

## СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ЭКОСИСТЕМАМ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕГКОВЕСНОГО КИРПИЧА

© 2018 А.В. Колпаков, В.З. Абдрахимов

Самарский государственный экономический университет, Самара (Россия)

Поступила 21.02.2018

Топливо-электроэнергетический комплекс является одним из основных «загрязнителей» окружающей природной среды. Это выбросы в атмосферу (48% всех выбросов в атмосферу), сбросы сточных вод (36% всех сбросов), а также образование твердых отходов (30% всех твердых загрязнителей). Одним из наиболее перспективных направлений по использованию отходов производств является - вовлечение их во вторичный оборот в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов. За счет вовлечения промышленных отходов возможно кардинально изменить параметры сырьевой базы России. Использование техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалах способствует также снижению экологической напряженности в регионах.

*Ключевые слова:* отходы топливно-энергетического комплекса, теплоизоляционный материал, охрана окружающей среды.

**Kolpakov A.V., Abdrakhimov V.Z. Reduction of ecological damage to ecosystems due to the use of waste fuel and energy complex in the production of lightweight bricks.** - The fuel and electric power complex is one of the main "pollutants" of the environment. These are emissions into the atmosphere (48% of all emissions into the atmosphere), discharges of wastewater (36% of all discharges), and solid waste (30% of all solid pollutants). One of the most promising areas for the use of waste production is the involvement of them in the secondary turnover as secondary material or energy resources. Due to the involvement of industrial waste, it is possible to radically change the parameters of the raw material base of Russia. The use of man-made raw materials in the production of thermal insulation materials also helps to reduce environmental stress in the regions.

*Key words:* fuel and energy complex waste, heat-insulating material, environmental protection.

### ВВЕДЕНИЕ

Многими учеными мира установлено (данные различных ученых практически совпадают), что в начале 21 века на каждого жителя планеты добывается порядка до 20 т/год минерального сырья, но при этом менее 10 % сырьевых компонентов превращаются в продукцию, а остальные 90 % переходят в отходы, которые представляют большую опасность для природной экосистемы Земли. Многие из токсичных

элементов в природных условиях находятся в малорастворимой форме или защищены от контакта с окружающей средой, но в процессе переработки такого сырья эти токсичные элементы переходят в растворимую легко усвояемую форму и представляют собой большую опасность для всего живого (Абдрахимов, 2009, 2010, 2015).

Из-за хищнического обращения с природой в настоящее время в ней обнаружилось существенные негативные, часто необратимые сдвиги, поэтому человечеству следует понять, что под действием антропогенных факторов природная ситуация катастрофически быстро меняется. Самое главное человечеству в настоя-

---

*Колпаков Александр Викторович*, старший преподаватель, roland.alex@mail.ru; *Абдрахимов Владимир Закирович*, доктор технических наук, профессор, 3375892@mail.ru

щее время нужно осознать себя активной частью Природы, единство с ней, понять себя и свое место в мире живого (Абдрахимов, 2009, 2010, 2015).

Практически человечество в начале 21 века уже вышло за пределы возможности планеты, поэтому у общественности всего мира вызывает тревогу современное состояние окружающей среды.

С одной стороны, человек – биологический объект, входящий в общую систему круговорота и связанный со средой сложной системой трофических и энергетических взаимодействий и адаптации. В этой системе связей человек как вид занимает нишу гетеротрофного консумента – полифага (крайняя степень развития полифагии – всеядность) с аэробным типом обмена (наличие кислорода для человека является жизненно необходимым условием).

С другой стороны, человечество представляет собой высокоразвитую социальную систему, которая предъявляет к среде широкий круг небиологических требований, вызванных техническими, бытовыми, культурными потребностями и прогрессивно возрастающих по мере развития науки, техники и культуры. В результате масштабы использования естественных (и прежде всего, биологических) ресурсов существенно превышают чисто биологические потребности человека. В связи с этим возникает ситуация переэксплуатации биологических ресурсов, нарушаются естественные трофические связи, возрастает доля органического вещества, не возвращаемого в биологический круговорот.

Под воздействием антропогенных факторов происходит смена биогеоценозов, которые связаны с появлением:

- а) генетических изменений в организмах растений и животных;
- б) концентрации рассеянной энергии в виде теплового загрязнения;
- в) накопления в биосфере газообразной, жидкой и твердой форм химикатов, пестицидов, тяжелых металлов, радиоактивных веществ;

Смена биогеоценозов под воздействием антропогенного фактора самая быстрая. Она происходит за несколько лет, а еще чаще скачком. К таким скачкообразным сменам относятся вырубка лесов, распашка земель с созданием агроценозов, строительство водохранилищ, когда сухопутные экосистемы превращаются в водные.

В настоящее время действующая система экологического регулирования в России оторвалась от реального контекста, в котором должна существовать.

## ОТХОДЫ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Топливо-электроэнергетический комплекс является одним из основных «загрязнителей» окружающей природной среды. Это выбросы в атмосферу (48% всех выбросов в атмосферу), сбросы сточных вод (36% всех сбросов), а также образование твердых отходов (30% всех твердых загрязнителей) (Абдрахимов, Абдрахимова, 2016, 2017).

К отходам топливно-энергетической промышленности относятся продукты, получаемые в виде отходов при добыче, обогащении и сжигании твердого топлива (Абдрахимов, Абдрахимова, 2016 а,б, 2017). Эту группу отходов разделяют по источнику образования, виду топлива, числу пластичности минеральной части отходов, содержанию горючей части, зерновому составу, химико-минералогическому составу, степени плавкости, интервалу размягчения, степени вспучиваемое и т.д.

Длительное хранение отходов теплоэнергетики в золоотвалах способствуют вредным веществам и ионам тяжелых металлов попаданию в воду и почву. По оценкам авторов работы (Марков и др., 2015) антропогенная составляющая формирования качества поверхности вод уже соизмерима с природной составляющей, что представляет угрозу устойчивому водопользованию. Совершенно очевидно, что нужно снижать антропогенную нагрузку посредством внедрения региональных нормативов, изменения платы за загрязнения водных объектов и использование отходов энергетики в производстве строительных материалов.

Зола, получающаяся после сжигания жидкого и особенно твердого топлива, является многотоннажным отходом энергетики и требует обязательной утилизации. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2-4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

В выбросах отходов топливно-энергетического комплекса содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа – 400 млн. доз, магния – 1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем.

Независимо от причин, загрязнение воды приносит существенный вред. При попадании загрязнителя в живой организм срабатывает защитная реакция. Определенные токсины обезвреживаются иммунитетом, но во многих случаях он не справляется. Требуется лечение и принятие кардинальных мер. В зависимости от источников загрязнения ученые определяют такие показатели отравления

**Генотоксичность.** Воздействие тяжелых металлов и других опасных микроэлементов способны изменить или повредить структуру ДНК. В развитии организма наблюдаются серьезные проблемы, развиваются различные заболевания.

**Канцерогенность.** Онкологические проблемы часто связаны с качеством воды, которую мы потребляем. Опасность заключается в возможности перерождения клеток в раковые.

**Нейротоксичность.** Химические элементы способны влиять на нервную систему. Загрязнения вод мирового океана тяжелыми металлами приводит к непредвиденным случаям. Все слышали о выбросе китов из воды. Поведение животных становится неадекватным. В некоторых случаях они даже начинают пожирать тех, кто раньше мирно с ними сосуществовал.

**Нарушенный энергообмен.** Загрязнители, воздействуя на митохондрии, приводят к тому, что энергия в организме просто перестает вырабатываться. Организм перестает действовать, и даже наступает смерть.

**Репродуктивная недостаточность.** Если при загрязнении водоема гибель живых организмов не всегда вероятна, то нарушение репродуктивных способностей наступает в 100% случаев. Бывает так, что для того, чтобы наладить генетическую проблему, приходится искусственно обновлять водную среду.

Заболевания, вызванные грязной водой, загрязнение воды приводят к распространению самых тяжелых заболеваний. Именно с этой жидкостью в организм могут попасть различные возбудители и патогенные организмы, уносящие сотни тысяч жизней. Самые распространенные заболевания, которые приносит грязная вода, это холера, тиф, лямблиоз, энтеровирус, амебиаз, шистосомоз, психические аномалии, гастрит, врожденные уродства, ожоги слизистых, онкология, нарушения репродуктивных функций.

Уровень утилизации отходов топливно-энергетического комплекса в России составляет около 4-5 %; в ряде развитых стран – около 50, во Франции и Германии – 70, а в Финляндии – около 90 % их текущего выхода. В этих стра-

нах проводится государственная политика, стимулирующая их использования.

Комплексный подход к глубокой переработке вторичного сырья в США, Японии, Германии позволил создать экологически чистые технологии, произвести структурную перестройку ряда отраслей промышленности, а для России это пока дело будущего.

Одним из наиболее перспективных направлений по использованию отходов производств является – вовлечение их во вторичный оборот в качестве вторичных материальных или энергетических ресурсов (Абдрахимов и др., 2015, 2016, Abdrakhimov, Abdrakhimova, 2015). За счет вовлечения промышленных отходов, возможно, кардинально изменить параметры сырьевой базы России. Использование техногенного сырья в производстве теплоизоляционных материалов способствует также снижению экологической напряженности в регионах (Абдрахимов и др., 2015, 2016, Abdrakhimov, Abdrakhimova, 2015).

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Легковесный кирпич и пористый материал относятся к классу керамических теплоизоляционных материалов. Одной из актуальных задач промышленности теплоизоляционных композиционных 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, не смотря на то, что там во многих странах климат гораздо мягче.

Изменение нормативов по теплотехническим параметрам к ограждающим конструкциям способствует повышенному спросу на теплоизоляционные материалы. Применение теплоизоляционных материалов позволяет снизить толщину, массу стен и других ограждающих конструкций, что влечет за собой соответственно снижение общей стоимости строительства. Кроме того, сокращение потерь тепла в отапливаемых зданиях значительно уменьшает расход топлива, что особенно актуально в настоящее время.

Для получения теплоизоляционных материалов в керамические массы вводят выгорающие добавки, которые при низких температурах ведут себя аналогично отощающим добавкам (снижают сроки сушки), а при высоких температурах способствуют обжигу керамических изделий, снижают расход топлива, повышают пористость и уменьшают вес готовых изделий. К группе выгорающих добавок относятся раз-

личные виды твердого топлива, в частности антрацит, коксовая мелочь и др. (Абдрахимов, 2009, 2010, 2015). Их могут вводить в состав шихты до 8-10% по объему, т.е. 50-80% от общей потребности топлива на обжиг изделий. При наличии теплотворной способности в отходах топливно-энергетического комплекса более 2000 ккал/кг положительный эффект (марка кирпича не менее 100) достигается добавкой в шихту до 30-50% отходов энергетики.

Цель настоящей работы: утилизация промышленных отходов и охрана окружающей среды путем получения на основе: а) межсланцевой глины и сланцевой золы теплоизоляционный материал (легковесный кирпич) без применения природных традиционных материалов.

### СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Таблица 1.** Оксидный химический состав компонентов

Компонент	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	П.п.п.
1. Межсланцевая глина	45-47	13-14	5-6	11-13	2-3	3-4	9-20
2. Сланцевая зола	31-34	10-11	7,5-10	20-23	2-2,5	2-3	19-24

Примечание: п.п.п. – потери при прокаливании; R<sub>2</sub>O=K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O

**Таблица 2.** Поэлементный анализ компонентов

Компонент	Элементы									
	C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	S	K	Ca	Fe
1. Межсланцевая глина	5,73	51,06	0,46	1,04	7,20	18,66	1,83	1,75	10,53	3,35
2. Сланцевая зола	7,44	47,38	0,81	0,93	5,65	16,9	1,58	1,53	12,2	5,58

**Таблица 3.** Фракционный состав компонентов

Компонент	Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
	>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,0001
1. Межсланцевая глина	5	7	12	14	62
2. Сланцевая зола	4,54	12,61	33,48	32,49	16,88

**Таблица 4.** Технологические показатели компонентов

Компонент	Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
		начало деформации	размягчение	жидкоплавкое состояние
1. Межсланцевая глина	1100	1260	1290	1320
2. Сланцевая зола	2200	1300	1340	1380

**Сланцевая зола.** Сланцевая зола является отходом горючих сланцев. На территории России наиболее мощными месторождениями высококачественного горючего сланца являются месторождения: Ленинградское, Яренское и Айювинское (Республика Коми), Кашпирское под Сызранью (Самарская область), Озинское в

**Межсланцевая глина.** Для получения теплоизоляционного композиционного материала в качестве глинистого компонента использовалась межсланцевая глина Abdrakhimov, Abdrakhimova, 2015, Abdrakhimov, Abdrakhimova, 2015, Абдрахимов и др., 2016). Межсланцевая глина, образуется при добыче горючих сланцев на сланцеперерабатывающих заводах (на шахтах). Межсланцевая глина является отходом горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая глина относится к высокопластичному глинистому сырью (число пластичности 27-32) с истинной плотностью 2,55-2,62 г/см<sup>3</sup>. Химические составы: оксидного и поэлементного межсланцевой глины представлены в табл. 1 и 2, фракционный состав в табл. 3, а технологические свойства в табл. 4.

Глинистые минералы в межсланцевой глине в основном представлены монтмориллонитом с примесью гидрослюда.

Саратовской области и Общесыртовское в Оренбургской области.

Исследуемая сланцевая зола является отходом Сызранской ТЭС, которая использовала сланец с шахт Кашпировского рудника. Минеральный остаток от сжигания горючих сланцев – сланцевая зола (в терминологии российского

стандарта ГОСТ 31108-2003 и европейского стандарта EN 197-1 «обожженный сланец») представляет собой вторичный продукт – отход, получающийся на тепловых электростанциях, использующих диспергированный горючий сланец в качестве технологического топлива. Химические составы: оксидного и поэлементного сланцевой золы представлены в табл. 1 и 2, фракционный состав в табл. 3, а технологические свойства в табл. 4.

### КЕРАМИЧЕСКАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО КИРПИЧА

Нами впервые был получен легковесный кирпич на основе межсланцевой глины и сланцевой золы без применения природных традиционных материалов, что подтверждается па-

тентом РФ (Патент..., 2015): «Керамическая композиция для изготовления легковесного кирпича, включающая межсланцевую глину и сланцевую золу при следующем соотношении компонентов, мас. %: межсланцевая глина – 50-70, сланцевая зола – 30-50».

Полученные легковесные кирпичи имели следующие физико-механические показатели: плотность – 1180-1245 кг/м<sup>3</sup>; теплопроводность 0,234-0,258 Вт/(м·°С), прочность кирпича соответствовала марком более М100. Исследования показали, что при наличии теплотворной способности в сланцевой золе более 2000 ккал/кг положительный эффект (марка кирпича не менее 100, теплопроводность менее 0,25 Вт/(м·°С)) достигается добавкой в шихту 50% золы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Абдрахимов В.З.** Вопросы экологии и утилизации техногенных отложений в производстве керамических композиционных материалов. Самара: Самарская академия государственного и муниципального управления, 2010. 160 с.

**Абдрахимов В.З.** Экологические и технологические принципы использования золошлакового материала и карбонатного шлама для производства высокомарочного кирпича в Самарской области. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. 164 с.

**Абдрахимов В.З.** Концепция современного естествознания. Самара: Самарский государственный экономический университет, 2015. 340 с.

**Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С.** Исследование методом ЯКГ-спектроскопии оксидов железа в керамическом кирпиче на основе межсланцевой глины и железосодержащего шлама ТЭЦ // Перспективные материалы. 2017 № 10. С. 69-75.

**Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д.** Исследование теплопроводности легковесных материалов из отходов топливно-энергетического комплекса без применения природных традиционных материалов // Уголь. 2016 а. № 4. С. 72-75.

**Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С.** Влияние отходов углеобогащения на пористость теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины // Техника и технология силикатов. 2016 б. №1. С. 24-30.

**Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С.** Перспективное использование отходов углеобогаще-

ния в производстве теплоизоляционного материала без применения природных традиционных материалов // Перспективные материалы. 2017. № 3. С. 69-78.

**Маркова И.Ю., Строкова В.В., Дмитриева Т.В.** Влияние зол-уноса на вязкоупругие характеристики дорожного битума // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 28-32.

**Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З., Кайракбаев А.К.** Инновационные направления по использованию отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов. Актобе: Казахско-Русский Международный университет, 2015. 276 с.

**Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S.** Study of Phase Composition of Ceramic Materials Based on Nonferrous Metallurgy Chemical, and Petrochemical Industry Aluminum-Containing Waste // Refractories and Industrial Ceramics: Volume 56, Issue 5 (2015), P. 5-10.

**Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К.** Использование отходов топливно-энергетического комплекса в производстве теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольных композиций. Актобе: Казахско-Русский Международный университет, 2016. 140 с.

Патент №2555170 RU C2 04 В 33/132. Керамическая композиция для изготовления легковесного кирпича. Авторы: Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Заявка 2014112140/03. Дата подачи 28.03.2014. Опубл. 10.07.2015. Бюл. №19. Патентообладатель: Самарский государственный экономический университет.