

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

ОТЧЕТ

по учебной (производственной) практике

TECHNISCHE UNIVERSITÄT HAMBURG-HARBURG (TUHH)

Студента Кривчикова А.В.
группы 50510/1
(подпись, дата)

Руководитель практики
Salikov Vitaliy

Гамбург 2013

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Грануляция в псевдооживленном слое (ПС) позволяет совместить операции смешивания, грануляции, сушки и опудривания в одном аппарате. Поэтому способ грануляции в ПС все чаще применяется в современной фармацевтической промышленности.

Процесс заключается в смешивании порошкообразных ингредиентов во взвешенном слое с последующим их увлажнением гранулирующей жидкостью (полимером) при продолжающемся перемешивании. Псевдооживленный слой образуется, когда направленный вверх воздух поднимает слой твердых частиц, который начинает «кипеть» подобно жидкости. Слой находится в состоянии псевдооживления. Силы, действующие на частицы, пребывающие в состоянии псевдооживления, находятся в равновесии. Частицы в псевдооживленном слое смешиваются настолько эффективно, что температура по всей высоте псевдооживленного слоя остается постоянной. Общая конструкция аппарата псевдооживленного слоя, в котором происходит смешивание таблеточных смесей, грануляция и сушка.

Процесс в аппарате ПС состоит из четырех стадий:

1. Смешивание — первая технологическая операция, влияющая на качество гранул. Равномерность смешивания зависит от аэродинамического режима работы аппарата, соотношения компонентов в смеси, формы и плотности частиц.
2. На стадии добавления гранулирующей жидкости происходит комкование частичек гранулируемой массы за счет склеивающих сил как самой жидкости, так и раствора, образующегося при смачивании этой жидкостью поверхностного слоя обрабатываемого материала.

3. На стадии сушки комки превращаются в твердые агломераты, частично разрушающиеся в результате трения и соударения между собой и со стенками аппарата. Процесс гранулирования в псевдооживленном слое происходит одновременно с сушкой получаемых гранул горячим воздухом. Сушка готового гранулята проводится до оптимального значения влажности.

4. Опудривание высушенного гранулята происходит в том же аппарате. Полученные высушенные гранулы могут иметь шероховатую поверхность, что затрудняет в дальнейшем их высыпание из загрузочной воронки в матрицу таблеточной машины в процессе таблетирования. Кроме этого, гранулы могут прилипать к матрице и пуансонам таблетпресса, что может вызвать как нарушение веса, так и появление некоторых дефектов в таблетках. Чтобы избежать этих нежелательных явлений прибегают к операции «опудривания» гранулята. Эта операция осуществляется свободным нанесением тонкоизмельченных веществ на поверхность гранул в периодическом режиме. Путем опудривания в таблеточную массу вводят скользящие и разрыхляющие вещества.

Образование и рост гранул в псевдооживленном слое происходит за счет двух физических процессов: комкования при смачивании и слипания с последующей агломерацией. Качество гранул и их фракционный состав зависят от многих факторов, определяющих ход процесса грануляции, основными из которых являются скорость оживляющего газа, состав и скорость подачи гранулирующей жидкости, а также температура в слое. Существует две гипотезы о механизме образования гранул в псевдооживленном слое:

1. центрами грануляции в мелкодисперсном порошке являются капельки

гранулирующей жидкости;

2. центрами грануляции являются частицы определенной величины, внесенные в дисперсный состав порошка.

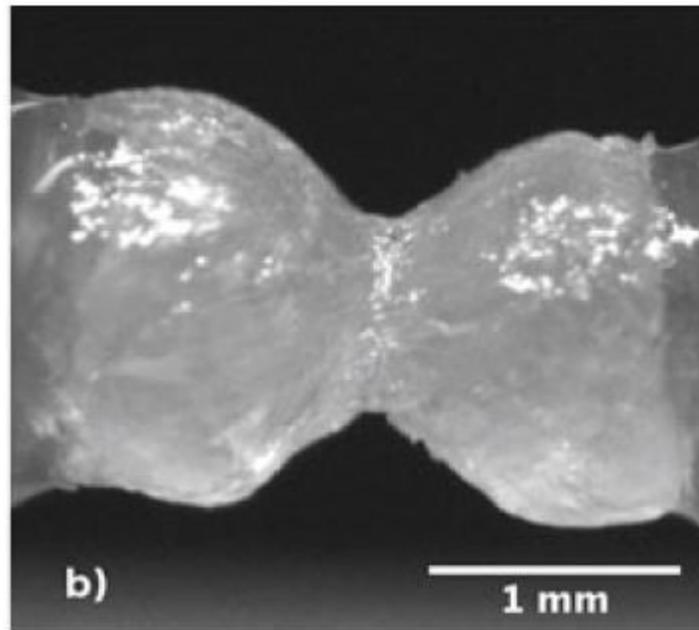
В обоих случаях предусматривается наличие мелкодисперсного порошка, находящегося в псевдооживленном состоянии, и гранулирующей жидкости, распыленной до необходимой степени дисперсности.

Гранулирующая жидкость распыляется с помощью форсунок, являющихся очень важной частью любого совмещенного оборудования грануляции и сушки в псевдооживленном слое. В производстве используются форсунки различных типов.

Различают: одножидкостные форсунки, в которых распыляется только жидкость и требуется высокое давление; двухжидкостные, в которых происходит смешивание и распыление жидкости с воздухом, причем смешивание осуществляется во внешней среде (форсунки с внешним смешиванием) или внутри форсунки (форсунки с внутренним смешиванием). В зависимости от типа форсунки применяют разные режимы распыления. Тот или иной тип форсунки используется при различных давлениях смеси и в зависимости от консистенции конечного продукта.

В случае, когда от процесса гранулирования требуется получить только не агломерированные частицы порошка покрытые полимером, необходимо в грануляторе создать условия для того, чтобы все возможные полимерные мостики между частицами были разрушены. Для определения таких условий используется дискретная модель гранулирования в EDEM + CFD. В данной модели мостик, связывающий две частицы задается как отдельный элемент (балка), который может быть разрушен, если одно из напряжений в нем (тангенциальное или нормальное) превысит заданное значение. В

действительности мостик имеет геометрию, представленную на рис. 1. и может быть рассчитан как балка лишь при грубом приближении.



Агломерированные частицы порошка

Рис. 1.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ввиду грубости такой модели мостика при моделировании в EDEM + CFD, появилась задача создания конечно-элементной модели расчета реальных напряжений возникающих в мостиках и переучета этих напряжений для моделирования в EDEM + CFD.

На данном этапе работы была построена конечно-элементная модель агломерата (Рис. 2.) в программном комплексе Abaqus. Так же были произведены расчеты напряжений при определенных длинах и радиусах мостиков.

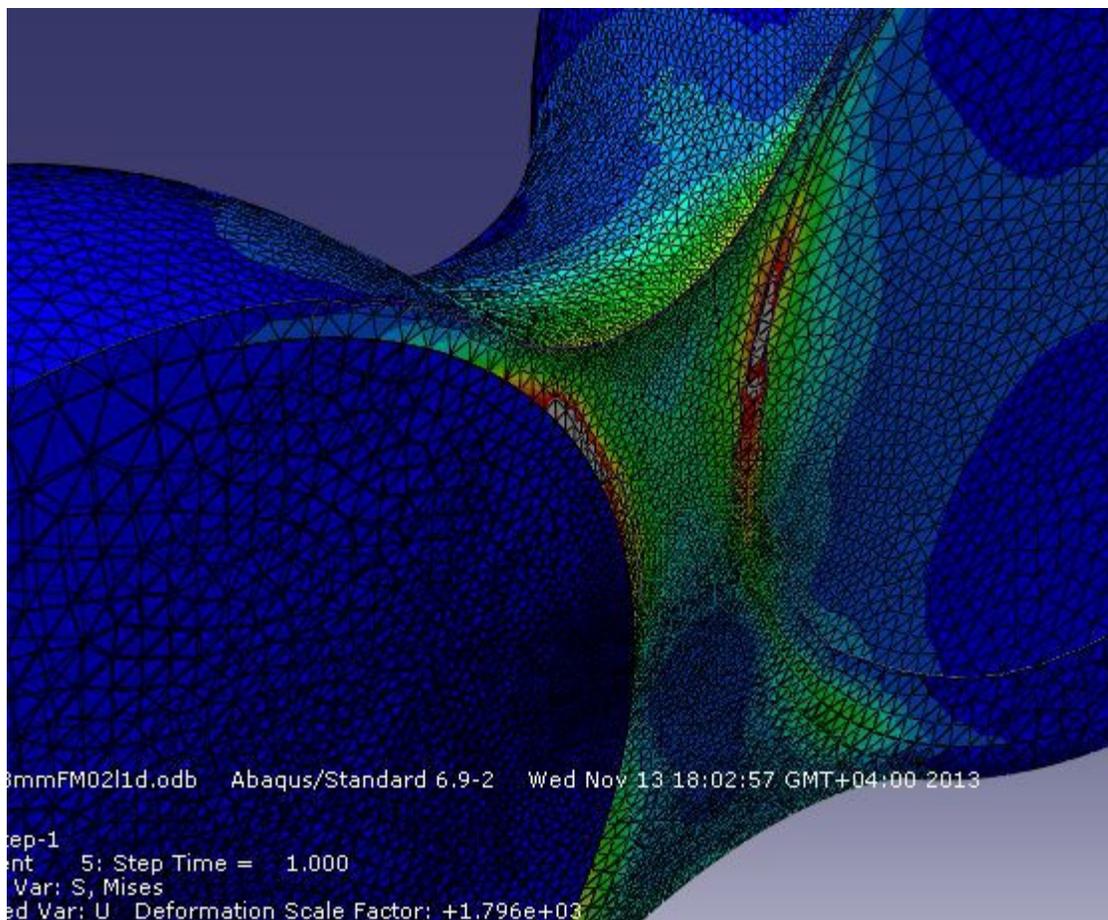


Рис. 2. Конечно-элементная модель агломерата

В дальнейшем планируется провести еще серию расчетов напряжений при различных длинах и радиусах мостиков, выявить закономерность изменения напряжений, выявить случай, наиболее часто встречающийся на практике, и рассчитать для коэффициент, который позволит учесть значения напряжений полученные в результате расчетов в Abaqus для симулирования процесса гранулирования в EDEM + CFD.