

Высоцкая Н.А.

(ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с
Опытным производством»)

Францкевич В.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

ПОЛУЧЕНИЕ НРК-УДОБРЕНИЙ МЕТОДОМ ОКАТЫВАНИЯ

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур часто возможно лишь при создании оптимальной системы питания растений, и, прежде всего, за счет применения удобрений [1]. В настоящее время все более широкое распространение получают гранулированные многокомпонентные минеральные удобрения [2].

Минеральные удобрения могут содержать один или несколько разных питательных элементов. По содержанию в удобрениях трех главных питательных элементов – азота (N), фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) – они подразделяются на: простые – имеют в своем составе только один из трех питательных элементов; комплексные – в их состав входят какие-либо два или все три питательных элемента. По числу главных питательных элементов простые и комплексные минеральные удобрения называются: односторонними; двойными; тройными (или полными).

По способу производства их делят на: сложные; сложносмешанные (или комбинированные); смешанные удобрения.

Комплексные удобрения, полученные путем химических реакций в заводской аппаратуре, называют *сложными*. Сложные удобрения содержат два или три питательных элемента в составе одного химического соединения.

К *сложносмешанным* или комбинированным удобрениям относятся комплексные удобрения, получаемые в едином технологическом процессе и содержащие в одной грануле два или три основных элемента, хотя и в виде различных химических соединений.

Смешанные удобрения – это смеси простых удобрений, получаемые в заводских условиях либо на тукосмесительных установках на местах использования удобрений путем «сухого» смешивания.

Методика определения гранулируемости хлорида калия. Гранулируемость – специфическое свойство дисперсных систем образовывать достаточно прочные агломераты в результате формирования фазовых контактов между частицами дисперсной фазы. Количественно она оценивается прочностью гранул кубической формы с ребром размера 4 мм, полученных в строго стандартизированных условиях из увлажненной, вязкопластичной пасты.

Сущность методики определения гранулируемости образцов КСІ заключается в следующем: на поверхности пластины из текстолита размером 100×100 мм в специальные прорезы вставляют металлические полоски гребенчатой формы в двух взаимно перпендикулярных направлениях, так чтобы образовывались кубические ячейки с размером ребра 4 мм. Навеску порошкообразного образца смешивают в чашке с определенным количеством воды и пластифицируют растиранием и перемешиванием пестиком в течение 5 минут; при этом 0,1-0,5 % воды испаряется. Установлено, что за стандартное значение влажности пасты $W_{\text{П}}$ при измерении гранулируемости образцов порошковидного КСІ целесообразно принять $W_{\text{П}}=10\%$. Полученную пасту вводят в матрицу так, чтобы над ее поверхностью возвышался ровный слой толщиной 2-3 мм, который накрывают металлической пластиной. Шихту в матрице уплотняют при помощи лабораторного гидравлического пресса при давлении 1,5 МПа в течение 5 минут. После уплотнения выступающий слой срезают ножом, а образец оставляют на воздухе или в сушильном шкафу при определенной температуре $T_{\text{ф}}$ на 30 минут для формирования фазовых контактов и образования специфической кристаллической структуры. После этого гранулы извлекают из матрицы, образец досушивается до температуры 65-75 °С до постоянной массы и охлаждается в эксикаторе над водопоглотителями; статическую прочность полученных кубических гранул принимают за величину гранулируемости G . Уплотнение пасты можно осуществлять и при другом давлении, учитывая, что G изменяется пропорционально давлению сжатия; в этом случае полученный результат соответственно пересчитывается: результат приводится к стандартной величине давления сжатия пасты (1,5 МПа).

При исследовании зависимости G от температуры, гранулируемость образцов определяется следующим образом: пасту с влажностью 10 % вносят в кассету для формирования кубических гранул. Кассету плотно заворачивают и заклеивают в кальку, нагревают в сушильном шкафу в течение 30 минут, после чего образец сжимают в гидравлическом прессе при давлении 1,5 МПа в течение 5 минут и вновь помещают в сушильный шкаф на 30 минут при той же температуре. Затем кассету разворачивают и полученные кубические гранулы досушивают при той же температуре в течение 30 минут, извлекают из кассеты. Охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры в течение 25 минут и измеряют их статическую прочность. Каждый образец исследуется в двукратной повторности.

Технологический процесс производства сложносмешанных минеральных удобрений методом паровой грануляции состоит из следующих операций: прием и складирование исходного сырья; подача исходных компонентов в производственный корпус; дозирование, измельчение и

подача исходных компонентов в технологический процесс; приготовление шихты для гранулирования; гранулирование методом окатывания; сушка продуктов окатывания; очистка отходящих газов; классификация горячей продукции с отделением ретура; охлаждение надрешетного продукта; контрольная классификация готового продукта; складирование и отгрузка готовой продукции [3].

Исходные компоненты дозируются и подаются на измельчение в дезинтегратор. Измельченная смесь объединяется с пылью систем газоочистки и ретуrom процесса окатывания и подается в двухвальный смеситель. В смесителе происходит интенсивное перемешивание компонентов, увлажнение и образование шихты за счет подачи воды и абсорбционных стоков, подогрев, за счет подачи водяного пара.

После смесителя, увлажненная и подогретая масса поступает в барабан-гранулятор, в котором происходит образование гранул по ходу движения продукта методом окатывания. Шихта, состоящая из влажных гранул и неокатанных мелких частиц, из барабана-гранулятора поступает в сушильный барабан. В сушильном барабане осуществляется сушка продукта дымовыми газами. Высушенный продукт из сушильного барабана подается на предварительную классификацию, где происходит отсев мелкой фракции продукта менее 1 мм, являющейся ретуrom. Надрешетный продукт классификации поступает на охлаждение в барабан-охладитель. После охлаждения, гранулированный продукт подается на классификацию на просеивающую машину, где происходит отсев гранул размером более 5 мм и менее 1 мм. Фракция более 5 мм дробится и поступает обратно на классификацию. Фракция менее 1 мм направляется в ретур процесса окатывания. Товарная фракция продукта 1-5 мм поступает в барабанный смеситель для покрытия поверхности гранул антислеживающими составами. После кондиционирования, гранулированный продукт направляется на склад готовой продукции, где складировается навалом в отдельных отсеках в зависимости от выпускаемой марки.

Анализ научно-технической информации показал, что процесс гранулирования сложносмешанных минеральных удобрений методом окатывания на сегодняшний день еще недостаточно изучен. Так как скорость роста гранулы и функция ее разрушения зависят от природы вещества и, следовательно, могут быть уточнены только опытом, то требует детального изучения кинетика гранулообразования сложносмешанных систем. Предложенные зависимости позволяют рассчитать гранулометрический состав продукта для периодического процесса. При непрерывном процессе, т. е. при одновременных вводе сырья и выгрузке продукта, методика расчета должна учитывать распределение во времени пребывания. Поскольку движущая сила процесса гранулообразования определяется

наличием жидкой фазы, изменение ее содержания, очевидно, существенно влияет на процесс гранулирования. Ранее доказано, что с увеличением количества связующего возрастают плотность и прочность гранул, уменьшаются требуемые динамические нагрузки и время окатывания, что объясняется большей пластичностью, позволяющей частицам смещаться одна относительно другой и перестраивать структуру. Предложены зависимости прочности сухих гранул различных материалов от влажности и температуры шихты при гранулировании веществ, нерастворимых в связующем. Однако, компоненты сложносмешанных минеральных удобрений растворимы в воде и поэтому требует дополнительного изучения влияния технологических параметров (влажность, температура и т. п.) на процесс гранулообразования.

Литература

1. Леонов, Ф.Н. эффективность минеральных удобрений в зависимости от обеспеченности подвижными фосфатами дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Ф.Н. Леонов, Т.Г. Синевич // Почвоведение и агрохимия. – 2017. - № 1 (58). – С. 109-116.

2. Прушак, В.Я. Разработка новых технических решений по увеличению выпуска гранулированного хлорида калия с применением валковых прессов, изготавливаемых в ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» / В.Я. Прушак, Н.Ю. Кондратчик, Н.А. Высоцкая / Труды БГТУ. – 2020. – Серия 2, № 1. – С. 62-67.

3. Кондратчик, Н.Ю. Методы гранулирования NPK-удобрений. Способы гранулирования методом прессования и окатывания / Н.Ю. Кондратчик, Н.А. Высоцкая, В.С. Францкевич // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 1. – С. 56-70.

УДК 661.935

Павлечко В.Н. Францкевич В.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

СНИЖЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ТЕХНИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КИСЛОРОДЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ

В настоящее время кислород в ОАО «Крион» получают с высокой концентрацией, достигающей 99,5% и более. Однако для отдельных потребителей требуется более высокая чистота продукта и для ее достижения требуется значительное количество ступеней контакта и соответствующие затраты энергии.