

УДК 007.2

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДАЧИ АНТИСЛЕЖИВАТЕЛЯ

### THE DEVELOPMENT OF ANTI-CAKING AGENT SUPPLY ALGORITHM

**Гуров Виктор Семенович**

генеральный директор ООО «ЛЮМЭКС»  
vg805@ya.ru

**Victor S. Gurov**

CEO of LLC «Lumex»,  
vg805@ya.ru

**Аннотация.** Рассмотрена задача обеспечения точного непрерывного дозирования сыпучего вещества (антислеживателя) на участке подачи, при эксплуатации распылительной установки сушки поливинилацетатной дисперсии. Разработано уравнение регулятора для точной подачи антислеживателя и внедрено в производство.

**Annotation.** The problem of accurate continuous dosing ensuring of bulk substances (anti-caking agent) on the feeding site in the operation of the spray-drying installation of polyvinyl acetate dispersion. Controller operation equation for correct feeding of anti-caking agent is developed and put into production.

**Ключевые слова:** автоматизация производства, точное дозирование сыпучих веществ, химическая промышленность, распылительная сушка, поливинилацетатная дисперсия.

**Keywords:** manufacturing automation, precise metering of bulk materials, chemical industry, spray drying, polyvinyl acetate dispersion.

#### Введение

Конечным продуктом производства сушильной установки является обезвоженная ПВАД в виде порошка. При хранении сухая ПВАД склонна к слеживаемости – потере сыпучести и образованию монолитной массы. Такой продукт считается браком. Для того, чтобы этого избежать этого в процессе сушки ПВАД участвуют несколько инертных реагентов, которые смешиваются. Эта смесь называется антислеживатель. Антислеживатель и водная фаза ПВАД подаются в сушильную башню одновременно. При этом антислеживатель должен подаваться пропорционально расходу ПВАД. В настоящее время на производствах сушки ПВАД в основу метода регулирования подачи антислеживателя положена следующая зависимость:

$$F = \frac{F1 \times \% \text{сухой остаток} \times \text{плотность} \times \% \text{содержания антислеживателя в готовом продукте}}{100}, \quad (1)$$

где  $F$  – расход антислеживателя;  $F1$  – расход водной фазы ПВАД; Сухой остаток (водной фазы ПВАД) в процентах – это органические и неорганические вещества которые вместе с водой образуют продукт; Плотность (водной фазы ПВАД) – это масса объемной единицы, выраженная в т/м<sup>3</sup>;

Содержание антислеживателя в готовом продукте (сухой ПВАД) – значение определяет количество антислеживателя в конечном продукте производства (сухой ПВАД).

Реализованный метод регулирования подачи антислеживателя на сушки ПВАД на ООО «Кубань-Полимер» показал, что подача осуществляется неравномерно, а это ведет к нарушению пропорциональности подачи антислеживателя в соответствии с расходом ПВАД. Об этом свидетельствует изменения параметров на трэндах (рис. 1).

Факторами, влияющими на неравномерность подачи, которые не возможно учесть из-за их большого количества могут быть физико-механические свойства этих материалов, тип бункера, тип питателя, неравномерное движение антислеживателя по бункеру сверху вниз, давление, влажность, температура и т.д.

Следовательно, разработка алгоритма, обеспечивающего равномерность подачи антислеживателя является актуальной задачей.

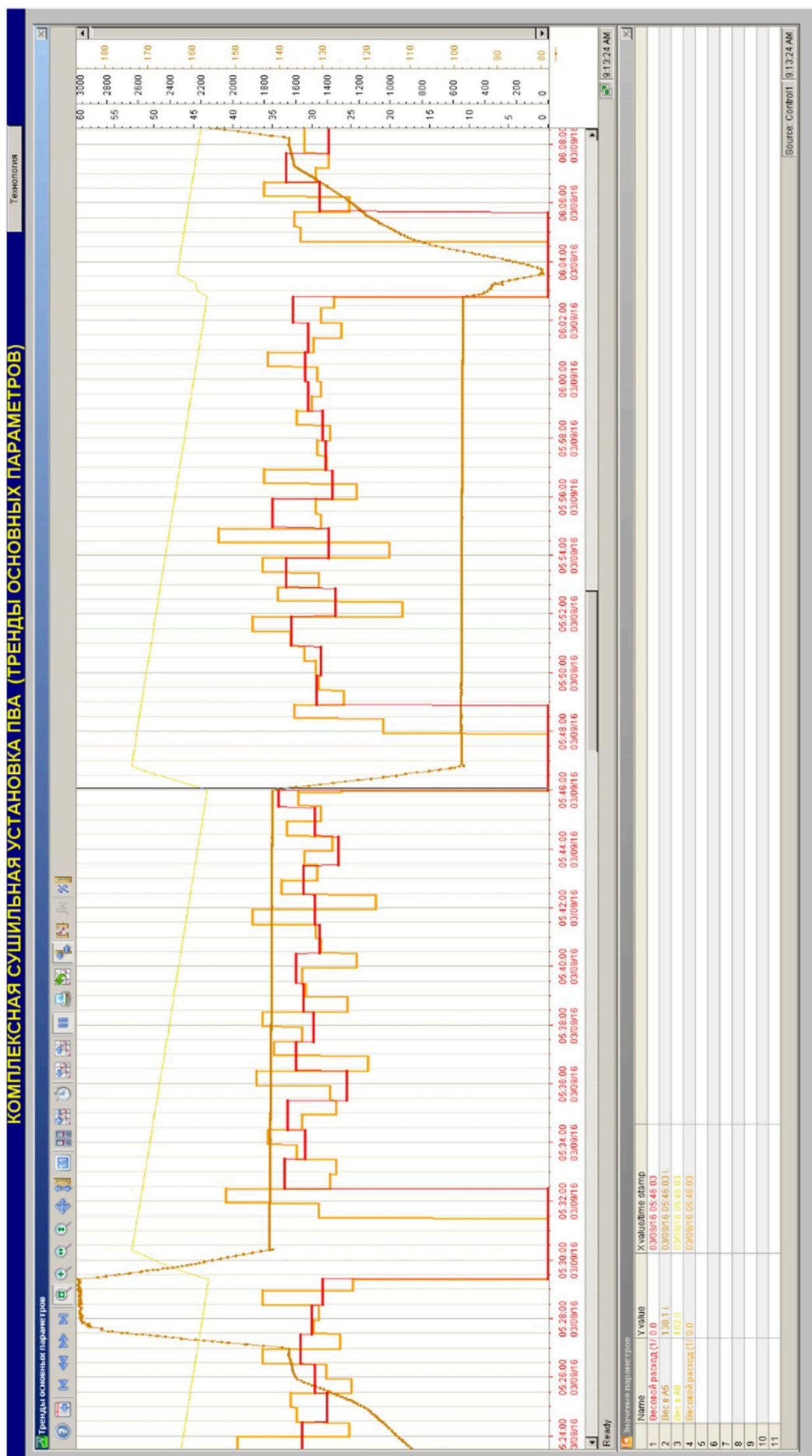


Рисунок 1 – Технологические тренды изменения веса при дозировании

### Разработка алгоритма управления подачи антислеживателя

На схеме (рис. 2) участок подачи антислеживателя выделен черным пунктиром.

В состав участка входит следующее оборудование:

1. Бункер А8, предназначенный для хранения антислеживателя, который установлен на весовых датчиках W2.

2. Шнековый питатель Ш1-1 с приводом, предназначенный для равномерной подачи антислеживателя из бункера А8 в пневмотрассу к сушильной башне А1.

3. Пневмотрасса

Величиной, характеризующей процесс дозирования, является расход дозирующего материала. Значение расхода, который стремятся поддержать называют заданным расходом, значение расхода в рассматриваемый момент времени – мгновенным расходом.

Значение расхода антислеживателя подаваемого из бункера А8 в пневмотрассу к сушильной камере А1, регулируется при помощи изменения частоты вращения привода шнекового питателя Ш1-1 (регулировка частотным способом) и системой весовых датчиков W2. Тем самым в данной сушильной установке на технологическом участке дозирования антислеживателя реализован весовой метод дозирования. Принцип весового метода дозирования основан на изменении массового расхода антислеживателя. Необходимо так же отметить, что процесс взвешивания состоит из следующих этапов:

1. Воздействие взвешиваемого антислеживателя находящегося в бункере А8 на систему весовых датчиков W2;

2. Преобразование этого воздействия в численное значение осуществляется в весовом модуле SIWAREX U2;

3. Численное значение, соответствующего массе дозируемого антислеживателя с модуля SIWAREX U2 поступает в выделенные ячейки памяти контроллера SIEMENS, затем с помощью прикладного программного обеспечения отображается в системе SCADA.

Подача антислеживателя осуществляется соответствии с формулой:

$$dW = K \times F, \quad (2)$$

где  $dW$  – расход антислеживателя;

$K = \% \text{подачи антислеживателя} \times \text{сухой остаток ПВАД} \times \text{плотность ПВАД}$ . Вычисляется, исходя из данных рецепта;  $F$  – расход ПВАД задается оператором на момент начала подачи антислеживателя, в дальнейшем значение расхода берется с показаний расходомера.

Значение  $dW$  непрерывно вычисляется контроллером в соответствии с выражением (2), помещается в ячейку памяти контроллера и обновляется в ячейке памяти в процессе всего времени работы установки.

По каналу измерения веса W2 в бункере А8 в процессе подачи антислеживателя контроллер определяет изменение веса  $dW_{\text{факт}}$  и передает значение  $dW_{\text{факт}}$  в систему SCADA. В силу неравномерности подачи антислеживателя шнековым питателем Ш1-1 (исходя из опыта эксплуатации),  $dW_{\text{факт}}$  может не совпадать с  $dW$ . Для корректировки  $dW_{\text{факт}}$  предлагается следующий алгоритм:

а)  $dW_{\text{факт}}$  представим следующей зависимостью:

$$dW_{\text{факт}} = Y \times F, \quad (3)$$

где  $F$  – текущее значение расхода ПВА на момент вычисления подачи антислеживателя;  $Y$  – неизвестный коэффициент пропорциональности, который подлежит вычислению.

б) Контроллер вычисляет разность  $D$  между  $dW$  и  $dW_{\text{факт}}$ :

$$D = dW - dW_{\text{факт}} \quad (4)$$

и помещает значение  $D$  в ячейку памяти контроллера. Из выражения (4) следует,  $D$  может иметь значение со знаком «+» или «-».

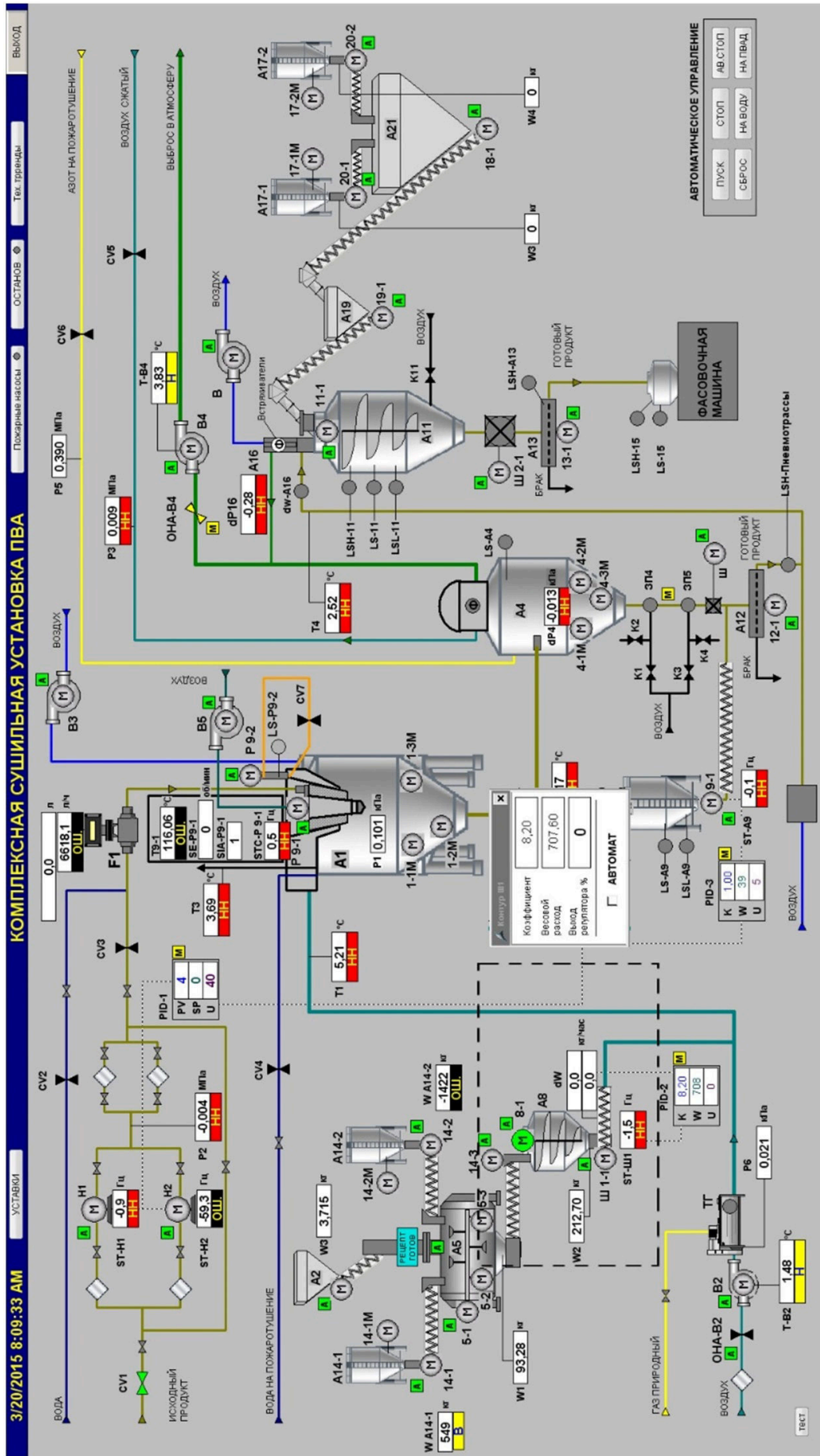


Рисунок 2 – Технологическая схема сушильной установки поливинилацетатной дисперсии

в) Далее контроллер вычисляет коэффициент  $Y$ . Подставляя в (4) вместо  $dW$  и  $dW_{\text{факт}}$  их правые части из (2) и (3) получим, если  $+D$ :

$$D = K \times F - Y \times F, \quad (5)$$

откуда

$$Y = K - \frac{D}{F}. \quad (6)$$

Если  $-D$ :

$$Y = K - \frac{D}{F}. \quad (7)$$

Если  $D = 0$ , то

$$Y = K. \quad (8)$$

Таким образом, уравнение регулятора подачи антислеживателя будет иметь вид:

$$dW_{\text{факт}} = \frac{F \times 100 \%}{Y}. \quad (9)$$

Для повышения помехоустойчивости процесса управления подачей антислеживателя параметр  $D$  имеет полосу пропускания сигнала, ограниченную по амплитуде:

$$D = D + |D \times M|,$$

где  $M = 10 \%$  (изменяемый параметр).

Или можно использовать формулу:

$$dW_{\text{факт}} = dW_{\text{уст}} + |dW_{\text{уст}} \times M|,$$

где  $dW_{\text{уст}} = dW$ ,  $M = 10 \%$  (изменяемый параметр).

Полученное уравнение регулятора является математическим описанием процесса дозирования антислеживателя при сушке ПВАД.

### Заключение

В настоящей работе рассмотрена проблема точного дозирования сыпучих веществ весовым методом, при производстве сухой ПВАД. Идентифицирован процесс дозирования антислеживателя при производстве сухой ПВАД, разработано уравнение регулятора. Разработанное уравнение внедрено в производство.

### Литература:

1. Рогинский Г.А. Дозирование сыпучих материалов. – М. : Химия, 1978.
2. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование материалов. – М. : Энергия, 1974.
3. Орлов С.П. Дозирующие устройства. – М. : Машиностроение, 1966.
4. Рогинский Г.А. Дозирование сыпучих материалов.
5. Першина. Весовое дозирование зернистых материалов. – М. : Машиностроение, 2009.

### References:

1. Roginskii G.A. Dosing of bulk materials. – M. : Chemistry, 1978.
2. Vidineev Y.D. Automatic continuous dosing materials. – M. – Energy, 1974.
3. S.P. Orlov. Dosing device. – M. : Engineering, 1966.
4. Roginskii G.A. Dosing of bulk materials.
5. Pershina. Weighing dosing of granular materials. – M. : Engineering, 2009.