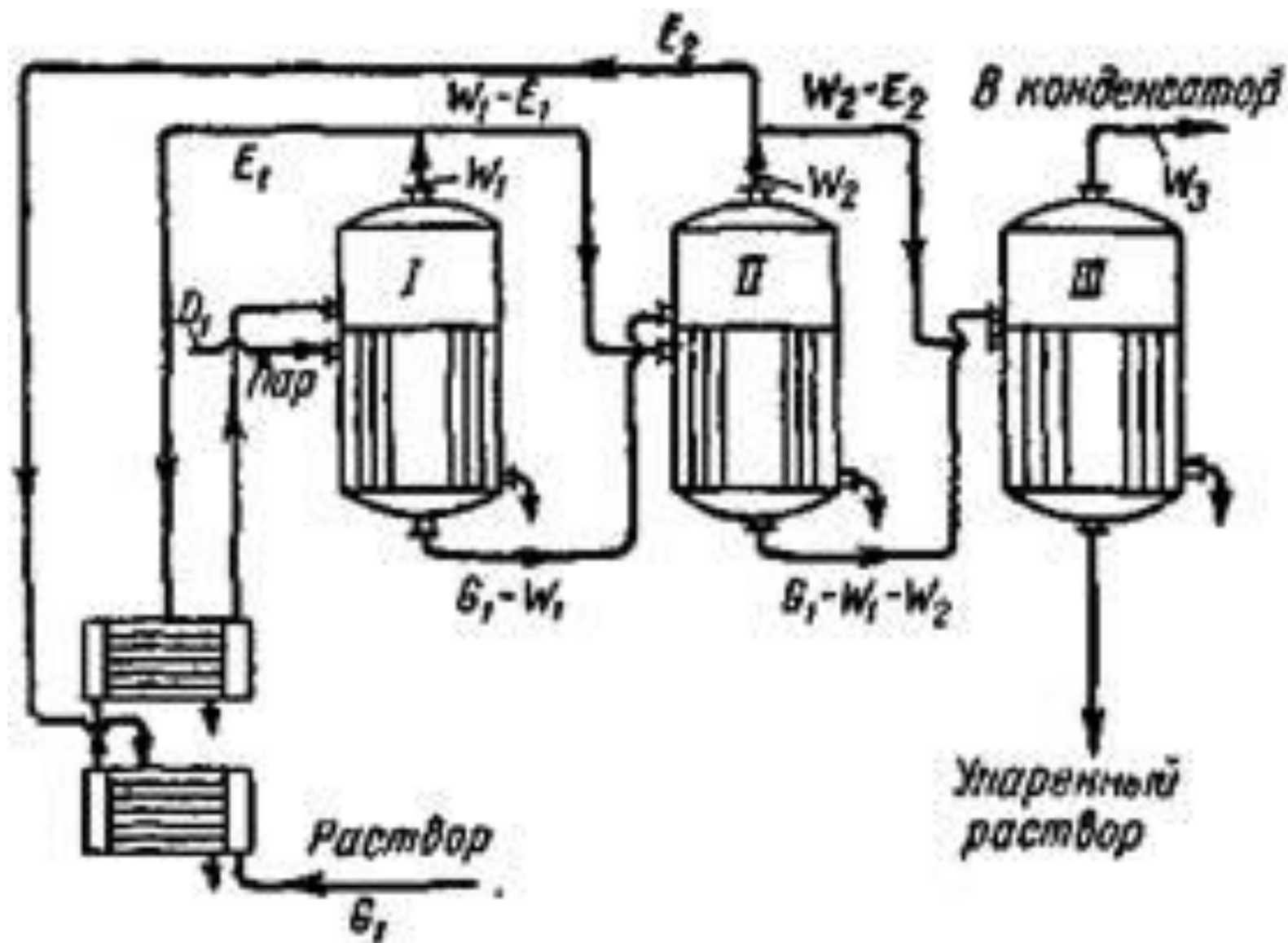


А – абсорбер, Г – генератор, Д – дефлегматор, Др – дроссель, И – испаритель, К – конденсатор, Н – насос, Р – ректификационная колонна, Т – теплообменник. Потoki: ОВ – охлаждающая вода, ТН – теплоноситель (пар), ХН – хладоноситель.

В абсорбционной холодильной машине результате нагрева водоаммиачный раствор в генераторе кипит. При кипении раствора из него выделяются пары аммиака высокого давления, которые поступают в конденсатор, а оставшийся в генераторе слабоконцентрированный раствор возвращается через регулирующий вентиль в абсорбер, где снова насыщается парами аммиака, поступающими из испарителя.

В конденсаторе, охлаждаемом водой или окружающим воздухом, пары аммиака высокого давления превращаются в жидкость. Жидкий аммиак проходит через регулирующий вентиль РВ2, дросселируется и при низком давлении поступает в испаритель.

Таким образом, в замкнутой системе абсорбционной холодильной машины, также как и в компрессионной, циркулирует (не расходуясь) холодильный агент, который отбирает тепло от охлаждаемого объекта через испаритель и отдает его в окружающую среду через конденсатор.



Слабый раствор подается в первый корпус, из него поступает во второй, из второго в третий и т. д. Таким образом, раствор и вторичный пар движутся в одном направлении. Раствор переходит из одного корпуса в другой вследствие разности давлений в корпусах. Так как температура кипения в каждом последующем корпусе понижается, то раствор поступает во все корпуса (кроме первого) с температурой более высокой, чем температура кипения. В результате раствор охлаждается и за счет отдаваемого при этом тепла испаряется некоторое количество воды (самоиспарение). Однако при питании первого корпуса холодным раствором значительное количество греющего пара в этом корпусе затрачивается на подогрев раствора. Поэтому при прямоточном питании целесообразно подавать в первый корпус предварительно подогретый раствор (путем установки подогревателей, обогреваемых экстра-паром или конденсатом).

Недостаток схемы с прямоточным питанием заключается в том, что в последнем корпусе, где температура кипения самая низкая, выпаривается наиболее концентрированный раствор. Одновременное понижение температуры и повышение концентрации раствора приводит к повышению вязкости и снижению коэффициентов теплопередачи; поэтому в данной схеме коэффициенты теплопередачи уменьшаются от первого корпуса к последнему.

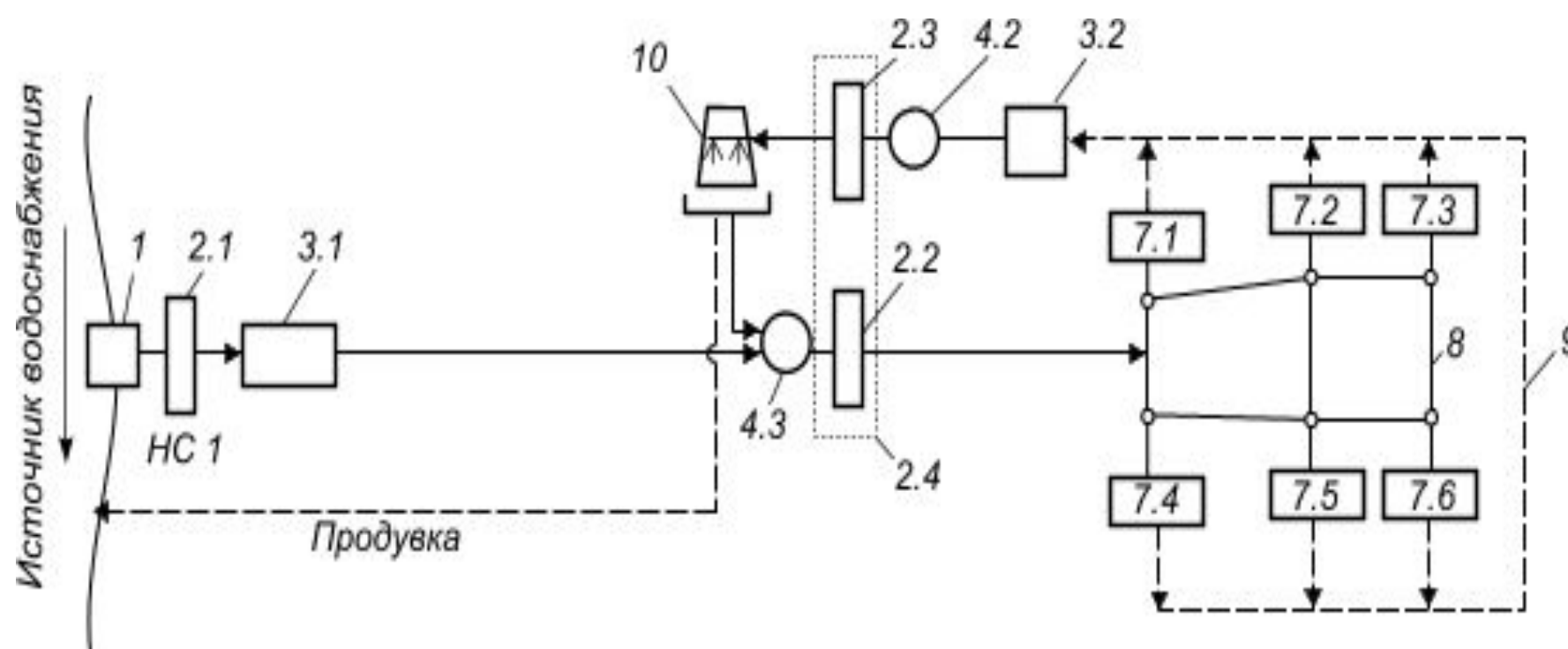


Схема оборотного производственно-технического водоснабжения:

1 – водозабор; 2.1 – насосная станция 1-го подъема; 2.2 – насосная станция 2-го подъема; 2.3 – насосная станция оборотной воды; 2.4 - циркуляционная станция; 3.1 – очистные устройства природной воды; 3.2 – очистные устройства загрязненных стоков; 4.2 – резервуар очищенной теплой воды; 4.3 – сборный резервуар очищенной и охлажденной воды; 7 – потребители воды; 8 - водопроводная сеть; 9 – сеть для сбора отработавшей воды; 10 – водо-охлаждающее устройство. Система оборотного водоснабжения приобретает решающее значение в промышленном водоснабжении. Избыток тепла воды, использованной в теплообменных аппаратах, устраняется в градирне, брызгальном бассейне или другом аналогичном устройстве, после чего вода подается снова в цикл циркуляционными насосами. При этом происходит многократное и последовательное физико-химическое воздействие на воду: изменение ее температуры, аэрация, испарение, загрязнение. Это приводит к частичным потерям объема оборотной воды путем капельного выделения и испарения в атмосферу. Частичное испарение, в свою очередь, провоцирует рост минерализации воды. При этом нередко наблюдается нарушение стабильности: повышение коррозионной активности воды либо увеличение отложений минеральных солей. Это приводит к постепенному накоплению в воде пыли и продуктов коррозии. Поэтому, подача в систему свежей воды, важна, как для восполнения потерь, так и для восстановления ее качества. Оборотное водоснабжение промышленных предприятий использует повторно воду, нагретую в охладительных системах производства и затем охлажденную на специальном оборудовании. При необходимости производится не только охлаждение, но и очистка оборотной воды. Такое количество физико-химических воздействий на воду не может обойтись без частичных потерь ее объема. Эти потери составляют 3-5% от всего объема используемой в оборотной системе воды, и восполняются путем подачи свежей воды из водного источника в бассейн с отработанной охлажденной водой.

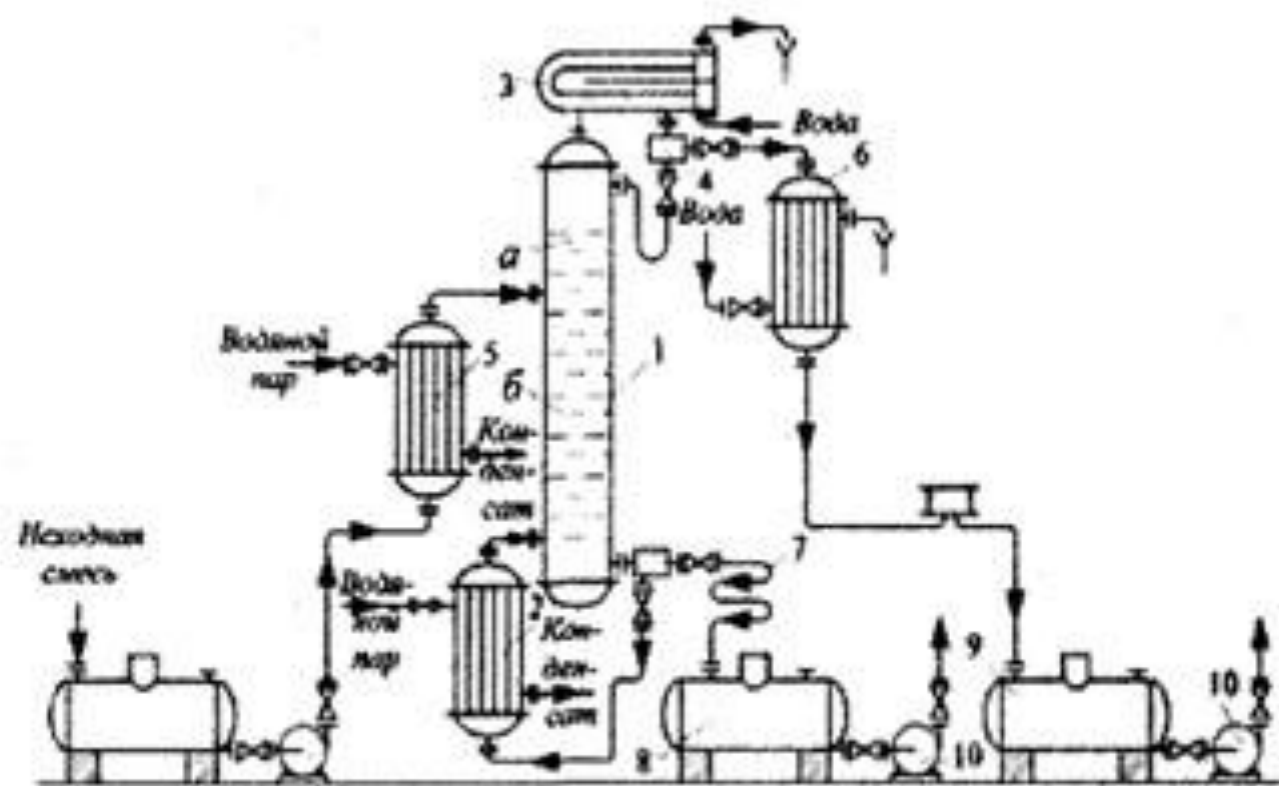
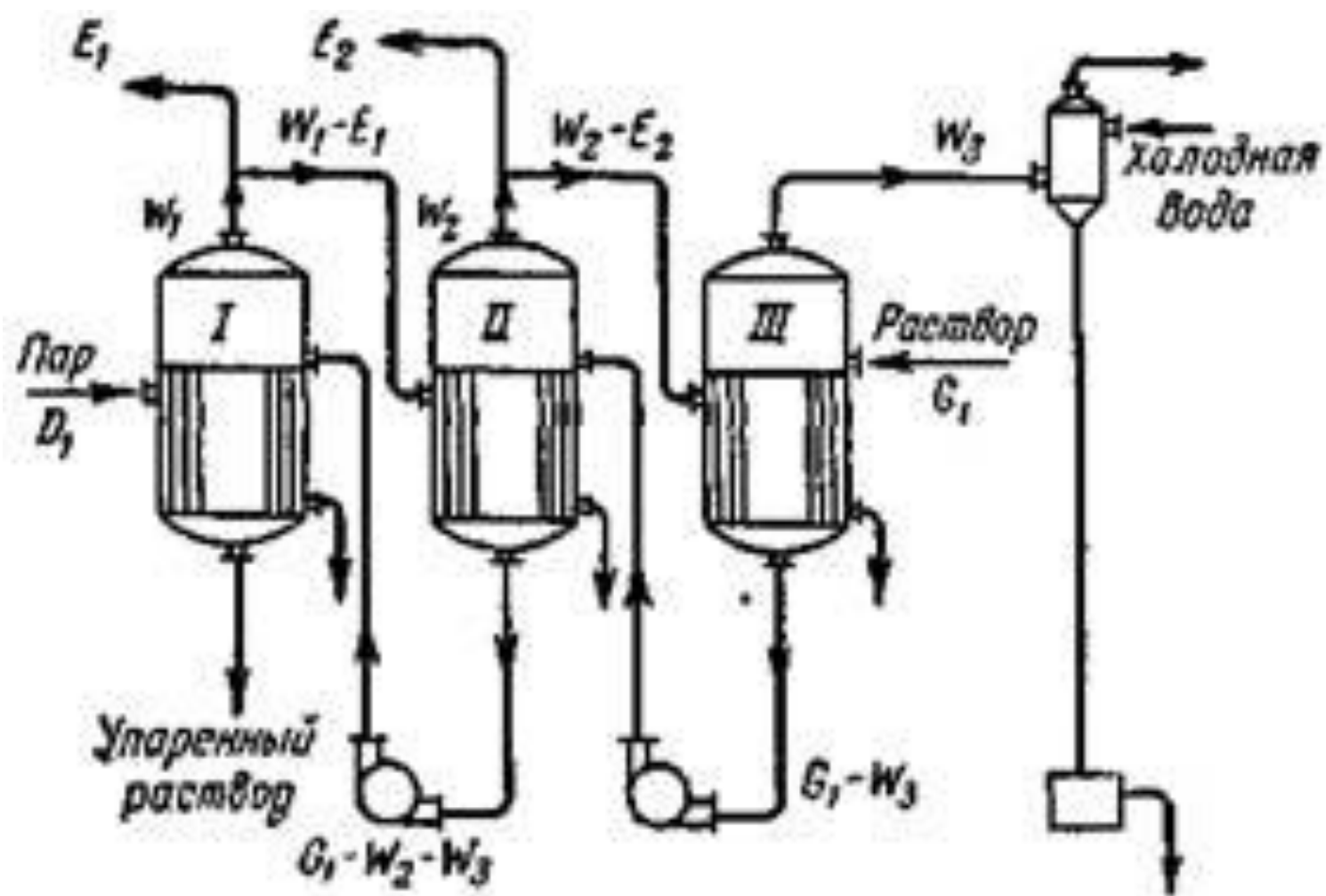


Рис. 20.7. Схема непрерывнодействующей ректификационной установки:  
 1 – ректификационная колонна (а – укрепляющая и б – исчерпывающая части);  
 2 – кипятыльник; 3 – дефлегматор; 4 – делитель флегмы; 5 – подогреватель  
 исходной смеси; 6 – холодильник дистиллята (или холодильник-конденсатор);  
 7 – холодильник остатка (или нижнего продукта); 8, 9 – сборники; 10 – насосы

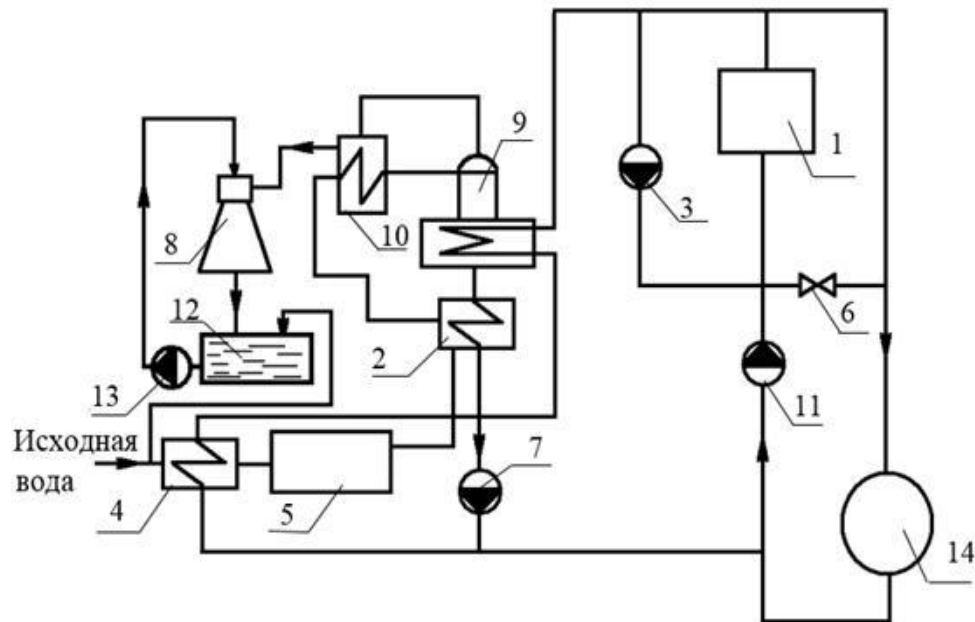
Исходная смесь, нагретая до температуры питания  $t_f$  в паровой, парожидкостной или жидкой фазе, поступает в колонну в качестве питания ( $G_f$ ). Зону, в которую подаётся питание, называют эвапорационной, так как там происходит процесс эвапорации — однократного отделения пара от жидкости. Пары поднимаются в верхнюю часть колонны, охлаждаются, конденсируются в холодильнике-конденсаторе и подаются обратно на верхнюю тарелку колонны в качестве орошения. Таким образом в верхней части колонны (укрепляющей) противотоком движутся пары (снизу вверх) и стекает жидкость (сверху вниз). Стекая вниз по тарелкам, жидкость обогащается высококипящими компонентами, а пары, чем выше поднимаются в верх колонны, тем более обогащаются легкокипящими компонентами. Таким образом, отводимый с верха колонны продукт обогащен легкокипящим компонентом. Продукт, отводимый с верха колонны, называют дистиллятом. Часть дистиллята, сконденсированного в холодильнике и возвращённого обратно в колонну, называют орошением или флегмой. Отношение количества возвращаемой в колонну флегмы и количества отводимого дистиллята называется флегмовым числом. Для создания восходящего потока паров в кубовой (нижней, отгонной) части ректификационной колонны часть кубовой жидкости направляют в теплообменник, образовавшиеся пары подают обратно под нижнюю тарелку колонны. Таким образом, в кубе колонны создается 2 потока: 1 поток — жидкость, стекающая с верха (из зоны питания+орошение) 2 поток — пары, поднимающиеся с низа колонны. Кубовая жидкость, стекая сверху вниз по тарелкам, обогащается высококипящим компонентом, а пары обогащаются легкокипящим компонентом. В случае, если разгоняемый продукт состоит из двух компонентов, конечными продуктами являются дистиллят, выходящий из верхней части колонны и кубовый остаток (менее летучий компонент в жидком виде, вытекающий из нижней части колонны).





При схеме с противоточным питанием слабый раствор подается в последний корпус, из него в предпоследний и т. д.; следовательно, раствор и вторичный пар движутся из корпуса в корпус в противоположных направлениях. Так как в этом случае раствор поступает из корпуса с меньшим давлением в корпус с более высоким давлением, то для передачи раствора между корпусами устанавливаются насосы.

При противоточном питании наиболее высокая концентрация раствора достигается в первом корпусе, где и температура кипения наибольшая. Поэтому значительного падения коэффициента теплопередачи в корпусе с наиболее концентрированным раствором не происходит и коэффициенты теплопередачи мало изменяются по корпусам. Это является наиболее существенным преимуществом противоточного питания перед прямоточным. Кроме того, при противоточном питании количество воды, выпариваемой в последнем корпусе, меньше, чем при прямоточном питании, что уменьшает нагрузку на конденсатор (при выпарке в вакууме). В отношении расхода тепла противоточное питание выгоднее прямоточного при питании холодным раствором, но уступает ему при питании горячим раствором.



1 – котел;

- 2 – подогреватель химически очищенной воды после первой ступени очистки;

- 3 – насос рециркуляции;

- 4 – подогреватель сырой воды;

- 5 – химводоочистка (ХВО);

- 6 – перепуск холодной воды для поддержания постоянной температуры воды за котлом и снижения температуры воды, идущей в тепловые сети;

- 7 – насос для подпитки тепловых сетей;

- 8 – эжектор для создания вакуума в деаэраторе;

- 9 – атмосферный деаэратор;

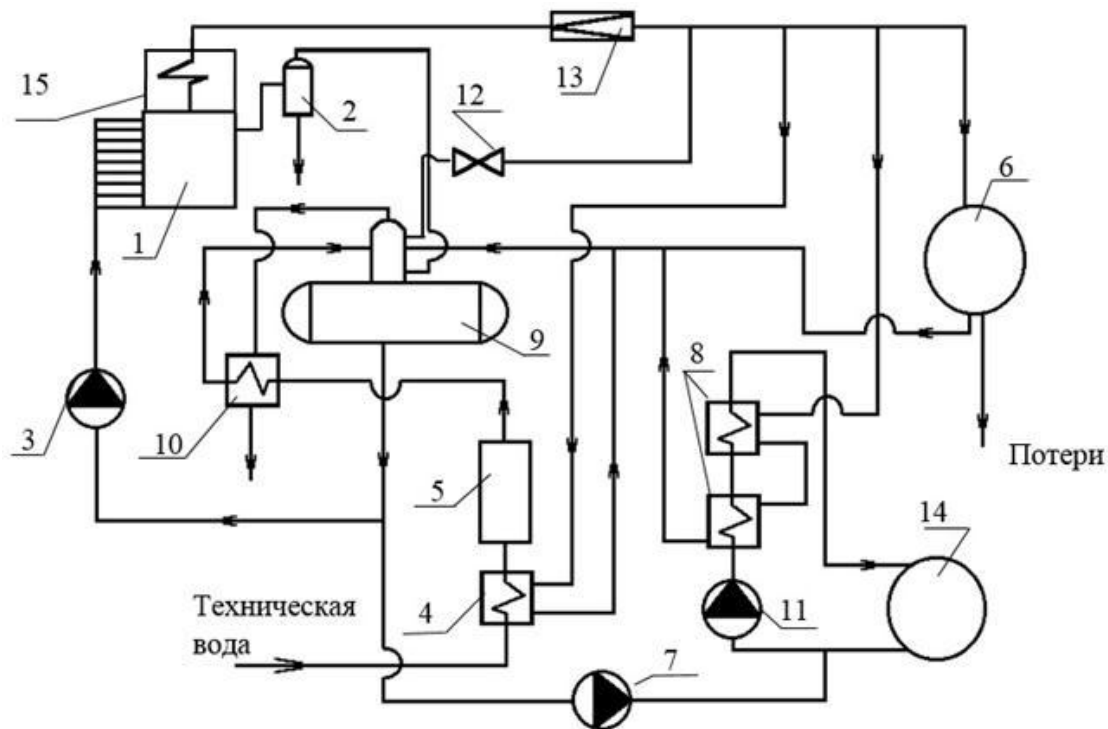
- 10 – охладитель выпара из деаэратора;

- 11 – сетевой насос;

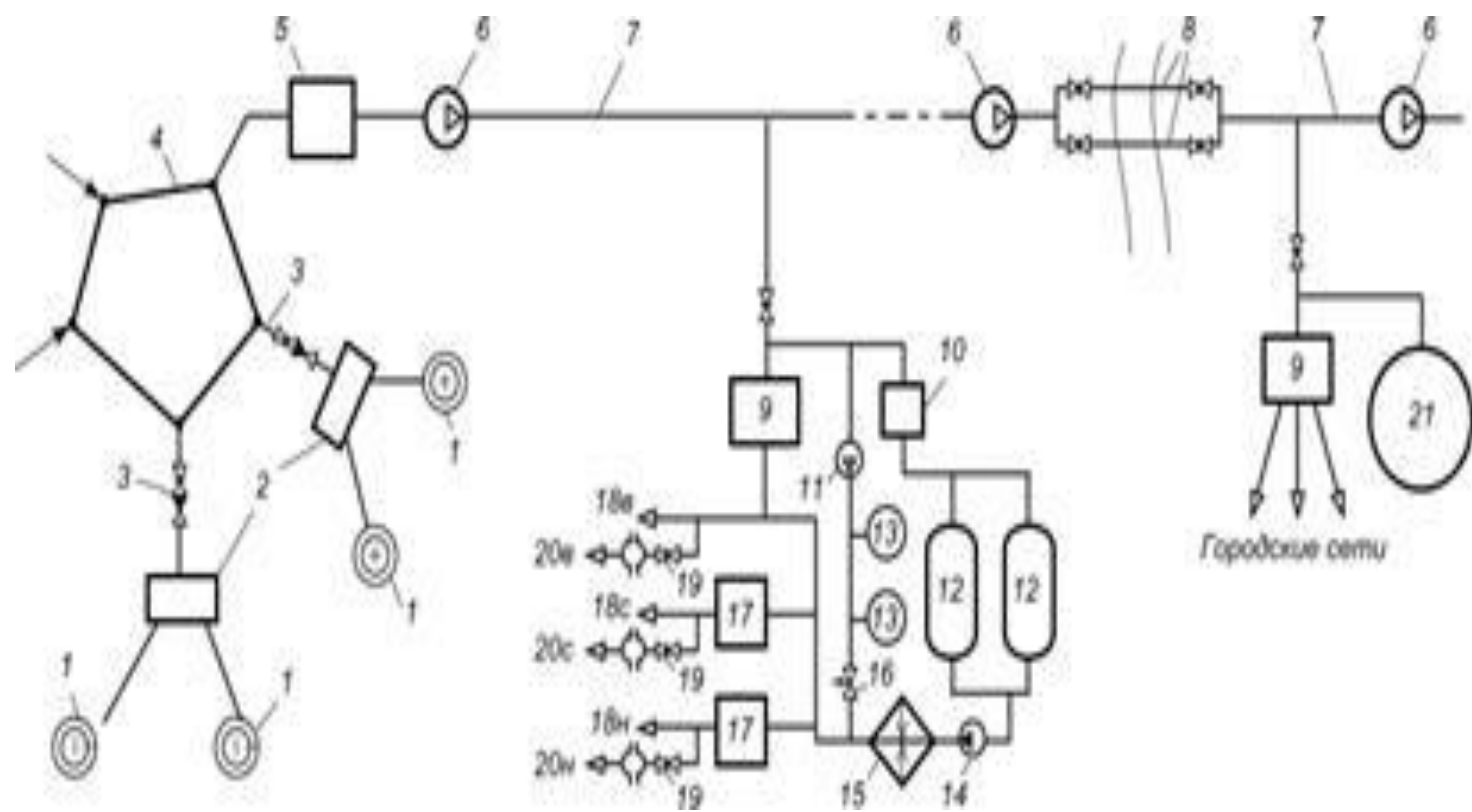
- 12 – бак технической воды;

- 13 – насос к эжектору;

- 14 – потребитель, использующий тепло на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения



- 1 – котел;
- 2 – расширитель (сепаратор) непрерывной продувки;
- 3 – питательный насос;
- 4 – подогреватель сырой воды;
- 5 – химводоочистка (ХВО);
- 6 – потребитель технологического пара;
- 7 – насос для подпитки тепловых сетей;
- 8 – подогреватель сетевой воды;
- 9 – атмосферный деаэратор;
- 10 – охладитель выпара из деаэратора;
- 11 – сетевой насос;
- 12 – регулирующий клапан;
- 13 – редукционный клапан;
- 14 – потребитель, использующий тепло на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения;
- 15 – предохранительный клапан;



1 – газовые скважины; 2 – газосборные пункты; 3 – шлейф, обратный клапан и отключающее устройство; 4 – сборный коллектор газа; 5 - головное сооружение; 6 – газоперекачивающая станция; 7 – магистральный газопровод; 8 – узел дюкерного перехода; 9 – газораспределительная станция (ГРС); 10 – установка для сжижения природного газа; 11 – компрессор для сжатия газа; 12 – резервуары сжиженного газа; 13 – газгольдеры сжатого газа; 14 – насос сжиженного газа; 15 – установка регазификации сжиженного газа; 16 – регулятор давления; 17 – газорегуляторный пункт (ГРП); 18в, 18с, 18н – городские газопроводы высокого, среднего и низкого давления; 19 – главное отключающее устройство заводского газопровода; 20в, 20с, 20н – внутризаводские газопроводы высокого, среднего и низкого давления; 21 – хранилище газа

России структура использования газа примерно такая:

- а) на энергетические нужды – 36-40 %;
- б) технологические нужды промышленности – 30-36 %;
- в) коммунально-бытовое потребление – 14 %;
- г) собственные нужды газовой промышленности – 10 %;
- д) сырьевые нужды – 10 %.

Более 90% газа расходуется на топливные нужды. Самый крупный потребитель газа – промышленность, там расходуется более половины добываемого газа.

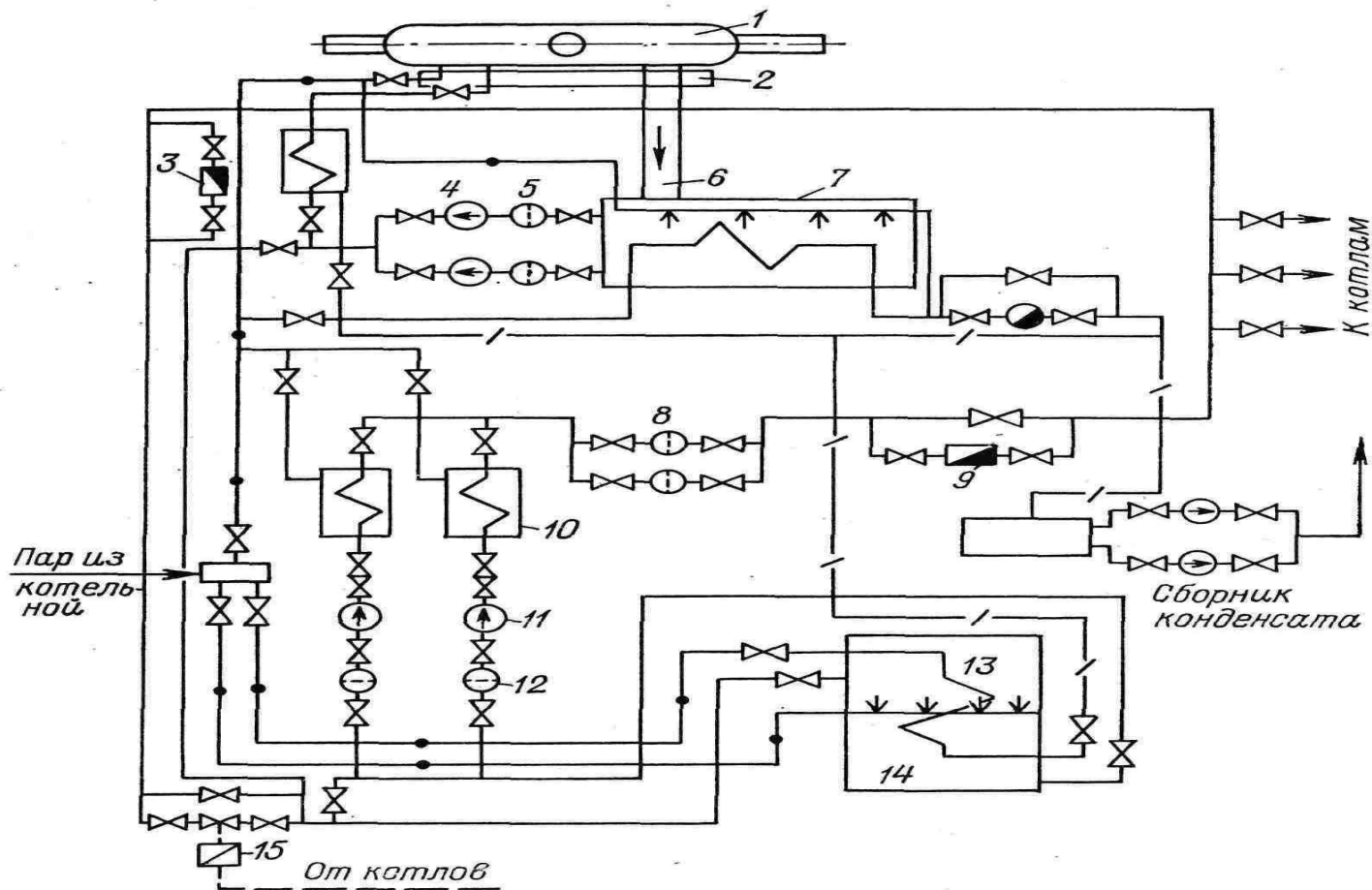
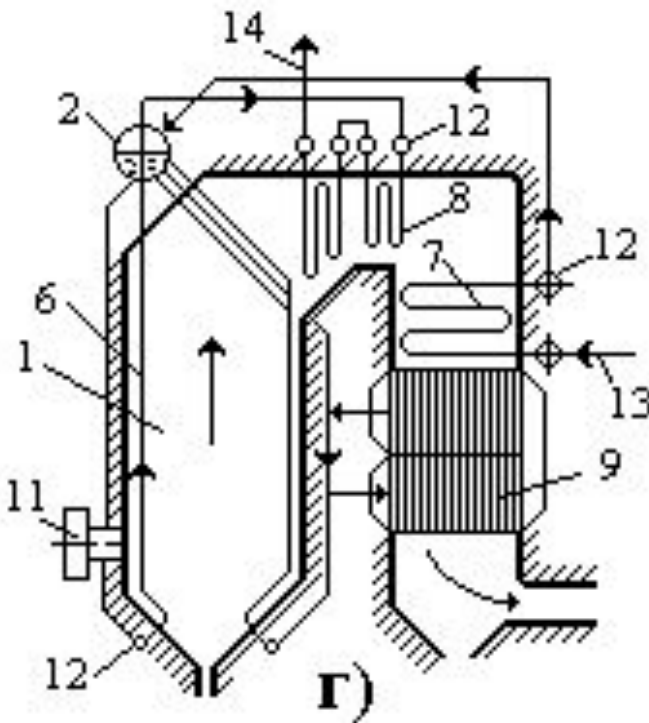


Рис. 9.2. Циркуляционная схема подачи жидкого топлива.

1 — цистерна; 2 — эстакада; 3 и 9 — мазутомеры; 4 — насос перекачивающий; 5 — фильтр грубой очистки; 6 — желоб сливной; 7 — приемная емкость; 8 — фильтр тонкой очистки; 10 и 13 — подогреватели паровые; 11 — насос; 12 — фильтр грубой очистки; 14 — емкость основная; 15 — сливной клапан.

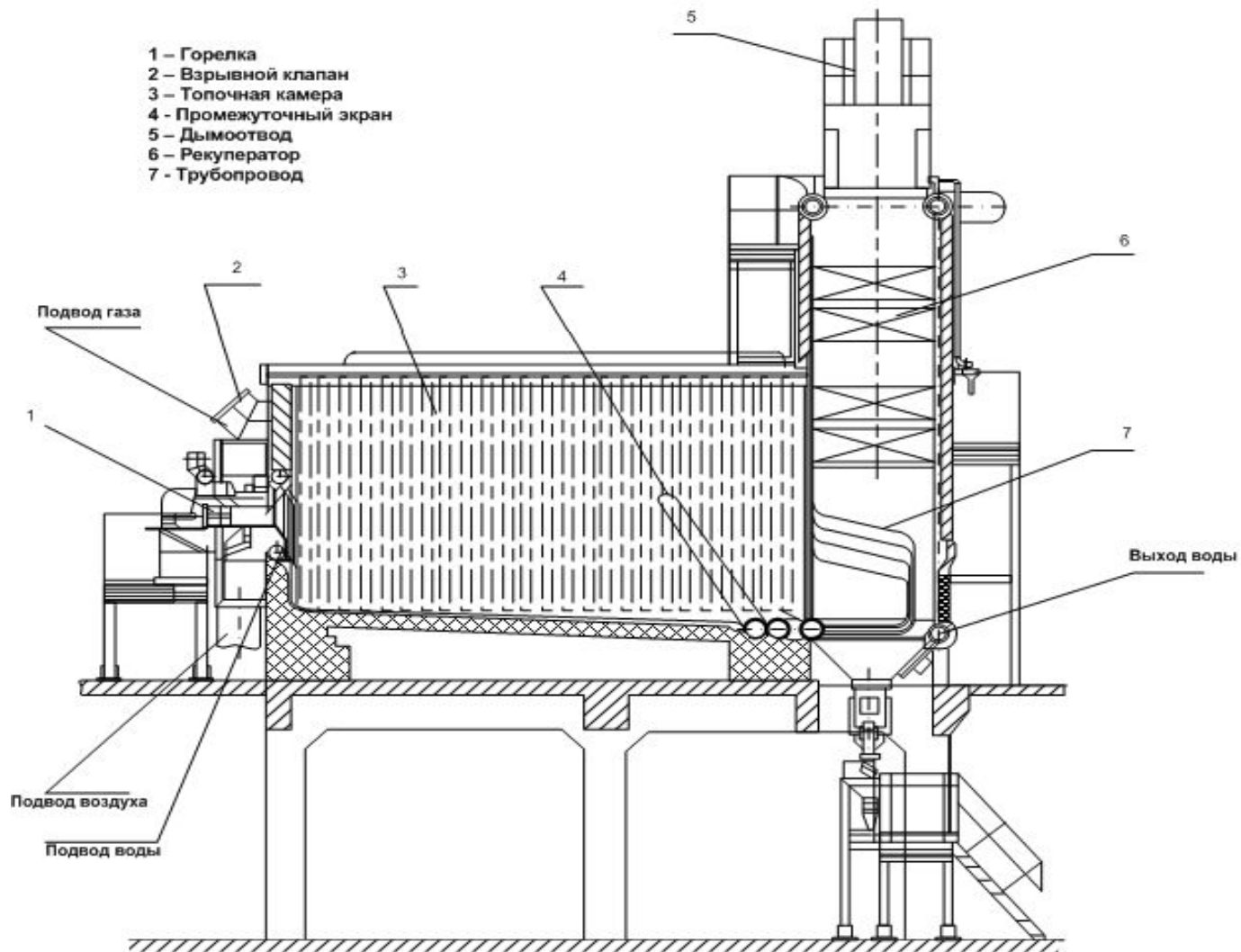


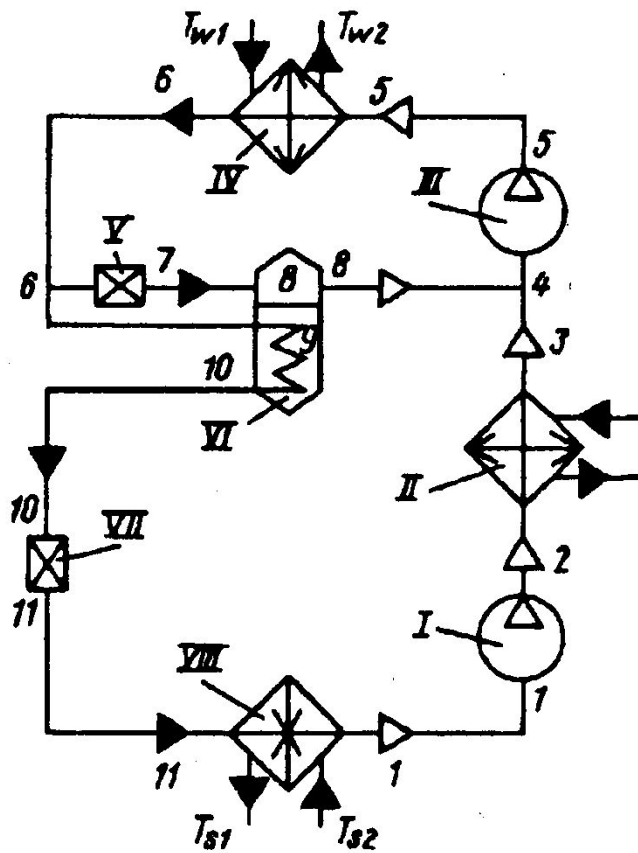
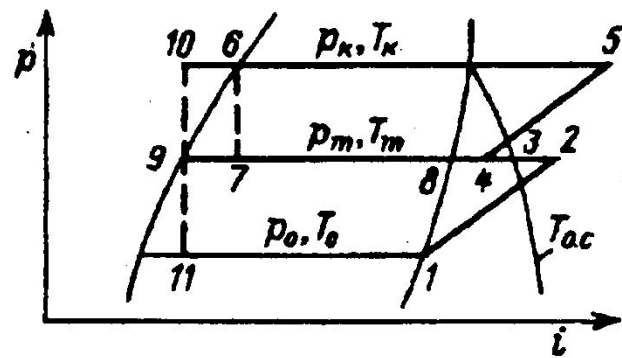
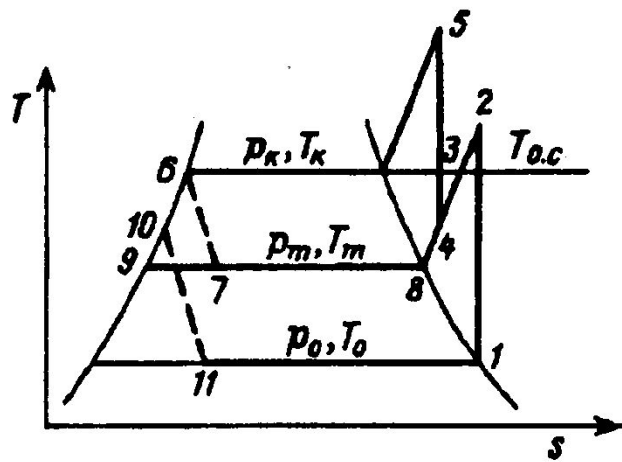
1 - топка; 2 - барабан-сепаратор; 3 - нижний барабан; 4, 5 - раздающая и отводящая плоские камеры; 6 - обогреваемые парообразующие трубы; 7 - экономайзер; 8 - пароперегреватель; 9 - воздухоподогреватель; 10 - колосниковая решетка; 11 - горелка; 12 - распределительный коллектор; 13 - вход воды в котел; 14 - выход пара

Вода из верхнего барабана по системе опускных труб конвективного пучка, расположенных в чистовом и солевом отсеках, поступает в нижний барабан, а из нижнего барабана вода (пароводяная смесь) по системе подъемных экранных труб правого топочного экрана поступает в верхний барабан котла. Работа контура циркуляции воды заднего топочного экрана. Вода по системе опускных труб конвективного пучка, расположенных в солевом отсеке, поступает в нижний коллектор заднего экрана (основная вода). В этот же коллектор поступает дополнительная неиспарившаяся вода из верхнего коллектора по рециркуляционной трубе. Из нижнего коллектора по системе подъемных экранных труб заднего экрана вода (пароводяная смесь) поступает в верхний коллектор. Из верхнего коллектора пар поступопоступает в солевой отсек верхнего барабана, а неиспарившаяся вода по рециркуляционной трубе стекает обратно в нижний коллектор. Работа контура циркуляции воды конвективного пучка (упрощённый вариант). Вода из верхнего барабана по системе опускных труб конвективного пучка, чистового отсека, расположенных во фронтальной части котла, где температура дымовых газов ниже поступает в нижний барабан. Одновременно в нижний барабан поступает вода из солевого отсека верхнего барабана по трём опускным трубам большого диаметра. Из нижнего барабана вода по системе подъемных труб конвективного пучка, расположенных в месте входа дымовых газов в конвективный пучок, поступает в верхний барабан котла.

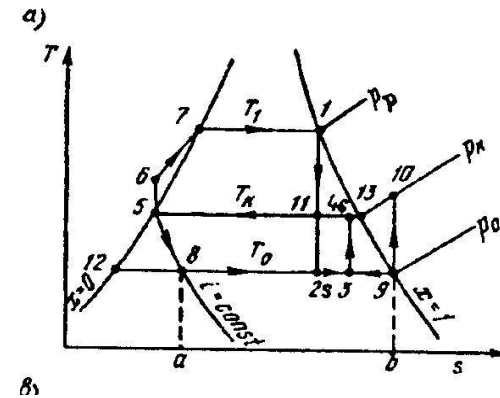
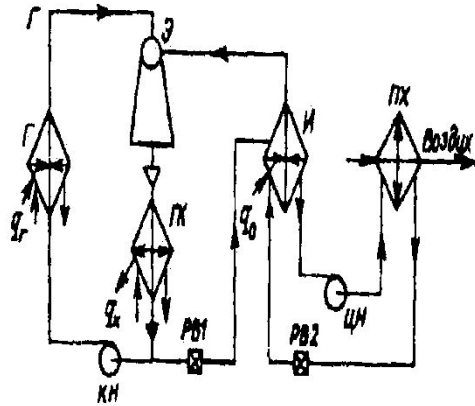


- 1 – Горелка
- 2 – Взрывной клапан
- 3 – Топочная камера
- 4 – Промежуточный экран
- 5 – Дымоотвод
- 6 – Рекуператор
- 7 - Трубопровод





Рабочее вещество в состоянии сухого насыщенного пара (точка 1) поступает в компрессор первой ступени I, где изоэнтропно сжимается (процесс 2-1) и направляется в промежуточный теплообменник II. В теплообменнике рабочее вещество охлаждается (процесс 2-3) за счет окружающей среды. Наличие теплообменника не обязательно и зависит от режима работы машины и рабочего вещества, так как если точка 2 находится на уровне температуры окружающей среды, то его установка теряет смысл. После теплообменника происходит смешение рабочего вещества, идущего из первой ступени и из промежуточного сосуда VI. После смешения состояние рабочего вещества определяется точкой 4. Затем рабочее вещество поступает в компрессор второй ступени III, где изоэнтропно сжимается (процесс 4-5), потом - в конденсатор IV, где сначала охлаждается до состояния сухого насыщенного пара и конденсируется (процесс 5-6). Большая часть рабочего вещества идет через змеевик промежуточного сосуда, а меньшая - дросселируется во вспомогательном дроссельном вентиле V (процесс 6-7). В промежуточном сосуде влажный пар, который получился после дросселирования, делится на составляющие: сухой насыщенный пар (состояние 8), идущий во вторую ступень, и насыщенную жидкость (состояние 9), скапливающуюся в нижней части промежуточного сосуда. Под воздействием теплоты, которая поступает от рабочего вещества, идущего по змеевику, жидкость кипит при давлении  $p_m$ . Пар, образовавшийся при кипении, также отсасывается компрессором второй ступени. Рабочее вещество, которое идет по змеевику, охлаждается (процесс 6-10), затем дросселируется в основном дроссельном вентиле VII (процесс 10-11) и поступает в испаритель VIII, где кипит (процесс 11-1).



Рабочий пар из парогенератора Г, образованный в нем за счет подвода теплоты  $q_r$ , направляется в сопло эжектора Э. В сопле потенциальная энергия пара преобразуется в кинетическую энергию - скорость пара возрастает. Струя рабочего пара, увлекая холодный пар, идущий из испарителя И, смешивается с ним в камере смешения эжектора. Смесь рабочего и холодного пара направляется в диффузор эжектора, в котором давление смеси повышается вследствие снижения скорости. Таким образом, за счет кинетической энергии струи рабочего пара осуществляется работа сжатия смеси рабочего и холодного пара от давления в испарителе  $p_0$  до давления в конденсаторе  $p_k$ . Теплота конденсации  $q_k$  в конденсаторе ГК отводится водой, а образовавшийся конденсат направляется по двум потокам: одна часть конденсата в количестве, равном массе рабочего пара, подается конденсатным насосом КН в парогенератор Г, другая - через дроссельный вентиль РВ1 поступает в испаритель И. Вода в испарителе охлаждается в результате ее частичного испарения при глубоком вакууме. Количество теплоты, отводимой холодным паром, зависит от удельной теплоты парообразования воды при давлении и температуре в испарителе и расхода холодного пара. Из испарителя И образующийся пар непрерывно отсасывается эжектором, благодаря чему в испарителе поддерживаются постоянное низкое давление и непрерывный процесс испарения. Теоретический совмещенный цикл ПЭХМ на s-T-диаграмме показан на рис. 4.2. Рабочий пар с давлением  $p_p$  расширяется в сопле до давления  $p_0$  изоэнтропно - процесс 1-2s. Из испарителя подсасывается холодный пар состояния 9. В камере смешения образуется влажный пар состояния 3, который сжимается в диффузоре до давления  $p_k$  изоэнтропно - процесс 3-4s. Процесс 4s-5 - конденсация; процесс 5-6 соответствует адиабатной работе насоса, перекачивающего конденсат в парогенератор. Процесс 5-8 - дросселирование части конденсата, идущего в испаритель. Процесс 8-9 - кипение в испарителе, а 6-7-1 - процессы нагрева воды и парообразования в парогенераторе. В машине совершаются два цикла. Если условно представить сжатие в эжекторе отдельно рабочего пара (процесс 2s-11) и холодного пара (процесс 9-10), то прямой цикл будет изображаться процессами 1-11-5-6-7-1, а обратный - процессами 9-10-5-8.