

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА ОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ

ВОЛОВИК Т. В., КАЦ Л. И.

Государственное предприятие «Институт НИИСМ»

Юхневский П.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Для реализации требований строительных норм по обеспечению высоких эксплуатационных свойств наружных ограждающих конструкций широко используются различного рода защитные и отделочные покрытия.

Фасадное покрытие должно обеспечивать архитектурную выразительность и пластику, позволяющую архитекторам, исходя из местных условий и технических возможностей, находить оптимальные решения по созданию жилых массивов с разнообразным обликом, а использование широкой цветовой гаммы при изготовлении фасадных покрытий позволит обеспечить пространственную взаимосвязь и архитектурно-эстетическую особенность строительного комплекса.

Развитие промышленного производства неизбежно приводит к увеличению объема техногенных отходов. Это отсеvy дробления горных пород, золы, образуемые на белорусских ТЭЦ, а также отходы предприятий химической (кремнегель), металлургической (микрокремнезем) и других отраслей промышленности. Задача строительной отрасли найти для них разумное применение.

В состав окрасочного покрытия входят: основа (связующий компонент); красящий пигмент; минеральные наполнители; прочие добавки.

В качестве связующего компонента в таких покрытиях в большинстве случаев используют натриевое или калиевое жидкое стекло с различным модулем.

В Республике Беларусь производство как натриевого, так и калиевого жидкого стекла организовано на единственном предприятии –

ОАО «Домановский ПТК». Основные технологические переделы включают варку стекла (получение силикат-глыбы) и ее растворение. Варка силикат-глыбы, как и большинства стекол, осуществляется при температуре 1300-1400 °С. Растворение силикат-глыбы может осуществляться при различных условиях: во вращающихся автоклавах, в стационарных автоклавах [1–4], а также безавтоклавным способом.

В качестве сырьевых компонентов для производства силикат-глыбы используют кремнеземсодержащие и щелочесодержащие компоненты.

Основным кремнеземсодержащим компонентом для производства силикат-глыбы является кварцевый песок – тонкообломочная порода, состоящая преимущественно (>96 %) из зерен кварца с размером частиц 0,15– 0,3 мм.

Процесс получения натрий или калий жидкого силикатного стекла является высокоэнергоемким. На производство 1 т силикат-глыбы необходимо 230 кг у. т. Однако практический расход топлива составляет 410–430 кг у. т. Для растворения 1 т силикат-глыбы расходуется 1500–2000 кг пара.

Рассмотрим несколько видов доступных в больших объемах и нуждающихся в утилизации отходов. Это отсеvy дробления горных пород, золы, образуемые на белорусских ТЭЦ, кремнегель и микрокремнезем.

При проведении исследований были использованы:

– отсеvy дробления горных пород РУПП «Гранит» фракций менее 0,315, 0,315-0,63, 0,63-1,25, 1,25-2,5 мм. Химический состав отсевов представлен в таблице 1.

– золы ТЭС. Золы от сжигания торфа не рассматривались в проведении исследований из-за небольшого их количества. Кроме того, данные золы могут являться потенциальным источником повышенной радиационной опасности: торф накапливает в значительное количество радионуклидов Чернобыльского происхождения – цезия-137 и стронция 90. Исследования проводились на золах Жодинской и Бобруйской ТЭЦ. Еще одним положительным аргументом в пользу данных зол является более высокое содержание диоксида кремния (таблица 2).

– кремнегель является побочным продуктом производства фтористого алюминия на ОАО «Гомельский химический завод» (таблица 3).

В настоящее время практически весь объем его вывозится в отвалы, загрязняя окружающую среду. Установлено, что основную массу исходной пробы кремнегеля составляют частицы со средним размером 16,585 мкм. Содержание основного вещества – оксида кремния SiO₂ в кремнегеле колеблется в пределах 83–90 %.

Таблица 1

Химический состав отсевов горных пород РУПП «Гранит»

Оксиды	Химический состав гранитного отсева РУПП «Гранит», фракции, мм, % по массе			
	< 0,315	0,315–0,63	0,63–1,25	1,25–2,5
SiO ₂	53,57	55,84	55,96	55,94
Al ₂ O ₃	16,71	18,86	18,88	18,27
Fe ₂ O ₃	10,66	7,57	7,48	7,81
TiO ₂	0,82	0,69	0,64	0,61
P ₂ O ₅	0,35	0,34	0,17	0,38
CaO	6,64	6,03	6,35	6,11
MgO	3,95	3,33	3,35	3,46
SO ₃	0,36	0,34	0,34	0,27
П.п.п.	1,85	1,37	1,14	1,16
Na ₂ O	2,94	3,46	3,51	3,70
K ₂ O	2,15	2,17	2,18	2,29

Таблица 2

Химический состав зол белорусских ТЭЦ

Оксиды	Химический состав зол, % по массе	
	Жодинская ТЭЦ	Бобруйская ТЭЦ
SiO ₂	68,59	68,84
Al ₂ O ₃	5,53	5,35
Fe ₂ O ₃	11,37	3,50
TiO ₂	0,35	0,32
P ₂ O ₅	0,66	0,59
CaO	2,67	9,43
MgO	1,95	1,03
SO ₃	1,64	1,43
П.п.п.	1,50	8,12
Na ₂ O	2,65	0,92
K ₂ O	3,09	0,47

Химический состав кремнегеля
ОАО «Гомельского химического завода»

Оксиды	Химический состав, % по массе
1	2
SiO ₂	82,92–90,45
Al ₂ O ₃	1,55–1,94
Fe ₂ O ₃	0,06–0,11
CaO	0,95–1,04
MgO	0,65–0,74
SO ₃	0,30–0,39
П.п.п.	5,15–7,13
Na ₂ O	0,10–0,16
K ₂ O	0,0–0,01
F	1,20–1,28
Влажность	63,61–69,96

– микрокремнезем — материал, состоящий из микроскопических частиц сферической формы, получаемых в результате производства кремнийсодержащих сплавов. Кремневые сплавы вырабатываются в электродуговых печах. Чистый кварц плавится с углем и рудами при очень высоких температурах, а пылевидные отходы собираются путем охлаждения и фильтрования печных газов. Частицы микрокремнезема имеют гладкую поверхность и сферическую форму. Средний размер зерен составляет 0,1–0,2 мкм, а удельная площадь поверхности составляет от 13 000 до 35 000 м²/кг. Порошок, собранный в фильтрах, характеризуется высоким содержанием SiO₂ (до 98 %) (таблица 4) и фактически состоит из рыхлых агломератов с очень низкой насыпной плотностью (120–430 кг/м³). Истинная плотность составляет примерно 2200–2300 кг/м³.

На основании проведенных исследований установлено, что:

– по содержанию диоксида кремния отсева дробления не могут конкурировать с золами, кремнегелем и микрокремнеземом. Кроме того, они представлены крупными частицами и для их измельчения до высокой удельной поверхности требуются большие затраты энергии;

Химический состав микрокремнезема

Оксиды	Химический состав, % по массе
SiO ₂	91,19
Al ₂ O ₃	1,50
Fe ₂ O ₃	3,08
TiO ₂	0,27
P ₂ O ₅	0,24
CaO	0,43
MgO	0,51
SO ₃	0,32
П.п.п.	1,83
Na ₂ O	0,32
K ₂ O	0,31

– микрокремнезем дает возможность получить качественное связующее, но является импортируемым и дорогостоящим сырьем. Кроме того, высокая реакционная активность микрокремнезема может привести к неуправляемой химической реакции со щелочью, сопровождаемой повышением температуры смеси и выбросом пара;

– золы не обладают реакционной способностью, необходимой для реакции силикатообразования: содержат много оксидов железа, кальция, магния, что снижает их реакционную способность.

Реакционная способность кремнеземсодержащих отходов (содержание аморфного кремнезема) приведена в таблице 5. С учетом этих данных при разработке безварочной технологии получения натрий- или калий-силикатного связующего на основании проведенных анализов химического, минералогического и дисперсного состава отходов, образуемых в различных отраслях промышленности, в качестве кремнеземсодержащего компонента выбран кремнегель – отход ОАО «Гомельский химический завод».

По результатам исследований установлено, что оптимальная температура, при которой происходит реакция силикатообразования в случае использования в качестве кремнеземсодержащего компонента кремнегеля или микрокремнезема, составляет (90–95) °С. При уменьшении температуры увеличивается время, необходимое для протекания реакции, при увеличении – могут происходить процессы коагуляции, ухудшающие качество готового продукта.

Таблица 5

Содержание аморфного SiO₂ в кремнеземсодержащих отходах

Вид кремнеземсодержащих отходов	SiO ₂ , %	Реакционная способность SiO ₂ , %
Кремнегель	82,92-90,45	54,33–61,17
Зола Бобруйской ТЭЦ	68,84	26,88
Зола от сжигания торфа	31,48	11,13
Отсевы горных пород РУПП «Гранит»	53,57-58,96	28,41–30,07
Микрокремнезем	90, 51-91,63	65, 15–67,29

Время изотермической выдержки при температуре (90–95) °С зависит от модуля получаемого связующего (жидкого стекла) и увеличивается с увеличением модуля.

При увеличении модуля от 2,0 к 2,5–2,65 увеличивается количество осадка, ухудшающее внешний вид силикатного связующего. В осадок выпадают соли алюминия, содержащиеся в кремнегеле.

По физико-техническим свойствам полученное силикатное связующее близко к жидкому стеклу, получаемому по традиционной технологии, путем варки силикат-глыбы с последующим ее растворением (таблица 6).

Таблица 6

Свойств жидкого стекла, полученного по традиционной технологии и на основе техногенных отходов

Наименование показателей	Нормированные значения	Связующее на основе кремнегеля	Связующее на основе микрокремнезема
Внешний вид	Жидкость желтоватого или зеленоватого оттенка	Жидкость желтоватого оттенка	Жидкость желтоватого оттенка
Плотность, г/см ³	1,3–1,6	1,2–1,6	1,3–1,6
Содержание дву-окси кремния, %	20,0–20,6	19,20–20,5	20,0–20,3
Кремнеземистый модуль	2,5–4,0	1,0–2,7	1,0–3,0

Использование в качестве основного компонента техногенных отходов, а также его получение по технологии с низкими энергозатратами позволяет значительно снизить стоимость продукта (таблица 7).

Таблица 7

Сравнение энергозатрат на получение
силикатного связующего и жидкого стекла

Наименование сырьевых компонентов	Продукт	Затраты топливно-энергетических ресурсов
I. Традиционная технология		
Песок кварцевый	Силикат-глыба	430 кг у.т.
Сода		
Силикат-глыба	Жидкое стекло	14-18 кг у.т.
Вода		
II. Безварочная технология		
Кремнегель (техногенный отход)	Натрий (калий)- силикатное связующее из кремнегеля	17-18 кг у.т.
Натрия (калия) гидроксид		
Вода		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Айлер, Р. Химия кремнезема: пер. с англ.: в 2 т. – М.: Мир, 1982.
2. Бабушкина, З. М. Жидкое стекло в строительстве / З. М. Бабушкина. – Кишнев: «Карта Молдовска», 1971. – 224 с
3. Григорьев, П. М. Растворимое стекло. / П. М. Григорьев, М. А. Матвеев. – М.: Стройиздат, 1956. – 534 с.
4. Корнеев, В. И. Производство и применение растворимого стекла. Жидкое стекло. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1991. – 176 с.
5. Заявка а 20190130 от 03.05.2019 г. Лобачевский В. И., Губская А. Г., Воловик Т. В., Гапотченко А. П. Композиция для изготовления фасадного покрытия по силикатным материалам