

**УДК 661.7 Исследование влияния микропримесей на качество углеродных материалов**

**Потапова Екатерина, Куртушин Никита., ученики 10 А класса, МАОУ Лицея №7**

**Научный руководитель: Грайворонский Илья Сергеевич аспирант, инженер БкХиТПЭиУМ ИНиГ СФУ**

**Руководитель: Агапченко Вера Александровна, МАОУ «Общеобразовательное учреждение лицей №7», учитель химии**

**Актуальность** Вторичная переработка битумосодержащих материалов для экологической безопасности.

**Цель работы** Оптимизация технологий, повышающих качество битума из побочных продуктов производства на основе уже существующего производства по переработке углеводородных продуктов.

**Задачи**

1. Изучить литературу по данному вопросу.
2. Приготовить материал для эксперимента.
3. Провести анализ полученных результатов с целью улучшения технологии получения продукции из нестабильного сырья.

**Основная часть**

Основным сырьем для получения битумно–полимерных материалов является отработавший битумный кровельный ковёр.

Одним из направлений такой деятельности является модификация битума различными полимерными добавками. Обычно в качестве модификаторов используется вторичное сырьё, как то резиновая крошка и отслужившие свой срок упаковочные и теплоизолирующие материалы из пенополистирола, полиэтилена, полипропилена.

Увеличение содержания полимеров в битуме с 2,5% до 4,0% приводит к повышению значений показателей вязкости, как кинематической – при 135°С, так и динамической – при 60°С, к снижению значений показателя «растяжимость при 25°С». В общем, содержание полимеров не должно превышать 12%, а варьируя количество полимера, можно получить полимерно–битумное вяжущее с требуемыми характеристиками, с улучшенными пластичными и низкотемпературными свойствами.

Как известно, при введении полимеров в битум без пластификаторов для получения битумно–полимерного вяжущего с оптимальными свойствами, требуется минимум 5 % полимера от массы. В качестве пластификатора используется вторичное сырьё в виде отработанных промышленных и моторных масел на органической основе, мазутные остатки.

Состав исследуемого битумного материала в процентном и массовом соотношении приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав исследуемого битумного материала.

Компоненты битумного материала	Содержание, % масс.	Содержание, г
Битумная крошка	78,61	196,51
Отходы полиэтиленовой пленки	1,39	3,48
Резиновая крошка	4,17	10,43

Отработанное масло	15,83	39,58
Битумный материал (ИТОГО)	100,00	250,00

### Экспериментальная часть

Образцы резиновой крошки подвергались действию углеводородов (УВ) в течение 1 часа, для определения величины их линейного расширения. Выбор углеводородов обусловлен доступностью сырья и возможностью его дальнейшего повторного использования. Результаты действия углеводородных растворителей на резиновую крошку представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Степень набухания образцов резиновой крошки в среде углеводородов

	Растворитель				
	Фракция от начала кипения до 85°C	Фракция 85-150 °С	Фракция 150-185 °С	92 й бензин	95 й бензин
1	2	3	4	5	6
Исходные данные					
Объем резины, мл	5	5	5	5	5
Объем резина+УВ, мл	10	10	10	10	10
Результаты испытаний					
Объем резины, мл	6,4	7,0	8,0	6,8	6,5
Увеличения объема резины, %	28	40	60	36	30
Объем резина+УВ, мл	9,4	9,4	9,8	9,5	9,6

Анализируя данные представленные табл. 2 возможно сделать вывод, что при повышении температуры кипения фракции, степень набухания резиновой крошки увеличивается.

### Набухание полиэтилена в углеводородах

Образцы полиэтилена (ПЭ) подвергались действию углеводородов в течение 1 часа, для определения величины их линейного расширения.

Таблица 3 – Степень набухания полиэтиленовой пленки в среде углеводородов.

	Растворитель				
	Фракция от начала кипения до 85°C	Фракция 85-150 °С	Фракция 150-185 °С	92 й бензин	95 й бензин
1	2	3	4	5	6
Исходные данные					
Объем ПЭ, мл	20	20	20	20	20
Объем ПЭ+УВ, мл	40	40	40	40	40
1	2	3	4	5	6
Результаты испытаний					

Объем ПЭ, мл	28	26	28	24	31
Увеличения объема ПЭ, %	40	30	40	20	55
Объем ПЭ+УВ, мл	39	39	38	38	39

Из полученных данных табл. 3 можно сделать вывод, что набухание полиэтилена происходит лучше в легких фракциях, либо в УВ содержащих большее количество легких фракций. Использование полиэтилена, предварительно обработанного в легких фракциях УВ, позволит сократить время процесса, а так же понизит минимальную температуру введения полимера в процессе приготовления кровельного материала.

#### **Извлечение битумной фракции из битумно-бумажной массы**

Извлечение битумной фракции из битумно-бумажной (ББ) массы производилось путем экстракции углеводородными растворителями.

Таблица 4 – Содержание битумной фракции в битумно-бумажной массе

	Образец			
	1	2	3	4
Исходные данные				
Масса ББ, г	10,00	10,00	30,00	10,00
Объем УВ, мл	100	100	100	100
Результаты испытаний				
Масса сухого остатка, г	2,56	2,20	8,45	3,00
Содержание битума в смеси, % масс	74,4	78	71,8	70

Анализируя данные представленные табл. 4 возможно сделать вывод, что в среднем содержание битума в битумно-бумажной смеси превышает 70% массовых, что позволяет использовать данную смесь как дополнительный источник отработанного битумного сырья.

#### **Определение содержания нерастворимого осадка в образцах битумной крошки**

Образец битумной крошки растворяли в углеводородном растворителе с последующим отделением не растворившейся части фильтрованием.

Таблица 5 – Содержание нерастворимой части в битумной крошке

	Образец		
	1	2	3
Масса битум. крошки, г	5,00	5,00	5,00
Объем УВ, мл	100	100	100
Масса не растворившегося остатка, г	0,99	1,20	1,01
Содержание не растворившегося остатка, % масс.	19,8	24,0	20,2

Как видно из данных представленных в табл. 5, содержание не растворившегося остатка в битумной крошке в среднем составляет 20% массовых, что накладывает определенные ограничения на данное сырье, как сырья производства дорожного битума высокого качества.

#### **Высокотемпературный крекинг битумно-бумажной смеси**

Битумно-бумажная смесь помещалась в реактор приложение А и подвергалась высокотемпературному (480 °С) крекингу в течение 5 часов.

Таблица 6 – Материальный баланс крекинга битумно-бумажной смеси

Битумно-бумажная смесь, % масс (ББ)	100,00
Выход жидких продуктов, % масс от ББ	65,53
Выход жидких продуктов, мл	69
Выход коксового пирога, % масс от ББ	33,95
Выход газа, % масс от ББ	0,52

После проведения высокотемпературного крекинга необходимо отметить следующее: а) во время нагрева до заданной температуры происходило выделение воды в количестве 3–5 мл (с 25 по 35 минуту процесса).

б) полученный твердый остаток (коксовой структуры) содержит в себе значительное количество посторонних примесей (преимущественно песочно-волоконистые включения) из-за чего возможность его использование ограничивается только как топливо.

### **Изготовление экспериментальных образцов битумной смеси**

В лабораторных условиях было получено 5 образцов, отличающихся предварительной подготовкой продуктов, температурой и временем варки. Температура разложения большинства используемых для модификации битумов полимеров значительно превышает температуру совмещения их с битумом. Битумы при нагревании размягчаются, а термопластичные полимеры, независимо от того, были они кристаллическими или аморфными, переходят в вязко–текучее состояние. Таким образом, процесс смешения при высокой температуре битума с полимерами любой химической природы протекает в две стадии: эмульгирование размягченного полимера в жидком битуме и последующее частичное (набухание) или полное растворение. Глубина процесса диспергирования полимера в битуме при прочих равных условиях определяется химической природой и молекулярной массой полимера, химическим составом битума, а также соотношением компонентов в смеси. Резиновая крошка использовалась размерами частиц 1–3 мм, так как мелкодисперсная сажа из резины, попадая в битум, может стать дополнительным источником центров кристаллизации, резко понижая стабильность, устойчивость к старению под действием факторов окружающей среды, а также сократить срок хранения. Кроме этого, важной особенностью резиновой крошки, особенно шинной, является присутствие в ее составе специальных химических веществ – антиоксидантов и антистарителей, что может обеспечить повышение устойчивости вяжущего материала к окислительной деградации в условиях эксплуатации. Наличие крошки обеспечивает эластичность и одновременно высокую температуру размягчения модификатора и битумно–полимерного вяжущего.

После приготовления полученная масса заливалась в виде пластин толщиной 8–10 мм для затвердевания и дальнейших исследований.

При производстве образцов отмечены следующие общие характеристики системы:

- температура плавления – 60°C;
- температура кипения – 130÷134 °C.

Образец №1 изготавливался по рецептуре, приведенной в таб. 1. Термическая обработка проводилась в течение 2,5 часов (по 30 мин при температуре 100°C, 150°C, 200°C, 250°C). Максимальная температура достигала 270°C.

Для образцов №2 и №3 расчетное количество (согласно табл. 1) резиновой крошки и полиэтиленовой пленки соответственно заливалось расчетным количеством отработанного масла для набухания на 4 часа. Максимальная температура нагревания для образцов №2 и №3 равна 200°C.

В образцах №4 и №5 расчетное количество (согласно табл. 1) резины и полиэтиленовой пленки предварительно в течение 24 часов набухало в углеводородном растворителе. Затем смесь варилась в течение 2 часов. Температура не превышала 250 °С.

### **Заключение**

В ходе проведенных исследований была изучена модифицирующая роль сырья на получение продукции стабильного качества, показано влияние различных добавок на эксплуатационные и физико–химические свойства продукции.

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1) Для получения модифицированных битумов с заданным комплексом свойств в каждом конкретном случае необходимо осуществлять правильный выбор полимерного модификатора, битумного сырья, выполнять комплекс лабораторных работ по оптимизации рецептуры композиционного материала.

2) Для обеспечения стабильности структуры и свойств битума, модифицированного полимером, при изготовлении разных партий товарной продукции следует использовать полимер и битум стабильного (постоянного) качества, а также строго соблюдать технологический регламент процессов приготовления и хранения модифицированного битума.

3) Определена возможность получения битума дорожного из битумно–бумажной смеси. Показана возможность получения качественно новых продуктов за счет расширения области применения вторичного сырья, в результате чего расширяется и ассортимент получаемой продукции.

4) Выявлены основные характеристики влияющие на качество готовой продукции.

В дальнейшем планируется изучить возможность получения битума дорожного из этого же сырья, а также самоклеящегося, а не наплавляемого, кровельного материала на основе битума из битумно–бумажной смеси.

### **Список литературы**

1. Malik, Ram, Gary and Hamilton. Delayed coker design considerations and project execution. — NPRA 2002 Annual Meeting, March 17-19, 2012.
2. Ахметов С.А. Кинетические исследования и моделирование промышленных химико-технологических процессов. / Ахметов С.А., Жирнов Б.С, Мур-тазин Ф.Р. // Уфа. - 1999. - с. 91-97.
3. Битумно–полимерные материалы. Обоснованность применения. Нюансы. [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.dzbn.ru/articl\\_bitum.html](http://www.dzbn.ru/articl_bitum.html). – Загл. с экрана.
4. Зайцева Н.П. Превращения дистиллятного сырья коксования. / Зайцева Н.П., Капустин СМ., Казанская Н.С., Смидович Е.В., Сюняев З.И. // Химия и технология топлив и масел. - 1980.- №4. - с. 9-12.
5. Патент РФ №2141498 Российская Федерация, С09D195/00, С08L95/00, «Битумно–полимерный состав» Текст. / Носков В.К., Клименков О.М., и др. № 98113536/04, заявл. 07.07.1998; опублик. 20.11.1999
6. Патент РФ №2158742 Российская Федерация, С08L95/00 «Полимерный модификатор битума» Текст. / Раков К.В., Суворова А.И., и др. № 99115693/04, заявл. 19.07.1999; опублик. 10.11.2000
7. Сюняев З.И. Нефтяной углерод. // М.: Химия, 1980. - 272 с.

