

НОВАЯ ЖИЗНЬ СТАРЫХ ОБОЕВ

А. А. Воронич, С. А. Курта, О. О. Струминська,

Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефаника

Отделенные в процессе переработки отходов обоев с полимерным покрытием бумажные целлюлозные волокна и полимерное покрытие могут быть использованы для изготовления строительных материалов, например, листов асбестоцементного шифера.

На предприятиях по производству декоративных обоев с полимерным покрытием теряется до 10% продукции в виде некондиционных по цвету или качеству рулонов обоев. В соответствии с технологией эти рулоны изготавливаются на бумажной (целлюлозной или флизелиновой) основе, на которую наносится полимерное покрытие, состоящее из красителей, наполнителей, вспенивающих веществ и полимерной матрицы, например поливинилхлоридного (ПВХ) покрытия [1]. Высокое массовое содержание ПВХ на поверхности обоев (30–50 %) затрудняет обезвреживание таких отходов с помощью сжигания, так как в результате в атмосферу попадает большое количество вред-

ных соединений хлора: хлористый водород, диоксины и прочие вредные вещества [2].

Таким образом, практический интерес представляет **разработка технологии сухой переработки таких отходов с отделением полимерного покрытия от бумажной основы**. Существующие технологии отделения покрытия от волокон целлюлозы предусматривают жидкофазный способ отделения ПВХ от поверхности бумажных обоев [3]. Это – трудоемкий и затратный процесс, при котором образуются вторичные жидкие отходы, которые также приходится утилизировать; при этом полученная целлюлоза имеет низкое качество. Рассмотренный в статье способ предусматривает сухое отделение

целлюлозы с помощью механического измельчения и фракционной сепарации. Измельчение осуществлялось в две стадии: с помощью применяющихся в Украине рубально-режущей дробилки (на первой стадии) и плоско ножевой или молотковой дробилки (на второй стадии) [4]. Исследования проводились как в лабораторных условиях, так и на промышленных специально сконструированных установках.

ЭТАПЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В соответствии с разработанной технологией [4] бракованные рулоны обоев с ПВХ-покрытием, измельчались на двух типах дробилок. На первом этапе отходы рулонов обоев направлялись в дробилки рубально-режущего типа, где они только разрезались. На втором этапе рулоны перерабатывались в дробилках барабанно-молоткового типа, в которых происходило отделение волокон бумаги от полимерного покрытия. В лабораторных условиях отделение бумажных целлюлозных волокон от полимерного покрытия происходило на ситах с различным диаметром отверстий.

На первом этапе отходы, прошедшие рубально-режущую лабораторную дробилку, фракционировались для определения размера образовавшихся частиц, при этом целлюлоза от полимерного покрытия не отделялась. Основное количество частиц обоев в



Фото 1. Частицы обоев с ПВХ-покрытием после первого измельчения в лабораторных (а) и промышленных условиях (б) на дробилках рубально-режущего типа

лабораторных условиях имели размер 5–15 см² (рис. 1а). Размеры частиц после первого этапа измельчения на промышленной дробилке рубально-дискового типа МРД-1000 больше, чем полученные в лабораторных условиях, и составляли от 20 до 100 см² и более (рис. 1б), что связано с разной конструкции и производительностью лабораторной и промышленной дробилок.

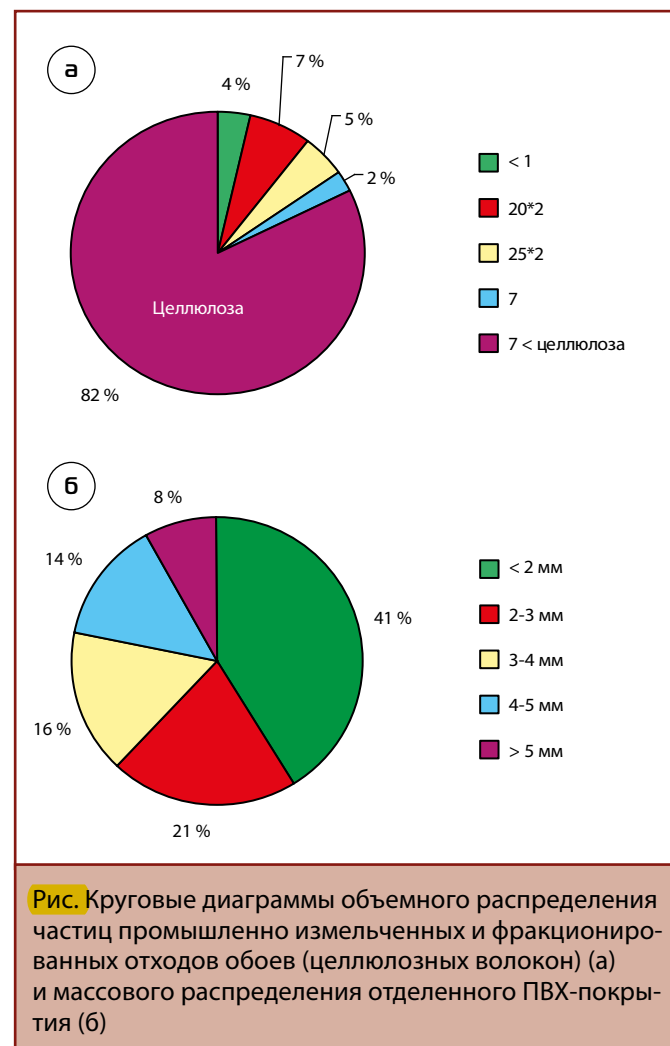
При использовании дробилок рубально-дискового типа образуется 71 % и более частиц больших размеров (2,5–9 см²). В то же время при использовании дробилок дисково-ножевого типа были получены до 60% частиц меньших размеров (0,1–1,5 см²). На этом этапе разделение частиц полимерного покрытия от волокон бумажной основы еще не проводилось.

Для определения лучших условий отделения целлюлозных волокон изучались такие параметры, как разная загрузка дробилки (полная и неполная загрузка рабочей камеры) и время измельчения [5]. Установлено, что лучшая эффективность работы дробилки наблюдается тогда, когда она загружена наполовину. Эффективность отделения целлюлозы в дисково-ножевой дробилке в значительной степени зависит от времени измельчения. В промышленных условиях на первом этапе измельчения (фото 1б) образуются частицы размером 2–100 см², что облегчает транспортирование и перенос таких отходов в дробилки второго этапа.

На втором этапе после измельчения на дробилках дисково-ножевого и рубально-барабанного типа измельченные частицы обоев фракционировались с помощью четырех сит с диаметрами отверстий 1 < 20×2, 25×2 и > 7 мм. Таким образом, получали пять фракций, где фракция с наибольшим размером частиц больше 7 мм состояла из отделенных волокон целлюлозы, а фракция меньше 1 мм – из кусочков полимерного покрытия. Три промежуточные фракции содержали смесь неотделенных кусочков покрытия разного размера и целлюлозные волокна (фото 2).

При измельчении на промышленных дробилках количество отделенной целлюлозы увеличивается до 60–75 % по сравнению с лабораторными испытаниями. В то же время частицы удаленного полимерного покрытия, полученные в условиях промышленного измельчения, имеют большие размеры, что облегчает их отделение (см. рис.).

Промышленное измельчение показало эффективность двустадийного измельчения с фракционированием и улавливанием отдельно волокон целлюлозы и частиц полимерного покрытия при измельчении рулонов обоев в специально сконструированном циклоне и матерчатом фильтре. Объемное содержание фракции волокон отделенной целлюлозы при этом увеличивалось от 50 % (для лабораторного оборудования) до 75 % (для промышленного оборудования), а размер частиц ПВХ-покрытия колебался в пределах от 1 до 5 мм (рис. а, б). Сте-



пень разделения этих двух фракций (бумажной основы – волокон целлюлозы и частиц полимерного покрытия) друг от друга составляла 90–95 % по чистоте.

Волокна целлюлозы, отделенные от полимерного покрытия, могут



Фото 2. Неразделенные измельченные целлюлозные волокна (в) отделенного полимерного покрытия (а) и отделенные целлюлозные волокна (б), полученные при переработке отходов рулонов обоев путем сухого измельчения с фракционированием и разделением бумажной основы и полимерного покрытия на промышленных установках

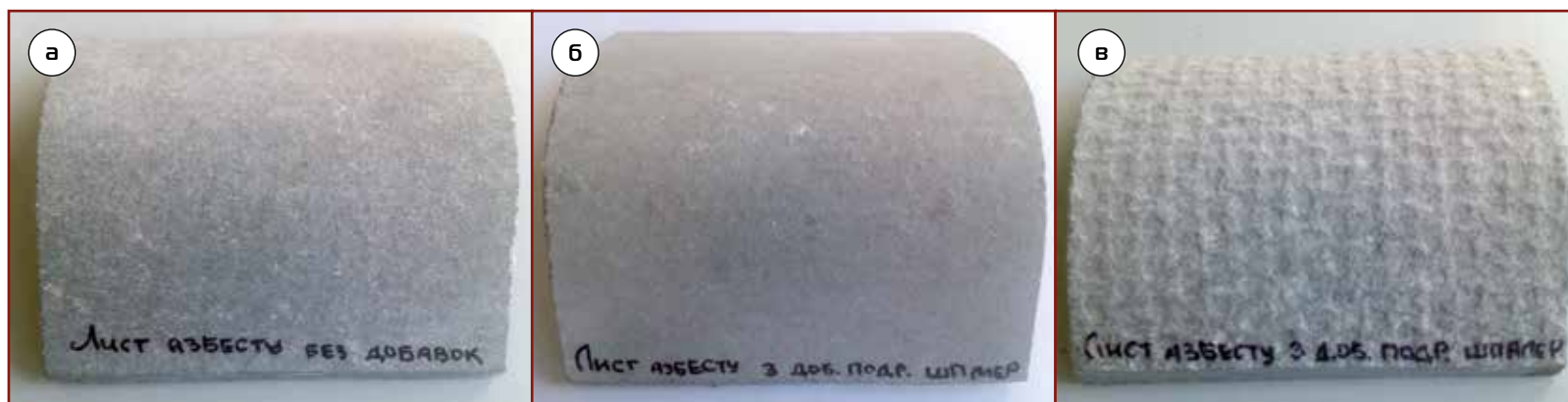


Фото 3. Поверхность образцов асбестоцементного шифера без использования (а) и с использованием (в составе) до 5 % распушенной целлюлозы из измельченных и не отделенных от ПВХ-покрытия бумажных обоев (б, в)

быть в дальнейшем использованы. На ОАО «Ивано-Франковскцемент» были проведены испытания таких волокон в качестве армирующего наполнителя в составе композиции для асбестоцементного шифера (вместо целлюлозных или ПВА-волокон), а также в целях сокращения количества асбеста в шифере.

Во время формирования листов асбеста с добавлением распушенной целлюлозы, полученной из отходов рулонов обоев (вместо природной целлюлозы) все параметры соответствовали технологическим нормам. Проведенные испытания показали, что даже не фракционированные измельченные отходы, образующиеся при производстве обоев с ПВХ-покрытием, могут быть использованы в составе асбестоцементного шифера в количестве до 5–10% от массы шифера. При этом физико-механические и

технологические свойства асбестоцементного шифера не ухудшаются, а содержание других добавок в шифере, в том числе асбеста, уменьшается. За счет значительного снижения цены (при использовании отходов, образующихся при измельчении обоев) по сравнению с ценой (при использовании добавок из первичного сырья и даже асбеста) можно получить значительный экономический эффект и уменьшить токсичность асбестоцементного шифера для окружающей среды.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Распушенная целлюлоза, полученная из отходов измельченных рулонов обоев ООО «Синтра» г. Калуш, была испытана на промышленной установке для получения листов асбестоцементного шифера. На поверхности асбестоцементного шифера включе-

ния частиц полимерного покрытия почти незаметны, а после окрашивания поверхности шифера краской темных тонов, эти включения ПВХ-частиц становятся абсолютно незаметными (фото 3).

Результаты физико-механических испытаний листов асбестоцементного шифера, полученных из распушенной целлюлозы из измельченных отходов рулонов обоев, приведены в табл. (образцы 1, 2, 3 изготовлены с добавлением целлюлозы, полученной из отходов обоев, образцы 4, 5 получены по технологии производства с использованием обычных волокон природной целлюлозы). Из табл. видно, что полученные таким образом листы хотя и уступают по физико-механическим параметрам листам, изготовленным из стандартных материалов, однако соответствуют параметрам технических условий и ГОСТ для листов ас-



Фото 4. Микрофотографии волокон целлюлозы, полученных при измельчении отходов обоев (а), природных волокон (б) и ПВА-волокон (в), которые используются на ОАО «Ивано-Франковскцемент» для получения асбестоцементного шифера. Размер волокон целлюлозы $L = 0,1\text{--}10$ см, $D = 0,01\text{--}0,1$ мм. Фотографии сделаны с помощью микроскопа РО-3320 (с масштабом 1:100)

**Физико-механические характеристики листов асбестоцементного шифера,
полученного с использованием целлюлозных волокон из отходов обоев**

Показатель	Норма	Образец				
		1	2	3	4	5
		Образцы получены с добавлением волокон из отходов обоев			Контрольные образцы с добавлением натуральных целлюлозных волокон	
Плановая нагрузка, Н/м						
7 дней	не менее	3826	3753	4082	4262	4584
14 дней	2 500	3309	3565	3104	4262	4584
28 дней		3558	3474	3487	4262	4584
Предел прочности при изгибе, МПа						
7 дней	не менее	206,9	211,3	231,1	175,5	218,6
14 дней	160	169,7	157,4	175,6	175,5	218,6
28 дней		166,4	161,4	146,9	175,5	218,6
Момент изгиба, Н/м						
7 дней	не менее	79,3	83,0	85,5	76,2	90,0
14 дней	40	68,7	67,2	62,1	76,2	90,0
28 дней		63,3	70,6	63,3	76,2	90,0
Объемный вес, г/см ³						
14 дней	не менее	1,64	1,64	1,648	1,669	1,765
28 дней	1,6	1,67	1,689	1,681	1,669	1,765
Ударная вязкость, кДж/м ²						
7 дней	не менее	1,9	1,8	1,87	2,19	2,22
28 дней	1,4	1,88	1,82	1,87	2,19	2,22

боцементного шифера и поэтому могут использоваться в строительной промышленности.

Частичное снижение физико-механических параметров асбестоцемент-

ного шифера (см. табл.), изготовленного на основе целлюлозных волокон из отходов измельченных обоев, по сравнению с цементным шифером на основе природной целлюлозы,

по нашему мнению, связано с частичным сокращением длины волокон целлюлозы в процессе механической обработки отходов обоев на бумажной основе, а также с неурегулиро-

**Профессор GEO рекомендует
Системы рекультивации
полигонов от НАУЭ**

Bentofix® Carbofol®
Secugrid® Secudrain®

Prof. GEO

Надёжная охрана окружающей среды
Геотехника с геосинтетическими материалами

- ✓ Эффективность дренажа
- ✓ Устойчивость откосов
- ✓ Надёжность гидроизоляции
- ✓ Долговечность систем



NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbstraße 2
32339 Espelkamp-Fiestel Germany
Телефон +7 (495) 925 00 27 (Москва)
Факс +49 5743 41-553 (Германия)
E-mail russia@naue.com
Интернет www.naue.com

ванным размещением самих волокон и их остатками (до 5–10 % ПВХ-частиц) в составе асбестоцементного шифера, а также неправильной формой волокон по сравнению с ПВА-волокнами (фото 4).

В то же время для ПВХ-покрытия, отделенного от бумажной поверхности измельченных обоев на промышленных дробилках, наблюдается большая чистота (90–95 %) отделения ПВХ от бумаги (фото 5 а), чем на лабораторных дробилках (фото 5 б), где видно, что в составе ПВХ-покрытия остается до 20 % остаточных волокон целлюлозной основы измельченных обоев.

Предложенный способ измельчения отходов обоев с полимерным покрытием дает высокую степень разделения измельченных отходов на две основные фракции, состоящие из полимерного покрытия и бумажной основы в виде разрыхленных целлюлозных волокон, и позволяет повторно использовать их в различных областях экономики.

При переработке и утилизации отходов предложенным способом отсутствуют вредные газо-пылевые выбросы в атмосферу и сбросы сточных вод в водоемы. Данный способ является универсальным для переработки отходов целлюлозно-бумажного производства, макулатуры и особенно рулонов обоев с полимерным покрытием, что обеспечивает их комплексную утилизацию в рамках одного современного промышленного комплекса с одновременным обеспечением экологиче-



ской безопасности производства в целом.

С учетом проведенных опытно-промышленных испытаний можно рекомендовать разрыхленную целлюлозу, полученную из отходов (рулонов обоев) для частичной (5–10 %) замены природной целлюлозы и асбеста при получении листов асбестоцементного шифера в промышленности, так как при этом физико-механические характеристики его почти не ухудшаются и соответствуют нормам ГОСТ. ♻️

ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев А. М., Шпаков Ф. В., Глазунов А. И. Способ переработки бумажных отходов: пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/00, D21B1/02. – № 2019607, заявлено 04.06.1992, опубликовано 15.09.1994.

2. Способ переработки целлюлозо-содержащих отходов / Ефимов С. Б. [и др.]. – Пат. Рос. Фед. МКИ D21B1/32/№ 2177060, заявлено 29.03.2001, опубликовано 20.12.2001.

3. Ванчаков М. В. Выделение макулатуры из бытовых отходов и ламинированных бумаг: материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии и системы подготовки бумажной массы». – С. 55–58.

4. Спосіб утилізації та переробки целюлозовмісних, паперових відходів з лакофарбовим покриттям / Курта С. А. [и др.]. – МКИ D21B1/32; D21B1/00; D21B1/02; D21C5/02; B07B1/28, УДК 676.157 676.038.22 патентна корисна модель, заявлено 07.2011 року, заявн. Прикарпатський нац. У-тет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна.

5. Воронич О. А., Курта С. А., Струмінська О. О. Переробка та утилізація відходів рулонів шпалер з полімерним покриттям / Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. – Серія Хімія. – Івано-Франківськ, 2011. – Випуск XIII.

6. Курта С. А., Воронич О. А., Курта М. С. Переробка та утилізація паперових відходів з рециклінгом целюлози та лако-фарбних покриттів: матеріали Міжнародної виставки і конференції «Сотрудничество для решения проблемы отходов», 28–30 марта 2012. – Харьков, Украина, WasteECo–2012.

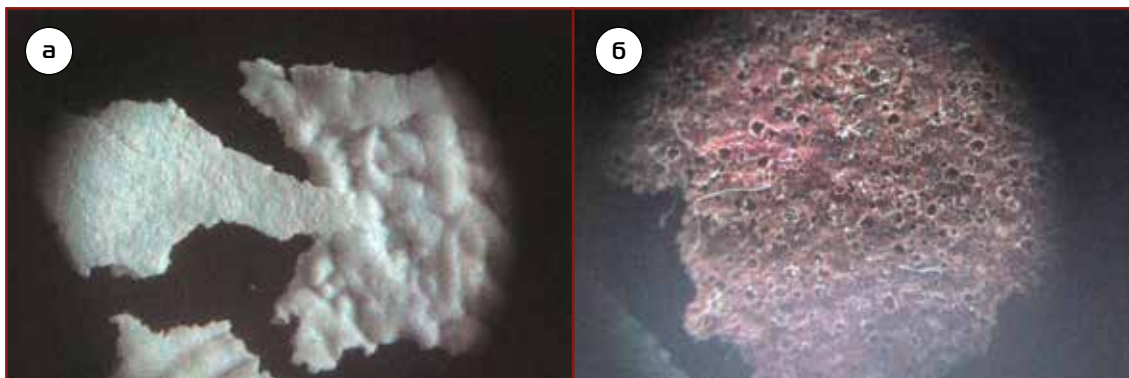


Фото 5. Частицы полимерного покрытия, отделенного от поверхности бумажных обоев в процессе переработки отходов (рулонов обоев) путем сухого измельчения с фракционированием и разделением бумажной основы и полимерного покрытия в промышленных (а) и лабораторных (б) условиях [6].

НОВОСТИ



Торгово-производственная компания

Правильное оборудование для Эко-бизнеса!

8-800 333-04-46, 8-499 308-44-66



105568, Москва, Магнитогорская ул., д.27, стр.1А

www.svproject.ru

info@svproject.ru

Перерабатываем и реализуем

Вторичные полимеры

Производительность: 150 тонн в месяц

На данный момент осуществляется монтаж линии переработки ПЭТ бутылки, производственной мощностью 250 тонн в месяц

Приглашаем к сотрудничеству!



Прозрачные
гранулы PE

Хлопья PET

Реализуем оборудование

Переработка полимерных отходов

- Дробилки;
- Шредеры;
- Агломераторы;
- Комплексы дробления, мойки и сушки;
- Грануляторы;



Производство изделий из первичных и вторичных полимеров

- Экструдеры пленочные,
- Трубные линии,
- Линии для производства деревопласта,
- Термопластавтоматы



www.svproject.ru