

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРЕЛЫХ ПОРОД И БУРОВОГО ШЛАМА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

А.К. Кайракбаев, Е.С. Абдрахимова, В.З. Абдрахимов

ТОО "Технопарк Zerek" учреждения Актюбинский университет им. С. Баишева, Республика Казахстан, г. Актобе, Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, Самарский государственный экономический университет

Изложены преимущества использования эффективных теплоизоляционных материалов из отходов производств – горелых пород и бурового шлама на основе жидкого стекла. Разработаны составы и способ производства для получения пористого заполнителя, что подтверждено патентами РФ. Использование отходов производств – один из эффективных способов экономии природных материалов, при этом одновременно происходит утилизация побочных продуктов и вносится вклад в охрану окружающей среды.

Ключевые слова: горелые породы, буровой шлам, пористый заполнитель, утилизация отходов, состав, способ получения, экология, охрана окружающей среды

Environmental and Practical Aspects of the Use of Burnt Rocks and Drill Cuttings in the Production of Porous Filler

A.K. Kairakbaev, E.S. Abdrakhimova, V.Z. Abdrakhimov

Technopark Zerek of Aktobe University named after S. Baishev, Republic of Kazakhstan, Aktobe, Samara State Aerospace University, 443086 Samara, Russia, Samara State University of Economics, 443090 Samara, Russia

The advantages of using effective insulation materials from waste productions – burnt rocks and drill sludge based on liquid glass – are laid out. The compositions and the method of production for obtaining a porous filler have been developed, which is confirmed by patents of the Russian Federation. The use of waste materials – one of the most effective ways to save natural materials, with simultaneous utilization of by-products and contributes to environmental protection.

Key words: burning rocks, drill cuttings, porous aggregates, waste management, waste composition, method of producing, ecology, environmental protection community

DOI: 10.18412/1816-0395-2019-11-26-31

Экономические аспекты

Актуальные проблемы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в системах теплоснабжения обусловили принятие Государственной программы РФ "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 г.". Анализ мирового опыта в решении проблемы энергосбережения показывает, что экономия тепловой энергии является стратегической задачей нашего государства. В настоящее время в теплоснабжении России используется более 40 % всех первичных

энергоресурсов, около третьей части составляют потери. В России на отопление жилой площади расходуется в 2–3 раза больше энергии, чем в странах Европы. Так, на обогрев индивидуального дома в России расходуется от 600 до 800 кВт/(м²·год), в Германии — 250, а в Швеции — 139 кВт/(м²·год).

Потери тепловой энергии при транспортировке теплоносителя составляют 15–20 %, что значительно превышает существующие нормативы, поэтому задача снижения тепловых потерь в системах теплоснабжения весьма актуальна. Один из наиболее эффективных путей ее решения — сокращение

потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий, сооружений, промышленного оборудования и тепловых сетей за счет использования эффективных теплоизоляционных материалов [1].

Кроме того, для транспортировки нефтепродуктов высокой вязкости необходимо использовать методы прокачки "горячей" нефти для предотвращения ее загустевания. В связи с этим к теплоизоляционным материалам предъявляют особые требования не только по теплоизоляции, но и по теплоустойчивости, огнестойкости и негорючести.

Использование эффективных теплоизоляционных материалов с общей пористостью более 50 % позволит в России значительно снизить расходы энергии на отопление жилой площади с 600–800 до 250–300 кВт/(м²·год). В этой связи оптимизация процесса распределения определенного лимита тепловых ресурсов за счет исключения потерь может стать одним из возможных решений данной проблемы.

Одной из актуальных задач промышленности теплоизоляционных материалов в настоящее время является производство изделий с высокой эффективностью, теплопроводность которых не более 0,25 Вт/(м·°С). Производство и потребление таких теплоизоляционных материалов в России гораздо меньше, чем в странах Европы и Северной Америке, несмотря на то, что во многих странах этих регионов климат гораздо мягче.

К классу теплоизоляционных материалов можно отнести легкий кирпич и пористый заполнитель, которые целесообразно изготавливать на основе промышленных отходов, в частности отходов топливно-энергетического комплекса, таких как горелые породы и буровой шлам. Кроме того, использование отходов экономически выгодно, так как исключаются затраты на геологоразведочные работы, на строительство и эксплуатацию карьеров, при производстве строительных материалов уменьшаются затраты на топливо, снижается себестоимость, удельные капиталовложения, уменьшаются площади, занятые под отвалами [2]. Использование отходов производств — один из эффективных способов экономии природных материалов, при этом одновременно происходит утилизация побочных продуктов и вносится вклад в охрану окружающей среды [3].

Экологические аспекты

Общая экологическая обстановка. Существующая система регулирования в промышленной экологии чудовищна [4]. Громоздкая, запутанная, непрозрачная, она не способна справляться с задачами обеспечения благоприятной окружающей среды и устойчивого развития страны. Экологическая ситуация, по данным Минприроды России, год от года ухудшается,

количество и острота социальных конфликтов на экологической почве возрастает.

Российские надзорные органы пока относятся довольно лояльно к образованию отходов, разумеется, если они проходят утилизацию и обезвреживание согласно всем нормативам и правилам [5]. За рубежом образование каких-либо отходов в результате производственной деятельности уже считается большим технологическим недостатком.

Рост антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды указывает на необходимость создания эффективной системы управления, выявление и пресечение нарушений действующего законодательства в области охраны окружающей среды и формирование социальной ответственности для обеспечения экологической безопасности [6].

В законодательстве стран Евросоюза, США, Канады, Австралии, Новой Зеландии и многих других понятие "окружающая среда" включает человека, природную среду, сооружения, транспортные средства и промышленные объекты [7]. А законодательство в сфере охраны окружающей среды рассматривает риски для здоровья человека, для природной среды (собственно экологические риски) и все риски, связанные с промышленной деятельностью и промышленной продукцией, т.е. законодательство об экологической безопасности является неразрывной частью законодательства об окружающей среде и безопасность природной среды неотделима от безопасности человека, его жизни и здоровья. В нашем же законодательстве произошло смещение в сторону рационального природопользования.

В настоящее время важное значение имеет не только бережение сырьевых ресурсов, но и их повторное использование [8]. Значение вторичных ресурсов при решении проблемы поддержания экологически безопасного уровня воздействия на окружающую среду существенно.

Многочисленные попытки исправить ситуацию привели к обратному эффекту [9]. В частности, "доход" от экологии для государственного бюджета напрямую зависит от того, сколько грязи выбрасывают предприятия в окружающую

среду. Сам принцип "чем грязнее — тем лучше" мог бы работать, если бы собираемые с предприятий средства шли непосредственно на мероприятия по восстановлению нашей с вами среды обитания. Однако это не так. Экологическая ситуация, по данным Минприроды России, год от года ухудшается, количество и острота социальных конфликтов на экологической почве возрастают.

Действующее природоохранное законодательство содержит дефекты (противоречия, пробелы), наличие которых при применении законов ведет к возникновению такого явления, как "абсурды" [10]. Под абсурдом понимаются противоречия нормоприменительной практики, которая иррациональна, не выгодна ни государству, ни субъектам хозяйственной деятельности, ни населению и создает значительные административные барьеры, ведущие к возникновению коррупции.

Отходы горючих сланцев. В настоящее время основную роль в мировом топливно-энергетическом балансе играют нефть и природный газ. В связи с ограниченностью их ресурсов во многих странах ведется поиск новых источников углеводородного сырья, среди которых особое место отводится горючим сланцам (ГС) [11], представляющим собой не только источник энергии, но и сырье для получения различных продуктов. Их мировые ресурсы значительны, и при развитии соответствующих технологий использование содержащегося в них углеводородного сырья могло бы на многие десятки лет решить проблему обеспечения мирового хозяйства энергоресурсами. Например, подсчитано, что из ГС месторождений США можно получить 600 млрд баррелей нефти, что при нынешних темпах потребления позволит удовлетворить спрос на нее в течение примерно 100 лет [11]. По другим оценкам, потенциально доступной тяжелой нефти, содержащейся в американских месторождениях ГС, должно хватить для удовлетворения потребностей страны в сырой нефти при современном уровне ее использования на 41 год.

Эффективное развитие сланцевой промышленности сдерживается как по экономическим сообра-

Таблица 1. Пористость теплоизоляционных материалов, %
Table 1. Porosity of thermal insulation materials, %

Материал	Открытая	Закрытая	Общая
Газобетоны	34–35	21–22	55–56
Пенобетоны	24–23	32–33	57–58
Перлитовые	42–43	15–16	58–59
Ячеистое стекло	5–6	54–55	59–60
Пенопласты	17–18	46–47	64–65
Стеклопоровые	43–44	21–22	64–65

жениям и технологическим причинам, так и из-за экологических факторов. Примером могут служить крупнейшие в мире месторождения в Вайоминге, Колорадо и Юте (США), где запасы ГС оцениваются в 300–600 млрд т [11]. Длительная задержка в их освоении объясняется не только высокой себестоимостью сланцевого топлива и относительно низкой прибыльностью производства, но и негативными экологическими последствиями, сопряженными с добычей и переработкой сланцев. Прежде всего, добыча ГС требует громадных по масштабу горных работ. Так, для получения 1 барреля сланцевой нефти необходимо добыть 1–2 т сланцев, израсходовать 2–6 баррелей воды, для размещения отходов потребуется 9 м² территории; в окружающую среду поступит около 150 г пыли и 1 кг газов, 7,5–19 л загрязненной воды и 1–1,5 т пустой породы. Чистый выход полезной энергии у сланцевого масла гораздо меньше, чем у обычной нефти, поскольку для извлечения, обработки и повышения качества одного барреля сланцевого масла требуется почти половина барреля обычной сырой нефти. Сланцевое масло не так хорошо подвергается очистке, как сырая нефть, и дает на выходе меньшее количество полезных продуктов.

Опыт переработки поволжских сланцев в газогенераторах или в установках с твердым теплоносителем свидетельствует, что получаемая в этих устройствах сланцевая смола содержит 7–8 % серы и по экологическим соображениям не может напрямую использоваться в качестве топлива. К тому же месторождения поволжских ГС располагаются в пределах районов с интенсивным развитием сельского хозяйства, их активное освоение потребует отчуждения плодородных земель. Поэтому использование ГС экономически и экологически оправдано лишь в

том случае, если их переработка будет осуществляться по безотходной технологии с полной утилизацией органического вещества и минеральной массы топлива.

Отходы нефтедобычи. В России на предприятиях по переработке и добыче нефти трудятся миллионы людей, производя львиную долю внутреннего валового продукта. Однако эта деятельность сопряжена с большим количеством отходов. Образовавшиеся отходы называют шламом и они в обязательном порядке должны подвергаться захоронению или так называемой утилизации. Без выполнения таких процедур возникают очень серьезные проблемы, связанные с экологией окружающей среды. Вредоносные отходы могут нанести невозвратный ущерб флоре и фауне.

Следует отметить, что на нефтеперерабатывающих заводах России уже накоплено более 95 млн т отходов [2, 12]. Под их размещение изымаются земельные площади, уничтожается флора и фауна. Независимо от способа хранения отходов токсины, содержащиеся в шламах, смываются в грунт атмосферными осадками, а далее подземными водами выносятся в реки.

В настоящее время ущерб (вред) окружающей среде при добыче нефти и газа наносят производственно-технологические отходы бурения (буровой шлам) [13]. Содержание нефти в нефтяных шламах колеблется от 12 до 19 %, что способствует загрязнению шламов нефтепродуктами. При этом глобальные потоки углеводородов (УВ) из различных техногенных источников проявляются на фоне не менее широко распространенных природных потоков этих веществ, которые также могут приносить УВ в почвы [14]. В результате в почвах складывается определенный комплекс УВ всевозможных классов, находящихся в разных агрегатных состояниях,

что не благоприятно сказывается на фауне и флоре данного региона. Следует отметить, что комплекс нефтяных УВ очень сложен по составу и содержит тысячи индивидуальных компонентов, различающихся физическими, химическими и токсикологическими свойствами [15].

Смолы и асфальтены суммарные нефтяные УВ в западной литературе рассматриваются как сложный комплекс разнообразных веществ, в который входят цепочные и циклические молекулы УВ — гетероатомные соединения и высокомолекулярные поликонденсационные соединения [16]. Асфальтены и смолы, как и тяжелые масла, ухудшают водно-физические свойства почв из-за цементации порового почвенного пространства.

Авторы работы [17] считают, что низко- (С10–С16) и высокомолекулярные (С16–С34) нефтяные УВ необходимо исследовать отдельно. Исследования показали, что в нефтяной части нефтяного шлама 9 % составляют парафины [2, 12]. Попадание парафиновой нефти в почву ведет к нарушению влагообмена почвы на долгий срок. Они опасны для почвы, так как, имея низкую температуру застывания, прочно закупоривают поры и каналы почвы, по которым происходит обмен веществ между почвой и сопредельными средами.

При оценке риска загрязнения для здоровья человека авторы работы [18] считают, что суммарные нефтяные углеводороды разделяются на группы по физико-химическим и токсикологическим свойствам, например, по принадлежности к ароматическим или алифатическим соединениям. Несмотря на низкую растворимость в воде, небольшого количества нефти достаточно, чтобы резко ухудшилось качество воды. Обычно нефтяные компоненты образуют с водой эмульсию, которую трудно разрушить. Чаще всего нефть плавает на поверхности воды в виде пленки, обволакивая взвешенные частицы, оседая с ними на дно.

Теплоизоляционные материалы

В качестве теплоизоляционных широко используются материалы, приведенные в табл. 1 [1].

Эффективность применения пористых материалов в качестве

теплоизоляционных материалов зависит от распределения в них пористости, причем из табл. 1 видно, что наибольшей пористостью обладают "стеклопоровые" материалы. Эти материалы получают на основе вспученного жидкого стекла и они включают широкую гамму материалов, основным структурообразующим элементом которых являются продукты термического или химического вспучивания гидратированных щелочных силикатов.

Пористые теплоизоляционные материалы (керамзит) в основном получают на основе глинистой связующей. Составы и технологические приемы получения зернистого (пористого заполнителя) теплоизоляционного материала на основе жидкостекольной композиции в настоящее время изучено недостаточно, что затрудняет организацию его производства [1, 19].

Цель настоящей работы заключается в обеспечении экологической безопасности при расширении сырьевой базы производства теплоизоляционных материалов за счет применения продуктов техногенного происхождения; обосновании сырьевой ценности горелых пород и бурового шлама для производства пористых заполнителей и получения пористых заполнителей с высокими физико-механическими показателями.

Сырьевые материалы

Жидкое стекло. Распространенность сырьевой базы для получения теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольных композиций обеспечивается самой природой, в которой ближайший аналог углерода — кремний — является третьим (после кислорода и водорода) по распространенности элементом. На его долю приходится 16,7 % общего числа атомов земной коры [20]. Если углерод можно рассматривать как основной элемент для всей органической жизни, то кремний играет подобную же роль по отношению к твердой земной коре, так как главная часть ее массы состоит из силикатных пород, обычно представляющих собой смеси различных соединений кремния с кислородом и рядом других элементов.

В данной работе для получения пористого заполнителя в качестве связующей использовалось жидкое

Таблица 2. Химический состав исследуемых отходов
Table 2. The chemical composition of the investigated waste

Компонент	Содержание оксидов, % по массе						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	П.п.п.
Буровой шлам Оренбургской области	26–28	4–5	5–6	28–30	1–2	0,5–1	33–35
Горелые породы	39–40	12–13	7–8	19–19,5	2–3,5	0,5–1	14–16

Таблица 3. Поэлементный состав отходов
Table 3. Elemental analysis of waste

Компонент	C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	S	K	Ca	Fe
Буровой шлам Оренбургской области	17,08	37,92	0,94	0,83	6,18	10,38	1,87	0,92	19,08	4,08
Горелые породы	7,32	53,94	0,37	0,61	9,65	15,15	2,87	0,76	8,46	1,17

Таблица 4. Фракционный состав отходов
Table 4. The fractional composition of the waste

Компонент	Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
	>0,063	0,063–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,0001
Буровой шлам Оренбургской области	12,1	12,8	15,1	21,3	38,7
Горелые породы	19,05	33,08	32,2	11,78	3,89

стекло, физико-химические показатели которого следующие: содержание кремнезема 38,9 %; оксида натрия 10,63 %; силикатный модуль 2,9; плотность 1,45 г/см³.

В качестве добавки-коагулятора использовался хлористый натрий (ГОСТ 13830-97, производство ОАО "Бассоль"). Введение в жидкое стекло хлористого натрия в количестве 1–3 % после тщательного перемешивания приводит к его растворению. Хлористый натрий понижает силикатный модуль смеси и способствует ее коагуляции. Понижение силикатного модуля приводит к снижению числа силоксановых связей, что существенно облегчает переход ионов щелочного металла в раствор и движению молекул воды в фазу стекла. Коагуляция смеси приводит к повышению вязкости, что дает возможность формовать изделия различного размера.

Горелые породы. Образуются горелые породы в местах добычи сланцев. Сланец, который не удалось в процессе добычи отделить от пустой породы, направляется в отвал. В терриконах при совместном хранении пустых пород и сланцев за счет повышенного количества в смешанных отвалных массах органических соединений происходит самовозгорание, которое приводит к образованию большого количества отхода — горелых пород [21]. Горелые породы представляют собой продукт низкотемпературного обжига при самовозгорании породы (смесь гли-

ны и сланцев) в терриконах в окислительной среде. Количество горелых пород в терриконах составляет от 75 до 90 % объема отвала. По основным физическим и химическим свойствам они близки к глинам, обожженным при 800–1000 °С.

Химический оксидный состав горелых пород представлен в табл. 2, поэлементный химический состав в табл. 3, гранулометрический (фракционный) в табл. 4, а технологические свойства в табл. 5.

Буровой шлам — водная суспензия, твердая часть которой состоит из продуктов разрушения горных пород забоя и стенок скважины, продуктов истирания бурового снаряжения и обсадных труб, глинистых минералов (при промывке глинистым раствором).

Если при разведочном бурении имеет место истирание рудных минералов, то буровой шлам обогащается ценными компонентами руды, поэтому следует проводить опробование и анализ бурового шлама с целью уточнения результатов опробования скважины по керну. Химические составы оксидного и поэлементного бурового шлама Оренбургской области представлены в табл. 2 и 3, фракционный состав — в табл. 4, а характеристики — в табл. 5.

Получение пористого заполнителя

Авторами был впервые предложен способ получения пористого заполнителя при относи-

Таблица 5. Характеристики отходов энергетики, используемых в качестве выгорающих добавок (для производства теплоизоляционных материалов)

Table 5. Characteristics of energy wastes used as burnable additives (for the production of heat-insulating materials)

Компонент	Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
		начало деформации	размягчение	жидкоплавкое состояние
Буровой шлам Оренбургской области	3500	1800	1240	1270
Горелые породы	1900	1260	1290	1310

Таблица 6. Содержание компонентов в составах для производства пористого заполнителя

Table 6. The content of the components in the compositions for the production of porous aggregate

Компонент	Состав, % по массе		
	1	2	3
Натриевое жидкое стекло	75	60	50
Хлористый натрий	3	2	1
Горелые породы	12	26	34
Буровой шлам	10	12	15

Таблица 7. Физико-механические показатели пористого заполнителя

Table 7. Physico-mechanical properties of the porous aggregate

Показатель	Состав		
	1	2	3
Прочность на сжатие, МПа	2,2	2,27	2,3
Насыпная плотность, кг/м³	250	280	320
Потери при 5-минутном кипячении, %	0,03	0,02	0,01
Коэффициент размягчения, %	95	96,8	97,3

тельно невысоких температурах обжига [22].

Составы (табл. 6) для производства пористого заполнителя готовили путем тщательного перемешивания всех компонентов. Получение смеси производилось в мешалке принудительного действия в следующем порядке. Сначала в мешалку загружались тонкомолотые компоненты и хлорид натрия, которые тщательно перемешивались, затем в готовую сухую смесь при включенной мешалке заливалось натриевое стекло тонкой струйкой. Перемешивание производилось до получе-

ния однородной массы в течение 5–7 мин. Подготовка гранул проводилась на тарельчатом грануляторе. Основное отличие данного способа заключается в том, что гранулы, полученные на тарельчатом грануляторе, подвергают термообработке при температуре 300–400 °С в течение 10–20 мин, а затем без предварительного нагрева обжигают при температуре 800–900 °С в течение 1–3 ч. Указанный способ позволил при относительно невысоких температурах обжига получить пористый заполнитель с высокими физико-механическими показателями.

На составы разработанных композиций, предлагаемых для получения пористого заполнителя, авторами данной статьи получен патент РФ [23]. Физико-механические показатели пористого заполнителя представлены в табл. 7.

Как показали исследования, пористые заполнители из предложенного состава имеют высокую прочность на сжатие и хороший коэффициент размягчения, малые потери при кипячении, низкую плотность и теплопроводность.

Выводы

Таким образом, анализ мирового опыта в решении проблемы энергосбережения показывает, что экономия тепловой энергии является стратегической задачей государства.

Одним из наиболее эффективных путей ее решения является сокращение потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий, сооружений, промышленного оборудования и тепловых сетей за счет использования эффективных теплоизоляционных материалов.

Отходы при нефтедобыче с повышенным содержанием органики (углерода) целесообразно использовать в качестве выгорающих добавок, а в качестве отощителя горелые породы для производства пористых заполнителей. Полученный пористый заполнитель на основе бурого шлама, горелых пород и жидкого стекла имел хорошие физико-механические показатели.

Использование нефтяного шлама и горелых пород для производства пористого заполнителя на основе жидкого стекла способствует утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды и расширению сырьевой базы для получения керамических строительных материалов.

Литература

1. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Высокопористый теплоизоляционный материал на основе жидкого стекла. Физика и химия стекла. 2017. Т. 43. №2. С. 222–230.
2. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Инновационные направления по использованию бурового шлама в производстве керамических материалов на основе межсланцевой глины – перспективное направление для "зеленой" экономики. Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 3. С. 26–31.
3. Денисов Д.Ю., Абдрахимов А.В., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Использование солевых отходов от вторичной переработки алюминийсодержащих шлаков в производстве керамических материалов. Экология и промышленность России. 2008. № 3. С. 43–45.
4. Абдрахимов В.З., Лобачев Д.А., Абдрахимова Е.С. Проблема экологического образования не способствует развитию "зеленой" экономики. Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 11. С. 54–58.

References

1. Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Vysokoporistyiy teploizolyatsionnyy material na osnove zhidkogo stekla. Fizika i khimiya stekla. 2017. T. 43. №2. S. 222–230.
2. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. Innovatsionnyye napravleniya po ispol'zovaniyu burovogo shlama v proizvodstve keramicheskikh materialov na osnove mezhslantsevoi gliny – perspektivnoye napravlenie dlya "zelenoi" ekonomiki. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2017. T. 21. № 3. S. 26–31.
3. Denisov D.Yu., Abdrakhimov A.V., Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Ispol'zovanie solevykh otkhodov ot vtorichnoi pererabotki alyuminiisoderzhashchikh shlakov v proizvodstve keramicheskikh materialov. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2008. № 3. S. 43–45.
4. Abdrakhimov V.Z., Lobachev D.A., Abdrakhimova E.S. Problema ekologicheskogo obrazovaniya ne sposobstvuet razvitiyu "zelenoi" ekonomiki. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016. T. 20. № 11. S. 54–58.

5. Лобковский С.А., Шайдурова Г.И., Зубарев С.А. Исследование технологии утилизации отходов, образующихся при производстве корпусов ракетных двигателей из полимерных композиционных материалов. Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 11. С. 10–15.
6. Кудрявцева Е.И., Макаров С.В., Макарова А.С. Управление степенью визуализации воздействия промышленных объектов на окружающую среду. Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 11. С. 44–49.
7. Харченко С.Г. Экологическая безопасность: перспективы обеспечения. Экология и промышленность России. 2014. № 3 С. 1–5.
8. Осипов Ю.Р., Воропай Л.М., Сеничев В.П. Эффективность применения ультразвуковой технологии в процессе структурообразования древесно-цементного композита. Экология и промышленность России. 2016. Т. 20. № 2. С. 4–8.
9. Максименко Ю.Л., Кучкаров З.А. Кто станет идеологом экологической промышленной политики. Экология и промышленность России. 2013. № 9. С. 1–2.
10. Максименко, Горкина И.Д., Кучкаров З.А., Кочкуров С.Н., Шумилин Д.Е., Мусатов А.А. Юридические абсурды в правовом поле и методология их устранения на примере природоохранного законодательства. Экология и промышленность России, 2017. Т. 21. № 3. С. 36–40.
11. Янин Е.И. Горючие сланцы и окружающая среда (экологические последствия добычи, переработки и использования). М., Институт минералогии, геохимии и кристаллографии, 2003. 86 с.
12. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Инновационные направления по использованию бурого шлама в производстве пористого заполнителя. Бурение и нефть. 2016. № 11. С. 54–58.
13. Пичугин Е.А. Система управления нефтесодержащими отходами с использованием экологически безопасной технологии их утилизации. Экология и промышленность России. 2014. № 11. С. 32–35.
14. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова. Углевodorody в почвах: происхождение, состав, поведение. Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209.
15. Mao D., Lookman R., Van de Weghe H., Weltens R., Vanermen G., De Brucker N., Dies L. Estimation of ecotoxicity of petroleum hydrocarbon mixtures in soil based on HPLC – GCXGC analysis. Chemosphere. 2009. V. 77. N 1. P. 1508–1513.
16. Tang J., Lu X., Sum Q., Zhu W. Aging effect of petroleum hydrocarbons in soil under different attenuation Conditions. Agriculture, Ecosystems Environment. 2012. V. 149. P. 109–117.
17. Chang W., Dyen M., Spagnuolo L., Simon P., Whyte L., Ghoshal S. Biodegradation of semi- and non-volatile petroleum hydrocarbons in aged, contaminated soils from a sub-Arctic site: Laboratory pilot-scale experiment at site temperatures. Chemosphere. 2010. V. 80. P. 319–326.
18. Pinedo J., Ibbes R., Lizen J., P.A., Irbien A. Human risk assessment of contaminated soils by oil products: total TPH content versus fraction approach. Hum Ecol. Risk Assess. Int. J. 2014. V. 20. № 5. P. 1231–1248.
19. Кудряков А.И., Свергунова Н.А., Иванов М.Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированной жидкостеклянной композиции. Томск, Издательство ТГАСУ, 2010. 204 с.
20. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К. Использование отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов на основе жидкостеклянных композиций. Актобе, Казахско-Русский Международный университет, 2016. 140 с.
21. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Рошчупкина И.Ю., Колпаков А.В. Использование отходов горючих сланцев в производстве теплоизоляционных материалов без применения природного сырья. Экология и промышленность России. 2012. Март. С. 28–31.
22. Пат. 2426710 РФ. С1 С04В 38/06, 33/132. Способ получения пористого заполнителя. Абдрахимов В.З., Семеничев В.К., Куликов В.А., Абдрахимова Е.С. Заявл. 27.04.2010. Опубл. 20.08.2011. Бюл. № 23.
23. Пат. 2614339. С1 С04В 38/00, 20/06. Композиция для производства пористого заполнителя. Абдрахимова Е.С. Заявл. 27.04.2010. Опубл. 20.08.2011. Бюл. № 23.
5. Lobkovskii S.A., Shaidurova G.I., Zubarev S.A. Issledovanie tekhnologii utilizatsii otkhodov, obrazuyushchikhsya pri proizvodstve korpusov raketnykh dvigatelei iz polimernykh kompozitsionnykh materialov. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016. T. 20. № 11. S. 10–15.
6. Kudryavtseva E.I., Makarov S.V., Makarova A.S. Upravlenie stepen'yu vizualizatsii vozdeistviya promyshlennykh ob'ektov na okruzhayushchuyu sredu. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016. T. 20. № 11. S. 44–49.
7. Kharchenko S.G. Ekologicheskaya bezopasnost': perspektivy obespecheniya. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2014. № 3 S. 1–5.
8. Osipov Yu.R., Voropai L.M., Senichev V.P. Effektivnost' primenyaya ul'trazvukovoi tekhnologii v protsesse strukturoobrazovaniya drevесno-tsementnogo kompozita. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016. T. 20. № 2. S. 4–8.
9. Maksimenko Yu.L., Kuchkarov Z.A. Kto stanet ideologom ekologicheskoi promyshlennoi politiki. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2013. № 9. S. 1–2.
10. Maksimenko, Gorkina I.D., Kuchkarov Z.A., Kochkurov S.N., Shumilin D.E., Musatov A.A. Yuridicheskie absurdy v pravovom pole i metodologiya ikh ustraneniya na primere prirodookhrannogo zakonodatel'stva. Ekologiya i promyshlennost' Rossii, 2017. T. 21. № 3. S. 36–40.
11. Yanin E.I. Goryuchie slantsy i okruzhayushchaya sreda (ekologicheskie posledstviya dobychi, pererabotki i ispol'zovaniya). M., Institut mineralogii, geokhimii i kristallografi, 2003. 86 s.
12. Abdrakhimova E.S., Abdrakhimov V.Z. Innovatsionnye napravleniya po ispol'zovaniyu burogo shlama v proizvodstve poristogo zapolnitelya. Burenie i neft'. 2016. № 11. S. 54–58.
13. Pichugin E.A. Sistema upravleniya neftesoderzhashchimi otkhodami s ispol'zovaniem ekologicheskoi bezopasnoi tekhnologii ikh utilizatsii. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2014. № 11. S. 32–35.
14. Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I., Tsibart A.S., Smirnova. Uglevodorody v pochvakh: proiskhozhdenie, sostav, povedenie. Pochvovedenie. 2015. № 10. S. 1195–1209.
15. Mao D., Lookman R., Van de Weghe H., Weltens R., Vanermen G., De Brucker N., Dies L. Estimation of ecotoxicity of petroleum hydrocarbon mixtures in soil based on HPLC – GCXGC analysis. Chemosphere. 2009. V. 77. N 1. P. 1508–1513.
16. Tang J., Lu X., Sum Q., Zhu W. Aging effect of petroleum hydrocarbons in soil under different attenuation Conditions. Agriculture, Ecosystems Environment. 2012. V. 149. P. 109–117.
17. Chang W., Dyen M., Spagnuolo L., Simon P., Whyte L., Ghoshal S. Biodegradation of semi- and non-volatile petroleum hydrocarbons in aged, contaminated soils from a sub-Arctic site: Laboratory pilot-scale experiment at site temperatures. Chemosphere. 2010. V. 80. P. 319–326.
18. Pinedo J., Ibbes R., Lizen J., P.A., Irbien A. Human risk assessment of contaminated soils by oil products: total TPH content versus fraction approach. Hum Ecol. Risk Assess. Int. J. 2014. V. 20. № 5. P. 1231–1248.
19. Kudryakov A.I., Svergunova N.A., Ivanov M.Yu. Zernisty teploizolyatsionny material na osnove modifitsirovannoi zhidkostekol'noi kompozitsii. Tomsk, Izdatel'stvo TGASU, 2010. 204 s.
20. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. Ispol'zovanie otkhodov toplivno-energeticheskogo kompleksa v proizvodstve teploizolyatsionnykh materialov na osnove zhidkostekol'nykh kompozitsii. Aktobe, Kazakhsko-Russkii Mezhdunarodnyi universitet, 2016. 140 s.
21. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S., Roshchupkina I.Yu., Kolpakov A.V. Ispol'zovanie otkhodov goryuchikh slantsev v proizvodstve teploizolyatsionnykh materialov bez primeniya prirodnogo syr'ya. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2012. Mart. S. 28–31.
22. Pat. 2426710 RF. S1 S04V 38/06, 33/132. Sposob polucheniya poristogo zapolnitelya. Abdrakhimov V.Z., Semenychev V.K., Kulikov V.A., Abdrakhimova E.S. Zayavl. 27.04.2010. Opubl. 20.08.2011. Byul. № 23.
23. Pat. 2614339. S1 S04V 38/00, 20/06. Kompozitsiya dlya proizvodstva poristogo zapolnitelya. Abdrakhimova E.S. Zayavl. 27.04.2010. Opubl. 20.08.2011. Byul. № 23.

А.К. Кайракбаев – канд. физ.-мат. наук, профессор, ТОО "Технопарк Zerek" учреждения Актюбинский университет им. С. Баишева, Республика Казахстан, г. Актобе, ул. Бр. Жубановых 302а, e-mail: kairak@mail.ru • Е.С. Абдрахимова – канд. техн. наук, доцент, Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева, 443086 Россия, г. Самара, ул. Московское шоссе 34, e-mail: 3375892@mail.ru • В.З. Абдрахимов – д-р техн. наук, профессор, Самарский государственный экономический университет, 443090 Россия, г. Самара, ул. Советской Армии 141, e-mail: 3375892@mail.ru

А.К. Kairakbaev – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Technopark Zerek of Aktobe University named after S. Baishiev, Republic of Kazakhstan, Aktobe, Zhubanov Brothers Str. 302a, e-mail: kairak@mail.ru • E.S. Abdrakhimova – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Samara State Aerospace University, 443086 Russia, Samara, Moscovskoe sh. 34, e-mail: 3375892@mail.ru • V.Z. Abdrakhimov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Samara State University of Economics, 443090 Russia, Samara, ul. Sovetskoi Armii 141, e-mail: 3375892@mail.ru