

Применение отходов ТЭС в процессе изготовления стройматериалов

Зола уноса – это несгораемый остаток минерального происхождения, который образуется в процессе горения твердого топлива на тепловых электростанциях. Зола улавливается электрофильтрами, а затем в сухом состоянии отбирается специальным отборником для производственных нужд, либо со шлаком и водой отправляется на отвал.

Состав и строение золы зависит от ряда факторов: морфологических особенностей и вида топлива, тонкости помола, зольности топлива, температур в зоне сжигания, химсостава минеральных компонент топлива, времени горения частиц в данной зоне. Значительное содержание карбонатов в минеральной доле исходного топлива в процессе горения обуславливает образование силикатов, алюминатов и ферритов кальция – способных к гидратации минералов. Такая зола при затворении способна схватывать и самостоятельно твердеть. В ней содержится окись магния, кальция в свободном состоянии.

ГОСТ 25818-91 разделяет все золы в зависимости от сжигаемого угля:

- Антрацитовая (сжигают антрацит, полуантрацит и тощий каменный уголь (А)).
- Каменноугольная (сжигают каменный уголь (КУ)).
- Буроугольная (сжигают бурый уголь (Б)).

Типы зол по химическому составу:

- Кислые: буроугольные, антрацитовые, каменноугольные (К).
- Основные: буроугольные с концентрацией оксида кальция $\geq 10\%$ (О).

Есть 4 вида зол-уноса по качественным показателям:

1. Для ЖБ конструкций и изделий из легкого и тяжелого бетона.
2. Для бетонных конструкций на основе легкого и тяжелого бетона, строительных растворов.
3. Для конструкций, изделий на базе ячеистого бетона.
4. Для ЖБ и бетонных конструкций, изделий, применяемых в особо тяжелых условиях (аэродромы, гидротехнические сооружения).

В зависимости от активности золы бывают:

- Активные. Зола обладает самостоятельными вяжущими свойствами.
- Скрытые активные. Кислые золы без самостоятельных вяжущих свойств, требуют активаторов для затвердевания.
- Инертные. Аналогично предыдущему классу.

Золы с высоким содержанием кальция

В эту категорию попадаю золы Приволжских, Прибалтийских сланцев, бурых углей Канско-Ачинского района (КАТЭК). Последние золы наиболее распространены в России, так как залежи данных углей составляют около 40% от общенациональных запасов. Эти угли используются тремя ТЭЦ Красноярска, одной ТЭЦ Новосибирска, Омска, Ачинска, Барнаула. На данный момент в отвалах находится 24 миллиона тонн

зол. Только одна новосибирская ТЭЦ ежедневно пополняет отвалы 200 тоннами отходов. Из достоинств такой золы можно выделить самостоятельные вяжущие свойства из-за наличия клинкерных минералов и гипса. Поэтому они могут применяться как замена в пенобетоне части цемента.

Золы твердого топлива с высоким содержанием кальция являются многофазными материалами. У них присутствуют вяжущие свойства. Концентрация отдельных компонент в них различна. На вяжущие свойства влияет состав и соотношение фаз, которые слагают золу. Качественный баланс фаз позволяет получать предельную гидравлическую активность и улучшать химические и физические свойства материала. Получение оптимального содержания вяжущих материалов возможно в случае хорошего изучения гидравлической активности фаз и механизма их взаимодействия. Фазы высококальцевых зол могут объединяться по типу твердения либо же свойствам в такие группы:

- Клинкерные материалы: ферриты кальция, силикаты, алюминаты.
- Воздушные вяжущие материалы: свободная окись магния, кальция, безводный и полуводный сульфат кальция.
- Стекловидная вата: основное и кислое стекло.
- Нерастворимый остаток.

Из-за неоднородного состава зерен топливной смеси наряду с возможностью контакта пылинок, которые сгорают в подвешенном состоянии, все химические процессы протекают в объемах отдельных крупниц. Это приводит к сосредоточению железосодержащих, клинкерных минералов и основного количества оксида кальция в тяжелой зольной фракции (удельный вес более 2,88). Средняя фракция наполнена кварцем (1,83-2,88), алюмосиликатным стеклом и оксидом кальция. Легкая фракция сосредотачивает полые внутри шарики силикатного стекла (менее 1,83).

Существует связь между гидравлической активностью и химсвойствами фаз высококальцевых зол. Все слагающие золы фазы делят на два вида в зависимости от их способности к твердению и гидратации:

- Фазы, которые способны гидратироваться. Сюда относят воздушные вяжущие вещества и клинкерные материалы.
- Фазы, которые способны гидратироваться и генерировать искусственный камень исключительно в присутствии активаторов затвердевания: это нерастворимый остаток и стекловидная фаза. Последний материал гидратируется и затвердевает лишь в присутствии свободной окиси кальция наряду, сульфата кальция, а нерастворимый остаток – при взаимодействии со свободным оксидом кальция.

Кислые золы

Они отличаются нестабильным химическим составом и большим количеством кремнезема наряду с малой концентрацией оксида кальция. У кислых зол нет вяжущих свойств. Однако при взаимодействии с известью и цементом такие свойства проявляются. Самая стабильная с точки зрения химического состава зола пятой ТЭЦ Новосибирска, у нее также наименьшее ППП. Использование кислых зол как кремнеземистого компонента при изготовлении ячеистого бетона часто позволяет уйти от сложного процесса автоматического клавирования и заменить его пропариванием.

Сфера применения зол

Современные разработки технологий изготовления качественных и современных стройматериалов с применением в качестве исходного сырья многотонных отходов промышленного производства (зола уноса ТЭС и металлургические шлаки) позволяют использовать золу для получения таких стройматериалов как:

Ячеистый бетон или пенобетон. Использование золы в технологии изготовления пенобетона позволяет улучшить агрегативную устойчивость смесей в промежутке с самого начала и до полного схватывания цементного теста. Благодаря этому предотвращается диффузия компонентов в пространстве из-за гравитационных сил и негативное влияние на образование структуры. Вторым положительным моментом – мелкодисперсный состав. Он способствует генерированию плотной упаковки частичек в межпоровой перегородке ячеистого бетона. Если такого явления нет, то первичные продукты гидратации приобретут гелеобразное состояние. При их высыхании начнут появляться усадочные явления. Образующаяся перегородка будет отличаться низкой прочностью, что приведет к резкому падению прочностных показателей пенобетона. Разработанная технология с добавлением модифицирующих добавок и специальное оборудование позволяют изготавливать мелкие изделия на базе неавтоклавного пенобетона согласно ГОСТ с большой ($\geq 30\%$) экономией цемента.

Улучшение характеристик тяжелых бетонов с помощью золы-уноса. Зола может применяться для производства сборных и монолитных ЖБ конструкций. Это позволяет управлять структурообразованием, подвижностью и жизнеспособностью, скоростью твердения и прочностью бетонной смеси. Эффективность применения золы в равной степени зависит от показателей исходного сырья (цемента и золы) и правильного подхода к определению путей ее использования. Технологии компании позволяют применять золу в 3 направлениях:

- Добавка вместо части цемента.
- Зола вместо части песка.
- Самостоятельный компонент.

Производство керамзитобетона (легкий бетон). Основное требование к технологии производства легких бетонов состоит в обеспечении плотной структуры. Удовлетворение данного условия обеспечивается содержанием в керамзитобетонной смеси фракции до 1,2 мм на уровне 40%, в песчаной фракции порядка половины частиц должны быть менее 0,15 мм. Современные керамзитовые заводы не выпускают керамзитовый песок, и это приводит к тому, что многие заводы «грешат» добавлением обычного песка в конструкционно-теплоизоляционный керамзитобетон. В качестве эффективного заменителя в легких бетонах служит зола, которую можно полностью или частично использовать вместо других видов мелкого заполнителя.

Малоцементные бетоны для обустройства оснований автодорог. Мосты, аэродромы ремонтируются с помощью шлакосиликатных бетонов, куда может добавляться зола. Кроме того, шлакосиликатные бетоны служат для устройства кислотостойких полов в химических, металлургических цехах и других производствах, где есть агрессивные среды. Такие полы получают путем заливки или выкладывают плитками из шлакосиликатных бетонов.

Получение зольных вяжущих материалов. Они находят свое место в производстве строительных конструкций гидротермального и влажно-воздушного твердения. Этому материалу под силу заменить цемент в процессе изготовления товарного бетона, строительного раствора и готовых изделий строительных комбинатов. Наиболее целесообразно строить подобные комбинаты в непосредственной близости к ГРЭС и ТЭС. Также зола уноса применяется в качестве добавки к цементу,

не снижающей свойств материала, для приготовления спецбетонов, получения легких бетонных заполнителей, в дорожном строительстве.

Следует отметить, что принятие решения о целесообразности использования золы уноса должно основываться на технологических и физико-механических испытаниях.