



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ
РОСАТОМ

Отраслевой центр компетенций
«ИНЖЕНЕРНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ»

Типовые решения по КИП

Занятие 6

ШКОЛА ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

Филиппов А.А.
Ведущий инженер-проектировщик
АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

Составил: **Селезнев Н.А.**
Ведущий специалист
АО АСЭ Венгерский филиал

Введение



АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ
РОСАТОМ

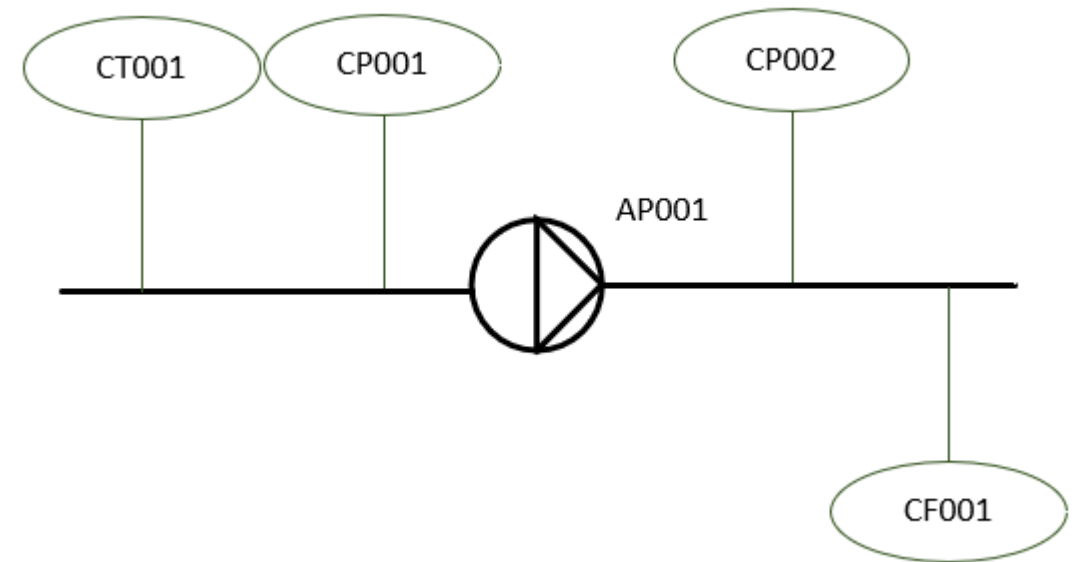
- ✳ В данной презентации будут рассмотрены типовые варианты установки КИП (контрольно-измерительных приборов, датчиков, ранее рассмотренных в презентации № 3)
- ✳ КИП будут рассмотрены относительно технологического процесса и его целей, а также самого оборудования и контролируемых параметров, непосредственно связанных с оборудованием

КИП насосных агрегатов



КИП насосных агрегатов предназначены для контроля за параметрами, влияющими на работоспособность насоса (обеспечение надежности и защита насоса от повреждения), а также за параметрами, характеризующие рабочую точку насоса

Для достижения обеих целей можно использовать одни и те же датчики, тем самым снизив стоимость и сложность технологической схемы*



*при этом необходимо учитывать применимые требования по разделению средств на уровнях ГЭЗ

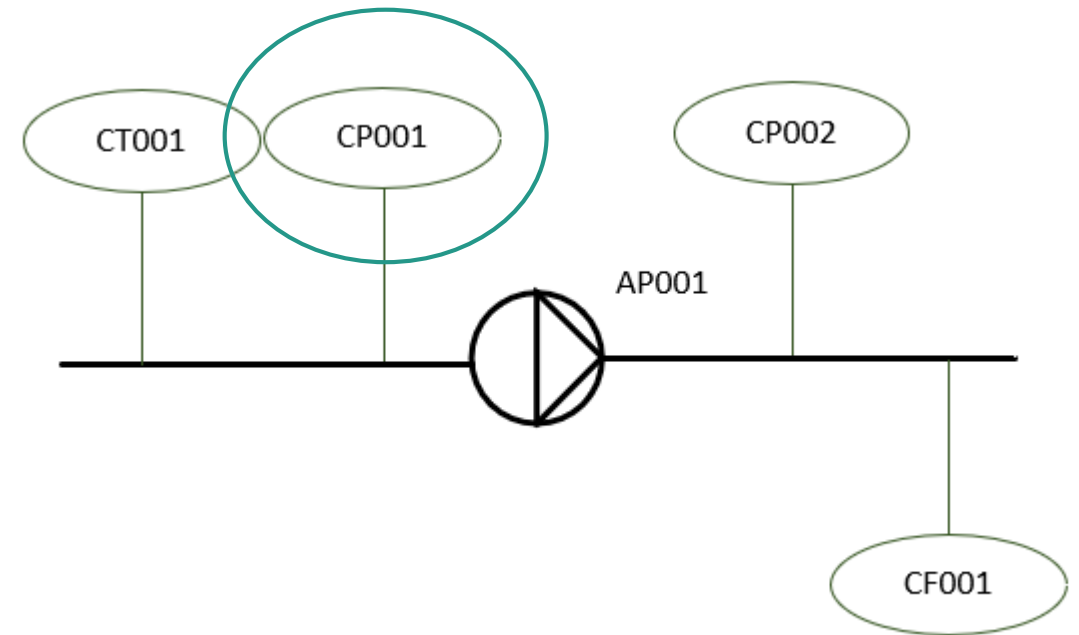
КИП насосных агрегатов



Датчик давления CP001 на всасе насоса предназначен для защиты насоса от кавитации и расчета перепада давления на насос (в совокупности с датчиком CP002)

Пониженное давление перед насосом (вызванное самыми разными причинами) может быть опасно для насосного агрегата

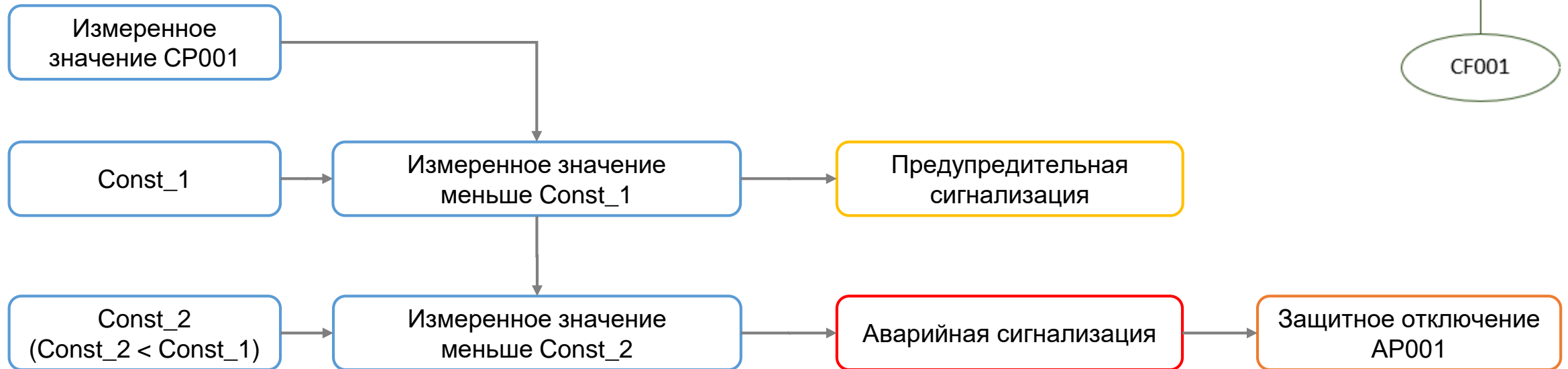
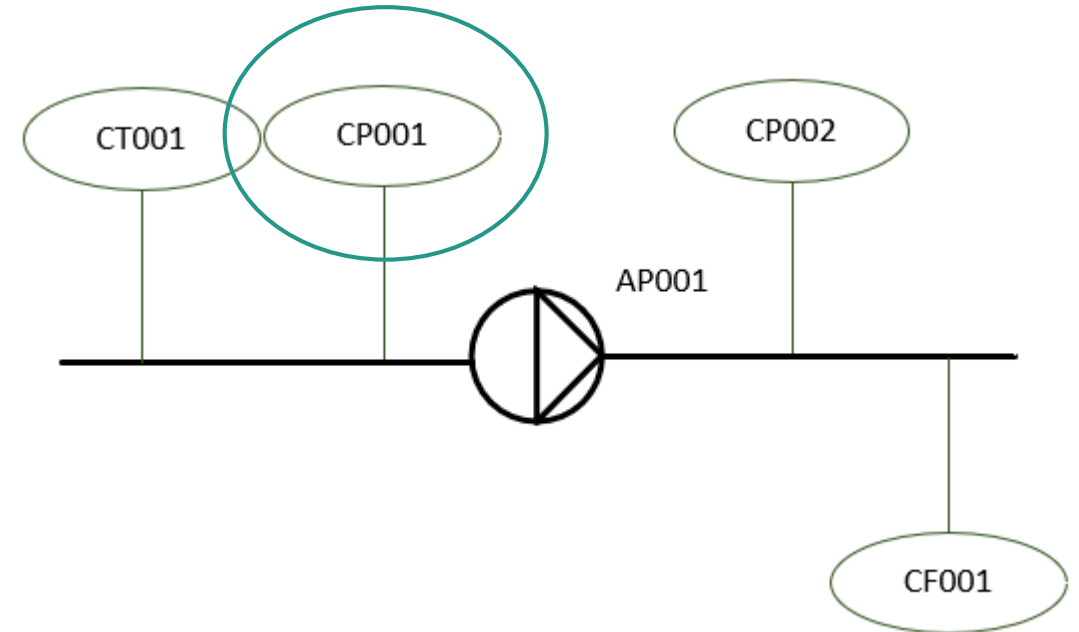
Данные датчики обычно имеют защитные уставки на отключение по нижнему значению, то есть при снижении показаний датчика ниже заложенной константы происходит отключение насосного агрегата



КИП насосных агрегатов



Пример алгоритмизации защиты насоса по давлению на всасе



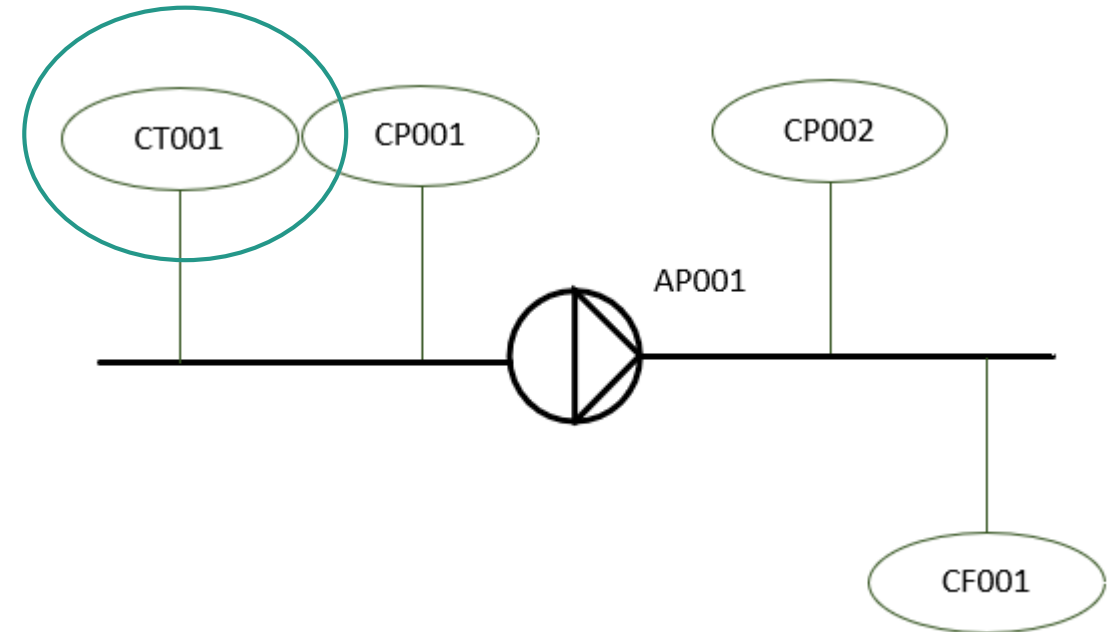
КИП насосных агрегатов



В некоторых системах, когда рабочая среда в разных режимах может иметь значительно отличающиеся температуры, для защиты от кавитации используют более сложную схему, состоящую из комбинации датчика температуры СТ001 и датчика давления СР001

Алгоритм СКУ реализует вычисление давления насыщения при измеренной температуре среды и вычисляет динамическую уставку для датчика давления СР001

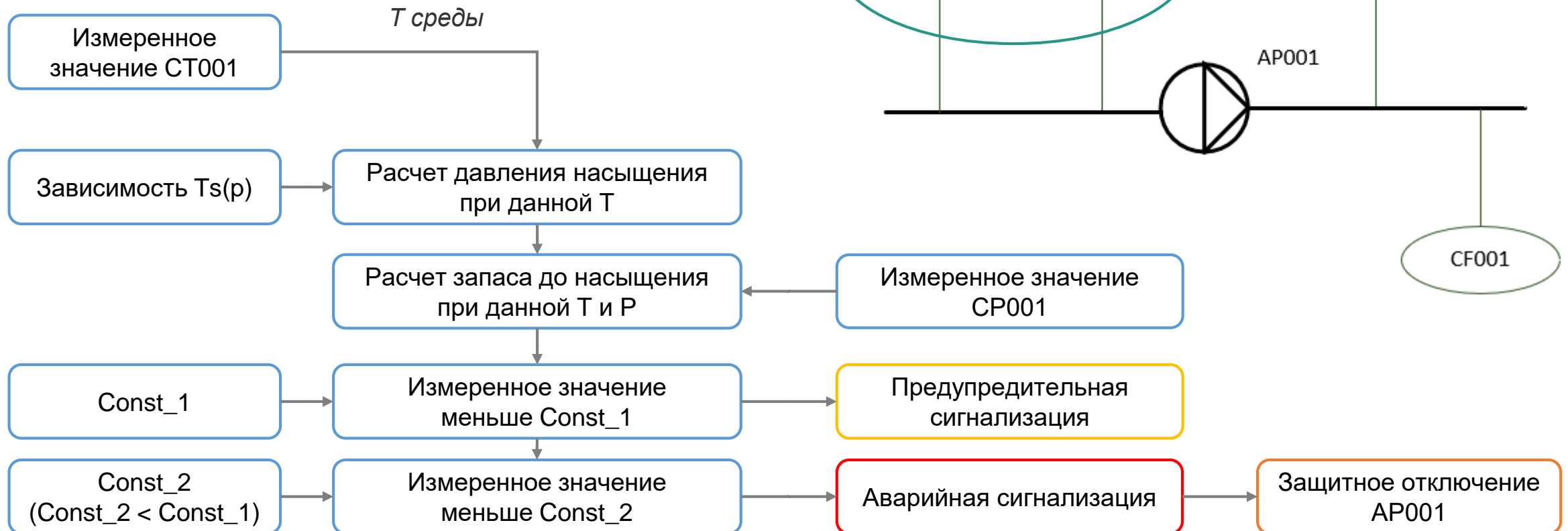
Блок-схема такого процесса представлена на следующем слайде



КИП насосных агрегатов



Пример алгоритмизации защиты насоса по давлению на всасе с расчетом кавитации



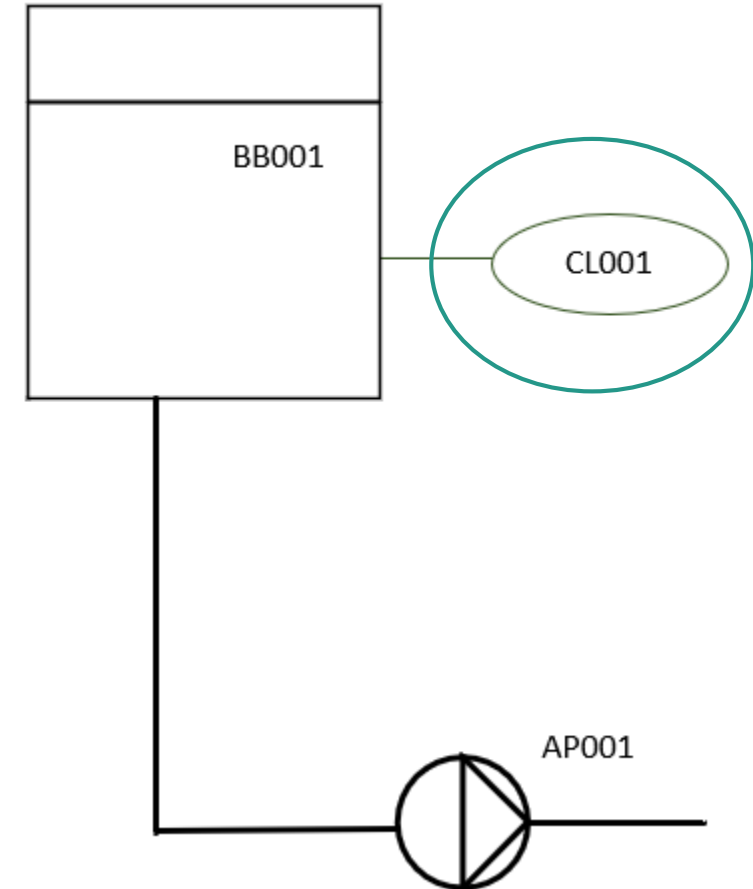
КИП насосных агрегатов



В случае установки на всасе насоса емкости-источника среды, частым решением является объединение функции защиты насоса от кавитации и измерения уровня среды в баке

Зависимость очевидна: чем больше уровень в баке, тем больше нивелирный напор, а значит и давление на всасе. Чем меньше уровень, тем больше опасность кавитации

Необходимо отметить, что данный подход позволяет избежать ложного останова насоса при запуске, при мгновенной просадке давления на всасе в первые секунды вращения рабочего колеса



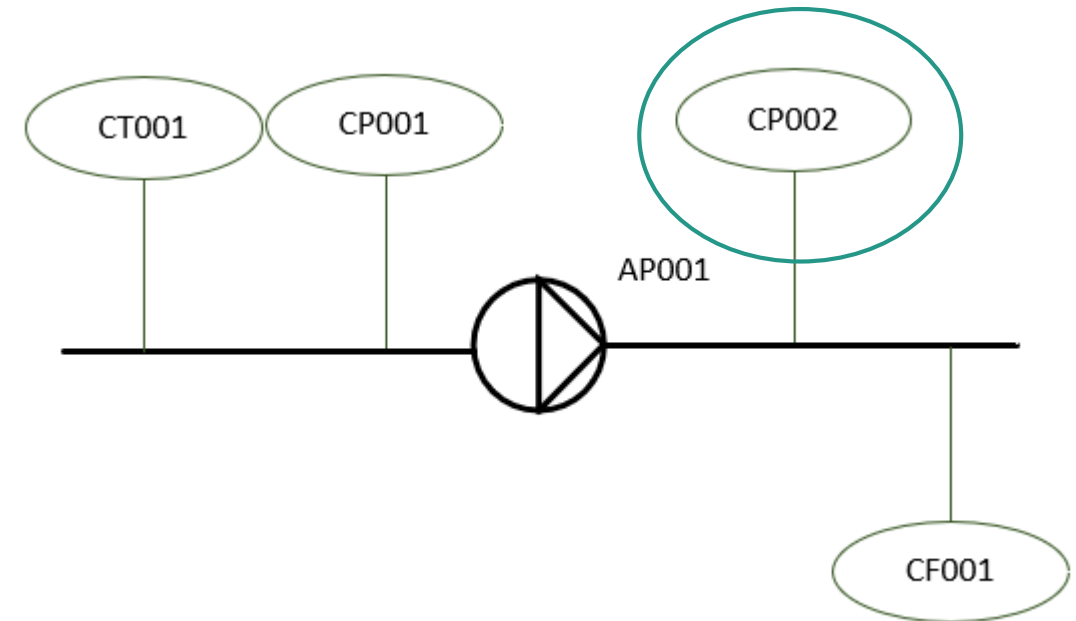
КИП насосных агрегатов



Датчик давления СР002 на напоре насоса предназначен для контроля давления, развиваемого насосом, защиты насоса и расчета перепада давления на насосе (в совокупности с датчиком СР001)

Пониженное давление (относительно номинального по рабочей характеристике) может говорить о нарушениях в работе насоса, загрязнении тракта и пр.

Повышенное давление может быть следствием безрасходного режима, например, при закрытии запорной задвижки на напоре насоса без отключения насоса



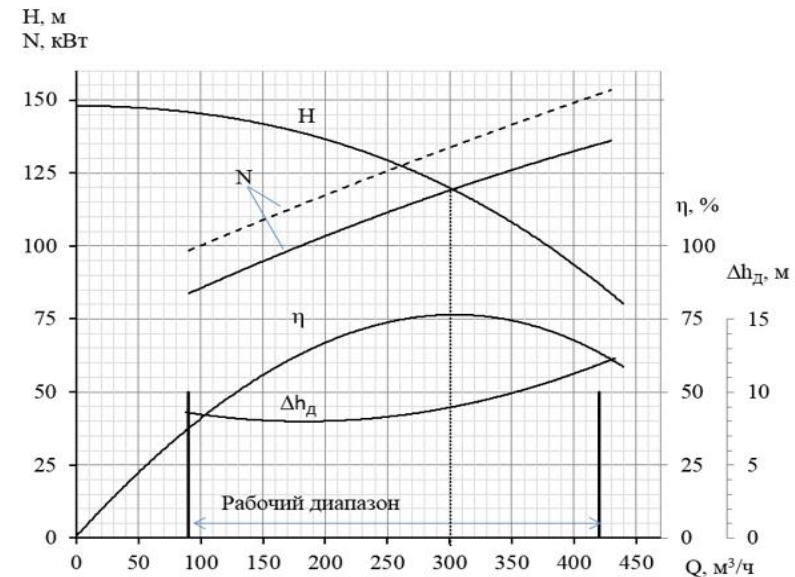
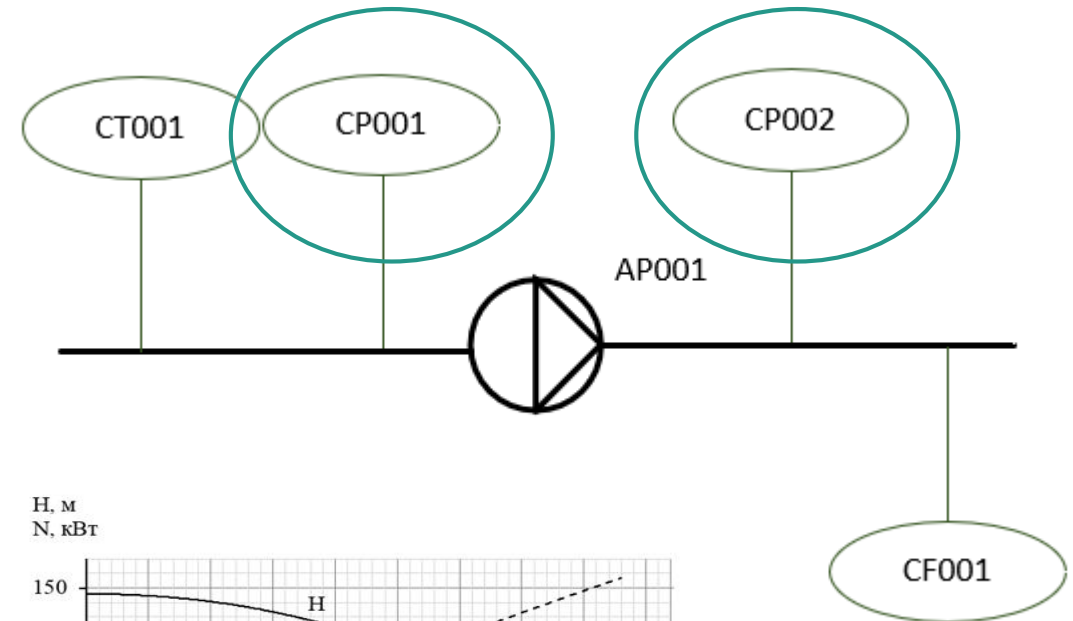
КИП насосных агрегатов



Расчет перепада давления на насосе выполняется вычитанием измеренных показаний датчиков CP002 и CP001

Данный перепад является фактически напором насоса и должен при эксплуатации находиться в рабочей точке

Выход расчетного значения перепада за пределы рабочего диапазона ограничивается уставками (часто верхней и нижней)

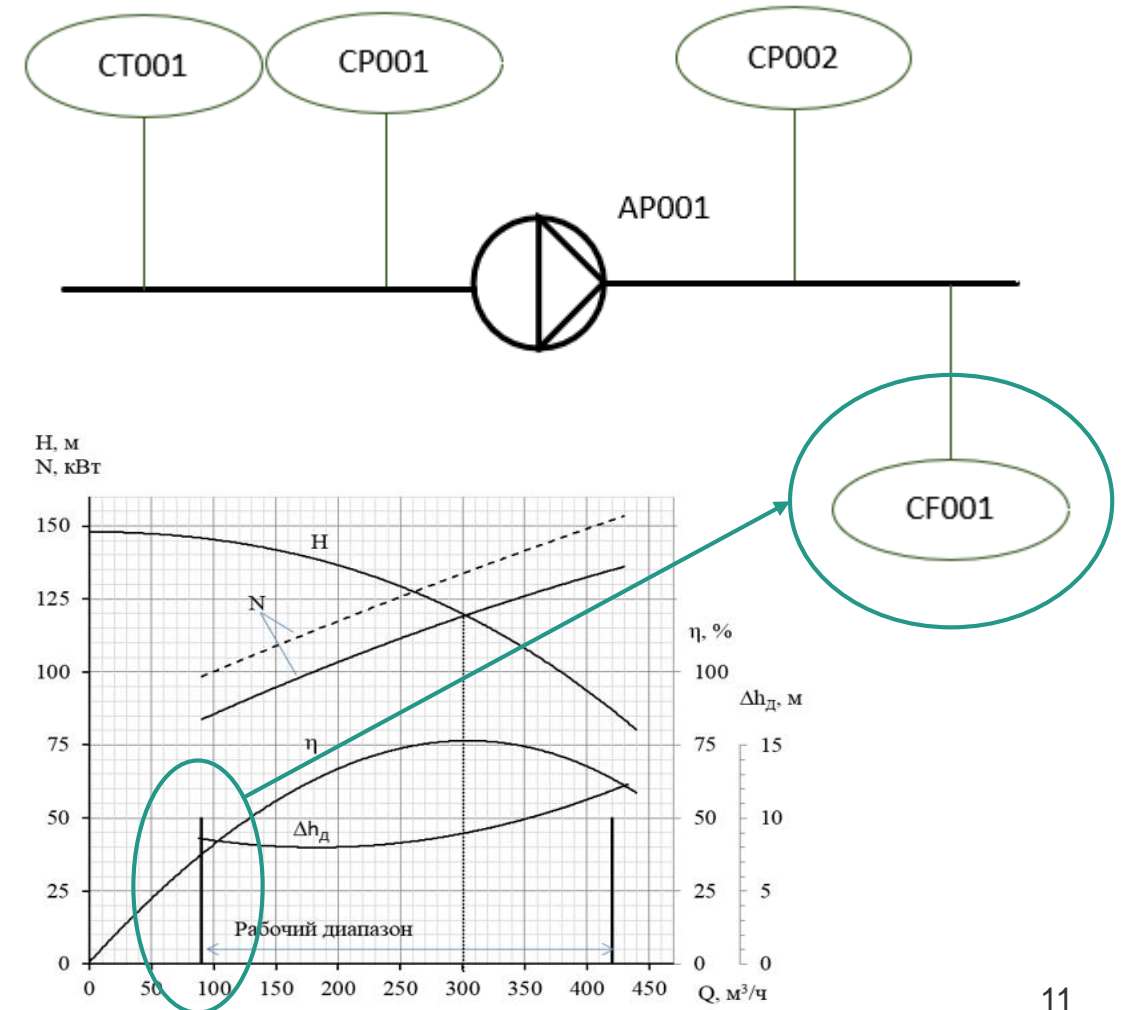


КИП насосных агрегатов



Датчики расхода (в данном примере это CF001) устанавливаются на напоре насоса и обычно их основная функция – контроль расхода в рамках технологического процесса

Однако, они также могут использоваться для защиты насоса от безрасходного режима. Нижняя уставка выбирается исходя из реальных, полученных на испытаниях значениях расхода, соответствующих нижней границе рабочей зоны



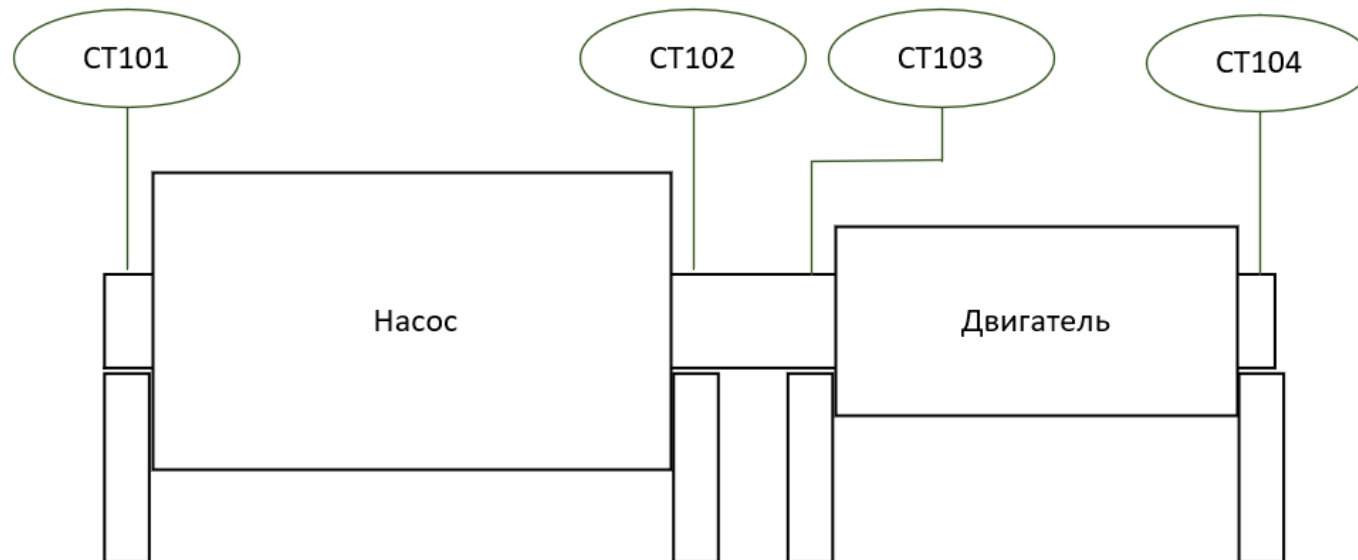
КИП насосных агрегатов



В комплекте с насосными агрегатами поставляют датчики температуры подшипников. Для больших насосов характерны четыре точки установки таких датчиков:

- Подшипники двигателя (с обеих сторон)
- Подшипники насоса (с обеих сторон)

Для малых насосов конструкция обычно включает два подшипника и соответственно две точки установки датчиков. Данные датчики используются для защитного отключения насоса по превышению температуры



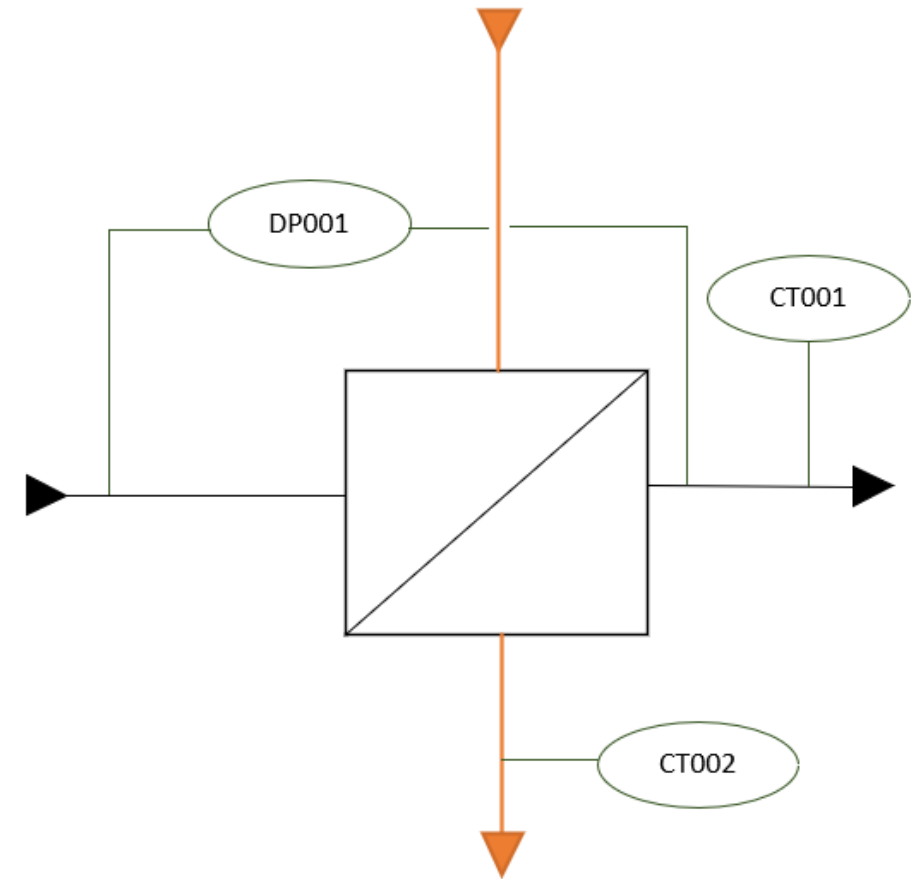
КИП теплообменников



Теплообменники являются пассивным оборудованием, поэтому к ним не применимы такие понятия, как защитное отключение (в целом вся защита теплообменника как оборудования обычно ограничена защитой от предельных значений давления)

КИП теплообменника выполняет следующие функции:

- Контроль параметров рабочих сред
- Контроль состояния поверхности теплообмена



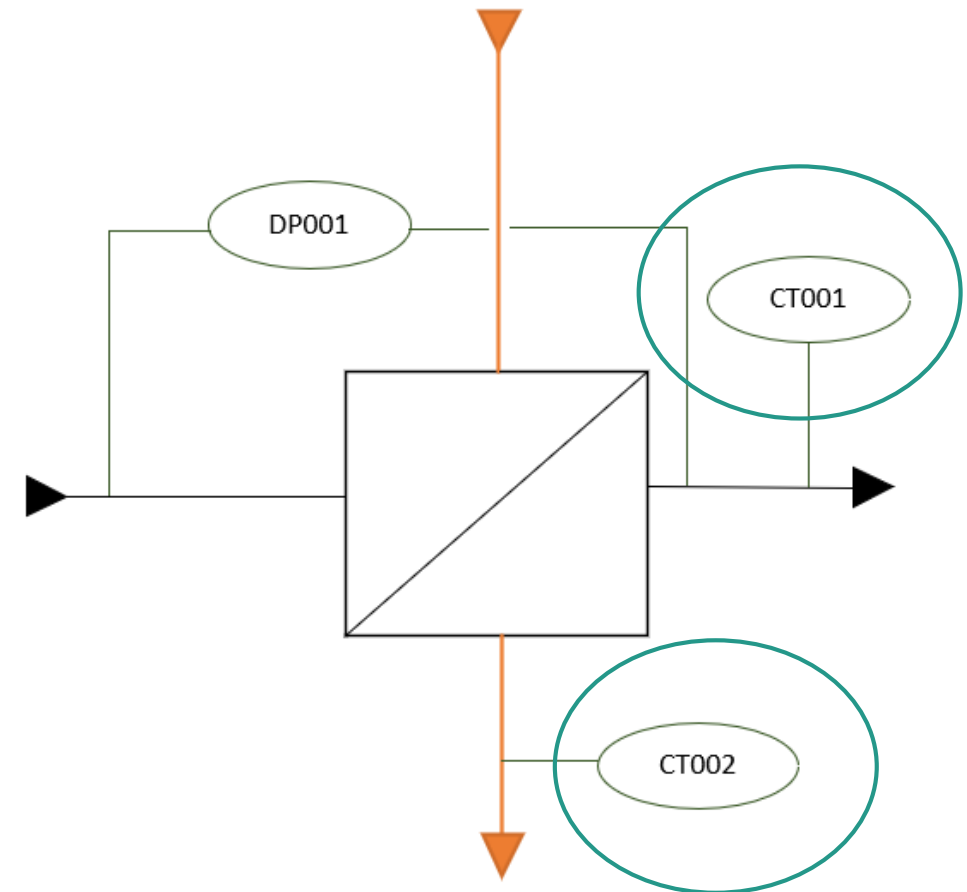
КИП теплообменников



Датчики СТ001 и СТ002 предназначены для контроля температуры рабочей среды (охлаждаемой и охлаждающей) после теплообменника

Фактически по датчику по тракту основной среды определяется эффективность работы теплообменника и успешность выполнения им своей функции (охлаждение или нагревание среды)

Датчик по тракту обеспечивающей среды часто не устанавливается, а если и применяется, то для информационной поддержки оператора



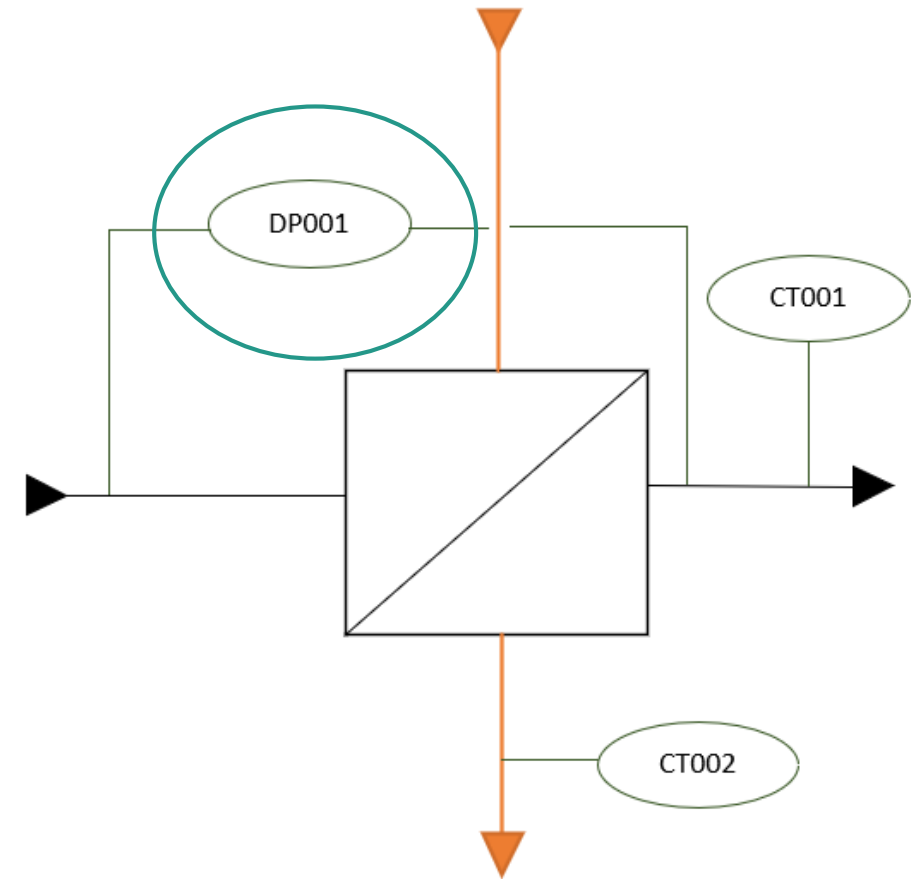
КИП теплообменников



Контроль состояния оборудования, а именно загрязненность поверхности теплообмена, ведется косвенным измерением

Датчик DP001 является датчиком перепада давления на теплообменнике

Наличие отложений на поверхности теплообмена приводит к уменьшению проходного сечения и увеличению гидравлических потерь на теплообменнике. Это увеличение падения давления и регистрирует датчик DP001

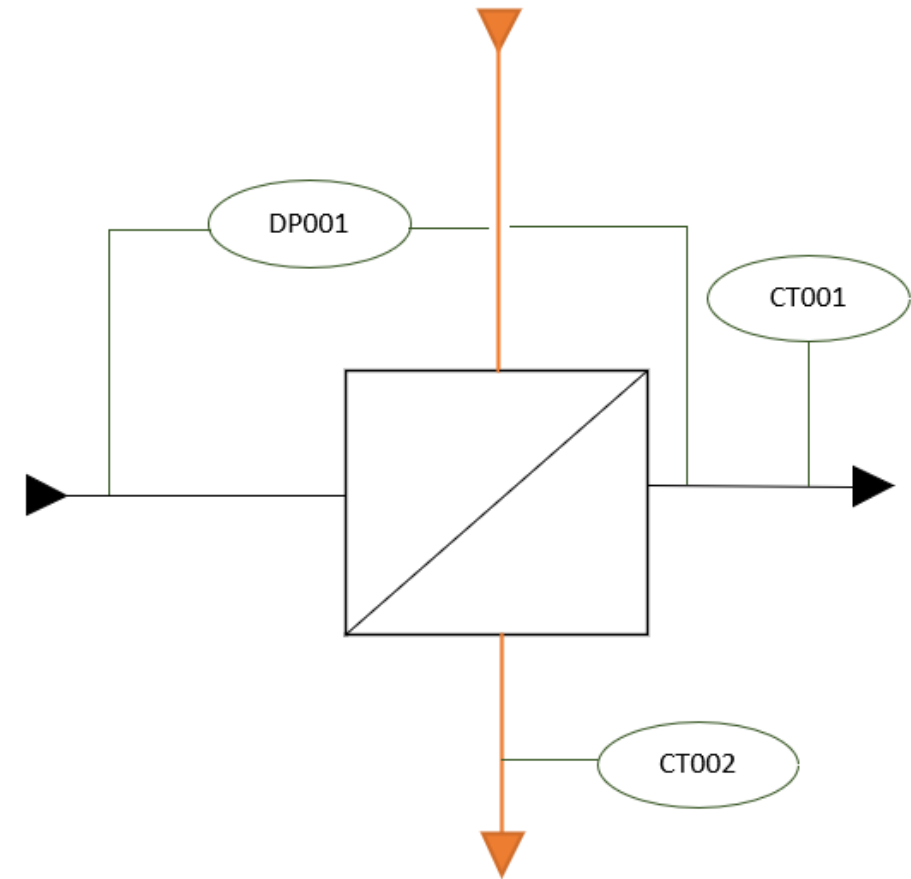


КИП теплообменников



Среди вышперечисленных датчиков типовой будет сигнализация по превышению значения уставки (допустимого перепада давления) на датчике DP001

Для датчиков температуры наличие сигнализаций и переключений может быть определено только по технологическому процессу. Можно отметить, что тип уставки (верхняя/нижняя) датчика будет зависеть от функции теплообменника – направления теплового потока (охлаждение/нагрев)



КИП баков

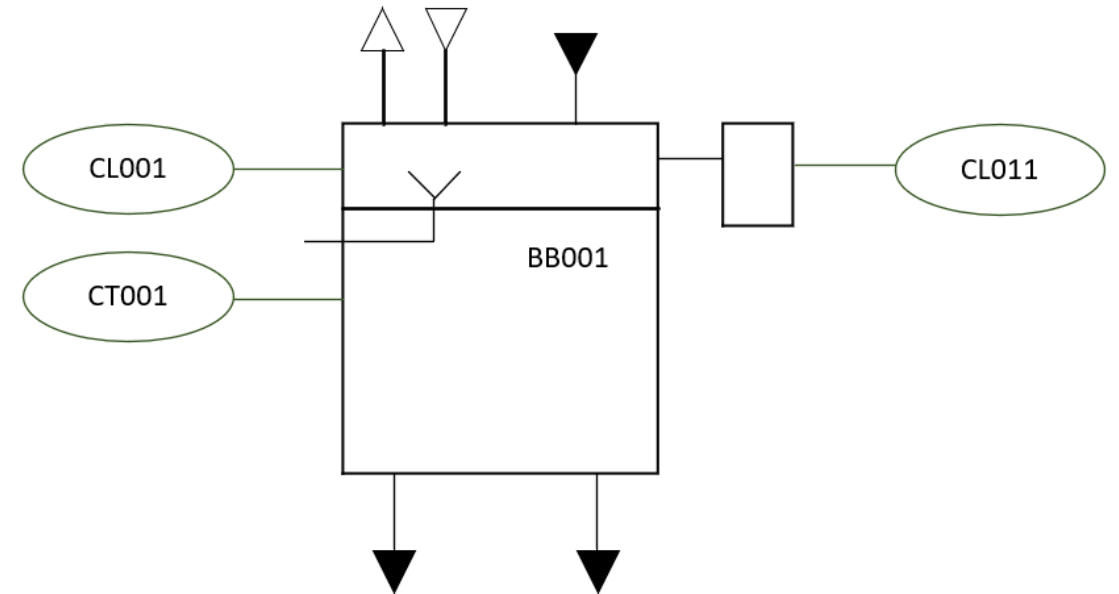


Для баков характерно использование двух типов датчиков:

- Датчики уровня (на рисунке справа – CL001)
- Датчики температуры (на рисунке справа – СТ001)

Очевидно, что данные датчики предназначены для контроля параметров среды, хранящейся в баке, - уровня и температуры соответственно

На гидрозатворы (при их наличии) также устанавливается датчик уровня (CL011)



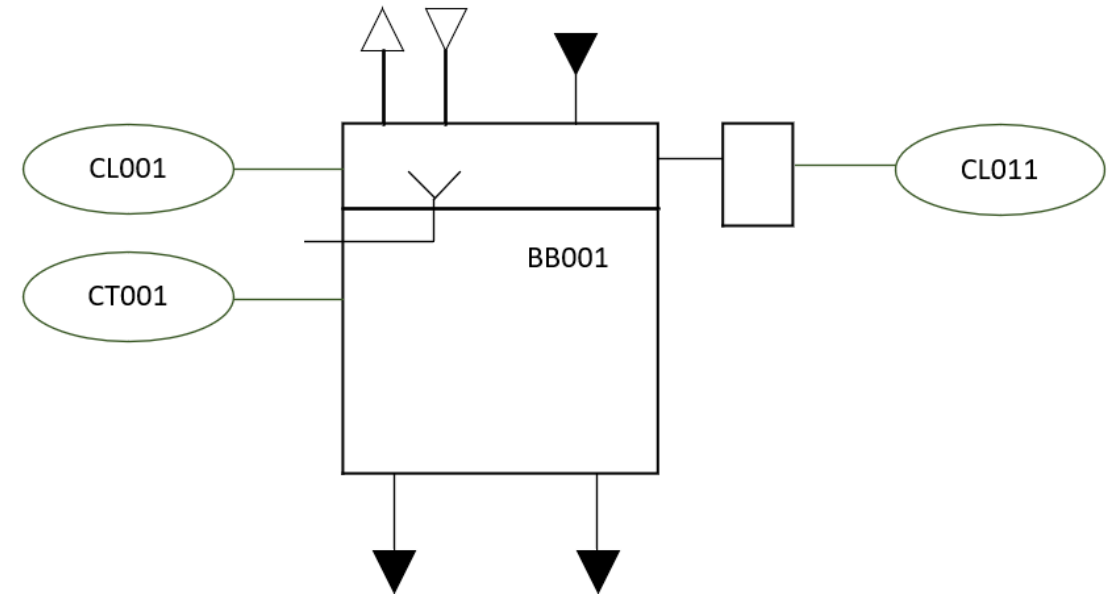
КИП баков



Наличие сигнализаций и автоматических действий для данных датчиков зависит от технологического процесса

Можно описать следующие типичные случаи

1) При хранении химических растворов, в которых может выпадать осадок при низких температурах, например, раствор борной кислоты высокой концентрации, необходимо поддерживать температуру в баке достаточно высокой. Следовательно, применяется нижняя уставка по температуре среды в баке



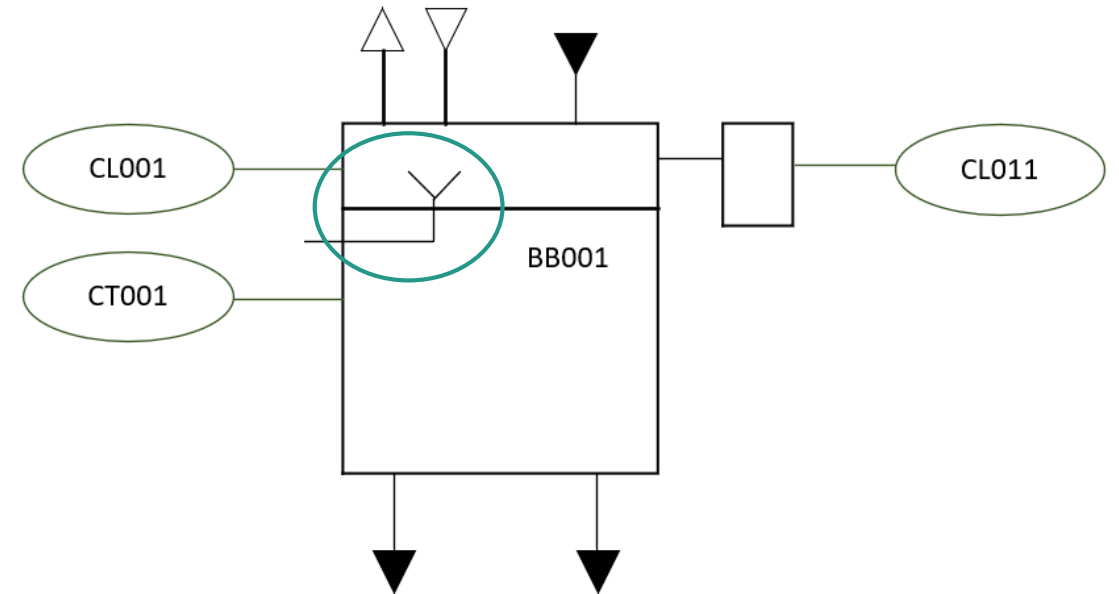
КИП баков



2) При хранении химических растворов, в которых могут протекать экзотермические реакции, необходимо ограничивать рост температуры. Применяются сигнализации с верхней уставкой по температуре

3) Для всех баков характерно наличие верхней уставки на датчике уровня. Стандартно такие уставки срабатывают предупредительную (при повышении уровня выше номинального) и аварийную (при достижении перелива бака или при приближении к переливу) сигнализацию

В некоторых случаях достижение верхней уставки по уровню также приводит к защитному закрытию арматур на подающих трубопроводах



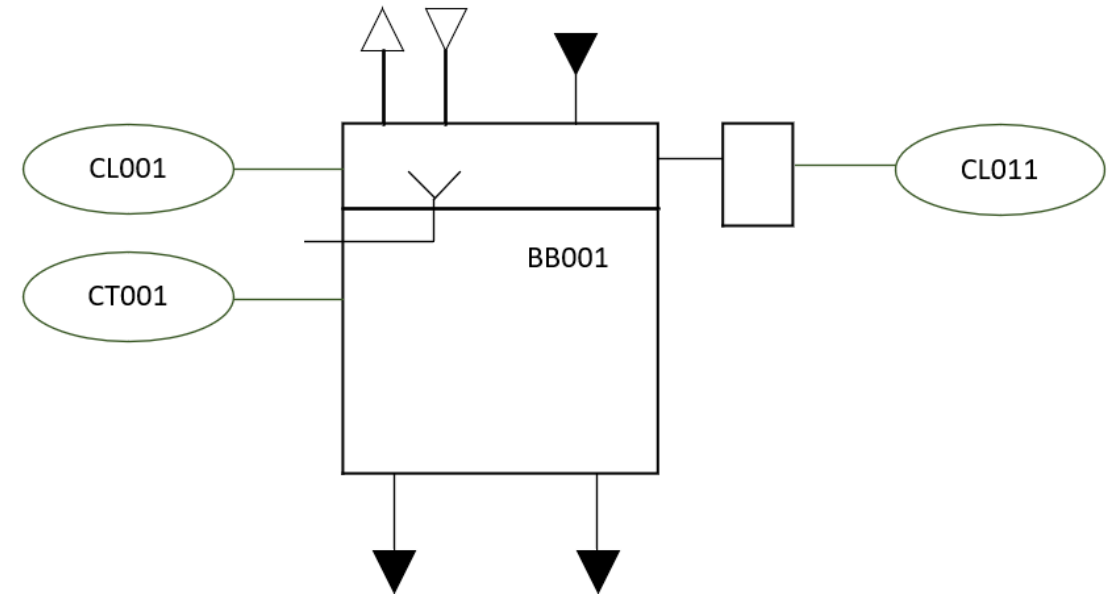
КИП баков



4) Наличие нижней уставки по уровню (близость к опустошению бака – предупредительная, опустошение бака – аварийная с защитными действиями) характерна для баков-источников сред для технологических процессов

В таком случае, опустошение бака фактически означает, что функция системы более выполняться не может, о чем оператора уведомляет сигнализация

При околонулевом уровне могут отключаться по защите насосы, работающие из бака

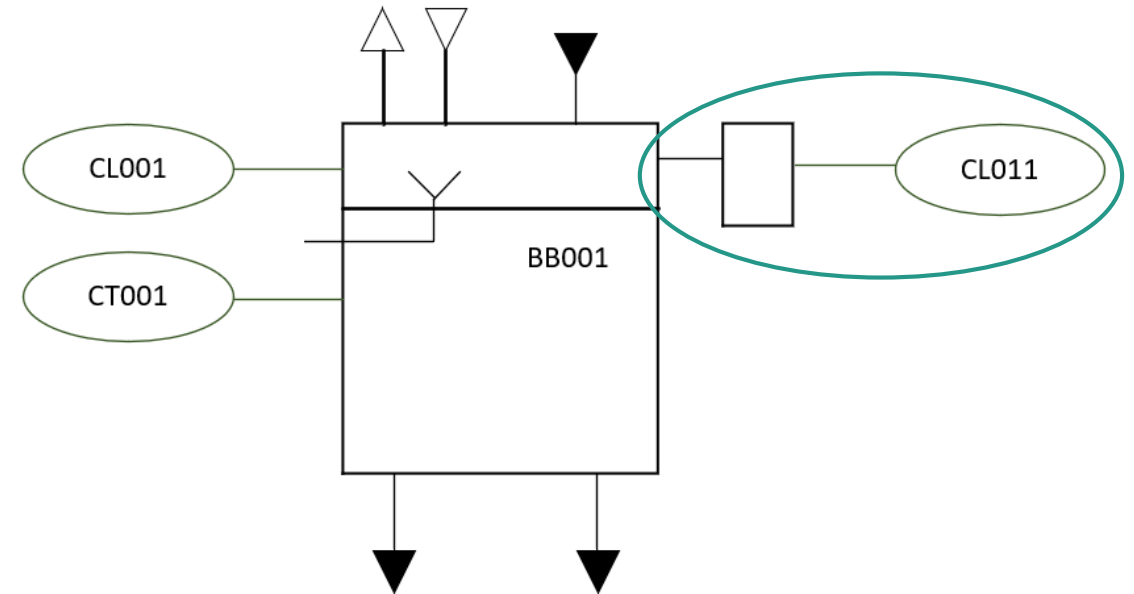


КИП баков



Датчики уровня на гидрозатворах предназначены для контроля уровня при заполнении (дозаполнении) гидрозатвора, поэтому периодически можно встретить использование на таких датчиках верхних уставок

Вторая функция, сопряженная с использованием нижней уставки, - контроль уровня в гидрозатворе при эксплуатации. За счет испарения среды в помещении установки бака, затвор может высохнуть, что приведет к потере выполнения им функции. Это предотвращается за счет информирования оператора при достижении нижней уставки по уровню



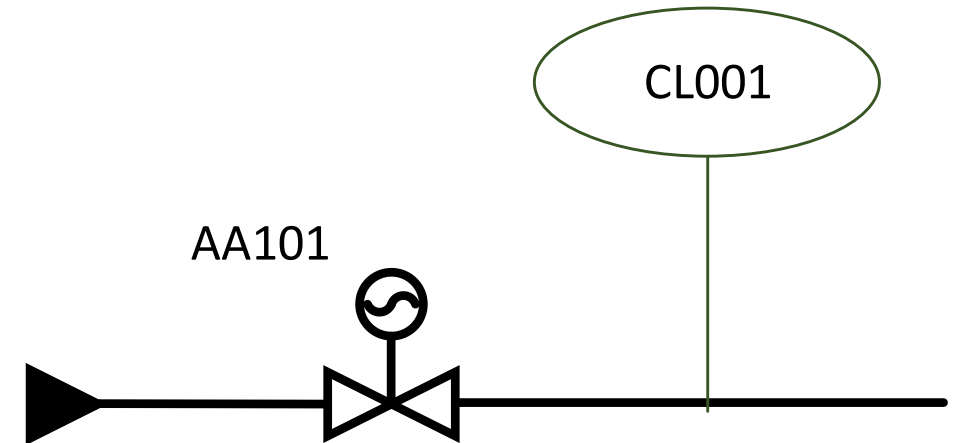
Датчик наличия среды



В ряде случаев существует необходимость контроля плотности закрытия арматур

Сигнал концевого выключателя в данном случае не может гарантировать отсутствие протечки через арматуру (на рисунке справа – АА101), поэтому применяются ранее описанные в презентации №3 бинарные датчики уровня. Их иногда называют датчиками контроля наличия среды

При протечке арматуры среда попадает из левой части тракта в правую, где ее наличие фиксируется датчиком. Уставкой (с сигнализацией) в данном случае является само формирование бинарной единицы



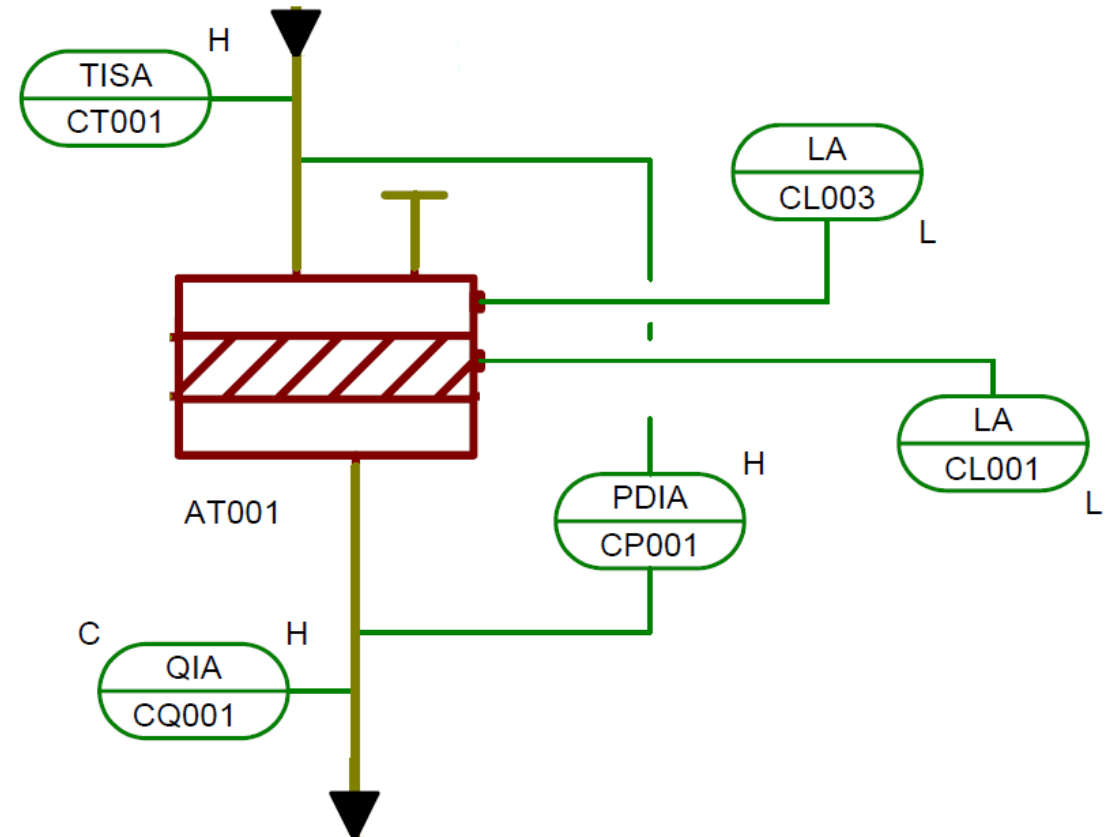
КИП фильтров



КИП в обвязке насыпного ионообменного фильтра выполняют следующие функции:

- Контроль температуры рабочей среды
- Контроль показателей качества рабочей среды
- Контроль степени загрязненности фильтра
- Контроль параметров при гидровыгрузке/ взрыхлении фильтрующей загрузки

На механических фильтрах контролируется только перепад давления

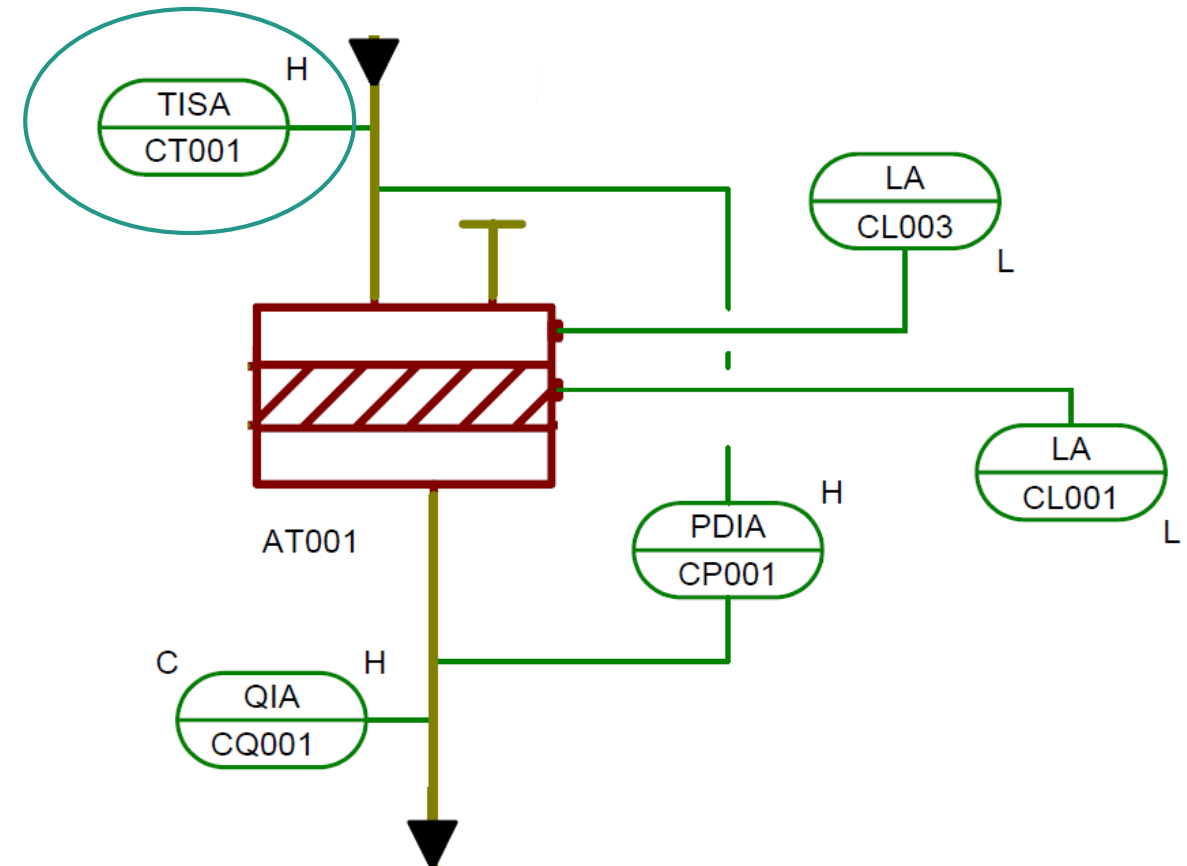


КИП фильтров



Необходимо контролировать температуру рабочей среды на входе в фильтр, т.к. ионообменные смолы (с органической матрицей) подвержены деградации при температурах выше 70°C, что может привести к загрязнению рабочей среды

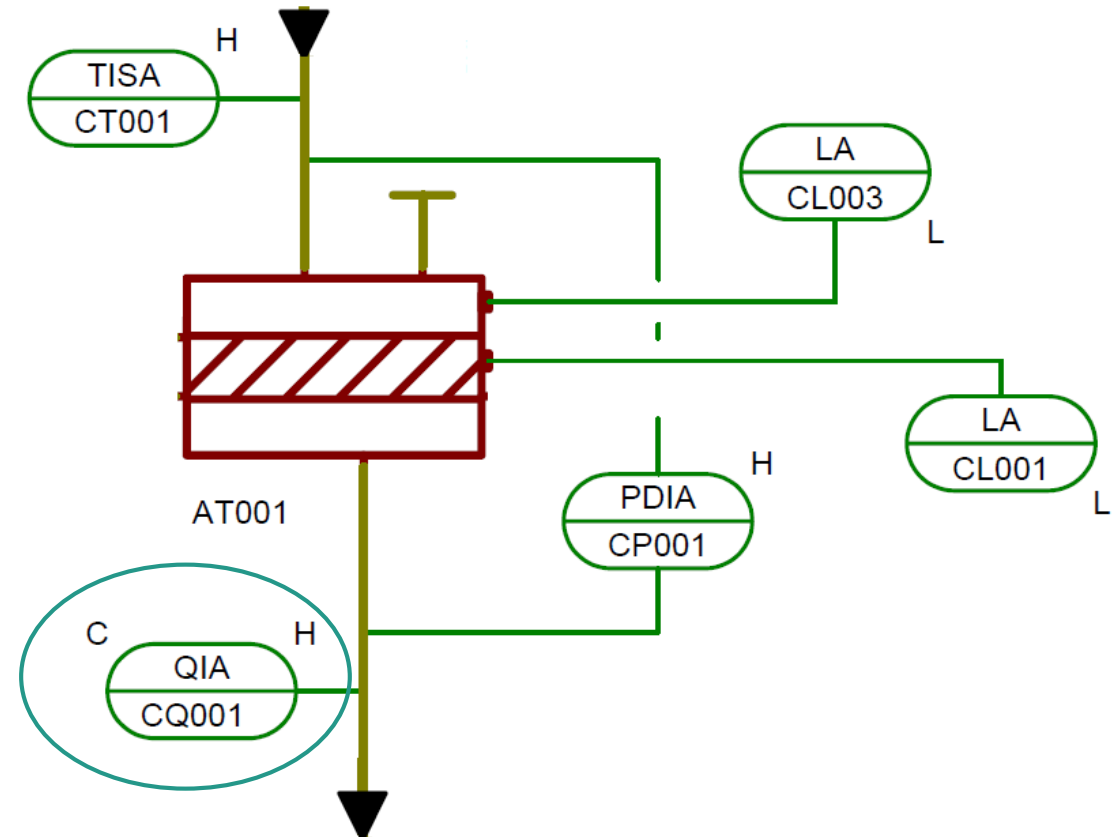
При превышении установленного в проекте предела (верхняя уставка) срабатывает аварийная сигнализация и автоматически закрывается арматура на линии подачи среды в фильтр



КИП фильтров



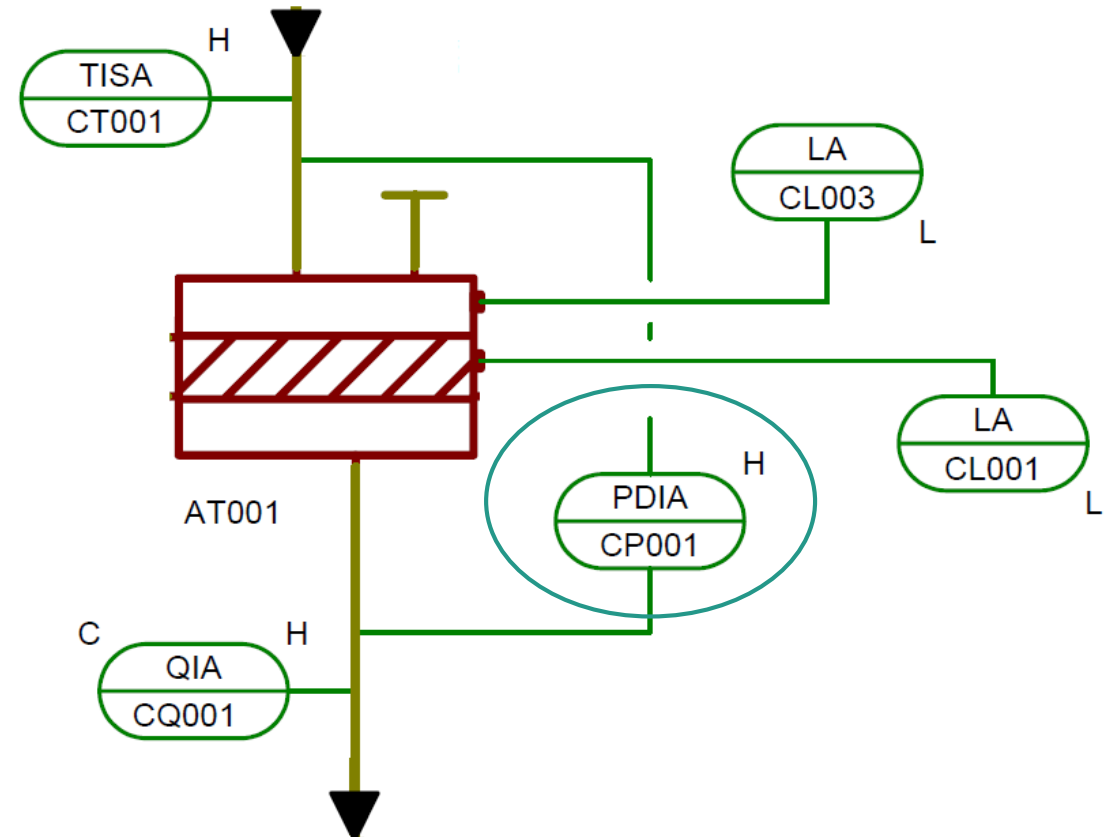
Датчик измерения удельной электрической проводимости CQ001 предназначен для измерения качества рабочей среды. При превышении установленного в проекте предела (верхняя уставка) предусмотрена предупредительная сигнализация и переключение на резервный фильтр (при наличии)



КИП фильтров



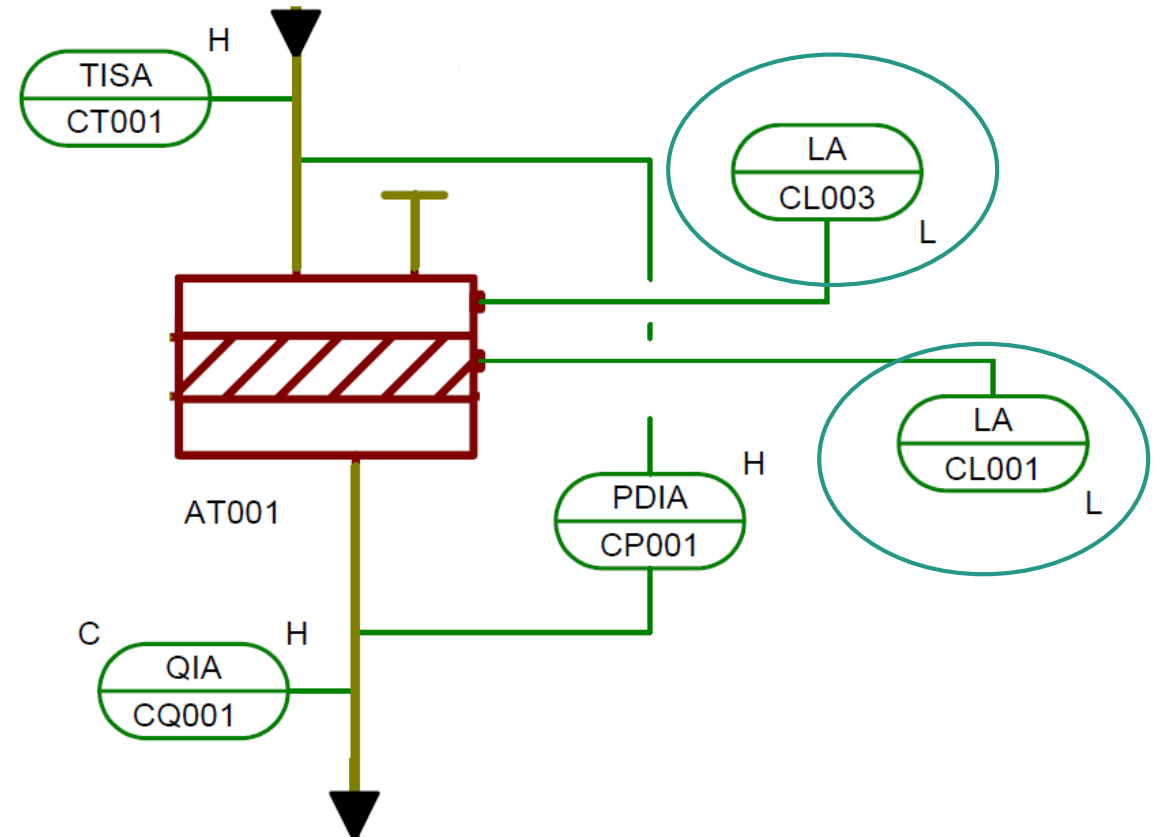
Датчик измерения перепада давления CP001 предназначен для контроля степени загрязненности фильтра. При превышении установленного в проекте перепада давления (верхняя уставка) предусмотрена предупредительная сигнализация. При срабатывании сигнализации оператор выводит фильтр из работы и далее проводятся операции по взрыхлению и обратной промывке для удаления механических загрязнений из фильтрующей загрузки



КИП фильтров



Сигнализаторы уровня CL001 и CL003 предназначены для контроля дренирования и заполнения фильтра при проведении операций по взрыхлению, обратной промывке, перемешиванию. При срабатывании нижней уставки происходит автоматическое закрытие арматуры на линии дренажа, таким образом фильтр дренируется до необходимых для проведения операций отметок уровня рабочей среды



Условные обозначения КИП



Правила построения условных обозначений приборов и средств автоматизации в схемах регламентируется ГОСТ 21.208-2013

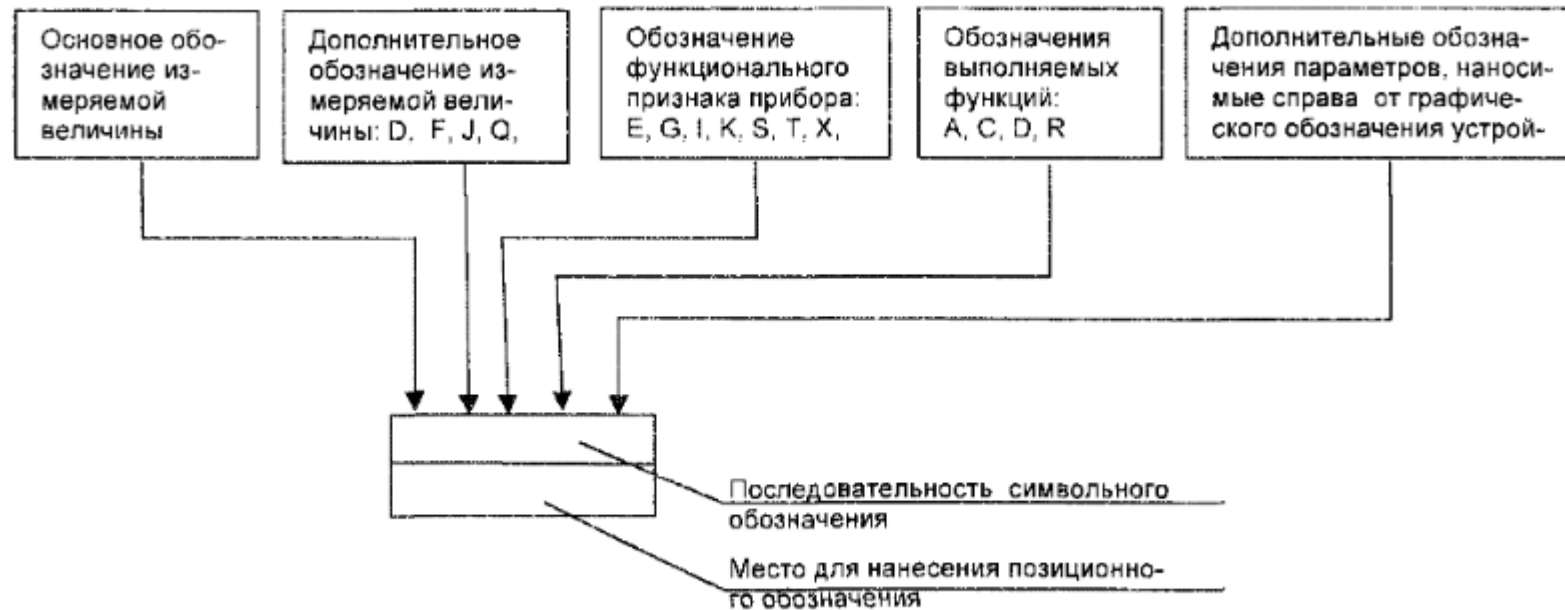


Рисунок 1 — Принцип построения условного обозначения прибора

Условные обозначения КИП



Таблица 2

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	Анализ Величина, характеризующая качество: состав, концентрация, детектор дыма и т. п. (5.13)	—	Сигнализация	—	—
B	Пламя, горение	—	—	—	—
C	+	—	—	Автоматическое регулирование, управление	—
D	+	Разность, перепад	—	—	Величина отклонения от заданной измеряемой величины (5.11.8)
E	Напряжение	—	—	Чувствительный элемент (5.11.3)	—
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
G	+	—	Первичный показывающий прибор	—	—

Условные обозначения КИП



Окончание таблицы 2

H	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины (5.11.7)
I	Ток	—	Вторичный показывающий прибор	—	—
J	Мощность	Автоматическое переключение, обегание	—	—	—
K	Время, временная программа	—	—	Станция управления (5.11.2)	—
L	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины (5.11.7)
M	+	—	—	—	Величина или среднее положение (между верхним H и нижним L)
N	+	—	—	—	—
O	+	—	—	—	—
P	Давление, вакуум	—	—	—	—
Q	Количество	Интегрирование, суммирование по времени	—	+	—
R	Радиоактивность (5.13)	—	Регистрация	—	—
S	Скорость, частота	Самосрабатывающее устройство безопасности (5.8)	—	Включение, отключение, переключение, блокировка (5.11.4)	—
T	Температура	—	—	Преобразование (5.11.5)	—

Вопросы для повторения материала



- Какие параметры обычно контролируются для насосов/теплообменников/баков?
- Объясните, чем важен контроль давления до насоса.
- Объясните, чем важен контроль давления после насоса.
- С какой целью устанавливается датчик перепада давления на теплообменнике?
- Объясните, как можно определить протечку за закрытую арматуру.

Спасибо за внимание

Филиппов А.А.

Ведущий инженер-проектировщик
АО «Атомэнергопроект» — СПбАЭП

Санкт-Петербург, Россия – Пакш, Венгрия

