

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



С 344.1g  
Т-525

3/к1-

13 - 9166

4274/2-75

В.Т.Толмачев, Ю.В.Хренов

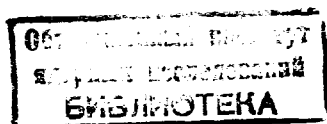
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ "СТАРТ"  
В СХЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ

**1975**

13 - 9166

В.Т.Толмачев, Ю.В.Хренов

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ "СТАРТ"  
В СХЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ



I. Обеспечение высокой стабильности давления и температуры рабочей жидкости пузырьковой камеры является одним из основных условий получения треков с постоянными характеристиками - плотностью и диаметром пузырьков.

При ручном регулировании процесса стабилизации работа оператора требует чрезвычайного напряжения и вместе с тем не обеспечивает требуемого качества стабилизации указанных параметров. В связи с этим возникает необходимость построения автоматизированной системы регулирования. При этом возможны два пути: создание специализированных регулирующих устройств или использование различного рода регуляторов, входящих в Государственную систему приборов (ГСП). Нам представляется более целесообразным второй путь.

Анализ специфических условий технологического процесса водородной пузырьковой камеры дает основание остановиться на пневматической ветви ГСП - приборах системы "Старт" /1/. Построенная на элементарно-модульном принципе /2/, система "Старт" включает пневморегуляторы, отрабатывающие различные законы регулирующего воздействия, которые позволяют осуществлять схемы автоматического регулирования широкого круга объектов. Большое применение такие регуляторы находят в ряде производств металлургической и химической промышленности. Однако опыта применения систем, построенных на таких регуляторах, для автоматического управления процессом пузырьковых камер в союзн. практике до настоящего времени не было.

В целях получения исходных данных для разработки комплексной системы автоматического регулирования и выяснения применимости регуляторов системы "Старт" на таких объектах, как пузырьковая

водородная камера в ряде сеансов установки "Людмила" /3/, были опробованы некоторые типы регуляторов в различных функциональных схемах.

Пузырьковая камера как объект регулирования отличается рядом специфических особенностей. Прежде всего, здесь следует отметить необходимую высокую точность поддержания регулируемых параметров (Р - давление и Т - температура рабочей жидкости). Как явствует из /4/, приемлемым может считаться точность поддержания давления  $\pm 0,02$  кгс/см<sup>2</sup> и температуры  $\pm 0,015^\circ$  (для водородных пузырьковых камер), что составляет от номинальной величины 0,4% и 0,06%, соответственно.

С учетом этих условий в работе были использованы пропорционально-интегральные (ПИ) регуляторы типов ПРЗ.21, ПРЗ.22 с законом регулирования:

$$P_{\text{вых}} = K \cdot \Delta P + \frac{1}{T_{\text{и}}} \int_0^t \Delta P \cdot dt$$

и пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы типа ПРЗ.25 с законом регулирования:

$$P_{\text{вых}} = K \cdot \Delta P + \frac{1}{T_{\text{и}}} \int_0^t \Delta P \cdot dt + K \cdot K_{\text{д}} P_{\text{н}} \frac{T_{\text{д}} S}{1 + T_{\text{д}} S + K_{\text{д}}}$$

где:  $P_{\text{вых}}$  - выходное давление регулятора, (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $P_{\text{н}}$  - текущее значение регулируемой величины, (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $\Delta P$  - рассогласование, (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $S = \frac{d}{dt}$  - оператор Лапласа;  
 $K_{\text{д}}$  - коэффициент усиления элемента сравнения,

$K$  - коэффициент усиления регулятора;  
 $T_{\text{и}}$  - время интегрирования, мин.;  
 $T_{\text{д}}$  - время дифференцирования, мин.

Параметры настройки регуляторов могли изменяться в пределах:

$K = 10 - 0,3$ ;  $T_{\text{и}} = 0,05 - 100$  мин.;  $T_{\text{д}} = 0,05 - 10$  мин.

П. Регуляторы включались в схему регулирования режима теплообменников, контролирующих температуру различных зон камеры и давление рабочей жидкости. Были опробованы три схемы включения регуляторов: простая одноконтурная (рис. 1), одноконтурная тандемная (рис. 2) и каскадная двухконтурная (рис. 3). Первые две схемы осуществляют процесс регулирования по отклонению основного регулируемого параметра. Третья схема использует для формирования регулирующего воздействия дополнительно вспомогательный регулируемый параметр. В качестве последнего использован параметр, характеризующий расход хладагента в теплообменнике.

Все входящие в схемы элементы одинаковы, кроме регуляторов. Остановимся кратко на основных элементах. В качестве измерительного устройства использовались дифференциальные манометры. Датчиком, в случае контроля температуры, являлся конденсационный термометр. В схеме стабилизации давления дифманометр подключался к контролируемому объему через промежуточную емкость и переменный дроссель, что позволило устранить влияние на процесс регулирования бросков давления, обусловленных работой системы расширения. В минусовую камеру дифманометров задавалось опорное давление, соответствующее заданной величине контролируемого параметра. Применение дифманометра позволило проводить измере-

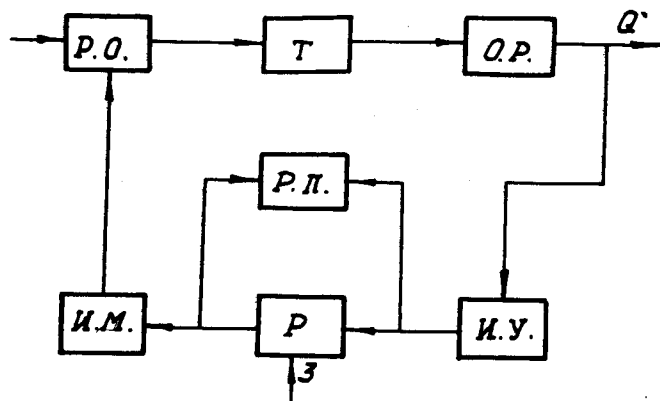


Рис. 1. Одноконтурная схема включения регулятора:  
 О.Р. - объект регулирования; Т - теплообменник;  
 И.М. - исполнительный механизм; Р.О. - регулирующий орган;  
 Р - регулятор; И.У. - измерительное устройство;  
 Р.П. - регистрирующий прибор; Q - регулируемый параметр;  
 З - задание.

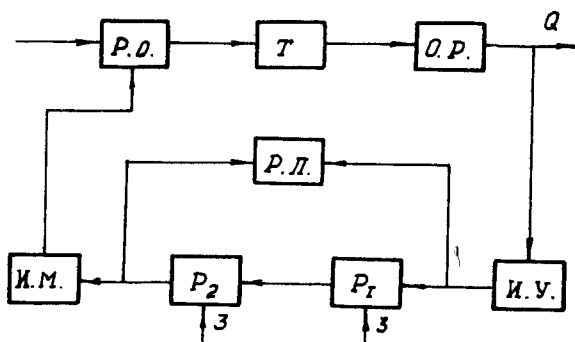


Рис. 2. Тандемная схема включения регуляторов. Обозначения такие же, как и в рис. 1.

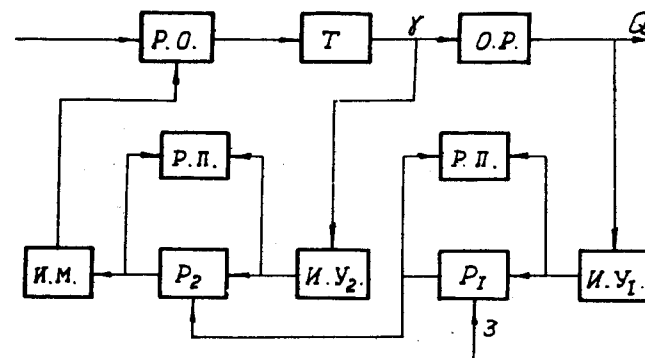


Рис. 3. Каскадно-двухконтурная схема включения регуляторов:  
 О.Р. - объект регулирования; Т - теплообменник;  
 И.М. - исполнительный механизм; Р.О. - регулирующий орган;  
 Р. - регулятор; И.У. - измерительное устройство;  
 Р.П. - регистрирующий прибор; Q - регулируемый параметр;  
 γ - вспомогательный регулируемый параметр; З - задание.

ния отклонения регулируемой величины с высокой точностью и при необходимости получать усиленную величину отклонения контролируемого параметра. Следует заметить, что в тех случаях, когда нет особых требований к точности измерения, целесообразно применять манометры с пневматическим выходом типа МСП-2, которые значительно дешевле и упрощают монтажную схему.

Для записи процессов применялись вторичные регистрирующие приборы типов РВ4.2П и РВ4-33.

В качестве исполнительного механизма был использован специально изготовленный мембранный пневмопривод с полным ходом штока 10 мм и сильфонным уплотнением. Этот механизм отличается малым перестановочным усилением и выполнен как одно целое с регулирующим органом на базе корпуса вентиля типа 15Б50Р Ду = 20 мм.

Монтажные схемы типичны для всех трех случаев. На рис. 4 приведена одна из них. Разводка водородных линий выполнена нержавеющей трубкой  $\phi 6 \times 1$  мм, а пневматических - пластиковой  $\phi 7 \times 1$  мм.

III. Испытание функциональных схем и выбор параметров настройки регуляторов проводились в условиях рабочего сеанса установки. Это имеет очевидные преимущества. Однако по той же причине мы не имели возможности провести всестороннее исследование системы, которое связано с риском частого выведения установки из рабочего режима.

Записи процессов, полученных с применением указанных схем, приведены на рис. 5, 6 и 7. Как видно, наилучшие результаты могут быть достигнуты при применении тандемной и каскадно-двухконтурной

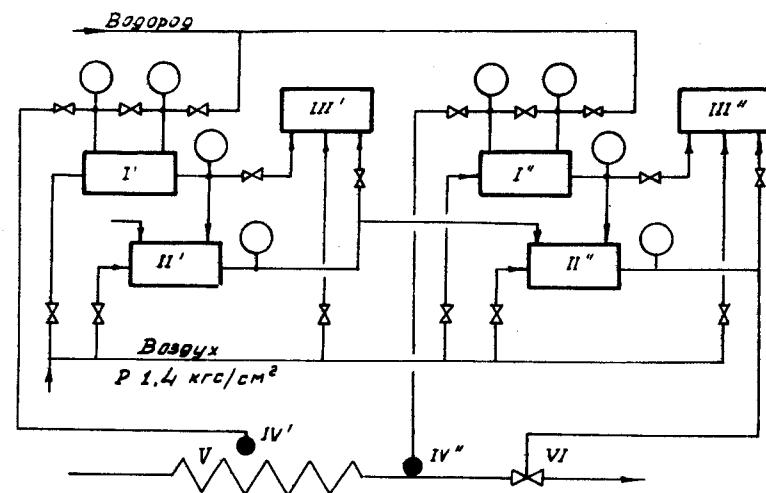


Рис. 4. Монтажная схема каскадно-двухконтурной системы регулирования:  
 I' и I'' - дифманометр; II' и II'' - регуляторы ПР3.22 и ПР3.21 соответственно; III' и III'' - регистрирующие приборы РВ4.33;  
 IV' и IV'' - конденсационные термометры;  
 У - теплообменник; VI - исполнительный механизм и регулирующий орган.

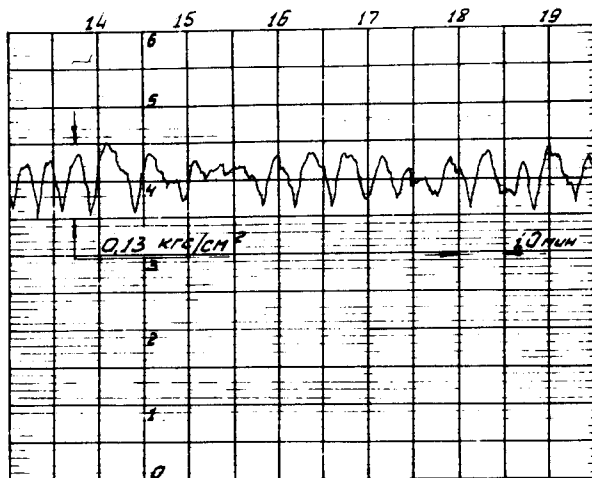


Рис. 5. Запись процесса регулирования температуры стекла-иллюминатора камеры при одноконтурной схеме включения регулятора (рис.1). Параметры настройки:  $K = 1,65$ ;  $T_{\text{И}} = 15$  мин.

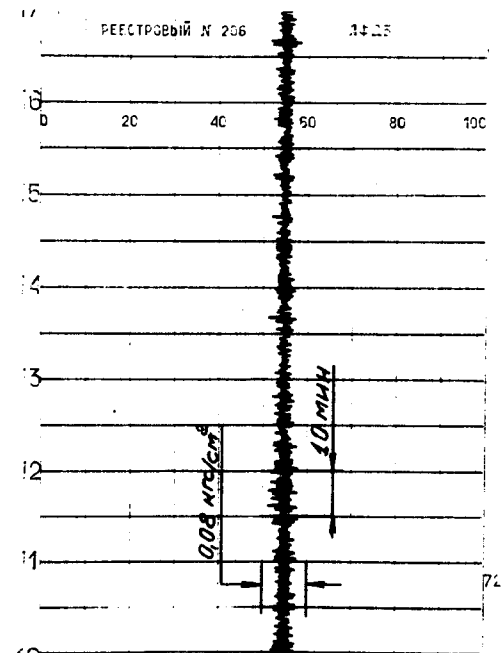


Рис. 6. Запись процесса регулирования давления в камере при тандемной схеме включения регуляторов (рис.2). Параметры настройки:  $P_1 - K = 10$ ;  $T_{\text{И}} = 2$  мин.;  
 $P_2 - K = 2,5$ ;  $T_{\text{И}} = 5$  мин.;  $T_{\text{Д}} = 0,05$  мин.

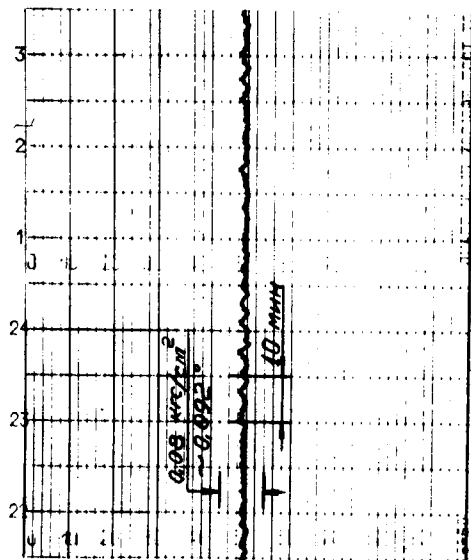


Рис. 7. Запись процесса регулирования температуры рабочей жидкости в камере при каскадно-двухконтурной схеме включения регуляторов (рис.3). Параметры настройки:

$P_1$  -  $K = 2,5$ ;  $T_{ин} = 5$  мин.;

$P_2$  -  $K = 1,65$ ;  $T_{ин} = 1$  мин.

схем. Эти схемы могут обеспечить стабильность контролируемых параметров в пределах  $\pm 0,01 - 0,016$  кг/см<sup>2</sup>. Однако настройка таких схем значительно сложнее простой одноконтурной и поэтому их следует применять там, где такое высокое качество процесса действительно необходимо. Для большинства случаев вполне подходящей является простая одноконтурная схема.

Существенную помощь при настройке схем оказывают регистрирующие приборы. Без них настройка сложных схем чрезвычайно трудна. Из двух применявшихся типов таких приборов лучшим образом себя зарекомендовали приборы типа ПВ4.2П.

IV. Диапазоны параметров настройки регуляторов достаточны для таких объектов, как системы водородных пузырьковых камер.

Надежность регуляторов типов ПР3.21, ПР3.22 и ПР3.25 достаточно высока, хотя перед установкой необходим контроль и отбор. Отобранные регуляторы в течение многосуточной работы действовали безотказно.

Полученные результаты показали перспективность и целесообразность разработки и внедрения автоматизированного управления установкой с применением приборов системы "Старт".

В заключение авторы выражают признательность сотруднику ОБК ЛВЭ В.И.Кирееву и сотруднику СНЭО И.С.Соковину, осуществившим качественный монтаж экспериментального стенда.



ЛИТЕРАТУРА :

1. В.С.Прусенко. Пневматические регуляторы.  
"Энергия", Москва, 1966.
2. В.Н.Дмитриев, В.Г.Градецкий. Основы пневмоавтоматики.  
"Машиностроение", Москва, 1973.
3. И.В.Богуславский и др. ОИЯИ, ІЗ-4466, Дубна, 1969.
4. S.Wolff. DESY, В1-1, February, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 сентября 1975 г.