

Проанализировав графики, видно, что с увеличением частоты вращения барабана, повышается высота подъема материала. При частоте вращения более 50 об/мин материал поднимается слишком высоко, и может происходить перегранулирование, а также с увеличением частоты вращения барабана увеличивается коэффициент трения, при котором может происходить разрушение сформировавшихся гранул. Также из графиков следует, что наиболее оптимальный угол наклона барабана составляет 3-4°, т. к. при большем угле действующая сила тяжести на материал оказывает негативное влияние на траекторию, и материал будет достаточно быстро проходить барабан, в связи с этим будет недостаточное гранулирование.

УДК 66.099.2

Н.А. Высоцкая, асп. (ЗАО «СИПрсОП», г. Солигорск);
В.С. Францкевич, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ШИХТЫ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАНУЛ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

Во многих отраслях промышленности, в том числе в сельском хозяйстве широкое применение получили гранулированные материалы [1, 2]. Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур часто возможно лишь при создании оптимальной системы питания растений и, прежде всего, за счет применения удобрений [3]. В настоящее время в химической промышленности получили широкое распространение процессы гранулирования тонкодисперсных порошков.

НРК – универсальное азотно-фосфорно-калийное минеральное удобрение, содержащее все основные питательные элементы, которые обеспечивают сбалансированное питание растений [4].

Механизм гранулирования. Гранулирование методом окатывания состоит из четырех стадий: 1) смешение исходного порошка с частицами ретура и связующим; 2) образование гранул из мелких частиц и дробление комков; 3) окатывание и уплотнение гранул; 4) упрочнение связей в результате перехода жидкой фазы в твердую (стабилизация структуры гранулы).

Стадии смешения и образования гранул. Связующими выступают различные жидкости, способствующие сцеплению частиц.

При минимальном содержании в сыпучем материале мелких фракций зазоры между крупными зёрнами остаются почти свободными. С увеличением содержания мелких фракций структура материала становится более плотной, это приводит к возрастанию прочности гранул.

Процесс образования зародыша и формирования гранулы при подаче жидкости в гранулятор имеет следующий вид: капля воды, попавшая в слой материала, под действием капиллярных сил незамедлительно начинает распространяться во все стороны, заполняя при этом поры между отдельными частицами. Вода перестает распространяться в сыпучем материале, как только комок достигнет предельной капиллярной влагоемкости.

Кривые поглощения влаги гранулами двойного суперфосфата диаметром 2-4 мм, помещенными в слой шихты различной влажности с размером частиц 0,1-0,3 мм, представлены на рисунке 1 [5]. Скорость приращения влагосодержания в грануле

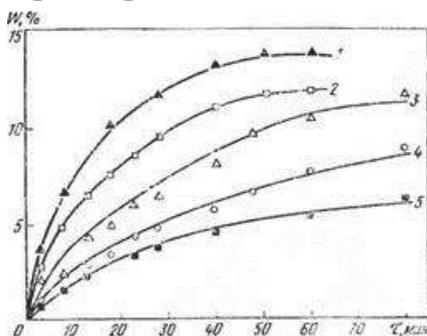


Рисунок – Кривые поглощения влаги гранулами двойного суперфосфата с различной прочностью

тем выше, чем больше влагосодержание порошка и меньше прочность гранул.

Изменение характера влагопоглощения с течением времени связано с тем, что вначале влага поглощается поверхностным слоем гранул под действием капиллярных сил. По мере насыщения этого слоя влага просачивается внутрь гранулы, где имеются открытые и закрытые поры, заполненные воздухом. Далее поглощение влаги резко замедляется и ограничивается растворением воздуха в жидкой фазе.

Чем выше влагосодержание порошка, тем более интенсивнее насыщается поверхностный слой гранул и тем скорее наступает переход от одного характера влагопоглощения к другому.

Окатывание. Уплотнение частиц методом окатывания происходит при ударе о стенку гранулятора или о неподвижный слой материала. Большая часть кинетической энергии, которую получает комок при скатывании вниз, расходуется на уплотнение гранулы и перемещение зерен. Должен существовать минимальный размер влажного комка, при котором он обладает достаточной кинетической энергией во время ссыпания. Если масса комка меньше критической величины, то приобретенной энергии не хватит для уплотнения.

Структура гранулы уплотняется постепенно под действием большого числа ударов различного направления, в результате чего взаимное перемещение частиц происходит только на тех участках, где в данный момент сила сцепления имеет наименьшее значение.

Стадия стабилизации структуры гранул. Связи между частицами, уплотненные при окатывании, в большей мере обусловлены силами поверхностного натяжения жидкости. Эти связи обеспечивают достаточ-

ную пластичность материалу и позволяют в широких пределах модифицировать форму гранулы без ее разрушения. Для получения готового продукта необходимо упрочнять связи, придавая жесткость полученной структуре. Это достигается удалением жидкой фазы или переводом ее в твердую фазу. Одним из наиболее распространенных способов упрочнения гранул является сушка.

Вывод: Сила капиллярного сцепления в объеме увлажненного сыпучего материала тем ниже, чем из более крупных зерен он состоит. Высокое среднеэффективное расстояние между частицами приводит к понижению прочности сцепления. При увеличении содержания мелких фракций структура материала становится более плотной, прочность гранул возрастает.

Предельный размер образующихся комков прямо пропорционален величине капли и обратно пропорционален пористости слоя материала. Чем выше влагосодержание порошка, тем быстрее насыщается поверхностный слой гранул и тем быстрее наступает переход от одного характера влагопоглощения к другому. Чем больше поверхностное натяжение жидкости и мельче частицы, тем плотнее агломерат. Введение требуемого количества жидкости приводит к увеличению влажности шихты и образованию крупных агломератов. С уменьшением содержания влаги физико-механические свойства агломератов улучшаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Высоцкая, Н.А. Особенности получения NPK-удобрений методом окатывания / Н.А. Высоцкая, В.С. Францкевич // Горная механика и машиностроение. – 2020. - № 4. – С. 79-85.
3. Леонов, Ф.Н. Эффективность минеральных удобрений в зависимости от обеспеченности подвижными фосфатами дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Ф.Н. Леонов, Т.Г. Синевиц // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 1 (58). – С. 109-116
4. 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.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://msd.com.ua/granulirovanie-materialov/granulirovanie-metodom-okatyvaniya-na-dvizhushhejsya-poverxnosti/> – Дата доступа : 25.01.2021.