

УДК 658.27.004.5:681.3:338.001.36

Ю.М. Федорчук, О.Н. Русина, М.А. Саденова, С.В. Литовкин

Система управления сульфаткальциевыми отходами для получения каркасно-монолитных модулей

Описывается постановка задачи разработки системы управления сульфаткальциевыми отходами. Предлагается архитектура аппаратурно-программной системы управления для получения каркасно-монолитных модулей. Формируется последовательность действий формирования технологии получения каркасно-монолитных модулей из сульфаткальциевых отходов с использованием предлагаемой системы управления.

Ключевые слова: система, прибор, оборудование, неразрушающий контроль, оборудование, архитектура.

К настоящему времени весьма распространенными твердыми отходами химической промышленности являются отходы, именуемые в научно-технической литературе техногенным ангидритом (безводный сульфат кальция – фторангидрит, фосфоангидрит) и техногенным гипсом (фторгипс, фосфогипс, борогипс, титаногипс, цитогипс). До настоящего времени перечисленные виды техногенных новообразований не находят широкого применения в промышленности, хотя лабораторные, полу- и опытно-промышленные результаты многих отечественных и зарубежных исследователей подтверждают возможность серийного их использования с получением материалов и изделий высокого и стабильного качества [1–2].

Целью данной работы являлась разработка системы управления сульфаткальциевыми отходами для получения строительной продукции, в частности, каркасно-монолитных модулей с применением экологически чистой технологии, практически без отходов.

Одним из предприятий химической промышленности, воспроизводящим сульфаткальциевый отход – фторангидрит в количестве 13500 т в год, является ОАО «СХК», расположенный в Томском регионе. Наиболее перспективным направлением использования фторангидрита является альтернативная строительная продукция [3].

В этом случае возникает несколько задач при управлении данного вида промышленными отходами [4–7]. Любое промышленное производство ориентируется на несколько источников однотипного сырья (минимум на два) и несколько потребителей продукции. Чем больше потребителей, тем устойчивее данное производство. У строительной продукции существуют также климатический спрос и предложение – в теплый период года ведут изготовление и строительство несущего каркаса и изделий, в зимний период – отделочные работы. В связи с этим при создании производства строительной продукции на основе сульфаткальциевого отхода необходимо обеспечить получение фторангидрита со стабильными, унифицированными свойствами, а производство ориентировать на несколько технологий получения конструкционных изделий и отделочных материалов. Технология получения унифицированного фторангидрита была рассмотрена ранее [8], в данной работе рассматривается система управления сульфаткальциевыми отходами, которая включает в себя ресурсосберегающую строительную технологию получения ангидритовых конструкционных изделий типа каркасно-монолитных модулей помещений [9, 10].

Технологическая схема получения ангидритовых каркасно-монолитных модулей показана на рис. 1.

Описание работы технологической схемы получения ангидритовых каркасно-монолитных модулей. Ангидритовое вяжущее из производства унификации техногенного ангидрита по пневмопроводу через циклон 1 подают в расходный бункер ангидритового вяжущего (АВ) 2. Из бункера 2 АВ с помощью шнека-дозатора 3 направляют в сип 4. Отсеянную фракцию (менее 20 мм) золошлака автосамосвалом выгружают в расходный бункер 5 и с помощью шнека-дозатора 6 подают также в сип 4. Из сипа 4 сыпучие материалы перегружают в растворобетоносмеситель (РБС) 7. Сюда же, в РБС 7, подают дозированное количество воды из емкости 10 через дозатор 9. Для обеспечения безотходности данной технологии запыленный воздух после циклона 1 направляют в водяной абсорбер 8 (абсорбент – вода). После окончания загрузки бункера 2 циркуляцию воды

через абсорбер 8 прекращают и пульпу (взвесь ангидрита в воде) направляют через дозатор 9 в РБС 7. После перемешивания массы ангидритошлаковый бетон подают в межопалубочное пространство предварительно смонтированной съемной многократно используемой опалубки вокруг металлического каркаса на площадке изготовления модуля 11. Каркас модуля изготавливают на площадке изготовления металлического каркаса модуля 13 из металлопроката, заранее привезенного на склад 12.

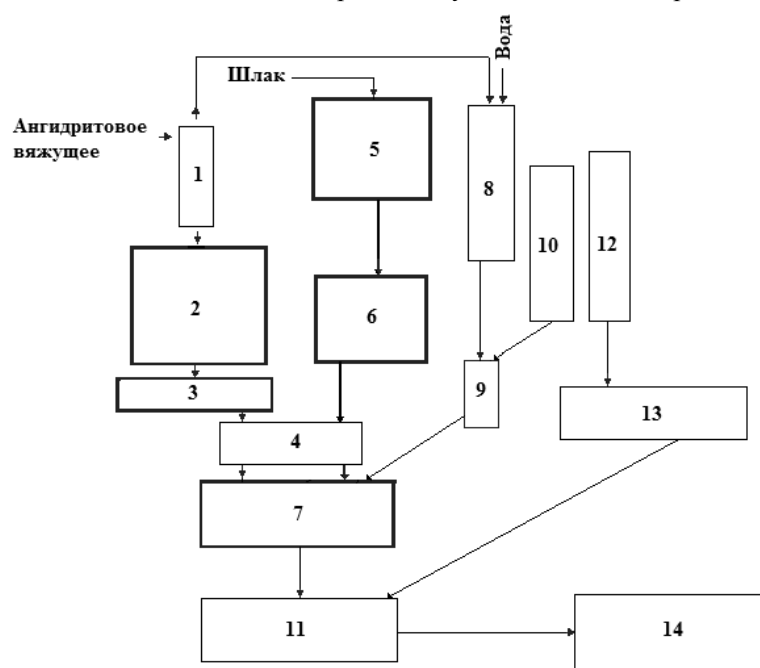


Рис. 1. Технологическая схема получения ангидритовых каркасно-монолитных модулей: 1 – циклон; 2 – расходный бункер ангидридового вяжущего; 3 – шнек-дозатор ангидридового вяжущего; 4 – скип; 5 – расходный бункер золошлака; 6 – шнек-дозатор золошлака; 7 – растворобетоносмеситель; 8 – абсорбер; 9 – дозатор воды; 10 – расходная емкость с водой; 11 – площадка изготовления каркасно-монолитных модулей; 12 – склад хранения металлопроката и съемной опалубки; 13 – площадка изготовления металлического каркаса модуля; 14 – склад полуфабрикатной продукции – каркасно-монолитных модулей помещений

Согласно территориальным строительным нормам ТСН 31-332–2006, Санкт-Петербург, для помещений высотой до 3-х этажей предел прочности сжатию стенового материала должен быть не менее 3,5 МПа, отклонение линейных размеров по горизонтали и по вертикали не должны превышать 1/1000 длины (высоты).

Контроль качества стенового материала необходимо осуществлять, с одной стороны, контролируя количество водорастворимого сульфата кальция в техногенном ангидриде, который обеспечивает вяжущие свойства ангидридового вяжущего, с другой стороны, необходимо контролировать количество каждого из компонентов растворной смеси разовой загрузки растворобетоносмесителя. В лаборатории производства готовится номограмма марочности ангидридового вяжущего в зависимости от количества водорастворимого сульфата кальция, и диаграммы соотношения каждого из компонентов растворной смеси (золошлак и вода) относительно ангидридового вяжущего различной марочности. В соответствии с заданным соотношением компонентов осуществляется контроль подачи количества сыпучих компонентов – ангидридового вяжущего и золошлака, – временем работы каждого из шнеков при постоянной их производительности, а воду подают через объемомер, оборудованный поплавком уровня и запорным клапаном.

Контроль геометрических размеров каждого из изготавливаемых каркасов модулей осуществляют с помощью лазерного уровнемера BOSCH PLL 360 SET со штативом: дальность – 20 м, погрешность измерения – 0,4 мм/м, погрешность – 0,4, проецирование лучей – линейное, количество лучей – 2, выравнивание – автоматическое. Площадка, на которой изготавливают каркас модуля, предварительно изготовлена из бетона, уложенного по уровню. Площадка изготовления модуля оборудована так называемыми «маячками», относительно которых сначала монтируется каркас, а затем – опалубка модуля. Предварительно расположенные на площадке «маячки» позволяют обеспечить заданные по проекту размеры модуля. Маячки представляют собой вертикально расположенные металлические стойки, оборудованные регулируемыми упорами.

Таким образом, потребность формирования технологии управления может быть определена за счет рассмотрения последовательности действий на основе требуемой последовательности операций изготовления модулей. Последовательность операций изготовления модулей заключалась в следующих процессах: изготовление металлического каркаса модуля; возведение вокруг каркаса внутренней и внешней съемной опалубки с одновременным размещением внутри опалубки армирую-

шей полипропиленовой сетки; приготовление ангидришлакового бетона и заполнение им межопалубочного пространства; снятие опалубки через 36 ч выдержки и транспортирование модуля на склад полуфабрикатной продукции (панели пола и потолка заформованы отдельно и также через 36 ч транспортируют на склад готовой продукции); после изготовления и необходимого времени выдержки обоих модулей, панелей пола и потолка на протяжении 7 сут все изделия грузят на автотранспорт и перевозят к месту строительства; с помощью автокрана все изделия разгружают с автомобиля и монтируют на предварительно изготовленный фундамент строящегося здания.

Во время заполнения ангидришлакобетоном межопалубочного пространства виброуплотнение массы осуществляли через каждые 0,5 м высоты заполнения стен через фанерную опалубку с помощью клепального молотка, сила удара которого составляла 18 кДж. При этом образцы-кубики, полученные из монтажного ангидришлакобетона, при испытаниях в лаборатории показали значение предела прочности на сжатие 3,8 МПа, отклонение размера помещения по длине (6 м) составило 3 мм, по ширине (3,5 м) – 1 мм, по высоте (2,5 м) – 1 мм, что соответствует требованиям ТСН 31-332–2006.

Следует отметить, процесс изготовления отдельных модулей размером (3,15×3,5×2,5) м был выполнен на производственной площадке завода ангидридовой продукции, что позволяет исключить площади на стройплощадке под склад поставляемой продукции, тем самым происходит снижение себестоимости строительной продукции.

Заключение. Таким образом, благодаря новому научно-технически рациональному управлению сульфаткальциевыми отходами было получено капитальное помещение с габаритными размерами (6,3×3,5×2,5) м (без учета кровли), по себестоимости изготовления коробки здания в 2 раза ниже относительно себестоимости из дерева или железобетона, а по времени изготовления – ориентировочно в 3 раза производительнее, при этом в технологии изготовления и монтажа ангидришлаковых каркасно-монолитных модулей помещений практически отсутствовали отходы производства. Такое помещение впервые было изготовлено в 2013 г.

Новая система управления, предложенная в данной статье позволяет говорить, что введение в систему управления дополнительных связей, отраженных на рис. 1, позволяет повысить эффективность создания изделий при соблюдении требуемого качества.

Литература

1. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие изделия (зарубежный опыт). – М.: Стройиздат, 1983. – 312 с.
2. Ильинский Б.П. Исследование путей утилизации гипсового отхода производства плавиковой кислоты: Отчет о НИР. – Пермь, 1981. – 34 с.
3. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 110 с.
4. Мещеряков Р.В. Система цифровой обработки радиометрических сигналов для неразрушающего контроля сложнопрофильных крупногабаритных изделий / Р.В. Мещеряков, А.А. Охотников // Доклады ТУСУРа. – 2009. – № 2(20). – С. 153–156.
5. Мещеряков Р.В. Использование информационных критериев для оценки иерархических диалоговых систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 4(82). – С. 113–122.
6. Шароховская И.М. Система управления отходами в России. Анализ, проблемы, решение / И.М. Шароховская, Ф.И. Таран, Ю.Н. Ясаков // Рециклинг отходов. – 2008. – № 1(13). – С. 18–21.
7. Организация системы обращения с отходами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://waste-nn.ru/organizatsiya-sistemy-obrascheniya-s-othodami/>, свободный (дата обращения: 01.09.2014).
8. Федорчук Ю.М. Результаты пусконаладочных и технологических испытаний производства унификации ангидрита, получаемого из твердых отходов фтороводородного производства Сибирского химического комбината // Химическая промышленность. – 2004. – № 3. – С. 113–115.
9. Свидетельство на полезную модель № 35540. Малогабаритное здание из бетонной смеси / Ю.М. Федорчук, К.Е. Горюхин, А.В. Мананков и др. – Заяв. № 2003128259/20, 25.09.2003. – Опубл.: 20.01.2004.
10. Свидетельство на полезную модель № 37120. Малогабаритное монолитное здание из бетонной смеси / Ю.М. Федорчук, Т.Н. Гузеева, Т.Г. Даниленко, В.В. Табакаев. – Заяв. № 2003132973/20, 12.11.2003. – Опубл.: 10.04.2004.

Федорчук Юрий Митрофанович

Д-р техн. наук, профессор каф. экологии и безопасности жизнедеятельности
Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИТПУ)
Тел.: 8 (382-2) 56-36-98
Эл. почта: ufed@mail.ru

Русина Ольга Николаевна

Аспирант каф. экологии и безопасности жизнедеятельности НИТПУ
Тел.: 8 (382-2) 56-36-98
Эл. почта: olgarusina@tpu.ru

Саденова Маржан Анаурбековна

Директор Департамента по научной работе и международным связям
Восточно-Казахстанского государственного университета им. Сарсена Аманжолова, Усть-Каменогорск
Тел.: (8-72-32) 26-74-09
Эл. почта: sadenova@mail.ru

Литовкин Сергей Валерьевич

Аспирант каф. экологии и безопасности жизнедеятельности НИТПУ
Тел.: 8 (382-2) 56-36-98
Эл. почта: protoniy@yandex.ru

Fedorchuk Yu.M., Rusina O.N., Sadenova M.A., Litovkin S.V.

The control system of calcium sulfate waste for frame-monolithic modules

The present paper describes the development of control system of calcium sulfate waste. We proposed architecture of hardware and software control system for frame-monolithic modules. We give the activity sequence of technology formation to obtain frame-monolithic modules from calcium sulfate waste using the proposed control system.

Keywords: system, apparatus, equipment, non-destructive testing, equipment, architecture.