

ГРАНУЛИРОВАНИЕ ПРЕСС-ПОРОШКА В РОТОРНОМ ТАБЛЕТОЧНОМ АВТОМАТЕ: ПРОБЛЕМЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

В.Я. Борщев, Н.Б. Бурашникова

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор С.В. Карпушкин

Ключевые слова и фразы: гранулирование; роторный таблеточный автомат.

Аннотация: Проведено экспериментальное исследование и анализ работы роторного таблеточного автомата в производстве таблеток. На основе экспериментальных исследований предложены соответствующие рекомендации по повышению эффективности работы роторного автомата.

В химической промышленности широко распространен процесс формообразования, заключающийся в обработке сыпучего или пластического материала с целью изменения конфигурации дозы материала и некоторых физико-механических свойств. Наиболее часто для формообразования используют процессы гранулирования и прессования (таблетирование) [1].

В настоящее время таблетки изготавливают из различных материалов: соли, стирального порошка, угля, графита, химикатов, удобрения, сухого спирта, ядохимикатов и т.д. Получаемые в результате таблетирования таблетки часто используют как товарный продукт производства. При этом применение таблеточных машин позволяет значительно повысить (за счет снижения времени вспомогательных операций) производительность и качество готовых изделий.

В ОАО «Корпорация «Росхимзащита» в производстве таблеток из соответствующих пресс-порошков применяется таблеточная машина РТМ-35 (роторный автомат), которая до определенного времени по своим технико-эксплуатационным характеристикам вполне отвечала предъявляемым требованиям. Однако за последние годы эксплуатации обнаружили некоторые недостатки, которые стали причиной резкого снижения (вследствие частых ремонтов отдельных деталей) производительности и качества готовой продукции.

Борщев Вячеслав Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность», e-mail: borschov@yandex.ru; Бурашникова Наталья Борисовна – магистрант кафедры «Техносферная безопасность», ТамбГТУ, г. Тамбов.

В связи с этим целью настоящей работы является исследование процесса таблетирования и анализ опыта эксплуатации роторного автомата с целью восстановления его работоспособности путем модернизации основных деталей.

Известно, что стабильная работа таблеточной машины определяется, в основном, техническим состоянием таких деталей, как копиры, штоки (пуансоны), матрица и ролики [2].

С целью обнаружения дефектов было проведено диагностирование основных узлов таблеточной машины. Для получения более надежной информации о состоянии машины было использовано несколько методов контроля: визуальный, визуально-оптический, а также непосредственные измерения геометрических размеров ее основных деталей.

В результате визуального осмотра был установлен механический износ трущихся поверхностей копиров и некоторая эллипсность шеек верхних и нижних штоков. Обнаруженные дефекты могли быть причиной перекоса и заклинивания штоков в отверстиях матрицы.

Визуально-оптическим методом диагностировались труднодоступные детали таблеточной машины при помощи оптических средств.

Кроме того, в процессе работы на холостом ходу таблеточная машина была протестирована на наличие посторонних шумов, стука, вибраций и заклинивания. Установлено, что даже на холостом ходу работы машины имеет место заклинивание штоков в отверстиях матрицы. Вероятно, это происходило вследствие повышенного износа трущихся поверхностей копиров и эллипсности шеек и цилиндрической части штоков.

Вследствие этого были проведены тщательные измерения геометрических размеров копиров и штоков. Особое внимание было уделено измерению рабочего профиля копиров и диаметров шейки и цилиндрической части штока. Измерения были проведены с помощью микрометра типа МК 0-25 (ГОСТ 6507-90, класс точности 2) и штангенциркуля типа ШЦ-1 (ГОСТ 166-89, класс точности 2).

Измерение диаметров шейки и цилиндрической части штока проводили в трех точках с поворотом измерительного инструмента на 120° . В результате проведенных замеров был выявлен дефект шейки штоков в виде некоторой их эллипсности, установлен определенный разброс по размерам цилиндрической части штоков в пределах $\pm 0,1$ мм. Обнаруженные дефекты могли быть причиной перекоса и заклинивания штоков в отверстиях матрицы. В связи с этим стало целесообразным подобрать комплекты штоков с наиболее близкими размерами цилиндрической части, а затем провести их обработку до одного (минимального) размера.

Аналогичным измерениям были подвергнуты и копиры обоих рабочих «ручьев». В результате измерения профиля копиров были выявлены дефекты на копирах, установленных на стадиях подпрессовки и прессования. В качестве примера на рис. 1 представлены характерные дефекты на одном из копиров. Кроме того, на всех остальных копирах было выявлено отклонение рабочего профиля от нормы в пределах 1 мм, что приводило к подклиниванию ротора таблеточной машины в процессе ее эксплуатации.



Рис. 1. Дефекты на копирах до модернизации

После реализации предложенных мероприятий по комплектации рабочих штоков, модернизации рабочих профилей копиров и замене привода роторного таблеточного автомата было проведено исследование работоспособности машины как на холостом, так и на рабочем ходу. При испытании на холостом ходу машина работала плавно, без ударов, стука и заклинивания; токовая нагрузка при различных режимах работы автомата практически не менялась.

Проведены также замеры токовой нагрузки в процессе прессования порошка, то есть на рабочем ходу машины. Параметры работы роторного таблеточного автомата при прессовании приведены в табл. 1.

В процессе прессования наблюдается уже несколько другая картина работы таблеточного автомата. В пусковой период времени и затем в течение примерно 40 мин токовая нагрузка росла практически пропорционально времени прессования (рис. 2, кривая 1). После этого нагрузка стабилизировалась и в течение 20 минут оставалась практически неизменной.

Затем увеличили скорость вращения ротора с 16 до 17 об/мин. На этом режиме наблюдалось увеличение токовой нагрузки и после 20...25 мин устойчивой работы появились признаки неустойчивой работы машины, проявляющиеся в виде сильных щелчков в зоне съема таблеток.

После проведения дополнительных профилактических мероприятий проведены повторные исследования процесса гранулирования. Параметры работы роторного таблеточного автомата при прессовании очередной партии пресс-порошка приведены в табл. 2.

Таблица 1

Рабочие параметры машины

Наименование параметра	1-й режим	2-й режим
Частота вращения ротора, об/мин	16	17
Количество пар штоков (пуансонов)	58	58
Ручьи	2	2
Масса таблеток, г	0,15	0,15
Производительность, кг/ч	16,70	17,75
Время работы, мин	64	29
Наработано, кг	25,056	—

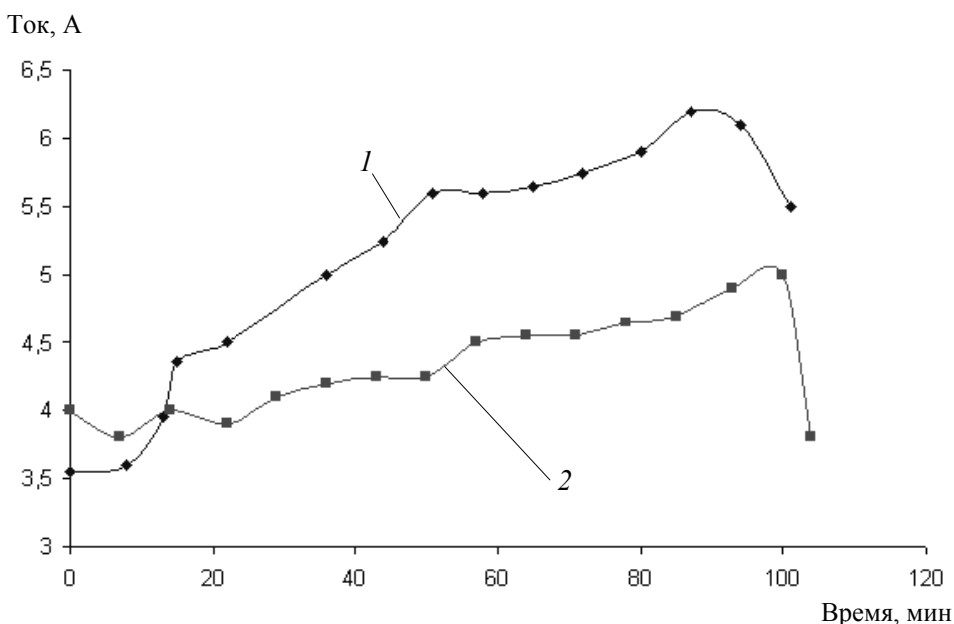


Рис. 2. Изменение токовой нагрузки при прессовании порошка

Таблица 2

**Рабочие параметры машины
после профилактических мероприятий**

Наименование параметра	1-й режим	2-й режим
Частота вращения ротора, об/мин	18,75	20,5
Количество пар штоков (пуансонов)	58	58
Ручьи	2	2
Масса таблеток, г	0,15	0,15
Производительность, кг/ч	19,58	21,40
Время работы, мин	80	18
Наработано, кг	36,597	—

Как видно из рис. 2 (кривая 2), во втором испытании токовая нагрузка увеличивалась значительно меньше, что свидетельствует о более стабильной и плавной работе роторного автомата. Причем в первый период прессования при большей скорости вращения ротора токовая нагрузка была меньше, чем далее на меньшей скорости. Вероятно, это объясняется налипанием частиц пыли на рабочие детали роторного автомата в процессе его работы и, как следствие, повышением трения. Таким образом, актуальной является задача повышения эффективности работы системы пылеулавливания таблеточной машины.

Анализ полученных в результате испытаний результатов позволяет также сделать вывод о нецелесообразности увеличения скорости вращения ротора выше 17...18 об/мин.

Одной из важных эксплуатационных характеристик роторного автомата является плотность получаемых таблеток. Поэтому одновременно с фиксированием значений токовой нагрузки при гранулировании пресс-порошка периодически измеряли массу получаемых таблеток. С этой целью из выходящего потока отбирали по 10 таблеток и взвешивали. Результаты взвешивания, представленные на рис. 3, свидетельствуют о достаточно стабильной массе и, следовательно, плотности готовых таблеток.

Наблюдения за работой машины показали, что при работе в штатном режиме в зоне съема таблеток на обоих «ручьях» накапливаются ломаные и колотые таблетки, пыль продукта, которые затем попадают на ротор и просыпаются за съемник (нож). Пыль и таблетки, попавшие за зону съема, далее перемещаются ротором под дозатор шихты (ворошитель) следующего «ручья» прессования. Это ведет к увеличению трения, о чем свидетельствует постепенное увеличение токовой нагрузки двигателя.

Лом таблеток, на наш взгляд, образуется по трем причинам:

- 1) износ фторопластового покрытия рабочих частей пуансонов;
- 2) некачественный съем таблетки с нижнего пуансона;
- 3) возможное попадание крупинки таблеток в матрицы в зоне между съемником таблеток и дозатором шихты, что ведет к неравномерной засыпке шихты в матрицы в зоне загрузки и неравномерному прессованию таблеток.

Кроме того, наблюдения за работой роторного таблеточного автомата показали, что в процессе его работы выделяется большое количество пыли в рабочей зоне. Вследствие негерметичности рабочей камеры естественно происходит выделение пыли в окружающее пространство цеха, что приводит к ухудшению рабочих условий для аппаратчиков. Кроме того, выделяющаяся пыль оседает на рабочих элементах автомата, таких как матрица,

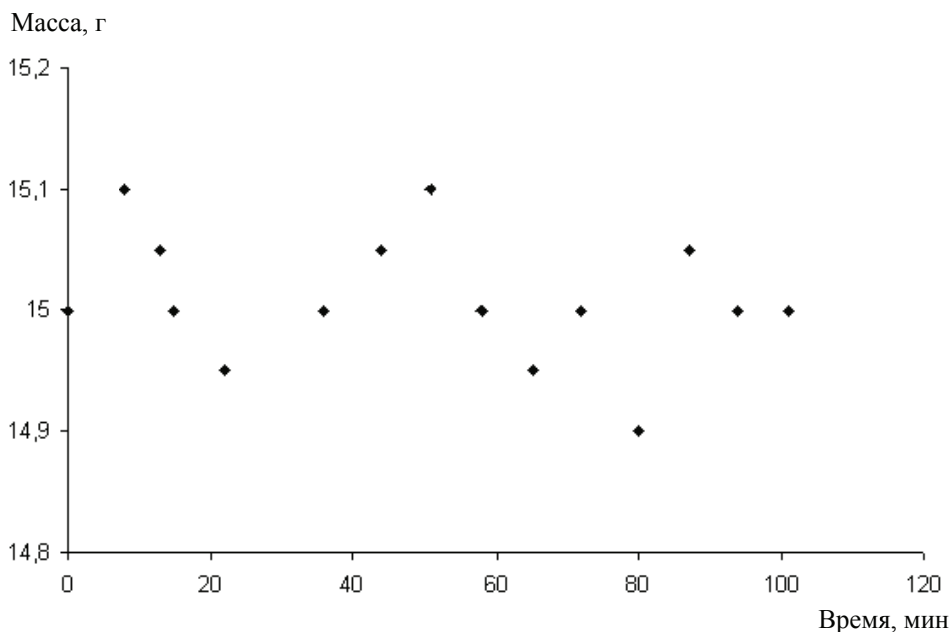


Рис. 3. Изменение массы таблеток

копиры, пуансоны, прессующий ролик. В результате происходит зарастание прессуемым продуктом данных элементов, что приводит к определенным негативным последствиям. В частности, могут уменьшаться размеры отверстий в матрице и, напротив, увеличиваться диаметры рабочей части штоков. Все это в совокупности может быть причиной имеющих место перекоса и заклиниваний штока в отверстиях матрицы.

По результатам проведенных исследований выработаны некоторые рекомендации по эксплуатации роторного таблеточного автомата.

Во-первых, для снижения количества лома таблеток следует проработать вопрос подбора покрытия рабочих частей пуансонов с более высокими характеристиками по стойкости к износу, а также провести модернизацию узла съема таблеток для исключения попадания пыли и лома в зону между съемником и дозатором шихты следующего «ручья».

Во-вторых, для исключения попадания пыли в окружающее пространство цеха необходимо герметизировать рабочую камеру автомата.

В-третьих, следует провести ревизию существующей системы пылеулавливания роторного таблеточного автомата.

Таким образом, проведенные исследования процесса гранулирования пресс-порошка в роторном таблеточном автомате явились основой для разработки практически значимых рекомендаций по повышению стабильности и эффективности работы машины.

Список литературы

1. Машины и аппараты химических производств : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга : Изд-во Н.Ф. Бочкаревой. – 2008. – 872 с.

2. Классен, П.В. Основы техники гранулирования / П.В. Классен, И.Г. Гришаев. – М. : Химия, 1982. – 272 с.

Granulation of Molding Powder in Rotary Tablet Machine: Issues and Recommendations on Operation

V.Ya. Borshchev, N.B. Burashnikova

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: granulation; rotary tablet machine.

Abstract: The paper presents the results of the experimental study and analysis of the rotary tablet machine in the manufacturing of tablets. On the basis of experimental studies appropriate recommendations on improving the efficiency of the rotary machine are made.

© В.Я. Борщев, Н.Б. Бурашникова, 2011