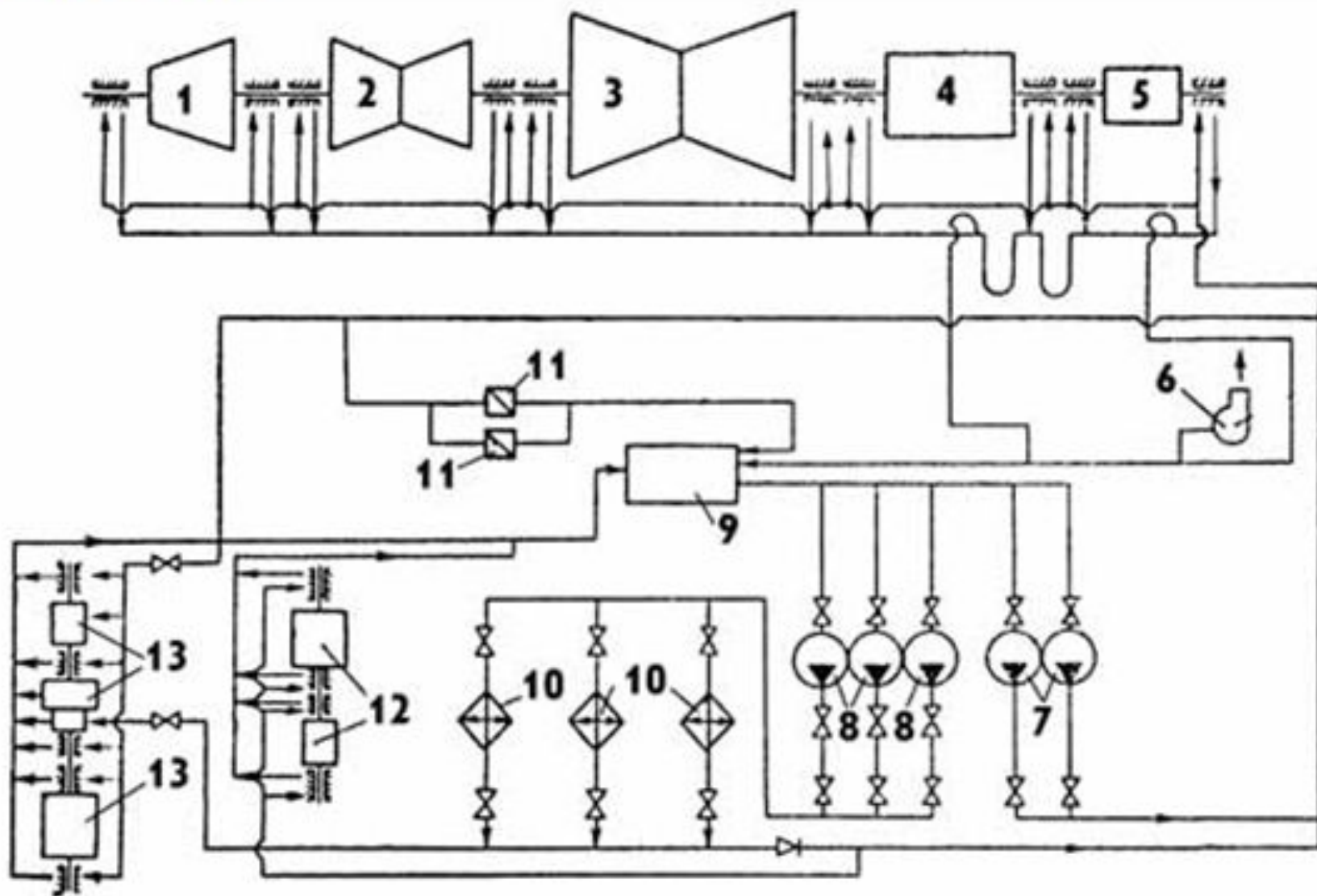


**Автоматическое  
регулирование  
вспомогательного  
оборудования турбин**

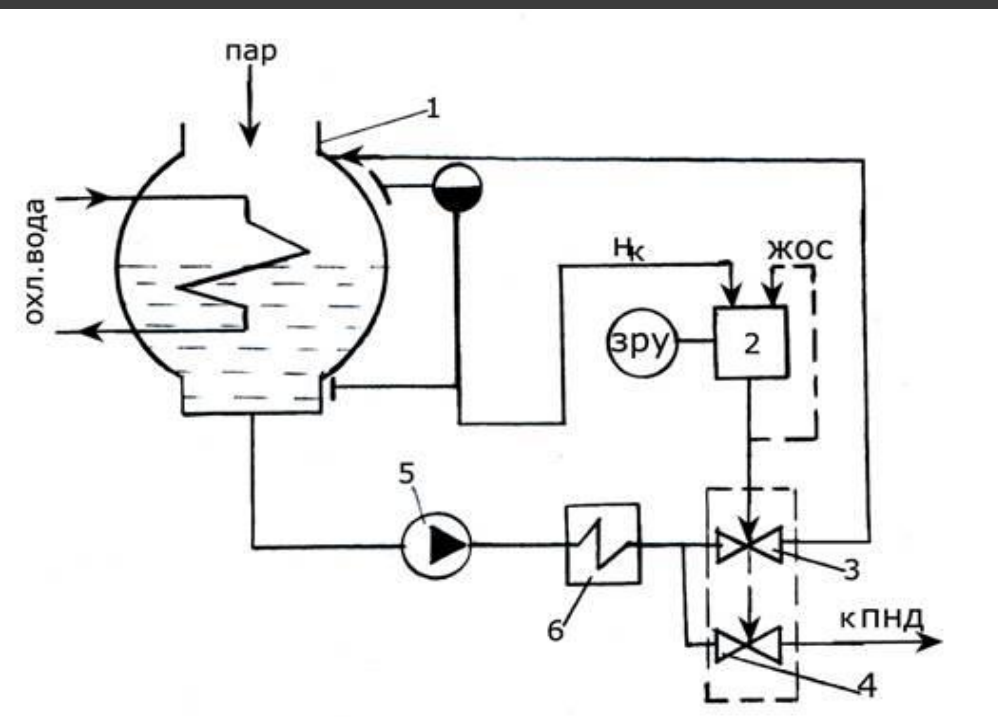
# Маслосистема паровых турбин

Система маслоснабжения турбоагрегатов представляет собой совокупность устройств, предназначенных для подачи смазочного масла к подшипниковым узлам турбомашин и в систему регулирования; контроля и поддержания его температуры (охлаждения и подогрева); очистки и т.д. Маслосистема — неотъемлемый элемент турбоагрегата, во многом определяющий его надежность и безаварийную работу. Основным назначением маслосистемы является обеспечение жидкостного трения в подшипниках турбин, генераторов, питательных турбонасосов, редукторов. В мощных паротурбинных агрегатах блочного типа масло является рабочей жидкостью гидромуфт питательных насосов. Масло также используется в гидравлических системах регулирования и защиты турбин.

Рисунок 1 - Принципиальная схема маслоснабжения турбогенератора К-800-240: 1—ЦВД, 2—ЦСД, 3—ЦНД, 4—генератор, 5—возбудитель, 6—вентилятор, 7—масляные насосы с приводами от электродвигателей постоянного тока, 8—масляные насосы с приводами от электродвигателей переменного тока, 9—маслобак, 10—маслоохладители М-540, 11—сливные клапаны, 12—турбопитательный насос, 13—группа питательных насосов



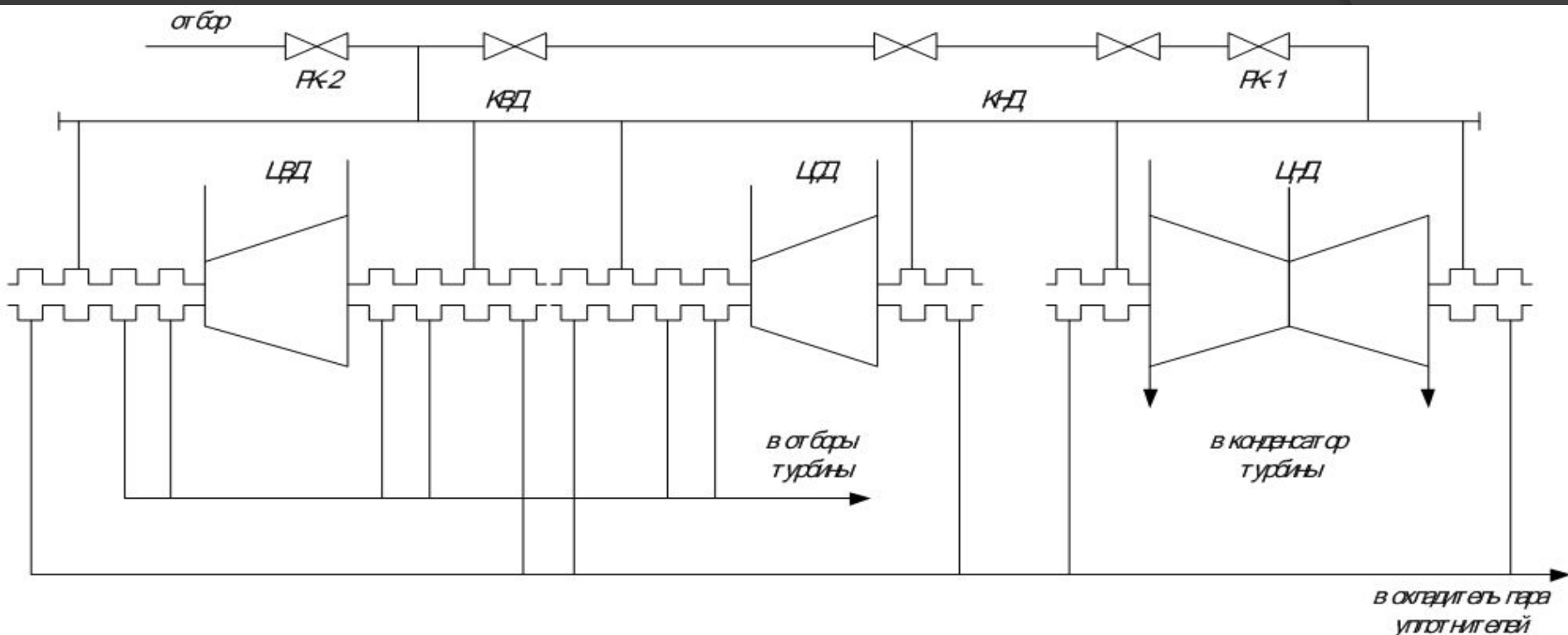
# Система автоматического регулирования уровня воды в конденсаторе



Как объект управления конденсатор 1 представляет собой герметичный бак с насосом на стоке и не обладает свойством самовыравниванию уровня. Регулирование уровня воды осуществляется изменением расхода конденсата после насоса 5 путем воздействия на двухпоточный клапан 3-4.

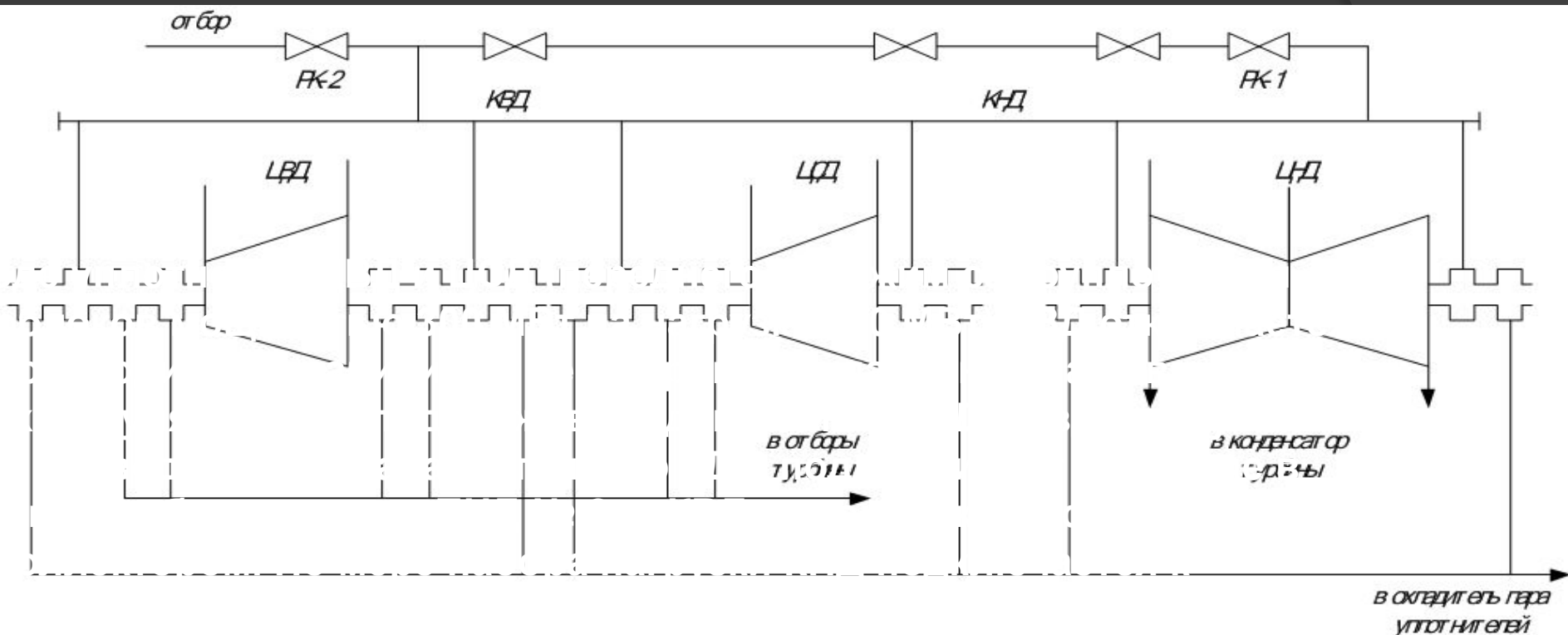
При снижении уровня закрывается рабочий клапан 4, но обеспечивается требуемый пропуск воды в систему охлаждения эжекторов 6 и регенеративных подогревателей. При дальнейшем снижении уровня начинает открываться клапан рециркуляции 3, поддерживающий уровень в конденсаторе. Обычно на регулятор уровня 2 поступает два сигнала: по уровню конденсата  $H_k$  и ЖОС по положению регулирующего органа.

# Схема автоматического регулирования подачи пара на лабиринтовые уплотнения



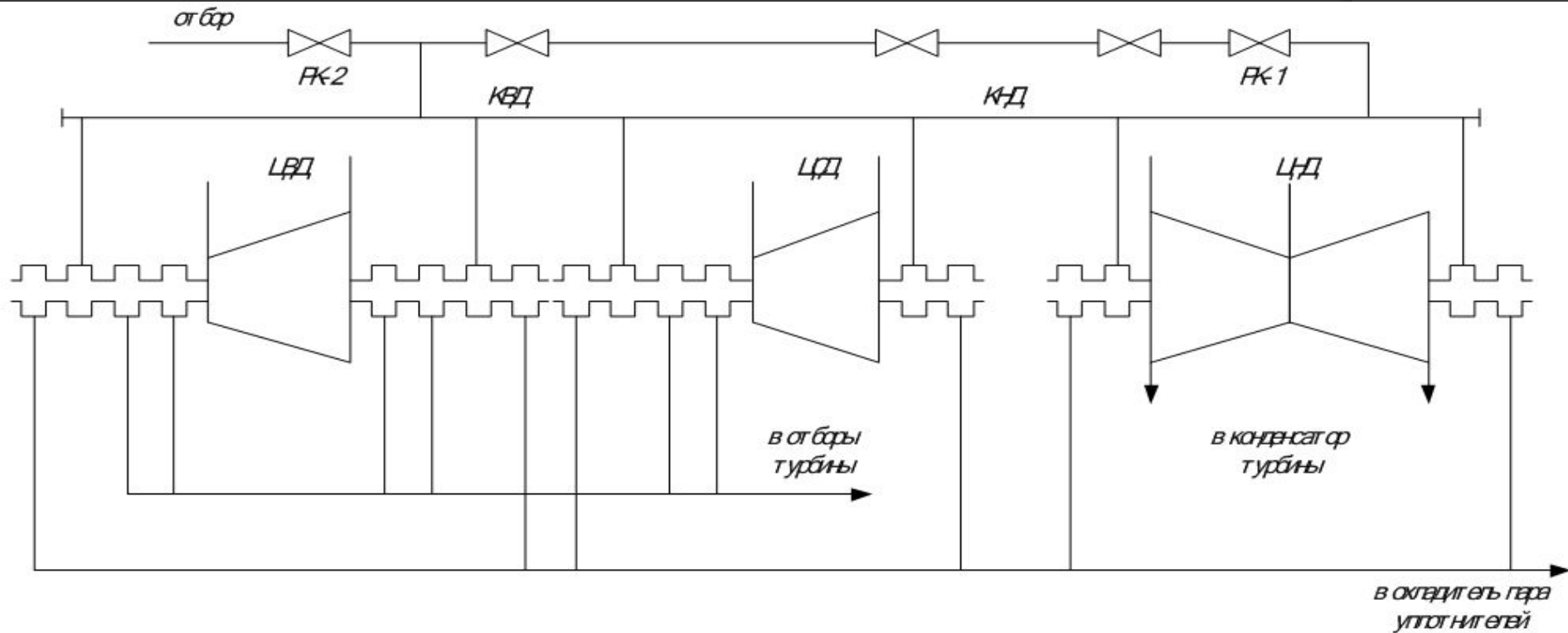
При пуске турбины из холодного состояния в КНД подается пар от общестанционного коллектора собственных нужд (КСН), КВД соединяется с КНД, пар подается на все уплотнения турбины и регулятор давления РД-1 поддерживает давление в коллекторах (в камерах уплотнений) на заданном значении, воздействуя на клапан РК-1 подвода пара к КНД. В этом режиме возможен также сброс избытка пара из КВД через клапан РК-2 в ПНД № 2.

# Схема автоматического регулирования подачи пара на лабиринтовые уплотнения



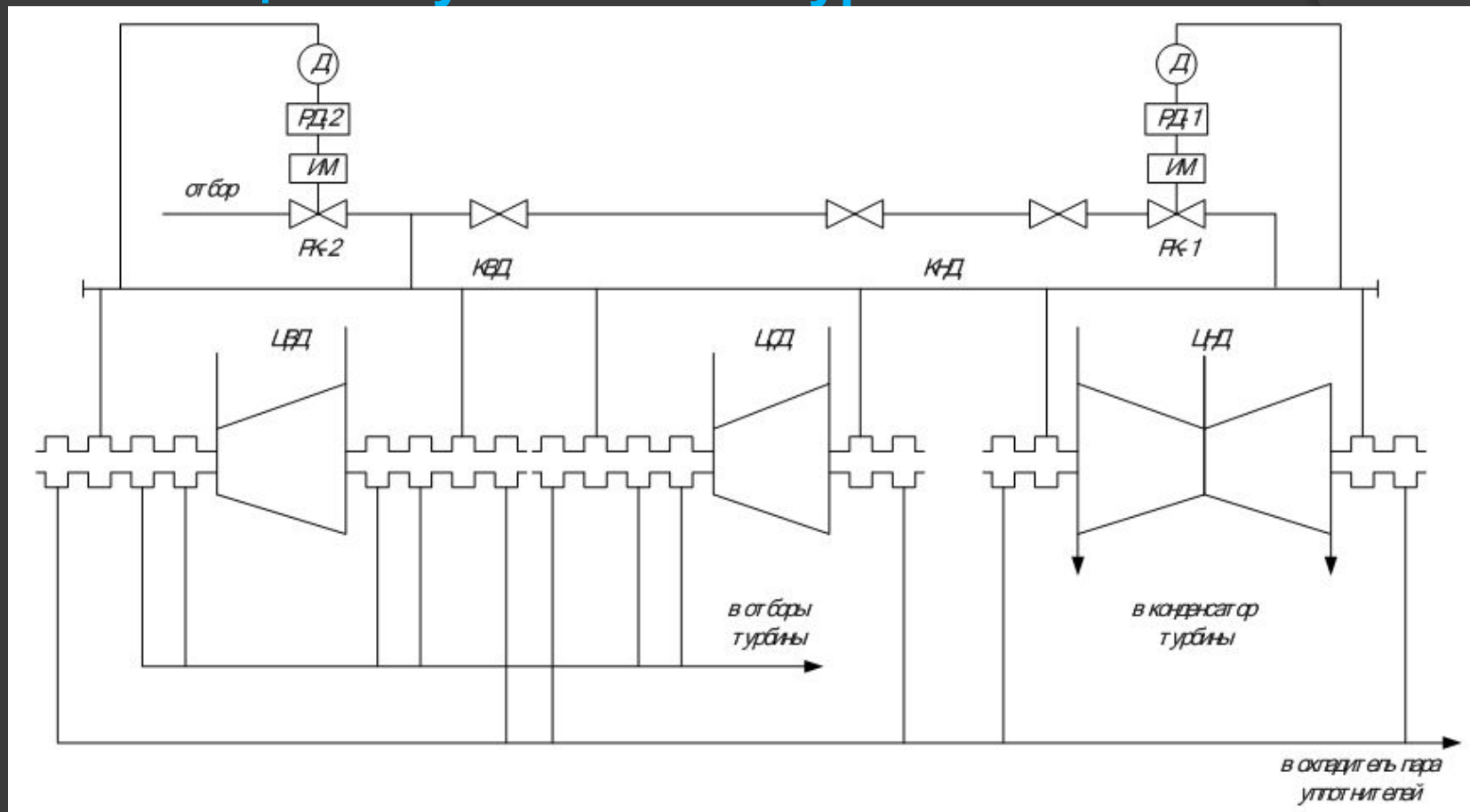
При переходе уплотнений ЦВД и ЦСД (переднего) в режим самоуплотнения (для энергоблоков мощностью 300 МВт на нагрузке 150 МВт) КВД отключается от КНД и производится независимое регулирование давления пара в коллекторах: регулятор РД-1 поддерживает давление в КНД, воздействуя на клапан РК-1 подвода к нему пара; регулятор РД-2 поддерживает давление в КВД, сбрасывая избыток пара в ПНД № 2, и КВД в этом режиме становится отсосным коллектором. По мере набора нагрузки КНД подключается к деаэратору

# Схема автоматического регулирования подачи пара на лабиринтовые уплотнения



- При пуске турбины из горячего состояния КНД и КВД изолированы один от другого, к КНД подводится пар от деаэратора, а к КВД – от КСН после электронагревателей, где он перегревается до температуры 300-400 °С. Давление в коллекторах поддерживается независимо регуляторами РД-1 и РД-2.

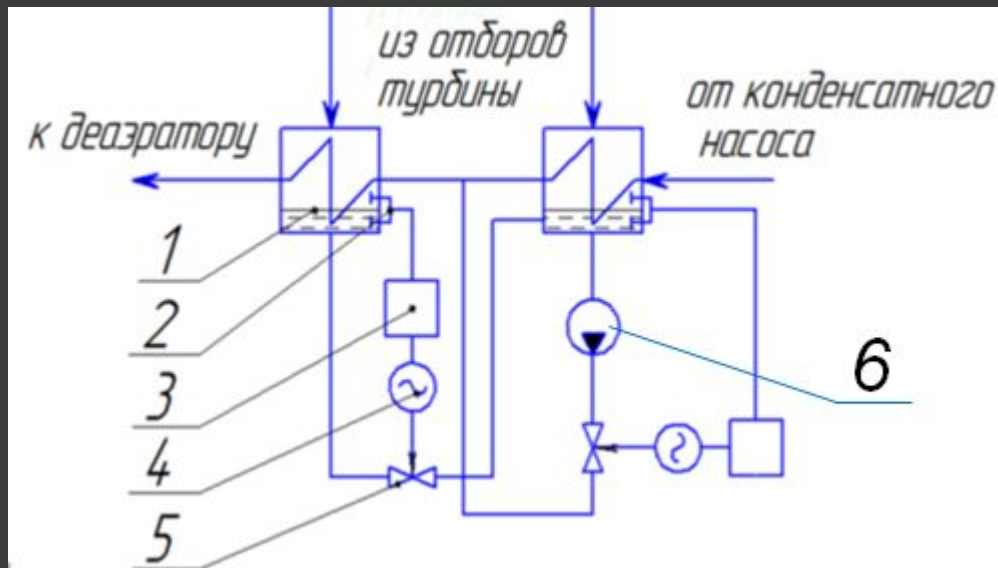
# Схема автоматического регулирования подачи пара на концевые уплотнения турбины К-300-240-3:



- РД-1 и РД-2 – регуляторы давления; Д - измерительный преобразователь; ИМ – исполнительный механизм; РК-1 и РК-2 – регулирующие клапаны.



# Схема регулирования уровня конденсата греющего пара в подогревателях низкого давления



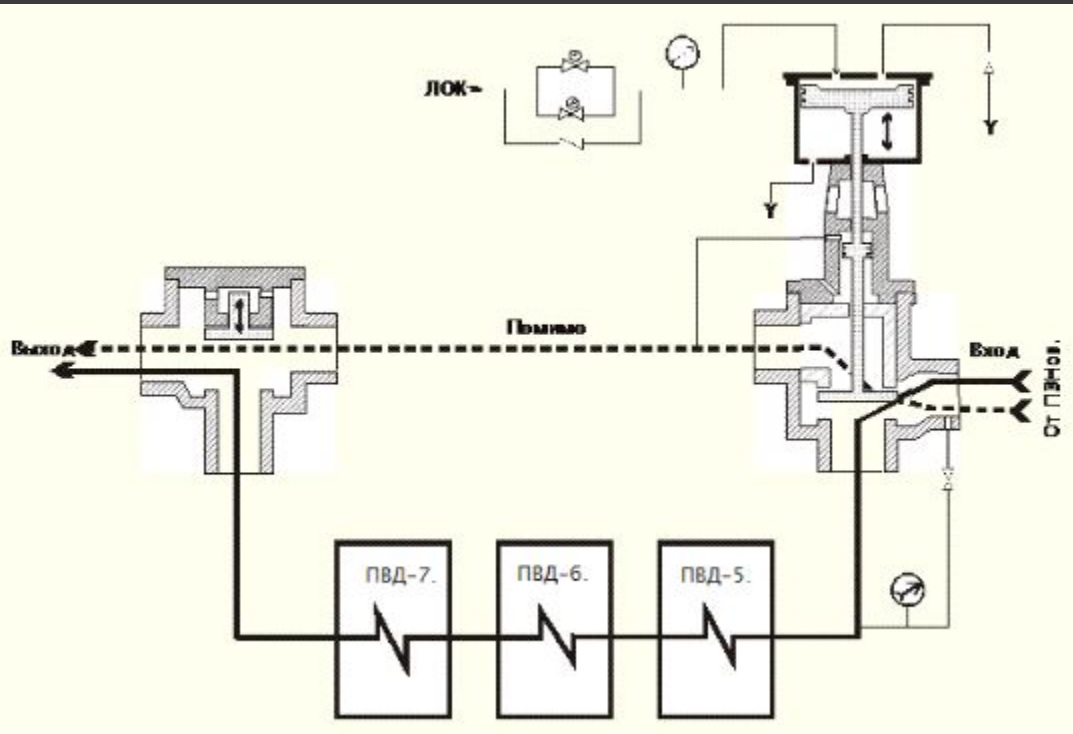
- 1 – регенеративный подогреватель;
- 2 – уровнемер;
- 3 – регулятор;
- 4 – электродвигатель;
- 5 – регулирующий дроссельный клапан
- 6 – сливной насос.

Конденсат отработанного пара турбины откачивается из конденсатора насосами КН и, пройдя через охладители эжекторов, поступает в подогреватель низкого давления ПНД-1, куда подается пар последнего отбора турбины, имеющего наиболее низкое давление, а затем – в ПНД-2.

Конденсат греющего пара, скапливающийся в корпусе ПНД-2, поддерживается на заданном уровне регулятором РУ ПНД-2, перепускающим конденсат в корпус ПНД-1, работающий при более низком давлении.

Таким образом, в ПНД-1 скапливается весь конденсат греющего пара из группы работающих последовательно подогревателей низкого давления. Из ПНД-1 конденсат греющего пара при нормальной работе перекачивается сливными насосами СН в линию основного конденсата между ПНД-1 и ПНД-2.

# Схема защиты ПВД от переполнения

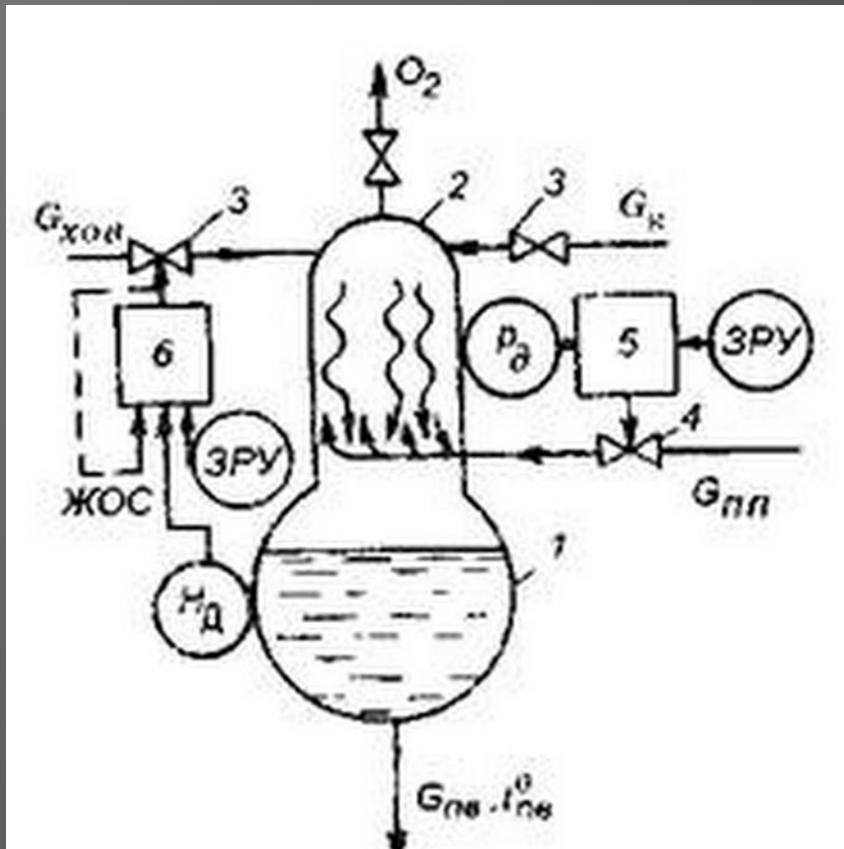


Подача воды производится открытием электрифицированной арматуры на трубопроводе от линии основного конденсата, от сигнала до повышения уровня до I-го предела. Конструкция впускного клапана выполнена так, что при закрытии канала подачи воды в ПВД-5 открываются два обводных канала и сразу закрывается обратный клапан и поток идет мимо.

Защитное устройство также отключает группу ПВД, путем закрытия задвижек на входе и выходе и открытия байпаса, действие защиты производится в случае повышения уровня конденсата свыше допустимого в любом из подогревателей группы ПВД. Для защиты от превышения давления в отключенных подогревателях (при отключенной группе ПВД и пропуске пара, даже незначительном, из-за нагрева воды происходит рост давления в змеевиках) на выходной задвижке установлены последовательно два обратных клапана, которые при работающей турбине и закрытых дренажах по питательной воде должны быть открыты.

# Автоматическое регулирование деаэраторов

Деаэратор является смешивающим подогревателем и предназначен для деаэрации питательной воды — удаления растворенного в ней кислорода. В нижнюю часть деаэраторной головки 2, установленной над аккумуляторным баком 1 питательной воды, подводится греющий пар. Поток пара, стремясь к выходу в атмосферу, расположенному в верхней части головки, нагревает до температуры кипения движущуюся навстречу ему питательную воду. Выделившийся из воды в процессе кипения кислород вместе с излишками пара сбрасывается в атмосферу или расширитель.



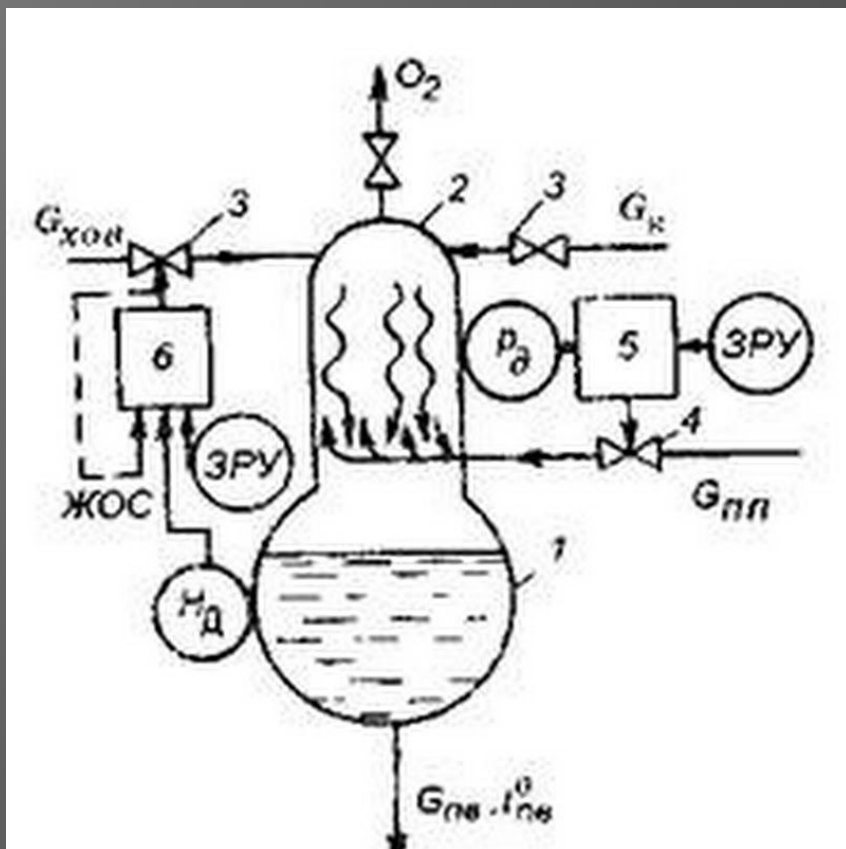
Для непрерывного нагрева и удаления кислорода из воды в деаэраторе поддерживается избыточное давление пара  $p_d$ , соответствующая ему температура насыщения  $t_d = t_{п.в}$  и уровень  $H_d$ .

# Автоматическое регулирование деаэраторов

Деаэратор является типичным теплотехническим объектом.

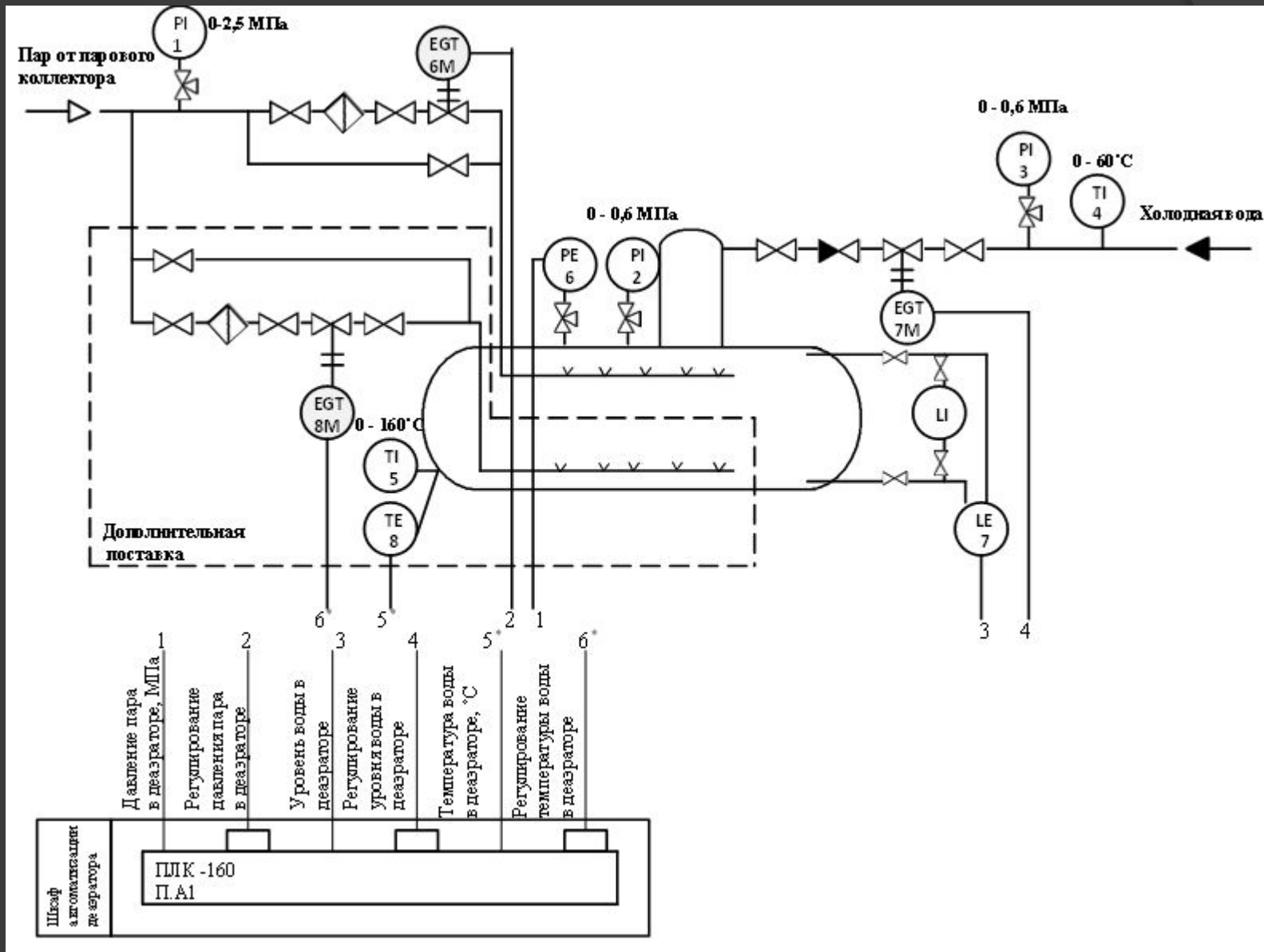
Входным сигналом П- или ПИ-регулятора уровня 6, воздействующего на перемещение клапана 3 на линии химически очищенной воды, служит уровень воды  $Y_d$ . Обычно регулятор уровня снабжается вторым входным сигналом, являющимся жесткой отрицательной обратной связью (ЖОС) по положению регулирующего органа для сообщения автоматической системе должного запаса устойчивости.

Входным сигналом регулятора давления 5, который воздействует на регулирующую заслонку 4 на линии греющего пара, служит давление  $p_d$ . Из-за необходимости точного поддержания  $t_{п.в}$  регулятор давления должен реализовать ПИ-закон регулирования.



При параллельной работе группы деаэраторов регулятор давления и регулятор уровня воздействуют на соответствующие регулируемые клапаны на линиях общего подвода пара и химически очищенной воды.

# Функциональная схема регулирования атмосферного деаэратора



## Задание к презентации:

Составить спецификацию всех средств измерения и контроля, указанных на функциональной схеме регулирования атмосферного регулятора в следующем виде:

№	Измеряемый параметр	Вид средства измерения
1	Давление	Манометр показывающий (трубчато-пружинный)
2		
3		