

в которой первое слагаемое отражает зависимость  $\tilde{x}$  от непрерывно измеряемых переменных процесса или величин, динамически с ними связанных, например производных, а второе – от выхода экстраполирующего фильтра.

Для повышения точности регулирования состава и качества применяют приборы с устройством автоматической калибровки. В этом случае система управления производит периодическую калибровку анализаторов состава, корректируя их характеристики.

## **Автоматизация основных процессов химической технологии**

### **4. Автоматизация гидромеханических процессов**

#### **4.1. Автоматизация процессов перемещения жидкостей и газов.**

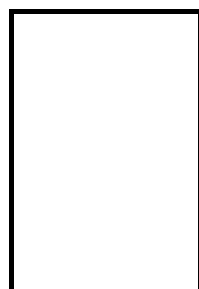
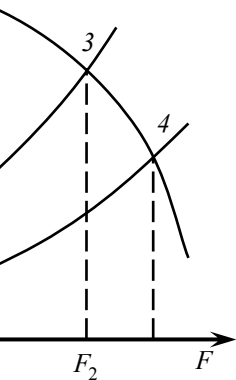
Процессы перемещения жидкостей и газов и процессы разделения и очистки неоднородных систем относят к **гидромеханическим процессам**.

В химической промышленности для транспортировки жидкостей по трубопроводам наиболее часто применяют:

1. Центробежные насосы.
2. Поршневые насосы.

Для перемещения газов применяют поршневые компрессоры.

Регулирование работы насосов и компрессоров обычно состоит **в поддержании их заданной производительности**.



qua  
температура

егламентa  
tion.

**Ошибка! Закладка не определена.**

**Рис. 4.1.** Характеристика центробежного насоса

Характеристика центробежного насоса (зависимость между развиваемым напором  $L$  и производительностью  $F$ ) рис. 4.1.

Кривая 1 характеристика центробежного насоса.

Кривые 2-4 характеристики местных гидравлических сопротивлений нагнетательного трубопровода.

Кривая 2 соответствует наибольшему гидравлическому сопротивлению и наименьшей производительности насоса  $F_1$ .

Кривая 4 соответствует наименьшему гидравлическому сопротивлению и наибольшей производительности  $F_3$ .

Таким образом, дросселируя поток можно изменить производительность насоса. Этот метод регулирования производительности насоса не является экономичным вследствие дополнительных потерь энергии, обуславливаемых гидравлическим сопротивлением дросселя, однако этот метод отличается простотой, поэтому его часто используют.

Чувствительный элемент АСР, например диафрагма, монтируется на нагнетательной линии перед клапаном, что обеспечивает меньшую колебательность процесса регулирования. При увеличении расхода жидкости проходное сечение клапана уменьшается, при этом повы-

шается суммарное гидравлическое сопротивление линии, и расход жидкости уменьшается до заданного значения.

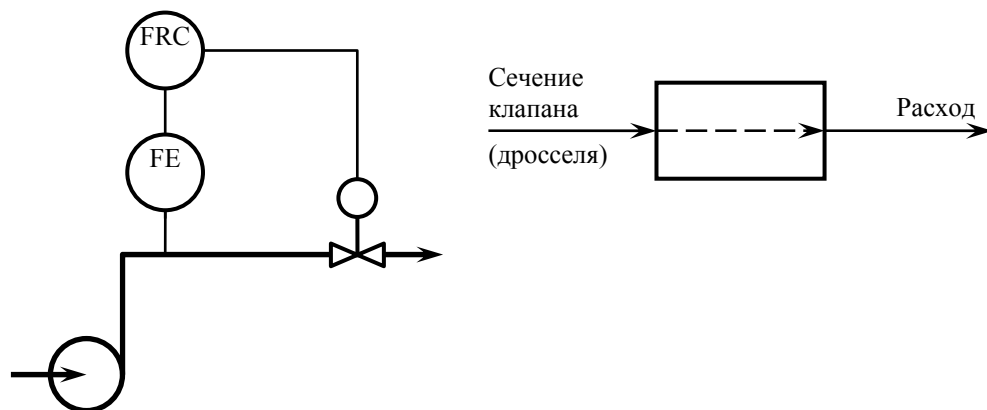


Рис. 4.2. Схема регулирования производительности центробежных насосов.

Дросселировать линию всасывания центробежных насосов не рекомендуется, т. к. это вызывает кавитацию, которая приводит к быстрому разрушению насоса, а также к резкому понижению производительности и напора насоса. Клапан на нагнетательной линии насоса может работать и от регуляторов других величин, что определяется требованиями технологии.

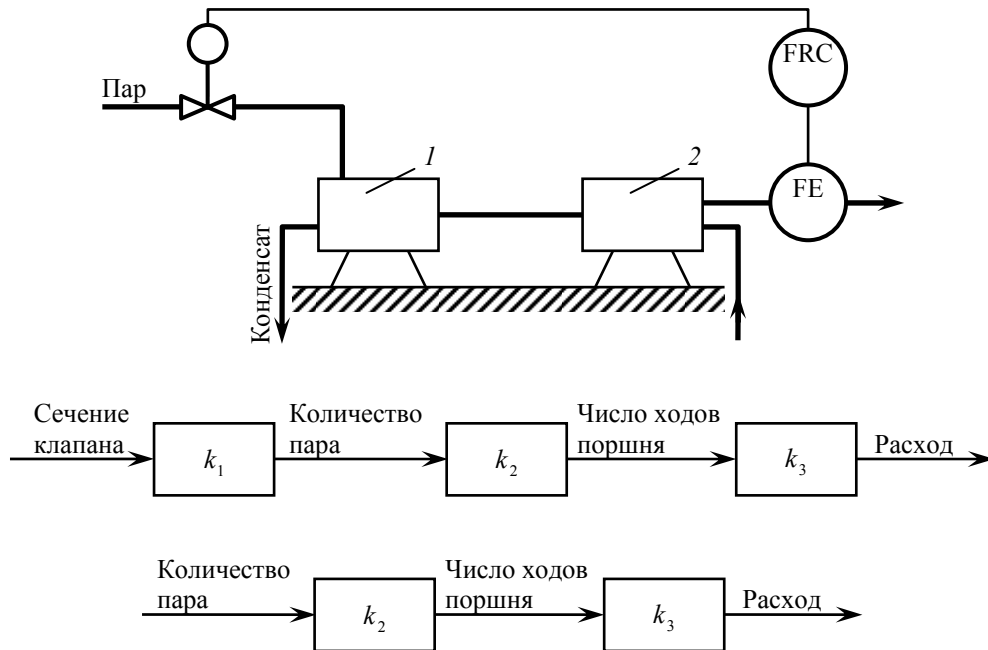


Рис. 4.3. Схема стабилизации производительности поршневых насосов.

1 – паровая машина; 2 – поршневой насос.

В случае применения **объемных поршневых насосов** давление, обуславливающее перемещение жидкости, создается при периодическом вытеснении из замкнутого объема обратно-поступательно движущимся поршнем. Производительность поршневого насоса практически постоянна и не зависит от напора. Поршневые насосы приводятся в действие паровыми машинами или электродвигателями.

Производительность поршневого насоса с паровым приводом регулируется изменением подачи пара в цилиндр привода. Для этого на паропроводе устанавливают клапан, при открытии проходного сечения которого к приводу насоса будет подаваться различное количество пара, определяющее число ходов поршня насоса и тем самым изменяя его производитель-

ность. Управляющее воздействие на клапан подают от регулятора расхода, а чувствительный элемент системы устанавливают на нагнетательной линии насоса. По сравнению с дросселированием это более рациональный метод.

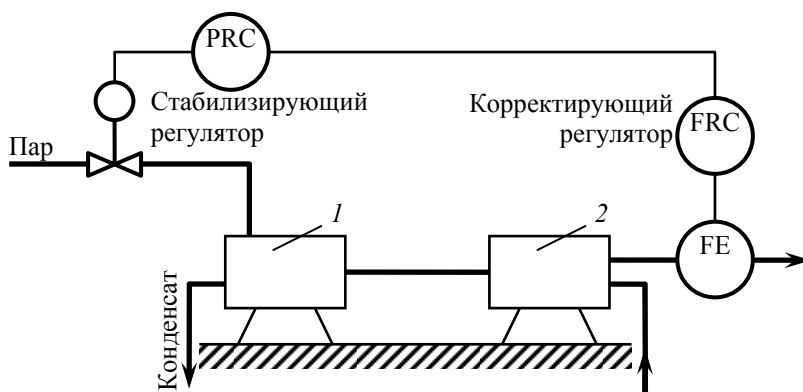
При часто и резко изменяющемся давлении пара применяют каскадную систему регулирования давления пара с коррекцией по расходу нагнетаемого продукта.

Регулирование производительности поршневых насосов с приводом от электродвигателя осуществляется путем перепуска части жидкости с нагнетательной линии на всасывающую. Таким же образом регулируют производительность шестеренчатых и лопастных насосов.

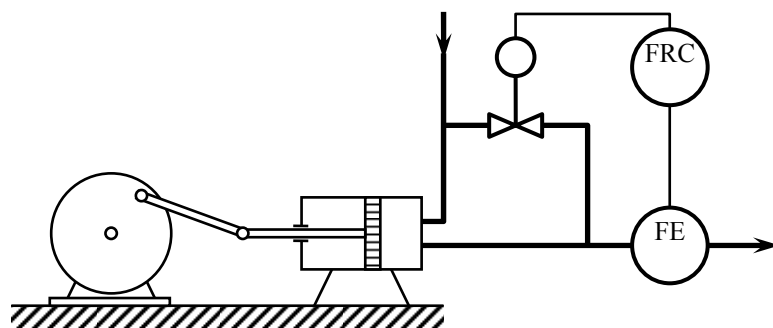
Производительность центробежных компрессоров (газодувок) стабилизируется системами с клапаном, установленным на всасывающей линии.

Такие компрессоры неустойчиво работают в области помпажа, характеризующийся наличием больших давлений и малых расходов: при работе в этой области уменьшение по-

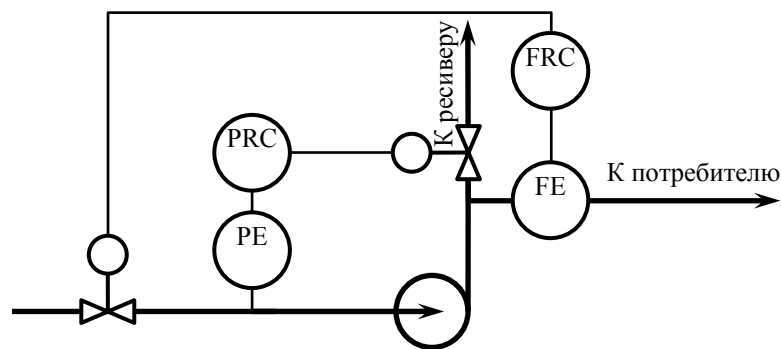
требления газа приводит к кратковременному изменению потока направления газа. При этом возникают большие колебания давления газа, которые могут вызвать поломку компрессора. Однако коэффициент полезного действия компрессора имеет наибольшее значение вблизи области помпажа.



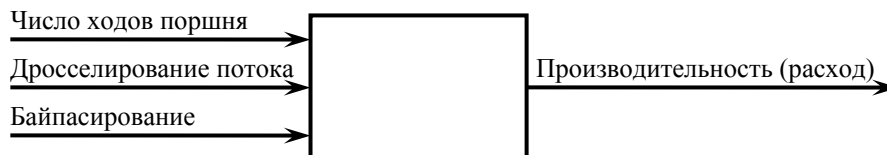
**Рис. 4.4.** Каскадная система регулирования производительности поршневых насосов.  
1 – паровая машина; 2 – поршневой насос.



**Рис. 4.5.** Схема регулирования производительности поршневого насоса с электроприводом.



**Рис. 4.6.** Схема регулирования производительности центробежного компрессора (газодувки) с противопомпной защитой.



**Рис. 4.7.** Структурная схема производительности работы поршневых компрессоров.

Для обеспечения работы компрессора в этих условиях необходимо иметь противопомпажную автоматическую защиту.

В качестве такой защиты может использоваться система сброса части сжатого газа в ресивер при уменьшении его расхода в линию к потребителю. При приближении к области помпажа регулятор расхода откроет клапан, установленный на линии к ресиверу. Это обусловит увеличение производительности компрессора, снижение давления в нагнетательной линии и повышение давления во всасывающей линии, что предотвратит помпаж компрессора.

Регулирование производительности **поршневых компрессоров**, развивающих большие давления, обычно осуществляется методом перепуска части газа с нагнетательной линии во всасывающую по байпасному трубопроводу.

Работа такой системы регулирования в значительной степени облегчается меньшей пульсацией давления вследствие сжимаемости газов.

#### **4.2. Автоматизация разделения и очистки неоднородных систем.**

Разделение жидких систем в химической промышленности производят в отстойниках, фильтрах и центрифугах, а очистку газовых систем – в циклонах, фильтрах, скрубберах, электрофильтрах.

Регулирование отстойников заключается в поддержании на минимально возможном значении концентрации твёрдой фазы в осветлённой жидкости при изменении расхода исходной суспензии и концентрации твёрдой фазы (ценного продукта) в суспензии. Для этого подбирают диаметр отстойника, чтобы время нахождения жидкой фазы в аппарате превышало время, необходимое для оседания твёрдых частиц в бункере. Осветлённая жидкость выводится из отстойника благодаря переливу, а граница раздела зон осаждения и уплотнения поддерживается на постоянной высоте регулятором уровня, воздействующим на расход сгущённой суспензии.

Для фильтрации жидких неоднородных систем с большой производительностью применяют барабанные, дисковые, карусельные и ленточные вакуум-фильтры. Регулирование процесса фильтрования имеет своей задачей получение минимальной возможной влажности осадка при изменении концентрации и расхода суспензии, вязкости осадка, дисперсного состава твёрдых частиц. При использовании, например, барабанных фильтров обычно регулируют уровень суспензии в ванне, изменяя поступление исходной суспензии. Осадок снимается

с барабана ножом. В случае необходимости толщина осадка регулируется путём изменения степени вакуумирования или скорости вращения барабана.

Центрифугирование жидких систем осуществляется в разнообразных по конструкции отстойных или фильтрующих центрифугах. На этот процесс воздействуют те же основные возмущения, что и на процесс фильтрации; цели регулирования так же одинаковы. Для достижения минимально возможной влажности осадка применяют центрифуги с высокой разделяющей способностью, обеспечивающей требуемое качество разделения при значительных колебаниях возмущений. При центрифугировании регулированию в основном подлежит расход исходной суспензии, что обеспечивает постоянную производительность аппарата. Фугат и осадок отводится путём свободного удаления.

Очистку газов от частиц пыли размером более 10 мкм проводят в циклонах. Циклоны чувствительны к колебаниям нагрузки по газу и рассчитываются на определённую производительность по газу с допустимым содержанием в нём пыли. Если технологические условия позволяют, то нагрузку циклонов по газу стабилизируют.

Процесс фильтрования газовых систем в фильтрах заключается в прохождении запылённого газа через пористые перегородки, задерживающие на своей поверхности твёрдые частицы. Регулирование такого процесса заключается в поддержании на минимально возможном значении концентрации частиц твёрдого вещества в газе на выходе из фильтра.

Регенерация фильтрующих поверхностей, например, в рукавных фильтрах, производится сжатым воздухом, периодически подаваемым через сопла в рукава с целью деформации фильтрующей ткани, приводящей к тому, что пыль с неё сбивается. Для этого регулируют перепад давления на фильтре. При достижении максимального значения позиционный регулятор выдаёт сигнал на продувку фильтра сжатым воздухом. Фильтр продувают до тех пор, пока перепад давления не снизится до минимального значения. Воздух на продувку должен поступать с давлением, значение которого устанавливается отдельным регулятором. В связи с трудностью измерения перепада давления на фильтре (засорение импульсных трубок пылью) регенерацию фильтрующих поверхностей проводят также по заранее заданной временной программе, в которой устанавливается определённая длительность периодов фильтрации и регенерации. Такая программа реализуется с помощью командного прибора.

## **5. Автоматизация тепловых процессов.**

Тепловые процессы играют значительную роль в химической технологии. Химические реакции веществ с также их физические превращения сопровождаются, как правило, тепловыми эффектами. Тепловые явления часто составляют основу технологических процессов.

Передачу тепла от горячих теплоносителей к более холодным осуществляют в **теплообменниках**.

Различают теплообменники: