реагувати на пориви вітру — при сильних поривах вони трохи складаються. Правда при цьому трохи зменшується підйомна сила, зате істотно зростає стійкість.

Для спорудження такого змія не вимагається дефіцитних матеріалів. Несучий каркас утворюють три рейки з прямошарових соснових або ялинових брусків. За заданими на рисунку розмірами необхідно так обробити бруски, щоб вони придбали загострену форму. В потрібних місцях треба зробити пропили і просвердлити отвори. Бажано заготовки покрити 1–2 шарами безбарвного лаку.

Скріплюватимемо рейки металевими деталями: шпилькою, пружинячим кільцем, фіксатором і обмежувачем. З них - перші дві сталеві, інші — з дюралюмінію. Щоб обмежувачі не ковзали по рейці, стягнемо їх між собою ниткою, просоченою клеєм.

В лівій частині рисунка показано розгортку обшивки крила. Перенесемо контури на шматок тонкої поліетиленової плівки — вони вже зроблені з урахуванням припусків. Виріжемо заготовку ножицями. В місцях, вказаних на рисунку (див. перетин Д-Д), зробимо складки. Щоб вони не розкрилися, шви прихопимо плівкою, що самоклеїться (див. переріз В-В). Тепер розкладемо обшивку на підлозі, покладемо на неї каркас, підігнемо припуски і прихопимо краї липкою стрічкою. Додаткову міцність обшивці додадуть круглі палички, встановлені так, як показано на перетині Б-Б.

Хвіст змія — матерчата стрічка довжиною близько 5 м. За допомогою захвату і сполучної скріпки приєднаємо її до каркасу.

Залишається прив'язати до змія дві вуздечки — два шматки волосіні діаметром 0,5–0,6 мм. Врахуйте, від передньої кромки крила до точки перегину довжина вуздечки приймається рівно 1 м, а від точки перегину до хвоста доведеться підібрати дослідним шляхом (вона ж залежить від маси змія, площі крил і швидкості вітру). В точках перегину до вуздечок прив'яжемо два лесери — кінці волосіні діаметром 0,8–0,9 мм і завдовжки по 100 м.

«Пульт управління» змія — пристосування, загальний вид якого ви бачите на рис 5.49, зліва. Зручна ручка широко розставлені плечі. Лесери намотані на дві спарені катушки — кожна по 100 м

волосіні. Щоб запобігти мимовільному змотуванню леєрів, катушки забезпечені стопором — підпружиненою пластмасовою пробкою з приводом на курковий механізм (рис. 5.49, справа).

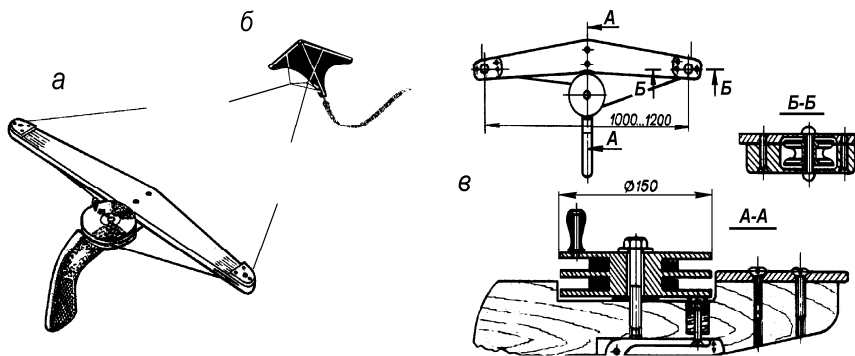


Рис. 5.49. Управління польотом повітряного змія: а - пристрій для управління; б - повітряний змій; в - елементи конструкції пристрою для управління

Запуск змія проводиться удвох. Ваш товариш бере змія і стає обличчям до вітру. У ваших руках «пульт управління». Натискаючи на курок, треба змотати з катушки метрів 10—15 волосіні і, відійшовши від товариша, сильніше натягнути обидва леєри. А зараз разом зробіть коротку пробіжку проти вітру і запустіть змій.

Дивіться, підхоплений вітром, він рветься вгору. Поступово, відпускаючи по 3—4 м, підніміть його на висоту, де швидкість вітру більше.

Але леєри повністю змотані з катушок. Змій парить високо в небі. Як же примусити його виконувати акробатичні фігури? Зверніть увагу на пристосування — в початковий момент воно мимовільно встановилося упоперек напрямку вітру і утримується строго горизонтально. Що ж відбудеться, якщо тепер повернути його в горизонтальній площині на 90°? Площина змія теж розвернеться, по відношенню до вітру він займе «незручне» положення і почне падати. Запобігти падінню можна, якщо швидко підвести один з кінців пристосування. Край змія підійметься, набігаючий потік вітру упреться в площину і буде підтримувати та зміщувати змія убік.

Освоївши цю нескладну фігуру, спробуйте потім завершити повний оберт змія навкруги вертикальної осі. Добившись легкості виконання цього основного елемента, приступайте до розучування акробатичних піруетів.

#### **5.4.2. Виготовлення найпростішої моделі планера з паперу.**

Виготовлення цієї моделі планера [85] можна запропонувати учням молодших класів в групі початкового моделювання (рис. 5.50, вгорі).

На підібраних за розмірами листах паперу гостро загостреним олівцем за допомогою лінійки і косинця виконуються креслення крил 3, стабілізатора 4 і кіля 5 в масштабі 1:1, а на картоні — креслення фюзеляжу 2 і його носової частини 1.

Очевидно, що при таких розмірах планера, крила 3, стабілізатор 4 і кіль 5, виготовлені з одного шару паперу, матимуть недостатню жорсткість, тому їх виготовляють з двох склеєних листів. Лист з кресленням крил перегинають навпіл по правій лінії так, щоб креслення виявилось із зовнішньої сторони. Для кращих умов перегину і для забезпечення необхідної точності виготовлення заздалегідь по лінійці легким натиском зворотною закруглюючою стороною ножа проводять позначку майбутньої лінії згину. Заготівку складають удвічі по лінії згину і пропрасовують перегин фальцбейном. Внутрішню поверхню перегнутої заготівки рівномірно мастьє клеєм ПВА і укладають заготівку під плоский прес. Роль пресу може виконувати рівна дошка з вантажами, металева плита або інший плоский важкий предмет.

Після висихання клею, користуючись лінійкою, картонажним ножом і підрізною дошкою обрізують заготівку по лініях креслення. Лінійку слід притискувати до підрізної дошки так, щоб уникнути зсуву паперу і викривлення ліній розрізів.

Заготівку крила і стабілізатора згинають по других і третіх лініях згину і пропрасовують фальцбейном.

Обробка картону в порівнянні з папером вимагає більших зусиль, ніж папір. При різанні картону ніж треба тримати лезом вниз і під більшим кутом до поверхні, ніж при різанні паперу.

Перед згинанням картонної заготівки по всій лінії згину роблять неглибокий рівномірний надріз. При згинанні надріз

залишається на зовнішній стороні. Закруглюючи елементи на носовій частині фюзеляжу вирізують ножицями.

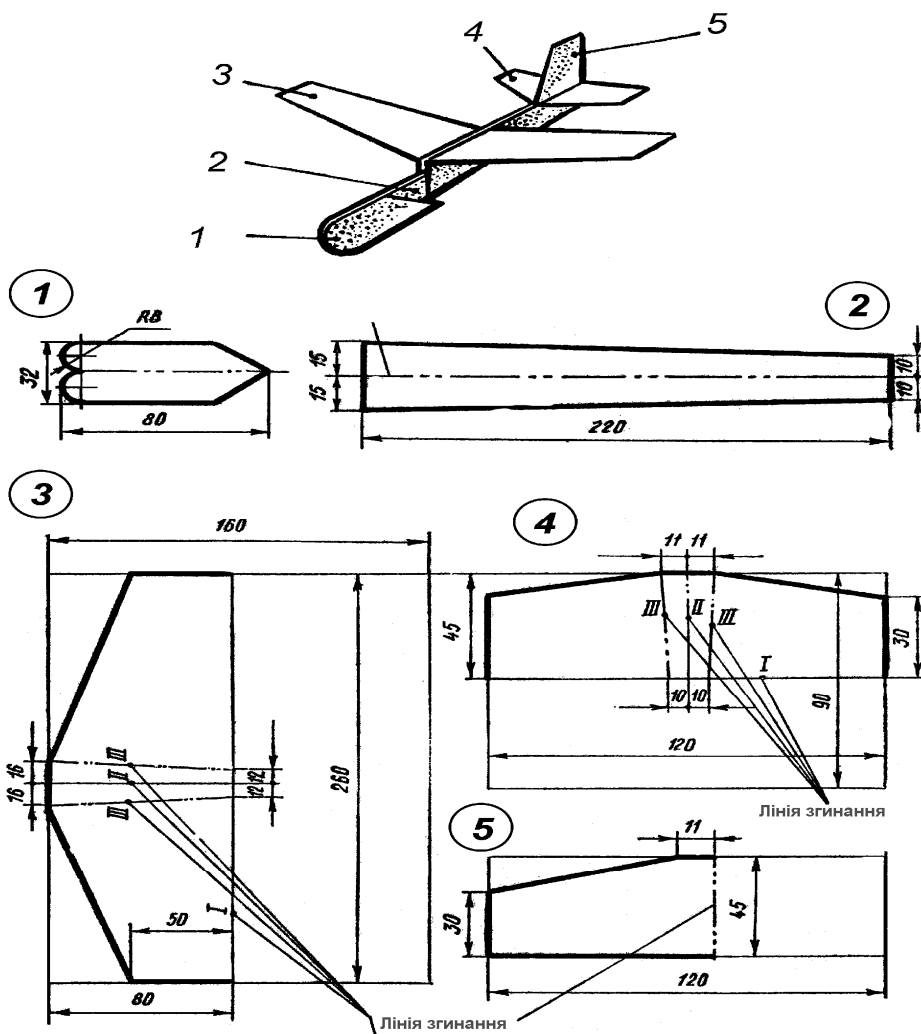


Рис. 5.50. Загальний вигляд і ескізи деталей планера: 1 – ніс планера, картон; 2 – фюзеляж, картон; 3 – крила, папір; 4 – стабілізатор, папір; 5 – кіль, папір.

Заготівку фюзеляжу мащують клеєм по внутрішніх поверхнях, вставляють киль і кладуть під прес. Мащують клеєм внутрішню поверхню носової частини і вклеюють в неї фюзеляж. Аналогічно вклеюють фюзеляж в стабілізатор.

Крило тимчасово закріплюють на фюзеляжі канцелярською шпилькою і визначають розташування центру ваги (ЦВ) моделі. Він має знаходитися на відстані 56—57 мм від передньої кромки крила. Це досягається пересуванням крил «вперед-назад» уздовж фюзеляжу. Якщо переміщення крила не дає позитивних результатів, то можна в носовій частині помістити додатковий вантаж (наприклад, скріпки для паперу).

Добившись потрібної центровки, приклеюють до фюзеляжу крила і регулюють модель в пробних польотах з руки. Відхиляючи площини крила і стабілізатора на різні кути, добиваються плавного і прямого польоту. Правильно відрегульована модель, запущена з руки, повинна пролетіти відстань 10 – 15 метрів.

#### **5.4.3. Виготовлення металевих моделей літаків**

Металеві моделі-напівкопії отримали широке розповсюдження у починаючих авіамоделістів. Враховуючи це, в лабораторії авіамоделювання Центру дитячої і юнацької технічної творчості міста Рибінська (Росія) розробляються і виготовляються такі моделі під керівництвом педагога додаткової освіти С. Колонскова [45].

Завдяки простоті виготовлення і застосуванню доступних матеріалів, моделі цього класу користуються великим успіхом, особливо в літніх таборах відпочинку і літніх дитячих центрах. Їх можна виготовити за короткий строк, а запуски - завжди викликають інтерес у дітей і дорослих.

Металеві моделі запускаються з катапульты, яка по своїй конструкції дуже схожа на рогатку.

Розглянемо конструкцію моделі-напівкопії, як прототип для якої вибраний сучасний надзвуковий бомбардувальник із змінною геометрією (стріловидністю) крила Су-24, що стоїть на озброєнні російських ВПС (рис. 5.51).

Матеріали для напівкопії знадобляться найдоступніші: лист пінопласту ПС-4-40 розміром 300х210 і завтовшки 3 мм, фанера для



носика тієї ж товщини, авіамодельна гума і клей ПВА, а з інструментів будуть потрібні: олівець, лінійка, скальпель, ножиці, шпильки, для розфарбовування – маркери або нітрофарби.

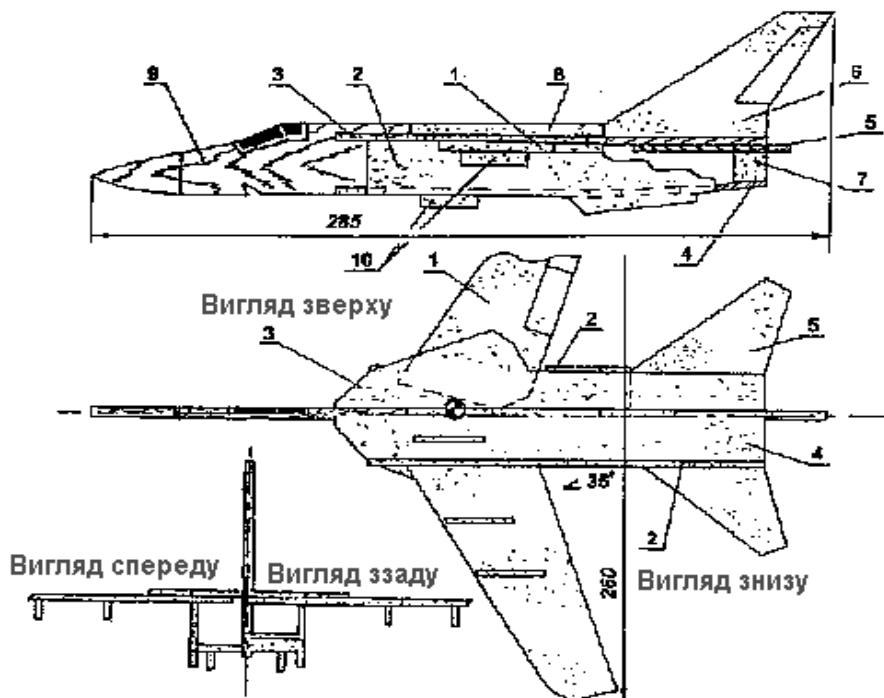


Рис. 5.51. Загальний вигляд металевій моделі-напівкопії літака СУ-24:  
1 – консолі крила; 2 – боковини фюзеляжу; 3 – верхня частина фюзеляжу; 4 – нижня частина фюзеляжу; 5 – половинки стабілізатора; 6 – кіль; 7 – перегородка; 8 – гаргрот; 9 – носова частина фюзеляжу; 10 – пілони підвіски озброєння

Передня частина фюзеляжу виготовляється з фанери, а вся решта деталей вирізується з листового пінопласту.

На рис. 5.52 приведені основні деталі моделі в єдиному масштабі. Для того, щоб отримати необхідні розміри всіх деталей, треба пропорційно збільшити кожен з деталей на цьому рисунку. Для визначення масштабу збільшення на одній з деталей

проставлений її істинний розмір (в даному випадку це деталь 2). Збільшення можна провести різними методами, але краще всього використовувати для цих цілей комп'ютер.

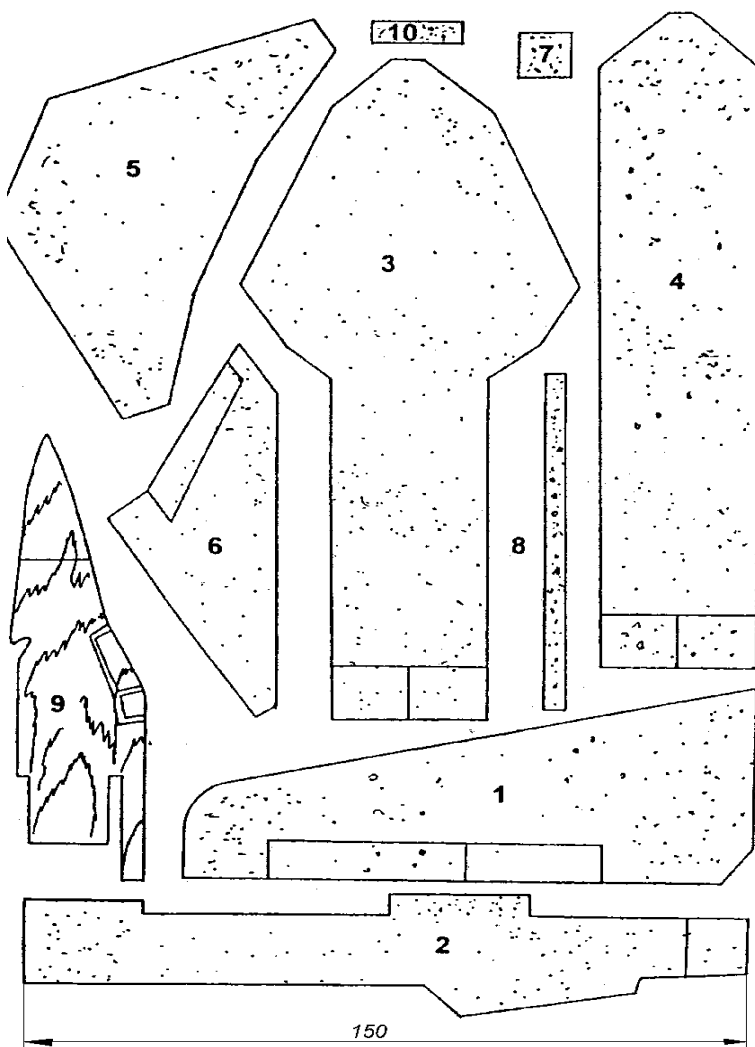


Рис. 5.52. Основні деталі моделі (номери деталей співпадають з рис. 5.51)

Надійніше всього розмічати контури деталей за заздалегідь виготовленими шаблонами з щільного картону. Школярі більш старші можуть перевести конфігурацію деталей з креслення на пінопласт або фанеру за допомогою копіювального паперу. Щоб креслення при цьому не псувалося, його можна ламінувати прозорою плівкою.

Виготовлення моделі починається з розмітки контурів деталей моделі. Робота ця повинна виконуватися з максимальною точністю – від цього залежить польотні якості моделі. Слід врахувати, що для даної напівкопії потрібні подвійний комплект консолей крила і боковин фюзеляжу і шість комплектів пілонів підвіски озброєння.

Найскладніша і трудомістка частина моделі – носова. Вона розмічається на листі фанери і випилюється лобзиком, а потім обробляється напилком і шкіркою. Паз для зачеплення моделлю гумки катапульти не повинен мати гострих кромek, інакше гума від частого зіткнення з ним швидко перетреться.

Наступна операція – вирізання гострим скальпелем по розмітці всіх деталей з пінопласту. При цьому бажано користуватися металевою лінійкою. Починаючим моделістам цю операцію краще виконувати ножицями, а потім торці вирізаних деталей необхідно вирівняти шкіркою.

Боковини і верхні частини мотогондол також з'єднуються шпильками, після чого стики зсередини промазуються клеєм. На торці нижніх частин мотогондол наноситься клей, і вони вклеюються між боковинами і теж фіксуються шпильками.

Залежно від передбачуваної швидкості польоту моделі потрібно вибрати необхідну стріловидність поворотних (на прототипі) консолей крила – чим більше швидкість, тим менше кут розвороту щодо поздовжньої осі моделі. Консолі крил приклеюються до центроплану, вставивши їх кореневі частини в прорізи в боковинах фюзеляжу, після чого необхідно вклеїти перемичку в середину хвостової частини фюзеляжу.

Після остаточного висихання клею технологічні шпильки витягуються, а носовий елемент моделі стикується з коробкою фюзеляжу, стики зсередини акуратно промазуються клеєм ПВА.

В задній частині фюзеляжу приклеюється кіль з тимчасовою його фіксацією все тими ж шпильками. Поверх фюзеляжу моделі приклеюється гаргрот, вирізаний також із смужки пінопласту. Після

висихання клею на свої місця відповідно до складальної схеми моделі встановлюються пілони підвіски озброєння.

Як вже згадувалося, металевий набір є напівкопією сучасного надзвукового бомбардувальника, тому бажано пофарбувати її відповідно забарвленню прототипу.

Можна використовувати для цього незмивні фломастери-маркери, за допомогою яких зображуються контури елеронів, закритків, керма напрямку, технологічні стики, повітрозабірники, а також необхідні символічні або буквені позначення.

Для більшої схожості з прототипом можна офарбувати модель нітроемаллю світло-синього кольору. Забарвлення краще всього робити за допомогою аерографа або іншого фарбопульту, за допомогою якого можна отримати дрібне напилення і це необхідно робити в спеціальному провітрюваному приміщенні або на відкритому повітрі, віддалік вогню. Фарбу слід розводити тим розчинником, який не розчиняє пінопласт. Але якщо все ж таки доводиться користуватися лаками і фарбами на нітрооснові аерограф рекомендується тримати на відстані 150–200 мм від моделі і наносити фарбу короткочасно і тонкими шарами.

#### Технічні дані моделі-напівкопії літака Су-24

Розмах крила, мм:

- при куті стріловидності 15°.	280
- при куті стріловидності 35°..	260
- при куті стріловидності 68°.	210

Довжина, мм ..... 285

Висота, мм ..... 80

Маса моделі, г ..... 20

На складальній схемі напівкопії (рис. 5.51) вказано положення її ЦВ, гарантуюче стійкий політ моделі, що має стріловидність консолей крила 35°. При зміні стріловидності у більшу або меншу сторону центровка підбирається експериментально за допомогою пластиліну, що додається в носову або хвостову частину літака.

Регулювання і запуск моделі здійснюється таким чином. (рис. 5.53).

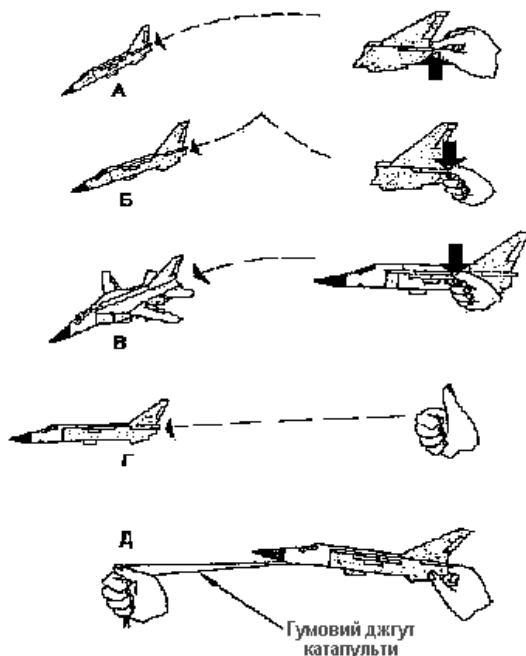


Рис. 5.53. Схема регулювання металеві моделі:

А — при пікіруванні задні кромки лопатей стабілізаторів відгинаються вгору;

Б — при кабрируванні задні кромки лопатей стабілізаторів відгинаються вниз;

В — позбутися лівого крену допоможе відгинання вниз задньої кромки крила лівої консолі;

Г — в нормальному польоті модель стійко планує на відстані 10—15 м;

Д — відрегульована модель запускається за допомогою катапульти з гумової нитки

Перед запуском з катапульти модель слід відрегулювати в плануючих випробувальних польотах з руки. Якщо модель стійко планує і дальність польоту складає при цьому 10—15 м, то її можна запускати з катапульти. Катапульта є кільцем з гумової нитки перетином 2х1 і завдовжки - 400 мм. Зв'язавши кільце, затисніть пальцями вузлик. Іншою рукою візьміть модель за хвостову частину і, відтягнувши її, відпустіть. Якщо модель добре зібрана, то відразу після вдалого запуску вона повинна зробити або петлю Нестерова, або «імельман-напівпетлю і ефектно приземлитися.

Можливі недоліки планування усуваються відгинанням задніх кромки кіля і стабілізатора. Міняючи стрілоvidність крила і кути відхилення кромки хвостового оперення, можна примусити модель виконувати фігури вищого пілотажу — такі, як «бочка», «петля», «імельман», «дзвін» і інші.

Помітимо, що можна робити моделі такого типу і більш крупними, збільшуючи при цьому всі лінійні розміри на один і те ж масштабний коефіцієнт.

#### 5.4.4. Виготовлення схематичної моделі планера

Будову схематичної моделі планера показано на рис. 5.54.

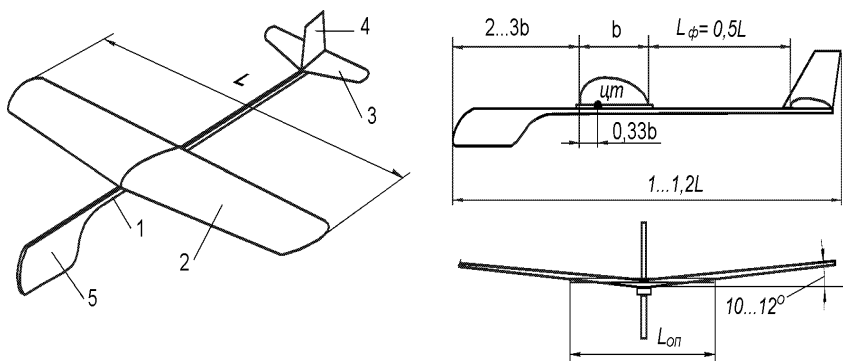


Рис. 5.54. Схематична модель планера: 1 – рейка-фюзеляж; 2 – крило; 3 – стабілізатор; 4 – кіль; 5 – носовий вантаж

Основні розміри планера вибирають в таких межах [23]:

- розмах крила  $l = 700 \dots 800$  мм;
- довжина найбільшої хорди крила  $b = 0,125 l$ ;
- розмах стабілізатора  $l_{cm} = 0,33 l$ ;
- площу крила  $S_{кр}$  вибирають залежно від класу моделей;
- довжина хорди стабілізатора  $b_{cm} = 0,125 l$ ;
- площа стабілізатора  $S_{cm} = 0,25 S_{кр}$ ;
- площа кіля  $S_k = 0,33 S_{cm}$ ;
- довжина фюзеляжу  $L_{\phi} = 0,5 l$ .

Фюзеляж планера виготовляється з сухої соснової рейки завдовжки 850 мм і перетином 8×8 мм, що рівномірно звужується по всій довжині до розміру 4×4 мм в хвостовій частині. Носовий вантаж робиться з липової або осикової дошки завтовшки 8 мм. Для хорошого з'єднання носового вантажу з рейкою-фюзеляжем в ньому роблять уступ, в який вставляють рейку-фюзеляж, і все це разом склеюють клеєм ПВА, казеїновим або «Фенікс».

Каркас крила складається з двох поздовжніх кромки і семи поперечних нервюр (рис. 5.55). Кромки виготовляються з соснових рейок завдовжки 800 мм і перетином 8×4 мм, рівномірно зменшуючи його до країв до перетину 4×3 мм. Для кращої стійкості у польоті

кромкам крила додають V- подібну форму так, як це показано на рисунку. Кут з горизонтом має складати для кожного крила  $10...12^\circ$ . Для того, щоб зробити цей вигин кромки, в місцях передбачуваного вигину рейку пропарюють 15...20 хвилин, а потім висушують над полум'ям свічки, спиртівки або іншим джерелом сильного тепла, утримуючи деталі, що при цьому виготовляються, руками під потрібним кутом.

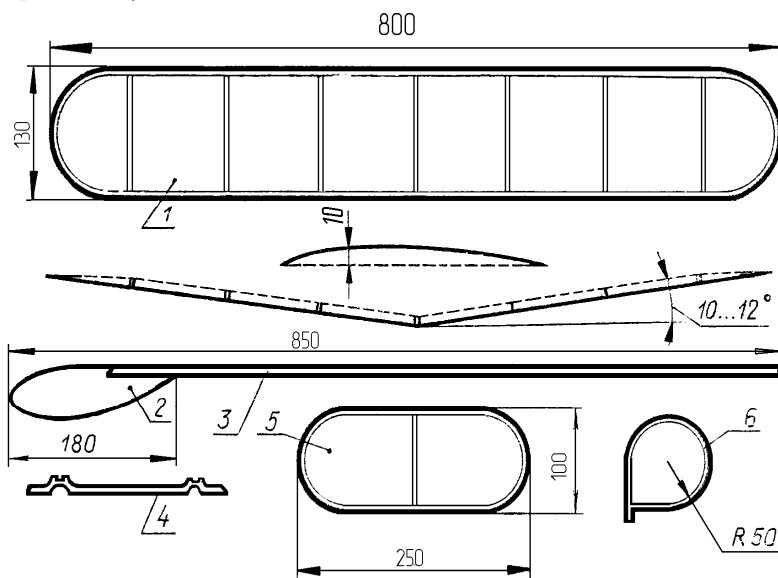


Рис. 5.55. Основні розміри конструктивних елементів схематичної моделі планера: 1 - крило; 2 - носовий вантаж; 3 - рейка-фюзеляж; 4 - «кабанчик»; 5 - стабілізатор; 6 - кіль

Кінцеві закруглення крила можна виготовити з бамбука або декількох склеєних між собою тонких (1 мм) шарів деревини берези, липи або осики.

Тут місця закруглення також пропарюють в гарячій воді і висушують над полум'ям свічки або спиртівки.

Кінці кромки крила і закруглення зрізують «на вус», мастять клеєм і обмотують місце склеювання міцними бавовняними нитками і все висушують (рис. 5.56, а).

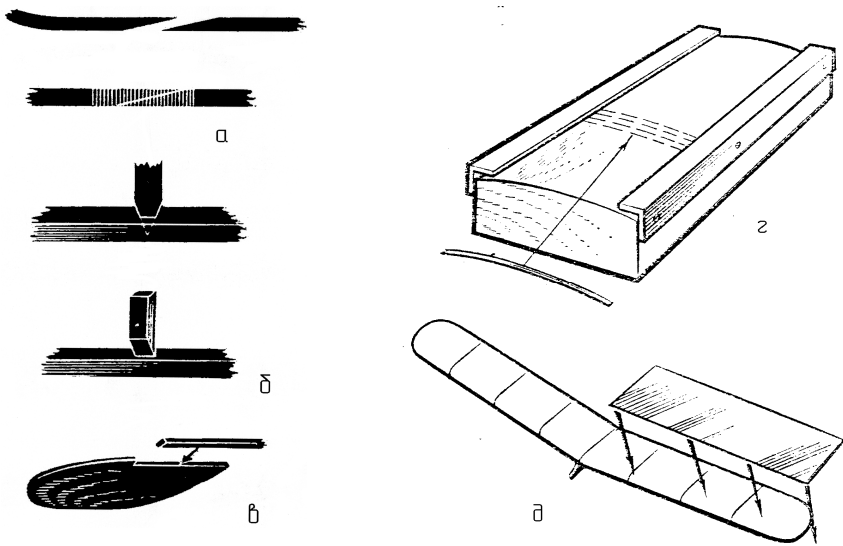


Рис. 5.56. Схеми складання деяких вузлів схематичної моделі планера: а – з'єднання двох рейок; б – з'єднання нервюр з кромками крила; в – з'єднання носового вантажу з рейкою-фюзеляжем; г – виготовлення вигинів нервюр; д – обклеювання крила моделі

Нервюри крила виготовляють з тонких (2 мм) рейок, надаючи їм необхідну форму після розмочування і повільної сушки в спеціальних пристосуваннях (рис. 5.56, г). Температура такої сушки – 30...40 °С, час – 4...5 годин.

Нервюри збираються з кромками крила відповідно до креслення (рис. 5.56, б). Кінці висушених нервюр загострюють лопаткою і вставляють в розщілину кромки крила, яка зроблена заздалегідь по розмітці. При складанні крила необхідно стежити за тим, щоб місця з'єднання нервюр з кромкою крила не виступали над загальною поверхнею крила.

Правильність складання каркасу крила перевіряють по кресленню (шаблону), зробленому у натуральну величину.

Каркас крила встановлюється на «кабанчику» 4, який виготовляється з соснової дощечки завтовшки 8 мм (рис. 5.55). «Кабанчик» служить для механічного кріплення крила до фюзеляжу. Крім цього, він забезпечує крилу під час польоту необхідний кут



атаки. Тому до точності виготовлення «кабанчика» пред'являються підвищені вимоги. Передній виступ «кабанчика» має висоту 15 мм, задній – 8 мм. При установці каркаса крила на «кабанчик» необхідно стежити за рівністю ваг правої і лівої частин крила.

Технологія виготовлення каркаса стабілізатора аналогічна виготовленню каркаса крила. Проте в стабілізаторі відсутній V-подібний нахил. Каркас стабілізатора кріплять до рейки-фюзеляжу, заздалегідь зробивши в ній відповідні поглиблення під кромки (рис. 5.56, в). Кут атаки в площинах стабілізатора відсутній.

Каркас кіля виготовляють з бамбукової рейки перетином 4×4 мм. Його зігнутий кінець загострюють, для того, щоб потім вставити в рейку-фюзеляж.

Каркаси крила і стабілізатора обклеюють цигарковим або іншим спеціальним папером в один шар тільки з одного боку – зверху (рис. 2.56, д). При обклеюванні каркасу крила папір наклеюють окремо на кожну половину. Папір розрізають на смуги, ширина яких на 3...4 см ширше за кромки. Спочатку наносять клей на одну кромку крила. Злегка змочують папір, приклеюють його, а потім наносять клей на протилежну кромку, натягують папір (щоб не було складок) і проводять обклеювання повністю. Після висихання надлишки паперу зрізують лезом безпечної бритви.

Кіль обклеюють папером з обох боків.

Після складання і обклеювання моделі проводять її центрівку як щодо поздовжньої осі, так і щодо центру ваги. Необхідно, щоб ліва і права частини моделі мали однакову вагу. Центрівку щодо центру ваги проводять таким чином: пересувають «кабанчик» разом з крилом уздовж рейки-фюзеляжу і шукають таке положення крила, щоб центр ваги моделі знаходився на такій відстані від його передньої кромки, щоб воно було рівне одній третині довжини хорди крила.

Після центрівки можна приступати до пробних пусків моделі і її остаточного регулювання.

Запуск моделі планера проводять на рівному майданчику в безвітряну погоду. Перші запуски здійснюють з руки. Планер тримають правою рукою за фюзеляж там, де розташовується центр ваги моделі. Модель випускають з руки м'яким поштовхом вперед, злегка нахиливши її вниз на 1...2°.

Якщо при запуску модель злітає вгору (кобрирує), то пересувають крило назад або додають вантаж до носової частини моделі. При різкому зниженні моделі у момент випуску з руки (пікіруванні) – навпаки, пересувають крило вперед або прибирають вантаж з носової частини. У такий спосіб добиваються плавного планування на відстані 12...15 метрів. Якщо модель повертає вправо або вліво, то необхідно повернути кіль убік, протилежну тому, куди відхиляється модель, і добитися прямолінійності польоту. Ще раз перевіряють рівновагу моделі.

Після попереднього регулювання приступають до запуску моделі на лесрі. Для цього в конструкції моделі передбачений гачок, який розташовується на носовій частині моделі (попереду центру ваги на 10...15 мм). Леср має кільце, яке перед запуском надягається на цей гачок. Щоб бачити в повітрі момент відриву кільця від моделі, поряд з кільцем на лесрі прикріплюють прапорець з легкого червоного клаптя тканини. Довжину лесра при пробних пусках звичайно вибирають від 15 до 20 метрів.

Запуск здійснюють удвох. Один (запускаючий) тримає кінець лесра, інший (здаючий) тримає в руці планер, на гачок якого вже накинута кільце лесра. Планер запускають проти слабкого вітру. Здаючий піднімає модель планера над головою, трохи піднявши її ніс догори. Запускаючий починає плавно бігти у бік запуску моделі і при цьому натягує леср. Перед натяжкою лесра починає біг і здаючий. Коли здаючий відчує, що від стрічного руху модель прагне піти вгору, він відпускає її. Модель повинна набрати необхідну висоту. Запускаючий уповільнює біг, зриває леср з гачка, і модель опиняється у вільному польоті. Якщо модель не набирає висоту на повну довжину лесра, то гачок необхідно змістити назад, а якщо різко йде вгору – вперед.

На змаганнях схематичні моделі планерів запускають на лесрі завдовжки до 50 метрів. Щоб запустити модель на такому довгому лесрі, необхідне відповідне тренування.

#### **5.4.5. Виготовлення схематичної моделі літака**

Авіамоделісти - початківці, будують схематичні моделі літаків з гумовим двигуном. Його звичайно пристосовують на конструкцію існуючого планера. В цьому випадку необхідні мінімальні

конструкторські доробки: виготовити двигун, рушій і зробити деякі посилення конструкції у бік підвищення її жорсткості (рис. 5.57).

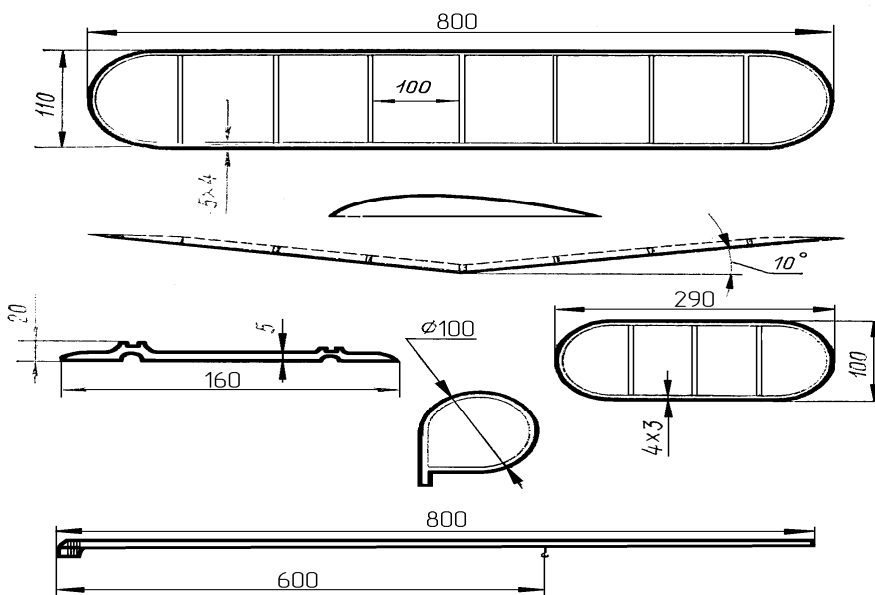


Рис. 5.57. Конструктивні розміри елементів схематичної моделі літака

Як рушій вибирають тяговий гвинт, що обертається (пропелер). Збільшувати жорсткість елементів конструкції схематичної моделі літака необхідно тому що у польоті на неї діятимуть зусилля більші, ніж на модель планера (оскільки більша швидкість, вібрація, вага і т. ін.).

Для підвищення жорсткості рейки-фюзеляжу її перетин вибирають також більше, ніж у планера (12×10 мм), а в стабілізаторі додають дві додаткові нервюри (рис. 5.58, в). Складання стабілізатора наведено на рис. 5.58, а, б).

Для виготовлення підшипника валу гвинта до передньої частини фюзеляжу прикріплюється липовий брусок розміром 25×20×12 мм (рис. 5.57, внизу). Уздовж бруска просвердлюють наскрізний отвір діаметром 1,5 мм. Через цей отвір згодом буде пропущена вісь гвинта (пропелера), яку виготовляють з дроту

відповідного діаметра. На відстані 600 мм від бруска на рейці-фюзеляжі встановлюється гачок для закріплення гумомотора.

Досвід показує, що для нормального польоту схематичної моделі літака повітряний гвинт (пропелер) повинен бути діаметром 250 мм. Його можна виготовити з прямокутного бруска липи, вільхи, осики. Розміри бруска – 250×25×20 мм.

На широкій грані бруска проводять дві взаємно перпендикулярні осі і знаходять центр обертання гвинта. Через центр свердлять наскрізний отвір діаметром 1 мм. На цю ж грань за допомогою шаблона наносять контур лопатей, а на бічних гранях – контури гвинта збоку.

Виготовляють гвинт за допомогою гострого ножа. Послідовність виготовлення гвинта показана на рис. 5.58, г. Верхня частина гвинта виготовляється злегка опуклою, а нижня – плоскою або злегка увігнутою.

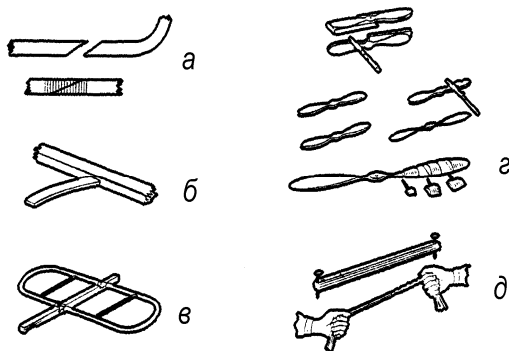


Рис. 5.58. Порядок виготовлення конструктивних елементів схематичної моделі літака: а – з'єднання рейок; б – кріплення нервюр; в – складання стабілізатора; г – виготовлення тягового гвинта; д – виготовлення гумомотора

При виготовленні необхідно стежити за симетричним розташуванням всіх елементів гвинта щодо осі обертання. Маса обох половин гвинта повинні бути однаковими. Для цього гвинт перевіряють на рівновагу.

Остаточна обробка гвинта полягає в шліфувці поверхонь, остаточному балансуванню і фарбуванню двома шарами лаку.

Гумовий двигун моделі виготовляють завдовжки 600 мм з круглої авіамодельної гуми діаметром 1 мм і масою 30 г. Вбивши в дошку два цвяхи на відстані 600 мм один від одного, гуму обмотують навкруги них у вигляді петель. Вільні кінці зв'язують (рис. 5.58, д). Біля цвяхів намотану гуму перев'язують тонкою ниткою.

Зібраний таким чином двигун промивають в теплій мильній воді. Після цього проводиться полоскання в чистій воді і сушка оддалік джерел тепла.

Бажано зробити декілька двигунів. На одному з них необхідно провести випробування з метою виявлення кількості можливих закруток до розриву гуми.

Для двигунів влаштовують динамічне «тренування». Вона проводиться таким чином. За допомогою дреля роблять закрутку на 20...25 % від повного можливого числа обертів, потім повністю розкручують, потім знову закручують, додаючи 15 % обертів, і так далі – до 80...85 %.

Після «тренування» двигун знову промивають в теплій мильній воді, прополіскують, сушать, мастять касторовою олією і зберігають укладеним в темну герметичну скляну банку або поліетиленовий пакет.

*Запуск і регулювання моделі літака* роблять після остаточного складання і установки гвинта і двигуна.

Перед запуском перевіряють модель на відсутність асиметрії і перекосів при виглядах зверху і збоку.

Положення центру ваги моделі таке ж, як і у планера. Так само як і раніше, добиваються планування і прямолінійного польоту на відстань 10...12 метрів.

Відрегулювавши модель на планування і на прямолінійний політ, переходять до моторного запуску.

Перед запуском моделі її гумовий двигун закручують на 50...60 обертів. Беруть модель за фюзеляж правою рукою, підтримують гвинт лівою. Легким поштовхом вперед одночасно відпускають модель з обох рук.

Якщо модель літака навіть при сильному закручуванні гумомотора не набирає висоти, то, можливо, у польоті згинається рейка-фюзеляж. Її можна укріпити міцною натягнутою зверху ниткою.

Якщо модель під час польоту «трясе», то, очевидно, погано відбалансовано тяговий гвинт. Цей недолік необхідно усунути.

З досвіду конструювання моделей можна запропонувати наступне: плануючий політ краще регулювати зсувом крила щодо фюзеляжу, а моторний – зсувом валу гвинта «вверх-вниз» або «вправо-вліво». Зсув «вверх-вниз» може бути досягнутий різними

підкладками під підшипник, а «вправо-вліво» – за рахунок зміни його положення на рейці-фюзеляжі (зокрема, встановити підшипник під деяким малим кутом до рейки-фюзеляжу).

#### **5.4.6. Виготовлення фюзеляжних моделей авіатехніки**

Виготовлення фюзеляжних моделей авіаційної техніки дуже захоплююче заняття. Проте воно трудомістке і вимагає особливої ретельності при виготовленні будь-якої деталі, оскільки від цього залежатимуть як зовнішній вигляд моделі, так і її льотні якості.

Достатньо подивитися на рисунок, що ілюструє конструкцію фюзеляжних моделей з дерева і картону (рис. 5.59), щоб зрозуміти – цю роботу можуть зробити тільки ті, хто усидливий і має достатній досвід в конструюванні виробів, має навички і уміння по роботі з деревними матеріалами, уміє клеїти, слюсарювати і робити багато що інше.

Тому виготовлення таких фюзеляжних моделей можна рекомендувати тільки школярам старших класів.

Проте наявність у продажу листового пінопласту і пінополістиролу зробило можливим виготовлення достатньо легких і технологічних керованих по радіо фюзеляжних авіаційних моделей з використанням для створення тяги електричних двигунів постійного струму. Для цього продаються навіть всі необхідні комплектуючі вузли і елементи: двигуни з редукторами, пластмасові гвинти до них, багатоканальні радіоприймачі, електронні блоки управління числом обертів двигуна, рульові машинки. Можна підібрати досить легкі, але достатньо ємкі акумулятори для забезпечення роботи всіх цих пристроїв. Якщо є можливість придбати все це в магазині, то основною задачею авіамоделістів стає виготовлення фюзеляжу, крил і стабілізатора. Все це повинне бути дуже легким, оскільки до ваги конструкції додається досить велика вага елементів управління. Особливо багато важить бортовий акумулятор, що забезпечує не тільки обертання електродвигуна тягового гвинта, але також живлення радіоприймача і рульових машинок.

Для керованих авіаційних моделей, звичайно, необхідно, щоб були рухомими хоча б кермо висоти і кермо повороту. Якщо виготовляється модель для виконання фігур вищого пілотажу, то

необхідно зробити рухомими елерони крил. Крім того, для самостійного зльоту моделі і для її м'якої посадки необхідне шасі.

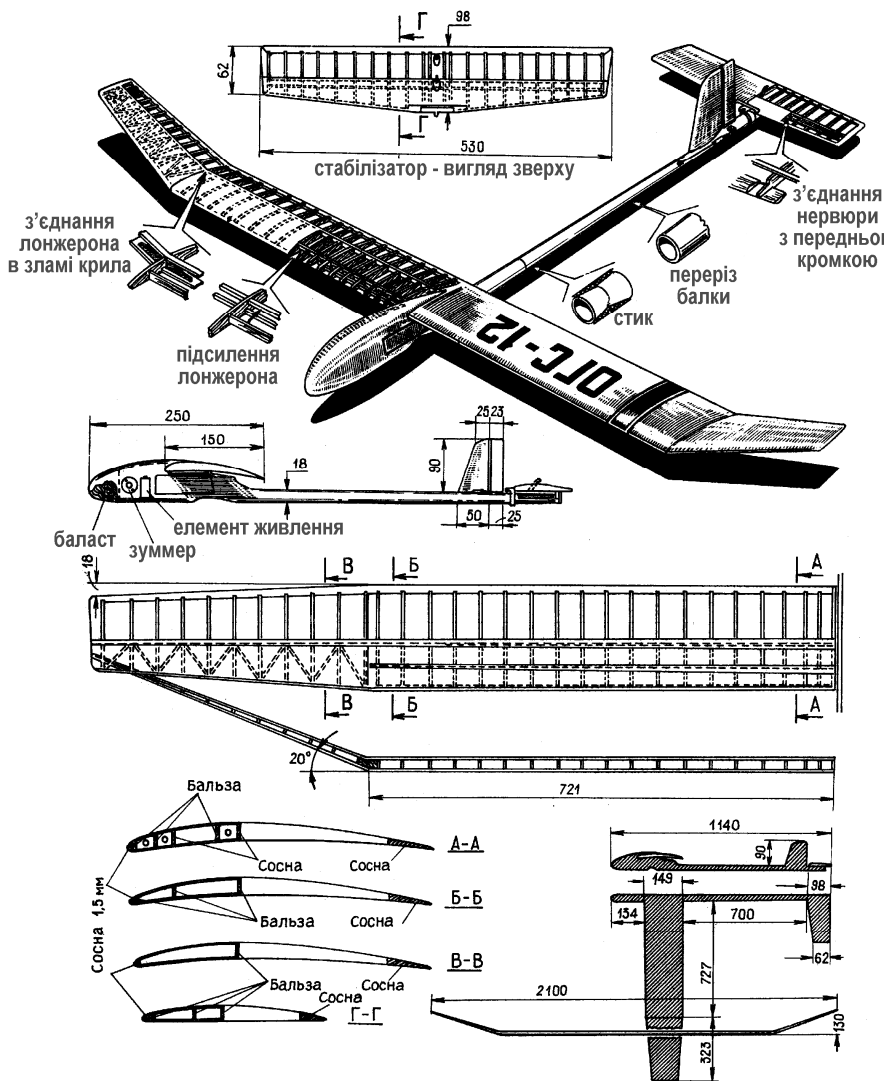


Рис. 5.59. Фюзеляжна модель планера

На рис 5.60 показано, як може бути виготовлений фюзеляж моделі літака з листового пінопласту. В цьому варіанті конструкція фюзеляжу – коробчата. Вона складається з декількох шпангоутів 4, моторної планки 6 і хвостовика 3, які обклеєні зверху і з боків листами 5 пінопласту. До моторної планки кріпиться шасі, наприклад, за схемою, наведеною на рис 5.63, в.

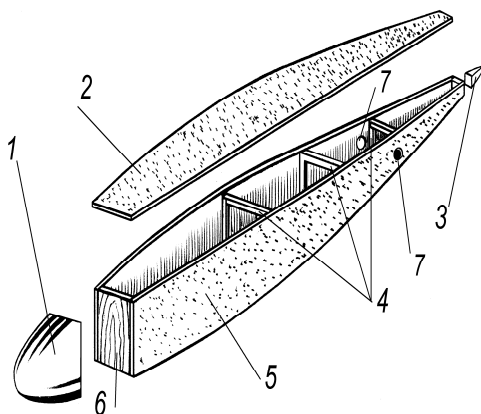


Рис. 5.60. Складання фюзе - ляжу з пінопласту:

- 1 – головний обтічник;
- 2 – кришка фюзеляжу;
- 3 – хвостовик фюзеляжу;
- 4 – шпангоути з бальзи;
- 5 – боковини фюзеляжу;
- 6 – моторна планка з 5 мм фанери;
- 7 – отвори в бічних поверхнях фюзеляжу для виходу валів рулевих машинок

Верхня частина фюзеляжу робиться плоскою і знімною. На неї згодом наклеюються крила і хвостові оперення. У середині коробчастого фюзеляжу розміщується вся апаратура управління і акумулятор. Акумулятор, як найважчий елемент встановлюється в місці розташування центру ваги моделі, тому необхідно наперед передбачити для цього простір між шпангоутами. При цьому необхідно враховувати, що акумулятор для запобігання важких наслідків при аварійних посадках слід обернути в поролон.

Вали, що зв'язують рульові машинки з кермом висоти і повороту, виходять назовні фюзеляжу через прорізи 7 в його бічних поверхнях по різні боки фюзеляжу.

На рис 5.61 і 5.62 показаний один з варіантів конструкції заднього оперення моделі літака з пінопласту. В цьому варіанті з'єднання рухомого керма висоти і повороту з площинами стабілізатора здійснюється за допомогою липкої стрічки. Для того, щоб кермо добре оберталося навкруги осей повороту, кромки керма,



які обернуто до площин, необхідно підрізати під кутом  $45^\circ$ , як це представлено на перетині А-А (рис. 5.61).

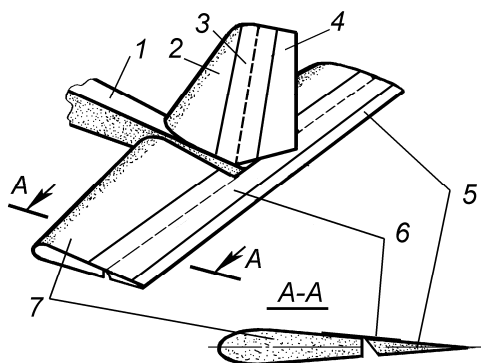


Рис. 5.61. Одна з можливих конструкцій заднього оперення моделі літака:  
1 – фюзеляж; 2 – площина кіля; 3 – липка стрічка;  
4 – кермо повороту;  
5 – кермо висоти; 6 – липка стрічка;  
7 – площини керма висоти;

Схема з'єднання рульових машинок з кермом висоти і повороту приведена на рис. 5.62, з якого видно, що тяги 3 і 4 з'єднується з кермом висоти і повороту за допомогою пластмасового Г- подібного кронштейна, виготовленого, наприклад, з пластмасового кутника (на рис. 5.62 поз 5 і 6). Для закріплення кронштейна в тілі керма спочатку проробляється щілина, в яку вставляється кронштейн і закріплюється за допомогою клею «Титан».

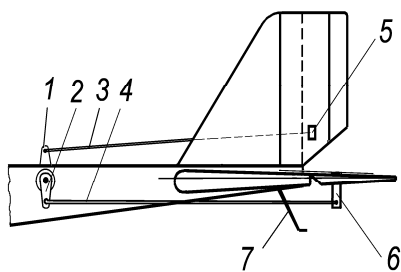


Рис. 5.62. Схема з'єднання рульових машинок з кермом повороту і висоти:  
1 – кривошип валу рульової машинки для керма повороту; 2 – кривошип валу рульової машинки для керма висоти; 3 – тяга керма повороту з 2 мм дроту; 4 – тяга керма висоти з 2 мм дроту; 5 – кронштейн керма повороту; 6 – кронштейн керма висоти; 7 – запобіжний металевий штир

Тяга керма виготовляється з легкого металевих дроту, але можна використовувати і пластмасові спиці. Головне, щоб у всьому прагнути зробити вагу моделі якомога менше. Через цю відстань між валами рульових машинок і кронштейнами необхідно вибирати якомога меншими.

Для того, щоб тяги керма не стикалися одна з одною, їх розводять по різні боки фюзеляжу, а для того, щоб тяга керма висоти не стикалася при зльоті і посадки з ґрунтом – передбачений металевий штир 7.

#### **5.4.7. Виготовлення шасі**

В більшості конструкцій літаючих моделей шасі роблять із сталевого дроту (рис. 5.63), тонкої листової пружної сталі або дюралюмінію (рис. 5.64).

Шасі, виготовлені з дроту призначені як для схематичних моделей, так і для фюзеляжних. Кріпити такі шасі до моделі можна як до фюзеляжу (рис. 5.63, а), так і до крила (рис. 5.63, б) або до моторної планки (рис. 5.63, в).

Процес виготовлення дротяних стійок шасі наступний. Спочатку креслять конструкцію шасі в масштабі 1:1 Дріт випрямляють, чистять дрібною шкіркою і згинають за кресленням. Підкошування примотують тонким мідним дротом (жилкою від електропроводу), перевіряють правильність стиковки, а потім місця обмотки проपाюють оловом. Дротяні стійки сполучають з фюзеляжем, ретельно примотуючи нитками з клеєм.

Шасі можна виготовити також з використанням листового матеріалу, в основному з алюмінієвого сплаву АМц. Конструкцію таких шасі наведено на рис. 5.64.

Стійки шасі літаючих моделей-копій роблять так само, але їх виготовлення ускладнюється тим, що необхідно зберегти подібність зовнішніх форм і характерні деталі.

Стійки шасі стендових і діючих моделей-копій роблять з металу, витримуючи необхідну схожість з натурою.

Ступінь деталізації, дотримання подібності, виконання амортизацій і механізмів прибирання шасі залежать від технічних вимог. В тих випадках, коли модель не стоїть на шасі і йому не загрожує можливість механічного пошкодження, стійки можна робити з менш міцних матеріалів.

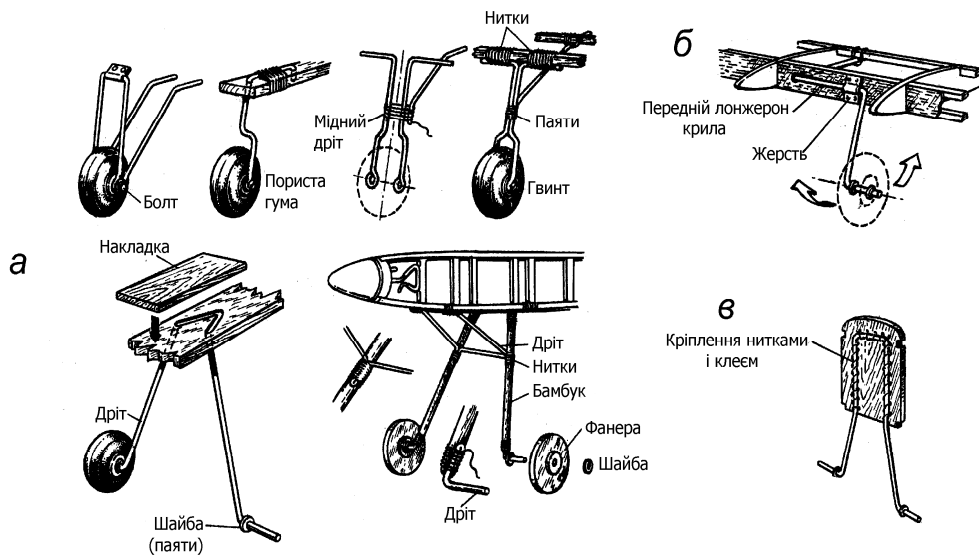


Рис. 5.63. Шасі, виготовлені з дроту і прикріплювані до:  
а - фюзеляжу; б - крила; в - шпангоутів або моторної планки

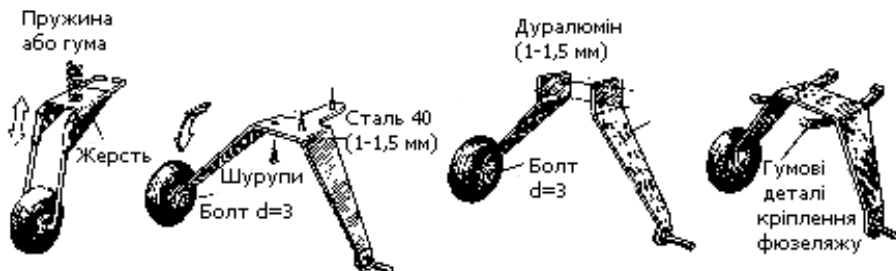


Рис. 5.64. Шасі, стійки яких виготовлені з листового металу

## **5.5. Виготовлення моделей ракет**

Виготовлення моделей ракетної техніки є захоплюючим заняттям для моделістів як молодшого, так і старшого віків. Особливий бум моделювання ракет був на початку 60-х років минулого століття. Це пов'язано з певними перемогами науки в космосі.

Найпростішою моделлю ракети можна вважати циліндричну трубу, що має загострення спереду і стабілізатор ззаду. В трубу вставлявся спеціальний пороховий заряд. Ракета встановлювалася вертикально, заряд підпалювався яким-небудь чином, і ракета відлітала увись.

Проїшов деякий час і корпуси моделей ракет стали виготовлятися з більш якісних матеріалів, які добре тримають температуру, і тому стали менш небезпечними в обігу, але більш трудомісткими у виготовленні. Корпуси стало шкода використовувати тільки один раз, тому з'явилася проблема: як приземлити ракету в заданий район і як її в цьому районі знайти.

Вихід, напевно, є: необхідно примусити ракету викинути в кінці траєкторії польоту парашут і на ньому опускатися, а пошук організовувати по радіосигналу. Проте все це призводить до того, що в корпусі ракети необхідно передбачати розміщення всіх цих пристроїв, тобто необхідно модель ракети конструювати.

Іншими словами, будова моделей ракет хоча і не дуже складна, але копітка, тому потрібен необхідний досвід і початкові теоретичні знання з балістики, піротехніки, електротехніки і інших галузь знань.

### **5.5.1. Конструкції моделей ракет**

Етап конструювання припускає розробку конструкції окремих агрегатів, вузлів і деталей, розрахунок їх на міцність і вибір матеріалу. При конструюванні моделей ракет необхідно враховувати, що маса і об'єм конструкції обмежена правилами змагань.

Основними елементами конструкції, які зустрічаються майже у всіх моделях ракет, є головний обтічник, корпус, стабілізатори і система порятунку.

Модель ракети, як і будь-яка інша конструкція, — це сукупність взаємопов'язаних конструктивних елементів. Крім того, ці елементи можна підрозділити на деталі і складальні одиниці (вузли і агрегати), точно так, як і це робиться у великій техніці [47].

В моделюванні ракет будь-яка деталь має бути гранично простою, не мати нічого зайвого і бути якомога легкою. В добре відпрацьованій моделі не може бути маловажних деталей. Узяти хоча б шпильку, що утримує стандартний вантаж. Якщо її не поставити, то вантаж може випасти з головного обтічника. В цьому випадку зміниться центровка моделі, політ може стати нестійким, а при відстрілі парашута вантаж випаде, і політ не буде зарахований. Але найголовніше — падаючий вантаж може завдати травми глядачу або учаснику змагання. Таким чином, і шпилька — цей маленький шматочок бамбукової палички — так само важлива, як і будь-яка інша деталь моделі ракети.

### 5.5.2. Компоновка моделей ракет

Компоновка — це складання з окремих частин або деталей (компонентів) одного цілого відповідно до певного задуму.

В процесі компоновки необхідно вирішити наступні задачі:

- уточнити геометричні розміри і масштаб моделі-копії;
- остаточно визначити форми і ув'язки по ступенях;
- уточнити маси для кожної з субракет;
- вибрати і розробити конструктивно-силові схеми;
- вирішити конструктивне з'єднання і роз'єднання по ступенях.

Припустимо, конструюється нова модель ракети. Її обмежуючі параметри — максимально допустима стартова маса і межа допустимого сумарного імпульсу задана Правилами змагань з ракетного моделізму. Зроблені розрахунки оптимального розподілу мас і енергетики по субракетах. Є асортимент МРД. Тепер можна приступати до компоновки.

Компоновка по праву вважається одним з найважливіших і трудомістких етапів конструкторської роботи. Саме при компоновці найбільш відчутно виявляється творчість моделіста. Саме в період конструювальних робіт керівнику гуртка найбільш легко побачити і підказати своєму вихованцю правильний вибір його подальшої професійної орієнтації.

Компоновка вимагає стійкої і самостійної праці, рівної і систематичної роботи. Тут потрібне опрацювання декількох варіантів, з метою їх порівняння і захисту самого кращого варіанту перед своїми товаришами.

Компонуючи модель ракети, тобто визначаючи раціональне розміщення її елементів, моделіст-конструктор враховує безліч різних умов і вимог. Ось деякі з них [47].

1. Якщо в моделі ракети є деталі або вузли, що вимагають регулярного огляду, а іноді заміни перед кожним пуском (бортова електромережа і її контакти, бортове джерело електричної енергії і бортовий вмикач, пірочека, механізми, що працюють по перевантаженню або швидкісному натиску), конструктор має так скомпонувати модель, щоб доступ до цих деталей (вузлів) був вільний, а самі деталі (вузли) легко знімалися. Наприклад, стандартний вантаж з вантажного контейнера однієї моделі виймається і укладається в контейнер вільно і вимагає невеликого зусилля при знятті без інструменту головного обтічника з вантажного контейнера. У іншій моделі (рис. 5.65, в) цей вантаж розміщений в головному обтічнику. Щоб вийняти вантаж, необхідно вибити або видавити бамбукову шпильку, яка його утримує, а для цього потрібен спеціальний інструмент (хоча б цвях) і значно більше зусилля, ніж в першому випадку. Крім того, така компоновка вимагає великого діаметра моделі, оскільки діаметр головного обтічника виходить більше, а це приводить до збільшення міделевого перетину, а значить, і лобового опору моделі.

Простота складання і розбирання полегшує роботу суддівської колегії, а моделісту — наладку, регулювання, перевірку і ремонт його моделі. Правда, є в цій умові і виключення. Якщо модель призначена для одноразової дії (відпрацювання або перевірка вузла, системи і т. ін.), немає сенсу робити її розбірною.

2. Дуже важлива умова компонування роботи — найбільш раціонально розмістити всі системи, всі елементи моделі, максимально збільшити щільність за рахунок зменшення об'єму. Зменшення об'єму дозволяє вибрати більш дрібний масштаб моделі-копії щодо прототипу, створити більш компактну спортивну модель. Це, у свою чергу, зменшить міделевий перетин, а значить, лобовий опір моделі.

Критерієм оцінки компактності моделі може бути умовна щільність моделі:

$$\gamma_{ум} = \frac{m_{cm}}{V}, \text{ г/см}^3$$

де  $V$  – загальний об'єм моделі на старті.

Маючи статистику за параметром  $\gamma_{ум}$  в даному класі моделей ракет, можна судити про досконалість компоувальної схеми. За критерій вдалої і невдалої компоновки зв'язки МРД прийнято брати відношення корисної площі до сумарної площі двигунного відсіку (рисунок у табл. 5.6). В розрахунках діаметр одного МРД умовно можна прийняти за одиницю.

Значення величин, що входять в табл. 5.6 розраховувалися за наступними формулами.

$$R_k = \frac{S_{ДВ}}{S_{\Sigma}} \cdot 100,$$

де  $R_k$  – критерій компоновки двигунного відсіку;  $S_{ДВ}$  – площа перетину двигунного відсіку, зайнята МРД;  $S_{\Sigma}$  – сумарна площа двигунного відсіку – міделевий перетин.

По коефіцієнту  $R_k$  можна судити про компоувальну щільність і «порожню» площу в міделевому перетині, якщо вона не зайнята системою порятунку ступеня, що створює додатковий лобовий опір моделі.

Відносна «порожня» площа перетину  $S_n$  обчислюватиметься за формулою

$$S_n = 100 - R_k \, \% .$$

Для розміщення систем порятунку можуть знадобитися спеціальні контейнери або інші об'єми. Викид систем порятунку і інших спеціальних систем проводиться за допомогою механічних, аеродинамічних, піротехнічних і інших спеціальних систем, для приведення в дію яких служать джерела енергії: гумові джгути, пружини, піронавіски, електробатареї і т. ін..

Компоновка систем порятунку, у свою чергу, впливає на конструкцію моделі. При цьому необхідно визначитися з об'ємом, який буде достатній для розміщення системи порятунку.

Для вантажних моделей ракет система порятунку – це, як правило, парашути. Питоме навантаження на парашут визначають за формулою

$$P_{\text{пит}} = \frac{m_{\text{сyx}}}{S_{\text{пар}}}, \text{ г/дм}^2$$

де  $m_{\text{сyx}}$  – «суха» маса моделі або субракети, г;  $S_{\text{пар}}$  – площа системи порятунку (парашуту), дм<sup>2</sup>.

Іноді ефективність системи порятунку визначають таким чином. У вантажний відсік моделі ракети як контрольний засіб поміщають сире куряче яйце (рис. 5.65). Якщо питомі навантаження на ракету при посадці достатньо малі (при достатній площі парашута), контрольне яйце не розіб'ється і вважається, що система порятунку ефективна. Суддівська колегія змагань має повне право застосовувати подібний контроль.

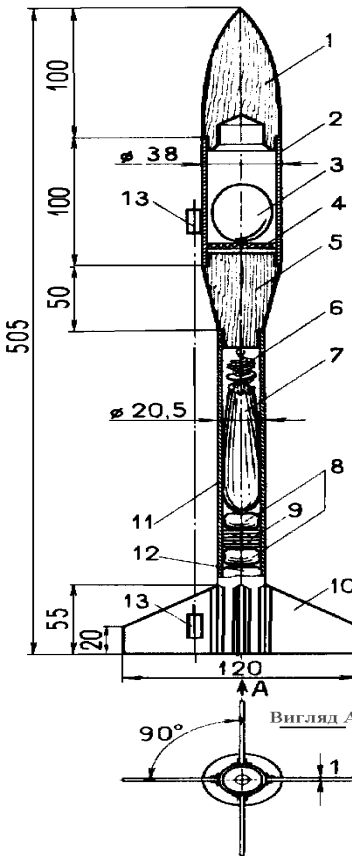
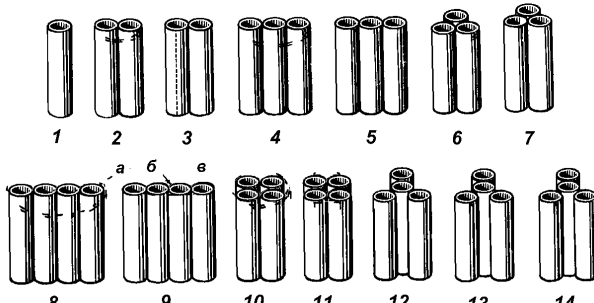


Рис. 5.65. Модель ракети для визначення ефективності системи порятунку (розроблена З. Мірзояном):  
 1 – головний обтічник з липи;  
 2 – паперовий корпус вантажного контейнера; 3 – куряче яйце як вантаж; 4 – амортизаційний шпангоут, виконаний з картону і поролону;  
 5 – перехідний конус з липи;  
 6 – стропи парашуту системи порятунку; 7 – парашут; 8 – ватяний пийж;  
 9 – картонне лабіринтове ущільнення; 10 – стабілізатор з 1-мм фанери; 11 – паперовий корпус; 12 – МРД; 13 – направляюче кільце з паперу



Таблиця 5.6

Досконалість компоновки двигунного відсіку

					
Номер схеми	Кількість МРД $n$	Площа перерізу двигунного відсіку, $S_{\Sigma}$	Площа перерізу МРД, $S_{ДВ}$	Критерій компоновки двигунного відсіку $R_k$	Порожня площа $S_n$ %
1	1	0,787	0,787	100	0
2	2	3,148	1,574	50	50
3	2	1,787	1,574	88,3	11,7
4	3	7,083	2,361	33,3	66,7
5	3	2,787	2,361	85	15
6	3	3,360	2,361	65	35
7	3	2,720	2,361	87	13
8	4	12,592	3,148	25	75
9	4	3,787	3,148	83,5	16,5
10	4	4,575	3,148	68,8	31,2
11	4	3,787	3,148	83,4	16,6
12	4	7,083	3,148	33,3	66,7
13	4	3,622	3,148	84	16
14	4	3,148	3,148	100	0

### 5.5.3. Аналіз конструкції моделей ракет

Розглянемо деякі конструктивні особливості і схемні рішення моделей ракет, які мають системи порятунку на всіх ступенях згідно Правил змагань.

Найпростіша модель ракети — одноступінчаста, з одним двигуном. Двигун для цього класу моделі повинен володіти сумарним імпульсом більше 10,01 Н·с і менше 40 Н·с. Для моделей ракет з такими двигунами характерна наявність перехідного конусу (спідниці) між основною частиною корпусу і двигунним відсіком (рис. 5.66). Спідниці виготовляють як з паперу виклеюванням на оправці з подальшим складанням на складальній оправці, так і з липи за допомогою механічної обробки на токарному верстаті.

Корпуси моделей подвійного класу (розрахованих на підйом двох стандартних вантажів) склеюються на оправках діаметром 20,5–22 мм. Стабілізатори виготовляються з липи, бальзи або авіаційної фанери завтовшки 1 мм.

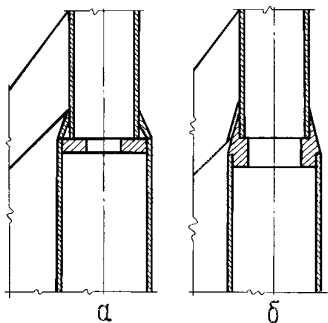


Рис. 5.66. Стиковка ступенів з МРД різних діаметрів: *а* — з паперовим перехідним конусом; *б* — з точеним дерев'яним конусом

Дефіцит двигунів великої енергії породив схеми, що складаються із зв'язок по два, три і чотири двигуни. Конструктивна схема в цьому випадку залишається незмінною. Тільки в циліндр двигунного відсіку вклеюють стакани під установку МРД діаметром 20,5 мм (рис. 5.67, а, б, в). Перехідні спідниці роблять цільноточеними або клеєними на оправці.

Направляючі кільця встановлюють на двигунному відсіку у одного із стабілізаторів, що збільшує площу склеювання.

Таке конструктивне рішення дозволяє відмовитися від направляючих кілець, замінивши їх трубкою, пропущеною через двигунний відсік. Крізь цю трубку проходить направляючий штир, по якому модель прямує в початковій стадії підйому.

Для симетричного обтікання іноді роблять дві трубки, а при двох двигунах ставлять центральне ребро жорсткості з фанери завтовшки 1 мм. Це ребро створює жорсткість циліндра і необхідний

[illegible]

Рис. 5.67. Конструкції одноступінчастих моделей ракет В. Ніколаєва: 1 – головний обтічник з липи; 2 – стандартні вантажі; 4 – стропи парашута; 5 – парашут; 6 – паперовий корпус; 10 – МРД; 11 – ватяний пиж; 12 – картонне лабіринтове ущільнення; 13 – піросистема сповільнювача; 14 – стабілізатор з 1 мм фанери; 15 – паперове направляюче кільце; 19 – контейнер вантажів; 20 – паперовий конус; 21 – шпангоут з картону; 25 – ребро жорсткості з 1 мм фанери; 27 – гайки із скло-текстоліту

Установка шпангоуту 21 на стику двигунного відсіку і спідниці, в яку упираються стакани, а також стабілізаторів, що стикаються з корпусом, спідницею і двигунним відсіком, збільшує жорсткість і живучість моделі.

В перехідній спідниці, виготовленій на токарному верстаті, передбачені посадочні гнізда під МРД. До того ж така конструкція дозволяє поставити стяжку з гайкою із склотекстоліту, що виключить несанкціонований «відстріл» (втрату у польоті) корпусів МРД (див. рис. 5.67, дет. 27).

Можлива конструкція моделей одноступінчастих ракет і за тягнуchoю схемою, в якій МРД встановлений в головній частині моделі [41]. Ця конструкція цікава і оригінальна, але вимагає додаткових заходів для запобігання спалаху корпусу.

#### **5.5.4. Двоступінчасті моделі ракет подвійного класу**

Найпростішою серед двоступінчастиз моделей є модель, у якій в кожному із ступенів знаходиться по одному двигуну. В основному ці моделі розрізняються видом посадки нижнього ступеня.

Виділяють наступні види посадок:

- посадка по контейнерах і стабілізаторах при рівності діаметрів ступенів (рис. 5.68, а);
- посадка по циліндрових поверхнях — посадочне кільце зовнішнє або внутрішнє (див. рис. 5.68, б, д);
- посадка на стабілізаторах нижнього ступеня, розгорнених відносно стабілізаторів верхнього ступеня на  $45^\circ$  (див. рис. 5.68, в);
- посадка на двигуні, причому корпус нижнього ступеня входить під стабілізатори верхнього ступеня (див. рис. 5.68, г);
- посадка на направляючих штирях (див. рис. 5.67, в).

Крім того, моделі відрізняються одна від одної конструкцією контейнера під стандартні вантажі, які поміщаються в головний обтічник і кріпляться в ньому віссю:

- в корпус моделі на опорний шпангоут (див. рис. 5.67 в);
- в спеціальний вантажний контейнер (див. рис. 5.67 б, в).

Остання конструкція більш технологічна.

В конструктивному і компоновальному відношенні найкращою є схема, у якій в нижньому ступені двигун діаметром 26 мм, а у верхньому - 20,5 мм (рис. 5.68, б).

Цікава схема моделі, в якій на першому і на другому ступені розташовано по два двигуни. Правда, таку схему може вибрати тільки той моделіст, який успішно розв'язав проблему запалювання зв'язки двигунів у польоті.

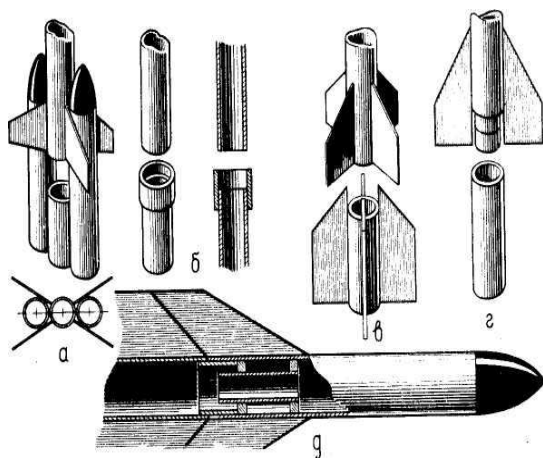


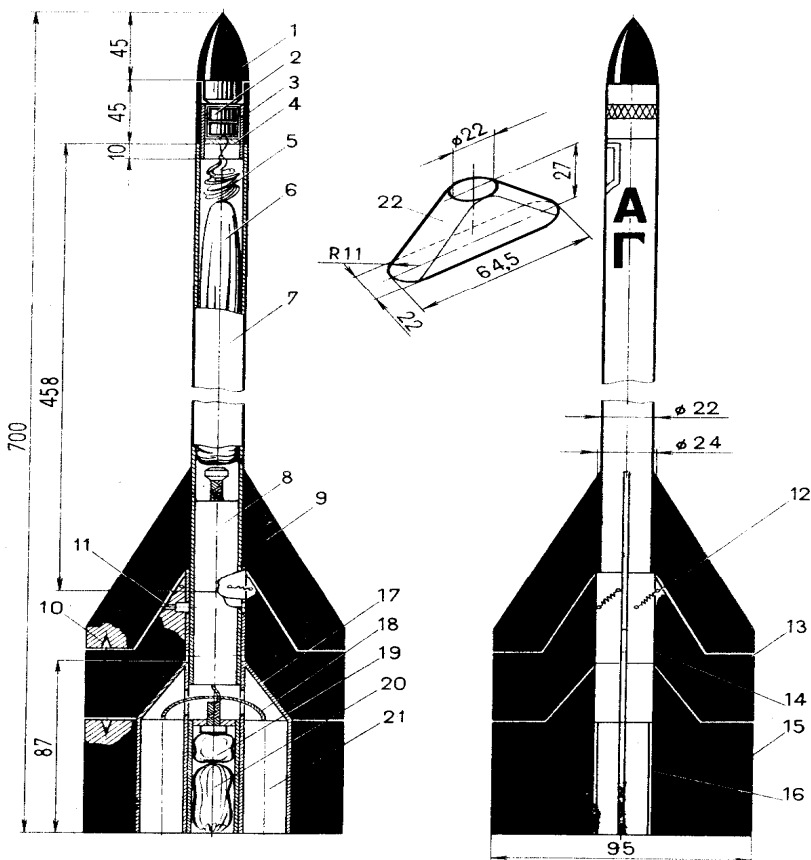
Рис. 5.68. Методи стиковки ступенів моделей ракет: а — на бічних блоках і стабілізаторах; б — на зовнішньому перехідному кільці; в — на стабілізаторах; г — на МРД; д — на внутрішньому перехідному кільці по камері опалювання

### 5.5.5. Триступінчасті моделі ракет подвійного класу

Найпростішим представником триступінчастих моделей цього класу є модель, у якій в кожному ступені розташовано по одному однаковому МРД. Така конструктивна схема у принципі можлива, якщо на нижньому ступені поставити МРД з великою тягою. Але політ такої ракети може відбутися, якщо тягоозброєність першого ступеню буде більше одиниці на всій активній ділянці польоту.

Інший варіант моделі має на нижньому ступені двигун з більшим діаметром, а, отже, і з більшою тягою. Конструктивно нижній і другий ступені можуть бути сполучені так, як показано на рис. 5.68, або ж вся модель може мати діаметр, рівний діаметру двигуна нижнього ступеня.

Як приклад на рис. 5.69 наведено модель відомого у минулому моделіста А. Городянського. Основна перевага цієї триступінчастої моделі — гранична простота. Вона полегшена до межі, оскільки з МРД, у яких  $I_y = 300$  м/с, дуже важко укластися в задану масу.



Мал. 5.69. Триступінчата модель ракети з двома стандартними вантажами (автор А. Городянський): 1 — головний обтічник з липи; 2 — стандартний вантаж; 3 — корпус вантажного контейнера з оргскла; 4 — опорний шпангоут з картону; 5 — стропа парашутна; 6 — стандартний парашут; 7 — паперовий корпус першої субракети; 8 — МРД третього ступеня (1); 9 — стабілізатор третього ступеня з бальзи; 10 — ікло з сосни; 11 — вісь з сосни; 12 — гумова амортизація; 13 — стабілізатор з липи — ротор другого ступеня; 14 — паперовий корпус другого ступеня; 15 — стабілізатор першого ступеня з бальзи; 16 — паперовий корпус першого ступеня; 17 — перехідний конус з паперу; 18 — піросистема (1), стопин, ОПШ; 19 — ватяний пиж; 20 — парашут першого ступеня (1), міколейтний папір; 21 — МРД першого ступеня; 22 — оправка для виготовлення деталі 17

Головний обтічник виготовлений з бальзи (можна замінити пінопластом) і полегшений, всі паперові елементи конструкції виконані в один шар. При виготовленні нижнього ступеня автор моделі прагнув того, щоб об'єм і площа поверхні були мінімальними.

Виготовлення стабілізаторів з бальзи для всіх трьох ступенів у вигляді одного «пера» і посадка ступенів на двигунах дозволили позбутися зайвого лобового опору.

#### **5.5.6. Виготовлення моделі одноступінчастої ракети з паперу**

Розроблена А. Тихоновим (педагогом Центру «Ровесник») спортивна модель ракети призначена для виступу в двох категоріях – S3A і S6A (рис. 5.70). Її конструкція підкуповує простою і доступною технологією, тому вона може бути рекомендована для виготовлення школярами молодших класів. Крім того, ця модель може бути виготовлена в короткий термін, що дуже важливо для літніх таборів відпочинку. Нижче приводимо технологію складання такої моделі, запозичену з [73].

Основний матеріал даної моделі ракети – папір. Оригінально виготовлений головний обтічник (рис. 5.70, вгорі зліва). Спочатку із смужок шириною 10–12 мм на оправці склеюють шість-сім кілець (обручів). Далі, трохи зволоживши, їх склеюють між собою також на оправці, нанизуючи одне кільце на інше. Після просушування зрізують нерівності, обробляють шкіркою і покривають двічі лаком для міцності. В нижню частину обтічника вставляють на клею сполучну втулку з паперової смужки шириною 30 мм.

До вільного кінця третьої нитки прив'язують гумку-амортизацію завдовжки близько 180 мм. Місце їх з'єднання (вузлик) закривають відрізком хлорвінілової трубки.

Корпус моделі склеюють з писального паперу завтовшки близько 0,1 мм на оправці діаметром 30 мм (ширина сполучного шва – 5 мм). Хвостовий відсік конічної форми також паперовий, з корпусом і з руховим контейнером сполучений внахлест.

Готовий корпус зі всіма елементами покривають лаком для збільшення жорсткості і вологостійкості. Вільний кінець гумки амортизації протягують в отвір головного обтічника і зсередини прив'язують сполучну нитку, до якої кріплять систему порятунку (парашут або гальмівну стрічку).

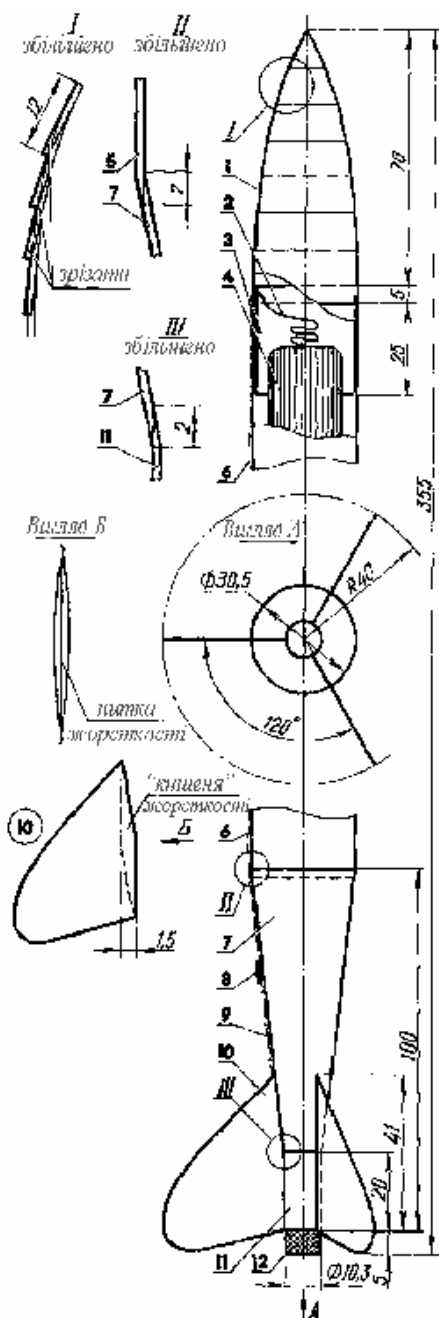


Рис. 5.70. Універсальна модель ракети конструкції А. Тіхонова:

- 1 – обтічник головний;
- 2 – нитка сполучна;
- 3 – втулка;
- 4 – система порятунку;
- 5 – корпус;
- 6 – гумка-амортизація;
- 7 – відсік хвостовий;
- 8 – захист вузла з'єднання нитки і гумки;
- 9 – нитка підвіски;
- 10 – стабілізатор;
- 11 – контейнер двигуна;
- 12 – МРД



Дана модель розрахована на ракетний двигун діаметром 10,2 – 10,3 мм. Якщо калібр МРД виявиться більшим, необхідно збільшити діаметр двигунного контейнера.

### 5.5.7. Виготовлення моделі ротошюта

Останнім часом великою популярністю користуються моделі ротошюта. Ротошют - це ракета, яка злітає за допомогою МРД, а приземляється, обертаючись навкруги своєї осі за рахунок гвинта, який розкривається в кінці траєкторії польоту (на активній частині траєкторії лопаті гвинта разом складають корпус ротошюта). Приземлення здійснюється подібно іграшці, яку багато хто з нас часто запускав в дитинстві (рис. 5.71).

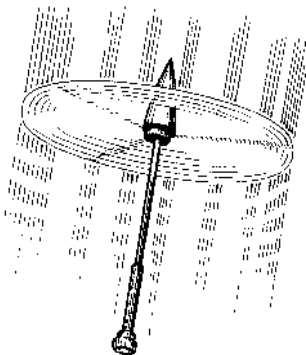


Рис. 5.71. Ротошют при приземленні

Наводимо конструкцію ротошюта, розробленого в Центрі дитячої творчості м. Нижнекамська (Росія) під керівництвом педагога А. Н. Россієва [74].

Модель ротошюта класу S9A – трилопатева. Фюзеляж – з двох елементів: штанги і двигунного контейнера, їх з'єднання – телескопічне (рис. 5.72, б).

Роботу над моделлю починають з виготовлення фюзеляжу. Спочатку на оправці діаметром 10,2 мм накатують контейнер з двох шарів склотканини завтовшки 0,1 мм і обрізують по довжині 125 мм. В нижній його частині закріплюють хвостовий обтічник з липи. В ньому роблять три поздовжні канавки шириною 4 і глибиною 3 мм для розміщення в них фіксаторів лопатей.



Рис. 5.72. Конструкція трилопатевого ротошюта: 1 – обтічник головний; 2 – шпангоути; 3 – штанга; 4 – лопать ротора; 5 – стабілізатор; 6 – обтічник хвостовий; 7 – фіксатор лопаті стартовий; 8 – отвори дренажні; 9 – контейнер двигуна; 10 – гачок гумової тяги; 11 – тяга розкриття лопаті (гума); 12 – кільце упірне; 13 – осі повороту лопатей; 14 – важіль підйому лопаті; 15 – шпангоут силовий; 16 – шпангоут-сегмент

Потім зовні на обтічник по колу намотують чотири шари ниток, які, у свою чергу, утримуватимуть лопаті від розкриття.

У верхній кінець контейнера вклеюють торцевий шпангоут з отвором діаметром 6 мм. В стінці контейнера свердлять дренажні отвори (5–6 шт.) для виходу газів при спрацьовуванні викидного заряду.

Штангу завдовжки 300 мм, як і контейнер, виклеюють із склотканини на оправці діаметром 5-5,5 мм. Можна зробити її і з деревини, але тоді міцність її буде нижчою.

На відстані 85 мм від верхнього краю штанги вмонтовують вузол навішування лопатей. Він складається з силового шпангоута і упірного кільця. Шпангоут вирізують з фольгованого склотекстоліту завтовшки 1-1,5 мм, роблять в ньому три фігурних пропили (під кутом  $120^\circ$ ) для розміщення важелів навішування лопатей.

До нижньої поверхні шпангоуту за допомогою клею прикріплено міцне кільце шириною 7,5-8 мм, яке служить упором для важелів розкриття лопатей. Виготовити це кільце можна з десяти шарів склотканини або виточити з дюралюмінію. Силовий шпангоут клеять на штангу епоксидною смолою.

Важелі навішування лопатей випиляні із склотекстоліту завтовшки 1,5 мм. На заломленому їх кінці зроблено два отвори на відстані 6,5 мм один від одного: 1 мм – під вісь важеля і діаметром 2 мм – під гумову тягу. Із сталевого дроту діаметром 1 мм методом вигину виготовлена П-подібна вісь повороту лопаті, яка протягнута крізь тонкий отвір важеля і припаяна до верхньої поверхні силового шпангоута. В іншому отворі (діаметром 2 мм) закріплена гумова нитка розкриття лопаті. Другий кінець нитки надітий на гачок, закріплений на штанзі.

Нижній (вільний) кінець штанги протягнуто крізь верхній отвір контейнера і на ньому закріплений поршень, виточений з липи. Вийшло своєрідне телескопічне з'єднання.

Лопаті (їх три) виготовлені з бальзи, пластинки якої завтовшки 1,5 і завдовжки 250 мм які змочені, укладені на оправку діаметром 30 мм і обмотані бинтом або гумовим джгутом для надання необхідної форми. Після просушування кожну лопать покривають двома шарами нітролаку. Потім на одному кінці робиться поздовжній виріз шириною 1,5 і завдовжки 37 мм під важіль навішування, а до іншого прикріплений стабілізатор, теж виготовлений з бальзи. В цьому ж місці, на нижній площині лопаті, приклеєна пластина з склопластику шириною 3,5 і завдовжки 30 мм – фіксатор стартового положення лопаті.

У вирізи готових лопатей вклеєні фігурні важелі навішування. Кут відхилення лопатей можна регулювати, підпилюючи надфілем вирізи в упірному кільці.

Підготовку моделі ротошюта проводять в такій послідовності. Складають лопаті уздовж штанги і при цьому переміщують вгору двигунний контейнер.

Його хвостовий обтічник входить в кільце, що утворилося з трьох дугоподібних лопатей, фіксатори яких, у свою чергу, вставляють в поздовжні канавки обтічника. Зовні виходить звичайна модель ракети. Залишається встановити двигун (МРД). Маса моделі без нього – 26 г.

Модель ротошюта злітає з газодинамічної установки. Після старту, на висоті 200–250 м, коли спрацює викидний заряд, поршень штанги йде вгору (достатньо всього на 10–15 мм), лопаті звільняються від фіксації і під дією гумової тяги розкриваються. Модель переходить в режим авторотації (рис. 5.71).

### **Контрольні питання**

1. Назвіть загальні технологічні операції при виготовленні моделей технічних пристроїв.
2. Матеріали і інструменти для виготовлення моделей з паперу, картону і неметалів.
3. Як формують елементи моделей з термопластичних матеріалів?
4. Опишіть технологію виготовлення корпусу моделі з тканих матеріалів.
5. Охарактеризуйте основні типи з'єднань елементів моделей.
6. Які операції виконують при оздобленні моделей? Стисло охарактеризуйте матеріали для обробки.
7. Опишіть технології виготовлення коліс для моделей автомобілів, літаків і планерів.
8. Особливості виготовлення шасі моделей автомобіля і літака.
9. Опишіть технологію виготовлення макета і моделі трактора.
10. Які основні конструктивні елементи застосовують в кордових моделях автомобілів?

11. Які пристрої застосовують для управління моделями по радіо?
12. Опишіть технологію виготовлення корпусу моделі судна з картону.
13. Як виготовити корпус моделі судна з дерева?
14. Опишіть технологію виготовлення найпростішого гребного гвинта моделі судна.
15. Як виготовити модель плоту?
16. Опишіть технологію виготовлення моделі підводного човна.
17. Як виготовити просту модель повітряного змія? Як розрахувати його підйомну силу?
18. Опишіть послідовність виготовлення моделі планера з паперу.
19. Які конструктивні елементи виконують в металевих моделях літаків?
20. Як вибирають основні параметри схематичної моделі планера?
21. Стисло опишіть технологію виготовлення схематичної моделі літака.
22. Чим відрізняються технології виготовлення схематичної і фюзеляжної моделей літака?
23. Які задачі розв'язуються в процесі компоновки моделей ракет?
24. Конструктивні особливості і схемні рішення моделей ракет.
25. Особливості одно-, дво- і триступінчастих моделей ракет.
26. Як виготовити модель ракети, що повертається на землю сама?
27. За яким принципом діє ротор?

## Розділ 6

### ЕЛЕКТРОНІКА В МОДЕЛЮВАННІ І ТЕХНІЧНІЙ ТВОРЧОСТІ

Електронні пристрої відрізняються великим різноманіттям і виконують найрізноманітніші функції в різних областях людської діяльності. Достатньо назвати такі області, як радіомовлення і телебачення, аудіо- і відеотехніка, радіозв'язок і радіолокація, автоматика і управління, системи контролю і сигналізації, електронно-обчислювальна техніка і ін., щоб переконатися у величезному значенні електроніки для технічного прогресу. Тому для розвитку творчих здібностей учнів електроніка представляє величезний інтерес.

Очевидно, що проектування електронних пристроїв в технічній творчості – широко поширене заняття. За допомогою електроніки можна створювати такі пристрої, які неможливо навіть придумати за допомогою інших технічних підходів. Електронні іграшки, компактні пристрої для визначення характеристик навколишнього середовища, автоматика і телемеханіка, радіоуправління на відстані, вимірювання неелектричних величин електричними методами – далеко не повний перелік задач, які можна з успіхом вирішувати, використовуючи принципи електроніки. При моделюванні різних діючих технічних пристроїв без електроніки зараз навряд чи можна обійтися, оскільки тільки з її допомогою можливе рішення багатьох практичних задач, у тому числі функціонування моделей, їх управління і ін.

#### 6.1. Основні поняття

Електроніка напряму пов'язана з електричним струмом – направленим рухом електронів, яке з'являється в замкнутих електричних ланцюгах, що містять джерело електричної напруги.

За допомогою електричного струму можна керувати багатьма процесами, вмикаючи або вимикаючи в потрібний час виконавчі механізми. Для вмикання або вимикання їх в потрібний час необхідні спеціальні пристрої, які називаються датчиками. Датчики виробляють електричні сигнали дуже малої потужності, а для

виконавчих пристроїв необхідні деколи дуже великі електричні потужності. Отже, основним електронним пристроєм можна вважати підсилювач.

Добре посилюються сигнали змінного струму. Якщо ж напруга з датчиків є постійною, то вона у багатьох випадках спочатку перетворюється в змінну спеціальними пристроями. Потім відбувається збільшення сигналу до необхідної амплітуди і його посилення. Цю напругу подають на виконавчий пристрій (рис. 6.1).

Як приклад можна привести електричний програвач грамофонних пластинок. В ньому датчиком є або п'єзо елемент, або електромагніт. Змінна напруга виробляється в них голкою, яка рухається по борозенках пластинки і утворює при цьому бічні коливальні рухи відповідно до записаного звуку. Далі слідує підсилювач низької частоти (УНЧ), який посилює отриманий з датчика сигнал і передає його на виконавчий пристрій, яким в даному випадку є електродинамічна головка (динамік).

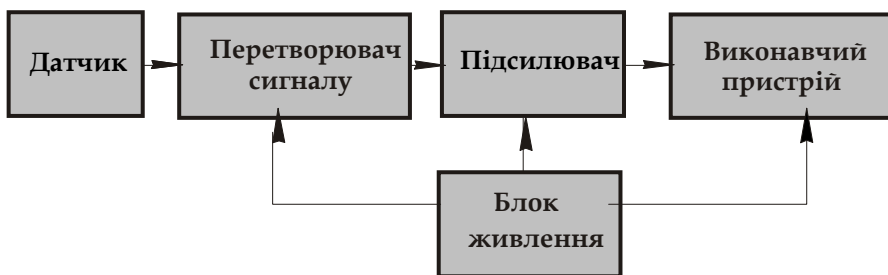


Рис. 6.1. Блочна схема роботи електронного ланцюга

Очевидно, що всі перераховані блоки (окрім датчика) повинні забезпечуватися електроенергією постійної напруги. З цією метою можна використовувати як батареї напруг, так і випрямлячі постійної напруги, які, у свою чергу, є електронними пристроями (блоками живлення).

Для посилення сигналів з датчиків раніше використовувалися спеціальні електронні прилади – радіолампи (тріоди, пентоди), – а останніми роками напівпровідникові пристрої – транзистори і мікросхеми. Вхідним сигналом для цих пристроїв є напруга на управляючому елементі (наприклад, управляюча сітка для

лампового тріода або база для напівпровідникового тріода), а вихідним – напруга на аноді лампи або колекторі транзистора, а при прикладенні навантаження – сила струму. Зв'язок між цими параметрами називається вихідною характеристикою. Ці пристрої характерні тим, що їх вихідна характеристика має деяку пропорційну ділянку, яка і використовується для пропорційного посилення з датчиків сигналів, що поступають. Чим більше кут нахилу пропорційної ділянки до осі абсцис, тим більше крутизна вихідної характеристики електронного приладу і тим ефективно працюватиме підсилювальний пристрій.

Конструювання електронного пристрою починається з вибору принципової електричної схеми, опис якої можна знайти в якому-небудь технічному журналі, наприклад «Радіо», «Юний технік», «Моделіст-конструктор і т. ін., або у відповідній літературі.

Принципова електрична схема є графічною моделлю у вигляді креслення, на якому зображені всі елементи пристрою відповідно до стандартів ЕСКД і зв'язку між елементами. На рис. 6.2 як приклад наведено принципову електричну схему одного з каскадів підсилювача низької частоти (ПНЧ).

Разом з електричною схемою наводять характеристики радіодеталей. Ці характеристики приводяться в специфікації електричної схеми, в переліку елементів. Геометричні розміри елементів електричної схеми беруться з довідників радіоелементів.

З'єднання реальних елементів між собою називається монтажем. З'єднання може бути механічним, паяним або зварним.

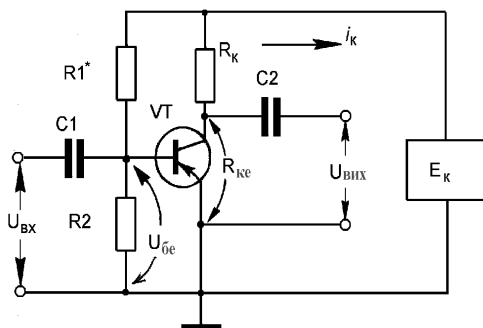


Рис. 6.2. Принципова електрична схема одного з каскадів ПНЧ



## 6.2. Елементна база електроніки

Численні електронні пристрої збираються з порівняно невеликого числа типів стандартних деталей, званих радіoeлементами. Складність електронних виробів можна змінювати, починаючи від трьох-чотирьох елементів до пристроїв в десятки і сотні елементів. Складання електронних пристроїв не вимагає великих матеріальних витрат і спеціальних пристосувань і може проводитися на звичайному столі.

Враховуючи, що радіоелектронні схеми, зібрані з сучасних радіоелементів, у тому числі і напівпровідникових матеріалів, працюють при низьких напругах живлення (не вище 36 В), то складання електронних пристроїв електрично безпечно навіть для дітей шкільного віку.

Учням доступне складання мініатюрних радіоприймачів, схем автоматики, сигналізації, простих схем радіоуправління рухомими моделями, простих підсилювачів звукової частоти, електронних іграшок, пристроїв світломузики і кольоромузики, перемикачів ялинкових гірлянд, вогнів, що «біжать», ілюмінації, електронного годинника і безлічі інших пристроїв. Сучасні шкільні підручники з технології містять такі відомості, оскільки вивчення подібних пристроїв вже увійшло до програм середніх загальноосвітніх шкіл і середніх спеціальних учбових закладів [40].

Найпоширенішими електронними деталями є (рис. 6.3):

- резистори – електричні опори (рис. 6.3, а);
- конденсатори – електричні місткості для накопичення електричних зарядів (рис. 6.3, б);
- котушки індуктивності (накопичувачі магнітної енергії);
- напівпровідникові діоди (прилади односторонньої провідності, випрямлячі, фотодіоди, світлодіоди, тиристори і ін.);
- транзистори – напівпровідникові тріоди, що є підсилювальними елементами (рис. 6.3, в);
- напівпровідникові інтегральні мікросхеми – мініатюрні електронні пристрої, що виконують складні перетворення електричних сигналів і виконані на одній пластинці напівпровідника (рис. 6.3, г)

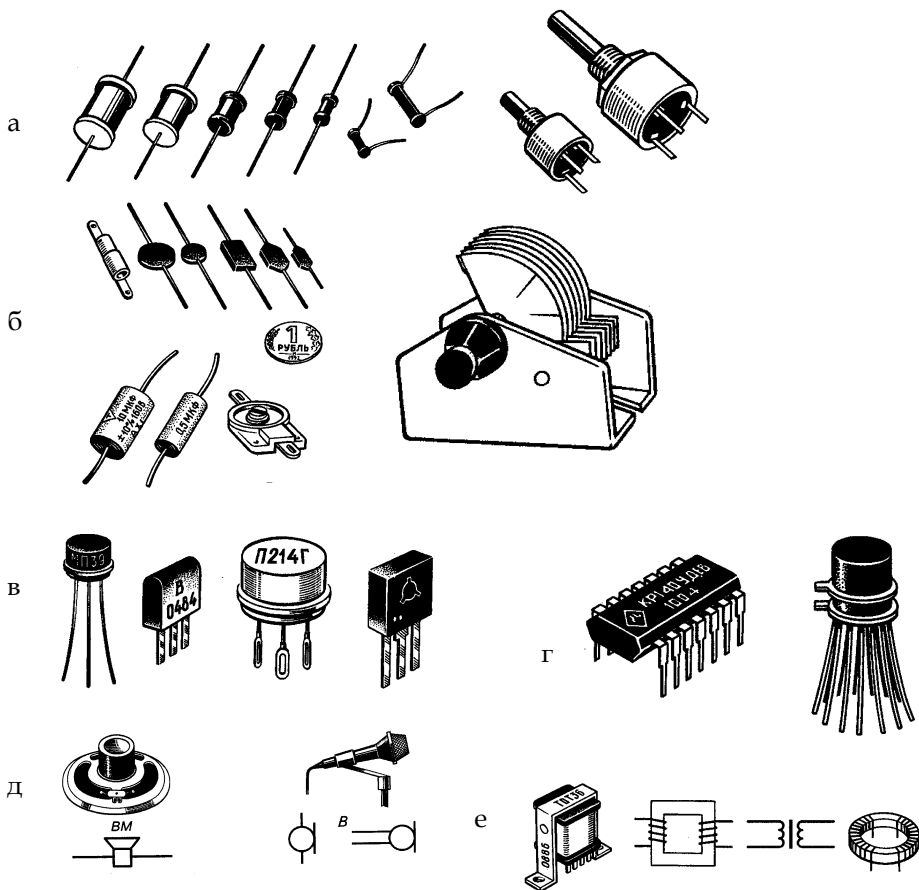


Рис. 6.3. Радиоелементи, вживані в електроніці: а – резистори; б – конденсатори; в – транзистори; г – мікросхеми; д – гучномовні пристрої і мікрофони; е – високочастотні трансформатори

Окрім вказаних елементів в електроніці застосовують і інші, які називають обслуговуючими і виконавчими елементами.

До них відносяться:

- пристрої комутації (гнізда, штирі, багато контактні з'єднувачі, вимикачі, перемикачі і т. п.);
- електромеханічні реле (перемикаючі багато контактні пристрої);

- пристрої індикації (лампочки розжарювання, світлові табло, світлодіоди, цифрові індикатори і т. п.);

- мініатюрні електродвигуни, потенціометри, поворотні трансформатори, датчики неелектричних величин і ін.;

- вимірювальні прилади (вольтметри, амперметри і ін.).

Будова і основні параметри всіх елементів наводяться в численних довідниках з радіоелектронної апаратури, які є в бібліотеках крупних підприємств, палаців технічної творчості, клубів юних техніків, обласній публічній бібліотеці. Останнім часом у продажу з'явилися CD-диски для комп'ютерів, на яких записана обширна довідкова інформація, необхідна для радіоаматорів, творців нових електронних пристроїв і, звичайно, моделістів.

### **6.3. Проектування електричних і електронних пристроїв**

Проектування електронних пристроїв є складною і багатоваріантною задачею і вимагає спеціальної підготовки. Цю задачу вирішують у декілька етапів: формулювання основних вимог до пристрою, розробка принципової електричної схеми, конструювання пристрою і виготовлення.

Основні вимоги до пристрою витікають з його призначення і тих робочих функцій, які пристрій повинен виконувати. Електричні параметри проектованого пристрою визначаються джерелами сигналів і параметрами виконавчих механізмів або навантаженням.

Враховуючи, що вчителі предмету «Технологія» і керівники гуртків технічної творчості працюють з школярами, що не мають досвіду проектування, то вони звичайно не розробляють принципових електричних схем, а користуються готовими, запозичивши їх з літературних джерел. На основі цих схем розробляють конструкції електронних пристроїв, придатні для практичного застосування.

Де ж знайти схему для учбових цілей і практичного застосування?

Не дивлячись на величезне число книг і брошур з радіоелектроніки, що випускається такими крупними виданнями, як «Радіо і зв'язок», «Енергоатомвидав», «Вища школа», «Освіта» і ін., пошук потрібної схеми може виявитися непростою справою. Зайшовши в будь-який магазин технічної книги, ми не застанемо там

брошур з серії «Масова радіобібліотека», «На допомогу радіоаматору» і ін. Важко купити у вільному продажу журнали «Радіо», «Моделіст-конструктор», «Юний технік», додатки до нього «Для умілих рук». Тому починаючим вчителям технології і керівникам гуртків необхідно поступово збирати свою бібліотеку популярних схем електронних пристроїв, які необхідно зібрати самим і перевірити працездатність, щоб учні, які будуть згодом навчатися або гуртківці не витрачали марно сил на складання неперевірених пристроїв і не розчарувалися у власних силах і здібностях.

Інформацію про електронні схеми бажано розміщувати на картках за розділами, наприклад: «Джерела живлення», «Радіоприймачі», «Пристрої сигналізації», «Апаратура радіоуправління моделями» і т. ін.

### **6.3.1. Джерела живлення**

Для живлення електронних пристроїв необхідні джерела постійної напруги. В технічному конструюванні часто використовують хімічні джерела живлення – гальванічні елементи, акумулятори і їх батареї. Їх типи, конструкції і електричні параметри детально описані в літературі [20] і Інтернеті, а сучасні, що використовуються в моделізмі – в додатку 2. Їх загальним недоліком є обмежений термін служби і висока вартість експлуатації. Вони застосовуються головним чином в переносній радіоапаратурі, в спортивних моделях і електрифікованих іграшках.

Для живлення більшості радіоелектронних пристроїв використовують мережні джерела живлення, які перетворюють напругу мережі змінного струму ~220 В або ~127 В частотою 50 Гц в знижену напругу постійного струму.

Мережні джерела живлення можуть бути як трансформаторними, так і без трансформаторів, зібрані по імпульсним схемам. Останні є досить складними пристроями, тому зупинимося на більш простих – трансформаторних мережних джерелах живлення.

Структурна схема трансформаторного мережного джерела живлення показана на рис. 6.4.

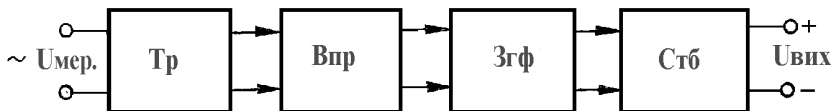


Рис. 6.4.. Структурна схема мережного джерела живлення:

Тр - силовий трансформатор; Впр - випрямляч; Згф - згладжуючий фільтр; Стб - стабілізатор напруги

### 6.3.2. Трансформатори

Для пониження напруги застосовують трансформатори, які називаються силовими.

Силові трансформатори широко застосовуються в мережних джерелах живлення, а також для живлення двигунів змінного струму, для роботи електромеханічних реле, пристроїв сигналізації, для освітлення рекламних щитів, новорічних ялинок і т.п.

В трансформаторах завжди є первинна обмотка, яка включається в мережу змінної напруги, і одна або декілька вторинних обмоток. Таку назву обмотки отримали тому що первинна обмотка наводить магнітне поле в сердечнику трансформатора, а у вторинних обмотках внаслідок створеного змінного магнітного поля виникає електрорушійна сила (е.р.с), причому ця е.р.с. пропорційна кількості витків кожної з вторинних обмоток.

Перш за все необхідно визначити електричні параметри трансформатора. Просту принципову його схему з однією вторинною обмоткою наведено на рис. 6.5.

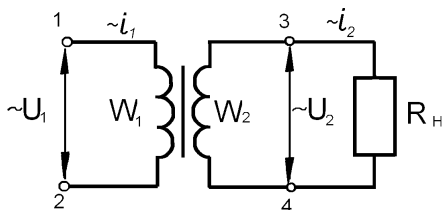


Рис. 6.5. Принципова схема трансформатора

На схемі позначено:  $\sim U_1$  - напруга мережі змінного струму (напруга на первинній обмотці);  $\sim U_2$  - змінна напруга вторинної обмотки (напруга на навантаженні  $R_H$ );  $i_1$  - струм первинної обмотки;

$i_2$  – струм вторинної обмотки (струм в навантаженні);  $W_1$  – число витків первинної обмотки;  $W_2$  – число витків вторинної обмотки. Первинна обмотка завжди одна, а вторинних - може бути скільки завгодно.

Трансформатор перетворює напругу мережі  $U_1$ , підведене до клем 1 і 2, в іншу напругу  $U_2$ , необхідну для живлення навантаження, яке звичайно представляють у вигляді опору  $R_H$ , підключеного до клем 3 і 4. Ці напруги можна зміряти вольтметром змінного струму. Частіше всього напруга  $U_2$  буває менше  $U_1$ , і трансформатор називають знижуючим.

Проте є і підвищувальні трансформатори, наприклад, для живлення високовольтих ланцюгів з електронними лампами (напругою 300 – 600 вольт) .

Відношення діючих напруг

$$n = U_1/U_2 \quad (6.1)$$

називають коефіцієнтом трансформації.

*Приклад.* Розрахуємо електричні параметри трансформатора з двома вторинними і однією екранною обмотками (рис. 6.6).

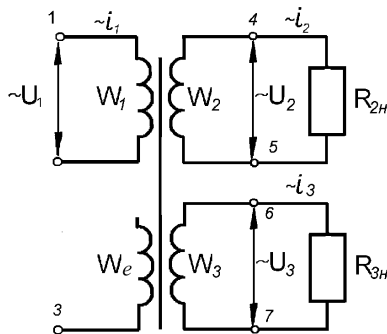


Рис. 6.6. Схема трансформатора з двома вторинними ( $W_2$  і  $W_3$ ) і однієї екранній ( $W_e$ ) обмотками

Як магнітопровід приймаємо стандартне «залізо» - пластини Ш - подібного типу, які виготовляються з електротехнічної сталі. Форму пластин і їх основні параметри наведено на рис. 6.7, де зображено трансформаторні пластини з отворами для стягування зібраного магнітопроводу шпильками. Помітимо, проте, що цих отворів може і не бути.

Розміри пластин відповідають розробленим стандартам. В практиці моделювання розміри пластин вибираються по «залізу»,

яке є в наявності. Проте, і в тому, і в іншому випадку для вибору «заліза» необхідно провести розрахунок трансформатора.

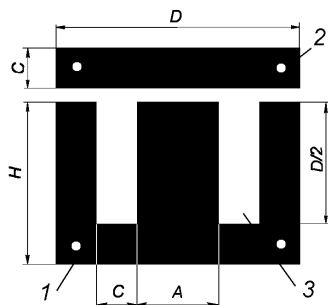


Рис. 6.7. Ш - подібні пластини сердечника трансформатора з отворами для стягування шпильками:  
1 – формоутворювальна пластина;  
2 – замикаюча пластина; 3 – «вікно» сердечника

Спрощений порядок розрахунку параметрів трансформатора, придатний для любительської практики, наступний:

1) визначають вихідну потужність трансформатора за формулою

$$P_{вих} = \frac{\sum_{i=2}^N (U_i \times I_i)}{\eta} \quad (6.2)$$

де  $P_{вих}$  – вихідна потужність на навантаженні, ват;  $U_i$  – діюча напруга у відповідній вторинній обмотці, вольт;  $I_i$  – діюче значення сили струму у відповідній вторинній обмотці, ампер;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії трансформатора ( $\eta = 0,8 \dots 0,95$ );

2) обчислюють площу перетину сердечника трансформатора

$$S_{серд} = 10 \cdot P_{вих}, \text{ мм}^2 \quad (6.3)$$

3) по отриманому значенню  $S_{серд}$  вибирають розміри сердечника: задаються шириною пластин  $A$  і визначають товщину набору  $B$  за формулою

$$B = S_{серд} / A, \text{ мм}; \quad (6.4)$$

*Примітка.* Бажано для економії мідного (відповідно дорогого) дроту поперечний перетин сердечника вибирати за формою близької до квадрата. В цьому випадку мідного дроту споживатиметься менше ніж у сердечника з прямокутним перетином.

Пропонується поступити таким чином - обчислити квадратний корінь з величини  $S_{серд}$  і по отриманому значенню вибрати значення величини  $A$ .

4) визначають число витків обмотки, що доводиться на один вольт напруги, за емпіричною формулою

$$W = 4000 / S_{\text{серед}}, \text{ витків на 1 вольт;} \quad (6.5)$$

5) знаходять число витків первинної обмотки:

$$W_1 = U_1 \cdot W, \text{ витків;} \quad (6.6)$$

6) знаходять число витків вторинних обмоток:

$$W_2 = U_2 \cdot W, \text{ витків;} \quad (6.7)$$

$$W_3 = U_3 \cdot W, \text{ витків;}$$

7) вибирають діаметр обмотувального дроту марки ПЕВ-2 в кожній з обмоток за формулою:

$$d_i = 0,015 \sqrt{I_i \times 1000}, \text{ мм} \quad (6.8)$$

Струм  $I_1$  в первинній обмотці визначаємо за формулою

$$I_1 = P_{\text{вих}} / 220, \text{ А.}$$

Екрану обмотку роблять «виток до витка» в один ряд дротом 0,2 мм ділячи тільки один вивід.

Так можна приблизно, але з достатньою для нормальної роботи точністю, визначити основні параметри трансформатора і потім використати їх при його конструюванні.

### 6.3.3. Випрямлячі

Як випрямляч використовують напівпровідникові діоди, які володіють властивістю односторонньої провідності електричного струму.

Застосовують однопівперіодні (рис. 6.8, а) і двопівперіодні схеми (рис. 6.9, а) випрямлення. Після випрямлення виходить випрямлена пульсуюча напруга (рис. 6.8, б і 6.9, б), яка згладжується спеціальними фільтрами.

Згладжувальні фільтри у найпростішому випадку є комбінаціями конденсаторів і постійних резисторів (RC-фільтри) або конденсаторів і котушок індуктивності (дроселів) (LC-фільтри).

Основним недоліком випрямлячів із згладжувальними фільтрами є залежність вихідної випрямленої напруги від опору навантаження. Для усунення цього недоліку випрямляч доповнюється стабілізатором напруги.



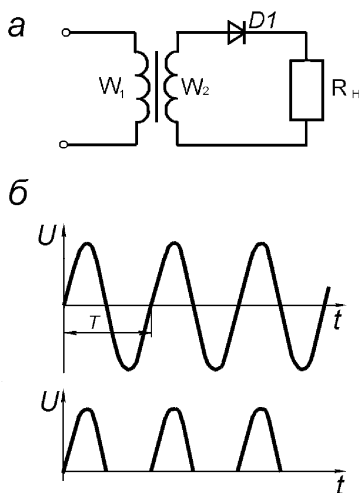


Рис.6.8.Однопівперіодне  
випрямлення напруги:  
б – графічне пояснення;  
а – електрична схема

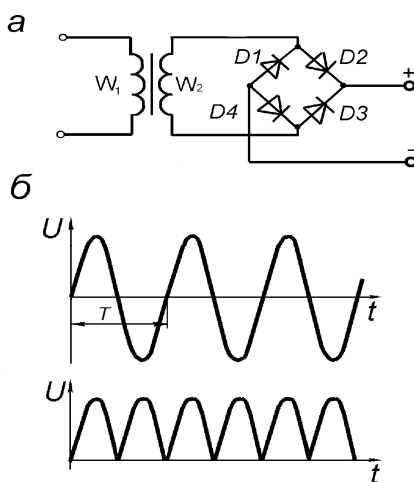


Рис. 6.9. Двопівперіодне  
випрямлення напруги:  
б – графічне пояснення;  
а – електрична схема

При виборі діодів для випрямляча враховують максимальне значення струму, що проходить через нього в прямому напрямі, і допустиму зворотну напругу. Ці параметри діодів приводяться в довідниках.

Частіше всього використовується двопівперіодне випрямлення за схемою, наведеною на рис. 6.9.

### 6.3.4. Стабілізатори напруги

Найпростішим стабілізатором напруги є параметричний стабілізатор на стабілітроні (рис. 6.10). Він складається з баластного резистора  $R_b$  і стабілітрона  $VD1$ , який підключений паралельно опору навантаження  $R_H$ .

Стабілітрон є напівпровідниковим діодом, який при певній зворотній напрузі відкривається, і через нього протікає струм, обмежуваний резистором  $R_b$ . При зміні цього струму напруга на

стабілітроні практично не змінюється. Вона називається напругою стабілізації  $U_{ст}$ . Це основний параметр стабілітрона, звідки і назва «параметричний стабілізатор». Інші параметри стабілітрона, які враховуються при виборі схеми, – максимальний і мінімальний струми, що протікають через нього. Ці параметри також приводяться в довідниках.

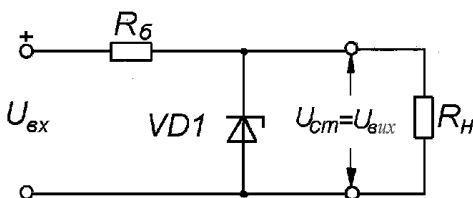


Рис. 6.10. Схема параметричного стабілізатора напруги

Величина опору  $R_б$  може бути визначена за виразом

$$R_б = (U_{вх} - U_{ст}) / I_{ст}, \text{ Ом}$$

де  $U_{вх}$  – значення вхідної напруги, В;  $U_{ст}$  – значення напруги стабілізації, В;  $I_{ст}$  – середнє значення струму через стабілітрон, А.

Величина  $I_{ст}$  знаходиться за залежністю

$$I_{ст} = 0,5 (I_{ст \text{ max}} - I_{ст \text{ min}}), \text{ А.}$$

Основними параметрами стабілізатора є коефіцієнти стабілізації  $K_{ст}$  і максимальний струм навантаження  $I_{н \text{ max}}$ .

$K_{ст}$  визначають по відношенню

$$K_{ст} = \Delta U_{вх} / \Delta U_{внх}$$

де  $\Delta U_{вх}$  – можлива зміна вхідної напруги, В;  $\Delta U_{внх}$  – зміна вихідної напруги, В;

Значення  $I_{н \text{ max}}$  знаходять з виразу

$$I_{н \text{ max}} = (U_{вх} - U_{ст} - I_{ст \text{ min}} \cdot R_б) / R_б.$$

Параметричні стабілізатори мають невелике значення величини  $K_{ст}$  (порядку 35–50) і малі струми навантаження, тому вони застосовуються в малопотужних джерелах живлення (10–15 Вт) і як джерела постійної опорної напруги.

Більш високими експлуатаційними показниками володіють стабілізатори з регулюючим елементом на виході, наприклад компенсацийні. Вони побудовані по схемі автоматичного регулювання напруги на виході при різному або змінному опорі навантаження.

Типова, структурна схема такого регулятора показана на рис. 6.11.

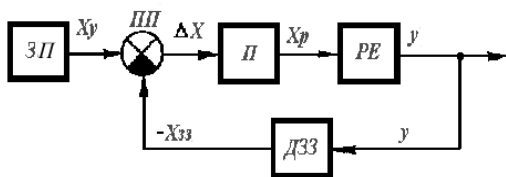


Рис. 6.11. Схема автоматичного регулятора вихідного параметра

На рисунку позначено:  $ЗП$  – задаючий пристрій;  $ПП$  – порівнюючий пристрій;  $П$  – підсилювач;  $РЕ$  – регулюючий елемент;  $ДЗЗ$  – датчик зворотного зв'язку;  $X_y$  – задаючий параметр (управляючий сигнал);  $\Delta X$  – сигнал розузгодження;  $X_p$  – регулююча дія;  $Y$  – вихідна регульована величина;  $X_{зз}$  – сигнал зворотного зв'язку.

Схема працює за принципом компенсації відхилення вихідної величини  $Y$  від заданого значення. Це відхилення (сигнал розузгодження) визначається:

$$\Delta X = X_y - X_{зз}.$$

Сигнал розузгодження посилюється і дає регулюючий сигнал  $X_p$ , який через регулюючий елемент  $РЕ$  відновлює задане значення вихідної величини.

На принциповій схемі (рис. 6.12) елементи виконують наступні функції:  $C1$  – конденсатор згладжуючого фільтра випрямляча;  $VD1$  – стабілітрон, задаючий пристрій (джерело опорної напруги); транзистор  $VT1$  – підсилювач; транзистор  $VT2$  – регулюючий елемент; ділник напруги  $R3, R4, R5$  – датчик зворотного зв'язку;  $U_{вих}$  – регульована величина.

При зміні вхідної напруги або опору навантаження вихідна напруга  $U_{вих}$  зміниться, що приведе до появи різниці напруг між опорною напругою і напругою на базі  $VT1$  (сигнал розузгодження), яка, впливаючи на регулюючий елемент  $VT2$ , відразу ж відновить задане значення  $U_{вих}$ . Резистором  $R4$  можна регулювати значення вихідної напруги в деяких межах.

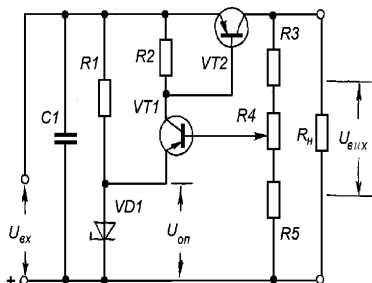


Рис. 6.12. Принципова схема компенсаційного стабілізатора напруги

## **6.4. Виготовлення електричних і електронних пристроїв**

Електромеханічні і радіоелектронні пристрої складаються з великого числа елементів. При виготовленні таких пристроїв всі елементи необхідно зібрати воедино, закріпити їх механічно на одному каркасі і з'єднати електрично між собою в повній відповідності з принциповою електричною схемою.

Процес установки елементів в загальному корпусі називають механічним монтажем. Механічний монтаж проводять, як правило, за допомогою різьбових з'єднань.

Процес з'єднання виводів елементів називають електричним монтажем. Він може бути об'ємним, печатним або комбінованим.

При комбінованому монтажі використовуються як об'ємний, так і печатний монтаж з використанням різних прийомів закріплення монтажних елементів і з'єднання їх виводів.

### **6.4.1. Об'ємний монтаж**

При об'ємному монтажі крупно габаритні елементи, такі як трансформатори, електролітичні конденсатори великої місткості, реле, індикаторні пристрої, могутні вихідні транзистори на радіаторах і ін., розташовують в об'ємі корпусу пристрою відповідно до критеріїв компоновки. Виводи цих елементів сполучають між собою гнучким монтажним дротом за допомогою різьбових з'єднань, паяння або зварки.

При об'ємному монтажі часто застосовуються різні стійки і монтажні плати, які є проміжними при монтажі і до яких припаюються елементи електричних і радіоелектронних схем і сполучні дроти (рис. 6.13).

Електричне з'єднання виводів крупно габаритних елементів виконують в основному гнучкими монтажними дротами. Кріплення дротів до виводів елементів здійснюють різними способами: гвинтами, гайками, паянням, тертям і т.п. Вибір способу кріплення залежить від конструкції виводів (рис. 6.14).

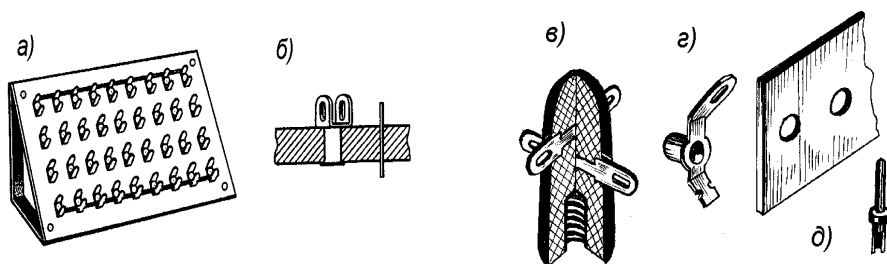


Рис. 6.13. Елементи об'ємного монтажу: а – монтажна плата; б – кріплення пелюсткового виводу до монтажної плати; в – монтажна стійка; г – конструкція пелюсткового виводу; д – конструкція стрижньового виводу

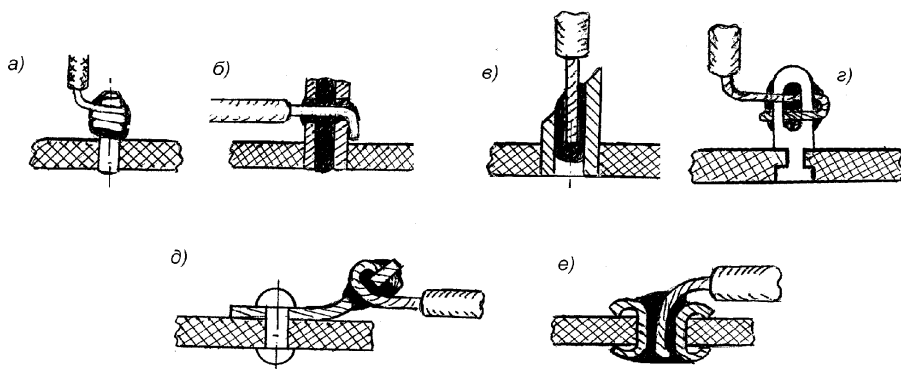


Рис. 6.14. Приклади виконання паяння при об'ємному електричному монтажі

Найширше застосування знайшло паяння монтажних дротів до виводів, які можуть мати вид циліндрового стрижня (рис. 6.14, а), трубочки з отвором (рис. 6.14, б), трубочки з косим зрізом (рис. 6.14, в), пелюстки з отвором (рис. 6.14, г) або пістона (рис. 6.14, е).

Важливим моментом з'єднання є механічне кріплення провідної частини дроту (жили) до виводу шляхом гнуття, а потім вже паяння розплавленим припоєм (рис. 6.14, д).

Монтажні дроти різноманітні за конструкцією і застосовуються залежно від умов експлуатації. В побутових приладах і в моделях

найбільше розповсюдження отримали мідні, гнучкі одножильні і багатожильні дроти в поліхлорвініловій ізоляції або в ізоляції з двох шарів – штучного шовку і поліхлорвінілового волого захисного шару зверху. Іноді жили дротів для надійності паяння покривають шаром припою (лудять). Температурна стійкість цих дротів від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Ізоляцію дротів випускають різних кольорів. Для полегшення аналізу монтажу в електричних ланцюгах об'ємного монтажу використовують дроти наступного забарвлення:

- червоний, оранжевий – висока напруга і дроти позитивного потенціалу «+»;
- білий – мінусові ланцюги «-»;
- голубий, синій – нульовий потенціал «земля», «корпус», «маса»;
- коричневий, чорний – ланцюги напруження в електролампових приладах.

Для захисту ланцюгів від електромагнітних наведень застосовують екрановані дроти в обплітці з тонких луджених мідних дротів.

Для монтажу з кінців дротів знімають ізоляцію на відстані 15...20 мм, багатожильні дроти скручують і лудять, залишаючи незалуженими 4...5 мм від ізоляції для того, щоб при гнутті дроти не ламалися.

При механічному кріпленні кінців дротів до виводів елементів, наприклад, при з'єднанні за допомогою гвинтів, на кінцях дротів роблять петлю із зачищених і залужених жил, обов'язково закрутивши і спаявши місце з'єднання петлі. Між головкою гвинта і дротом прокладають шайбу, яка запобігає механічному пошкодженню петлі при прикладенні зусилля затягування.

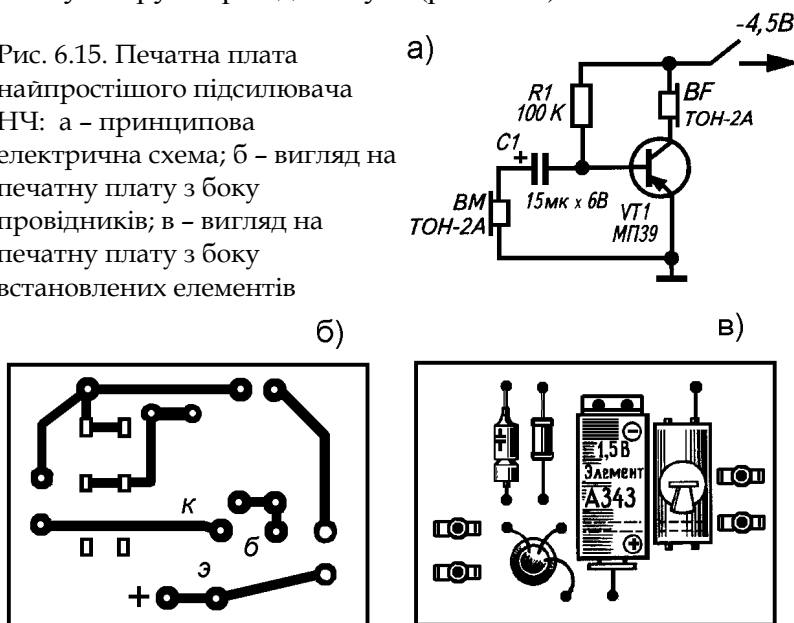
Дроти, що йдуть в одному напрямі, зв'язують в пучки (джугти) монтажними капроновими або бавовняними нитками № 00 або № 10. Бавовняні нитки для надійності просочують воском або парафіном.

Місця паяння після монтажу і перевірки правильності з'єднання покривають кольоровим цапонлаком (червоним, синім або зеленим) для захисту паяння від окислення, а також маркіровки виконаних і перевірених з'єднань.

## 6.4.2. Виготовлення печатної плати

При печатному монтажі невеликі (малогабаритні) елементи електричної схеми встановлюють на плоскій пластині, що складається з плоского ізоляційного матеріалу, на якому є струмопровідні смуги (рис. 6.15).

Рис. 6.15. Печатна плата найпростішого підсилювача НЧ: а – принципова електрична схема; б – вигляд на печатну плату з боку провідників; в – вигляд на печатну плату з боку встановлених елементів



Ці смуги служать для електричного з'єднання виводів елементів – в них ці елементи впаюються. Струмопровідні смуги складають, таким чином, рисунок печатної плати (ПП), який точно відповідає *топології* принципової схеми, тобто логіці з'єднання елементів.

Печатний монтаж може бути одностороннім, коли рисунок ПП розташовують тільки з одного боку (відповідно елементи - з другого боку), або двостороннім, коли рисунок ПП розташовують з обох боків (розташування елементів – з одного боку).

Печатну плату виготовляють з листового діелектрика з високими механічними показниками опору на вигин – гетинакс, текстоліт, склотекстоліт. Як струмопровідний шар на один або

обидва боки листового діелектрика нанесений тонкий шар міді. Товщина шару – 0,03...0,05 мм. Шар є фольгою, жорстко прикріпленою до діелектрика, тому матеріал називають фольгованим (фольгований гетинакс, фольгований склотекстоліт і т. п.). Товщина фольгованого діелектрика може бути різною – від 1 до 5 мм. Чим більше розміри ПП, тим більше її товщина.

Для отримання рисунка провідників і контактних майданчиків на фольгованому матеріалі спочатку виконують компоновку ПП, складають топологію з'єднання елементів і трасування (прокладку провідників між выводами елементів) на основі принципової електричної схеми.

Отже, для розробки конструкції ПП необхідно:

- мати принципову електричну схему;
- знати геометричні розміри кожного елемента принципової електричної схеми (мати специфікацію всіх елементів);
- передбачити можливість кріплення ПП в конструйованому пристрої;
- дотримуватися принципу мінімізації розмірів ПП – принцип «трьох мінімумів»: мінімальна площа пластини, мінімальна довжина провідників, мінімальне число перетинів провідників, які виконуються перемичками з боку установки елементів.

Ескіз ПП виконують на папері з координатною сіткою, крок якої може бути 1,25 мм, 2,5 мм або 5 мм. Центри отворів під виводи елементів розташовують у вузлах сітки. Навкруги майбутніх отворів оформляється кільце з шириною обода 1,5...2 мм, утворюючи, таким чином, круглий контактний майданчик (рис. 6.15, б). Помітимо, що контактний майданчик може бути і квадратної форми.

З'єднання контактних майданчиків проводять лініями-провідниками відповідно до принципової електричної схеми. Кожному виводу елемента електричної схеми повинен належати один отвір. Декілька отворів можуть бути з'єднані в один великий контактний майданчик, наприклад, загальний контактний майданчик для «землі», до якої припадають багато елементів.

Ширину ліній-провідників визначають по допустимій густині струму (для міді  $\Delta I = 6 \text{ А/мм}^2$ ).

Якщо позначити ширину провідника  $b$ , а товщину  $h$ , то перетин провідника буде рівний

$$S = b \cdot h, \text{ мм}^2$$



і значення  $b$  може бути визначено за формулою

$$b = \frac{I}{\Delta_i \cdot h}, \text{ мм}$$

Наприклад, при струмі  $I = 0,2$  А, товщині фольги  $h = 0,05$  мм, ширина провідника  $b = 0,66$  мм.

При виготовленні ПП в індивідуальному виробництві ширину провідників рекомендується виконувати не менш 1 мм, а мінімальна відстань між двома сусідніми провідниками – 1...1,5 мм. Відстань від країв ПП до найближчих провідників, а також до кріпильних отворів повинне бути не менш 3 мм.

При компоновці ПП використовують реальні розміри елементів, підготовлених до печатного монтажу. Реальні розміри елементів одержують або їх вимірюванням, або з довідників.

#### ***Технологія виготовлення рисунка ПП.***

З фольгованого гетинаксу або текстоліту вирізується заготовка потрібного розміру, зачищається дрібним наждачним папером і знежирюється ваткою, змоченою в ацетоні.

Підготовлений на папері ескіз ПП переносять на заготовку платні. Робиться це таким чином.

Покладіть на фольговану поверхню ПП копіювальний папір, а зверху – підготовлений ескіз ПП. Тонко заточеним олівцем акуратно обведіть контури струмоведучих доріжок плати, користуючись рисунком як шаблоном. Місця отворів для виводів радіодеталей намітьте гостро заточеним шилом.

Є ще один оригінальний спосіб. Він заснований на здатності міді інтенсивно окислюватися і міняти колір при освітленні. Рисунок шаблона переведіть за допомогою копірки на кальку і промалюйте чорною тушшю. Заготовку плати зачистіть дрібним наждачним папером, обезжирте ацетоном і опустіть на 2–3 хвилини в розчин хлорного заліза, приготований для травлення. Потім промийте в холодній воді, висушіть, накладіть на неї кальку з рисунком, покладіть на рівну поверхню і притисніть склом. Тепер, якщо освітити заготовку лампою потужністю 200–300 Вт з відстані 15–20 см протягом 10–20 хвилин, відкриті ділянки фольги потемніють. Експозицію, звичайно, доведеться підбирати дослідним шляхом, тому радимо проекспериментувати з невеликими шматочками матеріалу, варіюючи час і відстань від джерела світла. Хочемо попередити, що контрастність «фотовідбитка» на мідній фользі з часом слабшає, і

через декілька днів або навіть годин рисунок може зовсім зникнути. Тому постарайтеся відразу ж після експонування приступити до нанесення захисного шару.

**Нанесення захисного шару** на рисунок ПП проводять злегка розведеним ацетоном лаком для нігтів. Але можна це зробити і клеєм БФ-2, тушшю «Кальмар» (найстійкіший рисунок дає туш синього кольору), нітрофарбою або асфальтобітумним лаком.

Два останні склади вимагають, правда, нескладного пристосування для їх нанесення. Його можна зробити з голки від медичного шприца. Для цього її треба укоротити до 8–10 мм, а до підстави припаяти перо від учнівської ручки. Вістря голки треба зашліфувати дрібнозернистим наждачним папером. В порожнину голки залийте лак або нітрофарбу. Використовуючи голки різного діаметра, можна одержувати лінії різної товщини.

Лак для нігтів краще всього наносити скляним рейсфедером або, якщо його не виявиться, порожнім стрижнем від кулькової ручки, з пишучого вузла якого видалена кулька (її легко виїняти за допомогою шпильки). Щоб лак не витікав з трубочки або стрижня і рівномірно лягав на поверхню плати, спробуйте дослідним шляхом підібрати оптимальну густину лаку, додаючи ацетон поступово – по декілька крапель. Розводити лак зручно в металевій пробці від пляшок, оскільки не всі пластмасові пробки стійкі до ацетону або розчинника.

Можна використовувати і балончик для заправки рейсфедерів. Переробляти його не треба. В нього можна заливати як туш «Кальмар», так і асфальтобітумний лак або нітролак. Ширина доріжки при роботі з таким імпровізованим інструментом буде 1–2 мм, що цілком достатньо. А щоб лак не засихав, після закінчення роботи закрийте балон ковпачком. Коли захисний шар висохне, плату необхідно відретушувати – підправити лінії рисунка скальпелем, лезом безпечної бритви або спеціальним скребком для ретуші фотографій.

**Травлення** ПП проводять в розчині хлорного заліза густиною 1,3. В стакан місткістю 200 см<sup>3</sup> покладіть 150 г хлорного заліза і залийте водою до країв. Травлення зручніше за все вести в плоскій пластмасовій ванні. Користуватися металевим посудом при травленні не можна – більшість розчинів вступають з ним в хімічну реакцію.

Якщо хлорного заліза у вас має, його можна приготувати самому. На 25 об'ємних частин 9%-ї соляної кислоти візьміть одну частину залізної тирси, змішайте в скляному посуді і залиште на декілька днів. Спочатку розчин набуває ясно-зеленого кольору, а через 5—6 днів стане жовто-бурим. Це значить, що у вас вийшов готовий до вживання розчин хлорного заліза.

Для прискорення травлення ванну потрібно безперервно похитувати і кожні 5 хвилин обережно протирати ватяним тампоном не зафарбовані ділянки плати, видаляючи продукти реакції. При кімнатній температурі плата, як правило, обробляється 40—50 хвилин, але якщо розчин підігріти до 40—50° С, то час можна скоротити до 8—10 хвилин.

Хочемо запропонувати вам ще декілька рецептів травлення.

1. В стакані холодної води розчиніть декілька таблеток перекису водню і обережно додайте 15—25 мл концентрованої сірчаної кислоти. Час травлення в такому розчині близько 1 години.

2. В літрі гарячої (60—70°С) води розчиніть 350 г хромового ангідриду, а потім додайте 50 г кухонної солі. Коли розчин остигне, можна приступати до травлення. Воно займе 20—50 хвилин. Процес можна прискорити, якщо в розчин, дотримуючись обережності, додати 50 г концентрованої сірчаної кислоти.

3. Для швидкого травлення (за 4—6 хвилин) радимо скористатися наступним складом: 38%-а соляна кислота — 20 вагових частин, 40%-ий перекис водню — пергідроль — 20 частин, вода — 60 частин. Звертаємо увагу, що користуватися цим розчином потрібно дуже обережно, дотримуючись усіх правил поведінки з їдкими речовинами.

Після закінчення травлення видаліть з плати розчинником захисний шар, гарненько промийте її кілька разів в холодній і гарячій воді і висушіть. Потім просвердліть отвори для виводів радіодеталей. Щоб фольга не відшаровувалася, свердлити треба спочатку з фольгованого боку, а потім роззенкувати отвори свердлом, заточеним під кутом 90°. Тепер залишається лише заблудити плату, і можна приступати до монтажу.

Паяння елементів на ПП ведуть легкоплавкими припоями, наприклад ПОС-61, температура плавлення якого близько 180 °С. Мікросхеми бояться перегріву, тому їх краще паяти припоем з

температурою плавлення 117,120 °С, який має наступний склад: олово – 54,6 %, свинець – 25,5 %, кадмій – 16,3 %, вісмут – 3,6 %.

Як флюс застосовують розчин каніфолі в етиловому спирті (спирт – 60 %, каніфоль соснова – 40 %).

#### **6.4.3. Виготовлення корпусних деталей електрорадіоапаратури**

Наступний етап роботи з конструювання електрорадіоапаратури – вибір механічної конструкції пристрою. Вона звичайно складається з лицьової панелі, шасі і корпусу (рис. 6.16).

На лицьовій панелі розташовуються основні органи управління, запобіжники, пристрої індикації і комутації, наносяться написи, що пояснюють призначення цих елементів. Як основа лицьової панелі краще використовувати листовий матеріал із сплаву системи АМГ.

Цей матеріал добре обробляється ріжучим інструментом і не «забиває» напилки. Як облицювальний матеріал для лицьової панелі можна

$$b = \frac{I}{\Delta_i \cdot h}, \text{ мм}$$

### **6.5. Електронні пристрої, вживані в моделюванні**

#### **6.5.1. Зарядні пристрої для акумуляторів, що використовуються в моделях**

В технічній творчості і моделюванні для живлення електрорадіоапаратури часто застосовують акумулятори, які необхідно періодично заряджати.

Для зарядки малопотужних акумуляторів можна використовувати простий випрямляч з гасячим резистором (рис. 3.18).

На рисунку позначено:  $G$  – заряджуваний акумулятор або батарея,  $VD1$  – випрямний діод,  $R1$  і  $R2$  – резистори для обмеження струму зарядки.

Діод  $VD1$  повинен мати допустимий зворотний струм не менш 100 мА.

Недоліком цього пристрою є підключення одного з виводів акумулятора до мережі змінного струму, що небажано з погляду електробезпеки

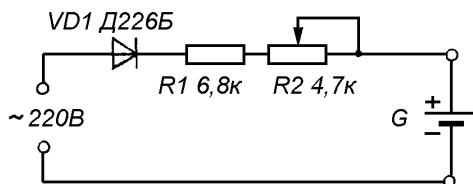


Рис.6.18. Зарядний пристрій для малопотужних акумуляторів

Більш безпечними є пристрої із знижувальними трансформаторами, які гальванічно «від'єднують» заряджаючі акумулятори від мережі.

Останнім часом найбільш поширені батареї акумуляторів, які зібрані з 4, 6, 8 або 10 штучних акумуляторів різних конструктивних типів напругою по 1,2 В. Напругення таких батарей складає, відповідно, 4,8В, 7,2В, 9,6В і 12,0В. Місткість коливається від 0,7 А-год до 2,7 А-год.

Оскільки для нормальної зарядки таких акумуляторів необхідний струм, величина якого складає приблизно 20% від загальної місткості акумулятора, то доводиться використовувати випрямлячі з регульованим струмом. Якщо таких випрямлячів немає, то їх необхідно сконструювати, наприклад, відповідно до схеми, наведеної на рис. 6.12. Проте в цій схемі необхідно передбачити індикатори напруги і струму. Струм в такому пристрої повинен регулюватися від 0 до 0,6 А.

### 6.5.2. Електронне реле часу.

Покажемо, як працює електронний пристрій, призначений для автоматичного відліку заданих інтервалів часу. Подібна задача виникає, наприклад, у тому випадку, коли необхідне автоматичне виключення електричного струму після наперед заданого проміжку часу. Таким чином можна запрограмувати час роботи моделі, тому електронне реле часу можна використовувати в таймерних моделях.

Реле часу (рис. 6.19) складається з датчика і однокаскадного транзисторного підсилювача. Як датчик часу використовується конденсатор, що розряджається через змінний опір. Заряд

конденсатора  $C1$  відбувається практично миттєво при з'єднанні його обкладинок перемикачем  $SA1$  з джерелом живлення.

При переведенні перемикача  $SA1$  в інше положення конденсатор починає розряджатися по ланцюгу із змінним резистором  $R1$  і через вхідний ланцюг транзисторного підсилювача. Транзистор при подачі на його базу потенціалу - 4,5 В, до якого заряджена обкладка конденсатора, відкривається, що приводить до спрацьовування електромагнітного реле. Його контакти включають навантаження - починається витримка часу. У міру розряду конденсатора, швидкість якого залежить від опору резистора  $R1$ , зменшується пряма напруга переходу емітер — база і транзистор починає закриватися. В певний момент часу струм колектора транзистора стане рівним струму відпуску реле, його контакти розімкнуться і ланцюг навантаження розірветься. Час між моментом замикання і розмикання контактів - є витримка часу.

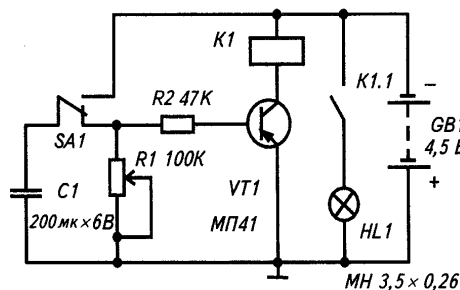


Рис. 6.19. Проста схема реле часу

В наведеній схемі використовується чутливе електромагнітне реле, струм спрацьовування якого рівний декільком міліамперам, наприклад,  $PEC55A(602)$ . Чим струм менше, тим більше діапазон зміни витримок, оскільки при меншій напрузі на конденсаторі струм колектора буде достатній для утримання якоря реле в стані притягнення. Так само впливає на витримку часу збільшення коефіцієнта передачі струму бази транзистора  $B$ .

Якщо реле недостатньої чутливості, то потрібен додатковий каскад посилення, який вже використовувався в схемах фотореле і температурного реле. Перед виготовленням реле часу перевіряють, при якій величині напруги і силі струму реле спрацьовує. Ці величини мають бути менше напруги використовуваного джерела живлення і максимального струму колектора транзистора (150 мА).

Якщо реле часу використовується для вмикання електричних ламп розжарювання 220В, тобто для управління навантаженням порівняно великої потужності (40 — 75 Вт), то необхідно використовувати додаткове електромагнітне реле з могутніми контактами. Конструкція такого пристрою повинна бути ретельно розробленою і виготовленою з обов'язковою перевіркою керівником. Потрібно пам'ятати, що робота з високою напругою електричної мережі небезпечна і вимагає суворого виконання правил безпеки праці.

### 6.5.3. Однокаскадний підсилювач на транзисторі

Схему підсилювача наведено на рис. 6.20. На базі цього підсилювача можна побудувати підсилювач з вихідним каскадом потужності для малогабаритного радіоприймача або електрофона.

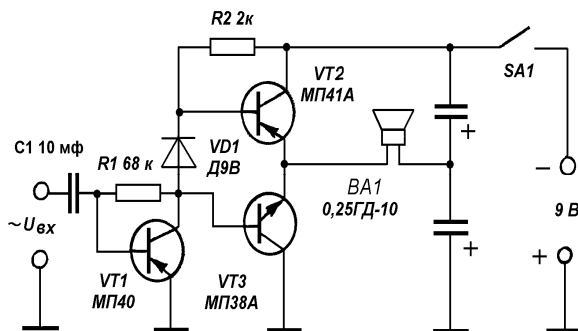


Рис. 6.20. Вихідний каскад підсилювача низької частоти

В цій схемі каскад попереднього посилення зібраний на транзисторі *VT1*, причому для подачі напруги зсуву на базу замість дільника напруги використовується один резистор *R1*, що дозволяє зменшити споживаний струм за відсутності вхідного сигналу. При настройці схеми напруга зсуву на базі *VT1* повинна бути в межах 0,2–0,25 В, а напруга в точці з'єднання емітерів *VT2* і *VT3* повинна бути рівний половині напруги джерела живлення, що досягається підбором резистора *R2*.

Цю схему можна зібрати і на кремнієвих транзисторах *KT315* і *KT361*, замінивши діод *VD1* на кремнієвий, наприклад *KD509*.

#### 6.5.4. Генератор синусоїдальних коливань

Однокаскадний підсилювач на транзисторі може бути основою генератора синусоїдальних коливань, якщо подати напругу з виходу підсилювача на його вхід. Така подача сигналу з виходу на вхід підсилювача називається зворотним зв'язком. Вона називається позитивною, якщо вихідний сигнал збільшуватиметься, і негативній, якщо вихідний сигнал зменшуватиметься. В генераторах електричних коливань використовується позитивний зворотний зв'язок.

Схему генератора наведено на рис. 6.21.

В схемі вихідний сигнал з колектора транзистора  $VT1$  подається на базу за допомогою подвійного Т-подібного фільтра, який налаштований на певну частоту. Одна ланка фільтра  $C1-R1-C2$ , а інша  $R2-C3-R4$ . Співвідношення між номіналами елементів повинні бути такими:  $C1 = C2$ ;  $C3 = 2C1$ ;  $R2 = R4$ ;  $R1 = 0,5R2$ .

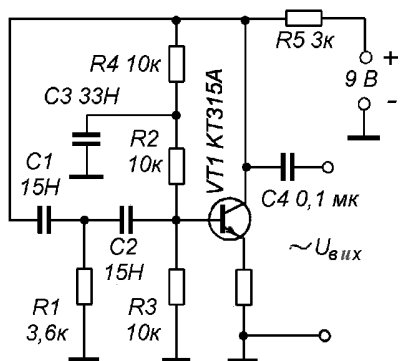


Рис. 6.21. Транзисторний генератор гармонійних коливань

При таких співвідношеннях параметрів елементів частота коливань визначається за залежністю

$$f = 0,12/RC, \text{ кГц}$$

де  $R = R2 \text{ кОм}$ ;  $C = C1 \text{ мкФ}$ .

При номіналах, вказаних на схемі, частота генерації близько 800 Гц.



### 6.5.5. Сигнальний пристрій

Підсилювальний каскад на транзисторі дозволяє зібрати найпростіший сигнальний пристрій, схему якого наведено на рис. 6.22.

Схема працює таким чином: при замиканні контакту тривоги *SA1* на транзистор *VT1* подається живлення, при цьому конденсатор *C1* заряджає через половину обмотки трансформатора *T* і резистор *R1*.

Коли напруга на базі *VT1* досягає напруги відмикання, він відкривається і конденсатор *C1* розряджатиметься через перехід «база – колектор» відкритого *VT1*, при цьому напруга на базі *VT1* зменшуватиметься, і при певному її значенні транзистор *VT1* закриється. Процеси зарядки і розрядки конденсатора повторюватимуться з певною частотою, і гучномовець *BA1* відтворюватиме звук. Як трансформатор *T* можна використовувати вихідний трансформатор від малогабаритного радіоприймача.

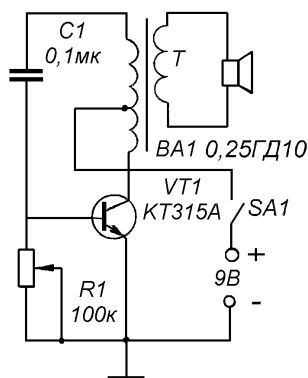


Рис. 6.22. Принципова схема найпростішого сигнального пристрою

### 6.5.6. Мультивібратор і його застосування

Мультивібратор – цей пристрій, що перетворює напругу джерела постійного струму в послідовність імпульсів майже прямокутної форми. Він складається з двох транзисторних підсилювачів, охоплених позитивним зворотним зв'язком (рис. 6.23).

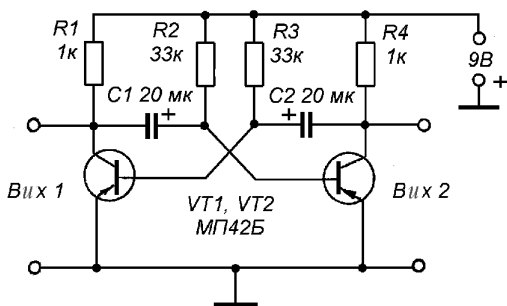


Рис. 6.23. Схема симетричного мультивібратора

На схемі позначено:  $VT1$  і  $VT2$  – транзисторні підсилювачі;  $R1$ ,  $R4$  – резистори навантаження колектора транзисторів;  $C1$ ,  $C2$  – конденсатори в ланцюгах зворотного зв'язку;  $R2$ ,  $R3$  – резистори базового зсуву. При однакових параметрах елементів схеми мультивібратор називають симетричним. Імпульси, що генеруються, мають однакову тривалість з паузою.

Розглянемо принцип дії мультивібратора. У момент включення напруги живлення транзистори  $VT1$  і  $VT2$ , звані плечима мультивібратора, відкриваються, оскільки на їх бази подаються напруги зсуву через резистори  $R2$  і  $R3$ . Одночасно починають заряджати конденсатори  $C1$  і  $C2$ :  $C1$  – через емітерний перехід  $VT2$  і резистор  $R1$ , а  $C2$  – через емітерний перехід  $VT1$  і  $R2$ . Зарядка конденсаторів  $C1$  і  $C2$  приводить до зменшення негативного зсуву на базах  $VT1$  і  $VT2$ , які починають закриватися, проте процес замикання транзисторів протікає з різною швидкістю через відмінності в параметрах транзисторів, наприклад неоднакових коефіцієнтів передачі струмів бази, або відмінностей в номіналах резисторів і конденсаторів. В результаті один з транзисторів буде замкнутий раніше іншого, наприклад  $VT2$ . В цьому випадку конденсатор  $C1$  розряджатиметься через відкритий транзистор  $VT1$  і резистор  $R2$ . При розрядці  $C1$  позитивна напруга на базі  $VT2$  зменшуватиметься, і коли воно стане близьким до нуля,  $VT2$  почне відкриватися, негативна напруга на його колекторі стане зменшуватися, що приведе до підвищення позитивного потенціалу на базі  $VT1$ , і він почне закриватися. Схема перейде в новий стійкий стан. Процес перемикання автоматично повторюватиметься. Частота перемикання або частота проходження прямокутних імпульсів може бути визначений по емпіричній формулі:

$$f = 700 / (R \cdot C), \text{ Гц}$$

де  $R$  – опір резисторів  $R_2$ ,  $R_3$ , кОм;  $3$  – місткість конденсаторів  $C_1$ ,  $C_2$ , мкФ.

Якщо змінити величини  $R$  або  $3$  в одному з плечей мультивібратора, то отримаємо несиметричний мультивібратор, у якого на одному виході отримаємо довгі імпульси, а на іншому короткі.

Симетричні і несиметричні мультивібратори широко застосовуються в різних технічних пристроях.

### 6.5.7. Генератор звукової частоти

Якщо в мультивібраторі на рис. 6.23 номінали місткостей конденсаторів  $C_1$  і  $C_2$  змінити на величину 0,01–0,02 мкФ, то отримаємо генератор звукової частоти, який можна використовувати для перевірки підсилювачів звукової частоти радіомовних приймачів, магнітофонів, електрофонів і ін. пристроїв, подаючи коливання напруги мультивібратора з будь-якого з виходів через конденсатор місткістю 0,05 мкФ на вхід підсилювачів, що перевіряються. Якщо включити замість резистора  $R_4$  телефон з опором котушки 800–1500 Ом, ми отримаємо прилад для тренування радіоаматорів по передачі і прийому «азбуки Морзе» на слух, якщо в ланцюг живлення мультивібратора поставити телеграфний ключ.

Мультивібратор (рис. 6.23) з місткостями  $C_1$  і  $C_2$  по 30–50 мкФ і підсилювачем струму на транзисторі  $П213$  –  $П215$  або більш могутньому серії  $ГТ402$ ,  $ГТ403$ ,  $КТ814$ , в ланцюг колектора якого можна включити лампочку розжарювання, дає пристрій з миготливою лампочкою («мигалку»), яку можна використовувати як показчик повороту для мотоцикла або автомобіля. Схему такої «мигалки» показано на рис. 6.24.

На схемі, наведеній на рис. 6.24, транзистор  $VT_3$  є підсилювачем струму, лампочки  $HL_1$  і  $HL_2$  включаються в ланцюг колектора  $VT_3$  перемикачем  $SA_1$ , який в нейтральному положенні відключає джерело живлення від схеми, а при включенні «вправо» або «вліво» підключає відповідну лампочку, яка мигає при роботі мультивібратора.

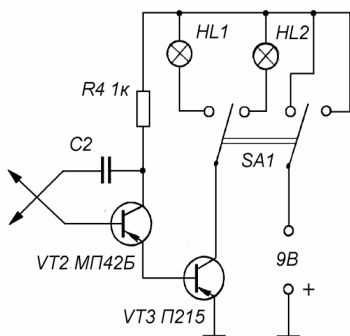


Рис. 6.24. Схема «мигалки» як показчика поворотів

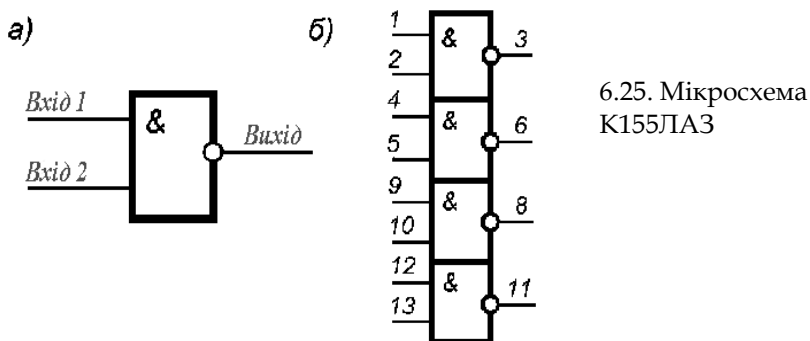
### 6.5.8. Збірка на мікросхемах (МС)

МС є мініатюрні електронні пристрої, виготовлені на одній пластинці напівпровідникового матеріалу і виконуючі певні функції по перетворенню сигналів. Вони підрозділяються на аналогові МС, які перетворюють безперервні сигнали, і цифрові МС, що перетворюють імпульсні сигнали.

Основу цифрових МС складають логічні елементи, що виконують основні функції алгебри логіки: функції «І», «АБО», «НЕ». Ці функції реалізуються в двоїчній системі обчислення, що складається з двох цифр: «0» (нуль) і «1» (одиниця). Ці цифри в МС представляються сигналами двох рівнів: «0» – сигнал низького рівня, «1» – сигнал високого рівня. Цифрові МС випускаються серіями, в яких МС виконують безліч функцій – перемикаючих пристроїв, запам'ятовуючих, регістрів, шифраторів, дешифраторів і ін.

Прикладом цифрової мікросхеми може служити схема серії К155 типу К155ЛА3. Вона містить чотири елементи типу 2І-НЕ (рис. 6.25) в одному пластмасовому корпусі з 14 виводами. Нумерація висновків йде від точкової мітки на корпусі.

Кожний елемент 2І-НЕ має два входи і один вихід, позначений на прямокутнику світлим кружком, символізуючим зміну знаку вихідного сигналу по відношенню до вхідного (інверсію). При подачі на вхід елемента або на обидва його входи сигналу високого рівня на виході буде сигнал низького рівня, і навпаки, якщо на входах буде сигнал низького рівня, на виході буде сигнал високого рівня. Напруга живлення подається на виходи 7 (-) і 14 (+) величиною 5 В від стабілізованого джерела живлення.



На принципових електричних схемах різних пристроїв з мікросхемами їх елементи зображають роздільно.

На рис. 6.26 наведено схему генератора переривистого звукового сигналу на мікросхемі К155ЛА3, є двома симетричними мультивібраторами, налаштованими на дві різні частоти генерації прямокутних імпульсів.

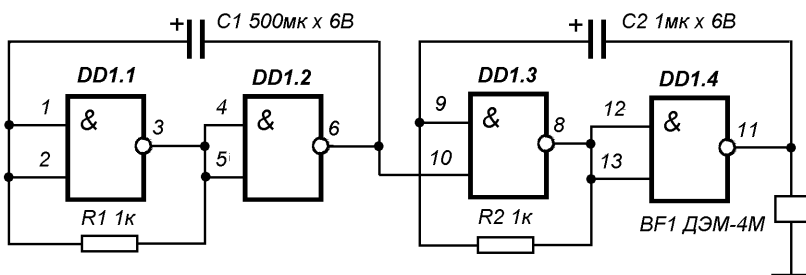


Рис. 6.26. Схема генератора переривистого звукового сигналу

На перших двох елементах 2І-НЕ (*DD1.1*, *DD1.2*) мікросхеми *К155ЛА3* зібраний мультивібратор тактових імпульсів частотою близько 1 Гц, а на двох інших (*DD1.3*, *DD1.4*) зібраний генератор звукової частоти (близько 1000 Гц) з виходом на телефонний капсуль *BF1* типу *ДЕМ-4М*, який відтворює звукові коливання. Тривалість звучання можна регулювати підбором місткості конденсатора *C1* і опору резистора *R1*, а тональність звучання – підбором *C2* і *R2*.

### 6.5.9. Сигналізатор про розряд БДЖ

На змаганнях спортивно-технічних моделей, в яких управління здійснюється за допомогою радіо, може виникнути ситуація, при якій модель стане небезпечною для оточуючих - при недостатній напрузі бортового джерела живлення (БДЖ) головний електродвигун може працювати (модель рухається), а сили струму для повороту рульових машинок вже не вистачає, тобто модель може стати некерованою.

Пристрій, електричну схему якого наведено на рис. 6.27, призначений для сповіщення оператора, що управляє моделлю, про те, що скоро наступить такий момент, коли розряд БДЖ близький до критичного. При цьому подається який-небудь сигнал, наприклад, світловий або звуковий. При отриманні такого сигналу людина, що управляє моделлю, повинна терміново вжити відповідних заходів, наприклад, повернути модель корабля до берега, вчинити термінову посадку моделі літака і т.п.

У варіанті, наведеному на рис. 6.27, як виконавчий пристрій передбачено реле *РЕС 55(602)* із струмом комутації до 0,25 А і світлова сигналізація світлодіодом *D2*, який одночасно служить для настройки схеми і є індикатором працездатності пристрою. Використання реле дозволяє включати найрізноманітніші сигнали, у тому числі і радіо.

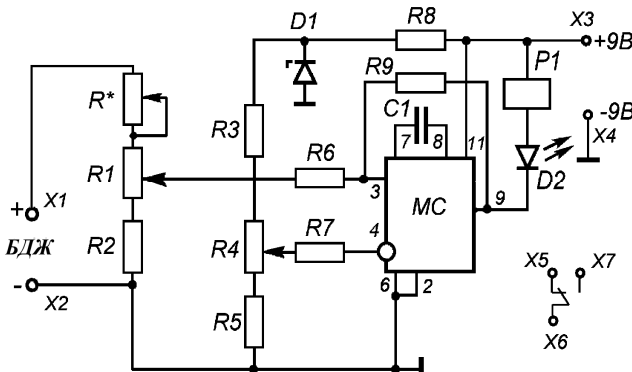


Рис. 6.27. Принципова схема пристрою для визначення ступеню розрядки бортових джерел живлення (БДЖ) керованих по радіо моделей

Пристрій сконструйований за принципом порівняння напруг входу 3 і 4 мікросхеми К554СА3. Тому через ланцюжок  $R^* - R1 - R6$  на вхід 3 мікросхеми (МС) повинна подаватися така ж напруга, як і на вхід 4. Якщо напруга на вході 3 стає меншою ніж напруга на вході 4, то світлодіод спалахує і сигналізує про падіння напруги БДЖ нижче за критичну. Як опорна напруга для МС вибрана напруга в 1 В.

Пристрій може працювати при мінімальній напрузі БДЖ - 3,7 В. Стандартними є напруги кратні 3,7 В, тобто 7,4 В і 11,1В. Для того, щоб пристрій був універсальним, замість постійного резистора  $R^*$  в схемі необхідно встановити підстроювальний резистор, який стримує надмірну напругу.

Живлення електронної схеми здійснюється від власного джерела живлення для того, щоб виключити вплив на його роботу стрибкоподібного характеру навантаження основного акумулятора (на схемі вивід Х3 - плюсовий, а Х4 - мінусовий). Як автономне джерело можна вибрати, наприклад, батарею з 8 дискових акумуляторів: вони важать мало і місткість достатня. Можна використовувати і батарею типа «Крона».

В таблиці 6.1 наведені номінали і типи елементів електричної схеми, наведеної на рис. 6.27.

Таблиця 6.1

Електроелементи схеми, наведеної на рис. 6.27

Позначення на схемі	Номінал тип	Позначення на схемі	Номінал тип
R1	СПЗ-19а - 0,47К	R9	МЛТ 0,25 - 1,3М
R2	МЛТ 0,25 - 2К	C1	0,1Мкф
R3	МЛТ 0,25 - 0,51К	D1	КС136
R4	СПЗ-19а - 0,47К	D2	АЛ102 (АЛ307)
R5	МЛТ 0,25 - 1,8К	МС	К554СА3
R6	МЛТ 0,25 - 1,1К	$R^*$	СПЗ-19а - 0,47К
R7	МЛТ 0,25 - 1,1К	P1	РЕС 55А (602)
R8	МЛТ 0,25 - 0,33К		

Топологію ПП для такого пристрою наведено на рис. 6.28. ПП виготовляється з фольгованого склотекстоліту завтовшки 1,0 мм за відомою моделістам технологією.

Один з варіантів реалізації пристрою за схемою, наведеною на рис. 6.27, показаний на фотографії (рис. 6.29). Підстроювальний резистор  $R^*$  видно на фотографії у верхньому лівому кутку ПП.

Загальна вага печатної плати зі встановленими елементами - 16 г .

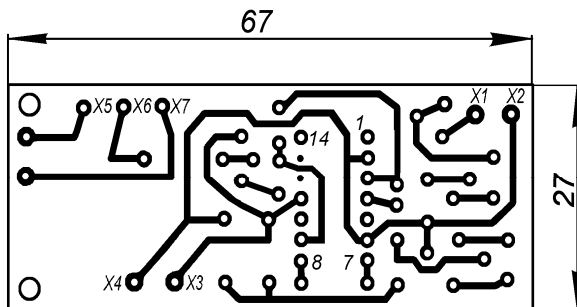


Рис. 6.28. Топологія ПП для виготовлення сигналізатора про розряд БДЖ на моделях

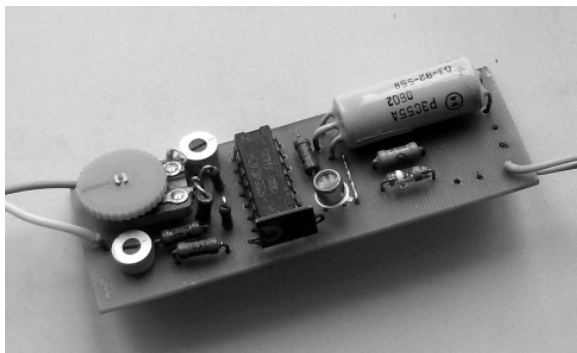


Рис. 6.29. Загальний вигляд пристрою для визначення розряду БДЖ моделей

### Контрольні питання

1. Основні сфери застосування електроніки в моделюванні.
2. Охарактеризуйте елементи електронного ланцюга.
3. Охарактеризуйте елементну базу електроніки для моделей.
4. В якій послідовності розв'язується задача проектування електронних пристроїв для моделей?
5. Які джерела живлення застосовують в електронних пристроях моделей?
6. Охарактеризуйте схеми силових трансформаторів, вживаних в електронних пристроях моделей.



7. Випрямлячі і стабілізатори напруги, вживані в електричних схемах моделей, їх типи і принцип роботи.

8. Як виконується об'ємний монтаж елементів електричних і електронних ланцюгів?

9. Що є печатною платою і для чого вона призначена?

10. Стисло опишіть технологію виготовлення печатної плати.

11. З яких матеріалів виготовляють корпусні елементи для електро- і радіоапаратури моделей?

12. Охарактеризуйте електронні пристрої, вживані в моделюванні.

13. Для чого призначений мултивібратор і де його застосовують при моделюванні технічних пристроїв?

14. Що є основою складання електронного ланцюга на мікросхемах?

## Розділ 7

# ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА І ТВОРЧА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ У СТРУКТУРІ ЦІЛІСНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 7.1. Роль творчої діяльності в розвитку школяра

Діяльність як специфічна форма відносин людини з навколишнім середовищем (природним, соціальним), припускає доцільну, активну, свідомо регульовану її зміну і перетворення. В психології діяльність прийнято визначати як регульовану свідомістю психічну і рухову активність людини, викликану соціально значущими мотивами.

Найважливішим компонентом будь-якої діяльності, крім мотиву-спонукання до діяльності, є мета. В педагогічному процесі мета звичайно задається ззовні і відповідає суспільно-необхідним вимогам. Ця відповідність діяльності дітей суспільній користі і необхідності є найважливішим чинником соціального розвитку школяра, його суспільної спрямованості. Об'єктивно цінне значення діяльності так же необхідне, як і операція предметним змістом. Тому розкриття мети, розуміння її суспільної користі - особливо значуща задача для педагога.

Призначення навчання і виховання полягає в тому, щоб сприяти оптимальному розвитку особи за допомогою ускладнення задач, переходу предметних дій учнів на більш високий ступінь, включення в них більш широкого спектру використання сенсомоторних, інтелектуальних, емоційно-вольових процесів. При цьому не можна забувати, що кожна предметна дія вимагає наявності позитивної мотивації, без чого воно не може принести бажаного ефекту, вирішити поставленої задачі.

Операційна сторона діяльності не вичерпується предметними діями. Обов'язковим компонентом її є інструментарій, за допомогою якого скоюються предметні дії. Ці «інструменти» предметних дій носять різні назви (в психології - способи, операції, в педагогіці - уміння). Наявність операцій-умінь абсолютно необхідна для того, щоб діяльність відбулася, без них неможливо ні вирішувати поставлені задачі, ні скоювати предметні дії. Щоб посадити рослину, прибрати кімнату, вирішити математичну задачу, написати твір,

потрібно оперувати цілим рядом умінь. Їм навчають, вони формуються і розвиваються в діяльності. Це відбувається і за допомогою спеціальних процесів навчання і в самостійній діяльності учня. Наявність операцій і умінь достатньо сильно позначається не тільки на ефекті предметних дій, але і на мотивації, як і на мотивах діяльності в цілому. Вдосконалення умінь приводить до успіху, а успіх, як відомо, стимулює потребу продовження діяльності, інтерес до неї.

Будь-яка діяльність завершується результатом. Це - показник розвитку, знань, умінь особи не тільки для оточуючих, але і для самої особи, що, мабуть, більш для неї значуще. В результаті матеріалізовані цілі, предметні дії, операції, здібності і можливості особи. З результатом зв'язана оцінка і самооцінка особи, її статус в колективі.

## **7.2. Організація технічної творчої діяльності школярів в основній освітній школі і в системі позашкільних навчальних закладів (ПНЗ)**

### **7.2.1. Учбове проектування з технології як метод розвитку технічної творчості**

Використання методу проектів у навчанні школярів технології дозволяє практично реалізувати діяльнісний підхід, сприяти застосуванню знань і умінь, сформованих у процесі вивчення різних навчальних дисциплін учнів і, перш за все, освітньої області «Технологія», і інтегрувати їх в процесі роботи над проектом.

Діяльність учнів може бути названа творчою, якщо її результатом є продукт, що володіє не тільки об'єктивною, але і суб'єктивною новизною. При цьому об'єктивною новизною володіють принципово нові продукти творчості, раніше невідомі науці і техніці. Суб'єктивною новизною характеризуються продукти творчості, відомі суспільству, але нові, раніше невідомі для юного винахідника.

Реалізація теми навчального творчого проекту учнів є пов'язана з практичним використанням придбаних раніше знань, умінь і навичок. В психології цей процес пов'язують з перенесенням знань. Але перенесення знань не є простим додатком минулих знань і досвіду до рішення нових задач. Використання знань носить

пошуковий характер і є, по суті, придбанням нових знань, оскільки в процесі роботи над навчальним проектом учень відкриває їх невідомі сторони, взаємозв'язки і відносини.

Методична підготовка вчителя технології при організації навчального проектування учнів припускає, що він має розбиратися в питаннях психології творчої діяльності дорослих і дітей, володіти методами активізації творчості учнів (асоціативні методи пошуку технічних рішень: метод каталогу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей, асоціацій; метод контрольних запитань, метод «мозкового штурму» (мозкової атаки), метод морфологічного аналізу, метод синектики і ін.). Вчитель технології має володіти прийомami пошуку рішення технічних задач, тобто своєрідним тактичним інструментом для їх вирішення. Розглянемо як приклад деякі з них. «Зміни число деталей. Зміни розміри деталей. Зміни деталі. Зміни розташування деталі. Зміни вид руху. Зміни агрегатний стан. Захочай всередину - винеси назовні. Розділяй - сполучай. Роби по частинах. Клини клином вибивають. Безперервно - переривчасто. Зроби все навпаки. Знайди рішення з іншої області знань. Знайди посередника. Використовуй сили природи. Створи симетрію або асиметрію. Оберни шкоду на користь. Зроби наперед. Тверде - гнучке. Заміни матеріал. Матеріал однорідний - різномірний. Зворотний зв'язок. Самообслуговування. Дорого - довговічно, дешево - не довговічно. Зміни забарвлення».

Основна задача вчителя при організації навчального проектування: добитися максимальної самостійності школярів при роботі над навчальними проектами, що спирається на знання етапів пошуку і рішення поставленої перед ним задачі:

*перший етап* - осмислення мети і умов завдання;

*другий етап* - збір і вивчення необхідного матеріалу для вирішення конкретно сформованої задачі: при цьому не тільки аналізуються наявні у школярів знання, але і встановлюється необхідний обсяг нової інформації, потрібної для успішного виконання учбового проекту, і шляхи засвоєння цієї інформації (на уроках фізики, хімії, біології і т.д.), при читанні додаткової науково-технічної літератури, під час проведення екскурсій, організації консультацій, що проводяться вчителями, фахівцями промисловості, сільськогосподарського виробництва, під час бесід з батьками і т.п.;

*третій етап* - пошук конкретного рішення задачі. Останній включає: по-перше, розробку загального принципу дії вузла, приладу, пристосування, по-друге, проведення необхідного експерименту для перевірки висунутої ідеї; по-третє, створення загальної структурної блок-схеми майбутньої конструкції на основі аналізу і узагальнень за підсумками проведеного експерименту;

*четвертий етап* - матеріальне здійснення творчого задуму;

*п'ятий етап* - самооцінка і захист проекту.

Активна творча діяльність школярів виникає за наявності пізнавальної або практичної задачі. Тому основою педагогічного керівництва навчально-проектною діяльністю учнів є постановка перед ними (або підведення їх до самостійного вибору) послідовного ряду технічних і технологічних задач, що поступово ускладнюються, і навчання раціональним способам їх рішення.

Основним змістом роботи учнів є розробка, проектування пристроїв, механізмів, технологічних процесів і ін. Для досягнення успіху в процесі навчального проектування, перш за все, необхідне ясне розуміння основної мети, що досягається при рішенні задачі, способів рішення останньої, чітке визначення критеріїв оцінки проектної діяльності.

Навчальне проектування необхідно проводити, опираючись на принципи, обумовлені закономірностями розвитку техніки і технологій, процесу творчої діяльності.

**Першим принципом** є принцип відповідності змісту методики технічної творчості школярів змісту і методиці творчо-конструкторської діяльності дорослих. Виконання цього принципу означає, що основним змістом роботи школярів має бути проектування, рішення конструкторських, технологічних, організаційних задач в процесі розробки і практичного виготовлення зразка технічного об'єкта.

**Наступним принципом** є принцип відповідності змісту проектної роботи сучасному стану розвитку технології, застосуванню сучасних конструкційних матеріалів і методів їх обробки з урахуванням стану матеріальної бази, виробничого оточення школи.

**Третім принципом** слід визнати принцип відповідності форми і змісту творчої діяльності школярів.

Рішення пошукової задачі - це вияв людини-новатора в цілому, розкриття його досвіду, знань, характеру, його намірів і відчуттів. В

кожній задачі є крупиця відкриття. В рішенні реальних задач велику роль грає перша фаза роботи - процес засвоєння задачі, розуміння її суті. Розуміння задачі, найпростіше, але одночасно найскладніше уміння з безлічі умов і даних - відібрати головне, а інші відкинути, тримати їх в думці, не враховуючи їх. Розуміння задачі - це зовсім не просте запам'ятовування всіх її умов. Це з'ясування (з виділенням головного), що невідомо і в чому полягають обмеження; чого не доставає в даних; в чому вони надмірні; в чому, можливо, невірні або суперечливі.

Для зменшення впливу психологічної інерції на творчу діяльність учнів можна рекомендувати ряд вправ з розвитку уяви, гнучкості і мислення, що перемикається. Для цього можна:

1. Розвивати уміння бачити приховані властивості об'єктів. Наприклад, якими явними і прихованими властивостями володіє звичайний сірник? Явні: можливість створення полум'я, високої температури, наявність певних геометричних розмірів. До прихованих можна віднести плавучість, отруйність, зміну кольору і ваги при згорянні.

2. Знаходити нове застосування відомим об'єктам. Той же сірник окрім запалення вогню можна використовувати як рахункові палички, будівельний матеріал і т.п.

3. Пробувати писати фантастичні розповіді, казки.

4. Придумувати фантастичні явища природи, уявляти собі життя на планеті з несподіваними умовами (наприклад, сила тяжіння направлена убік або вгору, планета з рідкою поверхнею і т.п.).

5. Розвивати асоціативне мислення. Для цього можна рекомендувати вправу зі складання якомога більш довгого ланцюжка асоціативних зв'язків, між двома зовні абсолютно не зв'язаними виразами.

Учнів необхідно ознайомити з методами пошуку нових рішень: ірраціональними (мозкова атака, метод контрольних запитань, синектика і ін.), раціональними (морфологічний аналіз, функціонально-вартісний аналіз і ін.). Ірраціональні методи опираються, в основному, на активізацію творчих здібностей людини, його інтуїцію, фантазію, здібність до аналогій. Саме тому для стимулювання розумової діяльності школярів можливе використання найрозумілішого з них - методу «мозкової атаки»,

бажано на стадії вибору об'єкта проектування. Вельми корисним для учнів виявиться ознайомлення школярів з методом контрольних запитань свого роду короткою пам'яткою винахіднику і раціоналізатору, щось ніби «шпаргалок винахідництва». Питання використовуються при дослідженні ситуації, в якій виникла технічна задача:

а) які потреби є: життєво важливими? дуже важливими? важливими? бажаними?

б) які потреби функціональної системи: споживача? підприємства? зовнішнього світу?

в) які потреби на кожному етапі існування виробу: проектування і деталювання, відпрацювання, виготовлення деталей, складання, випробування і відлагодження, остаточна обробка і упаковка, збут, монтаж, експлуатація, технічне обслуговування і догляд?;

г) які відомості можна отримати, якщо задати шість основних питань аналізу трудових операцій: що потрібно зробити? чому це потрібно зробити? коли це потрібно зробити? де це потрібно зробити? ким або за допомогою чого це має бути зроблено? як це зробити?

### **План уроку для 5 класу**

*Тема:* Вибір об'єкта навчального проектування.

#### ***Цілі уроку:***

Навчальна - сформувати у учнів первинні відомості про екологічно чисті джерела енергії.

Розвиваюча - сформувати учнів уміння вести ескізування простих механізмів.

Виховуюча - формувати учнів прагнення до творчої роботи, акуратності у виконанні проектного завдання.

Об'єкт роботи: механічний вітряк (іграшка).

Оснащення уроку: механічні іграшки, вітряк, зразки проектів, схема організації проектної діяльності.

#### ***Хід уроку:***

1. Організаційний момент. Перевірка готовності учнів до уроку. Інструктаж з охорони праці і з техніки безпеки - 3 хв.

2. Бесіда про екологічно чисті способи отримання енергії: вітросилові установки (показ барвистих ілюстрацій) - 10 хв.

3. Діалог - обговорення на тему: «Використання енергії вітру в домашньому господарстві» - 10-15 хв.

4. Знайомство учнів з простими механізмами, механічними іграшками - 6 хв.

5. Ввідний інструктаж. Видається завдання: розробити, спроектувати механічну іграшку, яку можна привести в рух гвинтом вітряка. Мета конструкції - вона повинна служити прикрасою удома, з її допомогою можна визначити напрям і силу вітру. Необхідно зробити малюнок, ескіз, продумати механізм приводу (індивідуальна робота учнів) - 25-30 хв.

6. Колективне обговорення проектів учнів, аналіз проекту. Вибір конструкції - 15 хв.

7. Заключний інструктаж: підведення підсумків заняття. Приведення в порядок робочих місць - 5-10 хв.

8. Домашнє завдання: доопрацювати конструкцію, оформити листок проекту (вибір і обґрунтування проекту).

9. Занесення результатів спостережень за учнями в пам'ять комп'ютера - 5-10 хв.

*Приклад колективного обговорення проектів.*

Спочатку розбираються найслабкіші проекти, учні беруть активну участь в їх доробці, вчитель при цьому робить все можливе, щоб автори цих проектів були гідно представлені і з розумінням відносилися до зауважень своїх товаришів.

Потім розбираються проекти більш сильних учнів, в конструкції дещо додавалося, дещо спрощувалося. У результаті можна спроектувати наступні іграшки: «Карусель», «Літак», «Коваль». Приведення в дію іграшок здійснюється по-різному: за рахунок використання фрикційних передач, за рахунок тяги, укріпленої на валу. Учні необхідно зробити ще один проект для банку даних, красиво оформити ескіз.

Важливим елементом організаційно-підготовчого етапу є вибір матеріалів для виготовлення конструкції, планування технології виготовлення, розробка технологічного процесу, тобто розробка технологічних карт з виготовлення деталей виробів, їх складання; підбір учнями інструментів, які знадобляться для виготовлення об'єкта. На стадії технологічного етапу проектної діяльності учні виконують трудові операції відповідно до розробленого ними технологічного процесу, коректуючи, в необхідних випадках, свою



діяльність під контролем вчителя з тим, щоб неухильно дотримувалися технологічна, трудова дисципліна і культура праці.

В заключній частині технологічного етапу учні проводять економічні розрахунки: учні визначають собівартість виробу, вартість проведеної роботи, витрати на матеріали, електроенергію, проводять маркетингові дослідження, визначають можливі способи реалізації виробу.

Заключний етап проектної діяльності учнів можна провести у вигляді творчого звіту, структура якого може бути такою:

- 1) вступне слово вчителя і пояснення програми заняття;
- 2) проведення звітів учнів (кожний звіт включає розповідь і показ реалізованого проекту (документація + виріб), відповідей на питання опонентів, членів журі), це своєрідний захист проєктів;
- 3) вільний обмін думками;
- 4) підведення підсумків уроку (авторам найцікавіших робіт присвоюється звання «Майстер - золоті руки», «Кращий проєктувальник»;
- 5) рекомендації щодо поліпшення організації проектної діяльності учнів.

При пред'явленні учнями проектних завдань у формі конструкторсько-технологічних задач слід урахувувати рівень їх розвитку. Абсолютна більшість з них здатні складати і вирішувати нескладні задачі на моделювання і доконструювання, використовуючи при цьому найпростіші, легко засвоювані методи і прийоми конструювання: метод контрольних запитань, прийоми об'єднання і роз'єднання багатошарових, багатоповерхових, багатоярусних конструкцій. Складніші в застосуванні засоби (алгоритмічний метод, метод фокальних об'єктів, прийоми аналогій і пристосування) важче засвоюються школярами і тому можуть використовуватися достатньо рідко.

## **7.2.2. Організація технічної творчої діяльності учнів в системі позашкільних навчальних закладів**

В Україні існують такі позашкільні навчальні заклади (ПНЗ), в яких можуть проходити заняття з технічної творчості:

- республіканські, обласні і міські і районні станції юних техніків (СЮТ), центри технічної творчості (ЦТТ) дітей;

- секції технічної творчості при обласних і міських центрах дитячої творчості (ЦДТ), які раніше називалися будинками піонерів і школярів;

- гуртки технічної творчості в міських школах, гімназіях і ліцеях;

- гуртки технічної творчості в мікрорайонах великих міст і селищах міського типу, при будинкових комітетах;

- гуртки технічної творчості при клубах в сільській місцевості (в сільських селищах і селах).

ПНЗ може мати різні структурні підрозділи, наприклад, відділи, сектори, секції, лабораторії, кабінети, студії, адміністративно-господарські і допоміжні підрозділи.

Форма і зміст відносин ПНЗ з його структурними підрозділами, а також його структурних підрозділів між собою, визначається положенням про структурні підрозділи, які затверджує вищестояща організація.

Розглянемо структуру установи технічної творчості дітей на прикладі Свердловської станції юних техніків Луганської області.

Структурну схему цієї установи наведено на рис. 7. 1.

Як видно з наведеної схеми, керує установою директор, у якого є два заступники: з навчально-виховної і адміністративно-господарської роботи.

**Навчально-виховна робота** включає методичний, організаційно-масовий і спортивно-технічний напрями.

**Методичний відділ** займається забезпеченням викладачів новими і сучасними засобами викладання і новими матеріалами центральної станції юних техніків, здійснює контроль за успіхами учнів, відвідуваною ними занять і т.п.

**Організаційно-масовий відділ** здійснює роботу з батьками дітей, проводить роботу щодо поліпшення стану техніки безпеки і пожежної безпеки у навчальному закладі, організовує медичне обслуговування не тільки в стінах установи, але також при проведенні заходів зовні його стін. Він також організовує всякого роду виставки і змагання, у тому числі і спортивні, забезпечує суддівство і нагородження переможців.

**Спортивно-технічний відділ** організовує розробку, конструювання і виготовлення спортивних зразків техніки (у тому числі і моделей). Він також складає річний календар спортивних

змагань, базуючись на аналогічних календарях інших ПНЗ, координує роботу в цьому напрямі між ПНЗ різного рангу (міських, обласних, республіканських).



Рис. 7.1. Структурна схема Сverdловської станції юних техніків Луганської обл.

**Заступник директора з навчально-виховної роботи** організовує і контролює навчальну роботу за двома напрямками: спортивно-технічним і художньо-прикладним.

**Спортивно-технічний напрям** включає такі секції:

- картинг-клуб (проектування, конструювання і виготовлення автомобільної спортивної мінітехніки і участь в змаганнях);
- автотомодельовання (виготовлення моделей автомобілів, у тому числі і спортивних, на встановлення рекордів швидкості);
- авіамоделювання (проектування, конструювання і виготовлення моделей планерів, літаків і ракет різних класів, участь в спортивних змаганнях і виставках технічної творчості);

- конструювання побутової і спортивної радіоапаратури, наприклад, для спортивних змагань «Полювання на лисиць»;
- основи програмування (гурток «Користувач ПЕОМ»);
- початкове технічне моделювання.

**Художньо-прикладний напрям** включає секції:

- естетика побуту (проектування інтер'єрів житлових приміщень, сервіровка столу, виготовлення прикрас для будинку, ліплення з глини і пластиліну);
- декоративна обробка матеріалів (чеканка по листовому металу, художня обробка деревини, різьблення по дереву, рогу і кістці);
- моделювання і конструювання одягу для ляльок (гурток «Основи виготовлення швейних виробів»).

Кожна з секцій має окремий клас, в якому є необхідні для роботи устаткування і пристосування.

В міській станції юних техніків м. Свердловська є механічна майстерня, в якій є зосереджений токарні, фрезерні, свердлильні, заточні і інші верстати середніх габаритів і точності для виготовлення довгих (завдовжки до 1000 мм) деталей. На цих верстатах можна обробляти такі деталі, як, наприклад, металеві болванки для секції авіамоделювання, деталі великої номенклатури для картинг-клубу. Створена і слюсарна майстерня, в якій можна виготовляти різні кріпильні і інші плоскі і гнуті деталі для потреб всіх секцій.

Для того, щоб утримувати будівлю, територію навкруги нього і устаткування в належному порядку, а також для підтримки в працездатному стані сантехніку, опалювання і інші пристрої життєзабезпечення, в установі передбачена служба, якою керує *заступник директора з адміністративно-господарської роботи*.

Навчальні заняття у ПНЗ «Станція юних техніків» проводять висококваліфіковані викладачі, які мають великий особистий досвід технічного проектування і створення зразків і моделей різної техніки.

До викладацької роботи широко залучаються спортсмени-моделісти, одержимі люди, для яких створення зразків техніки або їх моделей є не тільки сильним захопленням, але, і деколи, метою життя. На превеликий жаль педагогічний досвід у таких наставників отримується в процесі роботи з дітьми. Варіант, коли викладач -

великий ентузіаст у створенні нових технічних пристроїв або моделей має ще і вищу педагогічну освіту, у край рідкісний, хоча саме це поєднання і є найпереважнішим.

### **7.3. Організація виставок з технічної творчості і олімпіад з технології**

#### ***Підготовка до проведення виставки***

Виставки технічної творчості учнів проводяться з періодичністю, яка встановлюється міським відділом освіти, виходячи з фінансових і організаційних можливостей міської освіти. Звичайно періодичність виставок міського рівня складає 2 рази на рік, а обласного - 1 раз на рік.

Для організації виставки наказом по управлінню освітою утворюється оргкомітет і робоча група.

До складу **орґкомітету** включаються особи, відповідальні за певну ділянку роботи в муніципальній освіті і фахівці (наприклад, інструктор з техніки безпеки, провідні фахівці і економісти).

Оргкомітет складає графік робіт, які необхідно виконати для якісного проведення виставки. В компетенцію оргкомітету входить призначення методичної комісії, робочої групи і комплектування журі.

Головою оргкомітету звичайно призначається керівник відділу освіти або організації-засновника.

**Методична комісія** складається з голови і декількох членів.

**Голова комісії** призначається оргкомітетом виставки. Звичайно це висококваліфікований методист, що має достатній досвід проведення заходів такого рівня. Для виставок обласного масштабу голова методичної комісії, як правило, повинен призначатися з числа учених-методистів (не нижче кандидата наук).

Членами методичної комісії можуть бути висококваліфіковані вчителі-методисти, викладачі педагогічних вузів відповідного профілю. Не можна залучати в методичну комісію вчителів, які керують роботою учнів, що беруть участь в тій самій виставці.

Методична комісія займається наступними питаннями:

- пропонує місце проведення виставки
- визначає кількість розділів виставки (номінацій)
- визначає кількість учасників виставки

- розсилає методичні листи по міських відділах освіти, що бажають взяти участь у виставці

- керує роботами щодо оформлення виставки.

**Робоча група** складається з осіб, які несуть відповідальність за виконання певної ділянки робіт (директори СЮТ, шкіл, найбільш компетентні фахівці в області організації виставок, інструктор з техніки безпеки, завідуючий майстерними, завідуючий господарством і т.д.).

Члени робочої групи несуть персональну відповідальність за якісне і своєчасне виконання дорученого їм завдання відповідно графіку проведення робіт.

Робоча група планує розміщення експозиції, забезпечує її всіма необхідними засобами (електроенергія, стиснуте повітря і т.п.), приймає експонати на відповідальне зберігання (під розпис) і забезпечує збереження експонатів протягом всього часу роботи виставки.

Робоча група забезпечує також виконання норм техніки безпеки і протипожежні заходи, а також прибирання приміщень виставки.

Керує робочою групою голова оргкомітету.

### ***Вибір місця проведення виставки***

Для проведення виставки вибирають велике світле приміщення. Звичайно це спортивний або актовий зал освітніх установ, в яких передбачені всі вимоги санітарії і безпеки проведення суспільних заходів учнями.

Виставка повинна мати рекламний щит, що вказує назву виставки і терміни її проведення. Рекламний щит звичайно встановлюють зовні будівлі для загального огляду.

Експозицію виставок розташовують за номінаціями, наприклад, автомоделювання, судномоделювання, авіамоделювання, радіоелектротехніка, спортивне моделювання, моделювання фантастичних пристроїв і т.д. Окремо виділяють початкове моделювання, в якому беруть участь молодші школярі.

На виставку відбирають також і творчі проекти учнів, які повинні містити натурну частину і пояснювальну записку.

На виставці має бути передбачено окреме приміщення для секретаріату, а також для наради журі і апеляційної комісії.

Буде краще, якщо місце, відведене для номінацій, буде яким-небудь чином позначено. Це може бути текстова інформація або піктограма. Необхідно позначити також і приміщення для журі, куди звертатимуться як учасники виставки, так і їх керівники.

Всі експонати виставки повинні мати табличку єдиного зразка, в якій вказуються такі дані:

- номінація, в якій розглядається даний експонат;
- назві експонату;
- автор (прізвище, ім'я, клас);
- назва освітньої установи;
- керівник;
- коротка анотація.

### ***Вибір складу журі і організація його роботи.***

До складу журі вибираються найдосвідченіші методисти, які добре знають програму освітньої області «Технологія» і уміють об'єктивно судити про достоїнства і недоліки представлених на виставку робіт.

До складу журі виставок від місцевого до міського масштабу звичайно включаються провідні викладачі установ освіти. Для виставок обласного і республіканського масштабу необхідно залучати провідних викладачів педагогічних і технічних вузів і інститутів підвищення кваліфікації працівників освіти.

Не можна включати в журі вчителів, які керують роботою учнів, що бере участь у виставці.

Журі займається такими видами робіт:

- розробляє критерії оцінки виставкових робіт;
- визначає максимальну кількість балів, що проставляються за кожний критерій
- опонує при захисті проектних робіт;
- оцінює експонати за розробленими критеріями;
- підводить підсумки виставки;
- працює за апеляціями;
- проводить нагородження переможців виставки;
- складає звітну документацію для вищестоящих організацій.

Керує роботою журі голова, який призначається оргкомітетом проведення виставки.

### ***Особливості проведення олімпіад з технології***

Олімпіади з освітньої галузі «Технологія» стали проводитися у всіх регіонах України. З 2001 року олімпіади проводяться на республіканському рівні.

Основною особливістю олімпіад є те, що вона включає три компоненти: теоретичний тур, захист творчого проекту і практичну роботу в майстерних.

На теоретичному турі визначається ступінь знання теоретичного матеріалу, а на практичному – виявляються навички і уміння при обробці матеріалів. Творчий проект в олімпіаді практично нічим не відрізняється від творчого проекту у виставках технічної творчості - він також захищається автором перед журі.

Багатокомпонентність в олімпіаді дещо доповнює роботу методичної комісії і журі.

Методична комісія повинна додатково (щодо виставок):

- займатися розробкою тестових завдань;
- вибрати виріб для виготовлення;
- брати участь в придбанні відповідних матеріалів для виготовлення виробів;
- брати участь в забезпеченні робочих місць учасників відповідним устаткуванням і інструментом.

Журі додатково має займатися не тільки оцінкою творчого проекту, але і тестових завдань, а також оцінювати практичну роботу, яку учасники олімпіади виготовляють у присутності журі.

Для підвищення об'єктивності оцінки практичної частини роботи при виготовленні виробів з деревини і металу слід використовувати шаблони. Як показує досвід проведення олімпіад, шаблони допомагають достатньо наочно продемонструвати учасникам олімпіади помилки при виготовленні виробів і навпаки - достоїнства.

В роботі журі по підведенню підсумків олімпіади (особливо республіканського масштабу) загальна оцінка складається з сум оцінок за кожним з турів. Внаслідок цього для забезпечення об'єктивності оцінки членів журі повинно бути не менш 10 по кожній з номінації. Як показав досвід проведення олімпіад, в цьому випадку найвищу і найнижчу оцінку членів журі можна відкидати і виводити середню оцінку тільки за 8 оцінками.

В іншому робота методичної комісії і журі схожа з роботою при проведенні виставок науково-технічної творчості учнів.



## **7.4. Заходи безпеки на заняттях з технічної творчості у позашкільних навчальних закладах**

На заняттях з технічної творчості в містах учні конструюють і виготовляють навчальні посібники, моделі, макети, прилади і апарати різного призначення. В сільській місцевості проводиться велика робота щодо створення учнями засобів малої механізації для сільськогосподарського виробництва: малогабаритних тракторів і мотоблоків, приладів для контролю якості продукції і т.п.

Не дивлячись на спільність психолого-педагогічних задач, вирішуваних школярами в різних технічних секціях, істотні відмінності є в змісті і спрямованості їх практичної діяльності, які полягають у тому, що в технічних секціях ПНЗ учні виготовляють оригінальні вироби, часто складніші, ніж програмні, вимагаючи різноманітних умінь. Навчання цим умінням в технічних гуртках і секціях, як правило, короткочасне, недостатньо закріплене на практиці. У зв'язку з цим до організації роботи технічних гуртків, створенню умов, що забезпечують безпеку праці учнів, ставляться особливі вимоги. Крім того, при конструюванні і моделюванні різних технічних виробів, необхідні обробка матеріалів на різних обробних верстатах, такі технологічні процеси як: фарбування, полірування, паяння, гальваніка і ін.

Іншими словами, кабінети для творчо-конструкторської діяльності у ПНЗ мають бути більш універсальними, ніж подібні кабінети, наприклад, в міських центрах позашкільної роботи.

### **7.4.1. Загальні методи забезпечення безпеки у ПНЗ**

Велику роль для створення безпечних умов занять у ПНЗ (підготовчих, предметних, спортивно-технічних, виробничо-технічних і ін.) грає навчально-матеріальна база. Як правило, заняття в таких установах проходять в спеціально відведених приміщеннях з відповідним устаткуванням. Так, наприклад, приміщення для занять секцій технічного моделювання і конструювання в найвдалішому варіанті має складатися з трьох кімнат. Одна з кімнат призначена для механічної обробки матеріалів, інша – для комбінованої майстерні з ручної обробки деревини, пластмас і металу, розрахунково-графічних, електромонтажних або складальних робіт.

Тут же встановлюють одні або дві витяжні шафи, які використовують при фарбуванні виробів і їх сушці, приготуванні паливних сумішей для двигунів, роботі з синтетичними клеями на основі епоксидних смол, паянні. Третя кімната призначена для виконання експериментальних робіт і зберігання документації та готових деталей. В цій же кімнаті може розташовуватися комп'ютер для виконання конструкторсько-графічних робіт.

Приміщення для роботи технічних секцій повинні відповідати вимогам санітарно-гігієнічних норм, встановлених для навчальних приміщень ПНЗ а також безпеки праці і пожежної безпеки [82].

Укомплектовують приміщення для занять творчо-конструкторської діяльності тільки *типовим шкільним устаткуванням*. Для ручної обробки матеріалів, виконання складальних, графічних і електротехнічних робіт використовують комбіновані верстаки, що мають пристосування для швидкої підгонки за ростом учнів, регульоване по висоті сидіння.

Робоче місце учня повинне бути забезпечено комплектом інструментів індивідуального користування. Інструмент загального користування повинен зберігатися в спеціальних шафах. Шафи можуть бути різної конструкції, у тому числі вбудовані або у вигляді стелажів. Інструменти в шафах повинні розташовуватися в певному порядку і зберігатися постійно на одному і тому ж місці. При пристроюванні полиць в шафах треба прагнути, щоб будь-який футляр або укладання з 6 або 12 інструментами можна було дістати, не застосовуючи підставок, драбин або інших пристосувань.

Меблі і устаткування в лабораторії повинні бути встановлені так, щоб вони не перешкоджали евакуації людей. Ширина мінімальних проходів передбачається не менш 1 м. Робочі столи і витяжні шафи, призначені для роботи, повинні знаходитися в справному стані, покриті матеріалами, що не згоряють, а при роботі з хімічно активними речовинами (кислотами, лугами і ін.) – матеріалами, стійкими до їх дії, і мати борти.

Всі лабораторії повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння відповідно до встановлених норм.

Різноманітність об'єктів праці, що виготовляється на заняттях технічних гуртків, і пов'язане з цим різноманіття видів практичної діяльності учнів, а також часто різновіковий склад гуртківців пред'являють підвищені вимоги до керівника технічного гуртка.

Однією з неодмінних вимог до його роботи є вимога забезпечення повного дотримання правил охорони праці учнів. Перед початком занять він особисто перевіряє справність в майстерні наявних верстатів, устаткування, світильників, освітлювальної і силової електромережі, вимикачів і рубильників для зняття напруги в електромережі, забезпеченість електричних паяльників і інших електронагрівальних приладів засобами захисту від пожежі і їх електробезпека.

На підставі нормативної документації і навчально-методичної літератури керівник гуртка складає докладну інструкцію з техніки безпеки і пожежної безпеки для з урахуванням специфіки занять учнів секції. В додатку 3 наведена типова інструкція з техніки безпеки, яка може бути рекомендована для ПНЗ. Після узгодження з технічним інспектором праці інструкція затверджується керівником установи.

Керівник технічного гуртка зобов'язаний систематично інструктувати школярів щодо правил безпечного виконання робіт і стежити за їх суворим виконанням. У гуртку повинен бути журнал з технік безпеки, в якому фіксують проведення ввідного і первинного інструктажів. Окремо в журнал записують прізвища учнів, допущених до виконання спеціальних робіт, роботи на верстатах, термообробки і т.д.

Доцільно ввести в гуртку робочу форму одягу.

Заняття в гуртках проводять тільки у присутності викладача або майстра і під їх керівництвом. Керівник гуртка не має права залишати дітей одних навіть на незначний час.

Після закінчення занять в гуртках всі прилади і устаткування вимикають, пожежонебезпечні речовини виносять з приміщень в спеціально відведені місця і зберігають там в шафах, що не згорають.

Сміття і відходи, промаслені кінці, ганчірки, обтиральний матеріал в приміщеннях прибирають після кожного заняття. В захащених приміщеннях працювати учням заборонено.

В приміщеннях лабораторії заборонено: засмічувати і захащувати коридори і проходи, а також підходи до засобів пожежогасіння; мити підлогу, столи, устаткування бензином, гасом і т. п., прибирати випадково пролиті вогненебезпечні рідини при засвічених пальниках і включених електронагрівальних приладах.

Приміщення лабораторій після занять можуть бути закриті тільки після відключення всіх працюючих приладів, прибирання в спеціально відведене місце горючих рідин, винесення з приміщень відходів, що згоряють, і сміття.

В процесі теоретичних занять перед керівником технічного гуртка стоїть задача — навчити учнів плануванню роботи з виготовлення якого-небудь виробу за кресленнями або за втіленням власного творчого задуму з урахуванням вимог охорони праці і техніки безпеки. Учні повинні чітко розуміти, що експлуатація або застосування виготовленого ними технічного об'єкта має бути безпечними, а його технічні параметри і характеристика відповідати вимогам системи стандартів безпеки праці. Крім того, одним з напрямів розвитку технічної творчості учнів може бути формування у юних техніків уміння раціоналізаторської діяльності в області охорони праці і техніки безпеки.

#### **7.4.2. Заходи безпеки при механічній обробці матеріалів**

До роботи на токарному, свердлильному, фрезерному і інших верстатах учні допускаються тільки після навчання і перевірки знань по техніці безпеки, вивчення необхідних правил і інструкцій. Учні повинні пройти медичний огляд і за станом здоров'я бути допущеними або не допущеними до даного виду робіт.

При роботі на верстатах самими можливими травмами можуть бути травми рук частинами верстата, що обертаються, або фрезою, поразка очей відлітаючою стружкою і попадання пилу в очі, удари падаючим вантажем, намотування на деталі, що обертаються, кінців одягу, що вільно бовтаються, або волосся, поразка електричним струмом, удари неміцно закріпленою деталлю або інструментом.

При роботі *на токарних верстатах* не можна нахиляти голову близько до патрона, що обертається, або робочого інструменту. Не можна передавати або приймати предмети через частини, що обертаються, спиратися ліктем на верстат, виміряти оброблювану деталь на працюючому верстаті до зупинки, зупиняти його шляхом гальмування патрона рукою або інструментом, відходити від працюючого верстата, підтримувати і ловити деталі рукою, допускати вихід довгої стружки, класти заготовки, інструмент на

верстат. Для прибирання стружки потрібно користуватися щітками для зм'ягчання, гачками з дерев'яною рукояткою.

При вимкненні струму в мережі потрібно додатково натискувати на червону кнопку і вимкнути верстат, щоб запобігти несподіваному його вмиканню при подачі електроенергії.

При роботі *на свердлильних верстатах* свердлити отвори потрібно тільки з використанням затискних пристосувань. При свердленні отворів діаметром до 6 мм дозволяється застосовувати ручні лещата або інші затискні пристосування, не укріплювані на столі верстата; при свердленні отворів діаметром більше 6 мм деталь повинна бути надійно закріпленою на столі верстата. Перед вмиканням верстата потрібно виїняти ключ з патрона, працювати слід без рукавиць. Встановлювати або знімати свердла, розвертку, зенкери можна тільки після повної зупинки шпинделя верстата.

При роботі *на фрезерних верстатах* неробочу частину фрези захищають. Необхідно уважно стежити за станом фрези, не допускати тріщин, поламаних зубів і інших дефектів. Оброблювані деталі також повинні бути міцно закріплені на столі верстата лещатами.

Важливим елементом безпечної роботи на фрезерних верстатах є правильне закріплення фрези: оправка для кріплення фрези має бути жорсткою, а поверхня гнізда в шпинделі для конусного хвостовика фрези — чистою, без вибоїн і подряпин. Необхідно стежити за наявністю і справністю огорож передавальних валів і шарнірів. В процесі роботи стружку, що утворюється, видаляти треба тільки дерев'яною паличкою або пензликом завдовжки не менш 250 мм

*На заточних верстатах роботу проводити може тільки вчитель!*

Електрична апаратура і сполучні струмопровідні пристрої верстатів надійно ізолюють і ховають в корпусі верстата або в закритих шафах (кожухах). Зовнішня електропроводка устаткування повинна бути захищеною від корозії і механічної дії, а всі органи управління верстатом забезпечені надійними фіксаторами і ясними надписами.

Машини і верстати, що створюють шум під час роботи, повинні бути обладнані пристроями для усунення шуму або максимально можливого зниження його рівня.

При роботі на металорізальних верстатах серйозну небезпеку являє електротравматизм, що виникає в результаті випадкового дотику до струмопровідних частин, дотик до металевих неструмопровідних частин, які можуть виявитися під напругою, утворення електричних іскор, дуг або високого нагріву деталей машин, встановлених у вибухо- або пожежонебезпечних приміщеннях.

Враховуючи специфіку роботи оброблювального устаткування, необхідно стежити за тим, щоб неізольовані струмопровідні частини (шини, контакти рубильників і запобіжників, затискачі електричних машин) були захищені надійними огорожами або піднятими на висоту, недоступну для дотику до них, або знаходилися в спеціальних приміщеннях; рубильники захищені кожухами, які не можна було б відкрити без спеціальних ключів. Напруга на лампах світильників стаціонарного місцевого освітлення, а також світильників загального освітлення при висоті підвісу над рівнем підлоги менше 2,5 м має бути не більше 42 В.

Верстати необхідно заземлити відповідно до вимог «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)». Кожна електроустановка повинна бути забезпечена попереджувальними плакатами.

Всі ремонтні і монтажні роботи на струмопровідних частинах (або поблизу них), а також роботи по приєднанню і від'єднанню дротів в діючих електроустановках напругою вище 42 В повинні виконуватися електромонтерами. Не можна вкручувати в патрони або вивертати електричні лампи, що знаходяться під напругою. Всі роботи з електричним струмом проводять з використанням індивідуальних засобів захисту (рукавичок, килимків, окулярів і т. д.).

#### **7.4.3. Заходи безпеки при проведенні електро- і радіомонтажних робіт**

Небезпека електротехнічних і радіотехнічних робіт обумовлена властивостями вживаних матеріалів, нагрівальних приладів, а також змістом учбових занять із змінним і постійним електричним струмом.

Експлуатація всіх електроустановок повинна відповідати вимогам «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)». Всі внутрішні і зовнішні поверхні приладів необхідно систематично

очищати від пилу, заборонено застосовувати дерев'яні або металеві ящики як додаткових кожухів для захисту від проникнення пилу.

Основні джерела небезпеки в кабінетах і лабораторіях при проведенні електромонтажних і радіомонтажних робіт:

- досліді, що супроводяться електростатичним розрядом, нагрівом тіл, іскроутворенням;
- неправильна експлуатація електроприладів;
- несправна електрична проводка;
- неправильна будова і експлуатація нагрівальних установок і печей.

Перед проведенням дослідів викладач має проінструктувати учнів про заходи безпеки, ознайомити з властивостями матеріалів, що використовуються, і роз'яснити можливі джерела виникнення небезпеки і профілактичні заходи.

При експлуатації електричних машин і устаткування в кабінетах електротехніки і радіотехніки заборонено:

- використовувати електричні живлячі гумові кабелі і шлангові дроти з пошкодженою ізоляцією, поганим контактом в місцях з'єднання;
- допускати зіткнення електричних дротів як між собою, так і з металоконструкціями;
- застосовувати не калібровані плавкі вставки і різні запобіжники саморобного виготовлення;
- залишати без нагляду включеними в електромережу нагрівальні прилади;
- укріплювати електричні дроти на цвяхах і інших металевих предметах, пропускати дроти між стулками дверей, вішати щонебудь на дроти, ролики, вимикачі, пропускати електричні дроти через стіни, перегородки і інші конструкції без установки ебонітових трубок, фарфорових втулок, зав'язувати дроти у вузли, заклеювати папером.

#### **7.4.4. Заходи безпеки при проведенні фарбувальних робіт**

Фарбувальні роботи можна проводити *тільки у присутності вчителя* і лише за наявності відповідно обладнаного робочого місця, яке включає спеціально відведену для цього ділянку площі, обладнану *примусовою вентиляцією*. Вентиляція повинна

забезпечити в провітрюваному приміщенні чотирикратний обмін повітря протягом однієї години.

Учня можна працювати тільки з водоемульсійними і масляними речовинами. *Суміші і розчинники на основі бензолу, поліефірних смол, бензину, скипидару, ацетону і інших легкозаймистих речовин, використовувати учням категорично забороняється.*

Не можна використовувати для сушки фарби пристрою з відкритими нагрівальними пристроями.

Фарби і розчинники повинні зберігатися в щільно закупореній тарі (банці). На кожній банці має бути відповідний напис з вказівкою матеріалу, його марки, виду і процентного змісту розчинника.

При видаленні старої фарби розчинником необхідно працювати в рукавичках і використовувати шпатель на подовженій ручці.

Раніше забарвлену поверхню можна видаляти і механічним способом, за допомогою наждачної шкіри. При цьому треба берегти пальці - шліфувальний папір потрібно затискати в спеціальному пристосуванні (колодки) з ручкою.

Тривалість перебування дітей в приміщеннях з свіжопофарбованою масляною фарбою не повинна перевищувати 1 години. В таких приміщеннях не можна використовувати відкритий вогонь і працювати з матеріалами, які при ударі один об один можуть викликати іскру. В приміщенні обов'язково повинні бути вогнегасники, ящики з піском і азбестові ковдри.

#### **7.4.5. Правила безпечної експлуатації модельних двигунів**

Електричні двигуни для моделей з точки зору поразки струмом безпечні, оскільки вони працюють при низьких напругах. Проте, необхідно завжди звертати увагу на хорошу ізоляцію провідників (розносити подалі плюсову і мінусову клеми). Це необхідно тому що навіть при низькій напрузі можна досягти величини струму, при якому можливий спалах струмопровідних дротів.

При роботі з поршневіми двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) необхідно пам'ятати, що деякі компоненти паливних сумішей можуть бути отруйними або мати іншу шкідливу дію для здоров'я



людини. Так, наприклад, модельні ДВЗ працюють на паливі, яке містить такі компоненти, як ефір, метиловий спирт і інші шкідливі для здоров'я компоненти.

*Увага! Метиловий спирт – отрута! Тому обкатку модельних ДВЗ треба проводити в добре провітрюваному приміщенні. Посуд з метиловим спиртом повинен зберігатися в сейфі і бути герметичним. На посуді має бути напис «Метиловий спирт. ОТРУТА!».*

Всі компоненти паливних сумішей повинні зберігатися в місцях, що виключають випадкове їх застосування. На посуді повинна бути етикетка з назвою речовини, що зберігається в ній.

При будь-яких (не тільки при перших) запусках двигуна необхідно виконувати наступні правила:

- перед першим запуском двигуна необхідно ретельно перевірити повітряний гвинт на наявність тріщин, сколів і грубих дефектів (експлуатація двигуна з такими дефектами **недопустима**);

- запуск двигунів проводити тільки у присутності інструктора, викладача, лаборанта або більш досвідченого товариша (запускати двигун одному **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**);

- перед запуском двигун повинен бути надійно закріплений на випробувальному стенді або на моделі;

- **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ** кріпити двигун за картер, оскільки при цьому можлива поява на корпусі картера тріщин і, отже, руйнування під час роботи двигуна і розліт осколків;

- **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ** знаходитися в площині обертання гвинта, бо є вірогідність руйнування гвинта і травматизму його осколками.

Необхідно берегти МРД в місцях, недоступних для дітей.

МРД без сповільнювача (час горіння – 0) використовуються для стартових прискорювачів і перших ступенів моделей багатоступінчатих ракет. МРД із сповільнювачем використовуються для моделей одноступінчатих і верхніх ступенів багатоступінчатих ракет. Час горіння сповільнювача вибирається з умови розкриття системи порятунку моделі у щонайвищій точці траєкторії польоту.

Для запобігання відстрілу при спрацюванні вишибного заряду МРД необхідно надійно закріпити в корпусі моделі за допомогою фіксатора або щільної посадки навіванням на МРД паперової стрічки.

Для запобігання витоку газів викидного заряду і відмови системи порятунку моделі, МРД в модель ракети встановлюють за допомогою перехідника або кілець, що перекривають зазор між корпусом двигуна і корпусом моделі.

Між викидним зарядом МРД і парашутом (стрічкою і т. п.) необхідно встановити пиж з матеріалу, що не згоряє, завтовшки не менш 10 мм

### ***Порядок запуску моделей з МРД***

Відрізати з блоку запальників один запальник і звільнити кінці дроту від картону і липкої стрічки.

Вставити головку запальника до упору в канал МРД і закріпити пижем з сухого паперу або гумового шнура, не допускаючи замикання його кінців.

Під'єднати кінці запальника до клем дистанційного пульта управління з джерелом електричного живлення напругою 6 – 12В, при цьому ключ на пульті має знаходитися в положенні «вимкнено».

Запуск МРД проводити за допомогою дистанційного електричного пульта, оснащеного ключем і кнопкою запуску, з відстані не менш 10 м від пускового пристрою.

Запуск МРД проводити тільки у складі моделі або на стенді на відкритому майданчику (зовні приміщення).

У разі відмови при запуску підходити до моделі (МРД) не менше ніж через 1 хвилину.

Моделі ракет повинні бути перевірені на стійкість польоту. Установку МРД в модель проводити на стартовому майданчику. Для контролю складання МРД, центру ваги і стійкості польоту моделі необхідно використовувати макети МРД.

Моделі ракет запускати з пускового пристрою, оснащеного направляючим стрижнем завдовжки не менш 1000 мм і відбивачем полум'я у вигляді металевої пластини розміром не менш 100x100 мм. Відхилення стрижня від вертикалі – не більш 30°. Верхній кінець стрижня пускового пристрою повинен знаходитися не нижче 1500 мм від рівня землі (для запобігання травм очей).

Майданчик для запуску моделей ракет в радіусі 1 м від пускового пристрою має бути очищений від сухої трави і інших легкозаймистих матеріалів.

Запуск моделей дітям до 16 років проводити під керівництвом інструктора.

**НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ:** свердлити отвори, робити просічки і надрізи в оболонці МРД, підганяти діаметр МРД зачисткою оболонки наждачним папером і іншими засобами;

- розснаряджати МРД, розсвердлювати сопло, заряд твердого палива і сповільнювач;

- працювати з МРД і зберігати їх поблизу відкритого вогню і нагрівальних приладів;

- використовувати МРД з механічними пошкодженнями у вигляді тріщин, надрізів, вм'ятин і зломів на оболонці, а також після падіння МРД на тверду підставку з висоти більше 1 м.

В заводській упаковці МРД берегти в сухих провітрюваних приміщеннях, на стелажах при температурі від  $-40$  до  $+40$  °З на відстані від опалювальних приладів не менш 1 м.

МРД в розпакованому вигляді берегти в опалюваному приміщенні при температурі  $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря не більше 65 %.

Після транспортування і зберігання при мінусовій температурі заводську упаковку МРД розкривати в приміщенні з плюсовою температурою не менше ніж через 2 години.

*Знищення невикористаних МРД проводиться зануренням їх у воду на 24 години.*

#### **7.4.6. Протипожежний режим в технічних гуртках і секціях ПНЗ**

Протипожежний режим в технічних гуртках і секціях ПНЗ включає розробку ефективних, економічно доцільних і технічно обґрунтованих способів і засобів попередження пожеж, вироблення заходів, що запобігають розповсюдженню виниклої пожежі і заходів щодо її ліквідації.

Відповідальність за організацію заходів пожежної безпеки, за дотримання протипожежного режиму, що вимагається в учбовому закладі, за своєчасне виконання протипожежних заходів, розпоряджень Держпожежнагляду, за справний зміст пожежної техніки і устаткування покладено на керівника ПНЗ.

Кожний працівник ПНЗ зобов'язаний: чітко знати і суворо виконувати встановлені правила пожежної безпеки, не допускати дій, які можуть привести до пожежі або загоряння; тримати в

справності первинні засоби пожежогасінні; у разі виникнення пожежі викликати пожежну команду і одночасно приступати до ліквідації пожежі наявними силами і засобами.

Керівник ПНЗ організовує вивчення і виконання Правил пожежної безпеки, призначає відповідальних за пожежну безпеку кабінетів і лабораторій, затверджує план евакуації людей і майна на випадок пожежі, забезпечує їх роботу відповідно до діючих положень, встановлює у всіх приміщеннях суворий протипожежний режим і постійно контролює найсуворіше дотримання його всіма працюючими учнями; періодично перевіряє стан пожежної безпеки установи, наявність і справність технічних засобів боротьби з пожежами; забезпечує чергування, організовує проведення занять з пожежної безпеки з учнями.

Для встановлення протипожежного режиму в кожному приміщенні (кабінеті, лабораторії, майстерних і інших об'єктах) повинні бути протипожежні інструкції. В цих інструкціях потрібно передбачити: спеціальні заходи для окремих процесів, які можуть викликати пожежу, порядок і норми зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів; вимоги по прибиранню і очищенню приміщень від промаслених кінців і інших горючих матеріалів; обов'язки вчителів, лаборантів, майстрів, учнів при виникненні пожежі (правила виклику пожежної команди, порядок відключення електроустаткування і вентиляції, правила застосування засобів пожежогасіння, порядок евакуації людей, матеріалів і матеріальних цінностей, послідовність огляду і приведення в безпечний стан конкретного приміщення). Інструкції вивішують на видному місці. В приміщенні мають бути також таблички з прізвищами осіб, відповідальних за пожежну безпеку.

Всі учні повинні знати і неухильно виконувати вимоги інструкцій. З цією метою керівник ПНЗ встановлює порядок проведення інструктажів.

Після закінчення інструктажу проводиться перевірка знань і навичок, отриманих тими, хто інструктується.

Відповідальність за протипожежний стан кабінетів, лабораторій, складів, майстерень і інших об'єктів, а також за своєчасне виконання в них протипожежного режиму покладається наказом керівника ПНЗ на керівників гуртків і секцій, а також методиста або завідуючого учбовою частиною і т.д.

В класах, майстерних і коридорах всі проходи, евакуаційні виходи, тамбури, сходи, підступи до матеріалів, засобів пожежогасіння, засобів зв'язку і пожежної сигналізації завжди повинні бути вільними. На сходових клітках будівель заборонено влаштовувати робочі і складські приміщення, встановлювати устаткування, перешкоджаюче пересуванню людей.

Заборонено обклеювати класи шпалерами, фарбувати стіни і стелі масляними і нітрофарбами, встановлювати на вікнах учбових приміщень ґрати; прокладати трубопроводи для транспортування вибухонебезпечних речовин (газів) через побутові і адміністративно-господарські приміщення; виконувати виробничі операції на несправному устаткуванні; експлуатувати нагрівальні прилади, окрім систем центрального і повітряного опалювання.

В приміщеннях дозволено застосовувати системи повітряного, водяного, парового опалювання (останнє за винятком випадків, коли в роботі знаходяться лужні метали, карбіди металів, алюмінієва пудра і т. п., тобто речовини, зіткнення яких з водою або водяним паром може привести до самозаймання). Температура на поверхні нагрівальних приладів не повинна перевищувати 80% значення температури самозаймання в приміщенні, де знаходяться горючі речовини. Поверхні нагрівальних приладів необхідно систематично очищати від пилу і інших відкладень.

Вимоги пожежної безпеки при зберіганні горючих речовин визначають їх пожежонебезпечні властивості. При зберіганні речовин і матеріалів необхідно суворо дотримуватися встановленого порядку сумісності. Вогнєнебезпечні рідини треба зберігати в приміщеннях, що не згорають і добре вентильованих.

Заборонено містити легкозаймисті рідини з температурою спалаху парів  $28^{\circ}\text{C}$  і нижче в підвальних і напівпідвальних приміщеннях. Запас цих матеріалів на робочому місці не повинен перевищувати потреби робочого дня, але не більше 2 л на одну людину. Залишати вказані матеріали в майстерних після роботи не можна.

Оскільки масляні фарби, оліфи, лаки, клеї схильні до самозагоряння, їх треба зберігати в ізольованому приміщенні. Місткості з рідинами слід відкривати безпосередньо перед роботою на нетривалий час і переливати їх зовні майстерні, з використанням спеціальних пристосувань.

При проведенні тимчасових робіт, пов'язаних з використанням відкритого вогню, спеціальним наказом по ПНЗ оголошують осіб, допущених до їх проведення, визначають порядок проведення з ними пожежно-технічного мінімуму і спосіб виконання самих робіт. Працювати з відкритим вогнем учням суворо заборонено.

Черговий зобов'язаний перевірити наявність засобів пожежогасіння; проконтролювати, чи вільні евакуаційні виходи, сходи, коридори загального користування і підходи до засобів пожежогасіння, стан електропроводки і вимкнення електронагрівальних приладів.

У разі виникнення пожежі або загоряння необхідно негайно викликати пожежну команду і діяти відповідно до плану евакуації людей, організувати гасіння пожежі засобами, що є в наявності. Після закінчення чергування черговий по установі повинен ще раз перевірити протипожежний стан приміщень, вжити заходів щодо усунення виявлених недоліків, передати заступаючому черговому комплект ключів від дверей евакуаційних виходів, інформувати адміністрацію про порушення протипожежного режиму.

У ПНЗ має бути встановлений порядок закриття після закінчення роботи, а також на вихідні і святкові дні. Приміщення слід закривати і здавати під охорону лише після того, як буде оглянуто будівлю і встановлено відсутність загрози виникнення пожежі. Результати перевірки повинні бути занесені в спеціальний журнал.

Повсякденний контроль за дотриманням протипожежного режиму у ПНЗ зобов'язана здійснювати адміністрація, працівники пожежної охорони, вчителі, майстра, лаборанти, на яких покладена відповідальність за протипожежний стан підвідомчих їм класів, лабораторій, кабінетів, майстерень. Особи, винні в порушенні правил пожежної безпеки або в невиконанні протипожежних заходів, залежно від характеру порушень і важкості наслідків можуть бути піддані заходам адміністративної або кримінальної відповідальності і відшкодуванню заподіяного збитку.

Приміщення для проведення занять з творчо-конструкторської діяльності представляють значну пожежну небезпеку у зв'язку з тим, що при виготовленні учнями різних виробів, моделей, іграшок застосовують не тільки матеріали, що згорають, але і легкозаймисті, а також горючі рідини, хімічні речовини, електронагрівальні прилади.

Тому дані приміщення необхідно розміщувати в будівлях, побудованих з конструкцій, що не згорають. Не рекомендується проводити заняття гуртків технічної творчості на других поверхах і в підвальних приміщеннях. Рами у вікнах повинні вільно відкриватися назовні, на них не можна встановлювати ґрати.

Запас матеріалу у приміщеннях гуртків не повинен перевищувати кількості, що вимагається для проведення занять на один день. Не можна сушити заготовки і деревину на опалювальних приладах, а також фарбувати вироби нітрофарбами в самих приміщеннях гуртків. В приміщенні не можна також заправляти авіа- і автомобелі легкозаймистими рідинами і споряджати ракети піротехнічними складами. Всі ці роботи виконують на відкритому повітрі під обов'язковим контролем керівника гуртка.

Нерідко для різних виробів використовують полімерні матеріали такі, як полістирол, пінопласт, пінополіуретан і ін. Піл і стружка від них представляє підвищену пожежну небезпеку, оскільки вони спалахують від низькотемпературного джерела теплоти. Крім того, при згорянні ці матеріали виділяють отруйні речовини. Після завершення вищезгаданих робіт відходи відразу ж видаляють, не допускаючи їх скупчення, і тільки тоді приступають до подальшої діяльності.

В процесі роботи в гуртках забороняється використовувати сильні окислювачі, а також речовини, при взаємодії яких з водою відбувається виділення і спалахування горючих газів.

Клеями, лаками і іншими матеріалами, розведеними на легкозаймистих розчинниках, треба користуватися у край обережно, застосовувати їх у суворо обмежених кількостях, про що учні повинні бути спеціально проінструктовані.

#### **7.4.7. Надання першої (долікарської) допомоги потерпілому**

Перша кваліфікована допомога, надана потерпілому, може врятувати його і уберегти від важких наслідків. Тому кожний викладач і учень повинні уміти надати долікарську медичну допомогу: накласти при переломах шину, зупинити кровотечу, зробити штучне дихання і непрямий масаж серця, перев'язати рану, промити очі при попаданні в них твердих частинок, вжити

невідкладних заходів при гострих отруєннях отруйними парами і газами.

Для надання першої долікарської допомоги в приміщенні, де проводяться заняття з технічної творчості, має бути аптечка, в якій повинні бути медикаменти з розрахунку на групу дітей в 8 – 10 чоловік. Обов'язковий змістовний мінімум аптечки для такої групи дітей наведено в таблиці 7.1 [82].

Аптечку поміщають в найдоступнішому місці приміщення для занять. Її необхідно поповнювати у міру витрачення окремих її компонентів.

Не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і рахувати його мертвим тільки по відсутності таких ознак життя, як дихання або пульс.

Першу допомогу потерпілому при нещасному випадку необхідно надавати в наступному порядку:

- звільнити потерпілого від подальшої дії на нього травмуючого чинника, винести на свіже повітря, розстібнути гудзики, заважаючий одяг;

- провести штучне дихання, зупинити кровотечу, накласти пов'язку, шину і т. ін.;

- викликати «швидку допомогу» або доставити потерпілого до найближчої лікувальної установи будь-яким транспортом, дотримуючи при цьому всі правила обережності.

**Переломи і вивихи.** Переломи відкриті і закриті. При закритому переломі шкіра не пошкоджена, рана відсутня. При відкритому переломі і кровотечі джгут накладають вище за рану (ближче до тулуба), але не дуже туго — лише для зупинки кровотечі. Перша допомога при переломах полягає в забезпеченні нерухомості кістки в пошкодженому місці, яка досягається накладенням шин. Як шину можна використовувати дощечку, палицю — все, що знаходиться під рукою. Шину потрібно точно приганяти до кінцівки з боків, а по довжині вона повинна захоплювати не менш двох сусідніх з переломом суглобів, інакше не буде забезпечена нерухомість кісток в місці перелому.

Накладають шину поверх одягу, або кладуть під неї що-небудь м'яке — вату, рушник. Підібрану і добре прикладену шину потрібно міцно прикріпити до кінцівки бинтом, рушником, косинкою, ременем.



Таблиця 7.1.

## Склад аптечки

№	Компоненти	Кількість
1	Борна кислота (2%-ний розчин)	1 флакон
2	Йод (5%-а настоянка) в темній склянці з притертою пробкою	1 склянка
3	Перекис водню 5%-ний	1 флакон
4	Марганцевокислий калій (готовий до розведення водою)	1 флакон
5	Марганцевокислий калій (порошок)	10 – 15 грам
6	Спирт нашатирний	1 флакон
7	Краплі валеріанові (або ефірно-валеріанові)	1 флакон
8	Сода двовуглекисла (питна) в розчині	1 флакон
9	Сода двовуглекисла (питна) в порошку	50 грам
10	Мазь від опіків	1 склянка
11	Вазелін борний	1 тубик
12	Пакети перев'язувальні індивідуальні	2 пакети
13	Вата гігроскопічна	1 пачка
14	Бинти марлеві стерильні шириною до 40 мм і до 60 мм	2–3 шт
15	Серветки марлеві стерильні	2 пакет
16	Папір компресний	1 пачка
17	Градусник медичний	1 шт
18	Пінцет	1 шт
19	Піпетка краплинна	3 шт
20	Ванна очна	1 шт
21	Джгут гумовий	1 шт
22	Шпильки безпечні	6 шт
23	Пристосування для штучного дихання	1 шт

Як при накладенні пов'язки для зупинки кровотечі, так і при накладенні шини особливу увагу потрібно звертати на те, щоб не занести в рану мікроби. Тому не можна торкатися рани руками. Не слід обмивати, присипати чим-небудь або прикладати до неї листя, папір або інші не обеззаражуючі предмети.

Для перев'язки рани краще всього скористатися пакетом із стерильної марлі і вати, які завжди повинні бути в запасі. Особа, що надає допомогу, може і сама знезаражувати перев'язувальний матеріал, пропрасувавши його гарячою праскою або змочивши йодною настоянкою перед тим, як прикласти до рани.

**Розтягування м'язів і зв'язок.** Розтягування зв'язок частіше за все відбувається в гомілковостопному (підкручується стопа) і в лучезап'ястному суглобах (при падінні на зігнуту або витягнуту кисть), рідше — в ліктьовому і колінному. Потерпілий при цьому відчуває сильний біль. В області суглоба виникає припухлість, набряклість, рухи його обмежуються. Через деякий час через розрив дрібних судин (капілярів) на шкірі з'являється синець.

При розтягуванні зв'язок необхідно створити спокій пошкодженої кінцівки. Потерпілого слід укласти і прикладати до хворого місця холод — пузир з льодом, холодною водою або змочений у воді рушник. Холод сприяє зупинці капілярної кровотечі, зменшує набряк, заспокоює біль.

Через півтори-два години, якщо біль і набряк зменшилися, пошкоджений суглоб туго перебинтовують. Це необхідно для забезпечення його нерухомості. Краще всього бинтувати еластичним бинтом, але, якщо його немає, можна використовувати і марлевий.

При розтягуванні м'язів пов'язка не потрібна. В цьому випадку на хворе місце відразу ж після травми кладуть лід, холодні або свинцеві примочки. Проте якщо після травми біль і особливо припухлість сильні і потерпілий зовсім не може ступати на ногу або ворухити рукою, пошкоджений суглоб туго бинтують, а зверху накладають шину, щоб створити повну нерухомість.

**Забивання** — механічне пошкодження м'яких тканин або органів без порушення цілісності шкіри.

Частіше всього ударам піддаються ноги, руки, голова. На забитому місці з'являються синець, припухлість, біль при обмацуванні.

Щоб зменшити біль і синець, на забите місце необхідно відразу ж покласти шматок м'якої тканини (рушник, носова хустка), змоченої в холодній воді. Його злегка віджимають і кладуть на забите місце. Підтримувати змочену тканину руками або прибинтовувати не слід, оскільки вона швидко зігрівається.

Охолодження забитого місця проводять протягом 40—50 хв, після чого накладають пов'язку.

У ряді випадків удар супроводжується важкими пошкодженнями різних внутрішніх органів. Тому, якщо у потерпілого в результаті травми відкрилася блювота, наступив непритомний стан, посиніли губи, не можна допускати, щоб він вставав, пересувався, пив воду. Його потрібно транспортувати на носилках і інших підручних засобах до лікувальної установи для надання негайної медичної допомоги.

*При гострих отруєннях отруйними парами і газами* необхідно перш за все винести потерпілого на свіже повітря. Потім, якщо відома причина отруєння, потрібно надати потерпілому допомогу (див. табл. 7.2).

Після прибуття лікаря необхідно повідомити йому найменування, кількість і концентрацію отруйної речовини, яка впливала на потерпілого, час його дії, шлях його надходження в організм. У разі відсутності даних про характер прийнятої отрути необхідно терміново доставити потерпілого в лікарню.

Правильне і своєчасне надання допомоги при опіках дозволяє запобігти важким ускладненням. Не можна допускати, щоб людина, на якій зайнявся одяг, бігла. Потрібно накинути на нього пальто, брезент, спробувати згасити полум'я водою, землею або піском. При теплових опіках I-ої ступеня, які характеризуються червоністю, надаючи допомогу повинен охолодити місце опіку водою або повітрям, засипати содою, а потім накласти пов'язку. При опіках II і III ступеня потрібно, заздалегідь захистивши пошкодження від забруднення шматком стерильної марлі або бинта, змоченим спиртом або одеколоном, відправити потерпілого в лікарню.

Якщо опік обширний, то краще, не роздягаючи потерпілого, обернути його чистим простирадлом, укласти і накрити ковдрою. До прибуття лікаря потерпілого слід напоїти теплим солодким чаєм і створити максимальний спокій. При перших ознаках теплового шоку (блідість, слабкий пульс) потрібно дати потерпілому 15—20 крапель настоянки валеріани.

При хімічних опіках кислотами і лугами обпалене місце треба негайно промити великою кількістю проточної води, а потім (у разі опіку кислотами) промити розчином соди, а при опіках лугами — слабкими (1—2%) розчинами оцтової або соляної кислот і звернутися

до лікаря. При опіках фенолом (карболова кислота) місце опіку слід промити етиловим спиртом, а при попаданні в очі — промити їх розчином етилового спирту.

Таблиця 7.2.

Симптоми отруєнь і долікарська допомога

Найменування речовин	Симптоми отруєння	Долікарська допомога
Пари кислот	Кашель, задишка	Свіже повітря. Спокій. <b>Негайна лікарська допомога</b>
Аміак	Роздратування дихальних шляхів, слюзотеча, кашель, слиновиділення, втрата голосу	Свіже повітря. Спокій. При втраті свідомості — штучне дихання. <b>Лікарська допомога</b>
Пари ацетону	Головний біль, запаморочення, нудота, слюзотеча	
Пари бензолу	Збудження, подібне сп'янінню, головний біль, можливі судоми рук і ніг	Свіже повітря (уникати охолодження). Спокій. До приходу лікаря давати кисень
Хлор	Сильне роздратування дихальних шляхів, сильна слабкість	Абсолютний спокій. Вдихання кисню. <b>Лікарська допомога</b>
Оксид вуглецю, ацетилен	Огида до їжі, кашель, роздратування очей, тремтіння рук і всього тіла, головний біль, нудота, слабкий пульс	Свіже повітря. Вдихання кисню. Штучне дихання. Спокій.
Пари ртуті	Металевий смак в роті, слинотеча	Лікарська допомога. Всередину дати яєчний білок
Сірчистий газ	Роздратування слизистих оболонок, задишка, посиніння, слюзотеча	Промивання носа розчином соди. Спокій

### Контрольні питання

1. Яку роль в технічній творчості дітей грає навчальне проектування?
2. Що є методичною основою при організації навчального проектування?
3. Назвіть основні прийоми пошуку рішень технічних задач в процесі навчального проектування.
4. Які основні етапи роботи над навчальними проектами?
5. Які принципи закладені в основу проектної діяльності школяра?
6. Розкрийте план і зміст уроку якого-небудь етапу навчального проектування.
7. Які позашкільні навчальні заклади у сфері технічної творчості існують в Україні?
8. Розкрийте структуру ПНЗ з технічної творчості Вашого населеного пункту, району або мікрорайону міста.
9. Як організовують виставки з технічної творчості і олімпіади з технології?
10. Охарактеризуйте загальні заходи безпеки на заняттях з технічної творчості.
11. Як забезпечується загальна безпека дитячої технічної творчості у ПНЗ?
12. Які заходи безпеки необхідно здійснювати при механічній обробці матеріалів?
13. Які заходи безпеки необхідно здійснювати при проведенні електро- і радіомонтажних робіт?
14. Заходи безпеки при проведенні механообробних робіт.
15. Загальні правила безпеки при експлуатації модельних двигунів.
16. Протипожежні заходи в технічних гуртках і секціях ПНЗ.
17. Які дії виконують при наданні першої (долікарської) допомоги потерпілому?
18. Охарактеризуйте можливі основні типи пошкоджень у потерпілих при порушенні ними правил безпечної роботи в гуртках технічної творчості.
19. Охарактеризуйте основні симптоми отруєнь, які можуть виникнути в результаті технічної творчості. Які прийоми долікарської допомоги при отруєннях?

## ГЛОСАРІЙ

**Абстракція** (від лат. *abstractio* - відволікання) - в широкому значенні символізує відволікання від конкретних властивостей-предметів або від конкретних відносин між ними; метод наукового дослідження, заснований на тому, що при вивченні деякого явища, процесу не враховуються його неістотні сторони і ознаки.

**Адгезія** (від лат. *adhaesio* - прилипання) - здатність зчеплення між приведеними в контакт поверхнями двох різнорідних тел. Виникає як результат дії міжмолекулярних сил або сил хімічної взаємодії.

**Адитивність** (від лат. *additivus* - що додається) (матем.) - властивість величин, яка полягає в тому, що значення величини, відповідне цілому об'єкту, рівно сумі значень величин, відповідних його частинам при будь-якому розбитті об'єкту на частини.

**Аморфний стан** (від грец. *a* - негативна частинка і *morphe* - форма) - твердий стан речовини, що володіє двома особливостями: його властивості (механічні, теплові, електричні і т. ін.) в природних умовах не залежать від напрямку в речовині (ізотропія); при підвищенні температури речовина, розм'якшуючись, переходить в рідкий стан поступово, тобто відсутня певна точка плавлення.

**Амплітуда** (лат. *amplitudo* - величина) - максимальне значення величини, що періодично змінюється.

**Апробація** (лат. *approbatio*) - апробація, схвалення, твердження.

**Асоціативність**, сполучність, сполучний закон, властивість операцій складання і множення чисел, що виражається тотожністю  
$$(a + b) + c = a + (b + c) \text{ і } (ab)c = a(bc).$$

**Балістика** (нім. *Ballistics*, від грец. *ballo* - кидати) - наука про рух артилерійських снарядів, куль, мін, авіабомб, активно реактивних і реактивних снарядів, гарпунів і т.п.

**Батокс** - крива лінія, утворювана при розтині поверхні судна площинами, паралельними діаметральній площині.

**Бушприт**, бугшприт (голл.) - щогла, що ставиться похило до носу корабля. На парусних судах служить для винесення вперед

носових вітрил (кліверів), завдяки чому збільшується загальна площа парусності судна і поліпшується його керуваність.

**Ватерлінія** (голл. *water-lijn*, від *water* - вода і *lijn* - лінія) - лінія перетину поверхні води з корпусом плаваючого судна; діюча ватерлінія - співпадаюча з рівнем води; вантажна ватерлінія, при повному навантаженні судна межа, до якої судно може вантажитися, не ризикуючи безпекою плавання; спускова ватерлінія, ватерлінія при спусканні судна на воду. Частина судна вище діючої ватерлінії - надводна; нижче підводна.

**Гальванічний елемент** - джерело електричного струму, яке при розряді виділяє електричну енергію за рахунок протікання електрохімічних реакцій.

**Гик** (морськ.) - горизонтальне рангоутне дерево, по якому розтягується вітрило; одним кінцем гик упирається в щоглу. Дивлячись по вітрилу, називається бізань-гик, гrotта або фока-гик.

**Дизайн** (від англ. *design* - проектувати, задумати, а також проект, план, малюнок) - термін, що позначає новий вид діяльності по проектуванню предметного світу. В широкому значенні - художнє конструювання предметного світу; розробка зразків раціональної побудови предметного середовища. У вузькому значенні - творча діяльність, метою якої є визначення формальних якостей промислових виробів.

**Дискретність** (від лат. *discretus* - розділений, переривчастий) - переривчастість; протиставляється безперервності. Наприклад, дискретна зміна якої-небудь величини в часі - це зміна, що відбувається через певний проміжки час (скачками).

**Діелектрик** (грец. *Dia* - через + англ. *electric* - електричний) - речовина, що володіє низькою питомою електричною провідністю, погано проводить електричний струм.

**Евристика** (від грец. *heuresko* - відшукую, відкриваю) - спеціальні методи рішення задач (евристичні методи), які звичайно протиставляються формальним методам рішення, що спираються на точні математичні моделі; організація процесу продуктивного творчого мислення (евристична діяльність); спеціальний метод навчання або колективного рішення проблем.

**Експозиція** (лат. *expositio* – виклад) – в образотворчому мистецтві – принципи і порядок розміщення художніх творів, виставлених для огляду.

**Екстраполяція** (лат. *extra* – понад, зовні і *polio* – виправляю, змінюю) – логіко-методологічна процедура розповсюдження (перенесення) висновків, зроблених щодо якої-небудь частини об'єктів або явищ на всю сукупність (множина) даних об'єктів або явищ, а також на їх іншу яку-небудь частину; розповсюдження висновків, зроблених на основі справжніх і (або) минулих станів явища або процесу на їх майбутній (передбачуване) стан.

**Елерон** (франц. *aileron*, від *aile* – крило) – рульова поверхня, що є деякою часткою хвостової (або кінцевої) частини крила літака (планера), яка відхиляється вгору і вниз і призначена для керування літаком щодо його поздовжньої осі.

**Емпатія** (від грец. *empathia* – співпереживання) – поза раціональне пізнання людиною внутрішнього світу інших людей (відчуття); емоційна чуйність людини на переживання іншого; здібність людини до паралельного переживання тих емоцій, які виникають у іншої людини в процесі спілкування з ним.

**Емпіричне дослідження** – спирається на експеримент, спостереження і направлене безпосередньо на об'єкт.

**Ергономіка** (від грец. *ergon* – робота і *nomos* – закон) – науково-прикладна дисципліна, що займається вивченням і створенням ефективних систем, керованих людиною. Ергономіка вивчає рух людини в процесі виробничої діяльності, витрати його енергії, продуктивність і інтенсивність при конкретних видах робіт.

**Естетика** (від грец. *aisthetikos* – почуттєвий, відчуттєвий) – філософська наука, що вивчає два взаємозв'язані круги явищ: сферу естетичного як специфічний прояв ціннісного відношення людини до світу і сферу художньої діяльності людей; вчення про мистецтво і художню творчість.

**Ієрархія** (грец. *hierarchia*, від *hieros* – священний і *arche* – влада) – розташування частин або елементів цілого в порядку від вищого до низького.



**Кахлі** - облицювальні декоративні керамічні плити для обробки камінів, печей, стін.

**Інтер'єр** (від *франц. interieur* - внутрішній) - в архітектурі - внутрішній простір будівлі (житлового, суспільного, промислового) або яке-небудь приміщення (вестибюль, фойє, кімната, зал і т. п.).

**Ірраціональне** (від *лат. irrationalis* - безрозсудний, несвідомий) - в найзагальнішому значенні - що знаходиться за межами розуму, алогічне або не інтелектуальне, несумірне з раціональним мисленням або навіть що суперечить йому.

**Кібернетика** (від *грец. kybernetike* - мистецтво управління, від *kybernao* - правлю кермом, управляю) - наука про управління, зв'язок і переробку інформації. Основним об'єктом дослідження кібернетики є абстрактні кібернетичні системи: від комп'ютерів до людського мозку і людського суспільства.

**Кіль** - основна виступаюча вниз балка судна, що проходить по середині днища уздовж всього корпусу. Служить основою конструкції корпусу, приймає на себе основне навантаження у разі посадки судна на мілину

**Кінематика** (від *грец. kinema*, родовий відмінок *kinematos* - рух) - розділ механіки, присвячений вивченню геометричних властивостей рухів без урахування їх мас і діючих на них сил.

**Комутативність** (від *лат. commutativus* - міняючий (ся)) - переміщувальність, перміщувальний закон, властивість складання і множення, яка виражається тотожністю:  $a+b=b+a$ ,  $ab=ba$ .

**Консоль** (*франц. console*) - конструкція (наприклад, балка або ферма), жорстко закріплена одним кінцем при вільному другому, або частина конструкції, виступаюча за опору.

**Корма** - задній край корпусу судна.

**Кوفель-нагель** - болт, що застосовується для кріплення снастей.

**Креативність** - (від *лат. creatio* - творення, створення), творча, новаторська діяльність.

**Кумулятивність** наукової інформації - здібність наукової інформації до більш строгого, узагальненого і компактного викладу в процесі створення нової наукової інформації.

**Леєр** – туго натягнутий трос, закріплений з двох сторін; застосовується для кріплення до нього косих вітрил, як пристосування, що оберігає від падіння людей за борт і т. ін.

**Мідель-шпангоут** - лінія перетину теоретичної поверхні корпусу вертикальною поперечною площиною (площиною мідель-шпангоуту), що проходить по середині довжини судна, на базі якої побудовано теоретичне креслення судна.

**Модифікація** (пізньолат. *modificatio* - зміна, від лат. *modus* - міра, вигляд, образ і *facio* - роблю) - видозміна, перетворення, поява нових властивостей. Модифікації - якісно різні стани або різновиди чогось.

**Патент** (від лат. *patens/patentis* - відкритий, явний) - документ, видаваний винахіднику, свідоцтво, в якому засвідчуються його авторство і виняткове право на винахід, а також міститься опис винаходу.

**Піктограма** (від лат. *pictus* - намальований) - це знак, що відноситься до якогось об'єкту з метою надання більш ясної інформації, яка підкреслює якісь його типові риси; в дизайні - стилізоване і легко впізнане графічне зображення, спрощене з метою полегшення візуального сприйняття.

**Пілон** (від грец. *pylon*, буквально - ворота, вхід) - 1) баштоподібна споруда у формі усіченої піраміди (в плані - витягнутий прямокутник); 2) стовпи великого перетину, що служать опорою плоских або склепінчастих перекриттів в деяких типах споруд (наприклад, в підземних станціях метрополітену); 3) масивні невисокі стовпи, що стоять по сторонах в'їзду, входу на територію палаців, парків і ін. (найбільш поширені в архітектурі класицизму).

**Напівпровідники** - речовини, питома електрична провідність яких менше ніж у металів і більше, ніж у діелектриків.

**Прототип** (від грец. *prototypon* - прообраз) - початковий, основний зразок, істинник; об'єкт, на який переноситься інформація, отримана в результаті вивчення моделі.

**Рей** – поперечний брус, прикріплюваний до щогли судна; служить для кріплення прямих вітрил.

**Семантична інформація** - інформація, що міститься у вислові і передавана через значення одиниць мови.

**Сервер** (від *англ. server*) - в широкому значенні - об'єкт, що надає сервіс іншим об'єктам (клієнтам) за їх запитами. Те ж, що і сайт.

**Синектика** - ставить за мету актуалізацію інтуїтивних і емоційних компонентів розумової діяльності в умовах групового пошуку рішень.

**Такелаж** - всі снасті на судні, призначені для зміцнення рангоуту і управління вітрилами; нерухомо закріплені снасті - стоячий такелаж, рухомі снасті - біжучий такелаж.

**Топологія** електричної схеми - зафіксоване на матеріальному носії просторово-геометричне розташування сукупності елементів електричної схеми і зв'язків між ними.

**Фальшборт** - продовження зовнішньої обшивки борту судна вище за верхню палубу.

**Фюзеляж** (*французьке fuselage, від fuseau - веретено*) - в авіації, корпус літального апарату, призначений для розміщення екіпажу, пасажирів, вантажів і устаткування; зв'язує між собою крило, оперення, іноді шасі і силову установку. Основні елементи конструкції - каркас і обшивка. Фюзеляж є міцною конструкцією, що сприймає зовнішні навантаження.

**Шпангоути** - ребра судна, до яких кріпиться зовнішня обшивка.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абовский, Н. П. Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений / Н. П. Абовский // Сер. «Информатизация России на пороге XXI века».- М.: СИНТЕГ, 1998.- 312 с.
- 2 Абрамов, Б.В. Твоя первая модель. Приложение к ж. «Юный техник» «ЮТ для умелых рук», 1987, №10.
- 3 Автомобильный спорт. Правила соревнований. - М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1989.
- 4 Алгинин, Б. Е. Кружок электронной автоматики: Пособие для руководителей кружков: Из опыта работы / Б. Е. Алгинин.- М.: Просвещение, 1990.
- 5 Александров, Л.В. Моделирование – этап создания эффективных технических решений. Учебное пособие / Л.В. Александров, Н.П. Шепелев. - М.: НПО «Поиск», 1991. - 76 с.
- 6 Алешкин, В.А. Воздушный змей-акробат. Приложение к ж. «Юный техник» «ЮТ для умелых рук», 1988, №4.
- 7 Альтов, Г.С. И тут появился изобретатель. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Г.С. Альтов. - М.: Детская литература, 1989. -142 с.
- 8 Альтшуллер, Г.С. Алгоритм изобретения. / Г.С. Альтшуллер. - М.: Радио, 1979. -296 с.
- 9 Альтшуллер, Г.С. Крылья для Икара. Как решать изобретательские задачи. / Г.С. Альтшуллер, А.Б. Селюцкий. -Петрозаводск: Карелия, 1980. - 224 с.
- 10 Альтшуллер, Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. / Г.С. Альтшуллер. - Новосибирск: Наука, 1986. - 209 с.
- 11 Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотан, А.В. Зусман. - Кишинев: Картя Молдовеняска, 1989. - 381 с.
- 12 Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука. / Г.С. Альтшуллер. - М.: Советское радио. 1979. - 184 с.
- 13 Альтшуллер, Г. С. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер.- М.: Моск. рабочий, 1973.
- 14 Андреев, В.И. Педагогика: Учебный курс для творческого

- саморазвития. – 2-ое изд./ В.И. Андреев. –Казань: Центр инновац. технологий, 2000. – 608 с.
- 15 Барташевич, А. А. Основы художественного конструирования: Учеб. для вузов / А. А. Барташевич.– Минск: Вышэйш. шк., 1984.
  - 16 Белогуров, В.П. Справочник молодого маляра. / В.П. Белогуров, В.Д. Чмырь. –М.: Высш.школа, 1985. – 176 с.
  - 17 Богданович Л.Б., Бурьян В.А., Раутман Д.И. Художественное конструирование в машиностроении. - К.: Техника., 1976.
  - 18 Борисов, В. Г. Юный радиолюбитель / В. Г. Борисов.– 7-е изд.– М.: Радио и связь, 1986; 8-е изд., 1992.
  - 19 Буш, Г.Я. Методологические основы научного управления изобретательством./ Г.Я. Буш. – Рига: Лиесма, 1974.
  - 20 Буш, Г.Я. Основы эвристики для изобретателей. Часть 1.- Рига: Знание , 1977.
  - 21 Волкотруб К.Г. Художественное конструирование. К.: Вища школа, 1985
  - 22 Воронин, Ю.А. Моделирование в технологическом образовании /Ю.А. Воронин, Р.М. Чудинский. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. пед. ун-та, 2001. – 226 с.
  - 23 Гаевский, О.К. Авиамоделирование. 3-е изд. перераб и доп. –М.: Патриот, 1990. - 408 с.
  - 24 Герасимов, В. Г. От знаний – к творчеству (становление личности) / В. Г. Герасимов, И. Н. Орлов, Л. И. Филиппов.– М.: Изд-во МЭИ, 1995.
  - 25 Гетта В.Г. Технічна творчість учнів. — Чернівці, 1998.
  - 26 Голубев, Ю. Юному автомоделисту / Ю. Голубев, Н. Камышев.– М.: Просвещение, 1979.
  - 27 Горский, В.А. Техническое творчество юных конструкторов. –М., 1980.
  - 28 Гусев, Е. М. Пособие для автомоделистов / Е. М. Гусев.– М., 1980.
  - 29 Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. / Дж. Диксон. –М.: Мир, 1969.
  - 30 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Государственные стандарты: Сб.– М.: Госстандарт, 1972–1992.

- 31 Енохович, А. С. Физика, техника, производство: Краткий справ. / А.С. Енохович.– М.: Просвещение, 1972.
- 32 Ермолаева-Томина, Л.Б. Психология художественного творчества: Учебное пособие для вузов/Л.Б. Ермолаева-Томина. – 2-е изд. – М.: Академический Проект: Культура, 2005. – 304 с.
- 33 Заенчик, В.М. Основы творческо-конструкторской деятельности: Методы и организация: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Заенчик, А.А. Карачев, В.Е. Шмелев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
- 34 Заенчик, В.М. Основы творческо-конструкторской деятельности: Предметная среда и дизайн: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Заенчик, А.А. Карачев, В.Е. Шмелев. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
- 35 Зуев, В. Модельные двигатели / В. Зуев, Н. Камышев и др.– М.: Просвещение, 1973.
- 36 Иванов, Б. С. Электронные самоделки. 2-е изд. / Б. С. Иванов.– М.: Просвещение, 1993.
- 37 Источники питания радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. Г. С. Найвельта.– М.: Радио и связь, 1986.
- 38 Калапуша Л.Р. Моделювання під час вивчення фізики. – К.: Радянська школа, 1982.
- 39 Калина, И. Двигатели для спортивного моделизма. Ч. 2 / И. Калина; пер. с чешск. Е. Г. Соломониной.– М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1988.
- 40 Каменев, А.Ф. Технические системы: закономерности развития. Л.: Машиностроение, 1985.
- 41 Карачев, А.А. Основы технического моделирования и конструирования. Учеб. пособие / А.А. Карачев, Е.М. Мазейкин, В.Е. Шмелев. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та, 2002. – 173 с.
- 42 Кинг, Э. Как пользоваться библиотекой: Практическое руководство для учащихся и студентов / Э. Кинг.– Челябинск: Урал ЛГД, 1997.
- 43 Кинг, Э. Как пользоваться библиотекой: Практическое руководство для учащихся и студентов / Э. Кинг.– Челябинск: Урал ЛГД, 1997.
- 44 Китаев, И. Г. Юный моделист-конструктор сельхозмашин и тракторов / И. Г. Китаев.– М., 1977.

- 45 Колонсков С. Запуск броском. Ж. Моделист-конструктор, 2, 2003.
- 46 Коуров, Л. В. Информационные технологии / Л. В. Коуров.– Минск: Амалфея, 2000.
- 47 Кротов, И.В. Модели ракет: Проектирование./ И.В. Кротов. – М.: ДОСААФ, 1979. – 176 с.
- 48 Кулебакин, Г.И. Столярное дело. – 3-е изд. –М.: Стройиздат, 1987. – 144 с.
- 49 Курти, О. Постройка моделей судов: Энцикл. судомоделизма / О. Курти.– Л.: Судостроение, 1977.
- 50 Ландо, Д.И. Методические рекомендации по изучению с учащимися СПТУ темы "Методы новых технических решений." Курса «Основы профессионального творчества». Часть 1-я. / Д.И. Ландо - М.: РУМК, 1988.
- 51 Ландо, Д.И. Методические рекомендации по изучению с учащимися средних профтехучилищ темы «Методы поиска новых технических решений» курса «Основы профессионального творчества». Часть 2-я. / Д.И. Ландо. –М.: РУМК, 1988. – 81 с.
- 52 Мамет, И. С. Кружок конструирования малогабаритной сельскохозяйственной техники / И. С. Мамет, В. А. Монтаков и др.– М.: Просвещение, 1989.
- 53 Методические указания к проведению соревнований по прикладным и техническим видам спорта.– Киев: Изд-во УМКВО, 1991.
- 54 Моисеева, Н.К. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа./ Н.К. Моисеева, М.Г. Карпунин / -М., 1988.
- 55 Новоселов, С. А. Обучение изобретательству в учреждениях начального профессионального образования: Учеб. пособие для студентов специальности 03.05.00 – профессиональное обучение / С. А. Новоселов, С. И. Вульфсон.– Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995.
- 56 Основы функционально-стоимостного анализа./ Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. –М.: Энергия, 1980.
- 57 Пархоменко, В.П. Основы рационализаторской и изобретательской работы. Учебное пособие для шк. молодежного рационализатора системы профтехобразования. /

- В.П. Пархоменко. –Минск: Вышэйшая школа, 1984. – 176 с.
- 58 Пинкевич, А.И. Основы методики естествознания./ А.И. Пинкевич. –М.: Просвещение, 1972.
- 59 Повилейко, Р. П. Живая одежда // Техника и наука 1981. №6. С.24.
- 60 Повилейко, Р.П. Инженерное творчество. / Р.П. Повилейко. –М., 1977.
- 61 Пойя, Д. Как решать задачу? / Д. Пойя. –М.: Учпедгиз, 1961.
- 62 Полупроводниковые приборы. Диоды, транзисторы, стабилитроны: Справ.– М.: Радио и связь, 1987.
- 63 Попов, А. Функционально-стоимостный анализ./ А Попов // Изобретатель и рационализатор, 1985, №6. С. 26-27.
- 64 Попов, Б.В. Учись мастерить. Книга для учащихся 4-8 кл. М.: Просвещение, 1981. – 96 с.
- 65 Попов, В. С. Общая электротехника с основами электроники / В. С. Попов, С. А. Николаев.– М.: Энергия, 1972.
- 66 Почепцов, Г. Г. Информационные войны. М.: Рефл-бук; Киев: Ваклер, 2000.– 576 с.
- 67 Правила соревнований по судомодельному спорту. Ч. 1.– М.: Изд-во ЦМК, 1990.
- 68 Правила составления и подачи заявки на изобретения, промышленные образцы, полезные модели, товарные знаки и знаки обслуживания, наименования мест происхождения товара.– М., 1993.
- 69 Прахов, Б. Г. Справочное пособие по изобретательству, рационализации и патентному делу / Б. Г. Прахов, Н. М. Зенкин.– Киев: Выща шк., 1980.
- 70 Прахов, Б. Г. Справочное пособие по изобретательству, рационализации и патентному делу / Б. Г. Прахов, Н. М. Зенкин.– Киев: Выща шк., 1980.
- 71 Резьба по дереву / Сост. А. В. Березнев, Т. С. Березнева.– Минск: Парадокс, 2000.– 432 с.
- 72 Родштейн, Л. А. Электрические аппараты / Л. А. Родштейн.– 3-е изд.– Л.: Энергоиздат, 1981.
- 73 Рожков, В. Строительный материал – бумага // Моделист-



конструктор.- 1999.- № 3.- С. 26.

- 74 Рожков, В. Три лопасти надежнее // Моделист-конструктор.- 1999.- № 12.- С. 23-24.
- 75 Симоненко, В. Д. Технология: Учеб. для 11 кл. общеобразоват. учр. / В. Д. Симоненко, Н. В. Матяш.- М.: Вентана-Граф, 2000.
- 76 Симоненко, В. Д. Технология: Учебник для учащихся 9 класса общеобразовательной школы / В. Д. Симоненко, А. Н. Богатырев, О. П. Очинин и др.; под. ред. В. Д. Симоненко.- М.: Вентана-Граф, 1999.- 288 с.
- 77 Скирута, М.А. Инженерное творчество в легкой промышленности / М.А. Скирута, О.Ю. Комиссаров. - М.: Легпромышлениздат, 1990, - 184 с.
- 78 Славец, З.А. Ездить, плавать, летать - и все на одном модуле. Приложение к ж. «Юный техник» «ЮТ для умелых рук», 1989, №4.
- 79 Соламов, Ю.П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества. Кн. для учителя /Ю.П. Соламов. -М.:Просвещение,1980. - 240 с.
- 80 Столяров Ю. С. Развитие технического творчества школьников: опыт и перспектива. - М.: Просвещение, 1983.
- 81 Справочник металлиста. В 5 т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Рохштадта и В. А. Брострема.- М.: Машиностроение, 1976.
- 82 Сулла, М.Б. Охрана труда: учебное пособие для студентов педагогических институтов по специальности № 2120 «Общетехнические дисциплины и труд» и учащихся педагогических училищ по специальности «Преподавания труда и черчения в 4 - 8 кл. общеобразовательных школ». -М., 1989.
- 83 Терехов, И. Внедорожник на радиоволне / И. Терехов // Моделист-конструктор.- 2001.- № 7.
- 84 Терещук, Р. М. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справ, радиолюбителя. 4-е изд. / Р. М. Терещук, К. М. Терещук, С. А. Седова.- Киев: Наук. думка, 1989.
- 85 Техническое моделирование и конструирование: Учеб. пособие для студентов / Под ред. В. В. Колотилова.- М.: Просвещение, 1983.
- 86 Техническое творчество учащихся: Учеб. пособие для студентов пединститутов и учащихся педучилищ / Под ред. Ю. С. Столярова

и Д. М. Комского.– М.: Просвещение, 1989.

- 87 Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справ. / Под ред. Б. И. Перельмана.– М.: Радио и связь, 1982.
- 88 Туров, Н.П. Обучение решению изобретательских задач. / Н.П. Туров // Школа и производство, 1990, №№2, 4-6, 8, 10, 12, 1991, №№1, 2.
- 89 Тхоржевський Д.О. Методика викладання загальнотехнічних дисциплін трудового навчання. - К.: Вища школа, 1992.
- 90 Функционально-стоимостный анализ в электротехнической промышленности. / Под ред. М.Г. Кортунина -М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 91 Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий. / Под ред. Быкова З.Н., Минервина Г.Б. - М.:Высш. шк., 1986
- 92 Целовальников, А. С. Справочник судомоделиста / А. С. Целовальников.– М.: Изд-во ДОСААФ СССР.– Ч. 1. 1978; Ч. 2. 1980.
- 93 Циолковский, Э.К. Вне земли. / Э.К. Циолковский. -М.: АПС СССР, 1958.
- 94 Чус, А.В. Основы технического творчества. Учебное пособие / А.В. Чус, В.Н. Данченко. -Киев-Донецк: Высш. школа, 1983.
- 95 Шпаковский, В.О. Для тех, кто любит мастерить. -М.: Просвещение, 1990. – 191 с.
- 96 Щетаков Б.В. Судомodelьный кружок. – М.: Просвещение, 1977. – 354 с.
- 97 Эсаулов, Д.Ф. Психология решения задач./ Д.Ф. Эсаулов. -М.: Высшая школа, 1972.
- 98 Исматуллаев, П.Р.Основы изобретательства и патентоведения/ П.Р. Исматуллаев, А.Ш. Шакашаев, О.М. Гордеев. – Ташкент, 1990.

Додаток 1  
Таблиця Д1

Застосування типових прийомів подолання технічних суперечностей

1.1		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1			15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		2, 8 15, 38	8, 10 18, 37	10, 36 37, 40	10, 14 35, 40	1, 35 19, 39
	2				10, 1 29, 35		35, 30 13, 2		5, 35 14, 2		8, 10 19, 35	13, 29 10, 18	13, 10 29, 14	26, 39 1, 40
	3	8, 15 29, 34				15, 17 4		7, 17 4, 35		13, 4 8	17, 10 4	1, 8 35	1, 8 10, 29	1, 8 15, 34
	4		35, 28 40, 29				17, 7 10, 40		35, 8 2, 14		28, 10	1, 14 35	13, 14 15, 7	39, 37 35
	5	2, 17 29, 4		14, 15 18, 4				7, 14 17, 4		29, 30 4, 34	19, 30 35, 2	10, 15 36, 28	5, 34 29, 4	11, 2 13, 39
	6		2, 30 14, 18		26, 7 9, 39						1, 18 35, 36	10, 15 36, 37		2, 38
	7	2, 26 29, 40		1, 7 4, 35		1, 7 4, 17				29, 4 38, 34	15, 35 36, 37	6, 35 36, 37	1, 15 29, 4	28, 10 1, 39
	8		35, 10 19, 14	19, 14	36, 8 2, 14						2, 18 37	24, 35	7, 2 25	34, 28 35, 40
	9	2, 28 13, 38		13, 14 8		29, 30 34		7, 29 34			13, 28 15, 19	6, 18 38, 40	35, 15 18, 34	28, 33 1, 18
	10	8, 1 37, 18	18, 13 1, 28	17, 19 9, 36	28, 10	19, 10 15	1, 18 36, 37	15, 9 12, 37	2, 36 18, 37	13, 28, 15, 12		18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21
	11	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21		35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40
	12	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34 4, 10		14, 4, 15, 22	7, 2 35	35, 15 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14		33, 1, 18, 4
	13	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	

## Продовження таблиці Д1

1.2		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35		6, 29 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31		12, 36, 18, 31	6, 2 34, 19	5, 35 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31
	2	28, 2, 10, 27		2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35		18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35		10, 20, 35, 26
	3	8, 35, 29, 34	19		10, 15, 19	32	8, 35, 24		1, 35	7, 2 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	15, 2, 29	29, 35
	4	15, 14, 28, 26		1, 40, 35	3, 35, 38, 18	3, 25			12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	30, 29, 14	
	5	3, 15, 40, 14	6, 3		2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32		19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4	29, 30, 6, 13
	6	40		2, 10, 19, 30	35, 39, 38				17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4
	7	9, 14, 15, 7	6, 35, 4		34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35		35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6 34, 10	29, 30, 7
	8	9, 14, 17, 15		35, 34, 38	35, 6 4				30, 6		10, 39, 35, 34		35, 16, 32, 18	35, 3
	9	8, 3 36, 14	3, 19, 35, 5		28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38		19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38
	10	35, 10, 14, 27	19, 2		35, 10, 21		19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36
	11	9, 18, 3, 40	19, 3, 27		35, 39, 19, 2		14, 24, 10, 37		10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36
	12	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25		22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6 34, 14		4, 6 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22
	13	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27	15, 32, 35

## Продовження таблиці Д1

1.3		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно полішити за умовою задачі		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	1	3, 11 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37
	2	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35
	3	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 25, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29
	4	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18		15, 17, 27	2, 25	3	1, 35	1, 26	26		30, 14, 7, 26
	5	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30 28, 23	10, 26, 34, 2
	6	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
	7	14, 1, 40, 11	25, 26, 23	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	28, 1, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6 , 34
	8	2, 35, 16		35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35		1		1, 31	2, 17, 26		35, 37, 10, 2
	9	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 35	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	
	10	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25	15, 11, 1	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
	11	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	24, 35	10, 11, 35, 37
	12	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 4, 10
	13		13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30	2, 35, 16, 10	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3

## Продовження таблиці Д1

2.1		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	14	1, 8 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35
	15	19, 5, 34, 31		2, 19, 9		3, 17, 19		10, 2, 19, 30		3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35
	16		6, 27, 19, 16		1, 40, 35				35, 34, 38					39, 3 35, 23
	17	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32
	18	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16		19, 32, 26		2, 13, 10		10, 13, 19	26, 19, 6		32, 30	32, 3, 27
	19	12, 18, 28, 31		12, 28		15, 19		35, 13, 18		8, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24
	20		19, 9, 6, 27								36, 37			27, 4, 29, 18
	21	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37		19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31
	22	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	16, 35, 38	36, 38			14, 2, 39, 6
	23	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 27, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40
	24	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16		2, 22	26, 32				
	25	10, 20, 35, 37	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18		10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5
	26	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18		15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29		35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40

## Продовження таблиці Д1

2.2		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	14		27, 3, 26		30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27
	15	27, 3, 10			19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18		19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40
	16				19, 18, 36, 40				16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31
	17	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40		32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17		2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31		35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39
	18	35, 19	2, 19, 6		32, 35, 19		32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19
	19	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18		19, 24, 3, 14	2, 15, 19			6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5		35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18
	20	35				19, 2, 35, 32					28, 27, 18, 31			3, 35, 31
	21	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37			10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 43, 19
	22	26			19, 38, 7	1, 13, 32, 15			3, 38		35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 7	7, 18, 25
	23	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31			15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24
	24		10	10		19			10, 19	10, 19			24, 26, 28, 32	24, 28, 35
	25	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16	35, 29, 21, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32		35, 38, 18, 16
	26	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31	3, 17, 39		34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	

## Продовження таблиці Д1

2.3		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	14	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14
	15	11, 2, 13	3	2, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19
	16	34, 27, 6, 40	10, 26, 24		17, 1, 40, 33	22	35, 10	1	1	2		25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38
	17	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35
	18		11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 13, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16
	19	19, 21, 11, 27	3, 1, 32		1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	5, 38	32, 2	12, 28, 35
	20	10, 36, 23			10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4					19, 35, 16		1, 6
	21	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34
	22	11, 10, 35	32		21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22		35, 32, 1	2, 19		7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35
	23	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	354, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23
	24	10, 28, 23			22, 10, 1	10, 21, 22	32	27, 22				35, 33	35	13, 23, 15
	25	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	
	26	18, 3, 28, 40	3, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27



## Продовження таблиці Д1

3.1		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	
	27	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6		28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13
	28	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18
	29	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18
	30	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22		17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39
	31	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 40	13, 29, 1, 40	35	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1
	32	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12		1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 39, 31	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30
	33	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 32	16, 25	25, 2, 35, 11	1	34, 9	1, 11, 10	13	13, 1, 2, 4	2, 35
	34	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29		35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14
	35	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19
	36	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 28, 1	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31	3, 4, 16, 35	35, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30
	37	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 17, 28	23	17, 14, 13		35, 13, 16		28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1
	38	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2		28, 15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39
	39	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	

## Продовження таблиці Д1

3.2		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми													
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	27	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	
	28	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32		3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28		24, 34, 28, 32	2, 6, 32	
	29	3, 27	3, 27, 40		19, 26	3, 32	2, 32		32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24		32, 26, 28, 18	32, 30	
	30	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 40, 33	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34	35, 29, 33, 31	
	31	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34	10, 21, 29	1, 22	3, 24, 39, 1	
	32	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	
	33	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24		35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34	12, 35	
	34	11, 1, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16		15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27		32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	
	35	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 15	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13		19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13		35, 28	3, 35, 15	
	36	2, 13, 28	10, 4, 28, 15		2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28		20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29		6, 29	13, 3, 27, 10	
	37	27, 3, 15, 28	19, 29, 39, 25	25, 34, 6, 35	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	
	38	25, 13	6, 9		26, 23, 19	8, 32, 19	2, 32, 13		28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33	24, 28, 35, 30	35, 13	
	39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	20, 10, 16, 38	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	134, 15, 23		35, 38	

Продовження таблиці Д1

3.3		Показники, які неприпустимо погіршуються, якщо використовувати відомі прийоми												
Показники, які потрібно поліпшити за умовою задачі		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	27		32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26		27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38
	28	5, 11, 1, 23			28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 3	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32
	29	11, 32, 1			26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26		1, 32, 35, 23	25, 10		26, 2, 18		26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39
	30	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18			24, 35, 2	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24
	31	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26							19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39
	32		1, 35, 12, 18		24, 2			2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28
	33	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39		2, 5, 12		12, 26, 1, 32	15, 34, 1 16	32, 26, 12, 17		1, 34, 12, 3	15, 1, 28
	34	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 10, 2, 16		1, 35, 11, 10	1, 12, 26, 15		7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11		34, 35, 7, 13	1, 32, 10
	35	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10		35, 11, 32, 31		1, 13, 31	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4		15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37
	36	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37		15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28
	37	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28		22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28		34, 21	35, 18
	38	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 23	2	1, 26, 13	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25		5, 12, 35, 26
	39	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	18, 10, 32, 1	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	

## **Матеріали і комплектуючі вироби для конструювання і моделювання**

### **1. Матеріали, вживані при конструюванні і моделюванні**

При виготовленні різних конструкцій і моделей застосовуються найрізноманітніші матеріали. Їх можна умовно розбити на такі великі групи: чорні і кольорові метали і сплави, деревні і ткані матеріали, комбіновані матеріали і пластмаси.

#### **1.1. Чорні метали**

*Сталь 35, Сталь 45, Сталь 50 (лист 0,2...4 мм) – ГОСТ 1652-84, прутки (круг до 120 мм) – ГОСТ 1050-88.* Листовий матеріал застосовується для виготовлення корпусних і кріпильних деталей, а прутки – для виготовлення кріпильних осесиметричних деталей. Матеріал добре змінює механічні властивості за допомогою відповідних режимів відпалу, гартування і відпуску, у відпаленому стані добре обробляється.

*Сталь вуглецева інструментальна У10А – ГОСТ 1435-84 в загартованому стані має підвищену твердість. В моделюванні застосовується для виготовлення спеціальних інструментів, наприклад пуансонів штампів вирубків.*

*Дріт низьковуглецевий якісний (діаметр від 0,5 до 6,0 мм з оцинкованим покриттям і без покриття) – ГОСТ 792-84.* Застосовується для виготовлення різних осей, каркасів, корпусних деталей. Добре обробляється і піддається паянню, але погано гартується.

*Дріт круглий сталевий вуглецевий пружинний (від 0,14 мм) – ГОСТ 9389-84.* Застосовується для виготовлення пружин, парашутів, що само розкриваються, пружних підвісок і т. п., може бути використаний як ресори для моделей автомобілів.

#### **1.2. Кольорові метали і сплави**

*Алюмінієвий сплав АМг-А-м (лист м'який товщ. 0,3...6 мм) – АМТУ-252-84 і алюмінієвий сплав Д16А-Т (лист твердий, пружинячий) – ГОСТ 4977-83.* Широко використовуються в радіотехнічних пристроях як корпусний матеріал. Добре обробляються всіма видами механічної обробки (різанням ножицями, свердлінням, обробкою

напилками і т.п.). Мають добрі показники теплопровідності і електропровідності. Мають малу питому вагу, широко застосовуються в моделюванні авіаційної і космічної техніки.

*Алюмінієвий сплав Д16-М(Т) – (круг 4...120 мм) – ГОСТ 4783-84.* Сплав достатньо стійкий до зношування. Застосовується для виготовлення осесиметричних деталей типу втулок, валів, іноді підшипників ковзання в авіамоделюванні.

*Латунь ЛС-59-1 (прутки до 60 мм) – ГОСТ 2060-90.* Застосовується для виготовлення осесиметричних корпусних деталей, що працюють в напружених теплових умовах і в умовах підвищеної вогкості. Відмінно проводить тепло і електрику. Твердість значно вище, ніж у міді. Добре змочується олов'яно-свинцевими припоями і, отже, добре паяється.

*Дріт латунний Л-62 (1,5...4 мм) – ГОСТ 1060-83.* Застосовується при виготовленні деталей, які з'єднуються паянням. Добре зарекомендував себе у вологому середовищі, тому може використовуватися при виготовленні моделей суден і кораблів.

*Бронза БрБ2 – стрічка м'яка або тверда пружинна – ГОСТ 18175-84.* Найміцніший сплав на мідній основі. За своєю твердістю і пружним властивостям при звичайній температурі він перевершує деякі високоякісні сталі. Застосовується для виготовлення пружин у виконавчих механізмах, що працюють у вологому середовищі. Використовується як пружинний матеріал в контактах реле, мікроперемикачах, вимикачах.

*Бронза БрАМц – прутки – ГОСТ 18175-84.* Застосовується для виготовлення високоякісних підшипників ковзання, що використовуються при установці тягових і гребних гвинтів в швидкісних моделях всіх видів. Використовується при виготовленні черв'ячних гвинтів, шестерень і втулок.

*Сплави 79НМ, 79НМА, 80НМ (пермалой листовий) – ГОСТ 10160-84.* Володіє підвищеною магнітною проникністю і тому застосовується для виготовлення пластин набірних сердечників трансформаторів, статорів електродвигунів і іншої електротехнічної продукції. Є добрим захистом від магнітних потоків у вигляді екранів.

### **1.3. Деревинні матеріали**

*Деревина хвойних порід, окрім модрина (сосна, ялина, кедр,*

ялиця), відноситься до м'яких порід. У цієї деревини явно виражена анізотропія – нерівність механічних властивостей як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Механічні властивості деревини різних порід наведено в табл. Д2.1.

У деревини листяних порід (береза, дуб, граб, бук, ясен, горіх, липа, осика, червоне дерево, тик, тис, чинара) анізотропія виражена менше, і, відповідно, механічні властивості вище.

Найбільша ударна в'язкість також у деревини листяних порід (у граба 99 000 Дж/м<sup>3</sup>, у ясена – 88 290 Дж/м<sup>3</sup>, у буку – 80 440 Дж/м<sup>3</sup>, а у берези – приблизно 93 200 Дж/м<sup>3</sup>).

В моделюванні при виготовленні деталей невідповідального призначення часто використовують деревину листяних порід, що виростають в Середній смузі України: липу, вільху, осика, бук. Береза не отримала широкого розповсюдження зважаючи на схильність до загнивання у вологому середовищі. Проте при виготовленні інструментів, що працюють в умовах ударних навантажень (наприклад, киянок, корпусів рубанків, ручок для молотків, кувалд і ін.) береза є дуже добрим матеріалом.

Здатність деревини до гнуття зростає із збільшенням в ній вологи. Найбільшою здатністю до гнуття володіє деревина середньо - і сильно усихаючих листяних порід, наприклад ясена, дубу. При підвищенні температури здатність до гнуття збільшується. Якнайкращих результатів можна добитися при пропарюванні або проварюванні деревини.

В ракетному моделюванні і в авіамоделюванні широко використовується деревина бальзи. Вона дуже легка, але достатньо міцна. Бальза добре піддається механічній обробці різанням. Полірується і забарвлюється погано, тому її перед обробкою необхідно шпаклювати і ґрунтувати. З бальзи виготовляють деталі, які піддаються незначним зусиллям, наприклад, стабілізатори моделей ракет, обшивку фюзеляжу авіамоделей.

З деревини виготовляють *шпон* – тонкі дерев'яні листи. Шпон буває лущеним і струганим. Струганий шпон виходить шляхом стругання брусів деревини на шпоностругальних верстатах. Оскільки стругати можна в різних напрямках, то можливі тангенціальні, радіальні, напіврадіальні і тангенціально-торцеві зрізи. Цим забезпечують високі естетичні властивості структури шпону. Для виготовлення струганого шпону використовується

деревина з красивою структурою (дуб, бук, горіх, клен, ясен, червоне і чорне дерева, ялиця і т. п.).

Таблиця Д2.1

Фізико-механічні характеристики деревини, вживаної при моделюванні

Порода деревини	Густи- на кг/дм <sup>3</sup>	Тимчасовий опір уздовж волокон, МПа				
		стис- нен- ню	роз- тягу- ван- ню	зсу- ву	кру- чен- ню	зги- нан- ню
Бальза	0,1 – 0,2		5 – 20			
Бамбук	0,52					
Береза	0,72	48	136			
Береза чорна і жовта	0,73	45	120	8	13	85
Бук	0,65	39	93	7,5	12	73
Граб	0,67	46	74			
Груша	0,73	47				
Дуб	0,7	40	100	7	10	74
Ялина звичайна	0,47	32	75	5	8	60
Ялина саянська	0,47	32	75	5	8	60
Кедр	0,42	34	77			
Клен	0,6	44	74			
Модрина сибірська	0,68	42	93	7	10	
Липа	0,48	27	60	5	7,5	47
Вільха	0,45	38	39			
Горіх	0,73	75	90			
Осика	0,43	25	42			
Ялиця	0,44	34	72	5	7,5	.58
Корок (корковий дуб)	0,24					
Самшит	1,0	60				
Солома	0,15					
Сосна	0,52	35	83- 120	5	8	65
Ясен звичайний	0,71	40	110	8,5	12	82

Шпон виготовляється завдовжки від 0,55 м і вище (для тангенціального зрізу – від 0,3 м), завтовшки 0,4...1,0 мм і виширшки від 80 до 200 мм.

Вогкість шпону має бути в межах 8.10 %.

**Фанера** – матеріал з деревини, який виготовляється склеюванням трьох і більш листів шпону, сусідні шари якого розташовуються так, щоб забезпечити взаємно перпендикулярний напрям волокон. Це зменшує анізотропію: фанера менше коробиться і розтріскується в порівнянні з шпоном. Виготовляється товщиною від 1,5 мм до 18 мм.

**Деревно-стружкова плита (ДСП)** плоского пресування і безперервного пресування виготовляється з первинних відходів лісообробного виробництва шляхом змішування цих відходів з смолами, що тверднуть і пресуванням отриманої таким чином маси. Товщина ДСП залежить від типу і коливається від 10 мм до 22 мм для шліфованих листів і до 26 мм – для не шліфованих.

**Деревно-волокниста плита (ДВП)** – це листовий матеріал, виготовлений з деревини, подрібненої до волокон. Деревні волокна під дією великого тиску, високої температури і склеюючої речовини спресовуються в однорідний матеріал. По міцності на вигин ДВП підрозділяють на надтверді (СТ-500), тверді (Т-350, Т-400), напівтверді (ПТ-100) і м'які (М-20, М-12, М-4). Застосовується нарівні з фанерою, але має більш гладку зовнішню поверхню.

Окрім перерахованих матеріалів в моделізмі використовується різний **папір** (від цигаркової до щільного) і **картон**. Велику популярність має картон прес-шпон. Він має добрі механічні властивості. Виготовляється різної товщини від 0,1 мм до 5,0 мм. Може бути використаний для різних робіт: від матеріалу прокладки при намотуванні трансформаторів до матеріалу, що використовується як конструкційний (виготовлення каркасу котушок трансформаторів).

#### 1.4. Ткані матеріали

**Капронова тканина** застосовується для виготовлення вітрил в судномодельованні. Дуже легкий і міцний матеріал, здатний плавитися навіть від полум'я сірника, але не горить, тому технологічний і безпечний.



**Склотканина** - застосовується спільно з епоксидною смолою для виготовлення корпусів моделей суден, кораблів, ракет, а також наземної техніки. При зіткненні з ацетоном склотканина змінює властивості тканини і перетворюється на тверду речовину. Може використовуватися також як герметик при спорудженні моделей кораблів.

### **Композиційні матеріали**

**Текстоліт конструкційний** ПТ А, Б (лист до 22 мм) – ГОСТ 2910-84. Матеріал, одержуваний склеюванням декількох шарів бавовняної тканини смолами формальдегідів. Має добрі електроізоляційні показники. Використовується як кріпильний або облицювальний матеріал. Застосовується для підшипників ковзання, для виготовлення шестерень автомобільних двигунів, пишучих і текстильних машин, а також для деталей електротехнічного призначення. Нерідко на текстолітових платах розміщують об'ємний монтаж радіоелектронної апаратури. Матеріал протипожежний, добре обробляється різанням. Текстолітові стрижні (8...60 мм) по ГОСТ 5385-84 використовуються для виготовлення осесиметричних деталей.

**Склотекстоліт** (лист 1...2,0 мм) – СТ-1А М РОТУ-16-509. Має те ж призначення, що і текстоліт, але володіє більш високими механічними властивостями. Виготовляється з скловолокна, просоченого смолами формальдегідів, пресуванням.

**Гетинакс марки Вв** (листовий) – ГОСТ 2718-84. Використовується в радіоелектронній промисловості. Має добрі електроізоляційні показники.

## **1.5. Пластмаси**

**Стекло органічне** марок ПА, ПБ, ПВ (лист 1...40 мм) – ТУ МХП 26-54. Широко використовується в моделюванні для «скління» вікон і ілюмінаторів моделей. Може бути використаний для демонстративних моделей, в яких необхідно показати внутрішню частину. Добре обробляється різанням і полірується. При нагріві швидко втрачає свої механічні властивості, тому його можна гнути, формувати, тобто надати йому будь-яку форму. Добре склеюється дихлоретаном (обережно – ОТРУТА!). Тонкі великі листи при кімнатній температурі вимагають обережного користування через крихкість.

**Фторопласт-4, або тефлон** (лист 0,5...20 мм), – ТУ ММ-162-84. Абсолютно не поглинає воду. Має низький коефіцієнт тертя і високу теплостійкість. Добрий ізолятор, у тому числі і для струмів високої частоти. Використовується для виготовлення довговічних підшипників ковзання, що працюють без мастила в хімічно агресивному середовищі. Може використовуватися як конструкційний матеріал. До 250 °С абсолютно нешкідливий.

Плівка з фторопласту – 4 (0,02...0,10 мм) ТУ МУП М-158-84 застосовується для «скління» вікон і ілюмінаторів моделей. Має добрі механічні показники, довговічна. Використовується для виготовлення прокладок, ущільнень, сальфонів, деталей, що працюють в агресивному середовищі, як ізоляційна плівка.

**Трубка поліхлорвінілова** (1...6 мм) ТУ МХП 1375-87. З неї виготовляють оболонку стрижнів для кулькових авторучок. У такому вигляді вона може бути застосована для виготовлення підшипників осей коліс моделей автомобіля, тягових і повітряних гвинтів за наявності гумового двигуна. При великих обертах застосовувати поліхлорвініл не рекомендується, бо при нагріві він плавиться.

**Пінопласт ПС-1** (плита 3...40 мм) СТУ 9-91-84. Використовується як теплоізоляційний і шумоізоляційний матеріал. Поглинає значну частину вібрацій. Добре ріжеться гарячим дротом, обробляється ножом. Використовується як пакувальний матеріал для різної апаратури. До недоліків можна віднести розчинність в деяких розчинниках, наприклад сольвенті, ацетоні, розчиннику № 646.

Останнім часом почали виготовляти пінопласт підвищеної твердості. Такий пінопласт стали використовувати моделісти авіаційної техніки при конструюванні корпусів моделей літаків.

**Полістирол** блоковий і емульсійний – ГОСТ 9440-84. Прозорий матеріал, з добрими діелектричними властивостями. Використовується для корпусних деталей приладів, радіоелектронної апаратури, різних ізоляторів, у тому числі і установок струмів високої частоти. Добре плавиться і формується під тиском. До недоліків можна віднести його крихкість.

### **Гума**

**Гума В-14** (для передач гладкими роликami) – ТУ МХП 1166-83. Добре обробляється ножом. Її можна обробляти в токарних верстатах, затиснувши туго зліва і справа двома дерев'яними пластинами. Використовується для фрикційних передач, а також для

виготовлення ободів коліс моделей наземної техніки і шасі моделей літаків.

## 2. Комплектуючі вироби для моделей

### 2.1. Малогабаритні електродвигуни

Електричні двигуни постійного струму (ЕДПТ) знайшли широке застосування в моделюванні і в технічному конструюванні, оскільки вони компактні, надійні і легко керовані. Вони безшумні в роботі, реверсивні, можуть плавно змінювати частоту обертання валу. Все це роблять такі двигуни вельми привабливими.

Залежно від характеру збудження магнітного потоку електродвигуни постійного струму підрозділяються на два типи: із збудженням від постійних магнітів і від електромагнітів.

Електродвигуни із збудженням від постійних магнітів випускаються промисловістю потужністю від десятих часток вата до десятків ватів. З вітчизняних двигунів - це двигуни типу ДП, ДПМ, ДПР і ДН. Характеристики деяких найпоширеніших електродвигунів наведено в таблиці Д2.2.

В таблиці Д2.2 наведено характеристики електричних двигунів, які можна підключити до стандартних джерел живлення, окрім останніх п'яти двигунів серії МУ. Двигуни цієї серії широко використовувалися в судномодельованні, де є можливість живити їх від акумуляторів напругою 24-27 вольт.

Двигуни із збудженням від електромагнітів менш оборотні. Вони випускаються в серіях МУ, Д і СД. Реверсивність у таких двигунів забезпечується перемиканням живлення з однієї обмотки збудження на іншу. При цьому немає необхідності змінювати напрям струму в обмотці якоря. Одним з недоліків таких двигунів є помітне зменшення частоти обертання валу при збільшенні навантаження і помітне збільшення споживаного струму.

Мікроелектродвигуни постійного струму (МЕДПТ) встановлюються на моделях транспортних пристроїв – автомоделях, моделях сільськогосподарських машин, а також судномоделях.

Останнім часом (у зв'язку з появою нових електричних джерел живлення великої місткості і малої ваги) МЕДПТ також стали застосовувати на моделях авіаційної техніки для приводу повітряного гвинта.

Таблиця Д2.2

Технічна характеристика електродвигунів для моделей (держави СНД)

Тип	Напруга, В	Потужність на валу, Вт	Частота обертання, хв. <sup>-1</sup>	Споживана потужність, Вт	Маса, г	Габарити, мм		
						діаметр корпусу	довжина корпусу	діаметр вала
ДП-4	3,5		2000–2500	1,2–1,5	49	28 × 44	35	2
ДП-10	4,5	0,24	2000	2,1	40	28 × 37	34	2
ДРВ-0,1	9		1600	0,75	185	40	54	3
ДМ-0,3	1,5	0,3	3000	2,25	70	23,5	40,5	
2ДКС-7	5–7,5	0,13	2000	0,6	80	20 × 20	48	1,5

Загальний вид двигунів фірми *Dualsky* (виготовлених в Китаї) наведено на рис. Д2.1, а їх характеристики - в таблиці Д2.3.

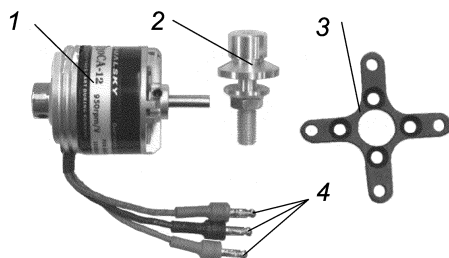


Рис. П2.1. Загальний вигляд ЕДПТ моделі ХМ2830СА з настановним комплектом:  
1 – електродвигун;  
2 – перехідна втулка для пропелера; 3 – монтажна пластина; 4 – контакти двигуна

Проте не слід вважати, що в таблиці П2.3 приведені двигуни тільки для авіамоделей. Двигуни типу ХМ2822СА, наприклад, можуть бути успішно застосовні і на моделях автомобілів, аеросаней і гілсерів, а також для приводу гвинтів керованих по радіо катерів і іншої водної техніки. При малих напругах акумулятора можна отримати і малі оберти гвинтів, що цілком відповідає технічним характеристикам судномodelей.

Таблиця Д2.3

Серія безколекторних ЕДПТ фірми *Dualsky* (виробництво – Китай) для авіамоделей

Характеристика	Модель двигуна, тип									
	ХМ2822СА	ХМ2826СА			ГМ 2830СА			ХМ3530СА		
Кількість витків	24	12	15	18	8	10	12	10	12	14
Початкова напруга, В	7,2	7,2	10,8	10,8	7,2	10,8	10,8	7,2	10,8	10,8
Частота обертання, вольт · хв <sup>-1</sup>	1450	1450	1200	980	1480	1180	980	1430	1200	1000
Струм макс., А	14	21	14	14	27	19	19	34	23	23
Потужність, Вт	100	150			200			250		
Маса, г	30	44			55			74		
Повітряний гвинт, діаметр/крок, мм	$\frac{175}{75}$	$\frac{175}{75}$	$\frac{175}{100}$	$\frac{200}{100}$	$\frac{200}{125}$	$\frac{200}{125}$	$\frac{225}{125}$	$\frac{175}{125}$	$\frac{200}{125}$	$\frac{200}{125}$
Рекомендована вага моделі, г	до 400	400-600			550-900			800-1200		

## 2.2. Електричні джерела живлення

Джерелами живлення електродвигунів постійного струму служать гальванічні і акумуляторні елементи і батареї.

Основними характеристиками таких елементів і батарей є напруга живлення і місткість. Місткість – це максимальний струм, який може забезпечити елемент для живлення споживача протягом однієї години. Вона вимірюється в ампер-годинах (А·годину).

### Гальванічні джерела живлення.

При створенні моделей необхідно пам'ятати, що чим більше місткість гальванічного елемента або батареї елементів (при одній і тій же напрузі), тим вони важче. При конструюванні моделей з електродвигунами майже завжди доводиться вирішувати задачу на оптимізацію, наприклад, скільки необхідно підключити гальванічних елементів для електродвигуна при заданій вазі моделі, щоб вона розвинула певну швидкість і при цьому пройшла певну відстань. Тут маєтись на увазі, що вага моделі включає і вагу гальванічних елементів.

Найпоширеніші гальванічні елементи і їх основні характеристики наведено в таблиці Д2.4.

Таблиця Д2.4

Характеристики гальванічних елементів,  
вживаних для живлення мікро електродвигунів моделей

Позначення елемента	Конструкція	Номінальна ерс, В	Місткість А-год	Маса, кг	Габарити, мм
1,6-ФМЦ-У-3,2 «Сатурн» і імпортні аналоги <i>size D</i>	С	1,5	3,2	0,12	D=32, h=60
343	С	1,5	1,2	0,12	D=24, h=48
316 і імпортні аналоги <i>size AA</i>	С	1,5	0,6	0,02	D=16, h=48
<i>Size AAA</i>	С	1,5	0,4	0,01	D=10, h=43
4,1-ФМЦ-0,7	Б	4,1	0,7	0,15	62×70×20
«Крона»	Г	8,5,9		0,04	50×26×16
С – склянковий; Б – батарея склянкових елементів; Г – галетний					

## **Акумулятори**

Крім гальванічних елементів в моделюванні широко використовуються акумулятори – джерела живлення багаторазового користування, які можна багато разів заряджати, а потім використовувати для живлення електродвигунів. Вони кислотні і лужні.

Кислотні акумулятори не знайшли великого застосування в моделюванні через великі габарити. Частіше за все застосовують батарею акумуляторів 10РА-10. Вона забезпечує струм до 10 ампер протягом однієї години, що цілком достатньо для двох або трьох запусків такої моделі, як крейсер.

Лужні акумулятори більш легкі, мають герметичне виконання і тому найбільш прийнятні для моделювання. За складом матеріалів електродів вони підрозділяються на кадмієво-нікелеві (Ni-Cd), залізонікелеві (Ni-Fe), срібно-цинкові (Ag-Zn), нікелево-цинкові (Ni-Zn) і срібно-кадмієві (Ag-Cd).

Найбільше розповсюдження отримали кадмієво-нікелеві акумулятори, які дешевше інших, мають достатньо малі габарити, герметичні і, головне, надійні в експлуатації.

Срібно-цинкові акумулятори мають заряд, віднесений до їх маси, в 3...4 рази вище, ніж у кадмієво-нікелевих. Але термін служби у них набагато менше, а вартість в 3...4 рази вище.

Останнім часом промисловість стала випускати літієві (Li-Po) акумулятори, що мають достатньо велику місткість при малій вазі. В них як позитивний електрод використовується літієвий оксид кобальту, а як негативне - вуглець, що кристалізується. Електролітом є спеціальна органічна рідина. Такі акумулятори достатні дорогі, але вони добре показали себе через свою малу вагу в авіамоделюванні. Ag-Zn і Li-Po акумулятори внаслідок своє дорожнечі використовують, в основному, на змаганнях високого рангу.

Характеристики деяких типів акумуляторів для бортових джерел живлення приведені в таблицях Д2. 5 і Д2.6.

### **2.3. Модельні поршневі двигуни внутрішнього згорання (ПДВЗ)**

Модельні ПДВЗ встановлюються на швидкісні кордові моделі всіх видів техніки. Крім того, вони використовуються в моделях авіаційної

техніки і гоночних судномоделях з гребним або повітряним гвинтом, а також на моделях аеросаней і глісерів.

В автомоделізмі ПДВЗ встановлюються тільки на кордові гоночні моделі. Ця обставина примушує застосовувати редуктори з великим передавальним відношенням, що значно ускладнює кінематику моделі, і збільшує її габарити і вагу.

Таблиця Д2.5

Характеристики Ni-Cd і Ni-Mh акумуляторів вживаних в керованих по радіо авто і судномоделях

Тип	Виконання	Компоненти	Напруга В	Місткість А · год.	Вага гр.
AccuPluss	AA	Ni-Cd	1,2	0,75	21
TDK	AA	Ni-Mh	1,25	1,2	27
ROCET PARK	Збірка з 6 акумуля. AA	Ni-Cd	7,2	2,0	203
TDK	Збірка з 8 акумуля. AAA	Ni-Cd	9,6	0,85	167

Таблиця Д2.6

Характеристики Li-Po акумуляторів вживаних як БДЖ на авіамоделях

Тип	Напруга, В	Місткість А/час	Час повного розряду с	Вага, гр.	Розміри, мм
Фірма FULLYMAX серії Р					
FP	3,7	0,8 -3,4	15 - 20	22,5 - 45,0	від 4,0x15x28 до 7,0x34x96
Фірма Dualsky серії GoldenRate					
XP	7.4	1,0 - 3,2	15 - 20	56 - 166	від 66x35x12 до 134x43x13,6
XP	11.1	0,73 - 4,0	15 - 20	42 - 305	від 66x35x9,6 до 134x43x24,6



Загальний вигляд ПДВЗ наведено на рис Д2.3.

За кордоном всі модельні ПДВЗ класифіковані і мають свій номер. Номер двигуна відповідає певному об'єму циліндра. Відповідність номера ПДВЗ і його об'єму приведена в таблиці Д2.7.

За способом запалювання паливної суміші поршневі двигуни для моделей бувають компресійними (Т) або калийними (К).

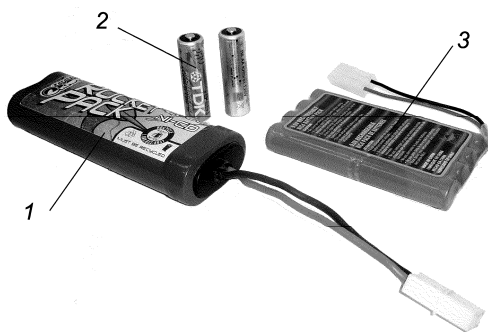


Рис. Д2.2. Акумулятори, що використовують в моделюванні:

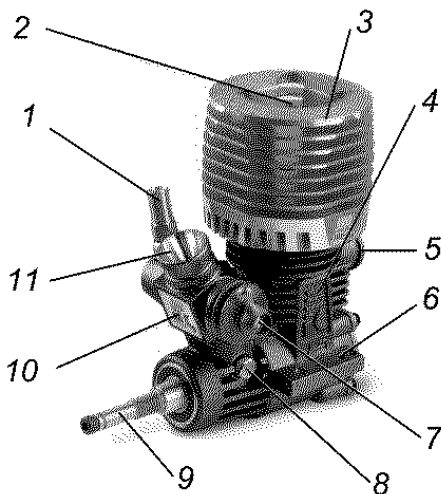
1 - для автомоделей (7,2 В);

2 - типові акумулятори розміру AA (1,2 В);

3 - для судомоделей (9,6 В)

Рис. Д2.3. Загальний вид сучасного модельного мікро ПДВЗ:

1 - жиклер; 2 - отвір для свічки; 3 - сорочка охолодження; 4 - картер; 5 - вихлопний отвір; 6 - кріпильні отвори; 7 - гвинт регулювання малого газу; 8 - гвинт кріплення карбюратора; 9 - вихід колінчастого валу для кріплення повітряного гвинта; 10 - карбюратор в зборі; 11 - дифузор



Таблиця Д2.7

Таблиця перекладу номера розміру модельного ПДВЗ в об'єм

Розмір двигуна	Об'єм куб. см	Розмір двигуна	Об'єм куб. см
10	1,76	52	8,56
15	2,49	61	9,95
20	3,46	70	11,50
25	4,07	75	12,00
26	4,41	80	12,07
32	5,23	91	14,76
35	5,90	108	17,83
40	6,47	120	19,96
46	7,45	140	23,00
50	8,30		

У компресійних двигунів запалювання паливної суміші відбувається за рахунок підвищення температури при її стисненні, а у калильних – спеціальною калильною свічкою.

Для спортивних моделей встановлено три категорії поршневих двигунів:

I – з робочим об'ємом до 2,5 см<sup>3</sup> (номери – 10, 15);

II – з робочим об'ємом від 2,5 см<sup>3</sup> до 5,0 см<sup>3</sup> (номери – 20, 25, 26);

III – з робочим об'ємом від 5,0 см<sup>3</sup> до 10,0 см<sup>3</sup> (номери – 32, 35, 40, 46, 50, 52, 61).

Основні технічні характеристики вітчизняних ПДВЗ наведено в таблиці П2.8.

На моделі кожного класу встановлюють двигуни певного типу.

На швидкісній кордовій моделі автомобілів встановлюють вітчизняні поршневі двигуни типу ЦСКАМ-2,5, МДС-1,5, МДС-10, КМД-2,5 або зарубіжні, наприклад, OPS-15, OPS-32, OPS-60, а також (під тими ж номерами) двигуни фірми ROSSI.

На швидкісних моделях судів з гребними гвинтами встановлюють двигуни OPS-2,5 (5, 10), ROSSI-5, OS-15, а на судна з повітряним гвинтом і глісерах встановлюють залежно від потужності двигуни ЦСКАМ-2,5 і МДС-6,5 або зарубіжні двигуни фірм OS, OPS,

ROSSI з номерами від 15 до 40.

Таблиця Д2.8

Коротка характеристика вітчизняних модельних ПДВЗ

Марка двигуна	Робочий об'єм циліндру см <sup>3</sup>	Потужніс ть, Вт	Частота обертанн я, хв. <sup>-1</sup>	Маса, кг	Габарити (довжина, ширина, висота)	Характер запалова ння
МК-17	1,48	110	12000	0,13	91×34×65	Т
«Ветерок»	1,48	162	11900	0,10	75×35×69	Т
«Ритм»	2,46	236	16000	0,20	100×42×80	Т
ЦСКАМ- 2,5	2,47	257	15000	0,19	83×42×68	К
МД-2,5 «Метеор»	2,47	257	10000	0,15	82×42×64	К
ОТМ-2,5 «Сокол»	2,47	184	14000	0,13	85×42×78	Т
КМД-2,5	2,48	287	14000	0,18	-	Т
«Полет»	5,6	368	11000	0,23	86×47×89	К
МДС-6,5	6,5		23000	0,565	174×92,5×52	К
МАИ-10	9,98	962	14900	0,418	126×80×150	К
МАИ-25	24,3	1590	9300	0,93	200×80×150	К

На авіамоделі встановлюють такі двигуни:

- на таймерні моделі літаків - об'ємом 2,5 см<sup>3</sup> (наприклад, ЦСКАМ-2,5) ( Росія) або зарубіжні з номерами від 10 до 15;
- на кордові тренувальні об'ємом від 1,5 см<sup>3</sup> до 2,5 см<sup>3</sup> або зарубіжні з номерами від 10 до 15;
- на пілотажні моделі літаків - ТАЛКА-7, «Полет» (Росія), зарубіжні - з номерами 32, 35 (наприклад, OPS-32, ROSSI-35);
- на моделі для повітряного бою - «Тайфун» (2,5 см<sup>3</sup>), ЦСКАМ-2,5 або зарубіжні під номерами до 15;
- на швидкісні моделі літаків -ЦСКАМ-2,5, ТАЛКА-2,5, зарубіжні - ROSSI-15;
- на пілотажні і керовані по радіо моделі літаків - МДС-6,5, МДС-10 (Росія) або зарубіжні OS-60, SuperTiger, Moki-10;

- на моделі-копії і керовані по радіо моделі (з додатковими пристосуваннями для регулювання потужності) - встановлюються будь-які відповідні двигуни об'ємом до 10 см3 (наприклад, один з наймогутніших МАИ-10 (Росія) або зарубіжний ROSSI- 61).

На кордові моделі літаків може бути встановлений також пульсуючий повітряно-реактивний двигун РАМ-1.

Охолодження двигунів може бути повітряним і водяним.

Повітряне охолодження прийнятне для всіх авіамоделей і швидкісних моделей наземного транспорту і судів.

Для тихохідних моделей судів і кораблів, швидкість яких менше 40 км/год, використовують водяне охолодження. При водяному способі охолодження двигуна використовують потік води від гребного гвинта, який подають в сорочку охолодження двигуна.

### **Паливні суміші для мікродвигунів внутрішнього згоряння**

Паливом для поршневих двигунів є суміші горючих компонентів з різними маслами і присадками.

Горючі компоненти - гас, етиловий спирт, ефір, метиловий спирт і ін. Як мастило використовується касторова олія. Для отримання максимально можливої потужності в паливну суміш додають присадки - речовини, що підвищують активність згоряння палива, наприклад, амілінітріт або нітрометан.

Склад суміші визначається призначенням:

- для обкатки двигуна додають більше змащувального масла, при цьому двигун розвиває потужність нижче за паспортну;

- для нормальної роботи двигуна масло додають в невеликих кількостях.

Рецепти паливних сумішей для сучасних компресійних модельних ПДВЗ наведено в таблиці Д2.9.

Компоненти паливної суміші змішують в певному порядку.

*Для компресійних двигунів* спочатку розчиняють змащувальний компонент в ефірі, потім додають гас або солярое масло. Отриману суміш фільтрують, потім зливають в герметичний посуд і відстоюють 1,5...2 доби при температурі 20...25° С і знову фільтрують, відділяючи каламутні білі пластівці. Ці пластівці можуть з'явитися тільки тоді, коли до складу компонентів потрапила вода,

наприклад, із спиртом або ефіром. Після фільтрації паливну суміш розливають в герметичний скляний посуд.

Таблиця Д2.9

Рецепти паливних сумішей для компресійних модельних ПДВЗ

Компонент	Склад сумішей в %					
	швидкохідних		тихохід- них	універсальні суміші		
	I	II		I	II	III
Гас	30,0	33,4	34,0	25,0	28,5	35
Ефір сірчаний	45,0	33,3	33,0	50,0	41,0	35
Масло касторове	23,0	31,3	–	10,0	28,5	28
Масло МН	–	–	33,0	15,0	–	–
Амілнітріт	2,0	2,0	–	–	2,0	2,0

Присадка амілнітріт поставляється в ампулах. Її вводять в паливну суміш безпосередньо перед запуском двигуна, застосовуючи запобіжні засоби (можна використовувати, наприклад, медичний шприц).

*Для двигунів з калильним запаленням* паливна суміш складається з метилового спирту (75 – 80%) і касторової олії (20 – 25%). Спочатку розчиняють масло в спирті, а потім додають присадку (частіше всього нітрометан), збовтують суміш, дають відстоятися протягом 1,5...2 діб, фільтрують і розливають в герметичний скляний посуд, бажано порціями, достатніми для однієї заправки бензобаку.

Застосування нітрометану дозволено тільки для моделей з ПДВЗ, призначених для повітряного бою. У всіх інших випадках застосування нітрометану як добавка в паливо Правилами змагання забороняється.

## 2.4. Поршневі двигуни, що працюють на вуглекислому газі

Достоїнствами цих двигунів є висока питома потужність, малі

габарити і маса, висока надійність і безпека обслуговування, оскільки «паливо» негорюче, а частота обертання гвинта менше ніж у ПДВЗ (близько 3500 хв<sup>-1</sup>).

Серійний випуск цих двигунів був початий фірмою Біла Брауна в 1947 році (Англія). Перша модель цього двигуна мала робочий об'єм 0,29 см<sup>3</sup>, діаметр поршня – 7 мм, хід поршня – 7,5 мм, маса разом з сифоновим балончиком – 64,5 г. Всі деталі двигуна були металевими. Остання модель двигуна, випущена в 1981 році, мала робочий об'єм 0,023 см<sup>3</sup>, діаметр поршня і хід поршня – 3 мм. З баком об'ємом 3 см<sup>3</sup> і гвинтом діаметром 90 мм двигун працював більше 2 хвилин.

З 1975 року в Англії серійно випускалися двигуни типу «Телко» з основними деталями з пластмаси (нейлону). Робочий об'єм двигуна 0,06 см<sup>3</sup>, діаметр поршня 4,5 мм, хід поршня 3,8 мм. Маса двигуна разом з бачком – 2,8 см<sup>3</sup> – і гвинтом діаметром 137 мм складала 16,5 г. Пізніше з'явився двигун «Шарк», який за параметрами близький до «Телко», але дешевший і простіше його. Він експортується у всі країни світу.

Великою популярністю в світі користуються двигуни, розроблені в колишній Чехословачії конструкторами Я. Студнічкой, М. Кахой і Ш. Гашпаріним. Це двигуни типу «Модела СО2», «Студнічка 0,54», «Гашпарін 0,1». Відзначимо, що Ш. Гашпарін створив самий мініатюрний в світі двигун «Гашпарін 0,006» з об'ємом 0,006 см<sup>3</sup>, діаметром поршня 2 мм, ходом 2 мм. Разом з баком об'ємом 1,2 см<sup>3</sup> і гвинтом з алюмінію діаметром 80 мм він важить всього 3,3 г.

В Росії випускається двигун на вуглекислому газі марки ДП-0,3 (рис. Д2.4). Двигун призначений для літаючих моделей з масою не більше 100 г з навантаженням на одиницю несучої площі крила і стабілізатора не більше 10 г/дм<sup>2</sup>. Його також можна встановлювати на моделі аеросаней і глісерів.

Двигун ДП-0,3 має загальну масу 30 г, число обертів – 2500 хв<sup>-1</sup>. При діаметрі гвинта 180 мм з кроком 200 мм тривалість роботи двигуна з повною заправкою складає 15 секунд.

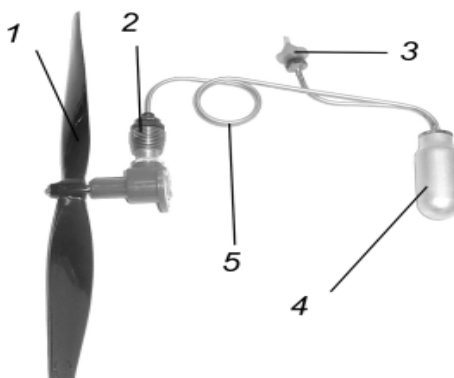


Рис. Д2.4. Загальний вигляд авіамодельного двигуна, працюючого на вуглекислому газі:

- 1 – повітряний гвинт;
- 2 – поршневий двигун;
- 3 – заправний штуцер;
- 4 – балон із стиснутим вуглекислим газом;
- 5 – трубопровід

## 2.5. Модельні ракетні двигуни

МРД має міцну паперову оболонку 1, в яку запресовані сопло 6, заряд твердого палива 5, сповільнювач 4 і викидний заряд 3 (рис. Д2.5).

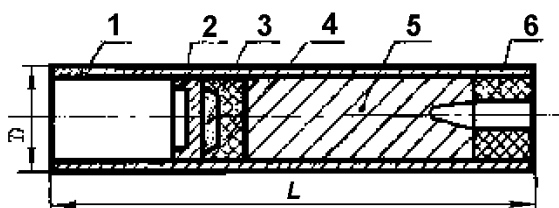


Рис. Д2.5. Конструкція порохового МРД:

- 1 – оболонка; 2 – пиж;
- 3 – заряд викидний;
- 4 – сповільнювач; 5 – заряд;
- 6 – сопло

Рухійна сила (тяга) МРД створюється за рахунок витікання через сопло продуктів згоряння заряду твердого палива.

Заряд МРД запалюється від запальника, який складається з ніхромового дроту завтовшки 0,2 мм, на який нанесено піротехнічний склад. Піротехнічний склад спалахує від напруження дроту імпульсом електричного струму. Потім запалюється заряд твердого палива 5.

Після згоряння заряду горіння передається сповільнювачу, продукти згоряння якого утворюють димовий слід. По цьому сліду відбувається спостереження за польотом моделі. Тяга при згорянні сповільнювача не створюється. Після згоряння сповільнювача запалюється викидний заряд, який розкриває систему порятунку моделі, наприклад, парашут або гальмівну стрічку.

Інформація про характеристики МРД міститься в маркіровці

на оболонці МРД у вигляді шифру. Наприклад, маркіровка «МРД 20-10-7» означає, що сумарний імпульс тяги – 20 Н·с, середня тяга – 10 Н, час горіння сповільнювача – 7 с.

Геометричні розміри – діаметр  $D$  і довжина  $L$  (рис. Д2.5) – двигунів залежать від імпульсу тяги. Так, наприклад, МРД 5-3-6 має зовнішній діаметр 13 мм і довжину  $L = 55$  мм, а МРД 10-10-4 – зовнішній діаметр 20,25 мм і  $L = 85$  мм.

Вибір МРД проводиться за величиною сумарного імпульсу залежно від категорії і класу моделей відповідно до «Правил проведення змагань, встановлення і реєстрації рекордів з авіа- і ракетомодельного спорту».

Основні характеристики МРД (Росія) наведено в таблиці Д2.10.

Таблиця Д2.10.

Основні характеристики МРД (Росія)

Діаметр зовнішній, $D$ , мм	Довжина $L$ , мм	Маса, г	Сумарний імпульс тяги, Н·с	Максимальна тяга, Н	Середня тяга, Н	Час горіння заряду, с	Час горіння сповільнювача, с
13,0	55	від 6,5 до 9	від 2,0 до 2,5	9	3,0	0,8	0; 3; 6
		від 9,5 до 13	від 4,1 до 5,0	9	3,0	1,7	0; 3; 6
18,6	70	від 17 до 20	від 4,1 до 5,0	20	8,0	0,6	0; 4
		від 23 до 25,5	від 8,2 до 10,0	20	8,0	1,2	0; 4; 7
20,25	85	від 25 до 28	від 8,2 до 10,0	30	10,0	1,0	0; 4; 7
		від 37 до 42	від 16,4 до 20,0	30	10,0	2,0	0; 4; 7



«Узгоджено»  
Відповідальний за охорону  
праці  
від профспілкового комітету  
\_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

«Затверджую»  
Директор позашкільного  
навчального закладу  
\_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

**Інструкція № \_\_\_\_\_  
з охорони праці в учбовій слюсарній майстерні**

***1.Небезпеки в роботі і загальні вимоги безпеки***

Небезпечними і шкідливими чинниками в учбовій майстерні є:

- електричний струм;
- гострі і ріжучі кромки інструментів, заготовок;
- частини верстатів і механізмів, що обертаються;
- шматочки металу і стружки, що відлітають;
- термічна дія нагрітих інструментів і заготовок;
- пожежонебезпечні матеріали.

До занять в учбовій майстерні допускаються учні, що не мають протипоказань за станом здоров'я і які пройшли відповідний інструктаж з техніки безпеки.

Учні зобов'язані дотримуватися правил внутрішнього розпорядку і вимог щодо виконання режиму праці і відпочинку.

***2. Вимоги безпеки перед початком роботи***

- Правильно одягнути спецодяг.
- Оглянути робоче місце, переконатися в наявності і справності захисних пристроїв і огорож, підготувати робоче місце до роботи.
- Перевірити справність інструменту, необхідного для виконання робіт на даному занятті. Про помічені несправності негайно повідомити викладача.
- При необхідності отримати у викладача індивідуальні засоби захисту.

### **3. Вимоги безпеки під час роботи**

- Виконувати тільки роботу, визначену викладачем на даному занятті.
- Строго дотримуватися правил безпечного користування інструментом, технологічним устаткуванням, матеріалами.
- В процесі занять використовувати лише безпечні прийоми роботи, висловлені викладачем в ході інструктажу.
- При необхідності використовувати засоби індивідуального захисту.
- Підтримувати порядок на робочому місці роботи.
- Дбайливо відноситися до інструментів, устаткування, наочних посібників.
- Не відволікатися самому і не відволікати товаришів під час роботи.
- Під час перерви між уроками всі учні повинні вийти з майстерні. Чергові повинні провітрити приміщення під контролем викладача.

366

### **4. Вимоги безпеки в аварійних і екстремальних ситуаціях**

- При виявленні пробією електричного струму на корпус устаткування його необхідно негайно відключити загальним рубильником.
- У разі загоряння, задимлення, відчуття запаху гару або газу організовано під керівництвом викладача покинути приміщення. Викладач в цій ситуації діє відповідно до інструкції (евакуація учнів в безпечне місце, повідомлення адміністрації).
- У разі отримання травми, мікротравми, поганого самопочуття або раптового захворювання учнів повідомити про це викладача і звернутися по медичну допомогу.

### **5. Вимоги безпеки після закінчення роботи**

- Відключити устаткування, прибрати і змастити його.
- Прибрати робоче місце і здати його черговому.
- Здати інструмент, невикористані заготовки, виготовлені деталі і засоби індивідуального користування викладачу.

- Привести себе в порядок.
- Черговим прибрати відходи, забезпечивши при цьому дотримання норм санітарії, гігієни, вимог пожежної безпеки і екології.
- Про всі недоліки, поломки, знайдені під час роботи, повідомити викладача.

Відповідальний за  
охорону праці в учбовій  
майстерні

\_\_\_\_\_ (Прізвище, ініціали)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Адаптація 46
- Аеромодуль 222
- Аеростат 157
- Аналіз
  - задачі 68
  - моделі задачі 72
  - морфологічний 39
  - поелементний 44
  - функціонально-вартісний 48
  - ходу рішення 82
- Аналог 84
- Аналогія 47
- Асоціація 34
- Ватерлінія
  - конструктивна 149
  - вантажна 149
- Вертолiт 172
- Винахідництва задачі 67
  - алгоритм розв'язання (АРВЗ) 67
- Виставка 329
- Водотоннажність 151
- Гвинт
  - гребний 152, 241
  - повітряний 168
- Гвинтокрила група 170
- Двигун
  - первинний 135
  - вторинний 137
- Десяткових матриць метод 45
- Деталь 200
- Динамізація 47
- Дирижабль 157
- Диференціація 47
- Дослідно-конструкторські розробки 116
- Евристичні методи
  - асоціативні 34
  - емпатії 31
  - інверсії 29
  - мозкової атаки 21
  - синектики 32
- Елерон 171
- Ескізний проект 115
- Ефективність винаходу 88
- ЄСКД 116
- Заготовчі операції 190
- Закони життя 9
- Закрилки 170
- З'єднання деталей
  - клейові 204
  - клепані 207
  - паяні 202
  - різьбові 200
- Змії повітряний 159,251
- Ідеалізація 47
- Імпульсація 47
- Інверсія 47
- Інтеграція 47
- Інтелектуальна власність 100
  - відкриття 16, 100
  - винахід 16, 83, 101
  - закони охорони 108
  - корисна модель 103
  - промисловий зразок 103
  - раціоналізаторська пропозиція 102
  - способи захисту 106
  - товарний знак 104
- Інформація 91
  - електронні засоби 96
  - науково-технічна 99
  - оцінка 98
  - патентна 99
  - пошук 93
  - - енциклопедії 94
  - - класифікатор Д'юї 95
  - - інформаційно-пошукова система 93
- Кермо повороту 171, 243

Кіль 161  
 Класифікація моделей технічних пристроїв  
   - загальна 117  
   -- стендові 117  
   -- схематичні 113, 117, 261  
   -- комплексні 117  
   -- напівкопії 117  
   -- діючі 117  
   --- таймерні 117  
   --- гоночні 117, 219  
   ---- вільні 117  
   ---- трасові 117  
   ---- кордові 117, 219  
   - за способом управління 118  
   - автоматичні 118  
   - по дротах 119  
   - по радіо 122  
   - за допомогою корду 121  
   - спортивно-технічна 125  
   - авіаційних 129  
   - автомобілів 125  
   - суден 127, 233  
   - ракетної техніки 131  
 Колесо 212  
 Комплект конструкторсько-технологічної документації 116  
 Комплектуючі вироби 200  
 Компоновка 274  
 Конструювання 115, 137  
   - моделей технічних пристроїв 137  
   -- повітряних 157  
   -- наземних 139  
   -- суден 147  
   -- ракет 174  
 Конструкторська розробка 115  
   - проекту 115  
   - робочого 115  
   - технічного 115  
   - ескізного 115  
   - технічного завдання 115  
 Корисна модель 103

Креативність 13  
 Крило 161  
 Куля повітряна 157  
 Кут атаки крила 164  
  
 Літак  
   - моноплан 160  
   - біплан 160  
   - триплан 160  
  
 Маневреність 156  
 Мета винаходу 86  
 Методи моделювання  
   - аналогії 113  
   - пряме 113  
 Моделювання 111  
 Модель  
   - віртуальна 112  
   - графічна 112  
   - знакова 113  
   - імітаційна 112  
   - інформаційна 112  
   - логічна 112  
   - математична 112  
   - матеріальна 113  
   - натурна 113  
   - образна 113  
   - польова 113  
   - виробнича 113  
   - схематична 113  
 МРД 182,186  
 Мультиплікація 46  
  
 Надання першої допомоги при  
   - отруєнні 348  
   - переломах і вивихах 347  
   - розтягуванні 347  
   - ударах 348  
 Навчання 17  
 Навченість 17  
 Неологія 46  
 Непотопленість 155  
 Нервюра 161

Об'єкт 13  
Олімпіада 329  
Опис нового технічного рішення 83  
Опис винаходу  
- критика прототипу 86  
- назва 84  
- область техніки 84  
- приклади виконання 87  
- сутність і відмінності 86  
- формула винаходу 88  
- характеристика  
- - аналогів 84  
- - прототипу 85  
- мета винаходу 86  
- ефективність 88  
Опір лобовий 163  
Оргкомітет 329  
Остійність 155  
Оздоблення моделі 208.209  
Відкриття 16, 100

Плавучість 155  
Планер 171, 254  
Пліт 244  
Підводний човен 248  
ПНЗ 321  
Повітряна подушка 173  
Позашляховик 227  
Правила безпеки  
- загальні 334  
- при фарбуванні 338  
- при верстатних роботах 336  
- пожежні 342  
- з електроустановками 338  
Принципи  
- подолання технічних  
суперечностей 51  
- проектування 323  
Проектування учбове 321  
Промисловий зразок 103  
Прототип 85  
Профіль крила 161.166

458

Робочий проект 115, 116  
Розмірення судна 148  
Ракета 174,273, 277.285  
Раціональні методи 329  
Раціоналізаторська пропозиція 102  
Реактивна сила 174  
Ротосют 285  
Рушій 135

Складальна одиниця 200  
Складальний вузол 200  
Система порятунку ракети 176  
Стабілізатор 161  
Стійкість на курсі 156  
Ступінь ракети 177  
Субракета 177

Технічна суперечність 51  
- прийоми подолання 51.62  
Технічна творча задача  
- методи рішення 20  
Творча особа 11  
Творча діяльність 14, 320  
Творчі здібності 11  
Творчість технічна 6  
Термопласти 194  
Технічні умови 116  
Технічний проект 115  
Технічне завдання 115  
Технічний пристрій  
- етапи створення 114.115  
Товарний знак 104  
Тягоозброєність 178

Фокальних об'єктів метод 36  
Формула винаходу 88  
Функціонально-вартісний аналіз 8  
Фюзеляж 161  
Фюзеляжна модель 269  
Ходкість 145  
Шасі 271  
Шпангоут 151



НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Амельків** Віктор Іванович  
**Зайончик** Володимир Михайлович  
**Сидоренко** Віктор Костянтинович  
**Шмельов** Володимир Євдокимович

# ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ УЧНІВ

ПІДРУЧНИК

Оригінал-макет підготовлено  
ТОВ «Центр учбової літератури»

Підписано до друку 06.07.2010. Формат 60x84 1/6  
Друк офсетний. Папір офсетний. Гарнітура PetersburgCTT.  
Умовн. друк. арк. 26. Наклад – 500 прим.

Видавництво «Центр учбової літератури»  
вул. Електриків, 23 м. Київ 04176  
тел./факс 044-425-01-34  
тел.: 044-425-20-63; 425-04-47; 451-65-95  
800-501-68-00 (безкоштовно в межах України)  
e-mail: office@uabook.com  
сайт: www.cul.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2458 від 30.03.2006