

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ

Иманбаев Ержан Иманбаевич

PhD, доцент, ведущий научный сотрудник, РГП на ПХВ «Институт проблем горения» Комитет науки МНВО

Почта: erzhan.imanbayev@gmail.com

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Исследование и разработка технологии модификации нефтяных битумов промышленными отходами для утилизации нефтешламовых отходов и улучшения реологических характеристик битумов Казахстана.

СТЕПЕНЬ ВАЖНОСТИ ПРОЕКТА

Основной проблемой при производствах нефтехимической направленности являются накопления нефтешламовых отходов. В частности, существует проблема утилизации нефтешламов, образующихся при строительстве нефтяных и газовых скважин, при промысловой эксплуатации месторождений, очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты, а также при чистке резервуаров и другого оборудования. В тоже время проблема утилизации нефтяных шламов являются важной экологической задачей. На сегодняшний день в стране нет универсальной технологии или методов использования нефтешламов для производства.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ

Для проведения анализов использовался следующее оборудование: пенетrometer, аппарат для определения температуры размягчения, прибор для определения хрупкости по Фраасу, дуктилометр, печь для старения, реометр, ультразвуковой комплекс.



Рисунок 1 – Схема подготовки нефтешлама к лабораторному анализу

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

Научная новизна работы является предложением новой рецептуры полимерно-битумных вяжущих, содержащие в своем составе нефтешламовые отходы, благодаря применению которых возможно снизить себестоимость готовой продукции и утилизировать отходы нефтеперерабатывающей промышленности.



Рисунок 2 – Схема модификации битума с использованием нефтешлама

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

- Отсутствие конкретной политики получения нефтепродуктов из нефтяных отходов и межведомственной координации
- Отсутствие ключевых технологических приоритетов
- Отсутствие отечественных технологии
- Минимальная организация взаимодействия научными институтами и нефтяными компаниями
- Высокие требования к охране окружающей среды

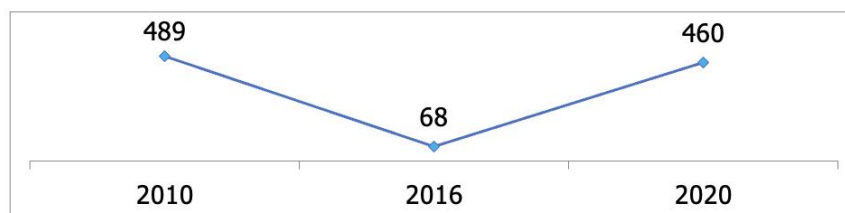


Рисунок 3 - Объем образующихся нефтешламов в Казахстане, тыс. т

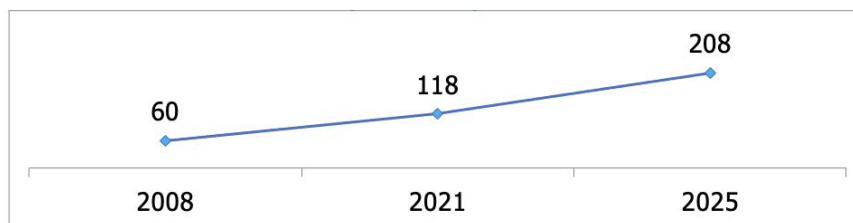


Рисунок 4 - Объем переработанного и повторно использованного нефтешлама, тыс. т

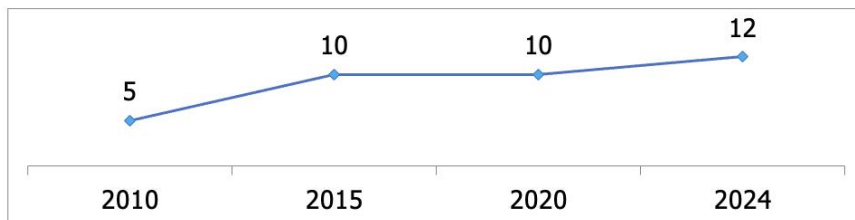


Рисунок 5 - Количество компаний, занимающихся переработкой нефтесодержащих отходов, шт

ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ В РАМКАХ ПРОЕКТА

Проблема

1. В окружающую среду из нефтехимического производства попадают все больше новых ядовитых веществ, часть этих веществ накапливается в атмосфере, биосфере и гидросфере, что приводит к негативным экологическим последствиям. Наиболее загрязняющих экологию является нефтяная промышленность, то есть нефтесодержащие отходы (нефтешламы).
2. По данным Министерства экологии и природных ресурсов РК доля утилизации нефтяных отходов в Казахстане составляет около 81%, из них в Мангистауской области доля переработки составляет – 70%, в Атырауской области – 75%, в Кызылординской области – 42%, в Западно-Казахстанской области – 35%, в Актыбинской области – 11%. В регионах функционируют более 260 предприятий по переработке опасных отходов.
3. Количество нефтешламов образующейся на 1 тонну переработанной нефти составляет примерно до 1 кг. (1 млн ~ 1000 кг)

РЕШЕНИЯ

1. Выявлено, что в составе нефтешламов нефтяных месторождений Узень и Жетыбай содержатся значительное количество тяжелых нефтяных остатков и небольшое количество механических примесей. Эти нефтешламы могут быть применены в качестве пластификатора битумной основы;
2. Экспериментально выявлено, что использование тяжелых нефтяных отходов при модификации битумов можно получить полимер-битумных материалов соответствующий требованиям СТ РК;
3. Это позволяет улучшить экологическую ситуацию в районах нефтепереработки и ведет к наиболее рациональному использованию природных ресурсов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕФТИ ИЗ НЕФТЕШЛАМОВ УЛЬТРАЗВУКОМ

Таблица 1 – Влияние концентрации растворов на выход нефти из нефтешламов

Месторождения нефтешламов	Концентрация растворов, мас. %							
	0,1		0,25		0,5		1	
	КОН	NaOH	КОН	NaOH	КОН	NaOH	КОН	NaOH
Узень амбарный	70%	80%	80%	83%	90%	90%	90%	93%
Жетыбай амбарный	60%	65%	75%	70%	83%	85%	90%	90%
Жетыбай резервуарный	55%	67%	63%	80%	75%	75%	65%	65%

Таблица 2 – Степень извлечения нефти из нефтешламов от времени воздействия ультразвуком

Месторождения нефтешламов	Время воздействия ультразвука, мин					
	5	8	15	20	30	40
Узень амбарный	10%	25%	65%	85%	90%	93%
Жетыбай амбарный	0	15%	45%	77%	87%	90%
Жетыбай резервуарный	0	25%	60%	65%	70%	80%

Таблица 3 – Выход нефти в различных соотношениях нефтешлама к раствору гидроксида натрия

Месторождения нефтешламов	Соотношение						
	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5	1:3	1:4	1:5
Узень амбарный	70%	80%	90%	93%	93%	80%	75%
Жетыбай амбарный	60%	77%	90%	87%	85%	75%	70%
Жетыбай резервуарный	60%	75%	80%	83%	77%	72%	63%

СХЕМА ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА

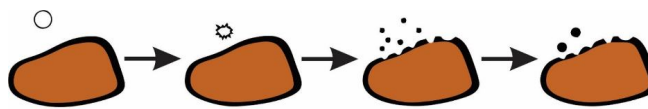
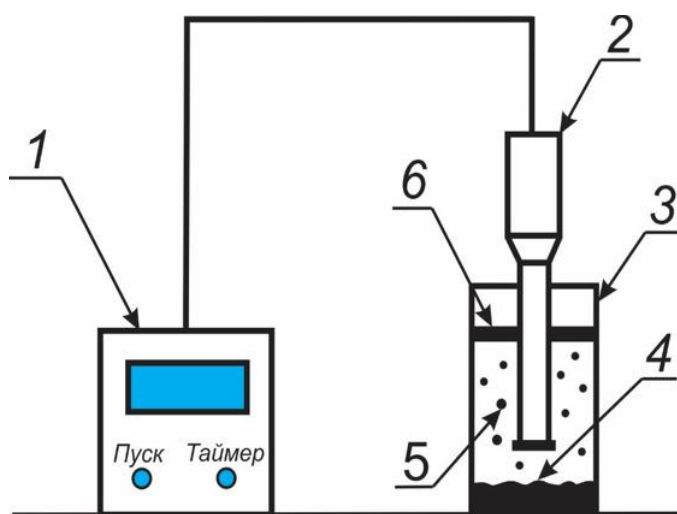


Рисунок 6 - Схема воздействия ультразвука



- 1 – ультразвуковой генератор,
2 – волновой излучатель,
3 – стакан,
4 – нефтешлам,
5 – нефтепродукт,
6 – слой нефти

Рисунок 7 – Схема ультразвуковой установки для обработки нефтешлама

ВАРИАНТЫ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОДОДОВ ПРИ ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Таблица 4 – Изменение температуры размягчения по методу кольцо и шар, °C

Содержание УНШ, мас. %	Без модификатора	Содержание СБС-330Л, мас. %			Содержание Elvaloy, мас. %		Требования СТ РК 2534-2014 на БМП 50/70
		1	1,5	2	0,5	1	
0	–	43	45	47	45	48	не ниже 62°C
1	53,1	55,8	56,5	51,7	53,8	56,9	
2,5	54,1	56,3	53,7	62,5	56,7	62	
5	55,8	54,2	54,6	54,5	55,9	56,2	

Таблица 5 – Изменение пенетрации при 25°C модифицированных битумов

Содержание УНШ, мас. %	Без модификатора	Содержание СБС-330Л, мас. %			Содержание Elvaloy, мас. %		Требования СТ РК 2534-2014 на БМП 50/70
		1	1,5	2	0,5	1	
0	–	50	51	52	63	65	51-70
1	59	48	56	64	68	53	
2,5	63	47	60	62	55	51	
5	64	59	58	70	65	62	

Таблица 6 – Изменение температуры размягчения по методу кольцо и шар, °C

Содержание ЖНШ, мас. %	Без модификатора	Содержание СБС-330Л, мас. %			Содержание Elvaloy, мас. %		Требования СТ РК 2534-2014 на БМП 50/70
		1	1,5	2	0,5	1	
0	–	43	45	47	45	48	не ниже 62°C
1	52,6	56,6	64,2	59	52,6	55,6	
2,5	51,5	63,3	56,8	63,8	62,6	55,8	
5	56,2	58	59,1	55,8	52,9	57,2	

Таблица 7 - Изменение пенетрации при 25°C модифицированных битумов

Содержание ЖНШ, мас. %	Без модификатора	Содержание СБС-330Л, мас. %			Содержание Elvaloy, мас. %		Требования СТ РК 2534-2014 на БМП 50/70
		1	1,5	2	0,5	1	
0	–	50	51	52	63	65	51-70
1	53	47	33	47	66	53	
2,5	55	33	43	59	58	76	
5	50	41	42	58	61	58	

*УНШ – нефтешлам из Узенького нефтяного месторождения

*ЖНШ – нефтешлам из Жетыбайского нефтяного месторождения

Присутствие модификатора обусловлено протеканием процессов структурирования битума, вызванных взаимодействием парафинафтеновых углеводородов с полимерной составляющей нефтешлама. Повышение содержания нефтешлама не приводит к образованию наиболее прочной коллоидной системы битума. В полученных продуктах модификации нефтешламы действуют в роли пластификатора.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Таблица 8 - Экспериментальные результаты проекта

Состав смеси	Средняя плотность уплотненного материала, г/см³	Водонасыщение, %	Сдвигоустойчивость асфальтобетона	
			Коэффициент внутреннего трения, tgφ	Сцепление при сдвиге
Нефтешлам (2,5% и Elvaloy 1%)	2,324	2,8	0,90	0,31
Нефтешлам (2,5% и СБС 2%)	2,330	2,3	0,93	0,32
Требования СТ РК 1223-2019	не норм.	2,0-3,5	≥0,90	≥0,32

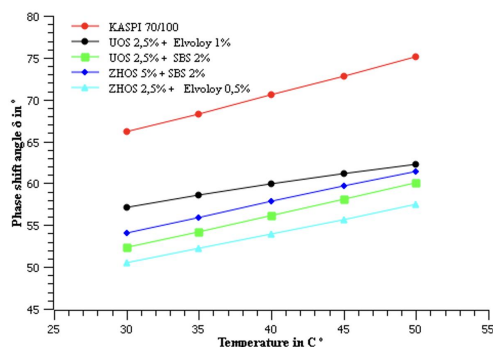


Рисунок 8 - Зависимость фазового угла сдвига от температуры для битумов различного состава

Модификатор и пластификатор, значительно повышает комплексный модуль сдвига при всех температурах, что может улучшить устойчивость покрытия к колееобразованию в жарком климате.

Температурная чувствительность: Наиболее резкое падение $|G^*|/|G^*|$ наблюдается у образца НШ 2,5% +СБС 2%, что говорит о его более высокой температурной чувствительности по сравнению с другими.

У всех образцов δ растет с повышением температуры, что отражает переход в более вязкое состояние: вклад упругой составляющей уменьшается, вязкой увеличивается. Исходный битум всегда имеет наибольший фазовый угол ($\approx 70-76^\circ$), что говорит о наибольшей вязкой компоненте и наименьшей упругости. НШ 2,5% + Elvaloy 0,5% демонстрируют наименьшие δ ($\approx 49-56^\circ$), что указывает на более выраженную упругую составляющую по сравнению с остальными.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

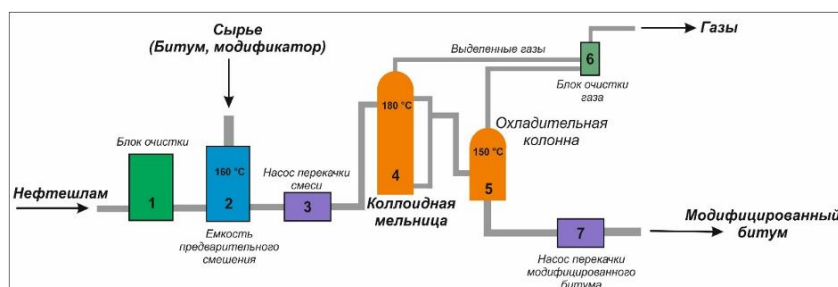


Рисунок 9 - Принципиальная технологическая схема модификации битумов нефтешламами

1. Определены основные физико-химические характеристики полимерного отхода и двух образцов нефтешлама месторождений Узень и Жетибай Мангистауской области. Результаты анализов показали, что нефтяная часть нефтешлама представлена тяжелыми фракциями и дальнейшем может использоваться как сырье для модифицирования битума.

2. С целью снижения себестоимости битума для дорожного строительства показана возможность применения нефтяных шламов в качестве сырья для получения модифицированных битумов. Были определены оптимальные соотношения и физико-механические характеристики модифицированных битумов нефтешламами. Для производственных процессов предлагается следующая рецептура добавлением нефтешлама: 2,5 мас. % нефтешлама, до 2 % СБС или до 1 % Elvaloy модификатора, остальное битумная масса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования подтверждают возможность эффективного использования нефтешламов в качестве компонента для модификации дорожных битумов. Установлено, что нефтешламы месторождений Узень и Жетыбай, содержащие преимущественно тяжёлые углеводородные фракции, могут выполнять функцию пластификатора битумной основы и в сочетании с полимерными модификаторами (СБС, Elvaloy) обеспечивать получение полимерно-битумных вяжущих, соответствующих требованиям национальных стандартов.

Определены оптимальные рецептуры модифицированных битумов (около 2,5 % нефтешлама с добавлением до 2 % СБС или до 1 % Elvaloy), при которых достигается улучшение реологических и эксплуатационных характеристик, включая повышение сдвигоустойчивости и сопротивления колееобразованию в условиях высоких температур. Реализация проекта способствует снижению себестоимости битумных вяжущих, утилизации нефтешламовых отходов и улучшению экологической ситуации в нефтедобывающих регионах, что делает разработанную технологию перспективной для внедрения в дорожной отрасли Республики Казахстан.