

УДК 666.194

О.А. Зубова*, А.Т. Маматаева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: o.zubova@kazgasa.kz

Эффективные методы переработки и дальнейшего использования золошлаковых отходов ТЭС

В статье представлен краткий обзор наиболее перспективных методов использования золошлаков ТЭС в промышленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве. Освещена проблема накопления в Казахстане значительного количества золошлакоотходов ТЭС и их негативное влияние на все природные среды. Кратко описан зерновой состав отходов, а также процесс их образования. Приведены результаты исследований авторов по применению зол ТЭС в качестве компонента сухой штукатурной смеси, отвечающей стандартным требованиям. Выделены актуальные направления переработки золы с получением вторичного угля, тяжелого бетона, ячеистого бетона, кирпича, дорожного покрытия, удобрений. Рассмотрены экономические и экологические выгоды от применения способов переработки данного вида отходов на примере зарубежных и отечественных производств. Разработка данного направления согласуется с «Концепцией по переходу РК к зеленой экономике» и способствует решению проблемы ресурсосбережения и дальнейшего устойчивого развития территории Республики Казахстан.

Ключевые слова: теплоэлектростанция (ТЭС), золошлаковые отходы, золошлакоотвалы, ячеистый бетон, сухая штукатурная смесь, ресурсосбережение, зеленая экономика.

O.A. Zubova, A.T. Mamataeva

Effective methods of recycling and further use of ash-slag wastes cogeneration station

The article provides a brief overview of the most promising methods of using ash of cogeneration station in industry, construction industry and agriculture. There discusses the problem of accumulation in Kazakhstan a significant amount of ash of cogeneration station and slag waste thermal power plants and their adverse impact on all environmental media. The grain composition of the waste briefly described, as well as the process of their education. Research shows the results on application of cogeneration station's evils as a component of dry plaster mixture that meets the standard. Current trends in recycling ash to produce a secondary coal, heavy concrete, aerated concrete, brick, pavement, fertilizers were highlighted. The economic and environmental benefits of processing methods of this type of waste as an example of foreign and domestic production were examined. The development of this direction is consistent with the «Concept for the transition to a green economy of Kazakhstan» and contributes to solving the problem of resources and further sustainable development of the territory of the Republic of Kazakhstan.

Key words: cogeneration station, ash-slag waste, ash-slag dumps, cellular concrete, dry plaster mixtures, resources economy, green economy.

O.A. Зубова, А.Т. Маматаева

Қайта өңдеудің тиімді әдістері және ЖЭС күл-қожды қалдықтарын алдағы уақытта пайдалану

Мақалада жылу электр станциясында (ЖЭС), өнеркәсіпте және құрылыс индустриясы мен ауылшаруашылығында шығарылатын күл-қожды қалдықтарды пайдаланудың біршама тиімді әдістеріне қысқаша шолу жасалған. Қазақстандағы Жылу электр станцияларынан бөлінетін күл-қожды қалдықтар мөлшерінің айтарлықтай жинақталуы жөніндегі мәселелер және олардың табиғи ортаға

кері әсері баяндалған. Сондай-ақ, қалдықтардың қождардың құрамы мен олардың түзілу процесі қысқаша баяндалған. ЖЭС күл-қождарын стандартты талапқа жауап беретін құрғақ сылақ қоспасына компонент ретінде пайдалану бойынша авторлардың зерттеу жұмыстары келтірілген. Күл-қождарды қайта өңдеу арқылы тыңайтқыштарды, жол жабындарын, кірпіш, ұялы бетон, ауыр бетон және екінші ретті көмір алудың өзекті бағыттары айқындалып келеді. Отандық және шетелдік үлгілер бойынша берілген қалдық түрлерін қайта өңдеу әдістерін пайдаланудың экологиялық және экономикалық тиімділігі қарастырылған. Берілген бағытты қайта өңдеу «ҚР жасыл экономикаға көшу концепциясына» сәйкес келеді және Қазақстан Республикасы аймағының болашақта тұрақты дамуы мен табиғи ресурстарды үнемдеу мәселелерін шешуге көмектеседі.

Түйін сөздер: Жылыту электр станциясы (ЖЭС), күл-қожды қалдықтар, күл-қожды үймелер, ұялы бетон, құрғақ сылақ қоспасы, ресурстарды үнемдеу, жасыл экономика.

Энергетические предприятия, в частности тепловые электростанции (ТЭС), по степени влияния на окружающую среду относятся к числу наиболее интенсивно воздействующих объектов и распространяют свое негативное влияние на обширные территории, громадные объёмы атмосферы и гидросферы Земли.

Значительные площади занимают отвалы золошлаковых отходов ТЭС, что делает эти земли непригодными для использования в промышленности и сельском хозяйстве. Данный вид отходов представляет угрозу для здоровья населения, а также опасен для растительного и животного мира близлежащих районов. Особого внимания требуют золоотвалы, находящиеся вблизи водоемов (рек, озер) из-за возможных аварийных прорывов дамб. Накопленные золошлакоотходы оказывают значительную экологическую нагрузку на природу с геоморфологическими, гидрогеологическими, геохимическими, геотермическими, инженерно-геологическими, минералогическими и геофизическими последствиями.

По зерновому составу золошлаковые отходы делят на золу и шлаки. Условной границей между ними можно принять фракцию 0,25 мм: более мелкие отходы относят к золам, более крупные – к шлакам. При удалении мелкой и легкой фракций, которые уносятся дымовыми газами из топок и улавливаются фильтрами ТЭС, в золоборниках концентрируется зола сухого отбора [1]. Она поступает либо непосредственно в транспортирующие средства либо в хранилища потребителя. При очистке золоборников водой зола и шлак в виде пульпы удаляются в отвалы. На этих отвалах, имеющих при каждой ТЭС, хранятся основные массы золошлаков.

Вместе с тем золошлаковые отходы по химическому и минералогическому составу во многом идентичны природному минеральному сырью. Поэтому использование их в промыш-

ленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве – один из стратегических путей решения экологической проблемы в зоне работы ТЭС (рис. 1). Шлаки и золы имеют хорошую перспективу для широкого их использования с целью ресурсосбережения, то есть решения экономических проблем, связанных с сохранением природных ресурсов цветных, редких металлов и других материалов.

Следует отметить, что если в странах СНГ золошлаки до сих пор именуется отходами, то в западных странах они официально называются побочными продуктами ТЭС и предлагаются потенциальным потребителям в виде технологически доработанных продуктов, соответствующих требованиям нормативных документов в области строительства. Благодаря этому обстоятельству в развитых странах используется 70-95% золошлаков от объемов их выхода, а в нидерландах и Дании – 100%. В Западной Европе и Японии практически ликвидированы золоотвалы при ТЭС [2].

Перед нашим государством стоит грандиозная задача перехода от «коричневой экономики» к «зеленой экономике», которая была озвучена в Послании Президента народу Казахстана Стратегия «Казахстан-2050». Более подробно система управления отходами рассмотрена в нормативном документе «Концепция по переходу Республики Казахстан к зеленой экономике». В частности, для уменьшения объема промышленных отходов предполагается определение «вариантов переработки/захоронения опасных и токсичных отходов» [3]. Далее рассмотрим наиболее эффективные способы применения золошлаковых отходов в различных отраслях народного хозяйства, внедрение которых, несомненно, может обеспечить устойчивое развитие территории нашего государства.

Актуальным направлением является получение из золы вторичного угля. После добав-

ки мазута его можно сжигать на ТЭС, а также продавать населению в виде брикетов как топливо. Определение теплотворной способности зол ТЭС показало, что она превышает теплотворную способность горючих сланцев и отдельных видов бурого угля. Также угольную золу

ТЭС можно добавлять в качестве связующего при производстве железорудных окатышей, что позволяет сохранять запасы бентонитовых глин, применяемых как связующее, и экономит огромные средства, которые расходуются на их добычу и транспортировку [4].

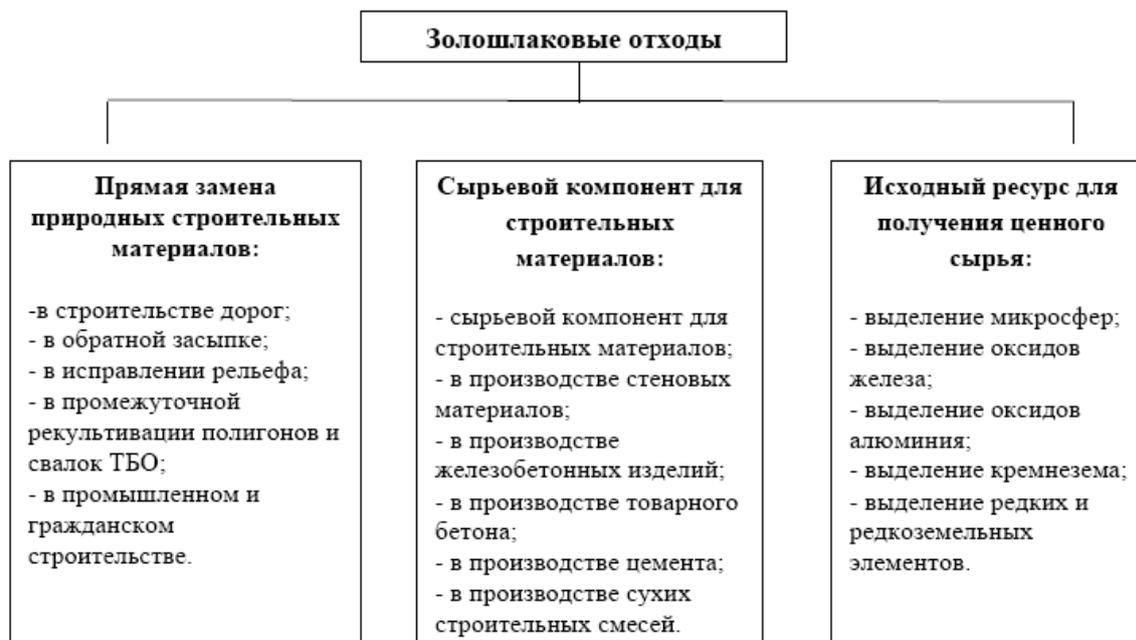


Рисунок 1 – Основные области применения золошлаков в различных отраслях промышленности

Выделяемые магнетиты и карбиды железа являются высококачественным сырьем для сталелитейной промышленности, а высокоглиноземистые минералы применяются в производстве огнеупоров.

Значительное количество золошлаков используется для строительства ограждающих дамб на золошлакоотвалах, то есть на собственные нужды ТЭС.

Строительная индустрия является наиболее перспективным потребителем золошлаковых отходов. В первую очередь, они используются как частичная или полная замена песка при изготовлении тяжелого бетона. Особенно выгодно вводить золошлаковую смесь вместо мелкозернистого песка, требующего повышенного расхода цемента. Бетон, в котором золошлаковая смесь сочетается со щебнем, по прочности не уступает бетону на высококачественных заполнителях. Золошлаковая смесь или шлак, применяемые в сочетании с обычными заполнителями, улучшают зерновой сос-

тав и удобоукладываемость бетонной смеси при экономии дорогостоящих заполнителей. Очень важно, что в данном случае можно достичь до 25% экономии цемента. Эти технологии широко применяются в промышленном производстве развитых стран. Так, например, в Германии 75% каменноугольной летучей золы используется в производстве бетона [5].

Авторами статьи совместно с научным руководителем Садуакасовым М.С. на лабораторной базе КазГАСА и НИИСтромпроекта (г. Алматы) были проведены исследования по применению зол ТЭС в качестве активного компонента состава сухой клеевой и штукатурной смеси на цементной основе. Были разработаны составы сухих штукатурных смесей марок М35 и М50, минеральная часть которых состоит полностью из отходов производства и местных сырьевых компонентов. Составы сухих штукатурных смесей включают тонкомолотый гранулированный шлак, гидратированную известь, гипс, золу-унос ТЭС, песок, гиперпластификатор «Melflux», во-

доудерживающую добавку, сульфонат и микроармирующую добавку «арбоцель» [6].

Опробование составов и технологии было проведено в производственных условиях ТОО «POLIMIN KZ». Там же была выпущена опытная партия сухой штукатурной смеси, апробация которой была успешно осуществлена при отделке стен Центральной районной больницы в г. Есик. Обработку раствора, нанесенного на стену, рабочие осуществляли таким же способом, который применяется при работе с обычным цементным раствором. Масса была технологичной при переработке, а после отвердевания имела однородный вид без трещин и каких-либо видимых дефектов. По заключению специалистов, разработанный в НИИСтромпроекте состав сухой штукатурной смеси отвечает требованиям стандарта и может быть использован для оштукатуривания стен жилых и общественных зданий и сооружений.

Согласно результатам экспериментальных исследований авторов применение механоактивированной золы позволяет снизить расход цемента до 50% в составе сухой смеси. Экономический эффект от внедрения результатов исследований составляет 1 805 тенге на 1 т смеси, а при выпуске 100 тыс. т смеси в год составит 180,5 млн. тенге. Учитывая, что в Казахстане накоплено 430 млн. т. золошлакоотходов, данные разработки являются определенным вкладом в решение проблемы утилизации золошлаков ТЭС [7].

Одним из самых перспективных направлений утилизации золы ТЭС является ее применение при производстве ячеистых бетонов. Основной составляющей золы является стекловидное вещество, а не кристаллический кварц, как в песке, поэтому это повышает активность золы и эффективность ее применения в качестве кремнеземистого компонента [7]. Вследствие того, что частицы золы отличаются развитой внутренней пористостью, ячеистые золобетоны при прочих равных условиях характеризуются меньшей плотностью по сравнению с подобными бетонами на песке.

Использование золы и шлака ТЭС в качестве выгорающих добавок при производстве кирпича повышает массообменные характеристики сырца и ускоряет процесс сушки с одновременным снижением расхода топлива (до 20 ... 40%), повышает прочность кирпича и снижает процент брака после его сушки и обжига. В силикатном производстве кирпича достигается значительная экономия извести (до 20%) при одновременном

повышении прочности сырца и самого кирпича после термообработки.

Одним из наиболее доступных и экономически эффективных способов применения зол ТЭС является их использование в дорожном строительстве. Они используются для устройства укрепленных оснований дорожных одежд, а также для укрепления земляного полотна. Смесь золы, грунта и извести обеспечивает дорожному покрытию длительное сопротивление деформации при действии продолжительной нагрузки. Причем наибольшее применение находит активная зола в сухом состоянии, обладающая вяжущими свойствами и образующаяся при сжигании торфа, сланцев, бурых углей, и в опытном производстве – гранулированный топливный шлак для строительства покрытий и оснований дорог.

Для покрытия автомобильных дорог широко применяется горячий укатанный асфальт. Асфальт производят способом нагревания смеси минеральных компонентов наполнителей и битума до высокой температуры. Далее смесь укладывают и укатывают. Обычно в качестве заполнителя используется известняковая пыль. Замена ее летучей золой существенно улучшает свойства уложенной смеси в сравнении с обычным асфальтом, в частности уменьшает плотность и повышает долговечность [8]. Кроме того, зола из отвалов может быть успешно использована для отсыпки автомобильных дорог, проездов, для балластировки железнодорожных путей.

Золы ТЭС, помимо органического углерода и азота, состоят из элементов, которые также входят в состав почвы, что позволяет использовать их в сельском хозяйстве. Это повышает качество почвы и урожая, особенно на истощенных землях. Основные характеристики почвы повышаются за счет улучшения текстуры, изменения плотности, увеличения влажного замещения, нейтрализации кислотности и снижения неровностей поверхности. Кроме того, летучая зола благотворно влияет на рост и урожайность. Например, в США и в ряде других развитых стран продаются удобрения на основе золы [8]. Такие удобрения содержат важные питательные вещества, также их применяют для нейтрализации кислых почв.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что эффективная переработка и применение золошлаковых отходов ТЭС могут помочь значительно снизить негативное влияние на окружающую среду и улучшить экономические показатели предприятий. В целом, зола

широко используется в разных производствах и имеет хорошие рыночные перспективы. Существуют доступные технологии утилизации золы, некоторые из которых широко применяются

на коммерческой основе. В то же время во всем мире, в том числе и в нашей стране появляются новые интересные разработки в этой области, которые обладают значительным потенциалом.

Литература

- 1 Сулименко Л.М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе. – М.: Высш. Шк., 2000.
- 2 Зубова О.А. Утилизация золошлаков ТЭС в зарубежных странах // Вестник КазГАСА. – №4(34). – Алматы, 2009. – С. 139-142.
- 3 Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». – Астана, 2013. – С. 43.
- 4 Хрулев В.М. Технология и свойства композиционных материалов строительства. – Уфа: Изд-во ТАУ, 2001.
- 5 Стройиндустрия и промышленность строительных материалов: Энциклопедия. – М.: Стройиздат, 1996.
- 6 Колесникова И.В., Зубова О.А., Ауельбеков С.Ш., Садуакасов М.С. Утилизация золошлаков ТЭС в сухие строительные смеси // Вестник НИИСТРОМПРОЕКТА. – №5-6 (20). – Алматы, 2009. – С. 144-148.
- 7 Зубова О.А. Сухие штукатурные смеси на основе шлаковых вяжущих и зол-уноса ТЭС: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Алматы, 2010. – С. 6-7.
- 8 Путилин Е.И., Цветков В.С. Применение зол-уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. – М.: ФГУП «СОЮЗДОРНИИ», 2003. – С. 7-9.

References

1. Sulimenko L.M. Tehnologija mineral'nyh vjzhashhhih materialov i izdelij na ih osnove. – M.: Vyssh. Shk., 2000.
2. Zubova O.A. Utilizacija zoloshlakov TJeS v zarubezhnyh stranah // Vestnik KazGASA, №4(34). – Almaty, 2009. – S. 139-142.
3. Konsepcija po perehodu Respubliki Kazahstan k «zelenoj jekonomike». – Astana, 2013. – S. 43.
4. Hrulev V.M. Tehnologija i svojstva kompozicionnyh materialov stroitel'stva. – Ufa: Izd-vo TAU, 2001.
5. Strojindustrija i promyshlennost' stroitel'nyh materialov: Jenciklopedija. – M.: Strojizdat, 1996.
6. Kolesnikova I.V., Zubova O.A., Auel'bekov S.Sh., Saduakasov M.S. Utilizacija zoloshlakov TJeS v suhie stroitel'nye smesi // Vestnik NIISTROMPROEKTA. – №5-6 (20). – Almaty, 2009. – S. 144-148.
7. Zubova O.A. Suhie shtukaturnye smesi na osnove shlakovyh vjzhashhhih i zol-unosa TJeS: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Almaty, 2010. – S. 6-7.
8. Putilin E.I., Cvetkov V.S. Primenenie zol-unosa i zoloshlakovyh smesej pri stroitel'stve avtomobil'nyh dorog. – M.: FGUP «SOJuZDORNII», 2003. – S. 7-9.