

УДК: 332.1

Батыров Георгий Кимович

аспирант

Batyrov G. K.E-mail: batyrov2703@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Гжельский государственный университет»
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
“Gzhel State University”
Московская обл., Раменский г. о.,
пос. Электроизолятор, д. 67, Россия, 140155
Тел.: 8(496)464-76-40

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF CERAMIC BRICK PRODUCTION BASED ON THE USE OF ASH WASTE

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы снижения себестоимости и повышения эколого-экономической эффективности при использовании зольных отходов в производстве кирпича на оборудовании фирмы «Серик» в Московской области. Предложены экологические, технологические и экономические решения проблемы повышения конкурентоспособности производства полнотелого керамического кирпича в условиях роста цен на сырье и энергоносители. Системная совокупность этих предложений формирует экономико-экологическую и управленческую модель, обеспечивающую не только снижение себестоимости и повышение эколого-экономической эффективности производства кирпича, но и повышение конкурентоспособности строительного материала на основе повышения его качества и, в частности, прочности и морозостойкости.

Ключевые слова: экология; зола; отходы; глина; кирпич; производство; технология; качество; конкурентоспособность; издержки; эффект; эффективность; рентабельность; рента.

Annotation. The article describes the issues of reducing the cost and improving environmental and economic efficiency of using ash waste in the production of bricks on the equipment of the company "Serik" in the Moscow region. Ecological, technological and economic solutions to the problem of increasing the competitiveness of the production of full-bodied ceramic bricks in conditions of rising prices for raw materials and energy carriers are proposed. The systemic combination of these proposals forms an economic, environmental and management model that provides not only cost reduction and an increase in the ecological and economic efficiency of brick production, but also an increase in the competitiveness of building material based on improving its quality and, in particular, strength and frost resistance.

Keyword: ecology; ash; waste; clay; brick; production; technology; quality; competitiveness; costs; effect; efficiency; profitability; rent.

Зола является отходами деятельности энергетических, металлургических и других предприятий и загрязняет окружающую среду в местах ее размещения. В

тоже время зола представляет собой вяжущее вторичное сырье. При поглощении воды она твердеет и приобретает достаточную прочность для использования в качестве составляющей строительных материалов. Благодаря этому свойству ее используют в составе шихты при производстве керамического кирпича.

Золы подразделяются на: антрацитовую, каменноугольную, буроугольную, сланцевую, торфяную, дровяную и др. Наиболее эффективно использование золы и шлаков антрацитовых углей, в которых содержание несгоревшего топлива составляет 15–20 %. Основная масса несгоревшего топлива содержится внутри частичек аморфизованного глинистого вещества, оплавленного снаружи. Содержание остеклованных частиц в антрацитовых золах составляет 60–80 % по массе [5].

Эффективность использования золы повышается с ростом удельной поверхности известково-зольного вяжущего. При этом в зольном компоненте керамического кирпича должно содержаться не более 3–5 % несгоревшего топлива и не менее 10 % оплавленных частиц [6].

Тепло-, электростанции (ТЭС) в зависимости от вида энергоносителя и технологии его сжигания формируют следующие виды шлакозольных отходов: зола-уноса, топливные шлаки, шлакозольная смесь в отвалах в виде пульпы.

По содержанию СаО золу подразделяют на кислую и основную. Золы, проявляющие явные гидравлические свойства, следует относить к основным золам [2]. Кислая зола-уноса – тонкодисперсная пыль, состоящая в основном из сферических частиц, содержащих кремний. По способу удаления различают золу сухого отбора (зола-уноса) и мокрого отбора (зола гидроудаления).

В настоящее время ГОСТ 25818-91 и ГОСТ 25592-91 определили требования к химическому составу ЗШМ, применяемых для производства различных видов бетонов и строительных растворов [12].

Целью исследований является повышение эффективности производства керамического кирпича на основе использования зольных отходов.

Решаемая научная задача – формирование экономико-экологической и управленческой модели, обеспечивающей не только снижение себестоимости и

повышение эколого-экономической эффективности производства кирпича, но и повышение конкурентоспособности строительного материала на основе повышения его качества и, в частности, прочности и морозостойкости.

Анализ применения золы при производстве глинозольного кирпича.

Каменноугольная зола, употребляемая для производства известково-зольных кирпичей, нуждается в тщательной предварительной подготовке, так как содержит не только полезные, но и вредные вещества. Эти вещества состоят из несгоревших частиц угля, кусочков камня, с которыми уголь был перемешан, сплавленного и спекшегося шлака и из растворимых в воде солей. Отсеянные шлаки, куски несгоревшего угля и камешки размельчаются до величины горошины и также смешиваются с просеянной и выщелоченной золой. Известь, употребляемая в качестве вяжущего средства, должна быть максимально жирной и загашена в порошок [7]. Известь перемешивается вместе с добавкой в густую массу, к которой постепенно прибавляется вода.

Использование зольных добавок позволяет добиться увеличения марки прочности кирпича на 1-2 марки. Кроме того, добавление зол наиболее эффективно при использовании жирной высокопластичной глины, при этом существенно повышаются такие качества кирпича, как прочность и морозостойкость, кирпич формируется без трещин. Снижается расход песка и воды. Идет быстрое высушивание кирпича, получаемый кирпич обладает большей плотностью. Известково-зольные кирпичи, в целях уменьшения их веса, могут быть изготавливаемы и пустотелыми [8].

Пустоты должны располагаться в кирпиче в продольном направлении, что при кладке имеет большое значение в смысле тепловой изоляции и звукопроводимости.

При сравнении стен, сложенных из известково-зольных кирпичей и из обыкновенного кирпича, установлено, что защита строений от внешних изменений температуры при применении известково-зольных кирпичей не хуже, чем при использовании обожженного кирпича [9].

Использование золы в строительстве началось с 30-х гг. XX в. при изготовлении кирпича и шлакоблоков. Одними из наиболее ответственных объектов, построенных с использованием зол, являются Таллиннская телебашня и Ленинградская атомная электростанция. В последнее время возведены с использованием зол грузовой порт в Хельсинки (Финляндия) и порт Тронхейм (Норвегия) [10].

В современных условиях усиливается острота проблемы утилизации золошлаковых материалов, получаемых в результате сжигания углей тепловых электростанций. Их накопление в возрастающих объемах приводит к стремительному росту экологических, социальных и экономических издержек из-за крайне низкого уровня утилизации. Вместе с тем, по своему физико-химическому и агрегатному составу эти материалы являются полезным ресурсом, который может применяться в различных отраслях экономики с получением значительного социального и эколого-экономического эффектов. Таким образом, применение отходов при производстве строительных материалов позволяет сэкономить на стоимости сырья и материалов без ущерба качеству изделия, одновременно решая проблему утилизации золы и шлаковых материалов [11].

В России накоплен опыт промышленного производства глинозольного кирпича, подтверждающий эффективность этой добавки. Это обусловливается следующими основными факторами: сокращением расхода топлива на 10–30 % и более; заменой традиционных добавок, в частности, песка, а также дорогостоящих и дефицитных материалов (опилки, шамот).

В настоящее время при проведения экспериментальных работ по производству полнотелого кирпича было составлено несколько шихт, в которых содержание золы варьировалось от 11 до 21 %.

Шихта № 1. Глинистое сырье Гжельского месторождения – 79 %, песок 10 %, добавка зола – 11 %, по объему. Грансостав глины: глинистые 63,08 %, пылеватые – 30–32 %, песчаные – 6,6 %. Определены по ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний».

Шихта № 2. Глина Гжельская – 79 %, добавка – 21 %, из них 10 % песок, 11 % опилки древесные продольного распила фракции до 3 мм.

Шихта № 3. Глинистое сырье Гжельского месторождения – 79 %, добавка 21 %, зола 100 % по объему.

Использовалась зола ТЭЦ-22 Филиала ОАО «Мосэнерго» различного гранулометрического состава (зола отбиралась автопогрузчиком с различных участков отвала): для шихт составов 1, 2, 3.

Цель – получение пластичной массы, то есть способной формоваться без трещин и разрывов.

После подготовки сырья были отработаны режимы сушки и обжига продукции. Обжиг кирпича производился в туннельной печи, фирмы «Серик». Высокая стоимость природного газа и его высокий расход экономически оправдывают использование золы ТЭЦ в производстве полнотелого кирпича. В таблице 1 представлены данные по снижению расхода газа.

Таблица 1 – Расход газа на 1 тыс. штук полнотелых кирпичей

Месяцы 2023 г.	Шихта № 1 Глинистое сырье Гжельского месторождения – 79 %, песок 10 %, добавка зола – 11 %, по объему)	Шихта № 2 Глинистое сырье Гжельского месторождения – 79 %, добавка 21 %, смесь 10 % песок +11 %, по объему опилки древесные продольного распила	Шихта № 3 Глинистое сырье Гжельского месторождения – 79 %, добавка – 21 %, зола по объему	Экономия газа, м3
Январь		151,880		
Февраль		160,592		
Март		132,417		
Апрель		127,847		
Май		139,775		
Июнь		144,671		
Июль		146,561		
Август	119,224			24,167 16,85%
Сентябрь			97,202	46,189 32,2%
Октябрь			104,592	38,799 27,05%
Средний расход газа в месяц		143,391		

Физико-механические свойства обожженных изделий исследовались ежедневно заводской лабораторией и показывают, что ввод золы в массу при производстве полнотелого кирпича размером 250x120x65 1 НФ в количестве 10-14 % увеличил предел прочности при сжатии этих изделий по сравнению с обычной шихтой (марки «150» до марки 200 прочность увеличилась до 30). Таким образом, установлено, что с учетом содержания в золе 14,7 % несгоревшего топлива ввод ее экономически выгоден.

В таблице 2 представлены результаты расчета экономии на стоимости газа.

Таблица 2 – Экономия затрат на сокращении объемов использования природного газа

Месяцы	Кол-во газа т. м3	Стоимость газа всего в руб.	Стоимость 1 тыс. м3	Экономия газа тыс. м3	Экономия газа в тыс. руб. в месяц	Расчет экономия газа в тыс. руб. в год
Январь	151,88	1364729	8985			
Февраль	160,59	1438505	8957			
Март	132,41	1179754	8909			
Апрель	127,84	960954	7516			
Май	139,77	1252882	8963			
Июнь	144,67	1300688	8990			
Июль	146,56	1330362	9077			
Август	119,22	1077322	9036	24,167	218	2616
Сентябрь	97,20	877988	9032	46,189	417	5004
Октябрь	104,59	1053983	10077	38,799	390	4680

По результатам исследований установлена экономия топлива (природного газа):

- по шихте № 2 составила 16,85 % в месяц к среднемесячному расходу газа;
- по шихте № 3 составила 32,2 % в сентябре 2023 г., 27,05 % в октябре 2023 г.

Условный годовой экономический эффект от внедрения в производство полнотелого кирпича с применением в качестве отошающей и топливосодержащей добавки золы составит до 5 004 тыс. руб. на каждые 900 т шт. полнотелого кирпича.

По сравнению с полностью глиняным кирпичом кирпич с добавкой золы имеет ряд конкурентных преимуществ:

– улучшенная прочность, которая достигается за счет использования в качестве сырья зольного компонента, повышается марка кирпича с М 150 до М 200;

– кирпич уверенно может быть использован в суровых температурных условиях, не подвержен образованию грибка и плесени.

Учитывая снижение цены на полнотелый кирпич в среднем 14,7 % с августа по ноябрь 2023 г., проблема снижения себестоимости и повышения эффективности работы предприятия является актуальной для всех кирпичных заводов, особенно в осенне-зимний период (таблица № 3).

Таблица 3 – Снижение цен на полнотелый кирпич с августа по ноябрь 2023 г. по данным официальных сайтов предприятий

№ п/п	Наименование завода	Вид продукции	Цена 14.08.2023, руб. за шт.	Цена 27.11.2023, руб. за шт.	Снижение цены в %
1	ООО «Технологии керамики»	Кирпич полнотелый 250x120x65 1НФ марка 150	14,5	13,5	6,8 %
2	Мстерский завод керамических стеновых материалов	Кирпич полнотелый 250x120x65 1НФмарка 150	14,5	14,0	3,5 %
3	Каширский кирпичный завод	Кирпич полнотелый 250x120x65 1НФ марка 150	29,04	18	38,0 %
4	Ломинцевский кирпичный завод	Кирпич полнотелый 250x120x65 1НФ марка 150	13,5	12,0	11,1 %
5	Воскресенский кирпичный завод	Кирпич полнотелый 250x120x65 1НФ марка 150	14,0	12,0	14,2 %
6	Средний показатель				14,7 %

Выводы

Использование в производстве полнотелого кирпича в качестве добавки в основной шихте золы ТЭЦ позволяет получать теплоизоляционный строительный материал высокого качества, высокой марки и по более низкой себестоимости, снизить затраты на технологический процесс.

Использование золы ТЭЦ дает экологический эффект при инновационной переработке вторичного сырья, предназначенного для захоронения в отвалах.

Предложен механизм снижения затрат по одной из основных статей расходов – использование природного газа.

Снижение затрат на производство продукции полнотелого кирпича, улучшения финансовых показателей предприятия, а именно рентабельности бизнеса в условиях снижения цен на кирпич, позволяет извлекать инновационную и экологическую ренту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов В. З., Абдрахимова Е. С. Сейсмостойкий кирпич на основе межсланцевой глины и алюмосодержащего шлака производства металлического хрома // Новые огнеупоры. 2021. № 4. С. 53–57.
2. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.
3. Некрасов А. С., Синяк Ю. В. Перспективы развития топливно-энергетического комплекса России на период до 2030 года // Проблемы прогнозирования. 2007. № 4. С. 21–52.
4. Путилин Е. И., Цветков В. С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог: Обзор. информ. отеч. и зарубеж. опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. М.: Союздорнии, 2003. 58 с.
5. Бугрова Е. А. Напряженно-деформированное состояние искусственных оснований в нелинейной стадии их работы: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.23.02 / Всерос. гос. НИИ гидротехники им. Б. Е. Веденеева. СПб., 1992.
6. Волженский А. В., Иванов И. А., Виноградов Б. Н. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984.
7. Бугрова Е. А. Напряженно-деформированное состояние искусственных оснований в нелинейной стадии их работы : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук : 05.23.02 / Всерос. гос. НИИ гидротехники им. Б. Е. Веденеева. СПб., 1992.
8. Гужелев Э. П., Усманский Ю. Т. Рациональное применение золы ТЭЦ: Результаты научно-практических исследований. Омск, 1998.
9. Дуденкова Г., Левит И. Особенности производства керамического кирпича с добавкой золы от сжигания осадков сточных вод // Строительные материалы. 2003. № 2.
10. Ватин Н. И., Петросов Д. В., Калачев А. И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 4.