

увеличивается Pr_{+5} - на абс.9%; Q_a уменьшается на 34%. Для сравнения аналогичные показатели агломерации этой же шихты при высоте слоя 400 мм (см. оп. 4, 5, 6 по сравнению с оп. 3) изменяются следующим образом: возрастает Pr_{+5} на 5%; уменьшается Q_a на 12,5%. Таким образом, на основании дополнительных опытов с определенной долей уверенности можно заключить, что при многократной подаче воды и газа в спекаемый слой при увеличении слоя шихты до 600 – 800 мм, процесс агломерации будет существенно эффективней, чем при спекании по этой же технологии производственных слоев шихты высотой 400 мм.

ВЫВОДЫ:

1. Лабораторные опыты по совершенствованию агломерационного процесса подачей воды и углеводородного газа в спекаемый слой производственной шихты показали принципиальную возможность и целесообразность осуществления этой технологии при спекании шихт в черной металлургии.

2. Установлено, что дозировкой воды и природного газа можно влиять на качественные и количественные показатели агломерационного процесса.

3. При спекании шихты с подачей воды и углеводородного газа для повышения качественных и количественных показателей агломерационного процесса рекомендуется, по сравнению с заводским, снизить содержание аглотоплива.

4. Для достижения лучших показателей агломерационного процесса рекомендуется повысить высоту спекаемого слоя шихты с многократной подачей воды и газа в спекаемый слой.

В дальнейшем планируется изучить влияние подачи воды и природного газа на изменение химического состава железорудного агломерата и отходящих газов.

Литература

1. Способ агломерации окисленных соединений металлов. Авторское свидетельство СССР №75223, опубл. 30.04.1949 г.
2. Воловик Г.А. // Сталь, 1972, №5, с.153
3. Кубышев Н.Н., Бийсентов А.А., Рахметов Б.А. // Цветные металлы, 1974, №5, с. 24-26
4. Способ подготовки металлургических шихт к плавке. Авторское свидетельство № SU 1225868А, Б.И. 1986, №16
5. Рязанов В.П., Богомоллов В.М. Опыты интенсификации агломерационного процесса введением газа и водяного пара в слой // Известия вузов. Цветная металлургия. 1985. №6, с. 28-31
6. Рязанов В.П., Богомоллов В.М. Влияние дозировки газа и воды на некоторые показатели спекающего обжига свинцовых шихт с низкой теплотворной способностью // Известия вузов. Цветная металлургия. 1988. №3, с. 39-45

Методы и приборы определения активности цемента

к.т.н. Головин В.В., д.т.н., проф. Латышенко К.П., соискатель Цикунов В.С.

Университет машиностроения

8 (499) 267-0746, dealmark2009@yahoo.com

Аннотация. Проведен обзор методов и приборов определения активности портландцемента, проанализированы их основные характеристики, определены достоинства и недостатки, сделаны выводы по использованию наилучшего метода измерения активности.

Ключевые слова: активность, прочность, цемент

Портландцемент (англ. Portland cement) – гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают силикаты кальция (70 – 80 %). Это вид цемента, наиболее широко применяемый во всех странах. Название получил по имени острова Портленд (Portland) в Англии, так как по цвету похож на добываемый там природный камень. Основой портландцемента являются силикаты кальция (алит и белит).

Важнейшим свойством портландцемента является его способность твердеть при взаимодействии с водой и переходить в камневидное состояние. Чем выше механическая прочность затвердевшего камневидного тела (раствора, бетона) и чем скорее она достигнута, тем выше качество цемента или иного вяжущего вещества. Различают конечную прочность, которая может быть достигнута цементом при твердении, и скорость твердения, характеризующую интенсивность роста прочности твердеющего цемента во времени.

Наиболее важный показатель портландцемента – это его активность, он отвечает за скрепляющие свойства цемента. Активность цемента – фактическая прочность на сжатие образцов из стандартного цементного раствора, изготовленных и испытанных в стандартных условиях, установленных нормативными документами [7].

По механической прочности цементы подразделяют на марки: 300, 400, 500, 550 и 600, что соответствует пределу прочности на сжатие в кг/см^2 , т.е. марке цемента 500 соответствует предел прочности на сжатие 500 кг/см^2 или 50 МПа.

Механическую прочность затвердевших цементов можно оценивать различными способами, например по пределу прочности при сжатии, изгибе, растяжении и скалывании образцов той или иной формы. При этом подбор состава смесей, изготовление, хранение и испытание образцов осуществляют, строго выполняя требования, устанавливаемые соответствующими стандартами на то или иное вяжущее вещество в той или иной стране.

Для определения прочности при изгибе и сжатии по ГОСТ 310.1–76 и ГОСТ 310.4–81 готовят балочки размером 40x40x160 мм из раствора цемента с температурой $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ с песком состава 1:3 по массе с применением вибрации в течение 3 минут на площадке с амплитудой 0,35 мм и частотой колебаний 50 Гц. Для испытаний применяется стандартный песок по ГОСТ 6139–78. Растворы готовят при соотношении вода/цемент = 0,40, при этом их консистенция по расплыву конуса после 30 встряхиваний на столике должна характеризоваться диаметром в пределах 106 – 115 мм. При меньшем расплыве конуса количество воды в растворе увеличивают до получения расплыва 106 – 108 мм. Если же расплыв окажется более 115 мм, то количество воды уменьшают до получения расплыва конуса 113 – 115 мм. Диаметр конуса после 30 встряхиваний на столике в течение 30 с измеряют по нижнему основанию в двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение.

Балочки из раствора хранят в формах над водой в течение 24 ± 2 ч, помещая в ванну с гидравлическим затвором. Далее их расформовывают и хранят в воде (температура $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) в течение 27 суток. Через 28 суток с момента изготовления и не позднее 30 минут после извлечения из воды балочки испытывают на прочность при изгибе, а полученные половинки – на сжатие. Показатель предела прочности при сжатии, достигаемого через 28 суток стандартного твердения, вычисляют как среднее арифметическое четырех наибольших результатов испытания.

Во все виды портландцемента (без добавок и с минеральными добавками) допускается по согласованию с потребителем введение при помоле пластифицирующих и гидрофобизирующих добавок в количестве не более 0,3 % по массе цемента в пересчете на сухое вещество добавки.

По ГОСТ 310.4–81 допускается определение прочности цемента при пропаривании образцов-балочек в закрытых формах по режиму: выдержка до пропаривания при $20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 ч; равномерный подъем температуры в камере с образцами до $85 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 3 ч; изотермический прогрев при $85 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ – 6 ч; остывание образцов при отключенном подогреве 2 ч. Через 25 ± 2 ч с момента изготовления образцы расформовывают и сразу же испытывают.

Цементы, которым присвоен знак качества, должны удовлетворять дополнительным требованиям; обладать стабильными показателями прочности на сжатие с коэффициентом вариации для цемента марок 300 и 400 не более 5 %, а для цементов марок 500, 550 и 600 – не более 3 %.

Помимо разрушающего контроля качества цемента существуют методы неразрушающего контроля, которые позволяют оценить марку цемента по его активности или контракции.

Среди неразрушающих методов определения активности цемента можно выделить контрактометры и кондуктометры.

Принцип действия контрактометров основан на измерении уменьшения объема воды в герметично закрытой и заполненной водой измерительной камере, внутрь которой предварительно помещён стакан с пробой испытываемого материала (цементного теста). Уменьшение объема воды равно контракции ΔV (мл, см³) материала. Об изменении объема судят по изменению уровня столба жидкости в вертикальном емкостном датчике. Активность цемента R (МПа) определяют по контракции ΔV пробы материала массой 1.000 г за первые 3 часа твердения после затворения водой.

Контрактометры определяют или прогнозируют активность R цемента по формуле [9]

$$R = R_{1i} \left(\frac{\Delta V_{j0}}{\Delta V_{10}} \right)^\alpha, \quad (1)$$

где ΔV_{10} – контракция за три часа 1000 г цемента базовой партии, см³; ΔV_{j0} – контракция за три часа 1000 г цемента поступившей j -й партии; R_{1i} – устанавливаемая предварительно активность цемента базовой (первой) партии; α – показатель степени, равный 3/2 для сжатия и 1 для растяжения при изгибе.



Рисунок 1. Прибор для определения активности цемента

Кроме контрактометров широко используются приборы, использующие кондуктометрический метод измерения, в котором зависимость активности цемента от удельной электрической проводимости раствора определяется эмпирическим уравнением [8]

$$R = \frac{a}{K} \left[\frac{\chi}{1 + \alpha(T - T_0)} + b \left(\frac{\chi}{1 + \alpha(T - T_0)} \right)^2 \right] (1 - CD), \quad (2)$$

где R – активность цемента, МПа; C , D – эмпирические коэффициенты; a – коэффициент приведения, зависящий от длительности приготовления водно-цементного раствора; K – концентрация водно-цементного раствора, г/л; χ – удельная электрическая проводимость, См/м; α – температурный коэффициент; T – температура раствора, °С;

T_0 – температура приведения, °С.

Прибор для ускоренного определения активности цемента методом контракции цемента и прогноза его активности показан на рисунке 1, кондуктометрический измеритель активности на рисунке 2.

Методы неразрушающего контроля активности портландцемента существенно превосходят по времени измерения (минуты – кондуктометрия, часы – контрактометрия) методы разрушающего контроля (28 дней). Кроме того, используемые приборы являются портативными и переносными и не требуют высокой квалификации персонала и испытательную лабораторию.



Рисунок 2. Измеритель активности портландцемента

Кондуктометрический метод анализа (таблица 1), по сравнению с контракционным методом, характеризуется удобством, а также простотой использования, высокой надёжностью, большей скоростью измерения и достаточно высокой точностью.

Таблица 1

Наименование прибора	Используемый метод	Краткие технические характеристики
ИАП-2	Кондуктометрический	Основная приведённая погрешность – 5 % Время измерения – 1 мин
ИАЦ-04М	Кондуктометрический	Основная приведённая погрешность – 5 % Время измерения – 5 мин
КД-07	Контракционный	Погрешность контракции – 2 % Время измерения – 24 ч
ЦЕМЕНТ-ПРОГНОЗ	Контракционный	Время определения контракции – 24 ч Предел абсолютной погрешности измерения – 0,1 мл
МИЦИС-200-3	Механический	Погрешность – 1 % Время измерения – 28 дней
ВМ-7.7	Контракционный	Погрешность оценки активности цемента – 10 % Время определения контракции – 24 ч

Выводы

Проведен обзор различных методов и приборов определения активности портландцемента.

Рассмотрены неразрушающие методы контроля активности портландцемента: контракционный и кондуктометрический.

Показаны преимущества и перспективность использования кондуктометрического ме-

тогда измерения для определения активности портландцемента.

Литература

1. ГОСТ 310.1–76 (1992). Цементы. Методы испытаний. Общие положения
2. ГОСТ 310.3–76 (1992). Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
3. ГОСТ 310.4–81 (1992). Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии
4. ГОСТ 1581–96. Портландцементы тампонажные. Технические условия.
5. ГОСТ 10178–85 (1999). Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
6. ГОСТ 15825–80. Портландцемент цветной. Технические условия
7. ГОСТ 30515–97. Цементы. Общие технические условия
8. Латышенко К.П. Микропроцессорные анализаторы жидкости: Учеб. пособие / К.П. Латышенко, Б.С. Первухин. – М.: МГУИЭ, 2010. – 208 с.
9. Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие/ Б.Т. Таймасов. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ, 2003. – 297 с.

Реконструкция и модернизация очистных сооружений водоотведения в Московской области

к.т.н. проф. Саломеев В.П.

*Национальный исследовательский университет
Московский государственный строительный университет
vpsalom@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются направления в реконструкции и модернизации очистных сооружений. Одними из основных проблем при этом называются нехватка мощностей, износ оборудования и недостаточное качество очистки. В статье приведены направления реконструкции очистных сооружений, приёмы и технологии реконструкции сооружений, разработанные и внедряемые МГСУ совместно с ПФ «Коминтехс-Экология», которые позволяют не только эффективно использовать существующие очистные сооружения, максимально снизить затраты на реконструкцию, но и добиться высокой степени очистки сточных вод перед сбросом очищенных стоков в водоёмы различного назначения.

Ключевые слова: аэротенк, одноиловая система денитри-нитрификации; вторичные отстойники; рециркуляционный активный ил; зона денитрификации; зона нитрификации; БПК₅; взвешенные вещества; азот аммонийный; фосфаты; нитриты; нитраты.

При реконструкции систем и сооружений водоотведения невозможно использовать типовые решения, которые обычно применяются в практике проектирования. Реконструкция – процесс, требующий творческих нестандартных решений, экономической и экологической оценки принимаемых решений. Основной принцип реконструкции – снижение вложений в капитальное строительство и максимальное использование существующих сооружений. Внедрение современных технологий при реконструкции очистных сооружений требует проведения сложных, трудоёмких предварительных исследований и анализа сложившейся ситуации. Предварительные обследования и мониторинг работы очистных сооружений являются отправной точкой для разработки предпроектных решений и рабочей документации для объектов водоотведения.

Перспективным направлением в реконструкции очистных сооружений является реализация идеи «зарегулирования канализационного стока» для снижения коэффициента неравномерности притока сточных вод на очистные сооружения и обеспечения равномерной