

УДК 66.092.9

Инновационные разработки в области вторичных полимерных материалов

**Антонова Е.Л., магистр
товароведения,
исследователь в области
технических наук,
Сыцко В.Е., д.т.н., проф.**

Белорусский торгово-
экономический университет
потребительской кооперации
г. Гомель,
Республика Беларусь

Реферат. Статья посвящена анализу инновационных технологий переработки вторичных композиционных материалов и их применения в различных отраслях промышленности. Рассмотрены проблемы загрязнения экологической среды. Большой экологической проблемой нашей планеты является образование отходов, наносящих вред здоровью населения. Утилизация отходов загрязняет окружающую среду. Загрязнение проникает в реки, озера, почву, отравляя их токсичными выбросами, что способствует гибели живых существ на планете. Основным источником загрязнения – пластик, который не разлагается.

Ключевые слова: качество, конкурентоспособность, импортозамещение.

Модификация вторичных полимеров способна обеспечивать повышение уровня их свойств, однако на практике реализация процессов получения и использования модифицированных термопластов затруднена из-за недостаточной изученности явлений, возникающих при их переработке: недостаточно сведений об изменениях структуры, возникновении новых функциональных групп, об образовании новых типов связей, о формировании комплекса новых физико-механических свойств. Использование вторичных полимеров, в частности термопластов, является актуальной проблемой современности [1]. Следует отметить, что вторичные полимерные материалы, помимо структурных неоднородностей, всегда содержат микроколичества примесей – разного типа стабилизаторов (термо-, свето-), антиоксидантов и др.

Так, например, фенольные антиоксиданты реагируют с пероксидами и дают окрашенные продукты реакции. Продуктами реакции пространственно-затрудненных аминов являются соли, а также остатки катализаторов полимеризации. Некоторые из этих продуктов могут влиять на текучесть расплава полимера. Каталитические системы, нередко используемые при полимеризации, также влияют на кинетику деструкции пластика. Кроме того, антипирены, печатные краски, остатки красителей, поверхностно-активных веществ, адгезивов, контактирующих сред (жиров, масел) вследствие собственной термической нестабильности могут резко снизить уровень свойств вторичного материала. Существенную негативную роль также играет загрязнение одних полимеров другими полимерами, поскольку большинство смесей полимеров являются термодинамически

или технологически несовместимыми [2].

В таблице 1 показаны статистические данные отходов полимеров в Республике Беларусь за 2019–2023 гг.

Таблица 1 – Образование отходов

	Единица	2019	2020	2021	2022	2023
Образование отходов по источникам						
Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство	1000 т/год	727,4	997,1	702,4	702,8	681,2
Горнодобывающая промышленность	1000 т/год	1 248,8	455,9	1 670,8	1 675,6	630,3
Обрабатывающая промышленность	1000 т/год	50 887,6	50 016,6	50 506,8	27 890,6	40 046,2
Снабжение электричеством, газом, паром и кондиционированным воздухом	1000 т/год	661,4	499,3	511,3	561,0	618,8
Строительство	1000 т/год	1 976,6	1 857,0	1 756,9	1 713,2	2 088,9
Другие виды экономической деятельности	1000 т/год	5 335,1	7 357,7	7 101,8	6 617,3	6 338,6
Всего образовано отходов производства	1000 т/год	60 836,8	61 183,4	62 250,0	39 160,5	50 404,0
Образование твердых коммунальных отходов	1000 т/год	3 784,8	4 070,4	3 970,2	3 994,3	3 982,6
Население страны*	миллионов человек	9,4	9,4	9,3	9,2	9,2
Отходы производства на душу населения*	кг / чел	6 458,4	6 522,8	6 691,7	4 243,6	5 491,6
Твердые коммунальные отходы на душу населения*	кг / чел	401,8	433,9	426,8	432,8	433,9
ВВП в текущих ценах	миллиардов рублей	134,7	149,7	176,9	193,7	216,1
Отходы производства на единицу ВВП	кг / млн рублей **	0,45	0,41	0,35	0,20	0,23
Твердые коммунальные отходы на единицу ВВП	кг / млн рублей **	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
ВВП по ППС в сопоставимых ценах (2021) по данным Всемирного банка на 28.06.2024	миллиардов международных долларов	252,4	250,7	256,9	244,9	254,4
Отходы производства на единицу ВВП	кг / тыс. международных долл.	241,0	244,0	242,4	159,9	198,1
Твердые коммунальные отходы на единицу ВВП	кг / тыс. международных долл.	15,0	16,2	15,5	16,3	15,7

Исходя из анализа таблицы со статистическими данными за период с 2019 по 2023 год, установлено, что образование отходов производства в 2023 году снизилось, особенно в сравнении с 2020 годом. Отходов производства на душу населения в 2019 году было образовано 6 458,4 кг/чел, на конец 2023 года составило 5 491,6 кг/чел. Образование твердых коммунальных отходов на душу населения к концу 2023 года значительно увеличилось, в сравнении с 2019 годом, что в 2019 году составило 401,8 кг/чел, а на конец 2023 года составило 433,9 кг/чел.

В таблице 2 представлены статистические данные Республики Беларусь по отходам, исходя из класса опасности за 2019–2023 гг.

Таблица 2 – Образование отходов по классам опасности

		Единица	2019	2020	2021	2022	2023
Твердые коммунальные отходы (ТКО)							
1	Образование ТКО	1000 т/год	3 784,8	4 070,4	3 970,2	3 994,3	3 982,6
2	Использование ТКО	1000 т/год	850,9	1 018,7	1 233,0	1 354,1	1 414,3
3	Доля использованных ТКО в общей массе образовавшихся ТКО	%	22,5%	25,0%	31,1%	33,9%	35,5%
Отходы производства							
4	Образование отходов производства	1000 т/год	60 836,8	61 183,4	62 250,0	39 160,5	50 404,0
5	Использование отходов производства	1000 т/год	18 433,1	21 628,7	18 059,8	17 764,5	16 873,9
6	Доля использованных отходов производства в общей массе образовавшихся отходов производства	%	30,3%	35,4%	29,0%	45,4%	33,5%
<i>из которых:</i> 1 – 3 классы опасности							
7	Образование опасных отходов производства	1000 т/год	2 065,3	2 286,6	2 022,2	2 287,2	2 309,1
8	Использование опасных отходов производства	1000 т/год	1 505,2	1 759,6	1 484,5	1 753,8	1 715,3
9	Доля использованных отходов производства в массе образовавшихся отходов производства	%	72,9%	77,0%	73,4%	76,7%	74,3%
4 класса опасности (малоопасные)							
10	Образование опасных отходов производства	1000 т/год	48 167,0	49 617,5	50 895,6	28 013,4	38 763,5
11	Использование опасных отходов производства	1000 т/год	7 268,2	11 252,0	7 730,2	7 540,6	6 532,3
12	Доля использованных отходов производства в массе образовавшихся отходов производства	%	15,1%	22,7%	15,2%	26,9%	16,9%
неопасные							
13	Образование неопасных отходов производства	1000 т/год	10 604,5	9 279,4	9 332,1	8 859,8	9 331,4
14	Использование неопасных отходов производства	1000 т/год	9 659,7	8 617,2	8 845,2	8 470,2	8 626,2
15	Доля использованных отходов производства в массе образовавшихся отходов производства	%	91,1%	92,9%	94,8%	95,6%	92,4%

Исходя из анализа таблицы со статистическими данными за период с 2019 по 2023 год, установлено, что твердых коммунальных отходов в 2019 году образовано – 3 784,8 т/год, а к концу 2023 года составило – 3 982,6 т/год. Использовано твердых коммунальных отходов в 2019 году – 850,9 т/год, а в 2023 году – 1 414,3 т/год. Доля использованных ТКО в общей массе образовавшихся ТКО на конец 2023 года значительно выше в сравнении с 2019 годом и составляет 35,5%. Отходов производства в 2019 году образовано 2 065,3 т/год, а в 2023 году стало значительно ниже и составило 50 404,0 т/год. Отходов производства в 2019 году было использовано 18 433,1, а в 2023 году – 16 873,9 т/год. Доля использованных отходов производства в общей массе образовавшихся отходов производства выше и составляет 33,5% [3].

За рубежом большинство компаний имеют в своем распоряжении технологии и практический опыт применения вторичных композиционных материалов для изделий гражданских отраслей. Успехов в этой области достигли такие компании, как Hitachi Chemical (Япония), ELG Carbon Fibre, Sigmatech Ltd., Technical Fibre Products (Великобритания), Reprocover (Бельгия), Procotex (Франция), ReFiber ApS (Дания), CFK Valley Stade Recycling (Германия), Adherent Technologies (США) и другие. При этом продук-

ция из переработанных ПКМ охватывает целый спектр изделий – начиная от простых, и заканчивая изделиями, применяемыми в транспортном машиностроении, сельском хозяйстве и т. п.

Компания Reprocover производит изделия с использованием переработанных композиционных материалов, включая стеклопластики и отходы стекловолокна от компании 3B-fibreglass. Процесс получения вторичных изделий представляет собой измельчение и смешивание в различных пропорциях переработанных материалов. Результатом является твердый продукт, который устойчив к воздействию пламени, резким колебаниям температуры, ультрафиолетовому излучению и агрессивным химическим веществам, не подвержен коррозии, имеет хорошее сопротивление скольжению и малую массу [4]. Перспективность применения вторично переработанных полимерных композиционных материалов (ПКМО) показывают ранее разработанные железнодорожные шпалы с отличным звукопоглощением, которые в настоящее время проходят комплексные испытания. В ближайшее время в Европе на эти шпалы могут заменить деревянные из-за запрещения на законодательном уровне использования креозота для обслуживания деревянных шпал. Аналогичные испытания и исследования проводит фирма ECO-WOLF совместно с компанией Global Fiberglass Solutions, которая стремится управлять объектами сбора и переработки стеклопластиков по всей территории США.

Преимущества применения переработанных волокон в строительной индустрии были продемонстрированы компаниями Hambleside Danelaw и Mixt Composites Recyclables в рамках проекта BeAware и исследований по CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton). В России, несмотря на перспективы и предполагаемую экономическую эффективность, о переработке и вторичном применении ПКМ известно мало и, к сожалению, в настоящее время эти методы широкого развития не получили. Сложность технологий и необходимость проведения полномасштабных исследований не позволяют в настоящий момент изготавливать и применять изделия из вторично переработанных ПКМ. Попытки освоения технологий переработки и вторичного применения композиционных материалов ранее проводились, однако в связи с низким объемом производства ПКМ в гражданских отраслях результаты работы дальнейшего развития не получили [5].

Таким образом, в настоящее время в мире наблюдается устойчивая тенденция к увеличению исследований использования вторичных полимерных материалов в различных отраслях промышленности. Ведущие позиции в проведении данных исследований прочно удерживают зарубежные фирмы Японии, Дании, Бельгии, Германии и США. В России интерес к технологиям утилизации и использования продуктов вторичной переработки ПКМ также возрастает. Развитие технологий переработки ПКМ и их вторичного использования позволит реализовать ряд преимуществ, среди которых снижение потребности промышленности в первичных ресурсах, экономическая эффективность производства, снижение объемов выбросов и отходов производства.

Список использованных источников

1. Модифицирование вторичных полимеров для изделий технического назначения: Потреб. кооп. стран постсов. простр.: сост., проблемы, перспективы развития [электр. ресурс]: сборник научных статей IX междунар. форума молодых ученых «Молодежь в науке и предпринимательстве» 13–15 мая 2020 года: В. Е. Сыцко, Е. Л. Антонова, В. М. Шаповалов, Н.В. Кузьменкова / Гомель: УО БТЭУ ПК, 2020 – с. 266–268.
2. Заикова, Г. Е. Вторичная переработка пластмасс [Recycling of plastics] / ред. Ф. Ла Мантия; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2006 – 400 с.
3. Охоты полимеров в Республике Беларусь/ Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 29.08.2024.
4. Джоб, С. Промышленная переработка композитов (часть 2) // Армированные пластики. 2014. – Т. 58. – № 5. – С. 36–38.
5. Установка для пиролиза отходов композиционных материалов: пат. RU 2208203 С2 / М. И. Соколовский, В. З. Каримов, Ю. Н. Щербаков, Ю. Л. Саков, Я. И. Вайсман. – Опубл. 10.07.2003.

УДК: 677.1

Влияние термообработки в водной среде на свойства конопляных волокон

**Захарова А.Н., магистр,
Лутова Д.А., магистр,
Лисаневич М.С., доц.**

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет,
г. Казань,
Российская Федерация

Реферат. В данной работе рассматривалась термическая обработка волокон в воде при высокой температуре. В результате вываривания пектина и лигнина, а также удаления излишек грязи и разделения волокон в результате вычесывания, время смачивания значительно улучшилось. Образец № 12 показал наилучший результат – 0,92 с, что в 20 раз лучше контрольного (не подвергающегося кипячению). Необходимо обратить внимание на то, что показатели после термической обработки в воде соответствуют требованиям ГОСТ Р 53498-2019. Изделия медицинские пластырного типа. Общие технические требования (не менее 0,05 см³/см² и не более 10 с). Термическая обработка волокон конопли в воде при 120 °С является оптимальным методом предварительной обработки.