

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(УГТУ)

**XV МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2014

26–28 марта 2014 года

Материалы конференции

Часть I

Ухта, УГТУ, 2014

Сборник подготовлен при финансовой поддержке
ОАО «Северные МН»

Научное издание

СЕВЕРГЕОЭКТЕХ-2014
МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
(26-28 марта 2014 г.)

Часть I

УДК [5+6](061.3)
ББК 94
К 65

**XV Международная молодежная научная конференция «Севергеоэко-
тех-2014»** [Текст] : материалы конференции (26–28 марта 2014 г.). В 5 ч. Ч. 1. – Ухта :
УГТУ, 2014. – 312 с.

ISBN 978-5-88179-823-9

Представлены доклады XV Международной молодежной научной конференции «Се-
вергеоэко-тех-2014», проведенной Ухтинским государственным техническим университетом
26–28 марта 2014 г.

Рассмотрены актуальные проблемы, отражающие широкий спектр научных направле-
ний. В первой части настоящего сборника представлены доклады следующих тематик: авто-
матика и электротехника, информационные технологии и системы, математическое модели-
рование, механика и начертательная геометрия, физические методы исследования вещества.

Для научных работников, профессорско-преподавательского состава, аспирантов,
студентов, инженерно-технического персонала.

УДК [5+6](061.3)
ББК 94

Материалы, помещенные в настоящий сборник, даны в авторской редакции с мини-
мальными правками.

Компьютерная верстка Ж. В. Роттэр

© Ухтинский государственный технический
университет, 2014

ISBN 978-5-88179-823-9

План 2014 г., позиция 4.1(н). Подписано в печать 30.09.2014.
Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 18,1. Уч.-изд. л. 17,3. Тираж 130 экз. Заказ № 288.

Ухтинский государственный технический университет.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.
Типография УГТУ. 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13

УДК 389.14

Анализ теплообменника смешения в схеме производства серной кислоты как объекта автоматического управления

Лукьянченко С. А., sergey_luk92@mail.ru; Чернышев Н. Н., kolyachernishov@mail.ru
 Научный руководитель – Яремко И. Н.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Актуальность. Теплообменные аппараты являются неотъемлемой частью большинства технологических процессов, поэтому задача автоматизации теплообменников смешения является весьма важной вследствие их широкой распространенности в промышленной практике.

Важным этапом в улучшении системы управления рассматриваемым объектом является анализ теплообменника как объекта управления, т. е. выявление всех существенных входных, выходных и возмущающих переменных.

Цель. Повышение качества процесса управления температурой технологического потока на выходе из теплообменника при действии возмущающих воздействий за счет модернизации системы автоматического управления теплообменником смешения.

Постановка задачи. Исследовать теплообменник смешения в схеме производства серной кислоты как объект автоматического управления.

Технологическая схема производства серной кислоты. Производство серной кислоты – это сложный технологический процесс, который представляет собой совокупность различных процессов: сжигание сероводородного газа, окисление серы в камере дожига, подготовка газа к контактному аппарату, реакции в контактном аппарате, охлаждение газа в конденсаторе и в холодильных установках [1, 3].

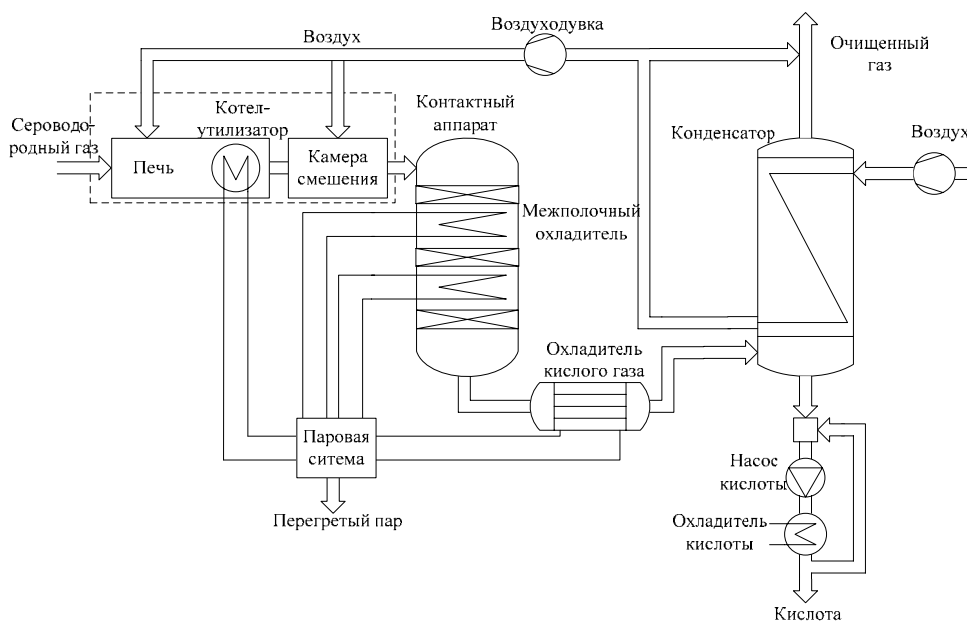


Рисунок 1 – Технологическая схема производства серной кислоты из сероводорода

Исходным веществом для производства серной кислоты является сернистый ангидрид, который получают сжиганием сероводорода.

Сероводородный газ из отделения очистки газа, поступает на котлы для сжигания сероводорода, где газ сжигается до SO_2 при недостатке воздуха. Для предотвращения окисления азота с помощью водяного экрана, снижается температура газов до $\sim 500\text{--}700^\circ\text{C}$ (зависит от кол-ва газа на сжигание). При дальнейшем вводе воздуха в камеру дожига сера сгорает до сернистого газа, а для окисления диоксида азота (NO_2) температура недостаточна. На вы-

ходе из котла газ имеет в своем составе 10–12 % сернистого ангидрида (SO_2) при отсутствии в нем кислорода и температуру $\sim 500\text{--}700^\circ\text{C}$.

Для полного окисления серы после котла в камеру дожига вводится воздух в количестве не менее $250\text{ м}^3/\text{час}$. При сгорании серы температура газов повышается на $5\text{--}55^\circ\text{C}$ (зависит от кол-ва газа на сжигание). По этому перепаду температур следят за коэффициентом избытка воздуха, поступающего на котел. Для обеспечения бесперебойной работы отделения сжигания сероводорода ввод питания насосов ЦНС и воздуходувок осуществляется от разных подстанций и при выходе из строя одной из них остановка котла не произойдет.

В камере смешения, куда продукты горения поступают после камеры дожига с температурой $\sim 550\text{--}750^\circ\text{C}$, газ должен охладиться до температуры $\sim 430^\circ\text{C}$ перед поступлением в контактный аппарат. В камере смешения происходит разбавление газовой смеси воздухом до содержания SO_2 в ней 6–7 %.

Газовая смесь после камеры смешения по газопроводу поступает в коллектор перед контактным аппаратом, а затем в контактный аппарат. Газ проходит сверху вниз. В верхней части аппарата газ проходит через распределительный конус и распределительную решетку и поступает на 1-й слой контактной массы.

Технологический газ, после контактного аппарата с температурой $390\text{--}430^\circ\text{C}$ по газопроводу поступает в газоохладитель (ОТГ) для охлаждения его до температуры не выше 290°C .

Технологический газ после газоохладителя с температурой $270\text{--}295^\circ\text{C}$, содержащий SO_3 и H_2SO_4 (газообразную) входит в установку ВСА (конденсатор ВСА). В конденсаторе газ охлаждается до температуры $85\text{--}95^\circ\text{C}$, в результате чего оставшаяся часть SO_3 гидратируется, а газообразная H_2SO_4 конденсируется.

При конденсации газообразной H_2SO_4 происходит образование мелких капелек тумана кислоты, которые самостоятельно не могут быть выделены из технологического газа в конденсаторе ВСА. Для этого предусмотрен блок управления образованием тумана кислоты. Назначение блока заключается в том, что в поток технологического газа до газоохладителя добавляются микрочастицы окиси кремния, которые являются центрами для образования капелек кислоты, образующиеся при сжигании силиконового масла в горелке, отапливаемой коксовым газом и воздухом. Образующиеся капельки кислоты будут достаточно большими для их выделения из технологического газа в конденсаторе.

Серная кислота, стекающая из конденсатора ВСА с температурой $\sim 260^\circ\text{C}$, смешивается с охлажденной циркулирующей кислотой до ее входа в емкость кислоты. Температура кислоты в системе циркуляции не должна превышать 70°C , чтобы не подвергать коррозии холодильник. Поэтому уровень кислоты в емкости должен регулироваться и поддерживаться достаточно высоким, рассчитанным на случай остановки как системы циркуляции кислоты, так и установки ВСА, когда возможно повышение температуры выше 70°C остатками стекающей горячей кислоты с температурой $\sim 260^\circ\text{C}$.

Циркуляция кислоты, выходящей из емкости кислоты, обеспечивается кислотными насосами. Один из кислотных насосов является резервным с автоматическим запуском в случае остановки работающего насоса при падении давления после холодильника в случае засорения фильтра.

После емкости кислоты кислота охлаждается в холодильнике с $\sim 60^\circ\text{C}$ до $\sim 40^\circ\text{C}$. Часть произведенной кислоты, около 5 т/час , направляется на склад (с помощью клапана), остальная часть кислоты подается на рециркуляцию в поток кислоты, выходящей из конденсатора ВСА [2].

Теплообменник смешения является одним из основных объектов в системе производства серной кислоты.

Теплообменный аппарат как объект управления. Для построения системы управления печь-котлом необходимо выполнить декомпозицию на 3 объекта: печь-котел, камеру дожигания и камеру смешения.

При описании теплообменного аппарата необходимо выделить управляющие, возмущающие и выходные переменные, которые характеризуют протекание процесса теплообмена [4, 5].

На рисунке 2 показана структурная схема теплообменника смешения.

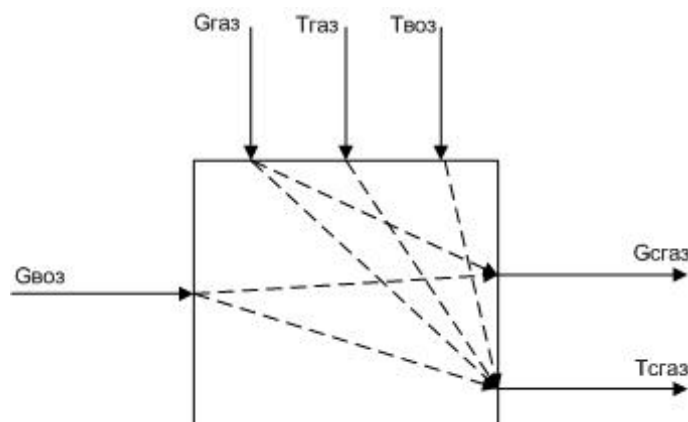


Рисунок 2 – Схема взаимосвязей между переменными в теплообменном аппарате

1. Управляющие переменные – входные сигналы объекта управления, с помощью которых можно влиять на режим работы объекта. К управляющим переменным относится расход воздуха подаваемый в аппарат $G_{воз}$.

2. Возмущающие переменные – это измеряемые переменные, которые не регулируются в процессе управления, но влияют на значение выходных переменных. К возмущающим переменным относятся расход и температура поступающего сернистого газа $G_{газ}$, $T_{газ}$, и температура наружного воздуха $T_{воз}$.

3. Выходные переменные – переменные, изменение которых является следствием изменения входной величины и которые определяют функционирование аппарата. Выходными переменными являются расход и температура суммарного газового потока $G_{сгаз}$, $T_{сгаз}$.

Выводы

1. Рассмотрен процесс производства серной кислоты из сероводорода.
2. Анализ теплообменного аппарата как объекта управления показал, что исследуемый объект автоматизации является сложным, многомерным и многосвязным объектом управления.

Библиографический список:

1. Гребенюк А. Ф. Улавливание химических продуктов коксования. Учебное пособие / Гребенюк А. Ф., Коробчанский В. И., Власов Г. А., Кауфман С. И. – ч. 2. – Донецк: «Восточный издательский дом», 2002. – 228 с.
2. Постоянный технологический регламент цеха сероочистки №1 Авдеевского КХЗ ТР-СО1-100-01-2012.
3. Амелин А. Г. Технология серной кислоты: учебное пособие / А. Г. Амелин. – М.: Химия, 1983. – 360 с.
4. Чернышев Н. Н. Разработка и исследование математической модели технологического процесса производства серной кислоты / Н. Н. Чернышев, В. Н. Ткаченко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. обчислювальна техніка та автоматизація. – Донецьк: ДонНТУ. – 2009. – Вип. 16 (148). – С. 22–29.
5. Шувалов В. В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В. В. Шувалов, Г. А. Огаджанов, В. А. Голубятников. – М.: Химия, 1991. – 480 с.