

22. Волков В.Э., Макоед Н.А. Теория нечетких множеств в экспертных системах по вопросам взрывобезопасности //Тез. докл. международной научно-практической конференции «Пищевые технологии-2006». – Одесса. – 2006. – С.157
23. Волков В.Э. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Зернові продукти і комбікорми, 2007. – №2, червень 2007. – С. 44-47.
24. Волков В.Э., Жуковский Э.И. Принятие решений по вопросам взрывобезопасности в условиях неопределенности //Материалы международной научной конференция «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта (ISDMCI-2008)», 19-23 мая 2008 г., Евпатория, Украина. Материалы в 3-х томах. Т.1, Ч.1. Херсон: ХИТУ, 2008 С 37-40.
25. Волков В.Э., Жуковский Э.И. Проблемы управления взрывобезопасностью промышленных и транспортных объектов //Доклады XV-ой международной научной конференции по автоматическому управлению «Автоматика-2008», 23-26 сентября 2008 г., Одесса, Украина В 3-х томах Т.1 Одесса: ОНМА, 2008. – С.96-99.
26. Волков В.Э. Теоретические основы принятия решений по вопросам взрывобезопасности //Пищевая наука и технология, 2008. – №2, июнь 2008. – С. 48-53.

УДК 621.18:66.096.5

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СУШИЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ, ОТАПЛИВАЕМЫМИ ТВЕРДЫМ ТОПЛИВОМ, В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Воинова С. А., канд. техн. наук, доцент  
 Одесская национальная академия пищевых технологий  
 Воинов А.П., доктор техн. наук, профессор  
 Одесский национальный политехнический университет

*Изложены особенности управления сушильными установками пищевой промышленности при комплексном применении технологии кипящего слоя на твердом топливе.*

*The features of control by drying units of a food industry at all-up applying of technology of fluid bed on solid fuel are enunciated. Voynova S. O. Features of control by drying units, heated by solid fuel, in food industry.*

Ключевые слова: управление, сушильная установка, твердое топливо, технология кипящего слоя.

В пищевой промышленности, в сушильных установках, для подготовки сушильного агента (подогретого воздуха) применяют теплообменники газоздушные (воздухоподогреватели), или паровоздушные (калориферы), использующие теплоту сжигаемого газообразного топлива (природного газа).

Предстоящий в Украине перевод значительной части огнетехнических установок с газообразного на твердое топливо выдвинул сложную научно-техническую задачу изыскания целесообразных методов, путей и средств его осуществления в каждом конкретном случае [1, 2]. Эта общая задача касается, в частности, используемых и создаваемых сушильных установок.

При сжигании газообразного топлива процесс горения и система автоматического управления (САУ) топочным устройством относительно просты. Однако они усложняются при сжигании твердого топлива.

Среди известных в промышленной энергетике технологий сжигания твердого топлива приоритетное положение по уровню эффективности занимает технология низкотемпературного пузырькового кипящего слоя [3, 4]. Это обстоятельство обусловлено высокой экологической эффективностью топок этого типа и возможностью сжигать в них топливо любого вида и сорта, в том числе низкокачественное твердое топливо. При этом, следует указать на необходимость жесткого обеспечения технических требований к физико-механическим свойствам твердого топлива, подаваемого в топку кипящего слоя, а именно, поддержания гранулометрического состава и содержания внешней влаги на уровне проектных значений. Если на предприятие поступает топливо иного качества, оно подлежит кондиционированию (дроблению) на угольном складе предприятия.

Система управления сушильной установкой содержит две части:

- первая часть – САУ основным оборудованием – собственно сушилкой
- вторая часть – САУ вспомогательным оборудованием – источником сушильного агента (топкой или паровым котлом и подогревателем воздуха).

В первой части необходимо применить САУ сушильной установкой с надлежащим алгоритмическим и техническим обеспечением [5].

Вторая часть может быть реализована с помощью одной из схем управления топочным устройством кипящего слоя [6, 7, 8]. При этом, в общем случае, необходимо применить комплекс САУ, содержащий

- САУ тепловой нагрузкой (управляющую расходом твердого топлива),
- САУ экономичностью (управляющую расходом воздуха для горения),
- САУ разрежением в топке (управляющую удалением газов из топки),
- САУ параметрами кипящего слоя (управляющую высотой кипящего слоя).

На рис. 1 приведен вариант САУ топкой кипящего слоя, работающей на твердом топливе.

Регулятор (Р) тепловой нагрузки (Q) получает сигнал по тепловой нагрузке сушилки (Q) и сигнал гибкой обратной связи. Он, с помощью регулирующего органа (РО), воздействует на расход топлива (B) [7].

Регулятор экономичности получает сигнал по Q, сигнал по содержанию кислорода (O<sub>2</sub>) в топочных газах, формируемый корректирующим регулятором, и сигнал жесткой обратной связи (ЖОС) по расходу воздуха в топку (V<sub>г</sub>). Он, с помощью РО, воздействует на расход дутьевого воздуха (V<sub>д</sub>) в топку.

Регулятор разрежения в топке (h<sub>т</sub>) получает сигнал по этому параметру топочного процесса и, с помощью РО, воздействует на расход уходящих дымовых газов (V<sub>г</sub>).

Регулятор высоты кипящего слоя получает сигнал по перепаду давления воздушно-газового потока на кипящем слое (ΔH<sub>ксл</sub>) и, с помощью РО, воздействует на расход газов (V<sub>г</sub>).

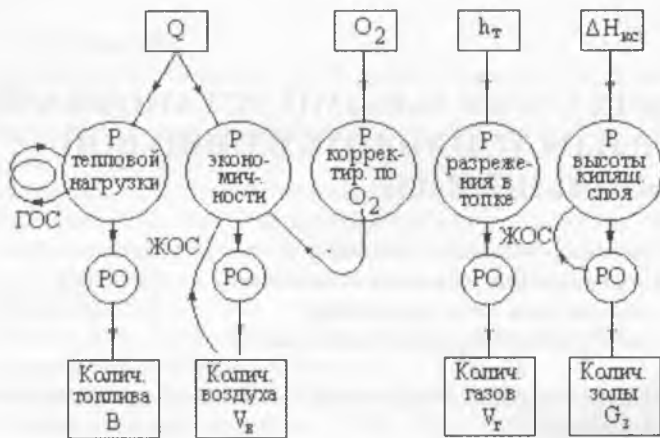


Рис. 1 - Элементарная схема САУ технологическим процессом топки кипящего слоя

режима их работы является случайное изменение ведущего протекающего через эти объекты управления, а именно,

- теплоты сгорания топлива – в топке,
- влажности исходного материала – в сушилке.

Это обстоятельство вносит общность в структуру алгоритмов управления указанными объектами.

Высокая эффективность применения технологии пузырькового кипящего слоя в процессе сушки сыпучих материалов известна. Однако, следует отметить целесообразность совместного, комплексного применения этой технологии в сушилке и в устройстве для подготовки сушильного агента. В этом случае на предприятии, в одном производстве

- коллективное владение специалистами указанной технологией глубже и продуктивнее,
- алгоритмическое обеспечение САУ топкой и обеспечение САУ сушилкой близки по структуре,
- системы контроля параметров кипящего слоя в указанных САУ однотипны,
- узлы ввода, соответственно, топлива и исходного материала, узлы вывода золы и подсушенного материала могут быть однотипными,
- техническое обеспечение средств автоматики на обоих объектах может быть идентичным,
- техническое обслуживание всех САУ может быть одинаковым.

Отметим особенность технологических установок пузырькового кипящего слоя как объектов управления: значительное запаздывание сигнала по каналу подачи сыпучего материала (топлива или исходного, подсушиваемого материала, соответственно).

Целесообразность реализации описанного комплексного подхода к управлению сушильными установками очевидна.

Существенный интерес представляет использование в сушилке технологии пузырькового кипящего слоя, обладающей рядом существенных достоинств в условиях сушки сыпучих материалов.

Конструктивно-компоновочные схемы установок пузырькового кипящего слоя, независимо от особенностей реализуемого технологического процесса, обладают многообразием возможных решений

в задаче ввода исходного материала в сушильную камеру,

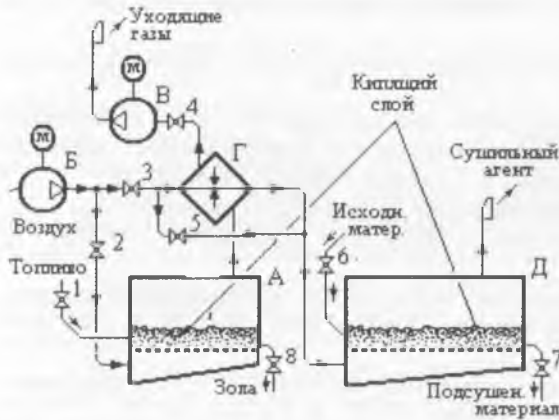
- в задаче перемещения материала в кипящем слое,

в задаче вывода материала из камеры.

Существенно то, что в штатном режиме функционирования нагрузка сушилки и нагрузка топки неизменны. Главным источником возмущений технологического параметра вещества,

На рис. 2 приведена принципиальная элементная схема сушильной установки при применении технологии кипящего слоя как в топке, так и в сушилке. Приведен узел подготовки сушильного агента (подогретого воздуха), состоящий из топки «А» и воздухоподогревателя «Г», вентилятора «Б» и дымососа «В».

Вентилятор нагнетает воздух в топку и в воздухоподогреватель, после которого подогретый воздух в качестве сушильного агента поступает в сушилку «Д». Регулятор температуры сушильного агента, входящий в САУ сушилки, с помощью РО 5, воздействует на соотношение расходов воздуха холодного и воздуха, прошедшего подогреватель «Г».



А - топка кипящего слоя, Б - дутьевой вентилятор, В - дымосос, Г - воздухоподогреватель, Д - сушилка кипящего слоя

Регулирующие органы:

- 1 - регулятора тепловой нагрузки топки,
- 2 - рег-ра экономичности топки,
- 3 - рег-ра расхода сушильного агента.
- 4 - рег-ра разрежения в топке,
- 5 - рег-ра температуры суш агента,
- 6 - рег-ра расхода исходного материала,
- 7 - рег-ра расхода подсушен материала,
- 8 - рег-ра расхода золы

**Рис. 2 - Принципиальная элементная схема сушильной установки при комплексном применении технологии кипящего слоя**

САУ высотой кипящего слоя в сушилке и в топке, с помощью РО 7 и 8, воздействуют на расход удаляемых из них, соответственно, подсушенного материала и золы.

Уходящие газы удаляются в атмосферу дымососом «В»; сушильный агент после сушилки сбрасывается без побудителя.

В случае применения парового котла с топкой кипящего слоя и паровоздушного подогревателя принципиальная элементная схема комплекса оборудования сушильной установки остается аналогичной схеме, рассмотренной выше.

Одной из особенностей технологии кипящего слоя является внешняя эрозия его частицами элементов поверхности топки, соприкасающихся с веществом слоя (инертном). При этом, частицы также подвержены поверхностному износу – внутренней эрозии. Есть основание считать необходимым учитывать указанный эффект при осуществлении сушки зерна в сушилках кипящего слоя.

Необходимо еще раз указать на уникально высокую экологическую эффективность топочного процесса при сжигании топлива всех видов и сортов в топках низкотемпературного пузырькового кипящего слоя.

При этом, благоприятно сочетаются экологическая и экономическая эффективность [9]. Изложенные положения характерны как для области создания новых сушильных установок так и в области перевода на твердое топливо существующих, в том числе изношенных установок [10].

При этом, однако, важно отметить то, что высокие технологические показатели функционирования топки можно получить при

условии высококачественного алгоритмического и технического обеспечения ее САУ.

Следует признать целесообразным в котельных предприятий пищевой промышленности при использовании твердого топлива применять в качестве типового технического решения топки с низкотемпературным кипящим слоем. Однако, и в этом случае остается целесообразным применение систем прямого автоматического управления экологической эффективностью оборудования технологического и энергетического [11, 12].

## Выводы

1. Предстоящий в пищевой промышленности перевод значительной части сушильных установок с отопления природным газом на отопление твердым топливом поставил важную научно-техническую задачу, технологический и управленческий аспекты которой сложны и относительно мало разработаны.
3. Видимая перспектива развития сферы снабжения потребителей твердым топливом не в полной мере свободна от возможных отклонений качества поставляемого твердого топлива от качества заявленного.
4. В подобных условиях при переводе на твердое топливо следует применять топочную технологию, допускающую высокоэффективное сжигание топлива любого качества. Подобным свойством обладает технология низкотемпературного пузырькового кипящего слоя.
5. Подготовка сушильного агента на основе применения технологии низкотемпературного пузырькового кипящего слоя, при работе на твердом топливе, позволит обеспечить высокую технологическую, в том числе экологическую, эффективность работы сушильных установок.

6. Существенный дополнительный технологический положительный эффект может быть получен в случае параллельного применения технологии кипящего слоя как в топке узла подготовки сушильного агента, так и в собственно сушилке
7. Следует признать целесообразным в пищевой промышленности при использовании твердого топлива применять в качестве типового технического решения топку с низкотемпературным кипящим слоем.

#### Литература

1. Малахов Ю.В., Шевченко Н.Е., Воробьев И.Е. О стратегии и основных направлениях развития электроэнергетики Украины в первой половине XXI века // Энергетика и электрификация - 2001.- № 7.- С. 8 - 14.
2. Воинов О. П., Мазуренко А. С. Особливості структури паливно-енергетичного балансу енергетики України // Енергетика та електрифікація – 2006. – № 2. – С. 2 – 3.
3. Воинов А.П. Проблематика применения технологии топочного псевдооживленного слоя в котельно-топочных процессах // Тези доп. 9 Міжнар конф. "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв", (10-13 вересня 1996 р., Одеса), Ч. 7 – Одеса: ОДАХТ. 1996. – С. 28.
4. Воинов А. П., Воинова С. А. Некоторые особенности перевода котлов на технологию кипящего слоя // Тр. 8-ой науч.-техн. конф. «Физич. и компьютерные технологии». – ИПМ НАН Украины (09 – 10.12.03, г. Харьков). – С. 201 – 203.
5. Воинова С. О. Підвищення ефективності управління сушарками застосуванням малоінерційних датчиків температури // Наукові праці ОНАХТ - Мін. освіти і науки України. – Одеса, 2006. - Вип. 28. Т. 2. - С. 413 – 416.
6. Воинов А. П., Воинова С. А. Особенности автоматического управления котлами с низкотемпературным пузырьковым кипящим слоем // Вісник Інженерної академії України. – 1997. – № 2. С. 33 – 34.
7. Воинова С. О. Питання управління тепловим навантаженням котлів з низькотемпературним киплячим шаром // 36. наукових праць ОДАХТ "Удосконалення існуючих та розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості". Вип. 22.- Одеса: Міносвіти України, 2001.- С. 185.
8. Воинова С. О., Воинов О. П. Особливості завдання управління котлами низькотемпературного булькового киплячого шару // Матер. Міжнарод. научно.-практ. конф. «Проблеми енергетическої ефективності пищевых и химических производств» // Наукові праці ОНАХТ (Електрон. Версія), вип 35, Т. 2. Одеса, ОНАХТ, 2009. С. 48-50.
9. Воинова С. О. Взаємозв'язок екологічної й економічної ефективності технічних об'єктів // Тр. 12-ой Міжнарод. н.-т. конф. «Физич. и компьютерн. технологии» (7 – 8 июня 2006 г., Харьков). - Харьков: ХНПК «ФЭД», 2006. С. 188 – 190.
10. Воинова С. А. Особенности управления технологическими объектами с небольшим остаточным ресурсом // Матер. Міжнар. конф. з управління "Автоматика 2001" (10 – 14 вересня 2001 р.) – Одеса: Од. держ. політехн. ун-т., 2001. Т. 1. - С. 143 – 144.
11. Воинова С.А. Актуальные задачи управления экологической эффективностью технических объектов. // Матер. Міжнарод. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании» (1 – 8 июня 2007 г., Варна, Болгария).- Днепропетровск – Варна: «Фортуна» - ТУ Варна.- 2007, Т. 1 - С. 102 – 104.
12. Воинова С.А., Сычук Л.М. Пути непосредственного управления экологической эффективностью котельно-топочных систем // Наук. праці ОНАХТ.- Мін. освіти і науки України.- Одеса: 2007.- Вип. 31 – Т.1 - С. 159 – 161

УДК 658.621.798

## AS-INTERFACE: ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Левинский В.М., Левинский М.В.  
ОНАПТ, ОНМА, Одесса

*Цель настоящей статьи – привести конкретный пример применения AS-Interface, который также может быть использован как тест по проверке работоспособности сети*

*Рассмотрено подключение контроллера S7-200 (CPU 224) с коммуникационным процессором CP 243-2 к контроллеру LOGO! с коммуникационным модулем LOGO! CM по сети AS-Interface*

*The purpose of this article - give a specific example of AS-Interface, which can also be used as a test to verify network performance.*

*We consider the connection of the S7-200 (CPU 224) with a communication processor CP 243-2 to controller LOGO! a communication module LOGO! CM Network AS-Interface*

Ключевые слова: контроллер, датчик, исполнительное устройство, сеть