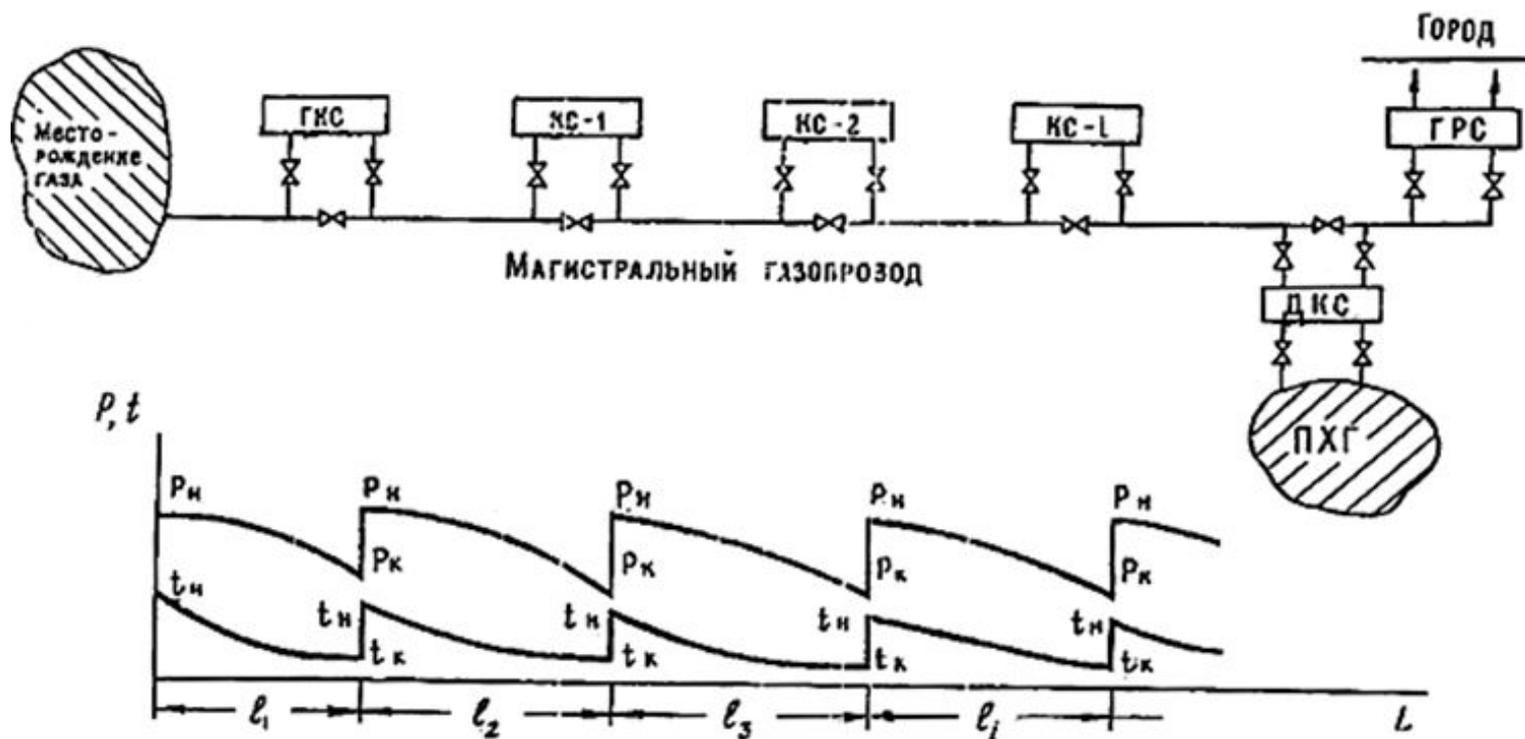


ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Подготовка к итоговой аттестации

НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ КС



На магистральных газопроводах различают три основных типа КС: головные компрессорные станции, линейные компрессорные станции и дожимные компрессорные станции.

НАЗНАЧЕНИЕ ГОЛОВНЫХ КС

- Создание необходимого давления технологического газа для его дальнейшего транспорта по магистральным газопроводам.
- Принципиальным отличием ГКС от линейных станций является высокая степень сжатия на станции, обеспечиваемая последовательной работой нескольких ГПА с центробежными нагнетателями или поршневыми газомоторными компрессорами. На ГКС предъявляются повышенные требования к качеству подготовки технологического газа.

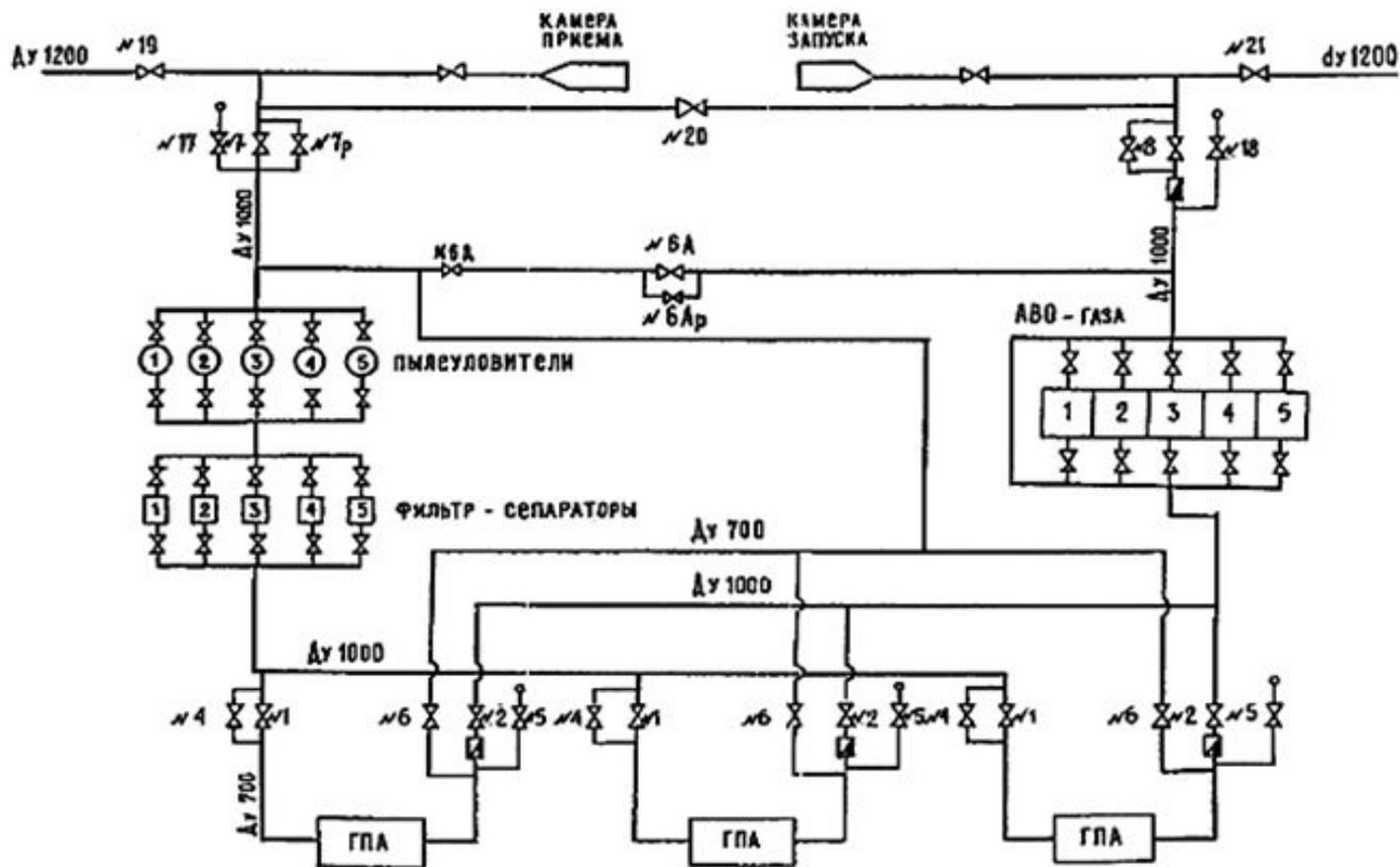
НАЗНАЧЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ КС

- Компримирование поступающего на станцию природного газа, с давления входа до давления выхода, обусловленных проектными данными. Тем самым обеспечивается постоянный заданный расход газа по магистральному газопроводу.
- Линейные компрессорные станции устанавливаются на магистральных газопроводах, как правило, через 100-150 км.

НАЗНАЧЕНИЕ ДОЖИМНЫХ КС

- Подача газа в подземное хранилище газа от магистрального газопровода и отбор природного газа из подземного хранилища (как правило, в зимний период времени) для последующей подачи его в магистральный газопровод или непосредственно потребителям газа.
- ДКС строятся также на газовом месторождении при падении пластового давления ниже давления в магистральном трубопроводе.
- Отличительной особенностью ДКС от линейных КС является высокая степень сжатия 2-4, улучшенная подготовка технологического газа (осушители, сепараторы, пылеуловители), поступающего из подземного хранилища с целью его очистки от механических примесей и влаги, выносимой с газом.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА КС



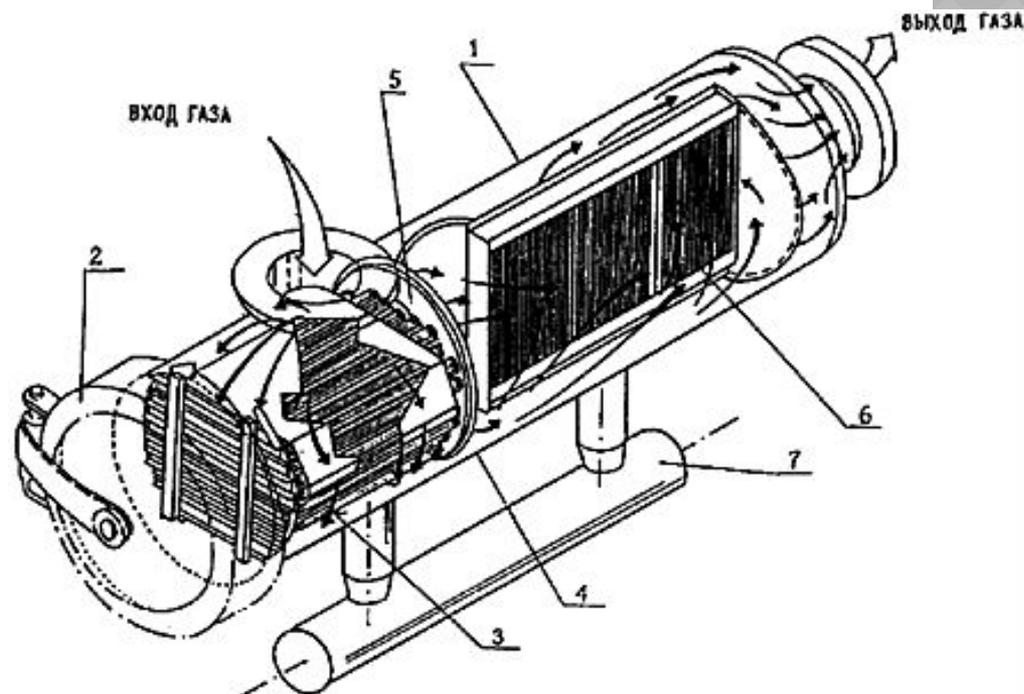
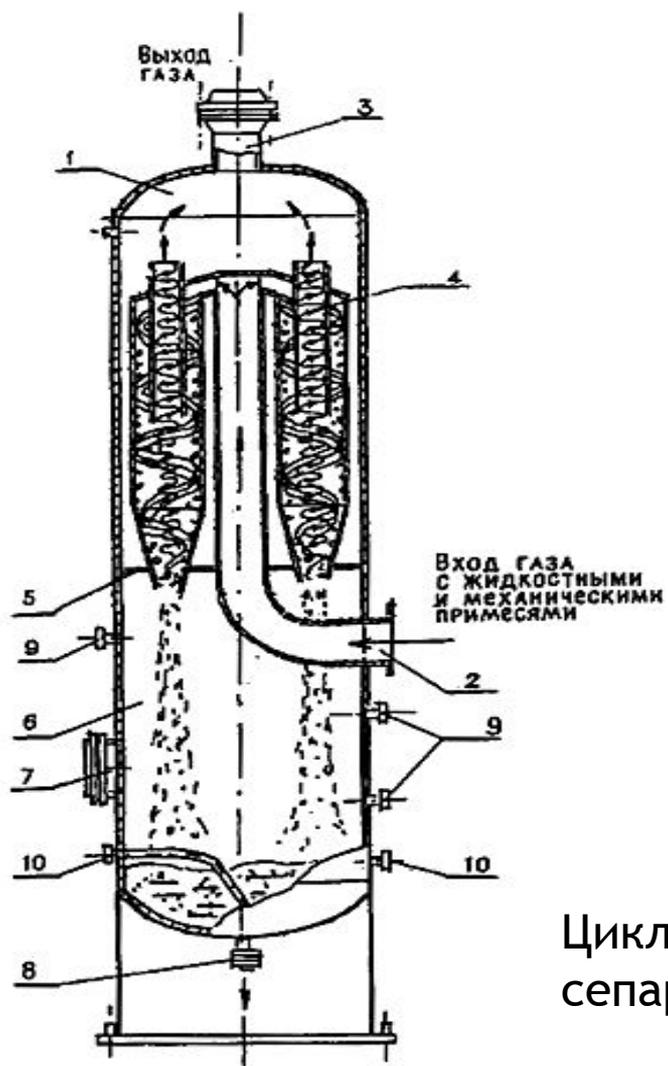
В зависимости от типа центробежных нагнетателей, используемых на КС, различают две принципиальные схемы обвязок ГПА:

- схема с последовательной обвязкой, характерная для неполнонапорных нагнетателей;
- схема с параллельной коллекторной обвязкой, характерная для полнонапорных нагнетателей.

НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБВЯЗКИ КОМПРЕССОРНОГО ЦЕХА:

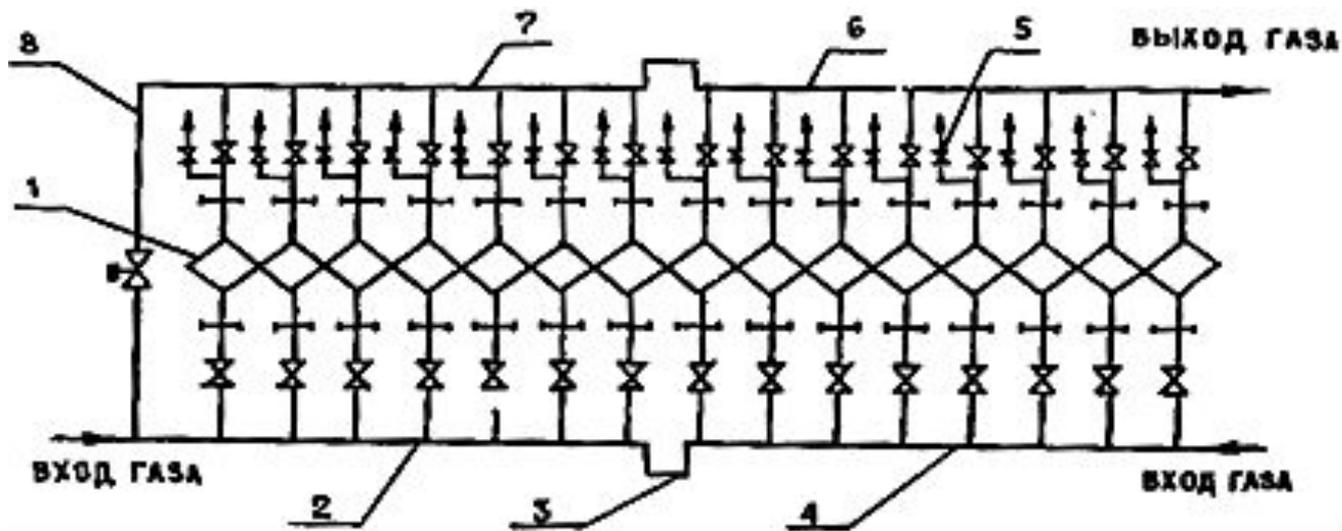
- Прием на КС технологического газа из магистрального газопровода;
- очистка технологического газа от мех.примесей и капельной влаги в пылеуловителях и фильтр-сепараторах;
- распределение потоков для последующего сжатия и регулирования схемы загрузки ГПА;
- охлаждение газа после компримирования в АВО газа;
- вывод КЦ на станционное "кольцо" при пуске и остановке;
- подача газа в магистральный газопровод;
- транзитный проход газа по магистральному газопроводу, минуя КС;
- при необходимости сброс газа в атмосферу из всех технологических газопроводов компрессорного цеха через свечные краны.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

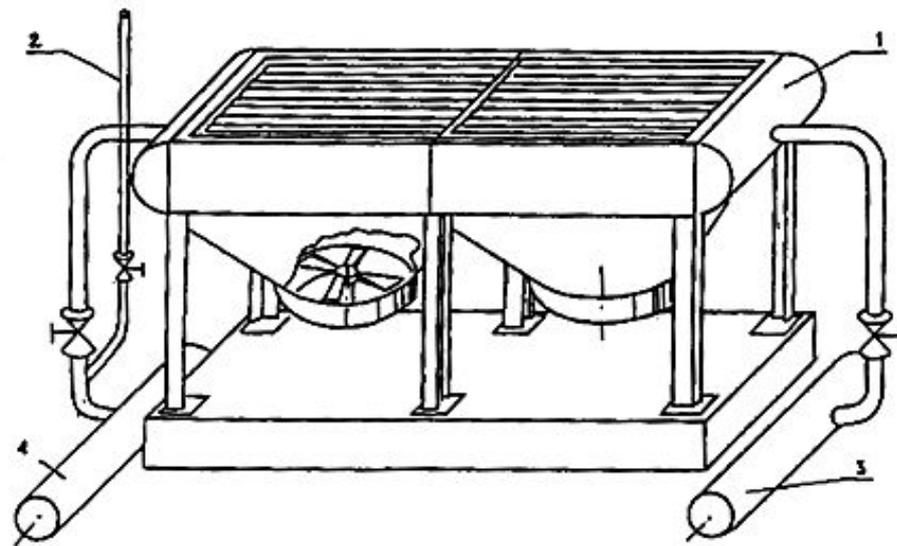


Циклонный пылеуловитель и фильтр-сепаратор

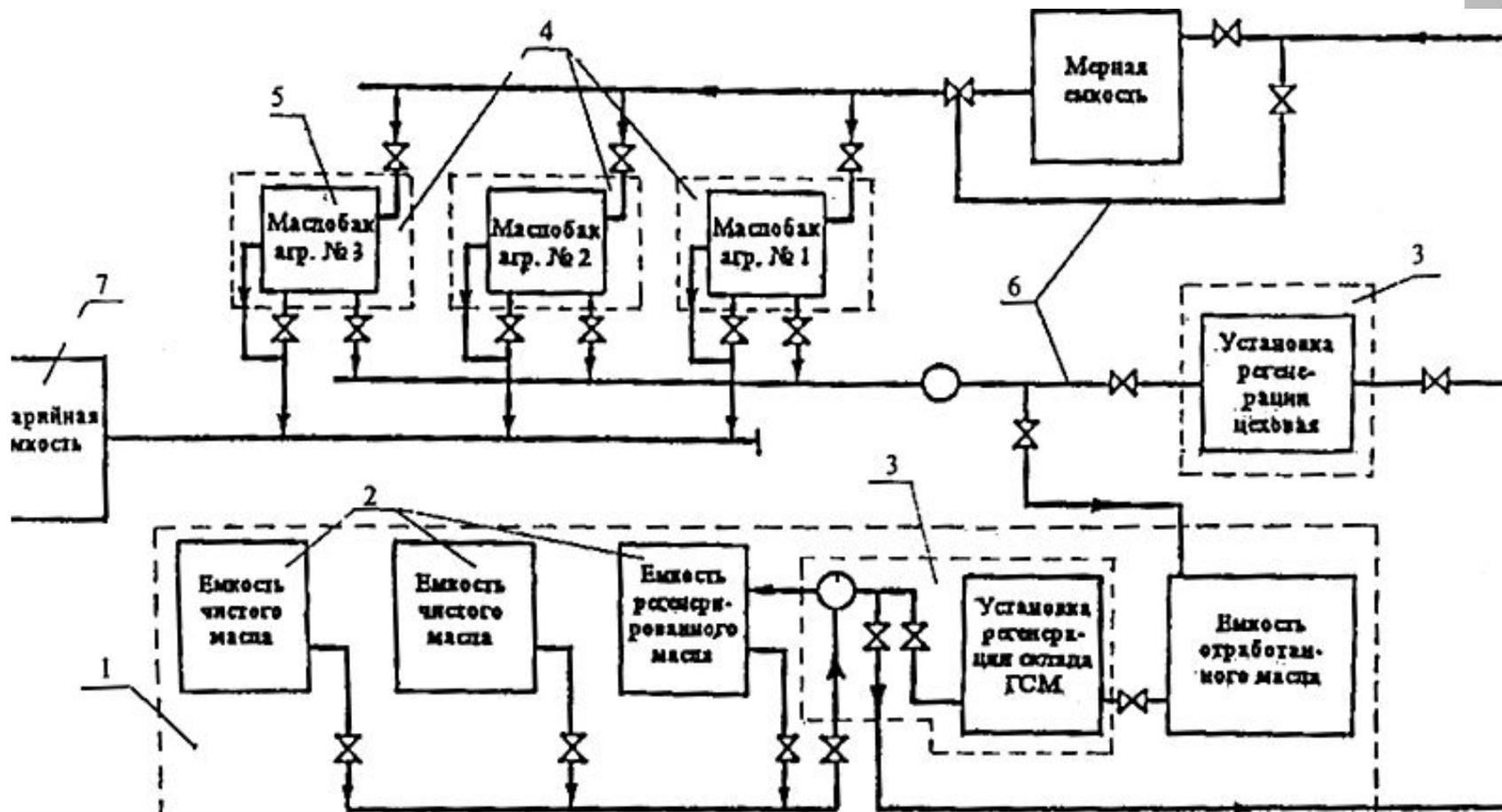
СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ КС



План-схема обвязки аппаратов
воздушного охлаждения газа:
1 - аппарат воздушного охлаждения
газа; 2, 4, 6, 7 - коллекторы;
3 - компенсаторы; 5 - свечи; 8 -
обводная линия

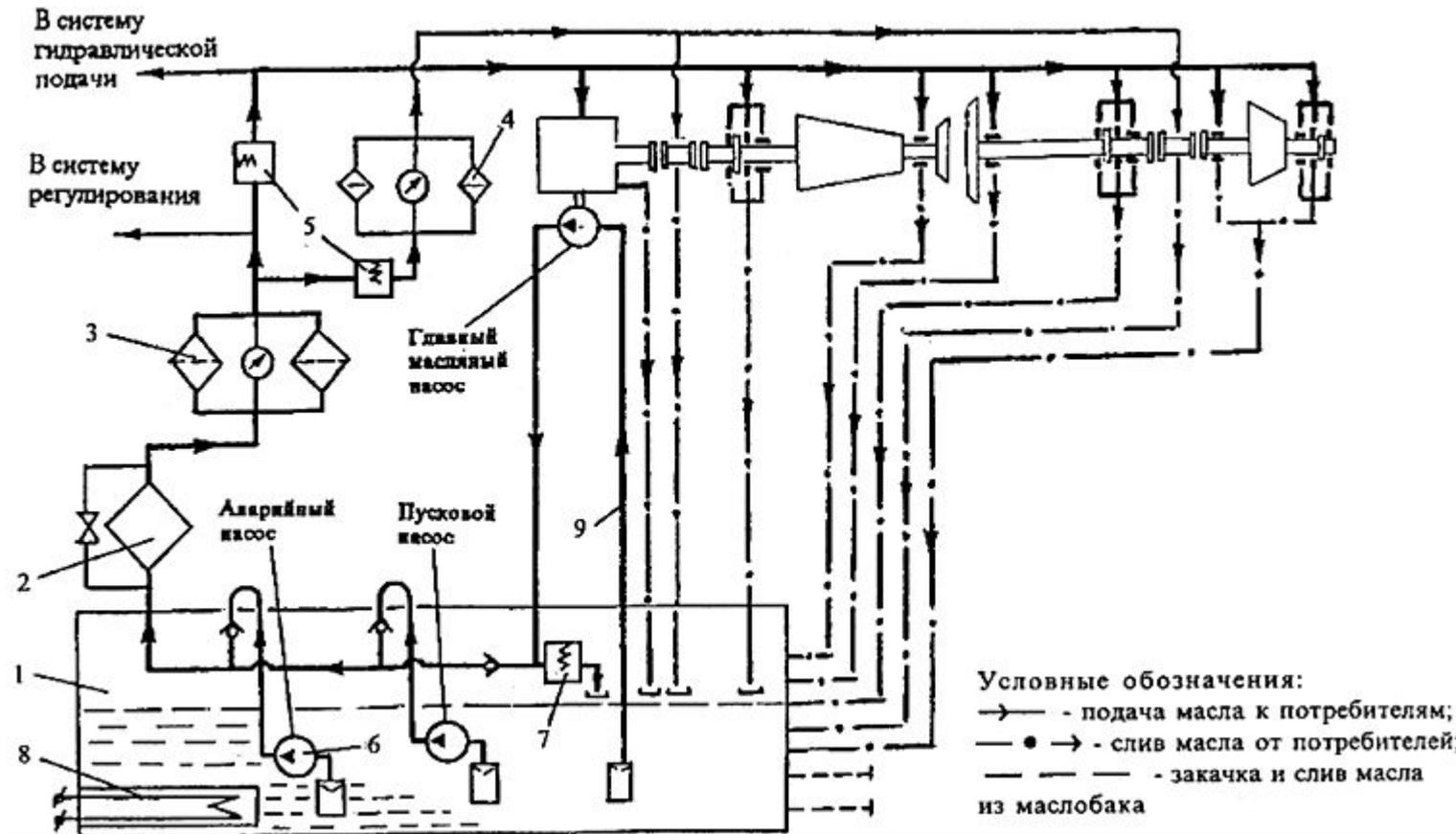


ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ МАСЛОСНАБЖЕНИЯ КС



Общеховая маслосистема, предназначенная для приема, хранения и предварительной очистки масла перед подачей его в расходную емкость цеха.

СИСТЕМА СМАЗКИ ГПА

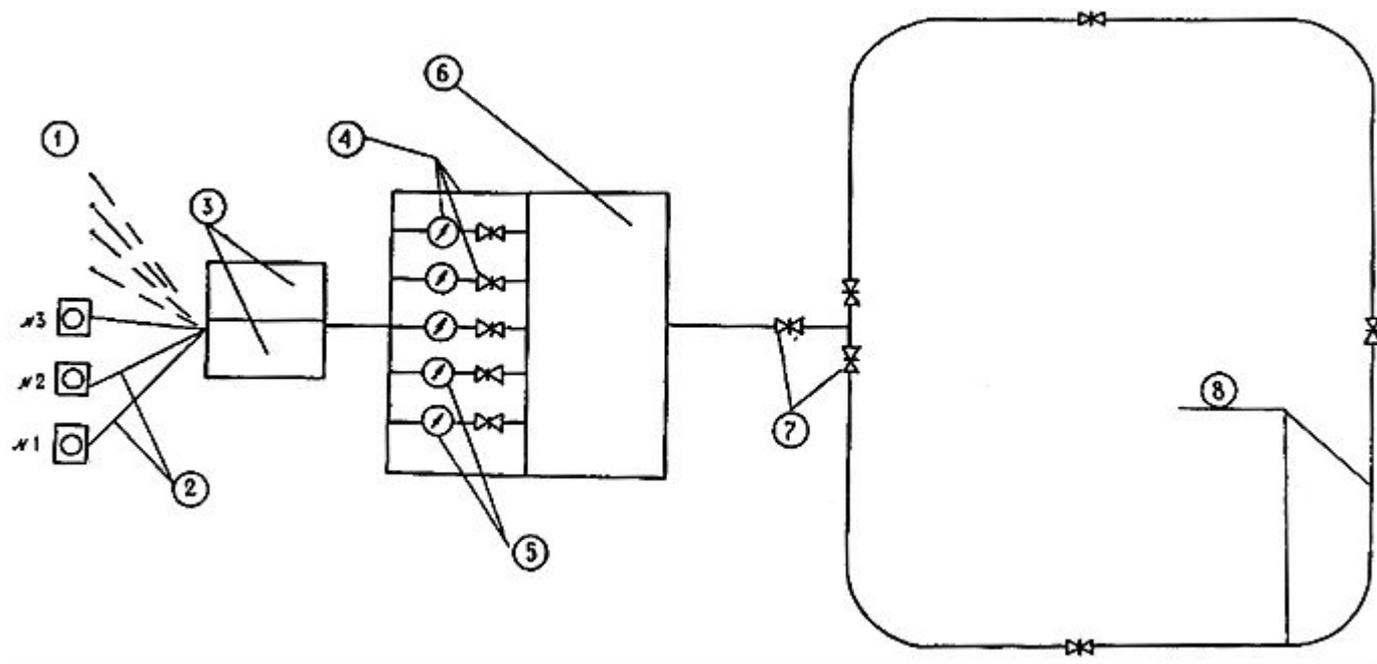


1 - маслобак; 2 - охладитель масла; 3 - фильтры масляные; 4 - фильтры масляные муфт; 5 - регулятор давления; 6 - маслонасосы; 7 - предохранительный клапан; 8 - подогреватель; 9 - маслопроводы

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КС

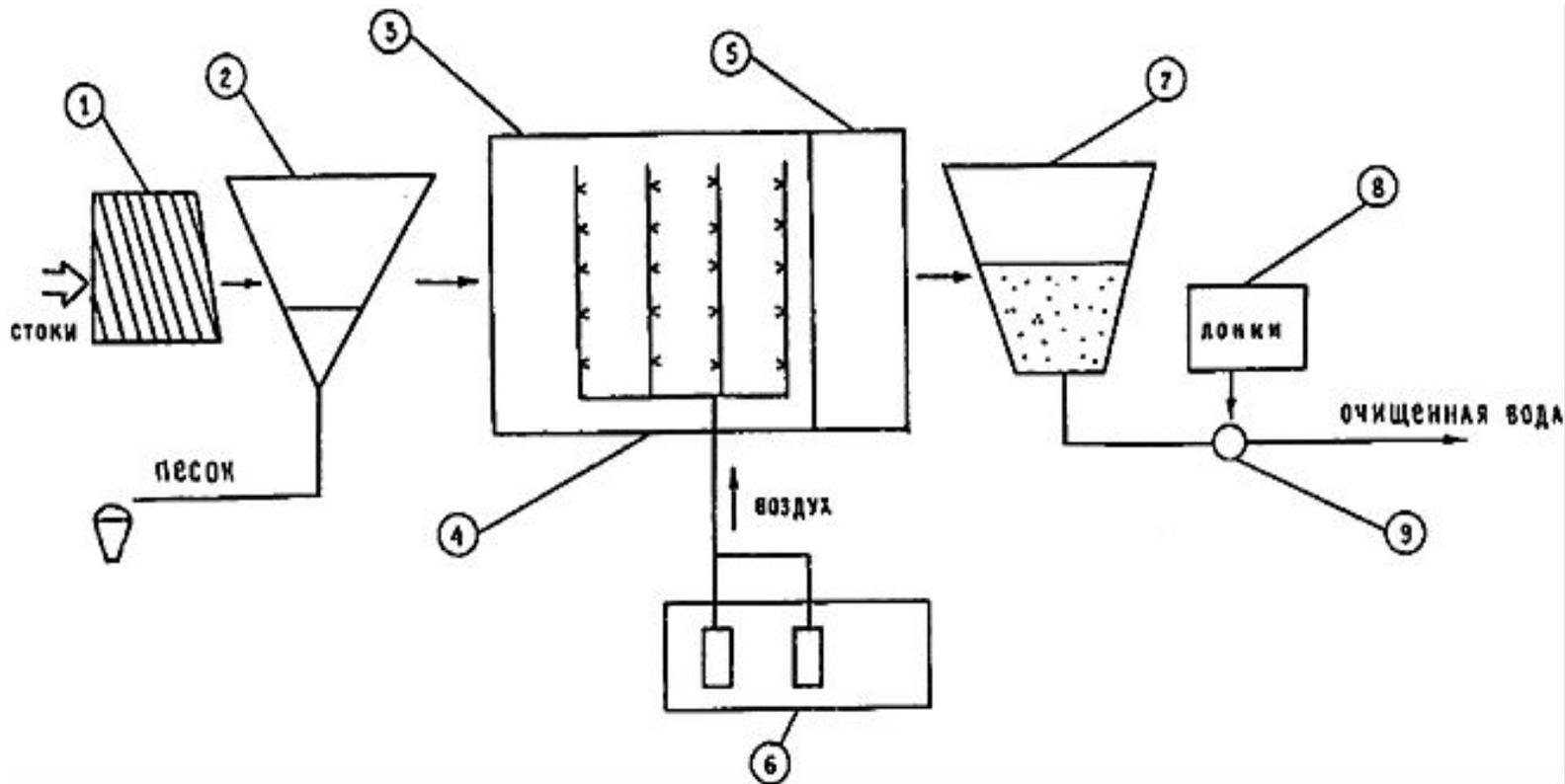
- По Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) и согласно РД 51-122-87 ("Категорийность электроприемников объектов газовой промышленности") электроснабжение КС должно осуществляться от 2 независимых источников электропитания, т.е. по I категории. I категория электроснабжения допускает перерыв только на время действия автоматики включения резерва (АВР) 1-3 с. Кроме этого, КС должны быть обеспечены третьим аварийным источником электроснабжения - дизельной или газовой электростанцией.

СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ КС



1 - артезианские скважины; 2 - напорный трубопровод; 3 - хозяйственно-противопожарные емкости; 4 - хозяйственные питьевые насосы; 5 - пожарные насосы; 6 - установка подготовки воды с обеззараживающей установкой; 7 - задвижки; 8 - кольцевой водопровод.

СИСТЕМА КАНАЛИЗАЦИИ КС

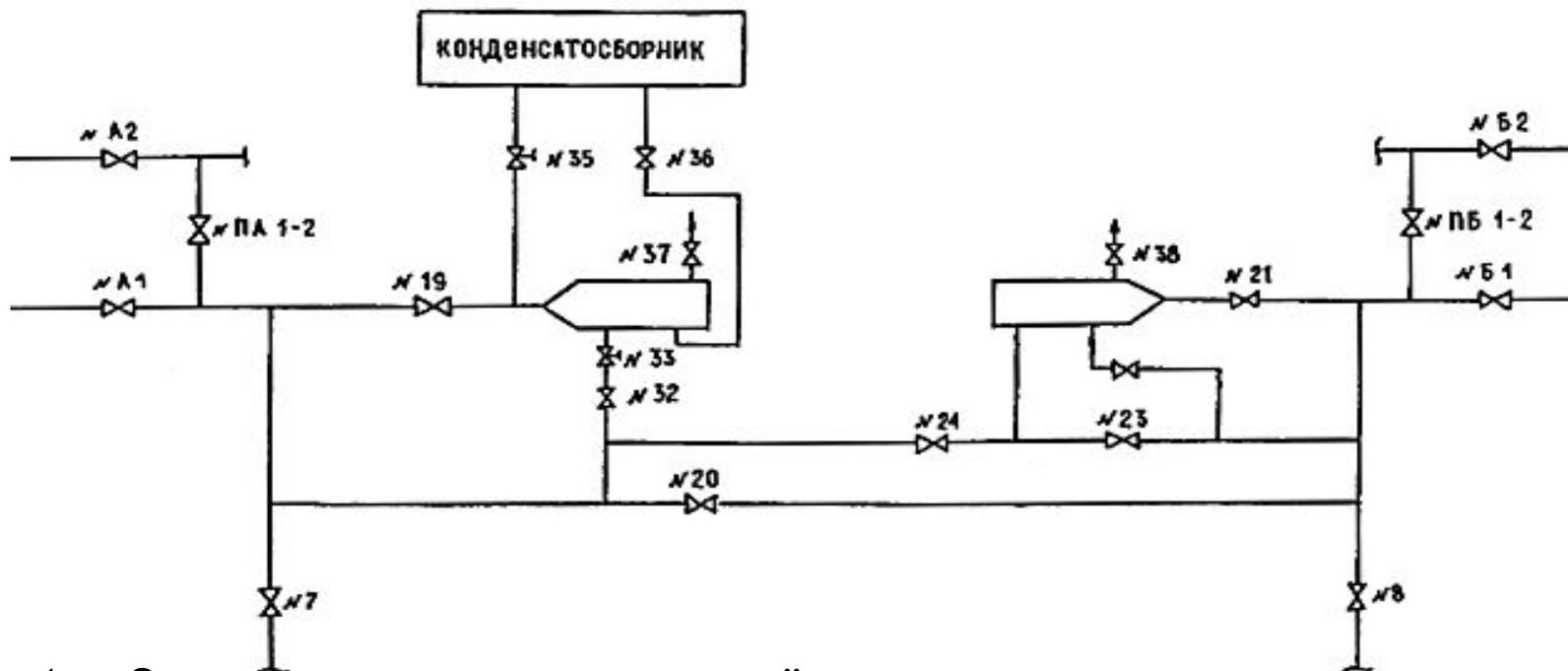


1- решетка, для улавливания крупных отбросов; 2- песколовка, для улавливания песка и мелких неорганических примесей; 3 - первичный отстойник; 4 - аэротенк; 5 - вторичный отстойник; 6 - компрессорная с воздуходувками типа 2АФ49-53; 7 - песчаный фильтр; 8 - установка хлорирования капельного типа "ЛОНИИ"; 9 - контактный колодец, где происходит непосредственное хлорирование.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ КС

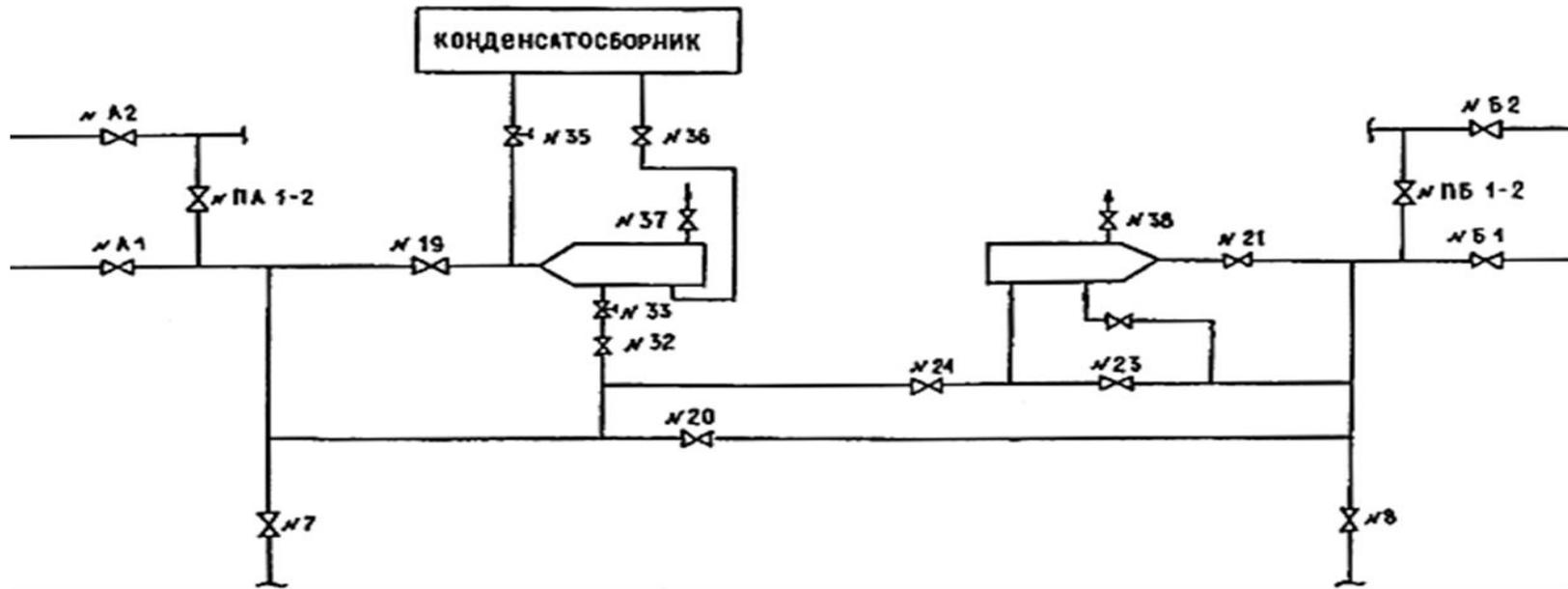
- Теплоснабжение помещений КС осуществляется от собственных стационарных (блочных) котельных, оборудованных водогрейными стальными котлами на газе мощностью 0,8-8 МВт.
- Мощность и количество котлов определяются проектом с учетом покрытия тепловых нагрузок в самые сильные морозы и с учетом резервирования. Как правило, это 3-4 котла на промплощадку.
- Котельные полностью автоматизированы, не имеют постоянного закрепленного персонала и обслуживаются сменным персоналом КС.
- Компрессорные станции, имеющие постоянно работающие газотурбинные агрегаты, обеспечиваются теплом от утилизаторов ГПА. Утилизатор представляет собой блок из пучка стальных оребренных труб, устанавливаемых в выхлопную шахту ГПА.

РАБОТА КС ПРИ ПРИЕМЕ ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ



1. Опрессовывается камера приёма поршня, продувается через свечу 37 и заполняется газом от крана 19 (кран 19 закрыт).
2. При подходе поршня к охранному крану А1, перемычку ПА 1-2 закрыть.
3. После прохождения поршнем крана А1 КС выводится на «кольцо»: открывается кран 6, закрываются краны 7 и 8, кран 35 открывают для отвода загрязнений в конденсатосборник.
4. После прохождения тройника на входе КС открыть кран 19 и кран 36. Поршень заходит в камеру приёма за счёт перепада давления.

РАБОТА КС ПРИ ЗАПУСКЕ ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ



1. Поршень укладывается в лоток-поддон, затем устанавливается в камеру запуска.
2. Закрывают камеру, производят опрессовку, поднимают давление в камере до рабочего.
3. По команде открывают выходной кран 21 и кран 23 для расхода газа через камеру.
4. Плавно прикрывая кран 8 увеличивают расход газа через камеру до достижения перепада давления.
5. После прохождения тройника на выходе КС кран 8 закрывают, кран 23 закрывают.
6. После прохождения охранного крана Б1 открывают перемычку ПБ 1-2.

ПОДГОТОВКА ГПА К ПУСКУ

- При подготовке ГПА к пуску необходимо:
- провести внешний осмотр оборудования и убедиться в отсутствии посторонних предметов, особо тщательно проверить отсутствие горючих материалов, а также баллонов с кислородом или пропаном;
- выполнить осмотр входного и выходного тракта ГПА (газоходов и воздухопроводов), а также воздухозаборной камеры на отсутствие посторонних предметов, надежного крепления фильтров на всасе;
- выполнить контрольный анализ масла и проверить его уровень в маслобаке и гидрозатворе переливного устройства;
- убедиться, что температура масла в маслобаке выше $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, при необходимости обеспечить его подогрев;
- проверить положение опор ГПА, опор и компенсаторов трубопроводов, тяг, связей, фундаментов и дистанционных болтов, шпонок, устройств контроля температурных расширений корпусов ГПА, воздухопроводов и газоходов;
- проверить положения запорной арматуры в обвязке ГПА. При этом краны № 5, 3бис, 9, 10 должны быть открыты, а краны № 1, 2, 4, 6, 11, 12, 13, 14, 15 закрыты;
- убедиться в готовности к действию системы загазованности, системы и средств пожаротушения;
- при температуре наружного воздуха от $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ необходимо включить систему антиобледенения;
- проверить наличие и оформление всей ремонтной документации;
- убедиться в наличии необходимого давления топливного и пускового газа, в открытии вентилей на подачу импульсного газа к запорной арматуре;
- подать оперативное напряжение на системы управления и силовое напряжение на остальные системы и устройства агрегата.

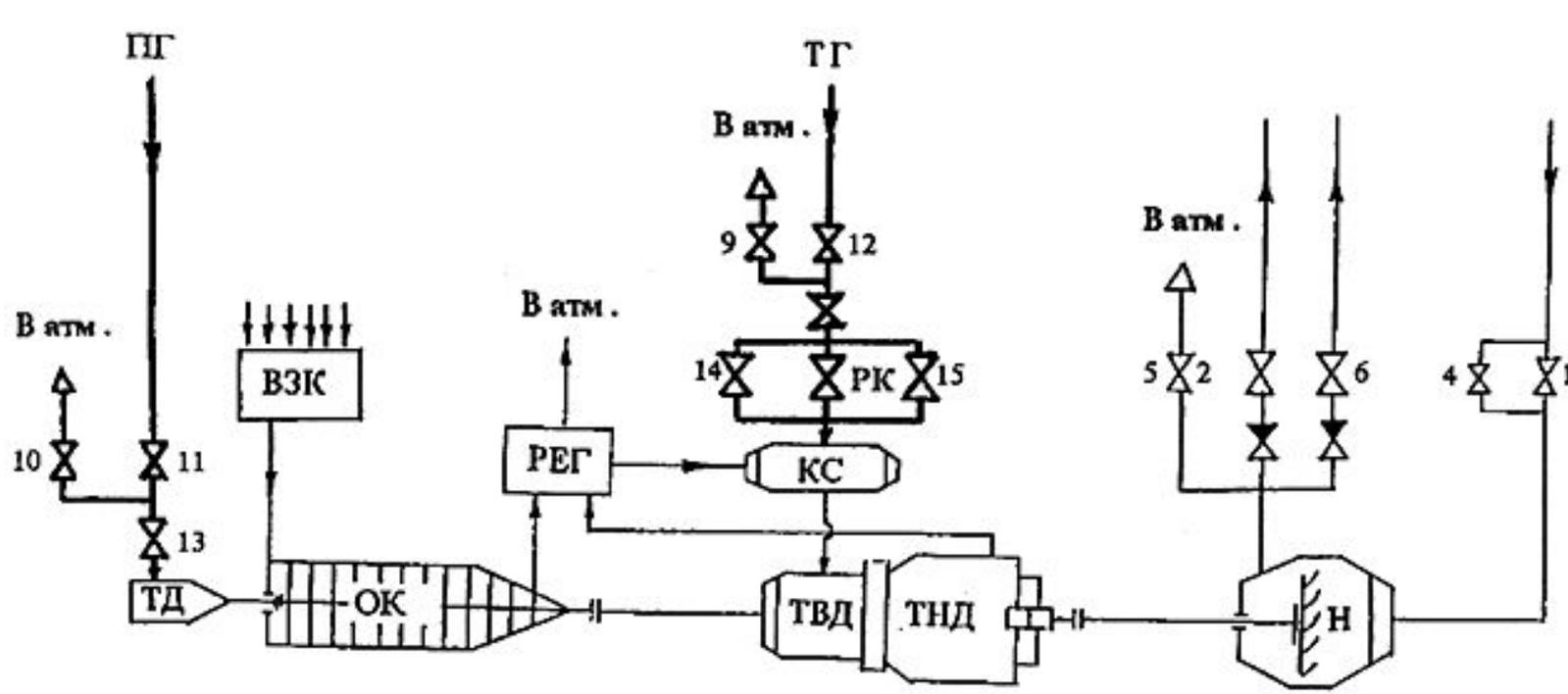
ПРОВЕРКА ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ

- *Защита по давлению масла смазки.*
Останавливает агрегат при падении давления масла в смазочных системах турбины и нагнетателя ниже установленных величин ($< 0,2 \text{ кгс/см}^2$).
- *Защита по погасанию факела.* Во время нормального запуска агрегата светочувствительные элементы фотореле обнаруживают установление пламени в камере сгорания и разрешают продолжать последовательность запуска агрегата. В противном случае прекращается подача топливного газа.
- *Защита по осевому сдвигу роторов.*
Срабатывает, останавливая агрегат, при увеличении давления масла в системе защиты по осевому сдвигу выше установленных величин.

- *Защита по перепаду между маслом уплотнения и газом в полости нагнетателя (защита "масло-газ").* Для предотвращения протечек газа по валу из нагнетателя в машинный зал применяется система уплотнения нагнетателя. С этой целью к торцевому уплотнению, совмещенному с опорным вкладышем подшипника нагнетателя, подается масло с давлением на $1,0-1,5 \text{ кгс/см}^2$ больше давления газа в нагнетателе.
- *Защита от превышения температуры газа.*
- *Защита по превышению частоты вращения роторов ТВД, ТНД и турбодетандера.* для защиты газовой турбины от возможных повреждений, вызываемых превышением максимальной частоты вращения валов ТНД, ТВД и турбодетандера. При повышении частоты вращения может произойти отрыв лопаток, разрушение замков и дисков, могут появиться осевые сдвиги и разрушения подшипников, корпусных деталей ГТУ и т.д.

- ◉ *Защита по температуре подшипников.* Выдает предупреждающий (при 75 °С) и аварийный (при 80 °С) сигналы при возрастании температуры выше допустимой, что может привести к разрушению подшипников, выплавлению баббита вкладышей, осевым сдвигам, повышенной вибрации и т.п.
- ◉ *Система защиты от вибрации.* Защита агрегата от вибрации осуществляется с помощью датчиков, размещаемых на корпусах подшипников ГПА.

ПУСК ГПА И ЕГО ЗАГРУЗКА



ТГ - топливный газ; ПГ - пусковой газ; ВЗК - воздухозаборная камера; ТД - турбодетандер; ОК - осевой компрессор; КС - камера сгорания; ТВД - турбина высокого давления; ТНД - турбина низкого давления; Н - нагнетатель; РЕГ - регенератор

ТИПОВОЙ АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПУСКА СТАЦИОНАРНОГО ГПА С ПОЛНОНАПОРНЫМ НАГНЕТАТЕЛЕМ

- Первый этап: раскрутка ротора осевого компрессора и турбины высокого давления.
- Второй этап: раскрутка ротора турбокомпрессора совместно турбодетандером и турбиной.
- Третий этап: дальнейший разгон ротора турбокомпрессора путем постепенного увеличения подачи газа в камеру сгорания.

НОРМАЛЬНАЯ ОСТАНОВКА ГПА

- При последовательной работе агрегатов осуществляется отключение ГПА от режима работы в трассу и переход на режим "кольцо" открытием станционного крана № 6. Постепенно снижают обороты до минимальной частоты вращения валов ТНД и нагнетателей.
- После нажатия кнопки "НО" агрегат отключают от газопровода. При этом открываются краны № 3 и 3бис и закрываются краны № 1 и 2.

АЛГОРИТМ АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКИ

- а) при срабатывании системы защиты закрывается стопорный клапан подачи топлива. Открываются краны № 6, 3, 3бис, закрываются всасывающий № 1 и нагнетательный № 2 краны. После того, как всасывающий и нагнетательный краны закрылись, выпускной кран № 5 открывается, стравливая газ из контура нагнетателя в атмосферу;
- б) при нажатии на кнопку "Аварийная остановка" закрывается стопорный клапан подачи топлива. Одновременно краны № 6, 3, 3бис, 5 открываются, а краны № 1 и 2 закрываются, т.е. газ стравливается в атмосферу до закрытия кранов № 1 и 2.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ГПА И СИСТЕМ КС ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

- Поддержание рабочих температур продуктов сгорания по тракту ГТУ, не допуская превышения установленных величин. Замер производится термомпарами, установленными перед турбиной высокого давления (ТВД) или за силовой турбиной (СТ);
- не допускать превышения мощности ГПА выше допустимой и особенно при отрицательных температурах наружного воздуха;
- обеспечивать работу ГПА только в зонах разрешенных частот вращения роторов;
- контроль за давлением, температурой и качеством масла в смазочных системах, регулирования и уплотнения. Обеспечение температурного режима работы подшипников, перепада давления в масляных фильтрах, контроль за состоянием осевых сдвигов роторов;
- определение величины и изменения удельного расхода масла в маслосистеме, контроль за уровнем масла в маслобаках и своевременная их дозаправка. Контроль за перепадом масло-газ и отсутствием загазованности в маслобаке;
- контроль величины уровня вибрации ГПА и трубных обвязок в пределах агрегата, который производится штатной системой виброзащиты и переносными приборами.

Условно, контроль за состоянием ГПА в процессе работы можно разделить на 3 составляющих:

1. обеспечение технологического режима КС;
2. обслуживание ГПА;
3. контроль за состоянием вспомогательного оборудования и систем.

ОЧИСТКА ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Очистка с помощью твердых очистителей. В качестве твердых очистителей применяются органические материалы: молотая скорлупа орехов с диаметром частиц 0,8-1,7 мм или обычный рис.
- Промывка с помощью жидких моющих средств. В качестве моющих средств используются специальные растворы "Синвал", "М1", "М2", "Прогресс" и т.д.
- Специальное покрытие лопаток.
- Разборка проточной части ГПА с промывкой каждой лопатки.

ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ГПА

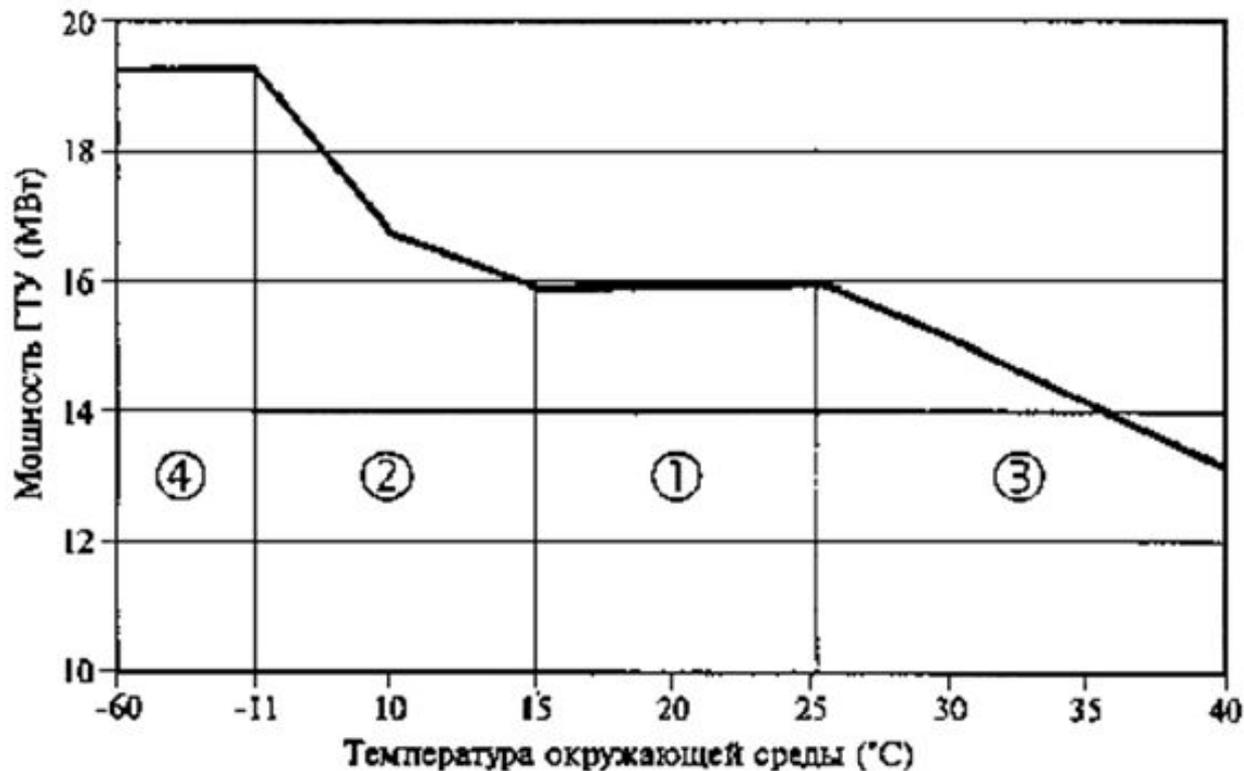
- Дефекты подразделяются на явные и скрытые.
- Методы контроля:
- Визуально-оптический метод - осмотр с помощью лупы многократного увеличения больших поверхностей и труднодоступных мест деталей.
- Цветной метод основан на проникающих свойствах жидкости и используется для обнаружения открытых трещин, пор, коррозионных повреждений деталей.
- Ультразвуковой метод основан на свойстве распространения упругих колебаний в металлах и их отражения от границы раздела двух сред. Этот метод используют для обнаружения внутренних и наружных дефектов в труднодоступных местах.
- Токовихревой метод основан на возбуждении в поверхности детали с помощью датчика вихревого тока, сила которого различна в местах изменения сплошности или свойств металла.
- Травление, простукивание и керосиновые пробы.

ВИБРАЦИЯ, ВИБРОЗАЩИТА ГПА

Причины вибрации:

- ⊙ увеличенный дисбаланс вращающихся роторов,
- ⊙ нарушение центровки роторов,
- ⊙ ослабление натяга на вкладышах подшипников,
- ⊙ коробление корпусов ГТУ при неправильном тепловом расширении воздухопроводов и газоходов,
- ⊙ нагарообразование вращающихся узлов ГТУ,
- ⊙ гидродинамические силы в подшипниках,
- ⊙ неравномерный износ колес ЦБН и лопаток ГТУ,
- ⊙ обрыв лопаток,
- ⊙ некачественная балансировка,
- ⊙ ослабление посадки колес и дисков роторов,
- ⊙ тепловые и динамические прогибы роторов,
- ⊙ задевание рабочих лопаток роторов о корпус.

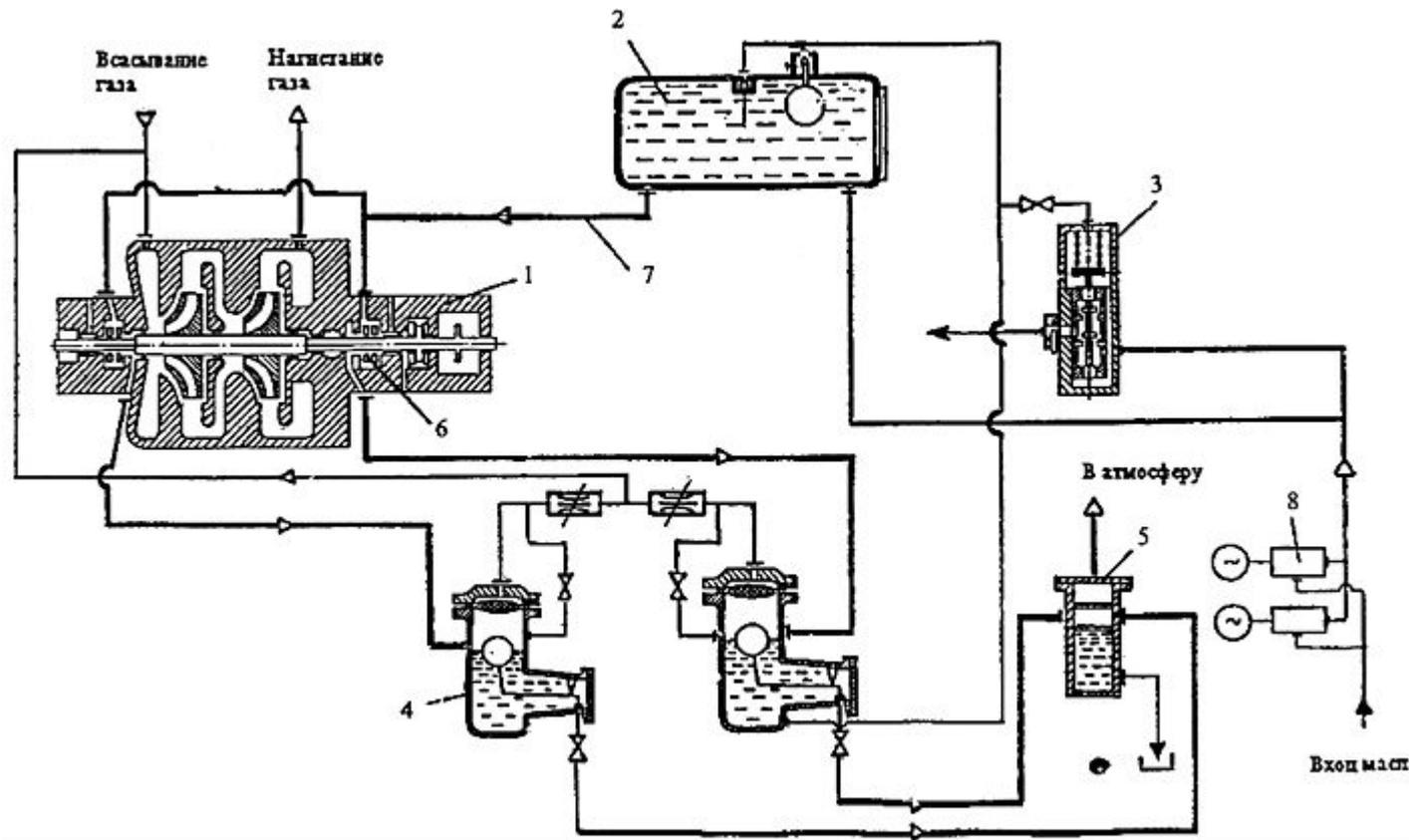
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГПА С ГАЗОТУРБИННЫМ ПРИВОДОМ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ



1 - номинальная мощность; 2 - увеличение мощности при понижении температуры окружающей среды; 3 - понижение мощности при повышении температуры окружающей среды; 4 - максимально допустимая мощность в зимнее время

- Во избежание образования кристаллогидратов поддерживать температуру газа на всем участке до следующей КС или потребителя выше температуры точки росы количеством работающих вентиляторов и отключением секций АВО.
- Для предотвращения обмерзания защитной решётки на всасе ЦН обеспечить перепуск части газа с выхода нагнетателя на всас.
- При переходе на зимний период работы краны должны эксплуатироваться на зимних смазках и гидрожидкостях.
- Для обеспечения безопасной эксплуатации агрегата в обязательном порядке необходимо включить в работу систему подогрева воздуха на всасе осевого компрессора.
- Перед пуском ГПА с авиационным приводом двигатель необходимо разогреть до температуры примерно $+5^{\circ}\text{C}$. Это осуществляется с помощью передвижных подогревателей типа ВУА-400 или УМП-350, работающих на керосине или природном газе.

СИСТЕМА УПЛОТНЕНИЯ ЦН



1 - центробежный нагнетатель; 2 - аккумулятор; 3 - регулятор перепада давления; 4 - поплавковая камера; 5 - газоотделитель; 6 - масляное уплотнение (торцевое); 7 - маслопровод высокого давления; 8 - винтовые насосы