

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

*Горшков П. С., аспирант
Несмеянов Н. П., канд. техн. наук, доц.,
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова*

НОВЫЕ СПОСОБЫ КОМПЛЕКСНОГО СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

nesmeynov@mail.ru

В статье предложен новый способ стабилизации качества сухих цементных смесей на основе эксергетического анализа и механического способа перемешивания.

Представлено описание принципа действия спирально-лопастного смесителя с разработанной новой конструкцией смесительного барабана.

Дано краткое описание разработанной эксергетической характеристике качества порошка цемента.

Ключевые слова: *сухая строительная смесь, смеситель, эксергетическая характеристика, энергетические затраты.*

В общей классификации сухих строительных смесей (ССС) цементные смеси являются наиболее распространенными и имеют свою широкую область применения. Понятно, что качество таких смесей в определяющей степени зависит от вида и свойств используемых цементов. Но здесь следует отметить, что даже если вид цемента для конкретной смеси определен, задача достижения максимального качества этой смеси и его стабилизации все равно продолжает оставаться до конца не решенной.

Однородность материала, является основой требуемого качества современных строительных смесей. От того, насколько равномерно отдельные компоненты будут распределены в основном объеме смеси, напрямую зависят эксплуатационные характеристики получаемого продукта. Даже небольшое отклонение содержания малых добавок, вызванное плохим их распределением, может негативно сказаться как на физико-механических, так и на технико-эксплуатационных свойствах строительных материалов.

Основным узлом в технологической цепочке получения сухих строительных смесей является смеситель. С учетом этого на кафедре МО БГТУ имени В.Г. Шухова разработана новая конструкция смесительного барабана [1,2], которая позволит увеличить степень однородности (гомогенизации) готового продукта и сократит время перемешивания сыпучих материалов. Это происходит за счет перемещения исходных ком-

понентов цементной смеси как горизонтальном, так и в вертикальном направлениях внутри барабана смесителя, создавая вихревые потоки и множественные траектории движения материалов.

Поставленная цель достигается за счет того, что спирально-лопастной смеситель для перемешивания сыпучих материалов снабжен трехзаходным винтовым шнеком, закрепленным на внутренней поверхности смесительного барабана (рис. 1) и имеющим разрывы в плоскостях вращения лопастей вала. Оси барабана смесителя и лопастного вала расположены под углом к горизонту. Лопасти, расположенные в верхнем ряду вала, имеют обратный угол установки относительно лопастей нижних рядов.

Трехзаходный винтовой шнек с углом подъема, зависящим от свойств смешиваемых компонентов, поднимает смесь с нижней части смесительного барабана в верхнюю часть. При этом разрывы, имеющиеся в нем, создают турбулентные потоки смеси. Лопасти, расположенные в верхнем ряду вала и имеющие обратный угол установки относительно лопастей нижних рядов, срезают смесь на выходе из шнека и направляют вниз, создавая тем самым встречное вертикальное направление движения смеси. Наклоненный смесительный барабан подает смешиваемые компоненты в зону вращения вала, создавая встречные потоки в горизонтальном направлении. Смещение оси вала относительно оси барабана увеличивает интенсивность воз-

действие лопастей на смешиваемые компоненты, что позволит увеличить скорость движения перемешиваемых компонентов.

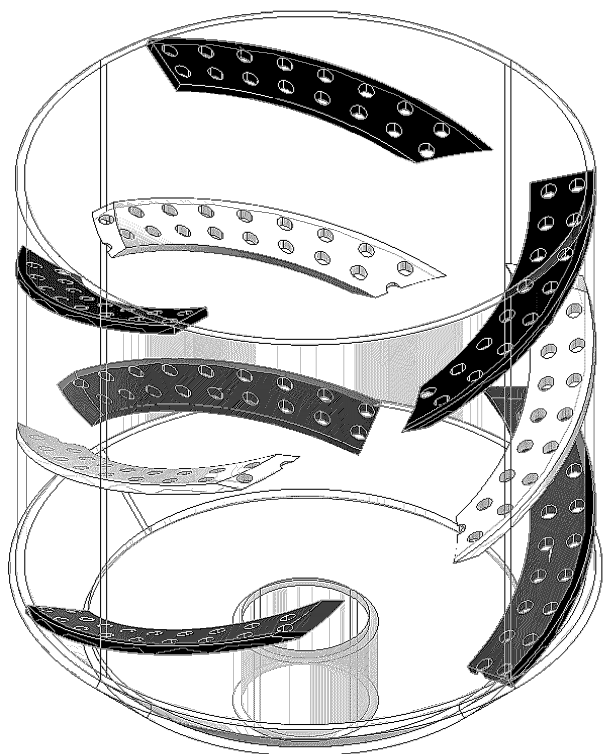


Рис. 1. Смесительный барабан спирально-лопастного противоточного смесителя

Все это позволит сократить время смешивания и снизить энергетические и финансовые затраты при производстве сухих строительных смесей.

Кроме этого для достижения оптимальных условий формирования максимального качества смеси и снижения энергетических затрат при ее получении разработан принципиально новый способ формирования этого качества [3], заключающийся в стабилизации эксергии используемого цемента, приводящей к $D(A_{28})_{\min}$, $D(E_{\text{це́м}})_{\min}$, $D(E_{\text{ССС}})_{\min}$. Задача решается здесь путем применения в составе смеси адресного цемента и текущего контроля эксергетических характеристик используемого цемента на выходе мельницы и перед подачей его в смеситель.

Методическую основу нового способа стабилизации качества составляет комплексная математическая модель (1-12), описывающая эксергетическое превращение потоков и условия достижения $E_{\text{СССмакс}}$. Термин «комплексная математическая модель» означает, что отдельные ее составляющие могут использоваться как самостоятельно, так и в совокупности, в зависимости от цели и конкретных задач при анализе процессов технологии получения цемента или смесей.

$$E_{\text{це́м}}=[E_{\text{кл}}+E(\text{РЧЭ})] \rightarrow E_{\text{це́м.макс}} \quad (1)$$

$$E_{\text{це́м}}/d_{\text{ср}} \rightarrow (E_{\text{це́м}}/d_{\text{ср}})_{\text{макс}} \quad (2)$$

$$D(E_{\text{це́м}}) \rightarrow D(E_{\text{це́м}})_{\text{мин}} \quad (3)$$

$$D(A)=f[D(E_{\text{це́м}})] \rightarrow D(A)_{\text{мин}}; A_{28}\uparrow=f(E_{\text{це́м}}/d_{\text{ср}})\uparrow \quad (4)$$

$$E(\text{ССС})=aE_{\text{це́м}}+bE_{\text{зап}}+cE_{\text{нап}}+dE_{\text{доб}} \quad (5)$$

$$D(E_{\text{ССС}})=aD(E_{\text{це́м}})+bD(E_{\text{зап}})+cD(E_{\text{нап}})+dD(E_{\text{доб}}) \quad (6)$$

$$E_{\text{ССС}}+E_{\text{пот}}=E_{\text{це́м}}+E_{\text{зап}}+E_{\text{нап}}+E_{\text{доб}}+E_{\text{подв}} \quad (7)$$

1. Свойства порошка сухой смеси – уравнение (5).

2. Свойства растворной смеси

$$E_{\text{р.с.}}=0,84E_{\text{ССС}}+0,16E_{\text{воды}} \quad (8)$$

3. Свойства затвердевшей растворной смеси

$$E_{\text{з.р.с.}}=E_{\text{р.с.}}+E_{\text{усл.прим}} \quad (9)$$

$$E_{\text{воды}}=f(W; T_{\text{возд}}; T_{\text{воды}}); \\ E_{\text{усл.пр.}}=f(W_{\text{окр.ср}}; T_{\text{окр.ср.}}; P; \text{ и т.п.})$$

$$E_{\text{ССС}} \rightarrow E_{\text{СССмакс}}=f(E_{\text{це́м.макс}}) \quad (10)$$

$$E_{\text{ССС}}/d_{\text{ср}} \rightarrow (E_{\text{ССС}}/d_{\text{ср}})_{\text{макс}}=f(E_{\text{це́м}}/d_{\text{ср}})_{\text{макс}} \quad (11)$$

$$D(E_{\text{ССС}}) \rightarrow D(E_{\text{ССС}})_{\text{мин}}=f[D(E_{\text{це́м}})_{\text{мин}}] \quad (12)$$

Предложенная новая энергетическая характеристика (уравнения 1-4) качества порошка цемента, а именно – эксергия цемента $E_{\text{це́м}}$, его концентрация $E_{\text{це́м}}/d_{\text{ср}}$ и дисперсия «Д», количественно характеризуют качество каждой конкретной партии цемента. Критерии (1-4) являются здесь определяющими при разработке технического задания на выпуск заказного цемента, входящего в состав сухих строительных смесей (ССС) на основе цемента.

Стабилизация качества смеси осуществляется следующим образом. Постоянно в течение времени подготовки исходной смеси отбирают пробы поступающих в смеситель двух потоков (основного и управляющего) цементов и других компонентов смеси, определяют их эксергетические характеристики (1-4) и сравнивают с заданными значениями эксергетических характеристик различных цементов. При их отклонениях рассчитывают время перемешивания, количество поступающих $\text{Ц}(3)_1$ и $\text{Ц}(3)_2$ и при крайней необходимости – соотношение цемента с песком. Принципиально новым в этой части исследований является использование эксергетиче-

ского анализа (ЭА) при текущем контроле цемента, других компонентов и полученной смеси.

Таким образом, предложен принципиально новый способ стабилизации качества цементных смесей, который гарантированно обеспечивает максимальные значения $E_{ССС\max}$. Это стало возможным благодаря использованию:

– нового энергетического критерия качества цемента, а именно эксергия цемента $E_{\text{це\textit{м}}}$, его концентрация $E_{\text{це\textit{м}}}/d_{\text{ср}}$ и дисперсия $D(E_{\text{це\textit{м}}})$, которые количественно характеризуют качество каждой отобранной пробы цемента;

– в составе смеси специально ориентированного одного адресного цемента, эквивалентного по свойствам исходным, и полученного на цемзаводе по техническому требованию изготовителя смесей;

– новой технологии измельчения цемента в мельницах дискретно-непрерывного действия, включающей циклический способ подачи двух клинкерных потоков и оперативное регулирование процесса по измеренным критериям $E_{\text{це\textit{м}}}/d_{\text{ср}}$ и $D(E_{\text{це\textit{м}}})$, задаваемыми изготовителем смесей;

– раздельной подачи в смеситель двух адресных цементных потоков (основного и управляющего) и текущего контроля их эксергетических характеристик $E_{\text{це\textit{м}}}/d_{\text{ср}}$ и $D(E_{\text{це\textit{м}}})$;

– комплексной математической модели процессов измельчения и смешения и расчету на ее основе времени перемешивания и доли цемента в смеси.

Таким образом, впервые представлена возможность реализовать технологическую обратную связь между готовым изделием потребителя

(ССС) и входящим в его состав основным компонентом – цементом изготовителя. При этом достигаются минимальные энергозатраты и максимальное качество смеси, а так же исключает вероятность получения «некачественных» смесей по вине цемента.

Сочетание эксергетического анализа цемента и механического способа перемешивания позволит получать строительную смесь с высокими потребительскими качествами при одновременном снижении затрат электроэнергии на получение готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Несмеянов, Н.П. Стабилизация качества сухих строительных смесей на основе пневмомеханического способа перемешивания / Н.П. Несмеянов, П.С. Горшков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. - №4. – С. 51.

2. Несмеянов, Н.П. Спирально-лопастной противоточный смеситель для производства сухих строительных смесей / В.П. Воронов, Н.П. Несмеянов, П.С. Горшков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - №1. – С. 66-69.

3. Системный и эксергетический анализ процессов в стройиндустрии. Современные пути решения проблем цементных заводов: сборник трудов отечественных ученых об эффективности различных способов производства цемента / Гл. ред. М.А. Вердиян. – М.: МАСИ; Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. – 384 с.