

Лабораторная работа 3

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА МЕЛИОРАТИВНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Мелиоративные насосные станции по степени автоматизации можно разделить на три группы:

с ручным управлением, когда контроль за состоянием оборудования и все виды включений и отключений основных и вспомогательных насосных агрегатов осуществляют вручную с местных постов управления, и только при аварии основные насосные агрегаты отключаются автоматически;

автоматизированные, управляет которыми (нормальный пуск и остановка основных агрегатов) дежурный персонал с центрального пульта управления согласно заранее согласованному графику водоподачи или по команде руководства оросительной системы, и только автоматически (без непосредственного вмешательства обслуживающего персонала) выключаются при аварии основные насосные агрегаты и работают вспомогательные системы (дренажа, ТВС, пневматическое хозяйство, КИА), обеспечивающие безаварийную эксплуатацию насосной станции;

автоматические, работают по заранее принятой программе без вмешательства обслуживающего персонала.

Наиболее распространенный способ управления насосными станциями — дистанционный с центральных диспетчерских пунктов (ЦДП) с использованием средств телемеханики, способных передавать и принимать большое количество информации (о состоянии оборудования и сооружений насосных станций — агрегаты включены, отключены, ремонтируются; показания контрольно-измерительной аппаратуры — нагрузка на электродвигатели, подача и количество поданной воды, температура подшипников и т. д.). Дистанционное управление применяют как самостоятельно (например, телеуправление отдельными крупными насосными станциями или группой их), так и в качестве резервного, например как резервный вид управления на случай отказа автоматики.

Насосные станции с ручным управлением (чаще всего передвижные) обычно обслуживают участки площадью до 300 га. Пускает и останавливает их один из членов полеводческой бригады. Они, как правило, не имеют приборов контроля и сигнализации, дежурный персонал визуально контролирует состояние оборудования и сооружений. Иногда для предупреждения аварий на таких насосных станциях устанавливают простейшие приборы защиты (чаще всего электрические для защиты электродвигателей от перегрузки).

На автоматизированных насосных станциях операции пуска и остановки основных насосных агрегатов от командного импульса должны выполняться в строгой последовательности. Например, на насосных станциях, основные насосы которых установлены выше уровня воды в нижнем бьефе, вначале включаются установки для заполнения их корпусов водой. По заполнении корпусов водой электроконтактный датчик (обычно ЭРСУ-3) подает сигнал на пуск электродвигателей и отключение вакуумной установки. Когда электродвигатели набрали номинальную частоту вращения, подается сигнал на открытие задвижек, а при полном открытии задвижек — сигнал о завершении пуска. Отключаются насосные агрегаты в обратном порядке.

В процессе нормальной работы автоматизированных насосных станций контролируются: уровни воды в бьефах, колодцах дренажа и откачки, масла в масляных ваннах электродвигателей и котле МНУ, температура подшипников и обмоток электродвигателей, давление воды, масла и воздуха в трубопроводах, наличие протока (движения) жидкости в ТВС, перепад уровней воды на сороудерживающих решетках и многое другое.

Автоматические насосные станции применяют в тех случаях, когда возможно организовать однозначный сигнал для пуска или остановки основных агрегатов: при необходимости поддержания заданных уровней воды в подводящих и отводящих каналах или регулирующих башнях, при подаче воды в закрытую оросительную сеть (режим работы по спросу).

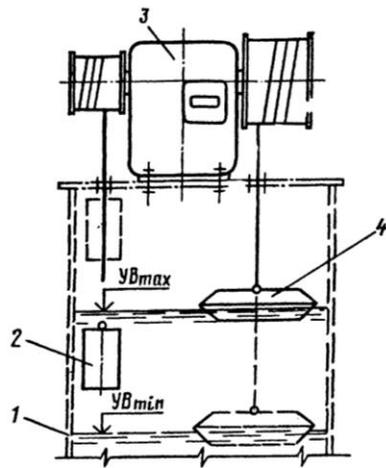
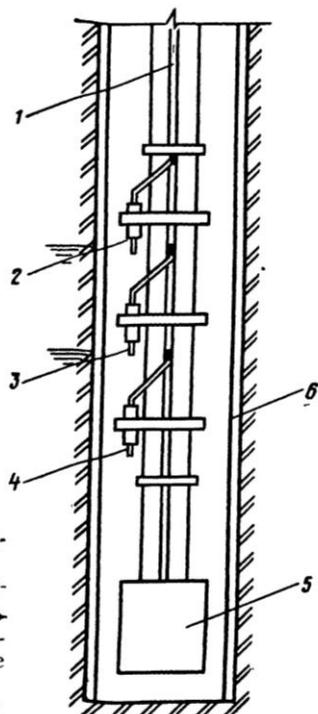


Рис. 8.16. Схема датчика для дистанционного измерения уровня ДСУ-1М:

1 — колодец; 2 — противовес; 3 — первичный прибор; 4 — поплавок

Рис. 8.17. Схема установки регулятора-сигнализатора уровня ЭРСУ-3 в скважине вертикального дренажа:

1 — кабель; 2, 3, 4 — датчики соответственно верхнего уровня, нижнего уровня, «сухого хода»; 5 — скважинный насос; 6 — скважина



Контрольно-измерительная аппаратура контролирует состояние оборудования и бьефов и подает сигналы в системы автоматики насосных станций (уровнемеры, сигнализаторы потока, расходомеры).

Уровнемеры (поплавковые, электроконтактные и акустические) предназначены для измерения уровней воды или масла в открытых водоемах или резервуарах. Для дистанционного измерения уровней воды в открытых водоемах при их больших колебаниях (до 20 м) применяют датчик ДСУ-1М (рис. 8.16). При понижении (повышении) уровня воды в колодце 1 опускаются (поднимаются) поплавок 4 и противовес 2. Основной вал насосного агрегата поворачивается на угол, пропорциональный изменению уровня воды. Соответствующие этому изменению уровня показатели устанавливаются на счетчике местного отсчета, и формируется импульс для вторичного прибора.

Уровни воды в корпусах насосов, вакуум-котлах, колодцах дренажа и откачки, скважинах контролируют с помощью регулятора-сигнализатора уровня ЭРСУ-3 (рис. 8.17). В основу

его работы положен принцип изменения электрической емкости в зависимости от изменения уровня воды. Релейный блок преобразует электрическое сопротивление датчиков 2, 3, 4 в электрический сигнал.

Для измерения уровней воды или масла на насосных станциях применяют также водомерные рейки и водомерные стекла.

Сигнализаторы потока используют для определения наличия потока (движения) жидкости в трубопроводах. К ним относят реле РП и РКПЖ. В основу работы РП положен принцип уравнивания крутящего момента, возникающего в стабилизаторе при протекании жидкости, силой упругой деформации винтовой пружины, а в основу работы РКПЖ — принцип использования перепада давления, возникающего по обе стороны местного сопротивления, расположенного в проточной части стабилизатора (трубопровода).

На насосных станциях для установления потока часто применяют и простейшие приспособления, в основе работы которых лежит принцип отклонения лопатки, помещенной в их проточной части.

Расходомеры используют для измерения мгновенных расходов и количества перекачиваемой воды. Наиболее распространены на насосных станциях водосчетчики, преобразователи расхода, парциальный, ультразвуковой и электромагнитный расходомеры.

Водосчетчики (скоростные водомеры) предназначены для определения количества проходящей по трубопроводу (диаметром $D_y \leq 200$ мм) воды (при ее расходе до $1700 \text{ м}^3/\text{ч}$ и предельной мутности до 5 г/л). Вода вращает встроенную в такие расходомеры вертушку со скоростью, пропорциональной скорости потока и, следовательно, расходу воды. Класс их точности 5, емкость до 10^6 м^3 .

К преобразователям расхода относят бескамерные, камерные и сегментные диафрагмы (рис. 8.18, а, б, в), сопла и трубы Вентури (рис. 8.18, г). В основу их работы положен принцип измерений переменных перепадов давлений до сужающего устройства и после него. Камерные и бескамерные диафрагмы применяют при $D_y = 50 \dots 3000$ мм, сегментные — при $D_y = 50 \dots 1000$ мм, сопла и трубы Вентури — при $D_y = 200 \dots 1400$ мм. Функции сужающих устройств могут также выполнять различные местные сопротивления, например колена. В качестве вторичных приборов вместе с сужающими устройствами можно использовать дифманометры типа ДМ и ДС, если отношение измеряемых расходов не превышает $1:3$, и преобразователи «Сапфир 22-ДД» при большем отношении. Достоинства преобразователей расхода — относительная простота изготовления, не требуют специальной градуировки на испытательных

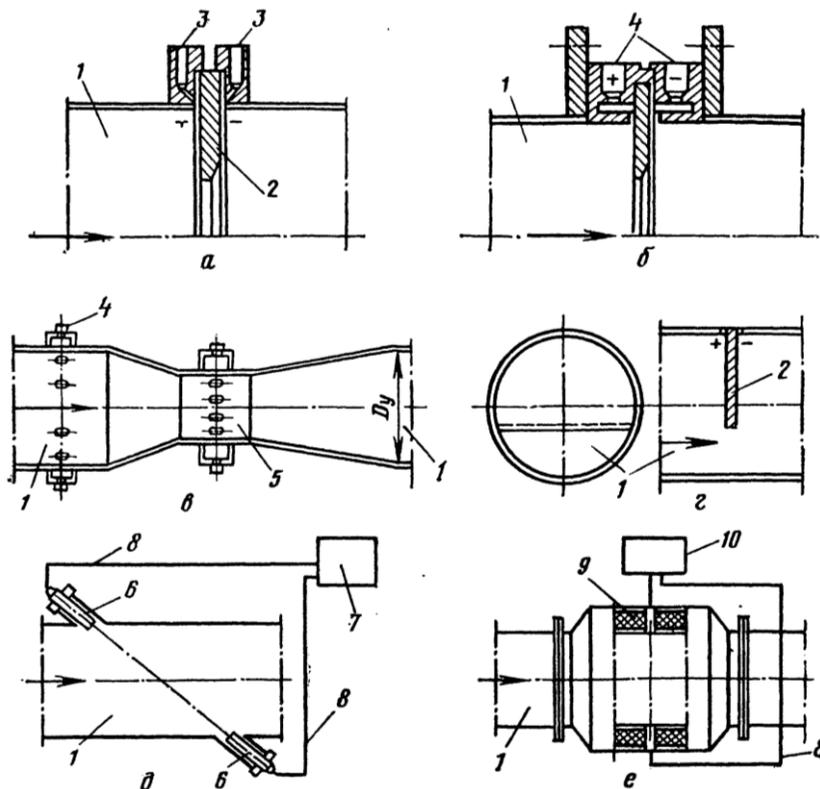


Рис. 8.18. Схемы расходомерных устройств:

а, б, г — диафрагмы соответственно бескамерная, камерная, сегментная; в — труба Вентури; д, е — расходомеры ультразвуковой УЗР-В и электромагнитный; 1 — трубопровод; 2 — диафрагма; 3, 4 — отверстие и камеры для отбора давления; 5 — труба Вентури; 6 — пьезометрический датчик; 7 — электронный блок; 8 — кабель; 9 — электромагнит; 10 — измерительное устройство

стендах; недостатки — большие потери напора (до 1 м), сложность эксплуатации при большой мутности воды, так как наносы забивают трубы, соединяющие сужающее устройство с дифманометром. Такие расходомеры надежно работают на прямых участках трубопроводов (до $100 D_y$ перед сужающим устройством и до $8 D_y$ после него), а также когда соединительные линии уложены таким образом, чтобы исключалась возможность образования воздушных и грязевых пробок (рис. 8.19).

Парциальный расходомер скоростного напора ПРСНВ-1 (рис. 8.20), разработанный ВНИИВОДГЕО, предназначен для измерения расхода в трубопроводах диаметрами $D_y = 300 \dots 2400$ мм. В основу его работы положен метод измерения рас-

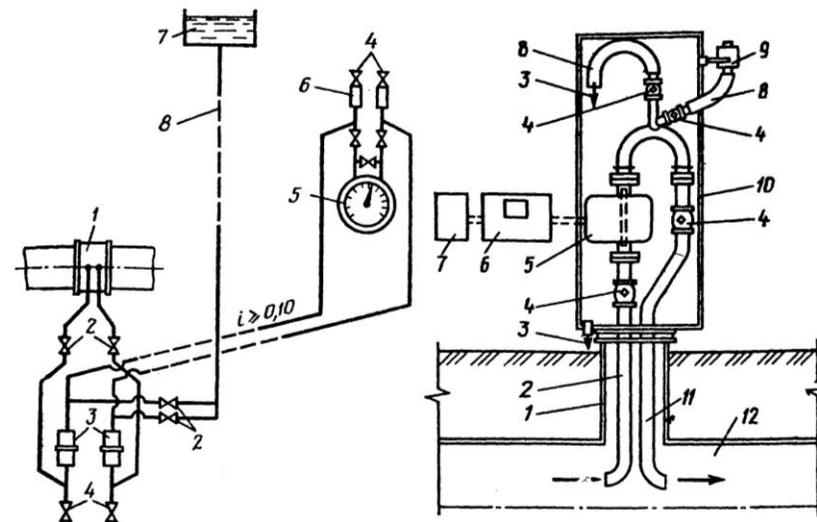


Рис. 8.19. Схема соединительных линий при измерении расхода загрязненной воды:

1 — сопло Вентури (диафрагма); 2, 4 — запорные и продувочные вентили; 3 — отстойные сосуды; 5 — дифманометр; 7, 8 — бачок и трубопровод чистой воды

Рис. 8.20. Схема парциального расходомера скоростного напора ПРСНВ-1:

1 — установочный патрубок; 2, 11 — входная и выходная трубки шунта; 3 — отверстие для слива конденсата; 4 — кран; 5 — преобразователь расхода ПРИ-15; 6 — измерительное устройство; 7 — электрический фильтр; 8 — резиновый рукав; 9 — вантуз; 10 — кожух; 12 — трубопровод, в котором измеряют расход ($D_y = 300 \dots 2400$ мм)

ходов по средней скорости потока на ограниченном участке поперечного сечения трубопровода. Первичным преобразователем скорости ППС-1 является отвод (шунт) с установленным на нем преобразователем расхода ПРИ-15 электромагнитного расходомера ИР-51. Когда поток воды проходит через трубы отвода, выходной сигнал ПРИ-15 поступает на измерительное устройство ИУ-51 электромагнитного расходомера ИР-51. Достоинства расходомера ПРСНВ-1: можно устанавливать по бесколлодежной схеме, прост в изготовлении, класс точности 2,5; недостаток — каждый образец нуждается в градуировке на расходомерном стенде.

Ультразвуковой расходомер УЗР-В (рис. 8.18, д) применяют на трубопроводах диаметрами $D_y \leq 3600$ мм. В основу его работы положен принцип изменения скорости распространения ультразвука по направлению потока воды и против него. Как правило, УЗР-В состоит из двух пьезопреобразователей, наложенных или врезанных в стенки трубы под углом 45° , и измерительно-управляющего прибора со стрелочным индикатором

мгновенного расхода и электромеханическим счетчиком количества воды. Достоинства УЗР-В — класс точности 2, можно устанавливать на работающем трубопроводе; недостаток — необходимость градуировки на расходомерном стенде.

К электромагнитным относят расходомеры: индукция-51 (используют при $D_y = 400 \dots 800$ мм), ИР-51 или ИР-61 (при $D_y = 10 \dots 300$ мм) и 4-РИМ (при $D_y = 50 \dots 200$ мм). В основу их действия положен принцип преобразования скорости потока в электрический сигнал. Они состоят из преобразователя расхода, блоков измерительного и питания (рис. 8.18, е). Достоинства таких расходомеров — большой диапазон измерений, высокая точность ($1 \dots 1,5\%$), малая длина ($5 \dots 10 D_y$) прямых участков труб, на которых их можно установить, практически отсутствуют потери напора; недостатки — требуют периодической проверки нуля, нуждаются в градуировке на расходомерных стендах.

Серийно выпускаемый скоростной турбинный водомер типа ВВ (рис. 8.21) состоит из цилиндрического чугунного корпуса, вертушки с винтовыми крыльями из пластмассы, вращающейся на горизонтальной оси. передачи и счетного механизма из латуни. Поток воды поступает на вертушку одной струей; счетный механизм изолирован от жидкости.

Водомеры типа ВВ изготавливаются пяти различных модификаций с диаметром условного прохода $d_y = 50 \dots 200$ мм и характерным расходом $70 \dots 1700$ м³/ч.

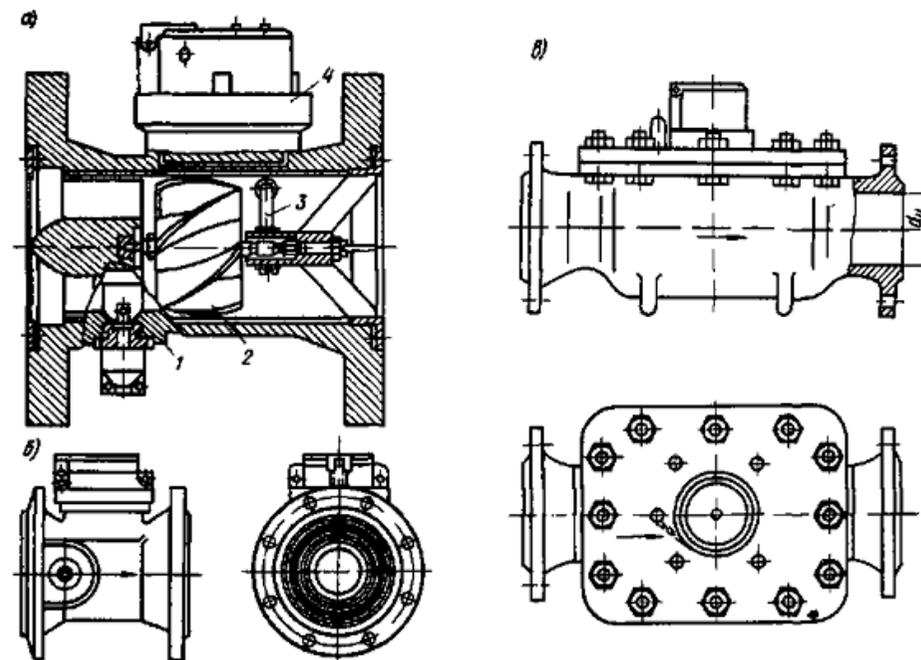


Рис. 8.21 Скоростные турбинные водомеры типа ВВ
а—общий вид, *б*—исполнение для марок ВВ 50 и ВВ-80 завода «Водоприбор» и всех модификаций завода «Лен водоприбор», *в*—исполнение для марок ВВ 100, ВВ 150 и ВВ 200 завода «Водоприбор»; 1—корпус; 2—вертушка; 3—передача; 4—счетный механизм

Напоры или давления в трубопроводах, водо- и воздухонаполненных сосудах можно измерять манометрами, мановакуумметрами и вакуумметрами (показывающими и сигнализирующими). В основу их действия положен принцип уравнивания измеряемого давления силами упругой деформации пружинного чувствительного элемента. Большинство приборов для измерения давления состоит из узлов измерения давления (полая трубка-пружина, мембрана) и узла преобразования перемещений или изменений электрического сигнала.

Перепад уровней воды (давлений) на сороудерживающих решетках или в комплекте с сужающими устройствами (диафрагма, сопло или труба Вентури) при измерении расхода жидкости в трубопроводах можно определить при помощи дифференциальных реле давления: дифманометров типа ДП или ДСС. Дифманометры типа ДП являются жидкостными приборами и работают по принципу двух сообщающихся сосудов (разность давлений в которых уравнивается столбом ртути с измерением его высоты). В основу работы дифманометров типа ДСС положена зависимость между измеряемым перепадом давления и упругой деформацией винтовых цилиндрических пружин, сильфонов.