© О.М. Курепин, 2008

УДК 65.011.56

*О.М. Курепин*

# *АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ МЕТОДОМ “СУХОЙ СЕПАРАЦИИ”*

**Семинар № 13**

### *1.1. Тенденции развития автоматизации производства в горной промышленности*

В последнее время небывалыми темпами развиваются средства контроля и управления всеми видами производств. Постоянно увеличивается доля полностью автоматизированных процессов и производств. Это обусловлено значительным повышением надежности и качества работы предприятия, менее частыми сбоями и остановками производства и, как следствие, снижением себестоимости продукции.

### *1.2. Современный мировой уровень в автоматизации процессов и производств в горной промышленности*

В последнее время значительное совершенствование вычислительной техники накладывает свой отпечаток на все виды деятельности, в том числе и на производственные. Начали автоматизироваться многие процессы, которые ранее, в силу сложности своих факторов, и значительной стоимости вычислительной техники соответствующего уровня не автоматизировались. Эта тенденция легко прослеживается, практически, на любом виде оборудования для горных процессов иностранного производства.

### *1.3. Анализ текущего состояния автоматизации процессов и производств в отечественной горной промышленности*

Отечественная горно-перерабатывающая промышленность, в последние годы, практически, не модернизировалась. Автоматизированных процессов очень мало и работают они, в основном, на ненадежных релейных схемах. Оборудование сильно изношено и требует замены. Предприятия - изготовители выпускают, как правило, оборудование, разработанное 12-20 и более лет назад. Это оборудование уже в то время было морально устаревшим и, практически, ни для какой автоматизации не приспособленным.

## 2. Новая технология обогащения методом “Сухой сепарации”

Представляется новое поколение экологически чистого горного оборудования для обогащения породы по новой технологии методом “Сухой сепарации”.

Технология “Сухой сепарации”, разработанная с применением новой “Теории динамики фрагментарных смесей” к настоящему времени неизвестна и не применялась ни в России (или СССР) ни где бы то ни было за рубежом.

Основной особенностью представляемого оборудования и технологии, в

целом, спроектированной для работы с породой конкретного месторождения и определенного гранулометрического состава, является его индивидуальная разработка, полный всесторонний расчет всех параметров процесса и элементов оборудования. Оборудование полностью приспособлено для полного управления параметрами процесса посредством вычислительного процессора ПВМ. В случае установки процессора и соответствующих датчиков, а это предусмотрено, оборудование хорошо управляется абсолютно по всем параметрам. Но это увеличивает стоимость оборудования собственно процесса “Сухой сепарации”. Кроме того все стандартные агрегаты и оборудование, составляющие технологическую цепочку, желательно, тоже должны управляться.

### *2.1. Процессы, реализуемые методом “Сухой сепарации”*

Технология “Сухой сепарации” и основной агрегат “Кипящего слоя”, реализующий процесс “Сухой сепарации”, при своей кажущейся внешней простоте реализует ускоренную модель динамических процессов, протекающих в земной коре.

#### 2.1.1.Теоретические основы метода “Сухой сепарации”

Технологический процесс "Сухой сепарации" полезных ископаемых из породы разработан на базе “Теории динамики фрагментарных смесей”, разработанной автором в период с 1972 по 2003 годы.

Мы разработали теорию, принципы проектирования, математические методы и ряд компьютерных программ для разработки комплекса агрегатов, реализующих технологию “Сухой сепарации”, и эффективно работающих на **любом** сырье. То есть, нам безразличен состав исходного сырья, но очень важно, чтобы мы его знали, и по-возможности, точно. Тогда мы сможем спроектировать процесс “Сухой сепарации” и реализующие его агрегаты, отвечающий именно конкретным условиям разрабатываемого месторождения.

#### 2.1.2.Описание оборудования, реализующего метод “Сухой сепарации”

Технологический комплекс оборудования (линия), реализующего технологию “Сухой сепарации”, в основном, состоит из стандартных агрегатов: загрузчики, дозаторы, транспортеры, мельницы, элеваторы и.т.д. Необходимо отметить, что конкретный набор оборудования определяется индивидуально для конкретного разрабатываемого месторождения.

Ключевой агрегат “Кипящего слоя” представляет из себя, относительно, небольшой агрегат с управляемыми динамическими приводами, загрузочными и разгрузочными устройствами.

При сохранении основополагающих принципов работы и проектирования, оборудование для различных месторождений может внешне и по составу сильно различаться (имеется ввиду конструкция собственно агрегата “Кипящего слоя”).

Примечание:

Конструктивное исполнение агрегата (*внешний вид, размеры, рабочие зоны, загрузочные и разгрузочные устройства и.т.д)* определяющим образом зависит от гранулометрического состава обрабатываемой породной смеси, а также от задач по выделению концентрата

### *2.2. Краткая характеристика метода “Сухой сепарации”*

Технологический процесс “Сухой сепарации” имеет ряд технических характеристик.

Перечислим их:

1. Высокая, практически неограниченная, производительность.

2. Высокая степень обогащения породы. 45÷98 %, в зависимости от крупности и состава исходной породы;

3. Оборудование компактно и занимает малую площадь. Порядка 30 [M^2/агрегат] (зависит от суммарной производительности);

4. Малое удельное потребляение энергии. 0.001÷0.01 [кВт*час/т], в зависимости от крупности и состава исходной породы;

5. Малая металлоемкость оборудования. Суммарный вес агрегата “КС” производительностью 100 [Т/час], порядка 1,5÷3 [Т];

6. Простота механики оборудования и его обслуживания. (Кроме электронного блока управления, который в обслуживании не нуждается).

7. Высокая экологическая чистота производства. В процессе работы агрегата “КС” вредные выбросы отсутствуют полностью.

8. Отсутствует потребность рабочего цикла в воде.

9. Агрегаты “КС” могут функционировать в условиях широкого интервала температур (от +120÷-40 °С) и обслуживать породу имеющую еще более широкий интервал температур (от +200 ÷ -70 °С).

10. В силу перечисленных выше качеств агрегаты “КС” имеют возможность работать непосредственно вблизи зоны добычи исходной породы для обогащения.

11. Возможно создание на базе агрегат(ов)а “КС” передвижной мобильной установки, реализующей технологию “Сухой сепарации”:

А. Автономная мобильная установка для взятия проб и доразведки.

В. Передвижная установка значительной производительности.

3. Автоматизация производства реализующего технологический процесс на методе “Сухой сепарации”.

Для того, чтобы автоматизировать какое-нибудь производство необходимо совместное выполнение нескольких условий:

1. Наличие дополнительных средств на автоматизацию производства;

2. Имеется настоятельная объективная необходимость в автоматизации;

3. Наличие четкого понимания положительного эффекта от автоматизации производства;

4. Имеется совокупность управляемых агрегатов автоматизируемой линии;

5. Разработан основной агрегат технологического процесса на условиях включения в автоматизированную линию;

6. Наличие соответствующих датчиков;

7. Наличие средств обработки поступающей информации и приня-тия решений;

8. Наличие средств преобразования принятых решений в исполняющие сигналы и/или действия;

9. Имеются разработанные средства коммуникации и связи;

Необходимо отметить, что до недавнего времени пункты [6, 7, 8, 9] были просто недоступны. Попытки решать эти вопросы имеющимися средствами были дороги и ненадежны. Пункт [2] был понятен, можно сказать, всегда. А вот с пунктом [3] и зависимым от него пунктом [4] до сих пор большие проблемы, причины которых мы рассматривать не будем.

Основные агрегаты (см. п.[5]) неважно поддаются управлению и, как правило функционируют со строго фиксированными параметрами. Это обусловлено, в основном, экспериментальным подходом к созданию рабочих агрегатов, в результате которого при изменении одного и/или нескольких параметров процесс теряет функциональность.

### *3.1. Условия автоматизации технологического процесса на методе “Сухой сепарации”*

В процессе работы агрегата “Кипящего слоя”, при реализации процесса “Сухой сепарации”, в толще обрабатываемого слоя исходной породы под воздействием взаимного влияния удельных весов, размеров и форм частиц, образуются так называемые “динамические сита”, проектируемые свойства которых и обеспечивают заданную сепарацию.

Примечание:

Термин “динамические сита” введен автором и аналогов в литературе не имеет.

#### 3.1.1. Причины необходимости автоматизации процесса “Сухой сепарации”:

Под воздействием различных, как правило объективных факторов, изменяются те или иные параметры рабочего процесса. Например может, так обычно и бывает, измениться процентное соотношение составляющих смесь фрагментов тех или иных минералов. Это автоматически влечет за собой изменение внутренних координат расположения, так называемых “динамических сит”, и изменяет рабочие характеристики устройств разгрузки агрегата. Для поддержания оптимального режима сепарации возникает необходимость корректировки некоторых параметров процесса таких, как:

- Корректировка расположения “динамических сит”;
- Изменение динамических характеристик одного и/или всех приводов;
- Изменение характеристик подвесок;
- Изменение параметров транспортировки всего агрегата;
- Динамическое изменение зоны доотделения концентрата;
- Изменение взаимного объема и собственно зон разгрузки агрегата;

Кроме того, возможно, что будет, в тех или иных пределах, изменяться загрузка агрегата (производительность).

В каждом конкретном случае управляющая реакция может и должна быть разной. Это является необходимым условием для получения оптимальной работы процесса “Сухой сепарации”.

#### 3.1.2. Управляемость параметров процесса “Сухой сепарации”:

Процесс “Сухой сепарации” построен на базе “Теории динамики фрагментарных смесей” и полностью управляем по всем параметрам.

#### 3.1.3. Средства автоматизации основного агрегата “Кипящего слоя” для технологического процесса на методе “Сухой сепарации”

Любые параметры процесса должны изменяться с помощью устройств регулировки конкретного агрегата “Кипящего слоя”. Однако, учитывая то, что каждый конкретный агрегат “Кипящего слоя” создается (расчитывается) для работы с конкретным и разным составом породы, то конструктивно агрегаты, как правило, значительно отличаются. Неизменными остаются лишь принципы управления, направленные на корректировку параметров процесса, кратко изложенных в пункте [3.1.1].

Безусловно, одним из важнейших моментов автоматизации процесса является наличие номенклатуры контрольных датчиков. Однако датчики являются поверочным и не единственным каналом контроля процесса.

### *3.2. Описание принципиальной блок-схемы программы управления автоматизированным предприятием на технологии “Сухой сепарации”*

В приложении [1] представлена принципиальная блок-схема программной системы автоматизированного управления предприятием обогащения на технологии “Сухой сепарации”. Безусловно имеется ввиду, что все рабочие агрегаты технологической цепочки имеют возможность, в той или иной мере, управляться.

Примечание:

Данная программная система САУПО (Система Автоматизированного Управления Предприятием Обогащения) может быть применена (с некоторыми доработками) для любого предприятия обогащения при выполнении условий, обозначенных в главе [3]. Под “некоторыми доработками” понимается замена программ расчета и оптимизации агрегатов технологии “Сухой сепарации” на соответствующие по другим целевым агрегатам (рисунок).

3.2.1. Основная работа обогатительного комплекса на методе “Сухой сепарации”:

Необходимо сразу отметить, что изначально все рабочие агрегаты технологической цепочки имеют, заранее рассчитанные на заданную производительность при заданном среднем составе породы, настройки, к которым они возвращаются при сбоях или отказе системы управления.

В [БД параметров] изначально заложены совокупности, просчитанных заранее, комплексных настроек соответствующих параметров. В эту БД могут дописываться другие настройки.

В [БД критериев] изначально заложены критерии оптимизации работы агрегатов и всей системы (предприятия) в целом как частные, тах и комплексные. Например: 1 - Оптимизация качества продукции, 2 - Минимизация расхода электроэнергии, 3 - Максимизация объема переработки, и т.д. Критерии могут определяться как общие для предприятия, так и частные для каждого агрегата в отдельности. В эту БД могут вводиться другие критерии (из инструкции).

[БД решений] служит для контроля взаимосвязи [БД критериев] и [БД параметров] и регистрирует каждое новое сочетание.

В процессе работы система САУПО автоматически подстраивает параметры работы процесса, с заданными критериями оптимизации, ввиду изменяющихся показаний датчиков, в зоне (интервале) допустимых (разрешенных) решений. Принципы работы ясны из блок-схемы. Необходимо отметить огромную вариантность автоматических настроек.

**3.2.2. Отработка “особых” и “нештатных” производственных ситуаций:**

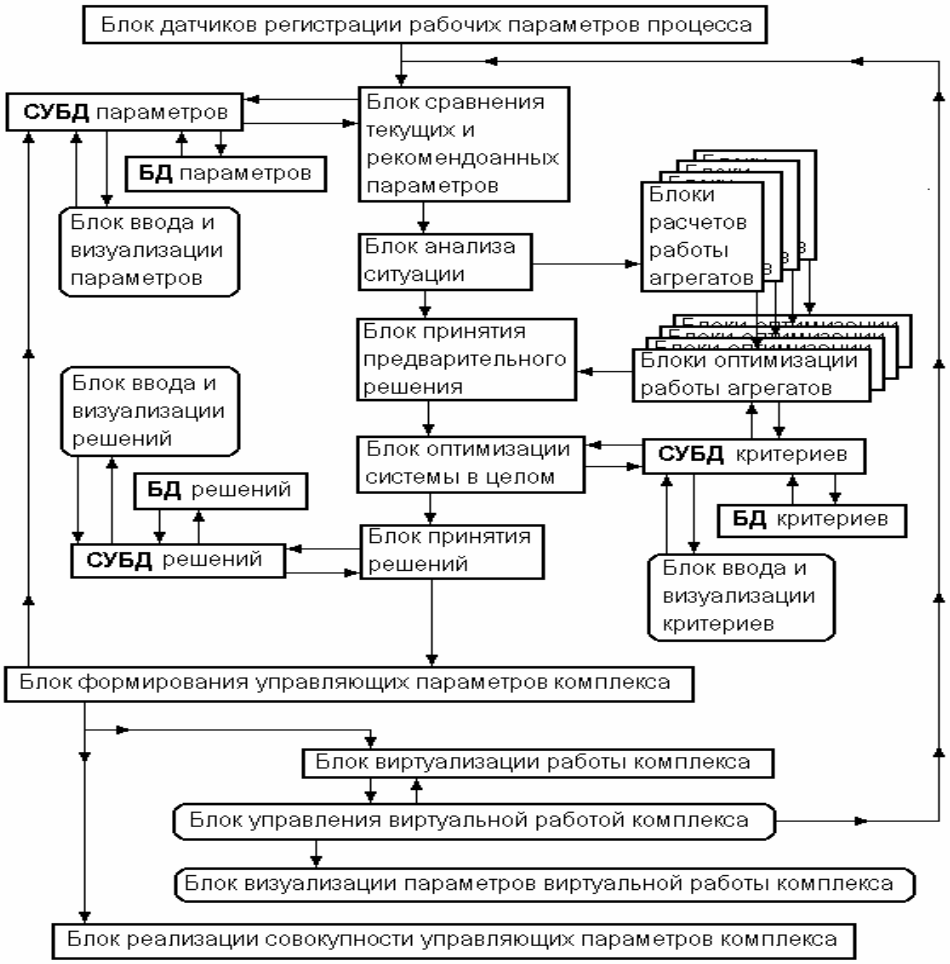
Комплекс САУПО предоставляет возможность просмотреть вариантность работы предприятия при каких-то бы ни было условиях в виртуальном режиме. То есть ввести какие-то параметры, соответствующие каким-то, возможно экстремальным или нештатным, производственным ситуациям и система, просчитав все возможные параметры даст ответ, что при этом произойдет. Эти результаты можно не спеша обдумать и сформировать взвешенные решения в этих ситуациях. Эти ситуации и решения завести соответственно в [БД параметров], [БД критериев] и [БД решений]. Тогда получив соответствующее соотношение параметров система воспользуется связанной с ним комплексом критериев и будет работать в соответствии с принятым и расчитанным ранее решением.

4. Заключение

Экологически чистый процесс “Сухой сепарации” является основой для

**Система автоматизированного управления предприятием обогащения** САУПО

*(Блок схема общая)*




нового поколения совокупности агрегатов “Кипящего слоя”, которые приспособлены и могут использоваться для формирования полностью автоматизированных производств по обогащению различных минералов в различных условиях. ГИАБ

## *Коротко об авторе*

*Курепин О.М.* – доктор технических наук, ЗАО Производственно-коммерческая фирма “Шахтрансервис”.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 13 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Л.Д. Певзнер.*