

# Исследование режимов очистки бункеров от солеотложения

Пригара В.Н.

Кафедра теоретических основ электротехники  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь  
e-mail: prigara@bsuir.by

**Аннотация**—Производство минеральных солей удобрений составляют одну из важнейших задач химической промышленности. Масштабы добычи и выработки солей исключительно велики и составляют десятки миллионов тонн в год. Под воздействием множества факторов сыпучие материалы, которые обычно хранятся в накопительных бункерах, могут образовывать своды и зависания вещества. При этом поток выдачи сырья либо меньше номинального, либо вообще прекращается, что является сдерживающим фактором данного непрерывного технологического процесса.

**Ключевые слова:** механические вибрации; магнитное поле; газо-импульсная очистка; типа системы обрушения

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В настоящее время существует несколько технологий, отличающихся по своей физической природе, которые используются в целях очистки рабочих поверхностей от налипших материалов. Отличия обусловлены, прежде всего, используемым рабочим телом. Наиболее применяемыми являются следующие рабочие тела:

- человеческий труд;
- механические вибрации;
- газ;
- магнитное поле.

У каждой из технологий, использующих данные рабочие тела, имеются свои преимущества и недостатки, совокупность которых на практике формирует конкретную область применения метода.

Сравнение обычно производится исходя из произвольного списка критериев, так как спектр предприятий, на которых применяются те или иные технологии очистки, весьма широк. Соответственно, такие важные входные данные, как характеристика сырья, геометрические параметры бункера, материал, из которого изготовлен бункер, условия технологического процесса и так далее, могут сильно отличаться.

### A. Ручная очистка

Под ручной очисткой понимается очистка силами рабочих, обслуживающих данный бункер. Для того, чтобы выходной поток сырья был постоянным, необходим непрерывный контроль за ходом технологического процесса. А так как данный метод обладает крайне низкой перспективой автоматизации, то существует необходимость выделения нескольких

работников за наблюдением целого парка бункеров на предмет сводообразования или зависания сырья.

Как правило, очистка производится с внешней стороны бункера при помощи кувалд или длинных шестов. Соответственно деформации, вызываемые в бункере, практически не управляемы по своей величине и месту приложения, и вполне могут носить неупругий характер. Если учесть специфику сырья калийно-обогатительной фабрики, то возникают ситуации, когда зависание материала невозможно разрушить при помощи усилий группы рабочих. В этих случаях применяются различного рода пиротехнические средства, которые могут создавать аварийные ситуации, вызывать неупругие деформации бункера, а также угрожать жизни или здоровью рабочих.

### B. Механические вибрации

Источниками механических вибраций могут служить разные устройства, однако на практике наиболее часто употребляются промышленные вибраторы. Конструкция вибратора обеспечивает виброустойчивость статорной обмотки и механическую прочность вала ротора, подшипникового узла и корпусных деталей. Статор электродвигателя встроен в алюминиевый или чугунный литой корпус с коробкой выводов и усиленными элементами крепления к вибромеханизму. [1]

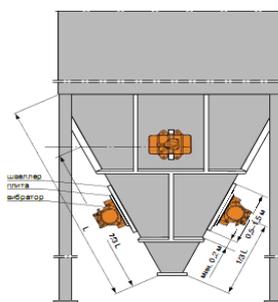


Рисунок 1. Схема возможной установки вибратора на промышленный бункер

Вал ротора опирается на подшипники. Дебалансные регулируемые узлы закрыты защитными кожухами. В коробке выводов установлена панель для соединения выводов статора с токоподводящим кабелем. При вращении ротора электродвигателя возникают круговые колебания вибратора и присоединенного к нему механизма.

Из основных преимуществ данного метода можно отметить простоту монтажа и долгий срок службы без особых затрат на техническое обслуживание. Из недостатков: высокую стоимость, низкую эффективность, сложность в изменении параметров вибрации, а также работу в области неупругих деформаций бункера.

### С. Газо-импульсная очистка

Все газо-импульсные технологии основаны на кратковременном воздействии мощных газовых струй, которые создаются при помощи специальных газо-импульсных генераторов.

Технология газо-импульсного обрушения предназначена для устранения зависаний и налипаний материалов на стенках рабочих емкостей, независимо от их назначения, размеров и конструкции. В основу положено ударно-волновое воздействие воздуха на материал в емкости, которое осуществляется с помощью газо-импульсного генератора. Генератор заполняется сжатым воздухом от обычной воздушной системы в течение 10 - 20 секунд, а затем выбрасывает накопленный воздух за доли секунды, что позволяет увеличить секундный расход в сотни раз и организовать мощное импульсное воздействие на обрабатываемый материал.

Схема типичного подключения системы пневмоимпульсной показана на рисунке 2.

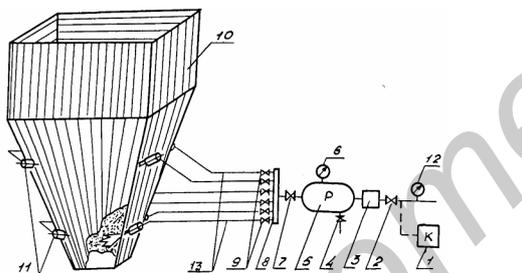


Рисунок 2 – Схема установки пневмоимпульсной системы на промышленный бункер

1 – компрессор; 2 – запорный вентиль; 3 – влагомаслоотделитель; 4 – вентиль слива конденсата; 5 – ресивер; 6 – манометр; 7 – вентиль аварийной остановки системы; 8 – коллектор; 9 – вентили включения пневмоимпульсных генераторов; 10 – бункер; 11 – пневмоимпульсные генераторы; 12 – контроль давления в сети; 13 – разводка воздуха

Основные способы создания импульсных газовых струй:

- пневмоимпульсный способ – используется энергия сжатого воздуха;
- газоимпульсный способ – используется энергия горения газовых смесей.

### Д. Очистка посредством магнитного поля

Наиболее эффективной технологией для решения проблем налипания, зависания и сводообразования в настоящее время является магнитно-импульсная, основанная на использовании силового воздействия импульсного магнитного поля на электропроводные материалы.

Состав магнитно-импульсной установки приведен на рисунке 1.3.

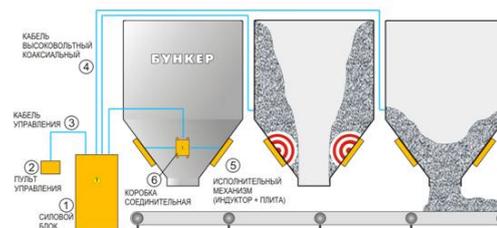


Рисунок 3. Схема установки на промышленный бункер и состав магнитно-импульсной установки.

1 - силовой блок; 2 – пульт управления; 3 – кабель управления; 4 – высоковольтные коаксиальные кабели; 5 – комплект исполнительных механизмов; 6 – соединительные коробки

Силовой блок генерирует мощный импульс тока в обмотку индуктора. Магнитное поле индуктора, созданное этим током, индуцирует импульс тока в плите, установленной вблизи индуктора. В результате взаимодействия импульсных токов, протекающего по обмотке индуктора и наведенного в плите, плита оказывает импульсное механическое воздействие на очищаемую поверхность, что приводит к возникновению локальной упругой деформации в очищаемой поверхности, а в толще налипшего материала – к возникновению напряжений сдвига. Совместное действие этих процессов нарушает целостность слоя налипшего материала, разрушает адгезию материала к очищаемой поверхности и приводит к ее очистке. Сила механического воздействия и количество импульсов регулируются и выбираются достаточными для гарантированного обрушения налипших материалов. [2]

### Е. Обоснование выбора типа системы обрушения

Наиболее оптимальным выбором из всех существующих методов очистки поверхностей от налипших материалов, является метод магнитно-импульсной очистки. Основные преимущества данного метода таковы:

- Более высокая эффективность очистки;
- Уменьшение эксплуатационных затрат по содержанию систем сводообрушения;
- Повышение безопасности труда за счет уменьшения, а в некоторых случаях исключения необходимости применения ручного труда для очистки бункеров и других объектов;
- Обеспечение целостности стенок бункеров при их очистке;
- Надежность и долговечность магнитно-импульсных систем за счет отсутствия в исполнительных механизмах соударяющихся, вращающихся и трущихся частей, применения оригинальных схемных решений, присутствия целого ряда защит от нештатных режимов.

[1] Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры : учебное пособие / И. А. Елизаров [и др.]. – М. : Машиностроение, 2004. – 180 с.

[2] В.В.Суханов «Расчет магнитных полей в электрических машинах нетрадиционной конструкции»– Методические указания к курсовому проекту по спецкурсу Электромагнитные расчеты в электрических машинах.: СПбГТУ, кафедра “Электрические машины” : 2007 г.