

## УТИЛИЗАЦИЯ КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА.

Л.Б. Сватовская, А.М. Сычева, М.В. Шершнева,  
В.Н. Сурков

ГОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения», г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова и фразы:** получение автоклавного пенобетона; раскисление почв; статическая емкость; утилизация зол.

**Аннотация:** В работе рассмотрена технология утилизации зол от сжигания углей, при внедрении которой был получен автоклавный золопенобетон улучшенного качества по резательной технологии. Приведены физико-механические характеристики полученного материала, а также предложены области применения отходов, образующихся при его изготовлении.

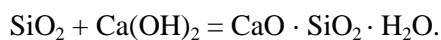
В настоящее время 90 % шлаков и золы ТЭС транспортируется в отвалы, на содержание которых затрачиваются миллионы рублей, причем годовой расход электроэнергии, только на удаление золы и шлака в отвалы составляет 1,5 млрд кВт. К этому следует добавить затраты на сооружение золоотвалов, строительство золопроводов, воды для транспортирования отходов. Под топливные отходы заняты многие десятки тысяч гектаров земли. Поэтому проблема утилизации зол в настоящее время стоит достаточно остро.

Наиболее полно исследованы пути использования зол и шлаков, горючих сланцев, каменных и бурых углей. Минеральные остатки углей содержат оксиды кремния, алюминия, железа. При наличии глинозема более 30 % отходов следует рассматривать в качестве техногенного сырья алюминиевой промышленности, высокое содержание оксида кальция дает основание для использования их в производстве цементов и автоклавных материалов. Разнообразие химического и минерального составов зол различных видов твердого топлива вынуждает для каждого месторождения искать рациональные пути их переработки.

Нами была проверена возможность использования зол от сжигания углей Красногородского разреза, используемого на Каширской ГРЭС, при получении автоклавного пенобетона по резательной технологии.

В табл. 1 представлен химический состав исследуемой золы.

Формирование пенобетона в присутствии золы должно происходить по реакции:



В результате взаимодействия формируется кристаллогидрат, обеспечивающий прочность материала.

Известно, что автоклавная обработка осуществляется при температуре равной  $174+5$  °С и давлении 0,8 МПа. При таком режиме обработки исключается возможность негативного воздействия на окружающую среду от применения золы в технологии получения золопенобетона.

Технологическая схема производства автоклавного пенобетона по резательной технологии включает следующие основные этапы: помол песка, приготовление известково-песчаной смеси; приготовление пенобетонной смеси; заливку поризованной смеси в формы; выдержку в тепловлажностных условиях; автоклавирование - деление массива на блоки; складирование, упаковку изделий, контроль качества.

Автоклавная технология производства пенобетона отличается от технологии твердения при атмосферном давлении тем, что в том числе предполагает тонкие сырьевые компоненты, обеспечивающие большую суммарную поверхность зерен; кроме того в этой технологии принципиальна природа вводимой пены. В нашей работе тонкие сырьевые компоненты были представлены, в том числе и золой Каширской ГРЭС. Технологическая схема представлена на рис.1.

Было установлено, что технология автоклавного пенобетона менее требовательна к качеству сырьевых материалов и позволяет получить, например, изделия на извести активностью от 50 до 90 % и

разного вида кремнеземного сырья. Расход компонентов сырьевой золосмеси и полученные значения прочности блоков золопенобетона представлены в табл. 2.

По данным табл. 2 видно, что использование золы в количестве 30 % вместо песка оказывает положительное влияние на формирование прочности пенобетона, которая после автоклавной обработки увеличивается на 40 % по сравнению с составом, включающим 100 % песка, и достигает значения равного 3,5 МПа. Дальнейшее увеличение расхода золы до замены 80 % песка характеризуется понижением материала, но при этом абсолютное значение выше или равно прочности контрольного пенобетона.

Таблица 1

### Химический состав используемых зол

Оксидный состав золы, %								
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.
58,68	8,6	24,6	2,6	0,7	1,6	0,65	2,3	0,27

Таблица 2

### Взаимосвязь расхода золы и прочности автоклавного пенобетона D500

Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси, кг						Водо/ вяжущие	Прочность при сжатии, МПа
Цемент	Известь	Песок	Зола	пендобавка	Вода		
160	80	160	-	2,1	211,2	0,88	2,5
160	80	144	16	2,1	212,4	0,885	2,9
160	80	128	32	2,1	213,6	0,89	3,3
160	80	112	48	2,1	214,8	0,895	3,5
160	80	96	64	2,1	216	0,95	3,2
160	80	80	80	2,1	217,2	0,903	3,0
160	80	64	96	2,1	218,4	0,91	2,8
160	80	48	112	2,1	219,6	0,915	2,6
160	80	32	128	2,1	222	0,925	2,2
160	80	16	144	2,1	224,4	0,935	2,0
160	80	-	100	2,1	226,8	0,945	1,5

При использовании золы целесообразно увеличить расход извести на 10 % по отношению к контрольному составу, что превышает прочность золопенобетона до 4,0 МПа. Были определены коэффициент теплопроводности и сорбционная влажность, оказалось, что прочность и коэффициент теплопроводности золопенобетона D500 соответствует ГОСТу 25485.

Полученные результаты позволили осуществить опытно-промышленный выпуск автоклавного золопенобетона D500 по резательной технологии на территории производственного цеха ЗАО «Пенобетон», г. Орел, при использовании пенообразующей добавки – на протеиновой основе «Addiment SB-31L».

Анализируемые физико-механические характеристики пенобетона теплоизоляционного и теплоизоляционно – конструкционного явились основанием для разработки технических условий №5741-001-01115840-2002, согласованных в ГОССТРОЙ России, а также создания технологического регламента по резательной технологии. Составы, разработанные для автоклавной технологии, защищены патентами: №2004110065/03 и №99103609/03.

Кроме этого, было учтено, что при производстве золопенобетона образуются отходы, объем которых может достигать до 10 тыс. м<sup>3</sup> в год от 1 завода. По результатам работы кафедры известно, что отходы пенобетона обладают сорбционной емкостью по отношению к ионам железа, марганца, никеля. Нами были проведены исследования, которые подтвердили, что золопенобетон также способен к сорбции ионов тяжелых металлов, в том числе меди и кадмия (табл. 3).

Таблица 3

### Поглотительная емкость золопенобетона разной плотности

Плотность пенобетона, кг/м <sup>3</sup>	300	500	700
Статическая емкость по Cd (III), мг/г	4,22	4,12	3,98
Статическая емкость по Cu (II), мг/г	3,44	3,22	3,10

Кроме этого, поскольку известно, что рН водных вытяжек пенобетона обладает несколько повышенным значением, было предложено использовать золопенобетон для нейтрализации кислых стоков и почв. Было установлено, что для нейтрализации 1 кг кислоты необходимо 1,09 кг пенобетона. Такая нейтрализующая способность отходов золопенобетонов не уступает по эффективности традиционным химическим реагентам. Нейтрализующая способность отходов связывается с присутствием в отходах гидросиликатов кальция, имеющих щелочную реакцию.

Поскольку золопенобетон способен оказывать длительное нейтрализующее действие, то его можно предложить для нейтрализации кислых почв. В этом случае за счет использования крупных зерен, такой отход может оказывать длительное нейтрализующее воздействие, в течение которого крупные зерна успевают разложиться.

В качестве биоиндикатора состояния почвы на опытном участке была высажена столовая свекла.

Известно, что при неблагоприятных условиях, ее листья приобретают темно красный оттенок.



Рис. 1 Влияние кислотности почвы на цвет листьев свеклы

Результаты показали, что рН почвы на протяжении всего испытания находилась в пределах 6,5...7,0. На рис. 1 показана разница в окрашивании листьев свеклы, выращенной на участках без использования отходов пенобетона и при его применении. Использование отхода в качестве раскислителя почв привело к повышению урожая, прирост биомассы на опытном участке составил 30 %. Известно, что одним из наиболее распространенных в быту средств снижения рН почв, является древесная зола. Однако наряду с полезными свойствами она оказывает отрицательное воздействие на структуру почвы, повышая количество в ней пылеватых частиц. Поэтому при выборе оптимальных параметров сорбента для почв, необходимо также учитывать и размер частиц отхода, вносимых в почву. Поэтому были проведены исследования по выбору наиболее эффективной фракции отхода и интервала времени «работы» отхода в почве. Результаты представлены в табл. 4. Контроль проводился в течение месяца.

**Эффективность сорбции пенобетона ионов железа (III) из почв**

Размер фракции, мм	Максимальная эффективность, %	Время «работы», сут.
0,114–0,325	98	7...10
0,325–0,63	97	16...20
0,63–1,25	95	26...28
1,25–2,5	94	>31
2,5–5,0	92	>31

Таким образом, в приведенной работе были комплексно решены несколько экологических проблем: во-первых, предложена новая область утилизации зол от сжигания угля, на примере зол Каширской ГРЭС; во-вторых, при использовании зол происходит экономия природного материала – песка; в-третьих, была решена проблема утилизации отходов от производства золопенобетона; в-четвертых, была решена проблема сорбции тяжелых металлов при очистке сточных вод, на примере ионов меди и кадмия (положительное решение на выдачу патента), была решена проблема нейтрализации кислых стоков с использованием отходов (патент) и нейтрализация кислых почв.

*Список литературы*

1. Байдарашвили, М.М. Применение индикаторного метода для выбора компонентов экозащитных систем при очистке водных сред от ионов тяжелых металлов / М.М. Байдарашвили // Автореф. дисс. к.т.н., СПб, 2001. – 23 с.
2. Сватовская, Л.Б. «Фундаментальные основы в свойствах пенобетона» / Л.Б. Сватовская // Материалы международной научно-практической конференции «Пенобетон-2007», СПб, ПГУПС, 2007. – С. 1–7.
3. Сычева, А.М. «Повышение прочности и теплозащитности пенобетонов с использованием наноструктур» / А.М. Сычева // Материалы международной научно-практической конференции «Пенобетон-2007», СПб, ПГУПС, 2007. – С. 23–30.
4. Хитров, А.В. «Природа пены в технологиях пенобетонов» / А.В. Хитров // Материалы международной научно-практической конференции «Пенобетон-2007», СПб, ПГУПС, 2007. – С. 10–16.
5. Шершнева, М.В. «Применение альтернативных мелиорантов для раскисления почв» / М.В. Шершнева // Новые исследования в материаловедении и экологии. СПб, ПГУПС, 2006. – №6 – С. 73–75.

**Utilization of Silica-Containing Waste in New Construction Material Production**

**L.B. Svatovskaya, A.M. Sycheva, M.V. Shershneva,  
V.N. Surkov**

*St. Petersburg State University of Communications, St. Petersburg*

**Key words and phrases:** autoclave foam concrete production; soil deoxidation; static capacity; ash utilization.

**Abstract:** The paper studies the technology of burnt coal ashes utilization; it enables to produce autoclave ash foam concrete of improved quality through cutting technology. Physical and mechanical properties of the produced material are given as well as the areas of waste application are proposed.