

На рис. 5.21 экстремальный регулятор отыскивает максимальные значения температуры дымовых газов над перевальной стенкой, воздействуя на регулятор соотношения "топливный газ – воздух", управляющий подачей первичного воздуха.

При регулировании соотношения "топливный газ – воздух" необходимо обеспечить меры безопасности, так как при недостатке воздуха в топке может образоваться взрывоопасная смесь. Следует предусмотреть ограничения расхода топлива так, чтобы этот расход никогда не превышал максимального допустимого значения, соответствующего текущему значению расхода воздуха. При уменьшении расхода воздуха относительно определенного значения нужно обязательно автоматически уменьшать подачу топлива в топку.

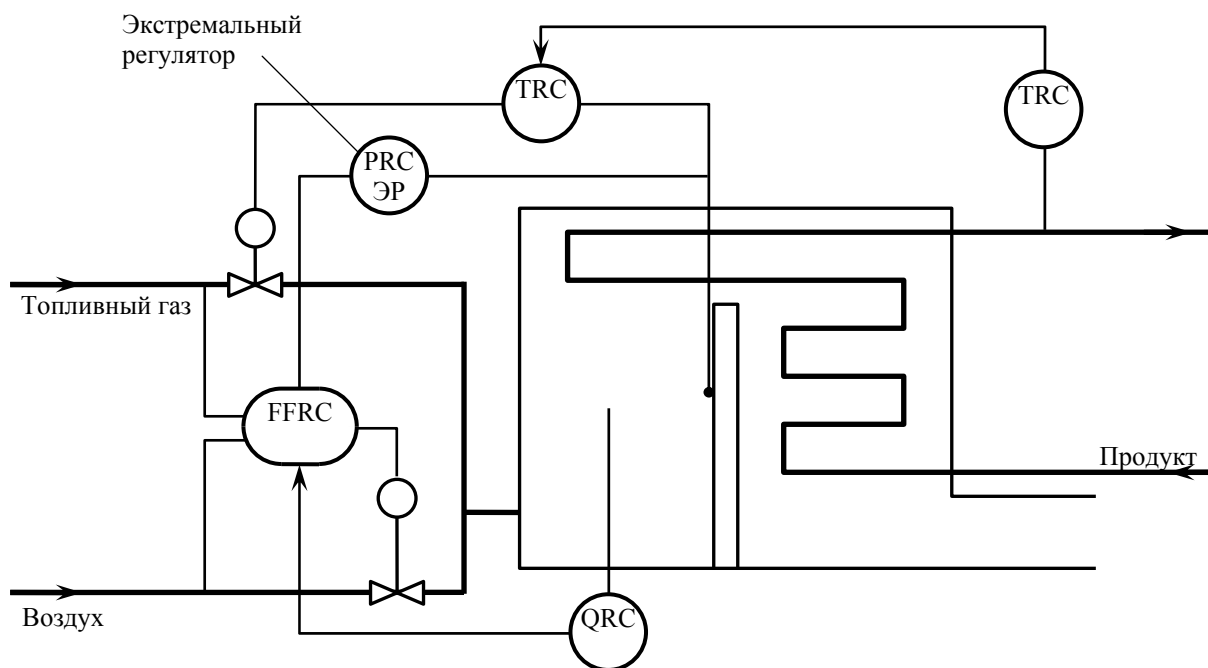


Рис. 5.21. Схема регулирования температуры продукта в печи с экстремальным регулятором, корректирующим соотношение "газ – воздух".

6. Автоматизация массообменных процессов.

Массообменные процессы широко распространены в химической технологии и применяются с целью:

- разделения смеси веществ;
- получение целевого продукта заданного состава путем перевода одного или нескольких компонентов из одной фазы в другую.

Основной регулируемой величиной в таких процессах является концентрация определенного компонента в полученном продукте или содержание в нем примесей, определяемых анализаторами качества. Причем, предпочтительнее определять содержание примесей, так как при этом может быть обеспечена большая чувствительность, чем при измерении концентрации целевого продукта.

В ряде случаев процессы массообмена успешно регулируют по косвенным показателям (плотность, показатели преломления света и т. д.), что не требует установки дорогостоящих анализаторов.

Интенсивность протекания массообменных процессов зависит от гидродинамического режима, потоков веществ в технологических аппаратах, а также от тепло- и массообмена между этими потоками. Как правило, аппараты, в которых протекают массообменные процессы, обладают большой инерционностью и запаздыванием.

6.1. Автоматизация процесса ректификации.

Ректификация – разделение многокомпонентных жидких смесей на практически чистые компоненты. Ректификация основана на многократной дистилляции.

Дистилляция – разделение жидких многокомпонентных смесей на отличающиеся по составу фракции путем частичного испарения смеси и конденсации образующихся паров.

Получаемый конденсат обогащен низкокипящим компонентом, остаток жидкой смеси – высококипящим. Дистилляция применяется в химической, нефтехимической, фармацевтической промышленности, лабораторной практике.

Процесс ректификации осуществляется путем многократного контакта между неравновесными жидкой и паровой фазами, движущимися относительно друг друга.

При взаимодействии фаз между ними происходит массо- и теплообмен, обусловленные стремлением системы к состоянию равновесия. В результате каждого контакта компоненты перераспределяются между фазами: пар несколько обогащается НК, а жидкость ВК. Многократное контактирование приводит к практически полному разделению исходной смеси.

Отсутствие равновесия (и соответственно наличие разности температур фаз) при движении фаз с определенной относительной скоростью и многократность их контактирования являются необходимыми условиями проведения ректификации.

Задача управления процессом ректификации состоит в получении целевого продукта заданного состава при установленной производительности установки при минимальных энергетических затратах теплоагентов.

Исходная смесь (рис. 6.2) нагревается в теплообменнике 1 водяным паром до температуры кипения и поступает в ректификационную колонну 3 на тарелку питания. Находящаяся в кубе колонны жидкость испаряется в выносном кипятильнике 2, обогреваемом паром, и в виде паровой фазы проходит вверх по колонне. Паровой поток, выходя из колонны, попадает в охлаждаемый хладагентом, например, водой, дефлегматор 4, где пары конденсируются. Образовавшаяся жидкая фаза стекает во флегмовую ёмкость 5, откуда насосом 6 нагнетается в верхнюю часть колонны на орошение в виде флегмы и частично отводится с установки в виде дистиллята. Флегма стекает вниз по колонне.

При многократном контакте в ректификационной колонне парового и жидкого потоков, движущихся навстречу друг другу и имеющих разные температуры, паровая фаза обогащается более легколетучими низкокипящими компонентами (НКК), а жидкая фаза – труднолетучими высококипящими компонентами (ВКК). Часть кубового продукта, называемая остатком, отво-

дится с установки. Целевыми продуктами ректификационной установки могут быть дистиллят или кубовый остаток, что определяется технологической схемой.

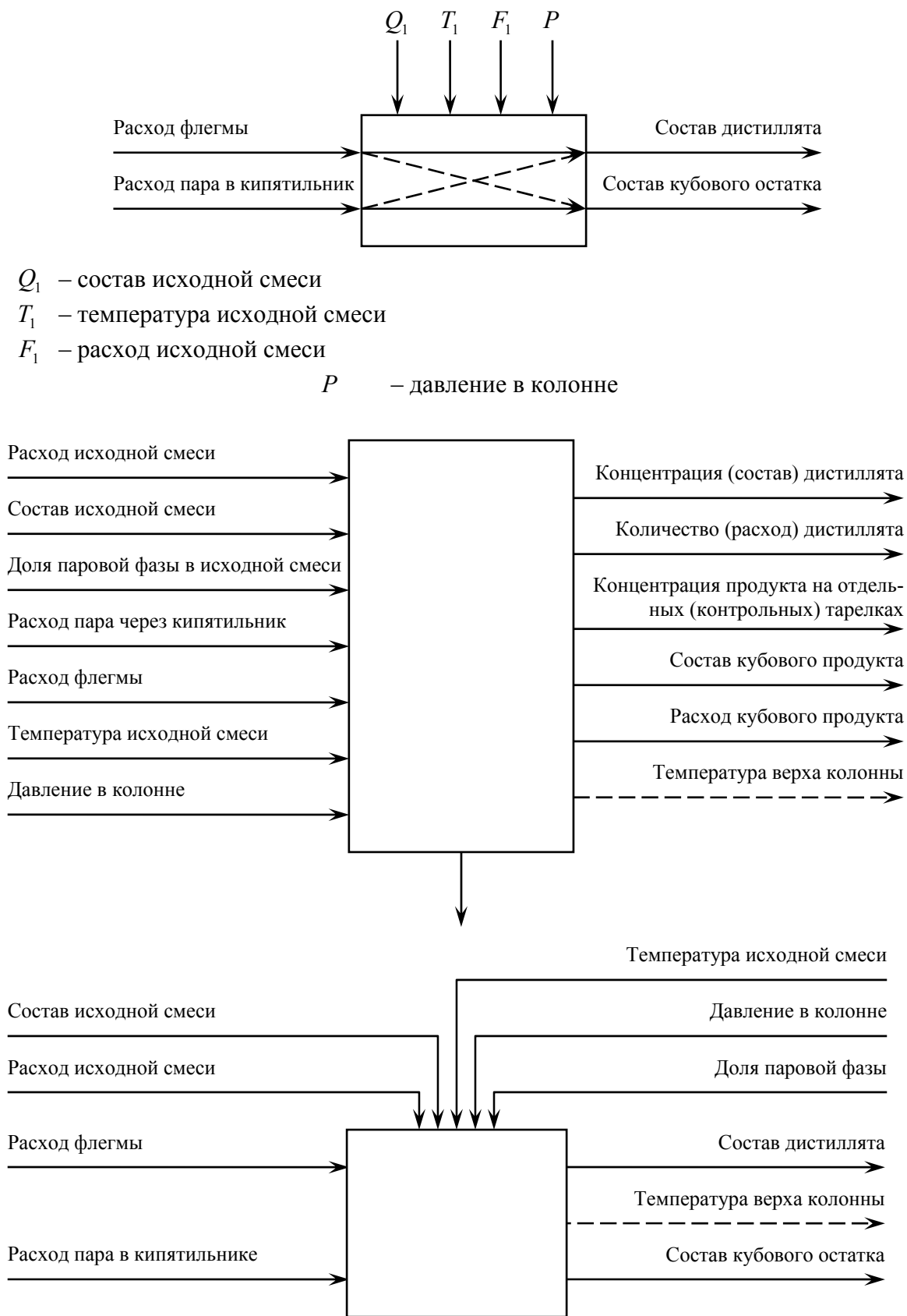


Рис. 6.1. Структурная схема

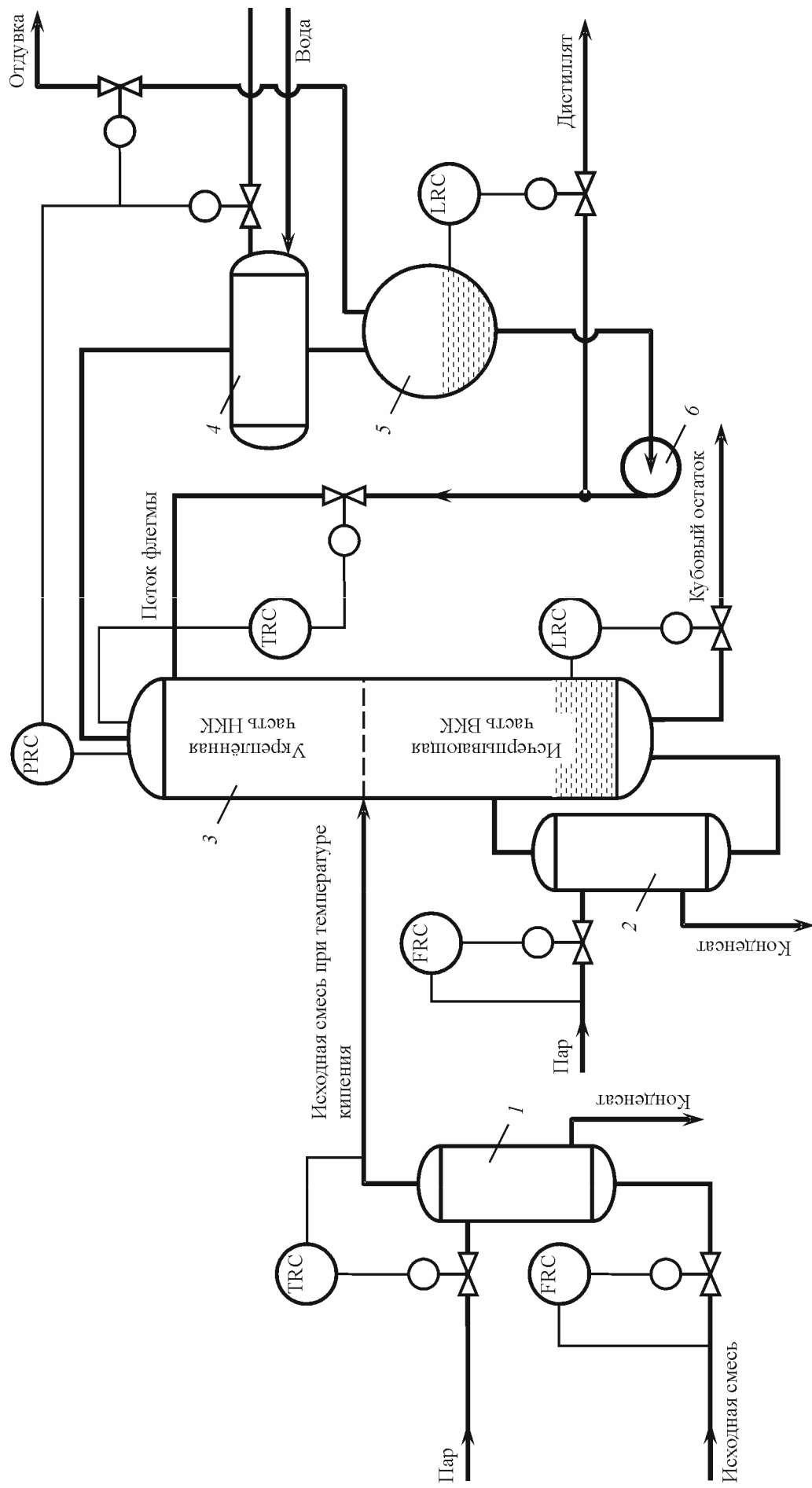


Рис. 6.2. Схема стабилизации процесса ректификации
 1 – теплообменник; 2 – выносной кипятильник; 3 – колонна; 4 – дефлегматор; 5 – флегмовая ёмкость; 6 – насос

Основными регулируемыми технологическими величинами являются составы дистиллята или кубового остатка. На чистоту этих целевых продуктов оказывает влияние ряд возмущающих воздействий процесса – состав, параметры тепло- и хладагентов, давление в колонне и другие величины.

Основные управляющие воздействия – расходы флегмы в колонну и теплоносителя в кипятильник. Причём изменение расхода флегмы относительно быстро приводит к изменению состава дистиллята и одновременно с большим запаздыванием и в значительно меньшей степени – к изменению состава кубового остатка.

Изменение же расхода греющего пара приводит в основном к изменению состава кубового остатка; состав флегмы при этом изменяется намного слабее.

Существует большое количество схем автоматизации ректификационных установок. На рис. 6.2 осуществляется стабилизация отдельных величин с помощью локальных одноконтурных АСР. Эти АСР связаны между собой через процесс и обеспечивают соблюдение материального и теплового балансов установки.

Процесс осуществляют в специальных установках – **ректификационных колоннах**, состоящих из самой колонны и вспомогательного оборудования.

1. Контур стабилизации расхода исходной смеси. Измерительное устройство и регулирующий клапан монтируются до теплообменника, для того, чтобы исходная смесь протекала через них в жидкой фазе.
2. Исходная смесь должна подаваться в колонну (на тарелку питания) при температуре кипения, что достигается регулированием подачи пара в теплообменник 1 (контур 2).
3. Гидравлическое сопротивление в колонне практически не изменяется, поэтому давление в колонне достаточно поддерживать только в одном месте, вверху колонны. Если пары НКК полностью конденсируются в дефлегматоре 4, то давление регулируют изменением расхода хладагента, подаваемого в дефлегматор. Если же часть паров не конденсируется, или в исходной смеси содержатся инертные газы, то регулятор давления воздействует на два клапана – один на линии отвода хладагента из дефлегматора, второй на линии отдувки. Причем не сконденсировавшиеся пары сбрасываются из флегмовой емкости только при максимальном расходе хладагента через дефлегматор и продолжающемся повышении давления в колонне (контур 3).
4. Если целевой продукт дистиллят, то основной параметр колонны – состав паров вверху колонны. Состав дистиллята регулируют изменением подачи флегмы в колонну. Регулирующий орган устанавливают на линии подачи флегмы в колонну (контур 4). Согласно правилу фаз при разделении бинарной смеси, если давление в колонне постоянно, состав дистиллята и температура верха колонны однозначно связаны. Поэтому в контуре 4 источником информации является температура верха в колонны. Если число тарелок велико, то для улучшения качества регулирования температуру измеряют на

так называемой контрольной тарелке, где температура более чувствительна к подаче флегмы и где обеспечивается меньшее запаздывание при изменении состава исходной смеси.

В настоящее время предпочтительней прямое регулирование по составу дистиллята, но анализаторы состава менее надежны.

5. Материальный баланс в колонне поддерживают АСР уровня во флегмовой емкости 5 (контур 5).
6. При мало изменяющемся составе исходной смеси подача греющего пара в кипятильник 2 стабилизируется регулятором расхода пара (контур 6).
7. Материальный баланс исчерпывающей (отгонной) части колонны поддерживает АСР уровня в кубе (контур 7).

Если целевой продукт – кубовый остаток, то к процессу в исчерпывающей части колонны предъявляются более жесткие требования. С этой целью состав кубового остатка регулируют изменением подачи пара в кипятильник колонны.

Процесс парообразования в кипятильнике определяет гидродинамический режим в колонне. При недостаточном парообразовании – снижение производительности установки; при избыточном – "захлебывание" колонны.

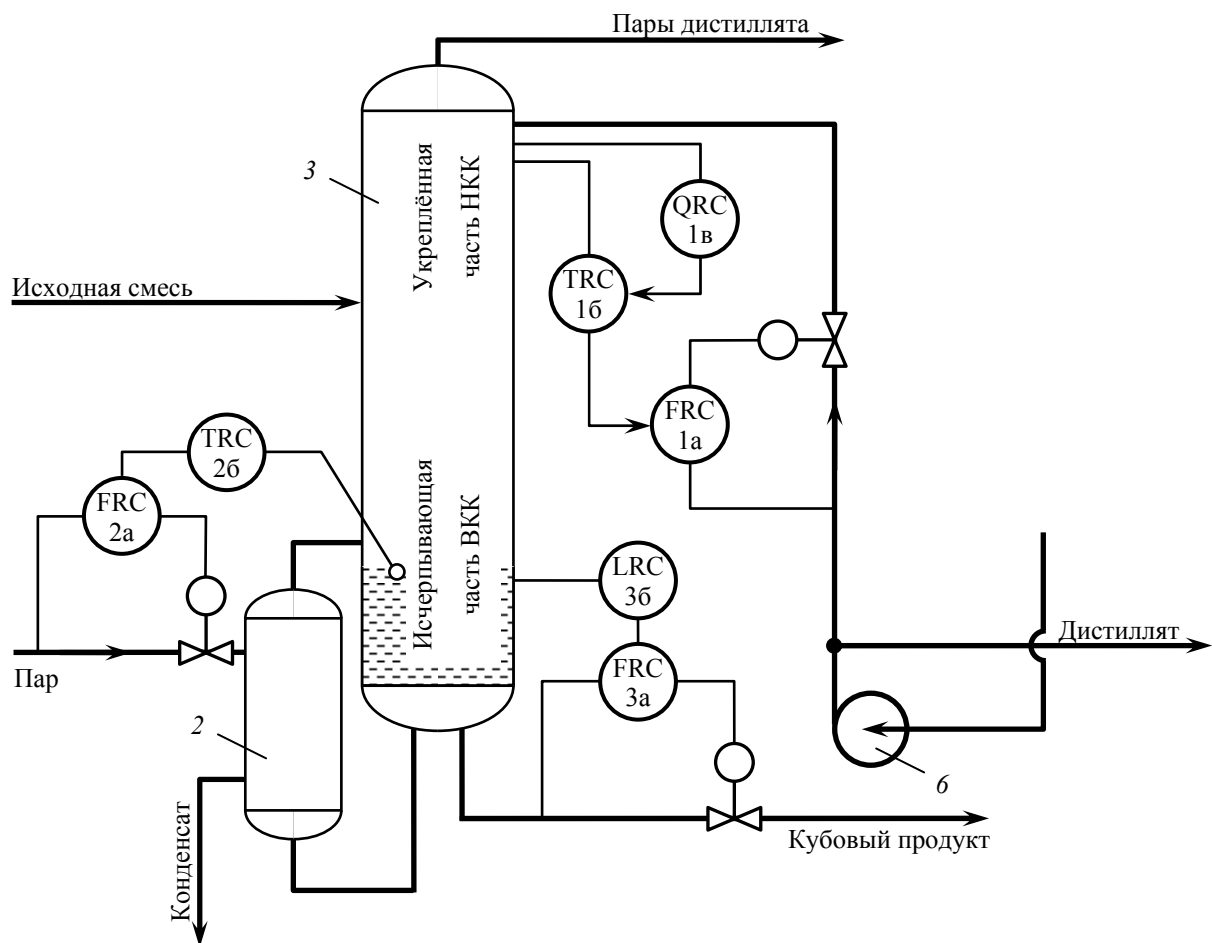


Рис. 6.3. Вариант схемы каскадного регулирования процесса ректификации (целевой продукт – дистиллят).

Недостаток схемы стабилизации из отдельных АСР – возмущающие воздействия существенно изменяют режим работы колонны вследствие большого запаздывания объекта.

Для повышения качества разделения смеси в АСР основных величин вводят корректирующие контуры (рис. 6.3).

1. Подача флегмы в колонну – трехконтурная система регулирования. Регулятор состава 1в дает сигнал коррекции на регулятор температуры 1б, а этот, в свою очередь, корректирует задание регулятору расхода 1а.

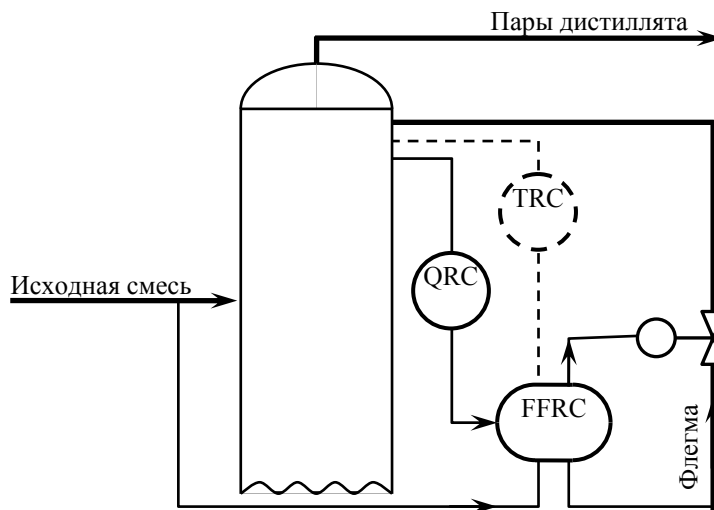


Рис. 6.4. Применение регулятора соотношения расходов исходной смеси и флегмы с коррекцией по составу.

2. Если целевой продукт и кубовый остаток, то для обеспечения его чистоты применяют

систему регулирования расхода пара в кипятильнике (2а) с коррекцией по температуре в отгонной (исчерпывающей) части колонны.

3. При дальнейшем разделении кубового остатка необходимо обеспечить постоянство его уровня в кубе и постоянство подачи на следующую установку. Для этого создают АСР расхода со стабилизирующим регулятором расхода 3а и коррекцией по уровню в кубе 3б.

Каскадные схемы АСР улучшают работу колонны, но могут компенсировать незначительные колебания состава и расхода исходной смеси (рис. 6.3).

При колебаниях расхода исходной смеси применяют регулятор соотношения исходной смеси и расхода флегмы. Задание регулятору соотношения корректируют регулятором состава дистиллята вверху колонны. При увеличении расхода исходной смеси регулятор соотношения увеличивает расход флегмы и наоборот. Само соотношение расходов корректируется регулятором состава (рис. 6.4).

Если полезный продукт – кубовый остаток и важен его состав, то используют схему соотношения расходов исходной

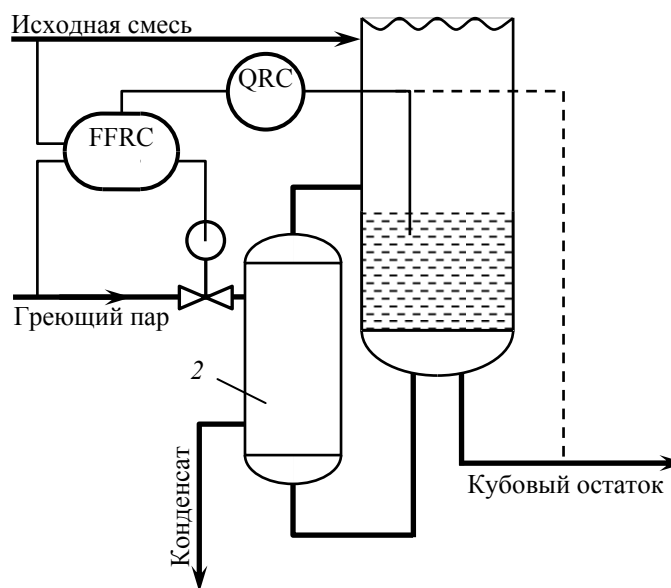


Рис. 6.5. Применение регулятора соотношения расходов исходной смеси и греющего пара с коррекцией по составу кубового остатка.

смеси и расхода греющего пара в выносной кипятильник с коррекцией по составу кубового остатка (рис. 6.5).

Такие схемы реагируют на изменение расхода исходной смеси прежде, чем это возмущение скажется на работе колонны.

При значительном изменении состава исходной смеси в системы регулирования состава дистиллята и кубового остатка вводят дополнительные контура регулирования, обычно коррекцию по составу исходной смеси (рис. 6.6).

При отсутствии анализатора состава исходной смеси колебания состава можно компенсировать регулятором соотношения расходов дистиллята и исходной смеси, который является корректирующим для регулятора расхода флегмы. Регулятор соотношения получает сигнал коррекции от регулятора состава паров дистиллята (рис. 6.7).

При одновременном изменении состава и расхода исходной смеси применяют схему регулирования с вычислительным устройством для определения количества НКК в исходной смеси (рис. 6.8).

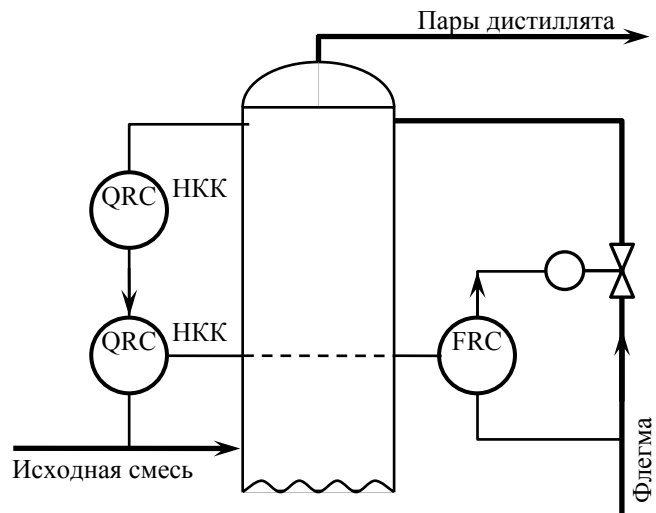


Рис. 6.6. Вариант схемы регулирования состава дистиллята при использовании анализатора состава исходной смеси.

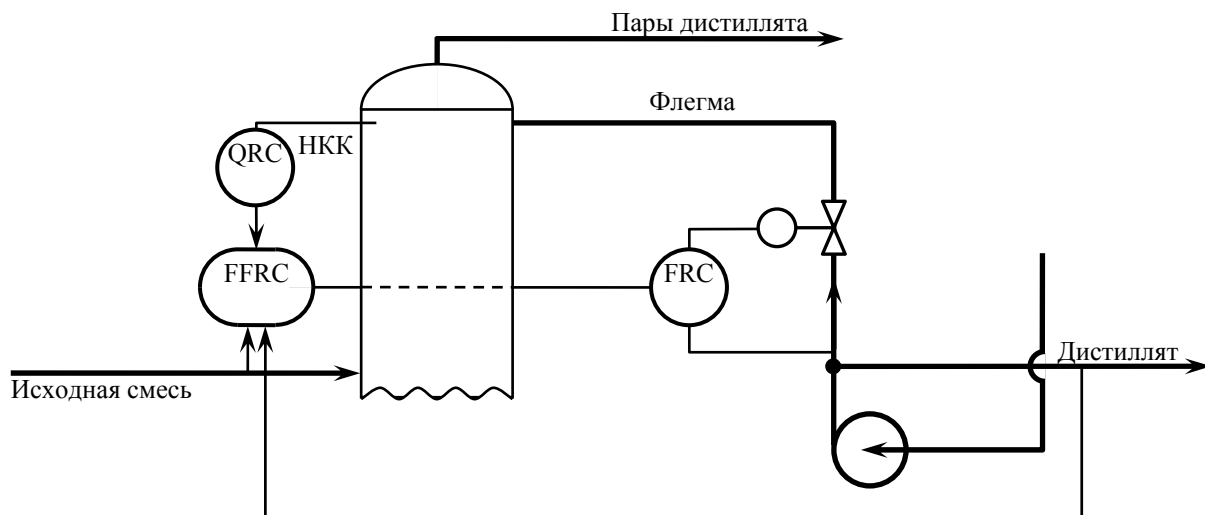


Рис. 6.7. Схема регулирования состава дистиллята с учетом изменения состава исходной смеси (без анализатора состава исходной смеси).

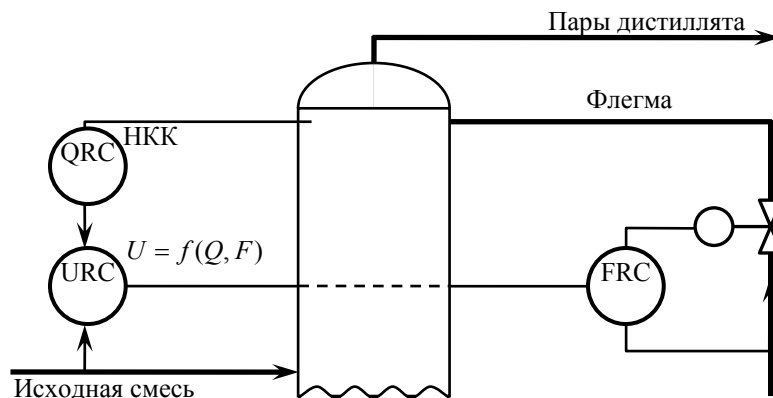


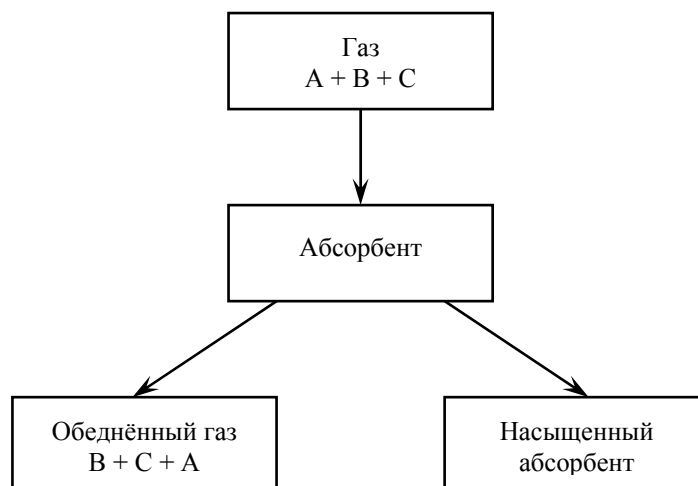
Рис. 6.8. Вариант схемы регулирования состава дистиллята с учетом изменения расхода и состава исходной смеси.

Последние варианты схем АСР приводят к повышению качества работы колонны, качества целевого продукта, увеличению выхода, снижению энергозатрат на проведение процесса.

6.2. Автоматизация процесса абсорбции.

Абсорбция – это процесс поглощения определенных компонентов исходной газовой смеси при её контактировании с жидкостью (абсорбентом).

Целью управлением процессом абсорбции является поддержание постоянства заданной концентрации заданного компонента в обедненном газе, а также соблюдение материального и теплового балансов абсорбционной установки.



В ряде случаев целью процесса абсорбции являются получение насыщенного абсорбента заданного состава.

Концентрацию извлекаемого компонента в обедненном газе можно определить по разности количеств извлекаемого компонента, приходящего с сырьем и поглощаемого из нее абсорбентом в единицу времени.

На процесс абсорбции решающее влияние оказывает движущая сила, которая определяется относительным расположением рабочей и равновесной линий процесса.