

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

© *А.А. Горячева, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© *Р.А. Дяр'кин, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE RUBBERTECHNICAL WASTE**

© *A.A. Goryacheva, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *R.A. Dyar'kin, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена исследованиям негативного воздействия резинотехнических отходов на окружающую среду при сжигании и экспериментальным исследованиям покрытий на основе резиновой крошки из резинотехнических отходов на предмет оценки воздействия на почву и водные объекты.

**Ключевые слова:** резинотехнические отходы, анализ и оценка негативного воздействия, покрытия на основе резиновой крошки.

The article is devoted to research of the negative impact of rubber waste on the environment by burning and experimental research of coatings on the basis of crumb rubber from rubber waste to assess the impact on soil and water objects.

**Key words:** mechanical rubber waste, analysis and assessment of the negative impacts, the coverings of rubber crumb.

**E-mail:** goryacheva.pgta@mail.ru; penza-ruslan@mail.ru

Динамичное распространение во всём мире автомобильного транспорта влечёт за собой накопление значительных объёмов изношенных автомобильных шин. Постоянно увеличивающиеся объёмы резинотехнических отходов длительное время загрязняют окружающую среду вследствие высокой стойкости к внешним воздействиям. Из всех существующих способов утилизации данных отходов технологически простым является их сжигание [1, с. 11], но выбросы загрязняющих веществ в процессе горения оказывают негативное воздействие на экологические системы и организм человека, т.к. выделяющиеся токсические вещества (табл. 1) провоцируют развитие острых и хронических заболеваний.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании резинотехнических отходов.

Наименование загрязняющих веществ	Максимальный разовый выброс, г/с	Максимальная разовая предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>
Диванадий пентоксид (пыль)	0,083	-
Диоксид азота	8,25	0,2
Оксид азота (II)	1,34	0,4
Гидрохлорид	0,06	0,2
Диоксид серы	37,22	0,5

В настоящее время общеизвестным фактом является несанкционированное сжигание резинотехнических отходов. Продукты горения резинотехнических отходов содержат широкий спектр загрязняющих веществ, которые при взаимодействии с осадками и водной средой вымываются в почву и водные объекты [4, с. 201].

В связи с этим нами проведены физико-химические исследования воды, разбавленной продуктами горения резинотехнических отходов в количествах 300, 250 и 200 г/л. Экспериментальные исследования проводились периодически в лаборатории, имеющей действующие аттестат и область аккредитации. Перечень определяемых загрязняющих веществ в водных растворах установлен согласно методическим указаниям по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты.

Наиболее высокие показатели загрязняющих веществ установлены в водном растворе, содержащем продукты горения в количестве 300 г/л. Превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) компонентов по сравнению с гигиеническими нормативами составили по сухому остатку 1,6, нефтепродуктам – 52,0, кальцию – 13,7, меди – 13,1 ПДК. Предельно допустимые концентрации по взвешенным веществам и БПК<sub>5</sub> не нормируются (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические исследования водных растворов

Определяемые показатели	Результаты исследований водных растворов, содержащих продукты горения, г/л			Гигиенический норматив, мг/л
	300	250	200	
Водородный показатель (рН)	7,5	7,5	7,5	6-9 ед.
Ионы аммония	0,4	0,36	0,2	1,5
Нитрит-ионы	<0,02	<0,02	<0,02	3,3
Нитрат-ионы	0,8	0,8	0,8	45,0
Сухой остаток	<b>1600</b>	<b>1400</b>	<b>1300</b>	1000
Хлориды	28,0	26,8	24,5	350,0
Сульфаты	193,5	184,0	179,0	500,0
Железо	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	0,3
Взвешенные вещества	<b>216,0</b>	<b>195,0</b>	<b>187,0</b>	не нормируется
Нефтепродукты	<b>15,6</b>	<b>13,2</b>	<b>10,2</b>	0,3
БПК <sub>5</sub>	<b>76,0</b>	<b>67,0</b>	<b>44,3</b>	не нормируется
Кальций	<b>48,0</b>	<b>47,5</b>	<b>45,0</b>	3,5
Цинк	0,7	0,65	0,44	5,0
Медь	<b>13,1</b>	<b>12,8</b>	<b>11,6</b>	1,0

Для решения вопроса экологически безопасной утилизации резинотехнических отходов выполнен анализ методов переработки и утилизации, который показал, что наиболее простым и эффективным является механический способ, позволяющий сохранить все компоненты отходов в первоначальном химическом состоянии. Основным компонент, получающийся в результате измельчения, – резиновая крошка различных зафиксированных фракций.

В свою очередь, учитывая физико-химические свойства резиновой крошки как вторичного сырья, а также значительные объемы образования резинотехнических отходов, предложено комплексное использование резиновой крошки резинотехнических отходов в покрытиях на основе резиновой крошки с полиуретановым связующим [2, с. 70].

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ...

Для оценки экологической безопасности применения разработанного покрытия с использованием резиновой крошки выполнены экспериментальные физико-химические исследования покрытия, изготовленного на основе полиуретанового клея марки TOP-UR-E-PVC (образец № 1) и марки УР-600 (образец № 2) на соответствие гигиеническим нормативам. Количество покрытия в составе водного раствора принято 250 г/л. Период испытания: 1, 3, 7, 20, 30 суток. Концентрации загрязняющих веществ представлены на рисунке 1.

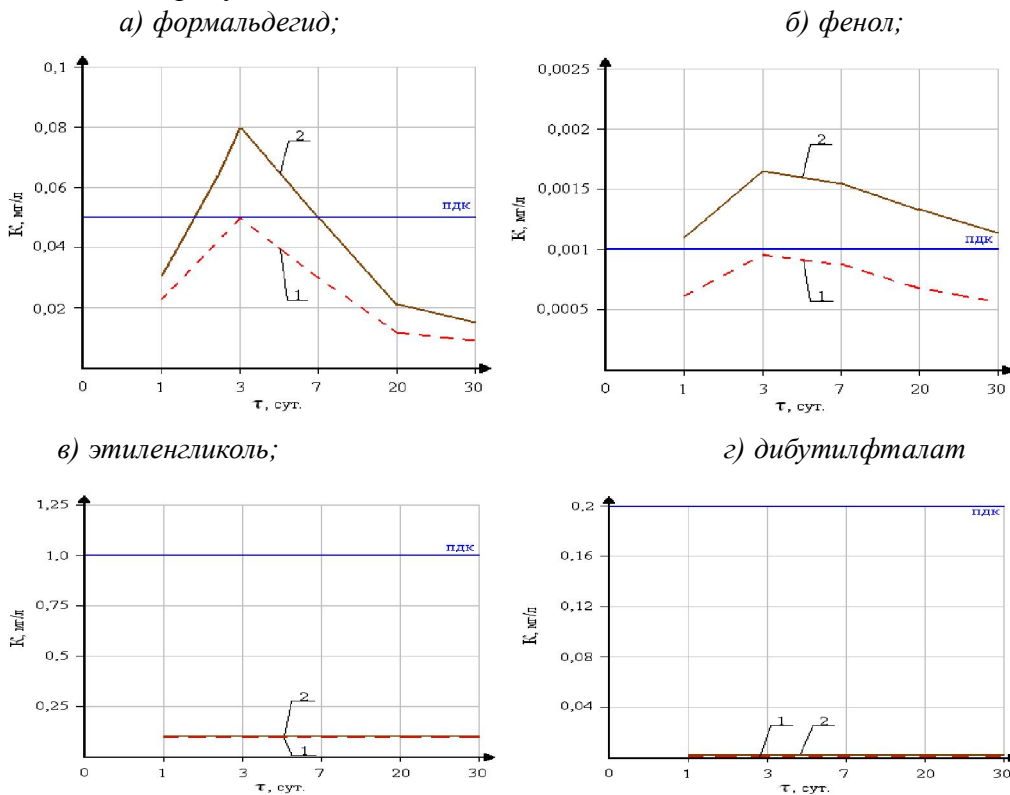


Рисунок 1 – Концентрации загрязняющих веществ: 1 – образец № 1; 2 – образец № 2

Оценка концентраций загрязняющих веществ в водных растворах от покрытий на основе резиновой крошки проводилась по перечню показателей, указанных в разделе 6 главы 2 “Требования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам и мебели” Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору). Вместе с тем, экспериментальные исследования выполнялись в соответствии с методиками определения массовых концентраций загрязняющих веществ в водных растворах.

Установлено превышение предельно-допустимой концентрации для образца № 2 по формальдегиду на третьи сутки и по фенолу на протяжении всего периода исследований. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ зафиксированы на третьи сутки, что обусловлено невысокой скоростью течения химических реакций.

Учитывая различные условия эксплуатации при взаимодействии покрытий с водной средой, физико-химические испытания проводились для различных климатических условий. Для создания неоднородных климатических условий осуществлялось охлаждение воды (температура в диапазонах 0...5 °С) и ее нагревание (температура в диапазонах 25...35 °С). Для сравнения исследовалась водопроводная вода (табл. 3) [3, с. 48].

Таблица 3 – Физико-химические исследования водных растворов

Определяемые показатели	Результаты исследований, мг/л			Гигиенический норматив, мг/л
	H <sub>2</sub> O	0... +5 °С	+25...+30 °С	
Водородный показатель (рН)	7,7	7,7	7,7	6-9 ед.
Ионы аммония	0,75	0,75	0,8	1,5
Нитрит-ионы	0,002	0,002	0,002	3,3
Нитрат-ионы	0,2	0,2	0,2	45,0
Сухой остаток	300	300	300	1000
Хлориды	25	25	25	350,0
Сульфаты	54,4	54,4	54,4	500,0
Железо	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,46</b>	0,3
Взвешенные вещества	<0,01	<0,01	<0,01	не нормируется
Нефтепродукты	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
БПК <sub>5</sub>	2,0	2,0	2,1	не нормируется
Кальций	3,3	3,3	3,3	3,5
Цинк	<0,0001	<0,0001	<0,0001	5,0
Медь	0,2	0,2	0,2	1,0

Как следует из таблицы 3, изменение температуры воды не оказывает заметного влияния на концентрацию загрязняющих веществ. Превышение предельно допустимой концентрации наблюдалось по железу (1,5 ПДК).

Проведенные исследования и полученные результаты направлены на снижение негативного воздействия на урбанизированные территории от захламления резиотехническими отходами и сжигания, что позволяет объективно оценить необходимость, возможность и целесообразность использования продуктов переработки резиотехнических отходов в покрытиях на основе резиновой крошки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурцева Н.Н. Экоиндустрия в сфере отходов: планирование на территориальном уровне // *Твердые бытовые отходы*. – 2011. – № 3. – С. 10–12.
2. Дярькин Р.А. Применение отходов автотранспортного комплекса в качестве вторичного сырья при производстве строительных материалов // *Теория и практика повышения эффективности строительных материалов : Сборник трудов Международной конференции*. – Пенза, 2011. – С. 70–72.
3. Овчаров В.И. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация : Научное издание / Овчаров В.И. [и др.]. – М. : САНТ-ТМ, 2001. – 400 с.
4. Чумаченко Н.Г. Критерии оценки промышленных отходов с целью использования их в стройиндустрии // *Экология и здоровье человека*. – Самара, 2001. – С. 201–203.