ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 502.504; 338.2; 628.54

DOI: 10.22227/1997-0935.2019.6.756-773

Организационно-экономические и правовые аспекты создания и развития производственно-технических комплексов по переработке золошлаковых отходов в строительную и иную продукцию

И.С. Кожуховский¹, Е.Г. Величко², Ю.К. Целыковский³, Э.С. Цховребов⁴

¹ Российское энергетическое агентство (РЭА), 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д. 40, стр. 1;

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26;

³ Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт (ОАО «ВТИ»), 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14;

⁴ Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»), 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42

АННОТАЦИЯ

Введение. Дана всесторонняя оценка вариантов решения одной из актуальных отечественных экологических и экономических проблем обращения многотоннажных промышленных отходов: загрязнения окружающей среды в результате растущих объемов образования золошлаковых отходов (ЗШО), эксплуатации экологически опасных объектов — золошлакоотвалов, низкого уровня вовлечения обработанных ЗШО в качестве ценного вторичного ресурса в хозяйственный оборот.

Материалы и методы. Проанализированы отечественные и зарубежные опубликованные материалы по проблемам обращения с ЗШО, методам и технологиям использования вторичных ресурсов из обработанных ЗШО для выпуска строительной и иной продукции, производства работ. В качестве метода исследования выбран системный анализ подходов, методов, путей решения поставленной в исследовании научной проблемы.

Результаты. Сформированы приоритетные направления обращения с ЗШО как с полезным вторичным сырьем в целях максимально технически возможного, экологически допустимого и экономически целесообразного вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот. Предложены научно-методические подходы к созданию организационно-правового, экономического механизма регулирования обращения с ЗШО. Сформулированы понятия: «золошлаковое сырье», «золошлаковые материалы», «обработка золошлаковых отходов». Рекомендован комплект необходимых для разработки документов по стандартизации и методических материалов в рассматриваемой сфере. Определены меры государственной поддержки, регулирования и экономического стимулирования деятельности по переработке ЗШО в сырье и материалы и их полезного использования в качестве востребованного товара для современных нужд отраслей и секторов экономики.

Выводы. Научная новизна исследования заключается в предложенном авторами научном подходе к формированию основополагающих стратегических научно-методических принципов обращения с ЗШО как с ценным вторичным сырьем в рамках экономических правоотношений, практических решений по эффективному оптимальному разрешению поставленной актуальной эколого-экономической проблемы в масштабах Российской Федерации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: золошлаковые отходы, объекты теплоэнергетики, экологическая безопасность, ресурсосбережение, управление и регулирование в сфере обращения с отходами, вторичные ресурсы, производственно-технические комплексы, золошлаковое сырье и материалы, жизненный цикл объектов теплоэнергетики

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кожуховский И.С., Величко Е.Г., Целыковский Ю.К., Цховребов Э.С. Организационно-экономические и правовые аспекты создания и развития производственно-технических комплексов по переработке золошлаковых отходов в строительную и иную продукцию // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 6. С. 756–773. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.6.756-773

Organizational, economic and legal aspects of creating and developing technological complexes on recycling ash and slag waste in construction and other products

Igor S. Kozhukhovskiy¹, Evgeny G. Velichko², Yury C. Tselykovskiy³,
Eduard S. Tshovrebov⁴

¹ Russian Energy Agency (REA), building 1, 40 Schepkina st., Moscow, 129110, Russian Federation;

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),

26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation;

³ All-Russia Thermal Engineering Institute (VTI), 14 Avtozavodskaya st., Moscow, 115280, Russian Federation;

⁴ Research Institute Environmental Industrial Policy Centre (EIPC),

42 Olympic avenue, Mytishchi, 141018, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The study gives a comprehensive estimation of alternate solutions of an actual significant domestic ecological and economic problem of handling large-tonnage industrial waste: environmental contamination as a result of growing volumes of ash and slag waste (ASW), usage of ecologically dangerous objects (dumps of ashes and slag), low level of involving processed ASW as a valuable secondary resource in economic circulation.

Materials and methods. The domestic and foreign publications on the problems of ASW handling, on methods and technologies of using secondary resources from the recycled ASW for production of various construction and other goods, on manufacturing organisation were analysed. The system analysis of approaches, methods and ways of the solution of the scientific problem put in the study is chosen as a research method.

Results. Priority areas of the handling ASW as useful secondary raw materials with the view of as much as technically possible, ecologically admissible and economically expedient involvement of such waste in economic circulation were generated. Methodological approaches to creation of the organisational, legal and economic mechanism of regulating the ASW handling were suggested. The following concepts were formulated: “raw materials from ashes and slag”, “from ashes and slag”, “recycling of ash and slag waste”. A set of standardization documents and methodical materials necessary for development in the considered sphere is recommended. Measures of the state support, regulation and economic incentives on the ASW recycling into raw and materials and their efficient usage as the needed goods for modern demands of industrial branches and economy sectors.

Conclusions. The scientific research novelty consists in offered by the authors the scientific approach to formation of fundamental strategic methodological principles of the handling ASW as valuable secondary raw materials in the scope of economic legal relations, practical solutions on the effective optimal resolution of the assigned actual ecological and economic problem on the Russian Federation national scale.

KEYWORDS: ash and slag waste, heat and power engineering facilities, ecological safety, resource-saving, management and regulation in waste handling, secondary resources, technological complexes, raw materials from ash and slag waste, life cycle of heat and power engineering facilities

FOR CITATION: Kozhukhovskiy I.S., Velichko E.G., Tselykovskiy Y.C., Tshovrebov E.S. Organizational, economic and legal aspects of creating and developing technological complexes on recycling ash and slag waste in construction and other products. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2019; 14(6):756-773. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.6.756-773

ВВЕДЕНИЕ

В России на 172-х угольных теплоэлектростанциях (ТЭС) ежегодно сжигается более 123 млн т твердого топлива с образованием конечных продуктов — опасных отходов золы и шлака, складываемых на открытых для природных воздействий золошлакоотвалах. Означенные экологически опасные объекты, в том числе, оказавшиеся по мере урбанизации территорий в районах жилой застройки,

в силу процессов пыления и фильтрации под влиянием природных явлений (ветра, дождя, снеготаяния), являются источником повышенной опасности для здоровья населения, растительного и животного мира, атмосферного воздуха, почв, водных ресурсов [1–3]. Проблема значительного количества золошлакоотвалов с накопленными и ежегодно образующимися промышленными отходами, занимающими более 28 тыс. га земель страны, затрагивает одновременно и экологическую, и экономическую

безопасность России. По состоянию на начало 2017 г. количество накопленных золошлаковых отходов (ЗШО) в России превышало 1,5 млрд т, а, с учетом ежегодного образования ЗШО в пределах 22–23 млн т, к 2030 г. этот показатель может превысить 2 млрд т. По различным экспертным оценкам, инвестиции в строительство одного золошлакоотвала с выполнением всех действующих требований составляют ориентировочно от 2–4 до 10 млрд руб., при этом затраты на содержание 1 т ЗШО достигают порядка 5–7 % от себестоимости производства тепловой и электрической энергии [4–7].

Актуальные проблемы переработки ЗШО периодически поднимаются как на общегосударственном уровне, так и на ведомственном, корпоративном.

В 2015 г. на Международной конференции в рамках форума «АтомЭко» принята «дорожная карта» по решению проблем утилизации ЗШО угольных ТЭС в России и намечены меры по дальнейшему ее применению на практике. В принятом документе обобщены результаты проведенных ранее конференций НИУ «МЭИ» (2014 г.) и ЗАО «Иркутскзолопродукт» (2015 г.), мнения экспертного сообщества, внесены ряд дополнений по совершенствованию государственной политики, механизма правового и экономического регулирования, информационного обеспечения. Основные предложения, прозвучавшие на конференции, включали следующие позиции:

- формирование механизма общедоступного информационного обеспечения об обрабатываемых золошлаковых материалах и сырье;
- совершенствование законодательства для выработки комплексного подхода к регулированию обращения, в том числе исключение вовлекаемых в использование золошлаковых материалов из категории отходов, признание данного предмета правового регулирования побочным продуктом либо вторичным сырьем;
- создание механизмов экономического стимулирования вовлечения ЗШО в хозяйственный оборот, финансовой поддержки инвестиций энергетиков в проекты повышения экологической безопасности на основе анализа технической политики отрасли и генерирующих компаний в области проектирования строительства (реконструкции) ТЭС с целью их ориентации на максимальное использование попутных продуктов сжигания угля.

В феврале текущего года Комитетом по энергетике Государственной думы проведен круглый стол на тему «Законодательное регулирование использования золошлаковых отходов угольных ТЭС». В ходе мероприятия отмечено: несмотря на то, что связанная и с экономикой, и с экологией, актуальная проблема утилизации и полезного использования

ЗШО обсуждается как минимум 20 лет, она продолжает оставаться одной из острых в энергетическом комплексе. При этом ситуация с использованием ЗШО практически не улучшается: их использование находится на крайне низком уровне — менее 2,5 млн т в год или не более 10 % от их годового выхода.

В рамках обсуждений указано, что лишь в ряде регионов: Иркутской, Кемеровской, Новосибирской областях, имеются практические успехи по эффективной утилизации ЗШО и их использованию в качестве вторичного сырья и материалов в процессе гражданского, промышленного, дорожного строительства, при изготовлении строительной продукции.

Участники выразили единодушное мнение, что правовое обеспечение повышения полезного использования таких отходов должно охватывать не только ответственность энергокомпаний за эффективность утилизации и сокращение объемов накопления, но и меры по созданию условий гарантированного рынка сбыта, стимулированию производителей ЗШО к расширению их использования, разработке современных стандартов и научно-технической документации (НТД).

По мнению авторов статьи, сложившаяся по ряду причин в России ситуация с переработкой ЗШО не отражает мировые тенденции в сфере обращения данных отходов, основывающихся на применении глобального принципа 3R (предотвращение образования, повторное использование, переработка во вторичные ресурсы) [8–11]. Исходя из учета мирового и отечественного опыта научных исследований и достигнутых практических разработок, золы и шлаки ТЭС при эффективном их использовании представляют немалый резерв экономии природных ресурсов, источник расширения сырьевых ресурсов различных отраслей экономики [12–17].

В мировом сообществе для объединения усилий по решению означенной проблемы в 1980 г. основана Европейская ассоциация по утилизации продуктов горения угля — ECOBA (Coal Combustion Products), объединяющая 28 энергетических компаний из 15 европейских стран, перерабатывающих порядка 88 % ЗШО. Введение общих для стран ЕС политических директив, регулирующих выбросы угольной промышленности, включая международные стандарты: LCPD, IED, привело к значительному росту количества перерабатываемых ЗШО. В 2010 г. страны Тихоокеанского региона (Китай, Индонезия, Австралия) основали Азиатскую ассоциацию угольной золы (Asian Coal Ash Association). В результате этих усилий, за последние годы, в Китае, Германии, США объем переработки от общего количества образованных ЗШО достиг более 75 %; в Великобритании, Индии, Франции — не менее

50 %. В Скандинавских странах уровень утилизации этих отходов доведен практически до 100 % [5, 16–21]. Законодательством Индии и Китая регламентировано обязательное использование до 25 % ЗШО при производстве кирпича, блоков и плитки на предприятиях, расположенных в радиусе от 25 до 100 км от ТЭЦ, а также применение золы в качестве основного материала при сооружении насыпей во всех дорожных работах с введением штрафных санкций за неиспользование ЗШО для этих целей. Финансовые поступления от штрафных санкций направляются на развитие производств, использующих обработанные ЗШО для выпуска продукции или применения в строительных, дорожных, иных работах. В качестве экономических рычагов стимулирования таких производств в Европе юридически закреплена плата перерабатывающим предприятиям за вывоз ЗШО с золошлакоотвала ТЭС [5, 7]. В результате ряд хозяйствующих субъектов в перечисленных странах, эксплуатирующих ТЭС, организовав на своей территории непрерывную переработку ЗШО в товарную продукцию, вообще функционируют без золошлакоотвалов.

Причины крайне неудовлетворительного состояния дел с полезным использованием золошлакового сырья и материалов в нашей стране, вопреки мировым тенденциям и накопленному научно-практическому опыту решения актуальной проблемы, наличие отечественных разработанных и внедренных перспективных наилучших доступных технологий в области переработки ЗШО, а также возможные пути и механизмы эффективной реализации переработки ЗШО явились предметом исследования в настоящей статье.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведенный анализ материалов, включая, опубликованные отечественные, зарубежные разработки, правовые акты, рекомендации в сфере обращения с ЗШО, с учетом поставленной проблемы, определили методы научного исследования в виде системного анализа способов решения проблемы обработки и утилизации ЗШО.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представленные исследования стали частью научно-исследовательской работы, проведенной авторами с участием ученых научно-образовательных учреждений, в том числе МГСУ, в рамках разработки проекта «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г.», утвержденной в январе 2018 г. распоря-

жением Правительства РФ (далее — Стратегия), а также НИР «Прогноз научно-технологического развития отрасли по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов производства и потребления», выполненной ФГАУ «НИИ «ЦЭПП» в 2017 г. по заказу Минпромторга России.

В процессе работы также были приняты во внимание основные практические направления реализации переработки ЗШО, опубликованные учеными ФГАУ «НИИ «ЦЭПП» Л.Я. Шубовым, К.Д. Скобелевым, И.Г. Доронкиной и др. при выполнении в 2018 г. НИР по данной тематике [1].

В развитие теоретических положений и результатов означенных научных исследований авторами статьи сделан акцент на организационно-правовые и технико-экономические составляющие в качестве механизма разрешения поставленной актуальной научной проблемы. По результатам системного анализа сложившейся ситуации по обращению с ЗШО, систематизированные авторами основные причины низкого уровня использования ЗШО в качестве востребованных вторичных ресурсов представлены в табл. 1.

Как показал сопоставительный анализ отечественных и зарубежных литературных источников, нормативно-правовых документов, общепринятого понятийного аппарата ЗШО, их классификации, закреплённой в законодательных актах, стандартах, иной НТД не существует ни в виде опасных отходов, ни в качестве вторичных материальных ресурсов. В предлагаемых рядом авторов слабо коррелируемых между собой классификациях данных отходов учитываются, в основном, лишь физико-химические аспекты, минеральный и гранулометрический состав, в ряде случаев — источники образования [22–28].

Авторами статьи предлагается несколько иной научно-методический подход, не отрицающий результаты выполненных научных разработок в рассматриваемой сфере, а наоборот, расширяющий научные познания и открывающий новые научно-исследовательские направления в процессе совершенствования законодательства, управления, регулирования, контроля и мониторинга, а также стандартизации, экономического стимулирования, внедрения наиболее перспективных доступных технологий в области использования ЗШО в качестве востребованных вторичных ресурсов с учетом основных направлений социально-экономического, промышленно-технологического и научно-технического развития нашей страны.

Основными взаимосвязанными между собой составляющими научно-методического подхода, который можно рассматривать в качестве механизма реализации формирования комплексной системы

Табл. 1. Причины низкого уровня использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов и вовлечения в хозяйственный оборот**Table 1.** Low-level causes of ASW usage as secondary resources and involvement in economic circulation

Группа / Group	Причины низкого уровня использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов / Low-level causes of ASW usage as secondary resources
Нормативно-правовые / Normative and jural	<p>Отсутствие законодательно закреплённого общепринятого понятийного аппарата в области обращения вторичных ресурсов;</p> <p>Отсутствие правового механизма перевода ЗШО во вторичное сырьё;</p> <p>Нечеткая система регламентации ответственности и обязанности собственников территорий по ликвидации золошлакоотвалов ТЭС, организации переработки ЗШО;</p> <p>Отсутствие полного пакета документов по стандартизации по всем сферам обращения и регулирования использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов при производстве продукции, выполнении работ;</p> <p>Отсутствие регламентации в предпроектной и проектной документации на проведение различных строительных и иных работ требований и нормативов по использованию Обработанных ЗШО до уровня вторичного сырья и материалов в качестве замены традиционных природных ресурсов;</p> <p>Необходимость (на основании требований СНиП и СП) подтверждения возможности использования золошлаковых материалов в дорожном и железнодорожном строительстве результатами испытаний на предмет изменения прочности и устойчивости основания дорожного полотна из таких материалов под воздействием природно-климатических факторов и нагрузок;</p> <p>Проблема доведения свойств и параметров золошлаковых материалов и сырья до уровня, соответствующего санитарно-гигиеническим требованиям;</p> <p>ряд исследований указывают на превышение радиационного фона ЗШО /</p> <p>Absence of institutionalized conventional conceptual apparatus in the field of secondary resource handling;</p> <p>Absence of jural mechanism of ASW transformation into secondary raw;</p> <p>Equivocal system of regulating territory owners' responsibility and obligation on removal of heat and power station ash and slag dumps and organisation of ASW recycling;</p> <p>absence of full set of standardization documents on all the areas of handling and usage regulating ASW as secondary resources in production of goods and work conduction;</p> <p>Absence of requirements and standards on ASW recycled to level of secondary raw and materials as replacement of traditional natural resources in pre-design and design documentation for carrying out various construction and other activities;</p> <p>Necessity (based on requirements of Construction Standards and Regulations and Regulation Codes) of verification of ash and slag material applicability in road and railway construction with results of tests for variation of strength and stability of road base built from these materials under effect of natural and climatic factors and loads;</p> <p>A problem of bringing properties and parameters of ash and slag materials and raw to level corresponding with sanitary and hygienic requirements;</p> <p>A number of studies point to ASW radioactive background excess</p>
Организационно-управленческие / Organisational and managerial	<p>Отсутствие на государственном уровне единой стратегии (концепции, целевой программы) по управлению и регулированию обращения с ЗШО, в первую очередь, его использованию в качестве вторичного сырья и материалов;</p> <p>Недостаточное межотраслевое, межведомственное и межсубъектное взаимодействие по решению проблемы переработки ЗШО /</p> <p>Absence of a unified strategy (concept, target programme) on the state level on management and regulation of ASW handling, first of all, ASW usage as secondary raw and materials;</p> <p>Insufficient inter-branch, interdepartmental and inter-subject interaction on solving a problem of ASW recycling</p>
Экономические / Economic	<p>Высокая в ряде регионов стоимость исходного вторичного сырья в силу значительных транспортных издержек, затрат на хранение (ввиду склонности золы к распылу и транслокации в природную среду), обработку (разделение, подсушка, дробление) ЗШО по сравнению с традиционным сырьём;</p> <p>Крупнотоннажное использование ЗШО в строительной индустрии и при строительстве автомобильных дорог, с одной стороны, резко сокращает бюджетные федеральные и региональные затраты, а с другой — снижает потребление природных ресурсов и, соответственно, развитие и экономические показатели добывающей промышленности (добыча песка, каменных пород, известняка, глины), при такой ситуации в регионах возникает проблема «выпадающих» плановых доходов;</p>

Продолжение табл. 1

Группа / Group	Причины низкого уровня использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов / Low-level causes of ASW usage as secondary resources
	<p>Не проработанность мер государственной поддержки и экономического стимулирования (дотации, субсидии, целевые программы, налоговые льготы), мотивации использования хозяйствующими субъектами золошлакового сырья для выпуска продукции, выполнения различных строительных и иных работ, развития малого и среднего предпринимательства в данной сфере;</p> <p>Затраты на хранение, транспортирование, складирование ЗШО включены в себестоимость производства тепловой, электрической энергии и оплачиваются потребителями энергоносителей, что приводит к отсутствию экономической заинтересованности топливно-энергетических комплексов (ТЭК) в обработке и утилизации ЗШО как «непрофильной деятельности»: в результате потребители компенсируют растущие тарифы за экономически неэффективные управленческие решения по обращению с ЗШО;</p> <p>Неразвитость рынка золошлакового сырья и материалов при ориентировочном потенциале их товарооборота не менее 35 млн т в год /</p> <p>High (in a number of regions) cost of starting secondary raw due to considerable transport expenses, storage expenses (because of ash tendency to spray and translocation to natural environment), ASW treatment (separation, drying, fragmentation) as compared with traditional raw;</p> <p>Large-tonnage ASW usage in construction industry and automobile road construction, on the one hand, abruptly reduces budget federal and regional expenses, but on the other hand, it decreases consumption of natural resources and, respectively, development and economic indicators of extractive industry (recovery of sand, stones, lime, clay); under such conditions a problem of “falling out” planned incomes occurs in regions;</p> <p>Equivocal system of state support measures and economic incentives (grants, subsidies, target programmes, tax allowances), motivation of usage of ash and slag raw by business entities for production of goods, conduction of construction and other activities, development of small and medium business in this area;</p> <p>Expences for ASW storage, transportation, warehousing are included in cost of heat and electrical power production and are paid by energy carrier consumers that leads to the absence of fuel-energy complex economic interest in ASW recycling and utilization as “nonspecialized activity”; As a result, the consumers compensate growing rates of economically inefficient managerial solutions on ASW handling;</p> <p>Lack of development of ash and slag raw and materials market with approximate potential of their trade turnover at least 35 million of metric tons a year</p>
Технико-технологические, гигиенические / Engineering, technological, hygienic	<p>Неразвитость промышленной инфраструктуры переработки ЗШО в товарную продукцию, использования для производства различных работ;</p> <p>Недостаточный уровень внедрения современных устройств, оборудования для раздельного сбора, разделения и сухого удаления зол и шлаков;</p> <p>Снижение технической возможности использования шлаков золошлакоотвалов значительного срока эксплуатации, а также зол и шлаков после гидрозолоудаления в силу процессов спекания и слеживания и дальнейшей утраты потребительских свойств и характеристик, позволяющих применять их в качестве сырья (вяжущего, активных минеральных добавок) для изготовления минеральных строительных материалов;</p> <p>Присутствие в золе несгоревшего топлива в количестве от 5 до 30 %, магнитного концентрата, малоактивного свободного СаО, повышенное содержание закиси железа в шлаках некоторых типов бурых углей и сланцев существенно снижают возможность применения ЗШО в качестве дисперсной минеральной добавки и заполнителя при изготовлении строительных материалов с высокими технико-эксплуатационными характеристиками; частицы несгоревшего топлива также значительно уменьшают эффективность использования некоторых видов химических добавок в бетоне [22–28];</p> <p>Присутствие до 80 % оксидов кремния и алюминия в ЗШО от сжигания некоторых типов углей определяет эти отходы по коэффициенту основности к очень кислым, что требует значительного количества щелочного компонента, ставящее под угрозу обеспечение эксплуатационной надежности изделий, изготовленных с применением такого многокомпонентного вяжущего [13, 14, 22];</p> <p>Значительная дисперсность ЗШО, приводящая к высокой водопотребности бетонной смеси и значимому снижению прочности бетона [22–28] /</p> <p>Lack of development of industrial infrastructure of ASW recycling into marketable products and usage for various activities;</p> <p>Insufficient level of introduction of modern devices, equipment for ash and slag separate collection, division and dry removal;</p>

Группа / Group	Причины низкого уровня использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов / Low-level causes of ASW usage as secondary resources
	<p>Reduction of technical possibility of using slags from ash and slag dumps of considerable storage time as well as ashes and slags after hydraulic ash removal due to processes of sintering, caking and further loss of consumer properties and characteristics allowing to use them as a raw (binders, active mineral additives) for production of mineral construction materials;</p> <p>Presence of 5 to 30 % of unburnt fuel, magnetic concentrate, low-active free calcium oxide in the ash, extra content of ferrous hydroxide in slags of some types of brown coals and shales reduce considerably a applicability of ASW as disperse mineral additive and filler in production of high-performance construction materials; particles of unburnt fuel also significantly reduce efficiency of usage of some types of chemical additives in concrete [22–28];</p> <p>Presence of up to 80 % of silicon and aluminium oxides from burning of some coal types in ASW refers this waste by basicity factor as very acid that requires a considerable amount of alkaline component and threatens reliability of products fabricated with such a multi-component binder [13, 14, 22];</p> <p>Considerable ASW dispersity resulting in high water demand of concrete mixture and significant reduction in concrete strength [22–28]</p>

обращения и использования ЗШО на государственном уровне, служат следующие положения:

- разработка, обоснование и закрепление в правовых актах понятийного аппарата в области обращения с вторичными ресурсами и, в частности, с ЗШО как с ценным вторичным сырьем;
- формирование системы документов по стандартизации в сфере регулирования использования ЗШО в качестве вторичных ресурсов;
- определение оптимальной промышленной инфраструктуры в области переработки ЗШО в рамках утвержденной Стратегии;
- разработка классификационных признаков (критериев) экономической целесообразности, технической возможности, санитарно-гигиенической и экологической допустимости использования ЗШО в качестве востребованного вторичного сырья и материалов в различных отраслях и секторах экономики с учетом региональных, местных факторов и условий, технико-технологических, экономических, экологических требований и ограничений с определением правового механизма, регламентацией технических и иных условий перевода таких отходов во вторичное сырье;
- разработка и утверждение федеральной или межведомственной концепции (программы) по созданию и развитию на перспективу комплексной системы использования золошлаковых материалов и сырья в отраслях экономики с целевыми индикаторами и планом мероприятий по поэтапной реализации.

Основная проблема при выработке стратегических направлений обращения с обработанными ЗШО в виде сырья связана с неопределенностью в целом отечественного понятийного аппарата в сфере вторичных ресурсов в действующем законодательстве. Предложенное в качестве поправок в ФЗ «Об отходах производства и потребления» по-

нятие вторичных ресурсов как сырья, полученного в результате обработки отходов, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается, сформулировано исходя из нормативного ограничения, связанного с запретом на захоронение отходов, потенциально являющихся вторичными ресурсами. Исходя из такого определения, ЗШО как отходы 4 и 5 классов опасности, допустимые к размещению на полигоне ТКО, в том числе в качестве материала для технической рекультивации полигона, не могут рассматриваться как вторичные ресурсы.

По убеждению авторов статьи, основополагающим стратегическим принципом должно стать рассмотрение предмета нормативно-правового и экономического регулирования образующихся ЗШО не в виде отходов как источников экологического вреда, а как полученных из них вторичных ресурсов (золошлакового сырья, материалов), имеющих свойства товара, соответственно, рыночную стоимость и предназначенных для выпуска продукции или производства работ.

В таком случае, к предмету правового регулирования — золошлаковому сырью (материалам) предъявляются требования уже преимущественно не как к загрязнителю природной среды, а как к прошедшей подтверждение соответствия для целей дальнейшего использования в хозяйственном обороте продукции (сырью, материалам). При этом их обращение в рамках товарно-денежных отношений будет регулироваться в большей части не экологическим законодательством, а нормативно-правовыми актами в сфере экономического, технического регулирования и промышленной политики.

К сожалению, терминология в ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения», ГОСТ Р 54098-2010 «Ре-

сурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения», ГОСТ Р 56222-2014 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения в области материалов» юридически не позволяет решить поставленную актуальную проблему.

По мнению авторов, в понятийном плане *золошлаковое сырье* может выступать в виде обработанных ЗШО с потребительскими технико-эксплуатационными, иными характеристиками, восстановленными до требований нормативно-технической документации к сырью (по ГОСТ, ГОСТ Р, СТО, ТУ), в отношении которого имеется санитарно-гигиеническая и экологическая допустимость, техническая возможность и экономическая целесообразность использования для изготовления продукции.

Золошлаковые материалы аналогично определяются как обработанные ЗШО с потребительскими технико-эксплуатационными, иными свойствами и характеристиками, восстановленными до требований НТД к использованию материалов при производстве работ, в отношении которых имеется санитарно-гигиеническая и экологическая допустимость, техническая возможность и экономическая целесообразность использования в качестве материалов для проведения различных работ.

Золошлаковые отходы можно характеризовать как промышленные отходы, образующиеся при сжигании твердого топлива в специальных устройствах (котлоагрегатах, печах), включающие в себя, в зависимости от типа удаления и отбора золы уноса: золошлаковую смесь, золы и шлаки от сжигания углей; золошлаковую смесь от сжигания углей при гидроудалении золы уноса и топливных шлаков; легкую фракцию золы уноса, извлеченную из гидроудала золошлаковой смеси от сжигания углей.

Под *обработкой ЗШО*, с учетом понятийного аппарата ГОСТ 30772-2001 и ГОСТ 54098-2010, следует понимать предварительную подготовку ЗШО к дальнейшему использованию в качестве вторичных материальных ресурсов, включая их очистку (устранение загрязненности и засоренности), изменение размеров (измельчение, разделку, подсушку, прессование, переплав), сепарацию (зелоудаление и отбор золы).

Дальнейшие действия с ЗШО, согласно ФЗ «Об отходах производства и потребления» оцениваются как утилизация отходов, т.е. «использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов», а именно, рекуперация — «извлечение полезных компонентов для их повторного применения».

Следует констатировать, что действующий понятийный аппарат не дает юридического основания определить ЗШО в качестве золошлакового сырья или материалов, имеющих признаки продукции или товара в рамках технического и экономического регулирования, а предложенная авторами терминология может только служить предметом для широкого обсуждения.

Поэтому при формировании механизма перевода ЗШО в золошлаковое сырье или материалы, представляется чрезвычайно актуальной разработка четких обоснованных критериев (показателей, свойств, характеристик, условий) по направлениям: физико-химические, технико-эксплуатационные, санитарно-гигиенические, экологические, экономические в части квалификации обработанных данных отходов в качестве востребованных вторичных ресурсов (сырья и материалов). Такие разработки ведутся авторами в рамках диссертационных исследований.

Введение в законодательном порядке понятия золошлакового сырья или материалов как товарного продукта будет способствовать активизации процессов экономического регулирования и стимулирования использования обработанных ЗШО в качестве вторичного сырья, созданию и расширению внутренних и внешних рынков сбыта.

В целях отнесения деятельности по обращению побочных продуктов сжигания угольного топлива (золошлакового сырья) к видам основной деятельности в сфере теплоснабжения и электроэнергетики, возникает необходимость в актуализации Федеральных законов «О теплоснабжении», «Об электроэнергетике», формировании пакета нормативно-правовых актов по обращению с вторичными ресурсами в целом. Без юридически закреплённого предмета регулирования не представляется возможным формирование системы документов по стандартизации, определяющих требования, технические условия, порядок регулирования использования золошлакового сырья и материалов в качестве товарного продукта.

С учетом вышеизложенного, авторами статьи предложена система документов по стандартизации, с одной стороны, дополняющая существующую, в части определения требований к видам продукции с использованием золошлакового сырья, а с другой, формирующая систему стандартов, технических условий и методических рекомендаций в сфере понятийного аппарата, классификации, требований по обращению, регулирования, управления, экономического стимулирования использования золошлакового сырья в качестве товарного продукта, создания и развития промышленной инфраструктуры в области переработки ЗШО (табл. 2).

Табл. 2. Действующие и необходимые для формирования системы обращения с золошлаковым сырьем ГОСТы, НТД и рекомендации**Table 2.** Normative process documents and standards in effect and ones necessary to form ash and slag raw handling system

НТД, ГОСТ / Normative process documents, standards	Введенные в действие / Put in effect	Необходимые для формирования системы обращения с золошлаковым сырьем / Necessary to form ash and slag raw handling system
ГОСТ / GOST standards	<p>3344-83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства» / GOST 3344-85 Slag crushed stone and slag sand for road construction. Specifications;</p> <p>26644-85 «Щебень и песок из шлаков ТЭС для бетона» / GOST 26644-85 Slag crushed stone and slag sand fly-ash for concrete. Specifications;</p> <p>25592-91 «Смеси золошлаковые ТЭС для бетонов» / GOST 25592-91 Mixes of fly-ash and slag of thermal plants for concretes. Specifications;</p> <p>33928-2016 «Заполнители искусственные пористые на основе зол и шлаков ТЭС» / GOST 33928-2016 Artificial porous aggregates based on ash and slag of HPP. Specifications;</p> <p>57789-2017 «Золы, шлаки и золошлаковые смеси ТЭС для производства искусственных пористых заполнителей» / GOST R 57789-2017 Ashes, slags and ash-slags mixtures of HPP for manufacturing of artificial porous aggregates. Specifications</p>	<p>Ресурсосбережение. Золошлаковое сырье. Термины и определения / Resource-saving. Ash and slag raw. Terms and definitions;</p> <p>Ресурсосбережение. Золошлаковое сырье. Классификация. Требования к обращению / Resource-saving. Ash and slag raw. Classification. Requirements for handling;</p> <p>Ресурсосбережение. Требования по использованию золошлакового сырья при производстве работ по технической рекультивации / Resource-saving. Requirements for usage of ash and slag raw when conducting activities on engineering reclaiming;</p> <p>Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Алумосиликатные микросферы из золы ТЭС. Направления использования. Технические условия / Resource-saving. Waste handling. Silica-alumina microspheres from heat and power station ash. Areas of usage;</p> <p>Ресурсосбережение. Цементы с использованием золы уноса ТЭС. Технические условия / Resource-saving. Cements with usage of heat and power station carry-over ash;</p> <p>Стабилизаторы кислотности почв на основе золы ТЭС. Технические условия / Soil acidity stabilisers based on heat and power station ash. Specifications</p>
ТУ / Specifications	<p>21-31-13-76 «ТУ на аглопоритовый гравий» / 21-31-13-76 Specifications for agglomerite gravel;</p> <p>40021-113-77 «Смеси золошлаковые ТЭС как мелкий заполнитель для керамзитобетона М 35-150» / 40021-113-77 Heat and power station ash and slag mixtures as fine filler for M 35-150 claydite concrete;</p> <p>21-31-2-83 «Зола ТЭС как сырье для производства аглопоритового гравия, керамических изделий, кирпича и камней» / 21-31-2-83 Heat and power station ash as raw for production of agglomerite gravel, ceramic products, bricks and stones</p>	<p>Шлаки ТЭС для изготовления гидравлически активных добавок к цементам / Heat and power station slags for fabricating active additives to cements;</p> <p>Шлаки ТЭС как легкий заполнитель в бетоне / Heat and power station slags as light filler in concrete;</p> <p>Цементогрунты с использованием золы ТЭС в дорожном строительстве / Soil cements with use of heat and power station ash in road construction;</p> <p>Золошлаковая смесь как инертный материал для производства работ по технической рекультивации отработанных карьеров и горнорудных выработок / Ash and slag mixture as inert material for activities on engineering reclaiming of run-out open pits and mines;</p> <p>Золошлаковая смесь ТЭС для проведения планировочных и ландшафтных работ / Heat and power station ash and slag mixture for planning and landscape activities</p>

Окончание табл. 2

НТД, ГОСТ / Normative process documents, standards	Введенные в действие / Put in effect	Необходимые для формирования системы обращения с золошлаковым сырьем / Necessary to form ash and slag raw handling system
Методические рекомендации / Methodical recom- mendations	ОДМ 218.2.031-2013 «Методические рекомендации по применению золы уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на ТЭС в дорожном строительстве» / ODM 218.2.031-2013 Methodical recom- mendations on using carry-over ash and slag mixtures from coal burning at heat and power stations in road construction; РД 153-34.1-02.203-99* «Методика расчета компонентного состава золошлаковых отходов ТЭС» / RD 153-34.1-02.203-99* Method of cal- culation of heat and power station ash and slag waste blend composition	Методические рекомендации по созданию производственно-технических комплексов по обработке и утилизации ЗШО / Methodical recommendations on creation of produc- tion and engineering complexes on ASW recycling and utilization; Методические рекомендации по экономической оценке замены природных ресурсов золошлаковым сырьем и мерах экономического стимулирования использования такого сырья при выпуске продукции и производстве работ / Methodical recommendations on economic estimation of natural resource replacement with ash and slag raw and economic incentive measures for using such a raw in production of goods and conduction of activities; Методические рекомендации по применению ЗШО ТЭС при тушении очагов возгорания / Methodical recommendations on heat and power sta- tion ASW usage for extinguishing combustion foci

В рамках предлагаемого механизма, решение сложной задачи, связанной с определением состава промышленной инфраструктуры в области переработки ЗШО, осуществлялось с помощью экспертного анализа с учетом закрепленного в Стратегии понятийного аппарата, характеризующего основные промышленные объекты инфраструктуры по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов: комплекс по промышленному обезвреживанию отходов, производственно-технический комплекс, сортировочный комплекс, экотехнопарк в сфере технологий ресурсосбережения и обращения с отходами.

Согласно понятийному аппарату Стратегии, «производственно-технический комплекс» по обработке, утилизации отходов производства и потребления представляет собой совокупность технических и организационно взаимосвязанных производственных объектов одной или нескольких отраслей экономики, осуществляющих деятельность по вовлечению отходов в хозяйственный оборот, а также по развитию соответствующих технологий и внедрению промышленного оборудования.

В целях выбора оптимальной инфраструктуры в ходе проводимого анализа учитывались следующие особенности и аспекты, связанные с процессом обращения с рассматриваемыми группами отходов:

- ЗШО отнесены к 4 и 5 классам опасности, не подлежат обязательному обезвреживанию, приоритетным направлением обращения с ними является обработка и утилизация, повторное использование в качестве ценного вторичного сырья для выпуска различной продукции, проведения работ;

- количество образования, технологические процессы сбора, хранения в золошлакоотвалах, предварительной обработки (золоудаление, разделение шлака и золы) отходов непосредственно взаимосвязаны с параметрами и показателями производственно-технической деятельности ТЭС;

- золошлакоотвалы как источники образования вторичных материальных ресурсов территориально расположены в промышленной зоне и на землях, отведенных для функционирования предприятия теплоэнергетики;

- транспортирование необработанной золошлаковой смеси и кускового шлака на значительные расстояния с целью дальнейшей переработки является в ряде случаев экономически невыгодным (из-за необходимости перемещения больших объемов не утилизируемых отходов, образующихся после обработки ЗШО); экономически целесообразным представляется перевозка дробленого шлака, золошлаковой смеси необходимого размера и качества в виде готового материала, сырья для производства строительных работ, выпуска продукции;

- оптимальным экономически эффективным бизнес-проектом служит организация потоковой системы переработки (на основе технологий непрерывного раздельного сбора, обработки, рекуперации зол и шлаков, поступающих от котлоагрегатов непосредственно в промышленной зоне золошлакоотвала с максимально технологически возможным приближением к источнику образования отходов) с использованием существующих сетей электро-, тепло-, водоснабжения ТЭЦ или ГРЭС, погрузочно-

разгрузочной техники, пожарных водоемов, сооружений, складов, подъездных путей;

- определенная часть выпускаемой продукции из золошлакового сырья или золошлаковые материалы могут быть востребованы непосредственно на предприятии теплоэнергетики, а также при осуществлении ремонтно-строительных работ на объектах жилищного строительства и коммунального хозяйства, промышленности, транспорта, АПК,

обслуживаемых ТЭЦ или ГРЭС, для технической рекультивации на близлежащих объектах (разрезах, карьерах) добывающей промышленности или полигонах захоронения ТКО.

Учитывая отсутствие необходимости в обезвреживании и сортировке ЗШО, при формировании перерабатывающей инфраструктуры, такие объекты как комплекс по промышленному обезвреживанию отходов и сортировочный комплекс из рассмотре-

Рис. 1. Межотраслевое взаимодействие в сфере использования золошлаковых материалов и сырья для выпуска продукции и производства различных работ

Fig. 1. Inter-branch interaction in usage of ash and slag materials and raw for producing goods and conducting various activities

ния исключены. В рамках приведенного в Стратегии понятия «экотехнопарк» вызывает сомнение необходимость создания научно-исследовательских, образовательных центров непосредственно на объектах ТЭК по изучению научных проблем: проведенный анализ показал наличие широкого спектра внедренных научно-практических разработок, НДТ в области применения золошлакового сырья. Проблема, в основном, заключается в экономической заинтересованности организаций в осуществлении такой деятельности и ее нормативно-правовой регламентации.

Исходя из вышеизложенного, наиболее оптимальным промышленным объектом отходоперерабатывающей инфраструктуры в сложившихся экономических условиях, по мнению авторов, может стать *производственно-технический комплекс по обработке, утилизации ЗШО*, создаваемый непосредственно на промышленной площадке эксплуатируемого золошлакоотвала как объект деятельности предпринимательства в сфере производственного бизнеса, экономически, организационно и технически взаимосвязанный как с предприятием теплоэнергетики, так и других отраслей экономики (рис. 1), являющихся потребителями продукции и работ с использованием золошлакового сырья, материалов [29].

Конечная цель предложенной системы обращения с ЗШО при организации производственно-технического комплекса — *обеспечение максимально возможной утилизации золы и шлака (вплоть до полной) с минимизацией (или отсутствием) поступления отходов в золошлакоотвалы.*

В ходе научных исследований, авторским коллективом разработаны:

- сетевые организационно-управленческие модели производственно-технических комплексов по обработке, утилизации ЗШО с учетом региональных межотраслевых, межсубъектных экономических связей, материально-сырьевых балансов, потоков сырья и продукции в рамках различных ограничений и требований, факторов и условий;
- проекты бизнес-планов, технико-экономические обоснования при подготовке коммерческих предложений создания производственно-технических комплексов различной мощности по выпуску с использованием золошлаковой смеси, золы и шлаков экологичных материалов и изделий с улучшенными технико-эксплуатационными свойствами и характеристиками: аглопоритового щебня и гравия; новых видов тяжелых и легких бетонов, в том числе самоуплотняющихся, строительных растворов; штучных конструктивных элементов из легких бетонов, противогололедных реагентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам научных исследований настоящей работы можно констатировать, что при имеющихся технико-экономических условиях и тенденциях в сфере обращения с ЗШО, создание отдельного направления деятельности по переработке этих отходов в виде отрасли, отраслевого центра, промышленности, сектора экономики вряд ли возможно по нормативно-правовым основаниям и целесообразно по экономическим соображениям.

При этом формирование инфраструктурных организационно-технических мероприятий в системе ТЭК России, в рамках реализации Стратегии, с учетом технического перевооружения, модернизации объектов теплоэнергетики с расширением сети производственно-технических комплексов по переработке ЗШО, введение в действие пакета нормативно-правовых документов в сфере регулирования обращения с ЗШО как с вторичным сырьем, системы государственной поддержки и экономического стимулирования его использования, объединенными в качестве механизма реализации в единой *государственной концепции* могут обеспечить инновационный подход к эффективному решению этой актуальной проблемы в масштабе всей России.

Концепция (целевая программа) могла бы решить следующие задачи:

- дать обоснованную объективную технико-экономическую оценку потенциальной возможности и целесообразности использования накопленных и ежегодно образующихся ЗШО в качестве восстановленного золошлакового сырья и материалов в отраслях и секторах экономики на перспективу с учетом основных направлений социально-экономического и промышленно-технологического развития РФ;
- установить организационно-технические, регулятивные, правовые и экономические механизмы межведомственного взаимодействия по координации решения актуальной проблемы с учетом государственных задач, поставленных перед органами исполнительной власти федерального и регионального уровней и экономических интересов хозяйствующих субъектов, а также отраслевых стратегий, концепций, программ и планов развития;
- определить нормативно-методические основы формирования и дальнейшего функционирования информационно-аналитической системы — электронного банка обращения с ЗШО, данных производителей, потребителей и переработчиков таких отходов, технологий и оборудования для раздельного сбора, обработки, утилизации золы и шлака, материальных балансов движения золошлакового сырья, материалов, продукции с их использованием.

Экономический раздел концепции должен содержать: сравнительную экономическую оценку замещения золошлаковыми материалами и сырьем — природных ресурсов; анализ потенциального рынка их использования, прогноз спроса и предложения с учетом различных факторов, условий, ограничений; оценку перспективного развития смежных отраслей и секторов экономики, в том числе расширения выпуска продукции и выполняемых работ, технологии производства которых допускают применение золошлакового сырья и материалов; расчет годовых количеств замещаемых природных ресурсов — вторичными из обработанных ЗШО в рамках регионального и межрегионального рынков сбыта; возможные убытки добывающей отрасли при таких объемах замещения; предотвращенный экономический ущерб (экологический вред) в результате снижения негативного воздействия размещаемых отходов на окружающую среду в результате прекращения, уменьшения поступления ЗШО в золошлакоотвалы, а также их ликвидации после рекультивации; снижение эксплуатационных затрат, связанных с накоплением золошлаковых отходов и содержанием золошлакоотвалов; механизм оценки компенсации капитальных и текущих затрат малому и среднему бизнесу, занятому в области утилизации ЗШО, с учетом полученной годовой экономии энергетических компаний, обусловленной снижением любых затрат, связанных с обращением ЗШО.

По мнению авторов, одна из значимых задач на современном этапе развития страны — заинтересовать малый и средний бизнес, показать, что участие в утилизации ЗШО может приносить немалую долговременную прибыль, поддержать на пути становления и развития предпринимателя в данной сфере. Без привлечения малого и среднего бизнеса к переработке ЗШО, как показывает международный и отечественный опыт, означенная область производственной деятельности будет развиваться в недостаточной степени.

Поэтому одно из важнейших стратегических направлений концепции заключается в определении основных направлений и путей решения проблемы обращения с ЗШО в экономической сфере: механизмов формирования и расширения рынков золошлакового сырья и материалов, развития предпринимательской деятельности по переработке сырья в товарную продукцию в системе товарно-денежных отношений и материального производства, повышения ее конкурентоспособности, обеспечения мер государственной поддержки, экономического стимулирования.

Ценовая политика служит важнейшим экономическим инструментом регулирования спроса на рынке золошлаковых материалов и сырья, продук-

ции и работ с их применением. Формирование порядка согласования долгосрочных отпускных цен на ЗШО между их производителями — энергетическими компаниями, переработчиками, потребителями, регулирование цен на замещаемые природные ресурсы позволит создать экономические стимулы для всех участников рынка продукции и работ.

В качестве обсуждаемых предложений по конкретным направлениям реализации механизма концепции рассматриваются следующие меры.

На федеральном, региональном и местном уровнях в процессе выделения бюджетного финансирования при проведении тендеров с целью размещения заказов на строительство автомобильных и железных дорог различных категорий, поставку минеральных строительных материалов (щебень, песок, гравий), ограждающих конструкций из блоков, кирпича, стеновых панелей, а также бетонов и растворов на объекты строительства, реконструкции, ремонта должно приниматься во внимание наличие в регионе золошлакового сырья и строительной продукции из него. Целесообразно формирование механизма нормирования содержания золошлаковых материалов при изготовлении продукции или производстве работ, установление перечней работ, товаров с обязательным использованием таких материалов в конкретных регионах.

Нормативное регулирование сроков накопления/хранения ЗШО в качестве отходов (соответственно взимания платежей за их размещение) с учетом деятельности производства по переработке ЗШО в товарную продукцию (сырье и материалы) и, соответственно, сокращение размещаемых отходов должно стать регулирующим экономическим стимулом для компаний ТЭК по организации и развитию такой деятельности.

В целях повышения эффективности решения затронутой актуальной проблемы представляется важным устойчивое развитие малого и среднего производственного бизнеса в рассматриваемой сфере. Координацию такой работы на региональном уровне, оказание правовой, организационной, финансовой и научно-технической поддержки могли бы осуществлять создаваемые в субъектах РФ со сложной экологической ситуацией из-за наличия золошлакоотвалов *региональные операторы по обращению с ЗШО*. С учетом поставленных целей основные задачи означенной негосударственной коммерческой структуры обобщенно представлены на рис. 2.

Финансирование деятельности регионального оператора возможно обеспечить из следующих источников: программ развития ТЭК, региональных программ, части средств платежей за размещение отходов и штрафных санкций, отчислений энергокомпаний в зависимости от годового количества вы-

<p>Формирование обоснованных предложений по включению в программы развития ТЭК, промышленности строительных материалов, транспортного комплекса мероприятий по переработке и использованию ЗШО угольных ТЭС с определением заинтересованных сторон, объемов финансирования, сроков реализации.</p> <p>Определение условия и основных направлений взаимодействия бизнеса с региональными и местными органами власти, инвесторами и потенциальными потребителями ЗШО (создание и развитие государственно-частного партнерства, производственно-технических комплексов, кластеров)</p>	<p>Оказание финансово-организационного содействия предпринимательскому сообществу при покупке оборудования или размещении заказа на его изготовление на предприятиях региона, переговорах и подписании договоров с энергокомпаниями на приобретение ЗШО, с потребителями золошлакового сырья и материалов, проведении различных согласований и экспертиз, подготовке ГОСТ, ТУ, ОСТ, сертификации сырья и материалов. Формирование товарного рынка золошлакового сырья и материалов</p>
<p>Функции регионального оператора по обращению с ЗШО</p>	
<p>Инициирование появления потребителей новой продукции на основе ЗШО, оказание помощи предпринимательскому сообществу в разработке коммерческих предложений, бизнес-планов и поиске инвесторов. Привлечение зарубежных компаний для создания в регионе совместных предприятий по переработке ЗШО с адаптацией к региональным и местным условиям, факторам и ограничениям действующих за рубежом прогрессивных законодательных, регулирующих мер в области обращения с ЗШО</p>	<p>Сбор и ведение информационно-аналитических баз данных о региональном рынке, обращении ЗШО, производстве продукции и работ с использованием золошлакового сырья и материалов, потенциальной потребности в минеральном сырье в регионе, наилучших доступных технологиях в сфере раздельного сбора, обработки, утилизации ЗШО. Организация обучения, консалтинга, научных исследований и опытно-конструкторских разработок в означенной сфере</p>
<p>Preparation of justified proposals on including of recycling and using ASW of coal heat and power stations in development programmes of fuel-energy complex, construction materials industry and transport complex with definition of interested parties, financing volumes and implementation terms.</p> <p>Definition of conditions and major areas of interaction of businessmen with regional and local authorities, investors and potential ASW consumers (creation and development of state and private partnerships, production and engineering complexes and clusters)</p>	<p>Rendering financial and organisational assistance to business community when buying equipment or placing order for its fabrication at regional enterprises, conducting negotiations and signing contracts with energy companies for ASW purchasing, with consumers of ash and slag raw and materials, conducting various approvals and examinations, preparing standards and normative process documents, certifying raw and materials.</p> <p>Formation of market of ash and slag raw and materials</p>
<p>Regional operator's functions on ASW handling</p>	
<p>Initiation of appearance of new ASW-based product consumers, rendering assistance to business community in development of commercial proposals, business plans and seeking for investors. Attracting foreign companies for creation of regional joint enterprises on ASW recycling with adaptation of leading-edge foreign legislative and regulation measures in the area of ASW handling to regional and local conditions, factors and restrictions</p>	<p>Collection and support of information and analytical databases on regional market, ASW handling, product fabrication using ash and slag raw and materials, potential regional demand in mineral raw, best available technologies in the area of ASW divided collection, recycling and utilization.</p> <p>Organisation of training, consulting, research and development in the mentioned area</p>

Рис. 2. Основные задачи регионального оператора по обращению с ЗШО

Fig. 2. Regional operator's main tasks on ASW handling

хода ЗШО, долей от реализации готовой продукции с использованием золошлакового сырья и материалов, годовой экономии, полученной энергокомпаниями в результате снижения образования и размещения ЗШО в золошлакоотвалах: текущих затрат на эксплуатацию, платежей за размещение ЗШО, штрафных санкций за нарушения требований по обращению с ними.

В целях устойчивого развития предпринимательской деятельности представляется перспективным заключение долгосрочных договоров между компаниями ТЭК и субъектами бизнеса на предмет экономически взаимовыгодной организации системы сбора, накопления, обработки, утилизации ЗШО в рамках требований действующего законодательства. Это станет, с одной стороны, залогом стабильного развития и правовой защищенности малого и среднего бизнеса на перспективу, с другой — гарантией поэтапного решения проблем снижения образования, накопления ЗШО и их переработки во вторичные ресурсы, а также выполнения всех юридических требований, стандартов, норм, правил, нормативов в данной сфере экономической деятельности на территории объектов ТЭК.

При рассмотрении вопросов выделения бюджетного финансирования на перспективное развитие ТЭК, в процессе проведения экспертизы предпроектной и проектной документации по реконструкции, модернизации ТЭС следует учитывать наличие целевой программы развития предприятия в части внедрения современных методов и НДТ сухого золоулавливания, разделения золы и шлаков, их обработки, максимально технически возможного, экологически допустимого и экономически целесообразного дальнейшего использования в качестве вторичных ресурсов.

Важную роль может сыграть установление целевых показателей для хозяйствующих субъектов,

образующих ЗШО: сокращение количеств ЗШО в золошлакоотвалах, количество выделенных в результате обработки ЗШО вторичных ресурсов, соответствующих по ГОСТ, ТУ, СТО категории сырья и материалов, количество переработанных сырья и материалов в товарную продукцию, внедрение технологических процессов сухого золоудаления и отбора золы. Такие показатели должны обоснованно устанавливаться плавно и поэтапно на перспективу на уровне мировых тенденций — на основе обследования золошлакоотвалов, с учетом промышленной инфраструктуры региона, анализа возможных рынков сбыта, материально-сырьевой базы, перспектив развития ТЭК и смежных отраслей. Целевые показатели призваны также установить взаимозависимость между показателями экономического эффекта от реализации мероприятий по утилизации ЗШО (с учетом снижения капитальных, текущих затрат на сооружение новых, содержание действующих золоотвалов, экономической выгоды от реализации золошлакового сырья, материалов) и снижением себестоимости получаемой электроэнергии.

Реализация данных мер невозможна без формирования системы геоинформационного мониторинга, информационно-аналитических баз данных и материальных балансов образования, сбора, обработки, утилизации ЗШО, движения золошлакового сырья и материалов, продукции из них.

Предложенные научно-методические подходы и механизмы, по мнению авторов работы, позволят активизировать работу по решению поставленной актуальной проблемы, способствовать реализации стратегического курса российского государства на обеспечение экологической безопасности ТЭК, ресурсосбережение, эффективное вовлечение переработанных ЗШО в виде вторичных ресурсов в экономическую сферу и хозяйственный оборот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шубов Л.Я., Скобелев К.Д., Иванков С.И., Доронкина И.Г. Аналитическая оценка золошлаковых отходов как техногенного сырья (к обоснованию экологической промышленной политики) // Экология промышленного производства. 2018. № 3 (103). С. 15–23.
2. Слесарев М.Ю., Кузовкина Т.В. Учет воздействий стационарных объектов энергетики в экологической оценке городского хозяйства Москвы // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 3. С. 30–36.
3. Ефимов Н.Н., Яценко Е.А., Смолий В.А., Косарев А.С., Копица В.В. Экологические аспекты и

проблемы утилизации и рециклинга золошлаковых отходов тепловых электростанций // Экология промышленного производства. 2011. № 2. С. 40–44.

4. Литовкин С.В. Изучение золошлаковых отходов для их использования в качестве вторичных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9–1. С. 23–27.

5. Целыковский Ю.К. Опыт промышленного использования золошлаковых отходов ТЭС // Новое в российской энергетике. 2000. № 2. С. 22–31.

6. Шуваринова Е.В. Использование международного опыта для решения проблем управления

отходами производства и потребления в Пермском крае // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Экономика и менеджмент. 2010. № 7 (183). С. 41–48.

7. Целиковский Ю.К. Утилизация золошлаковых отходов угольных ТЭС (законодательные и нормативно-технические документы). М. : ВТИ, 2014. 63 с.

8. Mazzanti M., Zoboli R. Waste generation, waste disposal and policy effectiveness // Resources, Conservation and Recycling. 2008. Vol. 52. Issue 10. Pp. 1221–1234. DOI: 10.1016/j.resconrec.2008.07.003

9. Achillas D.S. Material recycling — trends and perspectives. In Tech, 2012. 406 p. DOI: 10.5772/2003

10. Telizhenko O.M. Concept of integrated waste management as recoverable resources in product cycle // Journal of Environmental Science and Engineering. 2012. Vol. 1. Issue 3. Pp. 312–323.

11. Berninger K., Heikkilä L., Orjala M., Teräsväin T. Waste management and recycling in Finland. Conference Presentation, 2010. Pp. 4–8.

12. Саломатов В.В. Природоохранные технологии на тепловых и атомных электростанциях: мон. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. 853 с.

13. Борисенко Л.Ф., Делицын Л.М., Власов А.С. Перспективы использования золы угольных тепловых электростанций. М. : ЗАО «Геоинформмарк», 2001. 68 с.

14. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов н/Д : Феникс, 2007. 368 с.

15. Цховребов Э.С., Яйли Е.А., Церенова М.П., Юрьев К.В. Обеспечение экологической безопасности при проектировании объектов недвижимости и проведении строительных работ. СПб. : РГГМУ, 2013. 359 с.

16. Путилин Е.И., Цветков В.С. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. М. : Союздорнии, 2003. 27 с.

17. Федорова Н.В., Мохов В.А., Бабушкин А.Ю. Анализ зарубежного опыта использования золошлаковых отходов ТЭС и возможностей мультиагентного моделирования процессов утилизации (обзор) // Экология промышленного производства. 2015. № 3 (91). С. 2–7.

18. Uplimtsev V., Domanskaya A., Kapustin F., Vishnya B., Oleynik V. Prospects of granular high calcium ashes utilisation in the manufacture of building

materials // 13 International Baustofftagung Ibasil. Weimar, 1997. Pp. 375–379.

19. Pouliot N., Sedran T., De Larrard F., Marchand J. Prediction de la compacité des betons compacts au rouleau a l'aide d'un modele d'empilement granulaire. Bulletin Des Laboratoires Des Ponts Et Chaussees. 2001. No. 233. Pp. 25–31.

20. Bredel G. Tackling India's coal ash problem // Mining Engineering. 1995. Vol. 10. P. 51.

21. Liu Hongjun, Yuan Feng, Yang Donghai. The strength varieties of the seibsurface made of lime and fine coal ash of the Hingwaj from Changba to Baichengt // Dongbei linye daxue. J.Nort-East Forest. Univ. 2000. Vol. 28. No. 1. P. 45.

22. Вишня Б.В., Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л. Перспективные технологии удаления, складирования и использования золошлаков ТЭС. Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2006. 186 с.

23. Музалевская Н.В., Овчаренко Г.И., Алексеев В.В. Сухие смеси на основе высококальциевой золы ТЭЦ. Перспективы развития строительного материаловедения: энерго- и ресурсосбережение в строительстве. Челябинск : РЕКПОЛ, 2011. С. 7–9.

24. Ращупкина М.А., Косач А.Ф., Попов В.А. Применение золы гидроудаления омских ТЭЦ в технологии бетона // Строительные материалы. 2005. № 10 (610). С. 17–20.

25. Пулатов З., Искандарова М., Ганиев Х. Ресурсосберегающая технология комплексного использования золоотходов при производстве легкого бетона // Композиционные материалы. 2010. № 3 (40). С. 36–39.

26. Энтин З.Б., Стржалковская Н. Еще раз о золах-уносе ТЭС для производства цемента // Цемент и его применение. 2009. № 2. С. 106–111.

27. Руденский А.В. Актуальные проблемы ресурсосбережения при строительстве и ремонте дорожных асфальтобетонных покрытий // Дороги и мосты. 2016. № 1 (35). С. 2.

28. Дыкин И.В., Величко Е.Г., Еремин А.В. Многоуровневомодифицированные цементные системы // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 4 (57). С. 111–114.

29. Цховребов Э.С. Эколого-экономические аспекты планирования размещения и проектирования промышленных объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию отходов // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 11. С. 1326–1340. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.11.1326-1340

Поступила в редакцию 6 апреля 2019 г.

Принята в доработанном виде 29 апреля 2019 г.

Одобрена для публикации 28 мая 2019 г.

ОБ АВТОРАХ: **Кожуховский Игорь Степанович** — кандидат экономических наук, президент Национальной ассоциации производителей и потребителей золошлаковых материалов, заместитель генерального директора,

Российское энергетическое агентство (РЭА), 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д. 40, стр. 1, Ulitcheva@rosenergo.gov.ru;

Величко Евгений Георгиевич — доктор технических наук, профессор кафедры строительных материалов и материаловедения, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, velichkoeg@mgsu.ru;

Целыковский Юрий Константинович — руководитель направления, Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт (ОАО «ВТИ»), 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 14, tsyk@vti.ru;

Цховребов Эдуард Станиславович — кандидат экономических наук, доцент, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (НИИ «ЦЭПП»), 141006, г. Мытищи, Олимпийский пр-т, д. 42, rebrovstanislav@rambler.ru.

REFERENCE

1. Shubov L.Ya., Skobelev K.D., Ivankov S.I., Doronkina I.G. Analytic evaluation of ash waste as a technogenic raw material (to the rationale for environmental industrial policy). *Ecology of Industrial Production*. 2018; 3(103):15-23. (rus.).
2. Slesarev M.Yu., Kuzovkina T.V. Subject to the impact of stationary objects energy environmental assessment of Moscow urban. *Ecology of Urban Areas*. 2015; 3:30-36. (rus.).
3. Efimov N.N., Jatsenko E.A., Smoly V.A., Kosarev A.S., Kopitsa V.V. Ecological aspects and problems of utilization and recycling ashes and the slag waste of thermal power stations. *Ecology of Industrial Production*. 2011; 2:40-44. (rus.).
4. Litovkin S.V. Investigation ash and slag waste for use as a of recyclable waste. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015; 9-1:23-27. (rus.).
5. Zelikovskiy Yu.K. Experience of the industrial use of ash and slag waste of thermal power plants. *New in Russian Power Engineering*. 2000; 2:22-31. (rus.).
6. Chubarikov E.V. Using international experience to address problems of waste- management of production and consumption in the Perm region. *Bulletin of the South Ural state University. Economics and Management*. 2010; 7(183):41-48. (rus.).
7. Zelikovskiy Yu.K. *Disposal of ash and slag waste of coal TPP (legislative and normative-technical documents)*. Moscow, VTI Publ., 2014; 63. (rus.).
8. Mazzanti M. Waste generation, waste disposal and policy effectiveness. *Resources, Conservation and Recycling*. 2008; 52(10):1221-1234. DOI: 10.1016/j.resconrec.2008.07.003
9. Achilias D.S. *Material recycling — trends and perspectives*. In Tech, 2012; 406. DOI: 10.5772/2003
10. Telizhenko O.M. Concept of integrated waste management as recoverable resources in product cycle. *Journal of Environmental Science and Engineering*. 2012; 1(3):312-323.
11. Berninger K., Heikkilä L., Orjala M., Teräväinen T. Waste management and recycling in Finland. *Conference Presentation*. 2010; 4-8.
12. Salomatov V.V. *Environmental technologies at thermal and nuclear power plants: monograph*. Novosibirsk, Publishing house of NSTU, 2006; 853. (rus.).
13. Borisenko L.F., Delitsyn L.M., Vlasov A.S. *Prospects of use of ash of coal thermal power plants*. Moscow, Geoinformmark Publ., 2001; 68. (rus.).
14. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. *Building materials from industrial waste*. Rostov-on-Don, Phoenix Publ., 2007; 368. (rus.).
15. Tshovrebov E.S., Ali E.A., Cerenova M.P., Yur'ev K.V. *Ensuring of ecological safety in design of real estate items and during construction works*. Saint-Petersburg, RGGMU Publ., 2013; 358. (rus.).
16. Putilin E.I., Tsvetkov V.S. *Overview of domestic and foreign experience in the use of waste from solid fuel combustion at thermal power plants*. Moscow, Alliances Publ., 2003; 27. (rus.).
17. Fedorova N.V., Mokhov V.A., Babushkin A.Yu. The analysis of foreign experience of using of the thermal power plants ash and slag waste and the capabilities of multi-agent simulation of the recycling processes (Review). *Ecology of Industrial Production*. 2015; 3(91):2-7. (rus.).
18. Uplimtsev V., Domanskaya A., Kapustin F., Vishnya B., Oleynik V. Prospects of Granular High Calcium Ashes Utilisation in the manufacture of building materials. *13 International Baustofflagung Ibasil*. Weimar, 1997: 375-379.
19. Pouliot N., Sedran T., De Larrard F., Marchand J. Prediction de la compacite des betons compactes au rouleau a l'aide d'un modele d'empilement granulaire. *Bulletin Des Laboratoires Des Ponts Et Chaussees*. 2001; 233:25-31. (fr.).
20. Bredel G. Tackling India's coal ash problem. *Mining Engineering*. 1995; 10:51.
21. Liu Hongjun, Yuan Feng, Yang Donghai. The strength variations of the seibsurface made of lime

and fine coal ash of the Hengwaj from Changba to Baichengt. *Dongbei linye daxue. J. Nort-East Forest Univ.* 2000; 28(1):45.

22. Vishnya B.V., Ufimtsev V.M., Kapustin F.L. *Promising technologies of removal, storage and use of ash TPP.* Ekaterinburg, GOU VPO “UGTU-UI” Publ., 2006; 186.

23. Muzalevskaya N.V., Ovcharenko G.I., Alekseenko V.V. *Dry mixtures based on high-calcium ash CHP. Prospects of development of construction materials science: energy and resource saving in construction.* Chelyabinsk, REKPOL Publ., 2011; 7-9.

24. Raschupkina M.A., Kosach A.F., Popov V.A. Application of water removal ash of Omsk thermal power plants in concrete technology. *Building materials.* 2005; 10(610):17-20.

25. Pulatov Z., Iskandarova M., Ganiev H. Resource-saving technology of integrated use of ash waste

in the production of lightweight concrete. *Composite materials.* 2010; 3(40):36-39.

26. Entin Z.B., Strzhalkovskaya N. Once again about thermal power plant fly-ash for cement manufacture. *Cement and its Application.* 2009; 2:106-111.

27. Rudensky A.V. Actual problems of resource saving in the construction and repair of asphalt pavement. *Roads and Bridges.* 2016; 1(35):2.

28. Dykin I.V., Velichko E.G., Eremin A.V. Multi-level-modified cement systems. *Bulletin of Civil Engineers.* 2016; 4(57):111-114.

29. Tskhovrebov E.S. Ecological and economic aspects of planning of placing and designing of industrial targets on processing, recyclings, to neutralisation of a waste. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering].* 2018; 13(11):1326-1340. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.11.1326-1340

Received April 6, 2019

Adopted in a modified form on April 29, 2019

Approved for publication May 28, 2019

B I O N O T E S : **Igor S. Kozhukhovskiy** — Candidate of Economic Sciences, President of the National Association of producers and consumers of ash and slag materials, Deputy General Director, **Russian Energy Agency (REA)**, building 1, 40 Schepkina st., Moscow, 129110, Russian Federation, Ulitcheva@rosenergo.gov.ru;

Evgeny G. Velichko — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Building Materials and Materials Science, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, velichkoeg@mgsu.ru;

Yury C. Tselykovskiy — Head of the direction, **All-Russia Thermal Engineering Institute (VTI)**, 14 Avtozavodskaya st., Moscow, 115280, Russian Federation, tsyk@vti.ru;

Eduard S. Tshovrebov — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, **Research Institute Center for Environmental Industrial Policy (EIPC)**, 42 Olympic avenue, Mytishchi, 141006, Russian Federation, rebrovstanislav@rambler.ru.