

сертифицированного стимулятора роста растений. В водном растворе наблюдается токсичность катионных ПДАДМАХ и ИПЭК по отношению к бактериям и простейшим. Однако, в почвенной среде катионные полимеры, связываются с органическими и минеральными компонентами почвы, что снижает токсичность поликатиона. Результаты работы могут быть использованы для создания стабильных и продуктивных искусственных грунтов.

*Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова "Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды"*

### **Список использованных источников**

1. Кульман А. Искусственные структурообразователи почвы. М.: Колос, 1982.
2. Панова И.Г., Ильясов Л.О., Ярославов А.А. Поликомплексные рецептуры для защиты почв от деградации // Высокомолекулярные соединения. Серия С. 2021. Т. 63. № 2. С. 232-244.
3. Панова И.Г., и др., 2019. Полиэлектролитные комплексы гуматов калия и поли (диаллилдиметиламмоний хлорида) для закрепления песчаного грунта // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. Т. 61. №6. С. 1-6.
4. Panova I., et al., 2018. Humics-based interpolyelectrolyte complexes for antierosion protection of soil: Model investigation // Land Degrad Dev.30. P. 337–347

УДК 502.5

**М.Н. Буель, А.В. Яцкевич**

Филиал БГТУ «Белорусский государственный колледж промышленности строительных материалов»  
Минск, Беларусь

### **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Аннотация. Битумосодержащий кровельный мусор засоряет нашу землю, лесные массивы, водоемы. При повторном использовании*

*битумосодержащих материалов мы можем снизить вред и загрязнения окружающей среды.*

**M.H. Buel, H.V. Yatskevich**

BSTU branch “Belarus State College of Building Materials Industry”  
Minsk, Belarus

## **RECYCLING OF ROOFING MATERIALS**

***Abstract.** Bituminous roofing waste pollutes our land, forests and water reservoirs. We can reduce the damage and the pollution of our environment by recycling bitumen-containing materials.*

Утилизация и переработка отходов производства в наше время становится все более актуальной и изучаемой темой, т.к. позволяет значительно сократить расходы основных материалов и снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Экологический мониторинг последних лет показывает, что уровень загрязнённости наших городов резко увеличивается. Переработка отходов – одна из самых острых и больших тем экологии.

Большинство зданий и сооружений в белорусских городах в последние 50 лет возводилось с плоскими кровлями. О том, что очень многие плоские кровли нуждаются в ремонте, знают и работники ЖЭСов, и специалисты из ремонтно-строительных организаций, и жильцы домов с протекающими крышами. В Белоруссии ежегодно подвергаются ремонту или замене порядком полутора миллионов квадратных метров битумной кровли, в каждом населенном пункте производится ремонт до 10 % кровель, в том числе до 4% с полным удалением кровельного ковра. В процессе ремонта накапливается около 80 тыс. тонн в год битумных отходов. Если эти отходы просто уничтожать, то получается, что мы теряем до 70 миллионов долларов в год.

Битумосодержащий кровельный мусор засоряет нашу землю, лесные массивы, водоемы. Битумные отходы не разлагаются сотни лет, являются источником пожароопасности и общего засорения экологии нашей страны.

Таким образом, тема «Вторичное использование кровельных материалов» является актуальной.

Объект: г. Столин, улица Чкалова

Предмет: утилизация отходов

Цель: изучить возможность использования отходов кровельных материалов в городе Столине.

Гипотеза: Отходы кровельных материалов можно использовать для производства строительных материалов.

Для определения возможностей утилизации отходов и производства дешёвых строительных материалов мы использовали в литературе основные характеристики кровельных материалов [2-7], определили состав кровельных отходов, проанализировали технологии переработки отходов.

Традиционным для Беларуси материалом, используемым для устройства мягкой кровли, является рубероид. Самый главный его недостаток – недолговечность кровельного покрытия. Каждый год выделяются огромные средства на латание дыр. Но при традиционных способах ремонта, когда на старый дефектный ковер накладывается новый слой рулонного покрытия, уже через год появляются новые протечки, так как при увеличении толщины ковра до десятков слоев рубероида увеличивается и аккумулируемый им объем воды. Зимой вся эта накопленная годами влага замерзает и разрывает отремонтированное покрытие. В настоящее время такие крыши представляют собой своеобразные кладовые с большим содержанием дефицитного битума: в одном кубометре кровли содержится 20-70 килограммов этого материала и более. Такие кровли, как правило, разбирают вручную, а образующиеся битумные отходы вывозят на полигоны или несанкционированные свалки.

Приклеивающие битумные мастики и битумы, находясь в межслойных промежутках рулонных кровельных материалов, не испытывают прямых разрушительных воздействий солнечной радиации, а также не подвергаются химическим изменениям. Поэтому битумы в кровельных отходах пригодны для вторичного использования.

Состав кровельных отходов: битум – 57,41%, картонная основа – 12,96%, посыпка – 29,63%.

Мы рассмотрели два способа переработки кровельных отходов: метод термической выплавки битума и механическое измельчение битумных отходов в порошок.

Для проведения эксперимента было отобрано бкг отходов рубероида.

Эксперимент №1: навески рубероида массой 1кг нагревали до температуры плавления битума и отделяли от картонного основания. (таблица 1)

**Таблица 1 – Результаты эксперимента №1**

№ опыта	Масса рубероида, кг	Масса выплавленного битума, г	Масса выплавленного битума, %
1	1	275	27,5
2	1	315	31,5
3	1	290	29,0
Среднее значение		29,3	

Метод термической выплавки битума из рулонных кровельных отходов - энергозатратный, трудоемкий и требует изготовления громоздкого, металлоемкого и сложного технологического оборудования. При использовании этого метода не решается вопрос переработки и вторичного применения основы рубероида: картона, стеклохолста. При многократном термическом воздействии на битумы происходит их химическое изменение с ухудшением физико-механических свойств заново получаемых битумных сплавов.

Наиболее экономичным способом переработки битумных отходов служит их механическое измельчение в порошок. Вязкие отходы трудно поддаются мельничному дроблению, поэтому необходимо использовать высокоскоростной мельничный агрегат с постоянно изменяющимся внутренним рециклом в размольной емкости. Для получения битумного порошка нужной фракции его просеивают через систему сит на виброгрохоте. Старые слои рубероидной кровли разбирают с помощью специальных машин.

Эксперимент №2: навески рубероида массой 1кг каждая, вручную очищали и измельчали вместе с картонным основанием. Результаты эксперимента показаны в таблице 2.

**Таблица 2 – Результаты эксперимента №2**

№ опыта	Масса рубероида, кг	Масса битумной крошки, г	Масса битумной крошки, %
1	1	870	87
2	1	910	91
3	1	820	82
Среднее значение		86,7	

Для определения состояния кровельных покрытий улицы Чкалова в городе Столин провели опрос жителей.

В результате опроса жителей выяснилось, что из 17 домов, имеющих плоские кровли, в 5 домах (дома пятиэтажные, четыре из них с тремя подъездами и один дом - с пятью подъездами) требуется ремонт кровельного покрытия.

При среднем весе  $1\text{ м}^2$  кровли  $7,5$  кг состав отходов можно рассчитать, зная их процентное содержание:

- Битум (57,41%) -  $4,3$  кг в  $1\text{ м}^2$  кровли;
- Картонная основа (12,96%) –  $0,97$ кг в  $1\text{ м}^2$  кровли;
- Посыпка (29,63%) –  $2,2$ кг в  $1\text{ м}^2$  кровли.

- Площадь кровли пятиэтажного дома с пятью подъездами составляет примерно  $1500\text{ м}^2$ , а это значит, что при полном удалении кровельного ковра можно получить  $6450$  кг битума,  $1455$  кг картонной основы и  $3300$  кг посыпки. Площадь кровли пятиэтажного дома с тремя подъездами составляет примерно  $900\text{ м}^2$ , значит, при снятии кровельного ковра с четырех домов можно получить  $15480$  кг битума,  $3492$  кг картонной основы и  $7920$  кг посыпки. На основе расчетов было установлено, что из отходов кровли можно получить  $21930$ кг битума,  $4947$ кг картонной основы и  $11220$ кг посыпки.

При переработке отходов кровельных материалов в порошок, можно получить  $(1500\text{ м}^2 + 4 \times 900\text{ м}^2) \times 7,5\text{ кг} = 38250$ кг битумно-рубериоидного мусора. Учитывая, что выход битумного порошка составляет примерно  $80\%$ , получим примерно  $30,6$  тонн битумного порошка.

С помощью сухих сыпучих смесей на основе вяжущего порошка из кровельных битумных отходов быстро формируются тепло- и гидроизоляционные слои, а также асфальтовые покрытия с рентабельностью до  $50$  процентов. Такие смеси можно успешно применять и зимой на сухих поверхностях без снега и наледи. Так как при восстановлении плоских крыш снова применяют рулонные кровельные материалы с кровельным слоем из битума, то предлагаемые технологии рассчитаны и на перспективу. Из битума производят мягкие кровельные материалы: рулонные, в виде черепицы, например рубемаст, гидростеклоизол, рубероид и мастика. При использовании в строительстве битум проявляет несколько недостатков: низкую упругость, склонность к высыханию и высокую термочувствительность. При этом обеспечиваются ресурсосбережение и охрана окружающей среды.

После проведенного исследования мы пришли к выводу, что использование отходов не только помогает в решении экологических проблем, но и приносит значительную экономическую выгоду. Из отходов можно изготавливать качественные строительные материалы. Результаты исследования подтвердили выдвинутую гипотезу.

## Список использованных источников

1. Материаловедение в строительномонтажных работах: учеб.-метод. пособие/ Г.Т.Широкий (и др.). – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011
2. Гришук Т В – Строительные материалы и изделия. Минск «Дизайн ПРО 2004»
3. Попов Т. В., Каддо М. Б.– «Строительные материалы и изделия» М.: Высшая школа, 2005
4. Широкий Г. Т. – Архитектурное материаловедение / Г. Т. Широкий, П. И. Юхневский, М. Г. Бортницкая. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008
5. Устинов, Б. С. Машины для реконструкции рулонных кровель / Б. С. Устинов // Механизация строительства. – 1999.

УДК 543

**О.В. Белайчук, Ю.Д. Аринич, В.К. Кошкин**

Филиал БГТУ «Белорусский государственный колледж промышленности строительных материалов»  
Минск, Беларусь

### **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПРИМЕНЕНИЕМ УГОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА**

*Аннотация.* В данной работе разработан проект очистки атмосферного воздуха при производстве пенополистирольных плит, согласно акту инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Филиал №3 «Минский комбинат силикатных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод».

**U.D. Arinich, V.K. Koshkin, O.V. Belaychuk**

BSTU branch “Belarus State College of Building Materials Industry”  
Minsk, Belarus

### **DEVELOPMENT OF DESIGN SOLUTION FOR ATMOSPHERIC AIR PURIFICATION USING CARBON FILTERS IN THE PRODUCTION OF EXPANDED POLYSTYRENE**