

УТИЛИЗАЦИЯ И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИН

Г. З. ТУРЕБЕКОВА¹⁾, Г. Ж. ПУСУРМАНОВА²⁾, С. А. САКИБАЕВА²⁾, Г. Ф. САГИТОВА²⁾,
А. Ж. ДАЙРАБАЕВА²⁾, А. М. ДОСБАЕВА²⁾

¹⁾Южно-Казахстанский государственный педагогический институт,
ул. Байтурсынова, 13, 160012, Шымкент, Казахстан

²⁾Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова,
пр. Тауке хана, 5, 160012, Шымкент, Казахстан

Рассмотрены наиболее острые экологические проблемы хранения и утилизации отходов (серы и нефтешлама), а также некоторые способы их решения при добыче и переработки нефти. На Тенгизском месторождении образуется большой объем отходов серы, которые хранятся на открытых площадках, где под воздействием атмосферы, высокой температуры (летом до 45–50 °С) и других факторов образуются ее соединения, вредные для здоровья человека и окружающей среды.

Путем последовательного изучения влияния на свойства резин содержания каждого из компонентов в отдельности (серы и нефтешлама) при фиксированных количествах других ингредиентов была проведена оптимизация разработанных резиновых смесей для изготовления наполнительного шнура борта легковых шин. Применение тенгизской серы позволило сохранить кинетику вулканизации, которая могла бы снизиться при применении ОЧН, а также применение тенгизской серы позволило повысить твердость резин, которая необходима для повышения жесткости борта автопокрышки.

Результаты расширенных испытаний показали возможность замены традиционно используемых в резиновых смесях мягчителей на органическую часть нефтешлама и использования тенгизской серы в виде вулканизирующего агента. Наполнители в рецептуре резиновых смесей для изготовления наполнительного шнура могут быть частично заменены на минеральную часть нефтешлама.

Ключевые слова: сера; нефтешламы; органическая часть нефтешлама; резиновые смеси; вулканизирующая система; пластификаторы.

Образец цитирования:

Туребекова Г. З., Пусурманова Г. Ж., Сакибаева С. А., Сагитова Г. Ф., Дайрабаева А. Ж., Досбаева А. М. Утилизация и вторичное использование отходов нефтедобычи и нефтепереработки в производстве резин // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2017. № 4. С. 107–115.

For citation:

Turebekova G. Z., Pusurmanova G. Zh., Sakibayeva S. A., Sagitova G. F., Dairabayeva A. Zh., Dosbayev A. M. Utilization and secondary use of waste oil and oil refining in the production of rubber. *J. Belarus. State Univ. Ecol.* 2017. No. 4. P. 107–115 (in Russ.).

Авторы:

Гаухар Захиевна Туребекова – кандидат технических наук, доцент; декан факультета естествознания.

Гульжамал Жусупбековна Пусурманова – кандидат технических наук; профессор кафедры нефтепереработки и нефтехимии.

Сауле Абдразаковна Сакибаева – кандидат технических наук; заведующий кафедрой нефтепереработки и нефтехимии.

Гузалия Фаритовна Сагитова – кандидат технических наук; доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Айгуль Жаксылыковна Дайрабаева – старший преподаватель кафедры экологии.

Айдана Мынболатовна Досбаева – магистр экологии; преподаватель кафедры экологии.

Authors:

Gaukhar Z. Turebekova, PhD (engineering), associate professor; dean of the faculty of natural sciences.

g.ture@mail.ru

Gulzhama Z. Pusurmanova, PhD (engineering); professor of the department of oil refining and petrochemistry.

g.ture@mail.ru

Saule A. Sakibayeva, PhD (engineering); head of the department of oil refining and petrochemistry.

g.ture@mail.ru

Guzalia F. Sagitova, PhD (engineering); associate professor of the department of life safety and environmental protection.

g.ture@mail.ru

Aigul Z. Dairabayeva, senior lecturer of the department of ecology.

g.ture@mail.ru

Aidana M. Dosbayeva, master of ecology; lecturer of the department of ecology.

g.ture@mail.ru

UTILIZATION AND SECONDARY USE OF WASTE OIL AND OIL REFINING IN THE PRODUCTION OF RUBBER

G. Z. TUREBEKOVA^a, G. ZH. PUSURMANOVA^b, S. A. SAKIBAYEVA^b, G. F. SAGITOVA^b,
A. ZH. DAIRABAYEVA^b, A. M. DOSBAYEVA^b

^aSouth Kazakhstan State Pedagogical Institute, Baytursynov street, 13, 160012, Shymkent, Kazakhstan

^bM. Auezov named South Kazakhstan State University, Tauke khan avenue, 5, 160012, Shymkent, Kazakhstan

Corresponding author: g.ture@mail.ru

This paper considers the most acute environmental problems of storage and disposal of wastes (sulfur and oil sludge), as well as some ways to solve them during oil extraction and refining. The Tengiz field produces a lot of sulfur waste, which is stored in open fields. Under the influence of the atmosphere, high temperature (in summer up to 45–50 °C), etc., there are formed many sulfur compounds, harmful to human health and the environment.

By sequential study of influence on the properties of rubbers, composition of each of components separately (sulfur and oil sludge) with fixed amounts of other ingredients, optimization of the developed rubber compounds for production of a filler strip of tire beads has been carried out. Application of Tengiz sulfur allowed preserve kinetics of vulcanization, which could be decreased with application of organic part of the oil sludge. Also, use of Tengiz sulfur allowed increase the hardness of rubbers, which is necessary to increase the rigidity of the tire bead.

The results of extended tests have shown the possibility to replace traditionally used in rubber compounds softeners with organic part of the oil sludge and use Tengiz sulfur as a vulcanizing agent. Fillers in the formulation of the rubber compounds for production of the filler strip can be partially replaced with a mineral part of the oil sludge.

Key words: sulfur; oil sludge; organic part of oil sludge; rubber compounds; curing system; plasticizers.

Введение

По величине установленных запасов, геологическим и термобарическим условиям залегания нефтеносных горизонтов и технико-экономическим особенностям разработки Тенгиз является уникальным не только среди месторождений Казахстана, но и мира. В 1998 г. «Тенгизшевройл» (далее – ТШО) провел здесь трехмерные сейсмические исследования, после чего разведанные запасы нефти были оценены предприятием в 1,3 млрд. т. Продуктивные горизонты месторождения Тенгиз залегают на глубине свыше 5000 м. Этот нефтеносный коллектор занимает участок шириной 19,3 км, протяженностью 21 км. Особенности месторождения – высокое внутрипластовое давление и высокая концентрация сероводорода – требуют решения сложнейших технических и технологических задач, в том числе и экологических проблем утилизации серы [1].

Тенгизская нефть легкая, плотностью при 20 °C 789,2–851,4 кг/м³, сернистая. В процессе очистки сырой нефти от сероводорода ТШО производит побочный продукт – элементарную серу. Из года в год растут искусственные «горы» серных массивов (около 69 кг серы на 1 т добытой нефти). Гигантские объемы отходов нефтедобычи – серы (сегодня в «серных картах» хранится более 8 млн т продукта) вызывает серьезную озабоченность экологов и местного населения, так как при местных климатических условиях (воздействие атмосферы, высокой температуры (летом до 45–50 °C)) сера может перейти во многие более агрессивные серные соединения. Тем более, что массивы серы расположены в санитарно-защитной зоне Тенгизского газоперерабатывающего завода, загазованной зоне, находящихся под влиянием отходящих факельных газов, содержащих углерод, водород различные металлы и др. Одной из основных проблем, возникающих при добыче нефти на Тенгизе, является опасность загрязнения почвы и грунтовых вод, распространение серной пыли, а также поступление сульфида серы в атмосферу [2].

На нефтеперерабатывающих предприятиях основная доля отходов приходится на нефтешламы, которые образуются при добыче нефти, ее транспортировке, переработке, снабжении и реализации потребителям. По мере увеличения объема добычи и переработки нефти происходит увеличение объема нефтяных шламов. Большинство нефтеперерабатывающих заводов на территории Республики Казахстан работает по устаревшим технологиям, в которых глубина переработки нефти не превышает 60 %. В США и странах Европейского союза этот показатель составляет 90 %. Такие несовременные технологии приводят к тому, что большая часть таких остатков переработки, как нефтешламы, накапливаются в виде некондиционных отходов, отравляющих окружающую среду, особенно почвы и грунтовые воды. В мире, по статистическим данным, 3 % от всего объема добытой нефти во время ее транспортировки и последующей переработки остаются неиспользованными и складываются в виде нефтешламов. По

технологическому регламенту на 1 т перерабатываемой нефти образуется 0,007 т нефтешламов, или 0,7 % от общего объема переработки [3].

К настоящему времени в Казахстане скопились десятки тысяч тонн такого продукта, и с каждым годом их количество увеличивается. Нефтешламы занимают достаточно большую территорию, которая практически уже непригодна для использования. Это может привести к интенсивному загрязнению почвы, воздуха и грунтовых вод. Из веществ, входящих в состав нефтешламов, наибольшую опасность для почвогрунтов представляют минеральные соли, нефть и нефтепродукты. По токсичности нефтешламы являются промышленными отходами 3-го класса опасности, а предельное содержание нефти и нефтепродуктов в почве не должно превышать 0,1 г/кг почвы [4]. Неблагоприятное воздействие нефтешламов на окружающую природную среду и невозобновляемость углеводородного сырья делают вопрос переработки отходов актуальным. Поэтому утилизация нефтешламов занимает важную позицию в нефтяном производстве [5–7].

Резиновая промышленность Казахстана располагает весьма ограниченным ассортиментом ингредиентов резиновых смесей. Важным научным направлением нефтехимии является производство пластификаторов, мягчителей, вулканизирующих агентов, наполнителей на основе техногенных отходов. Это позволяет расширить сырьевую базу, использовать большие запасы отходов нефтепереработки, уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду и решить проблему производства импортозамещающих мягчителей и вулканизирующих агентов для резиновой промышленности Казахстана.

Общепринятым является применение в рецептурах резиновых смесей органических и неорганических низкомолекулярных соединений. По эффективности действия полимеры и изделия низкомолекулярных соединений делят на мягчители и пластификаторы. Мягчителями называют низкомолекулярные соединения, снижающие температуру текучести и не влияющие на температуру стеклования каучуков. Пластификаторами являются низкомолекулярные соединения, которые снижают температуру стеклования и температуру текучести каучуков. Важное требование к пластификаторам и мягчителям – это их низкая стоимость. Большое значение придается также доступности исходного сырья, используемого для их получения. Различные другие требования к пластификаторам и мягчителям (отсутствие вымываемости водой, маслами и т. д.) определяются конкретными условиями, в которых будет работать готовое изделие, содержащее пластификатор и мягчитель.

В качестве вулканизирующего агента в резиновых смесях используют серу, поэтому в нашем исследовании предлагается использовать в вулканизирующей системе очищенную тенгизскую серу, полученную из отходов нефтедобычи и нефтепереработки.

Ранее нами проведены испытания органической части нефтешлама (ОЧН), выделенного из нефтешлама ТОО «ПетроКазахстанОйлПродактс» (ПКОП), в рецептурах резиновых смесей на основе каучуков общего назначения в качестве мягчителей, с заменой традиционно используемых мягчителей – масло ПН-6ПШ и мягчитель АСМГ. По результатам определения технологических свойств было установлено, что ОЧН оказывает пластифицирующий эффект.

Из литературных источников [8; 9] следует, что все шламонакопители имеют общий характер строения: при хранении нефтешламы, в зависимости от различия физико-химических показателей компонентов, с течением времени разделяются на три слоя. Легкие жидкие углеводороды концентрируются в верхнем слое, средний слой характеризуется большим содержанием воды, а в нижнем, придонном слое, собираются тяжелые фракции углеводородов, смолы, асфальтены и частицы минеральной фазы [10].

В результате проведенных исследований нефтешламов ТОО «ПКОП» установлено, что показатели фазового состава и физико-химических свойств меняются в зависимости от условий их образования, хранения и глубины слоя. Фазовый состав нефтешламов ТОО «ПКОП» представлен в табл. 1.

Как следует из табл. 1, верхний слой – это обводненный нефтепродукт с содержанием до 2,4 % тонкодисперсных механических примесей, который относится к классу эмульсий «вода в масле». Содержание воды не превышает 5,4 %. Содержание нефтепродуктов 25,9 %. Средний слой представлен эмульсией типа «масло в воде». Этот слой содержит 53,1 % воды и 5,7 % механических примесей. Содержание нефтепродуктов 11,2 %. Нижний слой содержит 40,6 % воды, 35,6 % механических примесей, нефтепродуктов – 1,3 %.

Таблица 1

Фазовый состав нефтешламов ТОО «ПКОП»

Table 1

Phase composition of oil sludge LLP «PKOP»

Наименование показателей	Верхний слой	Средний слой	Нижний слой
Содержание воды, % масс	5,4	53,1	40,6
Содержание нефтепродуктов, % масс	25,9	11,2	1,3
Содержание механических примесей, % масс	2,4	5,7	35,6

Нефтешламы как полидисперсная неустойчивая система отличается тем, что его физические характеристики не являются постоянными, поскольку получаемые результаты, при их определении для одной и той же пробы нефтешлама, могут отличаться на 50 и более процентов. Поэтому для проведения эксперимента была отобрана средняя проба нефтешламов из отстойной ямы ТОО «ПКОП». В табл. 2 приведен характерный состав усредненного нефтешлама, отобранного из шламонакопителей ТОО «ПКОП».

Таблица 2

Физико-химические свойства нефтешлама

Table 2

Physical and chemical properties of oil sludge

Показатели качества	Единица измерения	Значения показателей качества
Фазовый состав:	% масс.	
Органическая часть		61,86–71,22
Вода		0,33–5,20
Минеральная часть		31,5–41,3
Плотность	кг/м ³	892–901
Вязкость динамическая	Па·с(П)	
при 20 °С		0,002–0,006 (0,02–0,06)
при 50 °С		0,004–0,009 (0,04–0,09)
при 80 °С		0,0011–0,0015 (0,011–0,015)
рН		6–9
Температура:	°С	
• начало кипения		70–80
• застывания		минус 2–0
Фракционный состав механических примесей, выделенных из нефтешлама	% масс.	
Фр. > 1,25 мм		4,6
0,8 мм		1,2
0,6 мм		1,62
0,5 мм		1,4
0,4 мм		3,28
<0,4 мм		88,8
Химический состав механических примесей, выделенных из нефтешлама:	% масс.	
SiO ₂		35,6
Fe ₂ O ₃		11,5
CaSO ₄		5,3
CaO		3,3
MgO		2,6
Al ₂ O ₃		1,2
Потери при прокаливании		40,5

Для оценки гранулометрического состава минеральной части шламов был проведен рассев усредненных проб на ситах по требованиям ГОСТ 8735. Результаты отсева приведены в табл. 2. Наиболее мелкодисперсным является минеральная часть нефтешлама, которая содержит около 88,8 % частиц меньше чем 0,4 мм. Содержание воды в исследуемых шламах колеблется в пределах 0,33–5,20 % (табл. 2). Органическую часть из нефтешлама извлекли экстракцией. В качестве экстрагента использовали толуол. Физико-химические свойства органической части нефтешлама, извлеченной экстракцией, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические свойства органической части нефтешлама, извлеченной экстракцией

Table 3

Physical and chemical properties of the organic part of the oil sludge recovered by extraction

Показатели	Величина показателей
Плотность при 20 °С, кг/м ³	990,0
Массовая доля воды, %	следы
Массовая доля механических примесей, %	0,76
Массовая доля нефтепродуктов, %	99,24
Вязкость условная (при 80 °С), °ВУ	2,84
Температура вспышки в открытом тигле, °С	124
Коксуемость, мас, %	13,5
Кислотное число, мг КОН/1 г	21,0

Из данных табл. 3 следует, что органическая часть нефтешлама – тяжелая (989 кг/м³) характеризуется высокими показателями коксуемости и кислотности. Кислотное число позволяет судить о количестве кислород-содержащих компонентов в органической части нефтешлама. Повышенное его значение в органической фазе нефтешлама, несмотря на преимущественное содержание в нем парафино-нафтеновых углеводородов, может свидетельствовать о наличии значительного межмолекулярного взаимодействия между его компонентами, что обуславливает проявления им высоких адгезионных свойств [11].

Групповой состав органической части нефтешлама, извлеченной экстрагированием толуолом, приведен в табл. 4. Групповой химический состав органической части нефтешлама определяли на хроматографе «Градиент», основанном на адсорбционно-хроматографическом методе Маркуссона (Институт нефтехимпереработки, г. Уфа). Для разделения масел и смол использовали их различную способность сорбироваться силикагелем.

Таблица 4

Групповой химический состав органической части нефтешлама

Table 4

Group chemical composition of the organic part of oil sludge

Компонент	Содержание, масс, %
Масла:	
парафино-нафтеновые	70,8
легкая ароматика	4,2
средняя ароматика	4,4
тяжелая ароматика	8,0
смолы I	4,0
смолы II	7,3
асфальтены	1,3

Как следует из табл. 4, органическая часть нефтешлама характеризуется высоким содержанием парафинов и асфальто-смолистых веществ.

Ниже приведен фракционный состав органическая часть нефтешлама, полученный при разгонке нефтешлама на аппарате АРН-2:

Фракционный состав:

Начало кипения, °С	90
10 % перегоняется при, °С	300
15 % перегоняется при, °С	350
Выход до 360 °С, масс, %	18,0
Остаток+потери, масс, %	82,0

Данные фракционного состава показывают, что в органической части нефтешлама отсутствуют легкие фракции.

Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует, что по составу и свойствам органическая часть нефтяных отходов приближается к тяжелым остаткам нефти Казахстана. Для нее характерны повышенное содержание смол, асфальтенов и плотности, что можно объяснить высокой реакционной способностью смол, которые легко окисляются с образованием асфальтенов. Этот процесс ускоряется за счет развитой поверхности минеральной части нефтешламов, что приводит к окислительному дегидрированию смол в асфальтены.

В минеральные примеси нефтешламов входят соли щелочных металлов (растворимые в воде, извлеченные вместе с нефтью), а также металлоорганические соединения, являющиеся составной частью горючей массы нефтяного шлама и содержащие атомы железа, магния, алюминия, меди и т. д. Механические примеси представляют собой песок (кварц), глина (каолинит), ил, продукты коррозии металла (ржавчина).

Содержания минеральных веществ в золе нефтешлама определяли на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) Varian-820MS. Результаты анализа представлены в табл. 5.

Таблица 5

Содержание минеральных веществ в золе нефтешлама

Table 5

Mineral content in oil sludge ash

Определяемые компоненты	Минеральные вещества, %
Fe	20,46
Mg	0,34
Al	1,4
K	1,54
Ca	1,94
Ti	0,059
Mn	0,187
Ni	0,034
Zn	0,038
Cu	0,02
As	0,039
Sr	0,02
Zr	0,08
Pb	0,12
U	0,002

Изучение фазового состава образцов и органической части нефтешлама проводили на приборе ДРОН-3 (дифрактометр рентгеновский общего назначения). Рентгенофазовый анализа показал, что основными составляющими минеральной части отходов являются кварц, кальцит.

Для изучения химической структуры были сняты ИК. Данные ИК-спектроскопического анализа органической части, полученные на спектрофотометра Specord 75-1R, показали преобладание в ее химической структуре насыщенных структур в виде групп CH, CH₂, CH₃ и групп CH₂, входящих в состав длинных парафиновых цепей. Кроме того, отмечено наличие ароматических структур и кислородсодержащих функциональных групп.

Путем последовательного изучения влияния на свойства резин содержания каждого из компонентов в отдельности (серы и нефтешлама) при фиксированных количествах других ингредиентов была проведена оптимизация разработанных резиновых смесей для изготовления наполнительного шнура борта легковых шин. С целью выявления оптимального количества ОЧН в составе резиновых смесей были получены резиновые смеси с различным содержанием ОЧН. Пластификаторы и мягчители были заменены на ОЧН. В рецептурах резиновых смесей в качестве вулканизирующего агента была использована смесь полимерной и коллоидной серы тенгизского месторождения. Рецепты резиновых смесей, применяемой при изготовлении бортовой ленты, приведены в табл. 6.

Высокодисперсная минеральная фракция нефтешлама (1–5 мкм) использована в рецептуре резиновой смеси для изготовления наполнительного шнура бортового крыла легковых шин.

Таблица 6

Рецептура оптимальной резиновой смеси для изготовления наполнительного шнура бортового крыла

Table 6

Formulation of an Optimum Rubber Mixture for the Making of the Airborne Filler Cord

Наименование ингредиентов	На 100 масс. частей каучука					
	Образец	Исследуемые варианты				
		1-в	2-в	3-в	4-в	5-в
1	2	3	4	5	6	7
СКИ-3	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Бутил каучук	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Сера техническая	2,4	—	—	—	—	—
Сера тенгизская	—	1,2	1,6	2,0	2,2	2,4
Сульфенамид «Ц»	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Сантогард РУ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Белила цинковые	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Кислота стеариновая техническая	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Мягчитель АСМГ	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Органическая часть нефтешлама	—	4,0	5,0	6,0	6,5	7,0
Масло ПН-6Ш	4,0	—	—	—	—	—
Ацетонанил Р	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Диафен ФП	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Углерод технический	70,0	60,0	55,0	50,0	45,0	40,0
Минеральная часть нефтешлама	—	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0

Вулканизационные характеристики резиновых смесей, полученные на реометре «Монсанто», подтвердили тот факт, что различные дозировки ОЧН и серы оказывают непосредственное влияние на кинетику вулканизации резиновых смесей. Добавление ОЧН в резиновые смеси приводит к уменьшению минимальной вязкости и жесткости системы эластомерной матрицы. Это снижение прямо пропорционально процентному содержанию ОЧН. Применение тенгизской серы позволяет сохранить продолжительность плато вулканизации, тем самым предотвращая перевулканизацию резин наполнительного шнура [12; 13].

Оптимальное соотношение компонентов, приводящее к снижению минимальной вязкости и увеличению времени начала вулканизации, характеризующие лучшие технологические свойства резиновых смесей, наблюдаются при 7 и 8 массовых частях ОЧН для резиновых смесей, предназначенных для наполнительного шнура. Из анализа вулканометрических кривых резиновых смесей следует, что оптимальным временем достижения вулканизации резиновой смеси для резиновой смеси наполнительного шнура составляет 23 мин. Физико-механические испытания опытных резин указали на возможность наибольшей целесообразности использования органической части нефтешлама в рецептурах резиновых смесей для наполнительного шнура бортовых крыльев, поскольку при замене традиционно используемых мягчителей на ОЧН показатели свойств резин, соответствуют нормам контроля. Наилучшие результаты наблюдаются при дозировке 8–10 массовых частей ОЧН для резиновых смесей, предназначенных для наполнительного шнура. Зависимости основных физико-механических показателей вулканизатов резин наполнительного шнура от дозировки ОЧН и тенгизской серы приведены в табл. 7.

Таблица 7

Свойства вулканизатов на основе каучуков общего назначения для наполнительного шнура с добавками органической части нефтешламов и тенгизской серы

Table 7

Properties of vulcanizates based on rubbers of general purpose for a filling cord with additives of organic part of oil sludge and Tengiz sulfur

Наименование показателей	Образец	Исследуемые варианты				
		1-в	2-в	3-в	4-в	5-в
Условная прочность при растяжении, кгс/см ² , не менее	92	107	104	109	111	111
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	270	270	300	310	310	295
Твердость, по Шору А., усл. ед.	70	75	77	77	78	75

Незначительное снижение прочностных показателей и повышение эластических свойств резин при увеличении дозировки ОЧН может быть объяснено механизмом пластифицирующего действия низкомолекулярных соединений органической части нефтешлама, которые проникают между макромолекулами и снижают межмолекулярное взаимодействие макромолекул каучука. Незначительное снижение прочностных свойств резин наполнительного крыла не принципиально, так как основную прочность конструкции бортовых крыльев придают бортовые кольца из латунированной проволоки. Применение же тенгизской серы позволило сохранить кинетику вулканизации, которая могла бы снизиться при применении ОЧН, и повысить твердость резин, что необходимо для повышения жесткости борта автопокрышки.

Таким образом, результаты расширенных испытаний показали возможность замены традиционно используемых в резиновых смесях мягчителей на органическую часть нефтешлама и использования тенгизской серы в виде вулканизирующего агента. Это позволит решить экологические проблемы хранения и рационального использования отходов нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий Республики Казахстан.

Библиографические ссылки

1. Надилов Н. К. Тенгиз – море нефти, море проблем. Алматы, 2003.
2. Надилов Н. К. Нефть и газ Казахстана. 2-НТ. Алматы, 1996.
3. Сорокин Я. Г. Безотходное производство в нефтеперерабатывающей промышленности. М., 1983.
4. Ермаков В. В., Сухонослова А. Н., Быков Д. Е., и др. Исследование зависимости класса опасности нефтесодержащих отходов от их состава // Нефтегазовые и химические технологии: сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. Самара, 2008.
5. Мазлова Е. А., Мецераков С. В. Экологические характеристики нефтяных шламов // Химия и технология топлив и масел. 1999. № 1. С. 40–42.
6. Онгарбаев Е. К., Мансуров З. А. Нефтяные отходы и способы их утилизации. Алматы, 2003.
7. Зайнуллин Х. Н., Минигазилов Н. С., Расветалов В. А. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов. Уфа, 1999.
8. Позднышев Г. Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий. М., 1982.
9. Минигазилов Н. С., Расветалов В. А., Зайнуллин Х. Н. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов. Уфа, 1999.
10. Sakibayeva S., Zhantasova U., Orazymbetova A., et al. Application of oil sludge as multifunctional rubber ingredient: International Conference of Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2016). Шымкент, 2016.
11. Сакибаева С. А., Белобородова А. Е., Дыгай Л. В. и др. Применение органической части нефтешламов в рецептуре резиновых смесей для рельсовых прокладок // Нефть и газ. 2015. № 3 (87). С. 103–111.
12. Turebekova G. Z., Pusurmanova G. J., Sakibaeva S. A., et al. Prospects for the use of waste oil production and refining – sulfur in the production of technical rubbers // Innovation – 2015: Materials of international scientific-technical conference (Tashkent, 23–24 Oct. 2015). Tashkent, 2015.
13. Turebekova G. Z., Shapalov Sh., Sakibayeva S. A., et al. Application of oil industry wastes (sludges and sulfur) in rubber production // «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук». 2016. № 6 (420). С. 185–188.

References

1. Nadirov N. K. [Tengiz – sea of oil, sea of problems]. Almaty, 2003 (in Russ.).
2. Nadirov N. K. [Oil and gas of Kazakhstan. 2-HT]. Almaty, 1996 (in Russ.).
3. Sorokin Ya. G. [Wasteless production in the oil refining industry]. Moscow, 1983 (in Russ.).

4. Ermakov V. V., Sukhonosova A. N., Bykov D. E., et al. Investigation of the dependence of the oil-containing waste hazard class on their composition. *Oil and gas and chemical technologies*: Sat. sci. tr. All-Russian scientific-practical conference. Samara, 2008 (in Russ.).
5. Mazlova E. A., Meshcheryakov S. V. Ecological characteristics of oil sludge. *Chemistry and technology of fuels and oils*. 1999. No. 1. P. 40–42 (in Russ.).
6. Ongarbayev E. K., Mansurov Z. A. [Oil waste and ways of their utilization]. Almaty, 2003 (in Russ.).
7. Zainullin Kh. N., Minigazimov N. S., Rasvetalov V. A. [Utilization and neutralization of oily waste]. Ufa, 1999 (in Russ.).
8. Pozdnieshev G. N. [Stabilization and destruction of oil emulsions]. Moscow, 1982 (in Russ.).
9. Minigazimov N. N., Rasvetov V. A., Zainullin. H. N. [Utilization and neutralization of oily wastes]. Ufa, 1999 (in Russ.).
10. Sakibayeva, S., Zhantasova U., Orazymbetova A., et al. *Application of oil sludge as multifunctional rubber ingredient* : International Conference of Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2016). Shymkent. 2016 (in Russ.).
11. Sakibaeva S. A., Beloborodova A. E., Dygai L.V., et al. Application of organic part of oil sludge in the formulation of rubber compounds for rail pads. *Oil and gas*. 2015. No. 3 (87), P. 103–111 (in Russ.).
12. Turebekova G. Z., Pusurmanova G. J., Sakibaeva S. A., et al. Prospects for the use of waste oil production and refining – sulfur in the production of technical rubbers. *Innovation – 2015*: Materials of international scientific-technical conference (Tashkent, 23–24 Oct. 2015). Tashkent, 2015. P. 51–53.
13. Turebekova G. Z., Shapalov Sh., Sakibayeva S. A., et al. Application of oil industry wastes (sludges and sulfur) in rubber production. *Proceedings of NAS RK. Ser. of Geology and Engineering Sciences*. 2016. No. 6 (420). P. 185–188

Статья поступила в редколлегию 27.11.2017
Received by editorial board 27.11.2017