

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ЖАРСТОЙКОГО БЕТОНА

В.А. Абызов

CHOICE OF RATIONAL APPLICATION DOMAINS OF INDUSTRIAL WASTE IN THE REFRACT CONCRETE TECHNOLOGY

V.A. Abyzov

В работе сформулированы требования к промышленным отходам, пригодным для использования в технологии жаростойкого бетона. Предложена их классификация, облегчающая выбор оптимальных областей применения.

Ключевые слова: жаростойкие бетоны, огнеупоры, промышленные отходы, классификация.

The article settles the requirements to the industrial waste suitable for usage in the heat-resistant concrete technology. The classification easing the choice of optimal application domains is given.

Keywords: refract concretes, refractories, industrial waste, classification.

Эффективной разновидностью материалов, предназначенных для эксплуатации в области высоких температур, являются жаростойкие бетоны. Применение их вместо штучных огнеупоров снижает трудозатраты, уменьшает сроки строительства, позволяет быстро изготавливать изделия любой формы, зачастую повышает долговечность футеровки. В отличие от традиционных огнеупоров бетоны не требуют обжига. Производство изделий из жаростойкого бетона проще и более гибкое, чем штучных огнеупоров. Соответственно, в общем объеме огнеупоров доля бетонов и «неформованных огнеупоров» неуклонно увеличивается с 1970-х гг., как в нашей стране, так и за рубежом.

По ряду причин, в нашей стране всегда широко использовались заполнители и компоненты вяжущего из промышленных отходов. Это бой вторичных огнеупоров, некоторые шлаки, дисперсные отходы абразивных и ряда химических производств и т. д. В результате снижалась стоимость материалов. Попутно решали проблему утилизации промышленных отходов. В то же время, в Европе и США делается акцент на качестве материалов, поэтому широко используются чистые компоненты. Так, до настоящего времени в США практически не перерабатываются вторичные огнеупоры.

Ввиду многообразия промышленных отходов, пригодных для использования в технологии жаростойкого бетона, нормативная литература отражает, как правило, лишь общие требования к некоторым из них (содержание вредных примесей, химический состав, огнеупорность). Это усложняет для потенциальных потребителей выбор оптимальных

областей применения огнеупорных промышленных отходов [1].

Вначале необходимо сформулировать общие требования к промышленным отходам, используемым в технологии жаростойкого бетона [2, 3]. К таковым следует отнести:

1. Преобладание компонентов, обеспечивающих формирование огнеупорных соединений или содержащие их (Al_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 , шпинели, форстерит, SiC и др.):

- глиноземистые отходы, обеспечивающие высокую температуру применения, хорошо сочетаются с алюминатными цементами и фосфатными вяжущими (шлаки выплавки вторичного алюминия, отходы производств корунда, катализаторов, отработанные катализаторы, шламы водоподготовки и т. д.);

- хромглиноземистые отходы, обеспечивающие формирование стабильных фосфатов при невысоких температурах (феррохромовые шлаки, отходы производств катализаторов, шламы абразивной обработки, травления и т. д.);

- отходы, содержащие свободную двуокись титана, что обеспечивает высокую кристаллизацию фосфатов (шламы, отходы пигментных производств, производства титанистого корунда и т. д.);

- отходы, содержащие карбид кремния (бой тиглей, нагревателей, отходы производства абразивов, карбида кремния);

- корундовые и шпинелидные отходы (шлаки алюминотремических производств, отходы производства корунда и т. д.);

- отходы, содержащие примеси свободных Fe_2O_3 , CaO, MgO, R_2O . В малых количествах спо-

состоят интенсивному набору прочности и тепловыделению в фосфатных бетонах (шлаки выплавки вторичного алюминия, отходы, богатые алюминатами кальция и т. д.).

- алюмосиликатные отходы, обладающие активностью по отношению к фосфатному связующему (отходы производства шамота, вторичный шамот и т. д.);

- алюмокальциевые шлаки ферросплавных производств, представляющие собой клинкер алюминатных цементов;

2. Фазовый состав:

- отходы с преобладанием соединений в активной форме - компоненты вяжущего (отходы химических производств, катализаторов, отработанных катализаторов, травильных производств и т. д.);

- отходы с преобладанием закристаллизованных соединений - для заполнителей (феррохромовые шлаки, отходы корундовых производств, шлаки алюминотермических производств и т. д.).

3. Фракционный состав отходов, позволяющий снизить затраты на измельчение:

- дисперсные отходы как компонент вяжущего или тонкомолотая добавка (пыли, шламы, отработанные катализаторы и т. д.) [7];

- кусковые материалы (шлаки, вторичные огнеупоры), пригодные для использования в качестве заполнителя.

Существующие классификации побочных продуктов промышленности обычно отражают только химический состав и генезис. Так как промышленные отходы имеют сложный состав, применить классификацию по химсоставу, подобную принятой для огнеупоров, возможно только для вторичных огнеупоров. Применительно к остальным видам отходов допустимо говорить лишь качественно о содержании каких-либо соединений в значимых количествах.

Определение рациональных областей применения отходов в технологии жаростойкого бетона требует иных принципов систематизации. Необходимо сгруппировать материалы с точки зрения общих свойств, значимых для технологии [4, 5]. Таковыми свойствами являются:

- дисперсность;
- химический состав;
- фазовый состав, отражающий химическую активность по отношению к затворителям и вяжущим.

Оптимальная последовательность классификации: фракционный состав - фазовый состав - химический состав (по важнейшим огнеупорным оксидам, характерным химическим соединениям или вредным примесям). Промышленные отходы, используемые как компоненты жаростойких бетонов на портландцементе, здесь не рассматриваются, так как этот вопрос подробно освещен в литературе. Предложенная ниже классификация отражает наиболее целесообразные области применения побочных продуктов промышленности в вяжущих и бетонах на жидком стекле, глиноземистом (ГЦ) и высокоглиноземистом (ВГЦ) цементах, магнезиальном вяжущем, а также фосфатных

связках (ФС) - всех видах вяжущих, широко используемых для жаростойких бетонов.

А. Дисперсные промышленные отходы, содержащие металлический алюминий. Шлаки алюминиевой промышленности и т. д. - газообразователь для ячеистых бетонов; экзотермическая добавка, обеспечивающая твердение бетонов на ФС; сырье для ФС.

Б. Дисперсные отходы, содержащие огнеупорные соединения, пригодные для использования в составе вяжущего или тонкомолотой добавки [2, 3].

1. Содержащие свободные оксиды металлов.

1.1. Содержащие Al_2O_3 .

Отработанные катализаторы нефтехимических производств, отсева носителя катализатора дегидрирования углеводородов для нефтехимической промышленности, отработанные сорбенты водоподготовки, пыли и шламы абразивных производств и т. д.

1.1.1. Высокоактивные, содержащие термоактивированный глинозем, способные к гидратации и ранним твердофазным реакциям при обжиге. В процессе спекания - шпинелеобразующий компонент, добавка в высокоглиноземистые вяжущие, бетоны на ФС, сырье для ФС.

1.1.2. Малоактивные, содержащие глинозем. Повышают температуру применения. В процессе спекания - шпинелеобразующий компонент, добавка в бетоны на ГЦ, ВГЦ, компонент ФС.

1.1.3. Инертные, содержащие $\alpha-Al_2O_3$. Повышают температуру применения бетонов. В процессе спекания - шпинелеобразующий компонент, заполнитель в бетоны на ВГЦ, ФС.

1.2. Содержащие Cr_2O_3 .

Травильные шламы, отработанные катализаторы. Добавки в бетоны на ФС, сырье для ФС. Снижают температуру образования стабильных фосфатов, повышают температуру применения и прочность бетонов на ФС. В процессе спекания - шпинелеобразующий компонент.

1.3. Содержащие TiO_2 .

Отходы производства пигментов. Добавки в бетоны на ФС, ускоряют кристаллизацию фосфатов, повышают огнеупорность.

1.4. Содержащие оксиды железа.

Пиритные огарки — компонент бетонов на ФС, твердеющих без применения сушки.

1.5. Содержащие MgO.

1.5.1. Содержащие активный MgO. Пыли газоочистки огнеупорных производств. При неполном связывании могут вызывать разрушение бетонов. Вяжущее для магнезиальных бетонов.

1.5.2. Содержащие MgO в форме периклаза. Сырье для ФС, компонент ФС, заполнитель в магнезиальных бетонах.

1.6. Содержащие шпинели.

Пыли огнеупорных производств - огнеупорный заполнитель в бетонах на ГЦ, ВГЦ, ФС.

1.7. Содержащие алюмосиликаты.

Отходы при производстве муллита, шамотных и пиррофиллитовых изделий. Активны по отношению к ФС, огнеупорный заполнитель в бетонах на ГЦ, ВГЦ, ФС.

1.8. Содержащие некоторые силикаты кальция, например $Y-C_2S$.

Самораспадающиеся стале-

плавильные шлаки, нефелиновые шламы, являющиеся отвердителем для бетонов на жидком стекле.

1.9. Содержащие гидроксиды трехвалентных металлов Cr^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} (шламы травильных и химических производств). Применение: компонент вяжущего в бетонах на ФС [8].

1.10. Содержащие карбид кремния. Применение: наполнитель, повышающий термическую стойкость и огнеупорность.

1.11. Содержащие малые количества свободных CaO , MgO , R_2O в сочетании со значительными количествами огнеупорных соединений (Al_2O_3 , Cr_2O_3 , шпинели и др.). Снижают температуру твердения, способствуют экзотермии в процессе твердения, ускоряют набор прочности в бетонах на ФС.

1.12. Содержащие продукты полной или частичной дегидратации гидроалюмосиликатов (огнеупорных глин). Пыли газоочистки шамотных производств - компонент ФС.

В. Кусковые материалы (шлаки, вторичные огнеупоры).

1. Содержащие химически активные соединения. Целесообразно использовать после помола как компонент вяжущего.

1.1. Содержащие алюминаты кальция (CA , CA_2 , C_{12}A_7). Шлаки алюминотермического производства, шлаки ферросплавных производств. После помола могут использоваться как вяжущие, а также в сочетании с ГЦ и ВГЦ.

1.2. Содержащие хромглиноземистые соединения и небольшие количества алюминатов кальция. Шлаки алюминотермических производств. После помола - компонент вяжущего в бетонах на ФС [8].

1.3. Содержащие оксиды железа. Пиритные огарки - компонент ФС, твердеющих при нормальных температурах (без сушки).

2. Содержащие закристаллизованные, стабильные соединения. Пригодны для использования только в качестве наполнителей.

2.1. Корундовые и шпинелидные отходы (шлаки алюминотермических производств, отходы производства корунда и т. д.).

2.2. Алумосиликатные отходы (вторичные шамотные и пиррофиллитовые огнеупоры).

2.3. Хромглиноземистые отходы (феррохромовые шлаки). Наполнитель в бетонах на ВГЦ, хорошо сочетаются с ФС.

2.4. Карбидкремниевые отходы (бой тиглей, нагревателей, отходы абразивных производств). Наполнитель, повышающий термическую стойкость.

2.5. Содержащие форстерит (бой форстеритовой керамики). Наполнитель, повышающий термическую стойкость.

Подобная классификация упрощает выбор оптимальных областей применения промышленных отходов, пригодных для использования в производстве жаростойкого бетона, позволит выработать единый подход к их использованию.

Литература

1. Абызов, В.А. Основные направления повышения качества и расширения номенклатуры жаростойких растворов и огнеупорных клеев / В.А. Абызов, О.А. Клипов, Е.Н. Ряховский // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». - 2007. - Вып. 4. - № 14(86) - С. 12-14.

2. Абызов, А.Н. Получение поризованных жаростойких фосфатных материалов методом самораспространяющегося экзотермического синтеза / А.Н. Абызов // Всесоюз. совещ. «Высокотемпературная химия силикатов и оксидов»: тез. докл. - Л.: Наука, 1988. - С. 399-401.

3. Абызов, В.А. Жаростойкий газобетон на основе алюмомагнийфосфатного связующего и высокоглиноземистых промышленных отходов / В.А. Абызов // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Пермь: ПГТУ, 2000. - 21 с.

4. Абызов, В.А. Ячеистые жаростойкие материалы на основе промышленных отходов / В.А. Абызов // Строительство и образование: сб. науч. тр. - Екатеринбург: УГТУ, 2001. - Вып. 4. - С. 123-124.

5. Жаростойкий газобетон на алюмоборфосфатном связующем / В.А. Абызов, А.Н. Абызов, В.А. Магилат и др. // Строительные материалы и изделия: межвузовский сб. науч. тр. - Магнитогорск: МТУ, 2002. - С. 143-148.

6. Хлыстов, А.И. Теоретические и технологические принципы повышения долговечности огнеупорных футеровочных материалов / А.И. Хлыстов // Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. - Самара: СГАСУ, 2004. - 36 с.

7. Абызов, А.Н. Жаростойкие бетоны с добавками отходов производства носителя катализатора дегидрирования углеводородов / А.Н. Абызов, В.А. Абызов, А.К. Абрамов // Строительные материалы. - 2007. - № 4. - С. 84-85.

8. Абызов, В.А. Разработка и опыт применения огнеупорного клея на фосфатных связующих // В.А. Абызов, Е.Н. Ряховский // Огнеупоры и техническая керамика. - 2007. - № 11. - С. 28-30.

Поступила в редакцию 23 сентября 2008 г.

Абызов Виктор Александрович. Доцент кафедры «Строительные материалы» ЮУрГУ. Тел. 267 94 72. E-mail: uralniist@mail.ru.

Область научных интересов: жаростойкие бетоны, фосфатные материалы, высокотемпературная теплоизоляция, жаростойкие материалы на основе отходов промышленности.

Abyzov Viktor Alexandrovich. Associate professor of the Constructional Materials department of South Ural State University. Telephone: +7 (351) 267 94 72. E-mail: uralniist@mail.ru.

Scientific interests: principles of directional structure formation of cement composites.