

*Библиотека*  
**ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

**Ф. Ф. КАРПОВ, В. Н. КОЗЛОВ  
и О. Г. ЛООДУС**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
НАСОСНЫХ  
УСТАНОВОК**

**ГОСЭНЕРГОИЗДАТ**

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

---

*Выпуск 39*

**Ф. Ф. КАРПОВ, В. Н. КОЗЛОВ и О. Г. ЛОДУС**

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК**



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
МОСКВА 1961 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В., Смирнов А. Д.,  
Устинов П. И.

---

ЭЭ-3-3

*В брошюре приводятся несколько примеров несложных схем автоматического управления насосными установками для жидкостей в различных отраслях народного хозяйства. Схемы сопровождаются подробными описаниями их действия и особенностей построения.*

*Даны краткие сведения о датчиках и аппаратуре, применяемой в схемах электрической автоматики.*

*Брошюра рассчитана на электромонтеров, работающих в промышленности, на строительстве, транспорте и предприятиях коммунального хозяйства.*

---

6П2.15 *Карнов Федор Федорович, Козлов Валерьян Николаевич  
и Лоодус Освальд Густавович*

К 21 АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК,  
М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.

48 с. с черт. и табл. (Б-ка электромонтера. Вып. 39).

6П2.15

Редактор *Е. А. Каминский*

Техн. редактор *К. П. Воронин*

---

Сдано в набор 15/XI 1960 г.

Подписано к печати 28/XII 1960 г.

Т-016221 Бумага 84×108<sup>1/32</sup>

2,46 печ. л.

Уч.-пзд л 2,8

Тираж 22 000 экз.

Цена 10 коп.

Заказ 25<sup>х2</sup>

---

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с указаниями XXI съезда КПСС и июньского Пленума ЦК КПСС о внедрении комплексной механизации и автоматизации в народное хозяйство вопросы автоматизации привлекли к себе внимание самых широких кругов технической общественности нашей страны.

Возможности применения автоматики чрезвычайно многообразны. Нет такой отрасли хозяйства, где она полностью или частично не могла бы быть внедрена. И это обстоятельство дает неограниченный простор для рационализаторской мысли, поскольку в каждом предприятии всегда имеется ряд устройств и сооружений, которые могут быть переведены на автоматическую работу с помощью простых и доступных средств. Такие мероприятия могут обеспечить значительный экономический эффект, повысить надежность эксплуатации и улучшить условия труда обслуживающего персонала.

В задачу настоящей брошюры входит ознакомление читателей с некоторыми несложными схемами электрической автоматики насосных установок, которые могут найти применение в той или иной отрасли народного хозяйства. Брошюра не претендует на систематизированное изложение принципов построения схем. В ней также нет подробных описаний применяемой аппаратуры заводского изготовления. Для уточнения ее технических характеристик нужно пользоваться соответствующими каталогами на основании экспликаций, которыми снабжены схемы.

Описания учитывают предварительное знакомство читателей с методами построения элементных схем и условными обозначениями по ГОСТ 7624-55 и системой маркировки цепей в электрических схемах по ГОСТ 9099-59.

В настоящую брошюру включены схемы автоматизации насосных установок, применяемых в многообразных системах добычи и транспорта жидкостей, а также используемых в качестве вспомогательных устройств на предприятиях и строительствах самого различного назначения.

Рассматриваемые схемы подобраны так, чтобы на нескольких примерах ознакомить читателей с особенностями построения каждой схемы и типовым разрешением наиболее часто возникающих при этом задач.

Из многочисленных схем автоматизации различных насосных установок выбраны лишь семь характерных. Две из них (рис. 3 и 4) представляют собой примеры простейших устройств, в которых командная и исполнительная части расположены в том же помещении, а за территориальные пределы установки выносятся лишь оперативная и аварийно-предупредительная сигнализация.

Следующая схема (рис. 6) дает пример выполнения командной части в более сложных условиях, когда командная и исполнительная части находятся в различных иногда весьма удаленных точках.

На схеме, изображенной на рис. 7, представлен один из способов телеуправления двухпозиционными объектами.

На рис. 8 приводится характерный узел сочетания командной части схемы с телеуправлением, обеспечивающий значительное расширение границ ее применения.

Схемы рис. 9 и 12 являются примерами исполнительной части, воспринимающей команду и обеспечивающей ее выполнение.

Таким образом, схемы, изображенные на рис. 3 и 4, могут иметь самостоятельное применение, остальные применяются только во взаимосвязи одна с другой или с иными аналогичными схемами.

Представленная на рис. 11 схема управления задвижкой на трубопроводе может применяться как самостоятельно, так и в качестве вспомогательного элемента общей, более сложной схемы. Так, например, она входит как составная часть в схему управления насосным агрегатом с электрозадвижкой (рис. 12).

В настоящей брошюре использован опыт проектиро-

вания автоматических устройств городских водопроводов и канализаций Электротехнического отдела института «Гипрокоммунводоканал».

## 2. СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВУМЯ НАСОСАМИ ОТКАЧКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Схема разработана для откачки дренажных или хозяйственно-фекальных вод, однако она может быть использована и для откачки нефти, масла и других жидкостей с помощью двух насосов, один из которых является рабочим, другой — резервным.

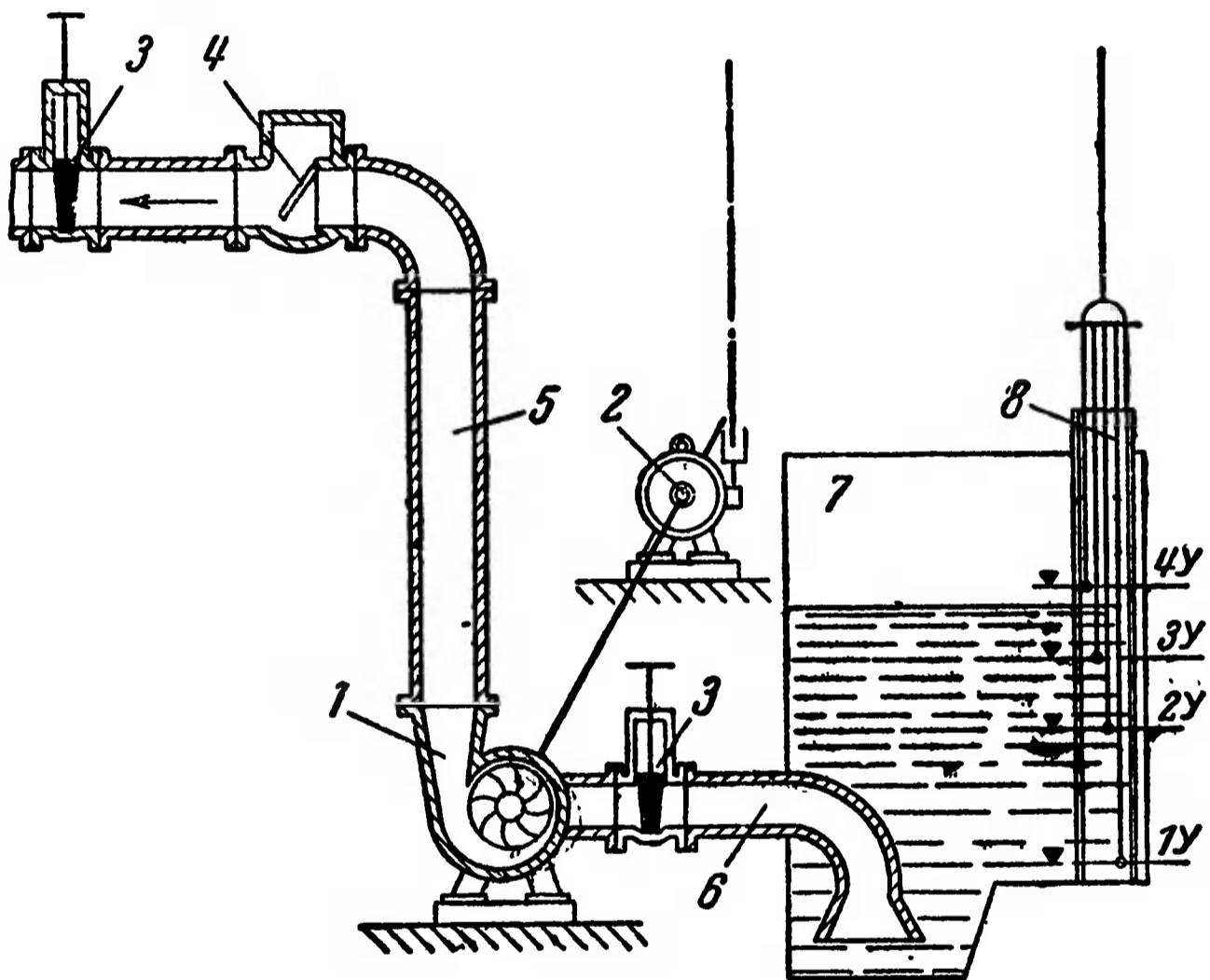


Рис. 1. Технологическая схема насосной установки.

1—насос; 2—электродвигатель; 3—затвор; 4—обратный клапан; 5—напорный трубопровод; 6—всасывающий трубопровод; 7—резервуар; 8—датчик уровня (см. рис. 2); 1У, 2У; 3У, 4У—электроды датчика уровня.

Технологическая схема насосной установки с соответствующей арматурой показана на рис. 1.

Затворы на всасывающих и напорных трубопроводах используются при ремонтах и имеют лишь ручные приводы. При пуске насосных агрегатов при открытых затворах обязательна установка обратных клапанов

на напорных трубопроводах во избежание обратного тока жидкости через неработающий насос.

Схема служит для автоматического управления двумя насосными агрегатами, эксплуатация которых осуществляется без дежурного персонала. Ее работа основана на зависимости пуска и остановки насосных агрегатов от уровня жидкости в контролируемой емкости (приемный резервуар, бак, приямок и др.).

Команда управления подается датчиком уровня ДУ.

В рассматриваемой схеме применен датчик простейшего электродного типа, употребляемый для загрязненных вод. Датчик (рис. 2) представляет собой металлическую трубу с расположенными внутри нее электродами 1У, 2У, 3У и 4У, которые устанавливаются на разной высоте соответственно требуемым уровням для начала и окончания откачки, причем они непосредственно включаются в схему автоматики.

Для других жидкостей применяются иные датчики уровня, обычно поплавковые реле, например типа РМ-51, что, однако, не меняет принципиальной основы схемы.

Как уже упоминалось, из двух насосных агрегатов один является рабочим, а второй резервным. Тот или иной режим работы агрегатов устанавливается с помощью переключателя очередности ПО. В положении переключателя I первый насосный агрегат будет рабочим, а второй — резервным. В положении переключателя II второй насос будет рабочим, а первый — резервным.

Рассмотрим действие схемы (рис. 3) при положении I переключателя ПО. В этом случае будут замкнуты контакты 4—10 и 6—12 в цепях реле управления рабочего 1РУ и резервного 2РУ агрегатов, но сами цепи остаются разомкнутыми электродами датчика уровня соответственно 3У и 2У. При повышении уровня жидкости в контролируемой емкости до электрода 2У цепь реле управления 1РУ замыкается, реле 1РУ срабатывает и его замыкающий (нормально открытый) контакт 23—29 включает катушку магнитного пускателя 1ПМ электродвигателя 1ЭН первого насоса. Электродвигатель включается в работу.

По мере откачки жидкости уровень в контролируемой емкости понижается. Однако при разрыве цепи

реле *1PУ* контактом электрода *2У* электродвигатель не останавливается, так как реле *1PУ* блокируется (т. е. продолжает получать питание) во включенном положении через свой замыкающий контакт *8—12* и замкнутый пока

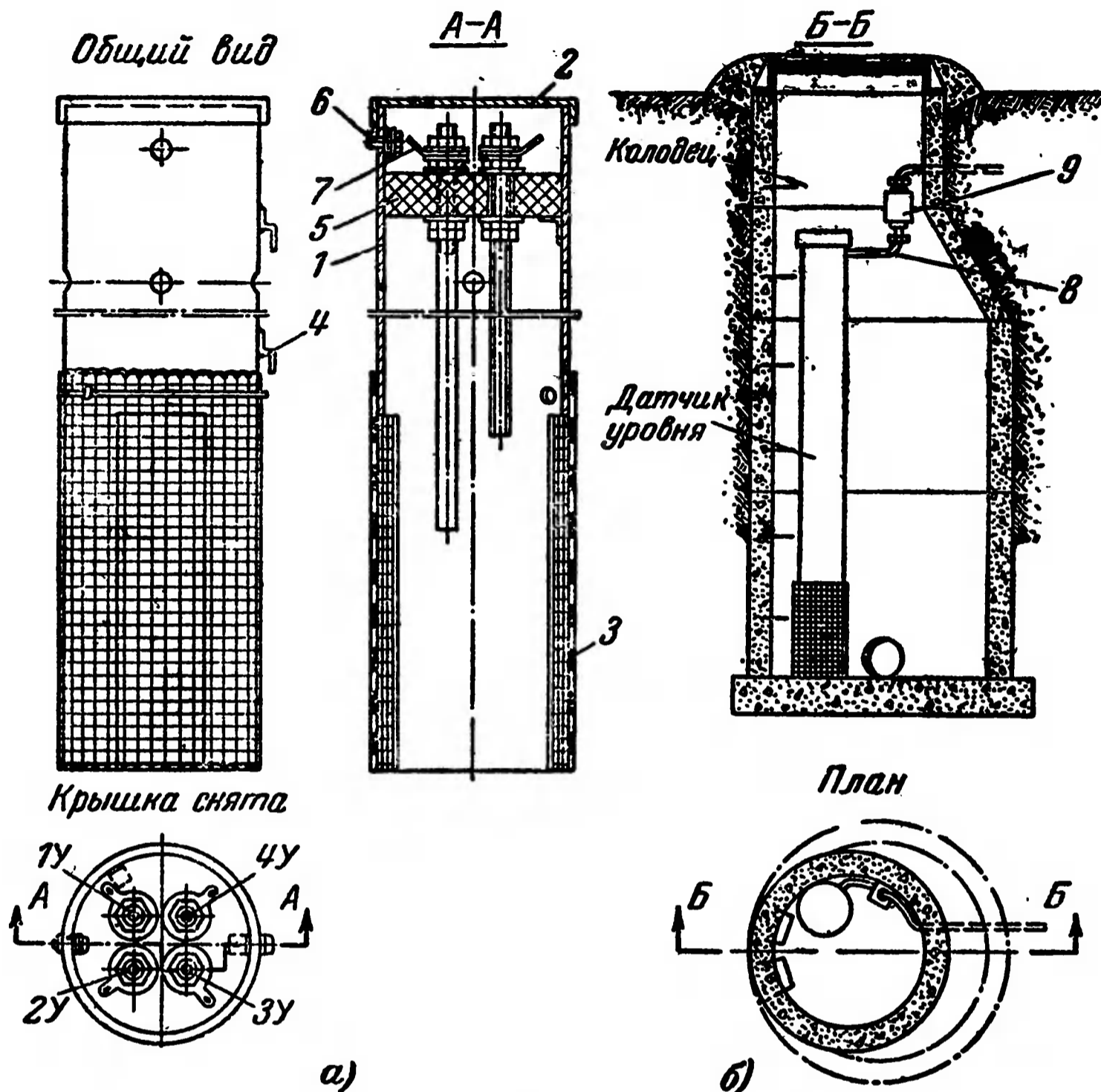


Рис. 2. Датчик уровня (уровнемер).

*а* — пример конструктивного исполнения; *б* — установка в колодце; *1* — кожух; *2* — крышка; *3* — проволочная сетка; *4* — крюк для подвески уровнемера к скобе; *5* — изоляционная шайба; *6* — болт для присоединения заземленного нулевого провода; *7* — кабельный наконечник; *8* — газовая труба; *9* — распаечная коробка; *1У*, *2У*, *3У*, *4У* — электроды датчика уровня.

контакт электрода *1У*. Указанная самоблокировка реле управления предусмотрена схемой во избежание частых пусков и остановок насосного агрегата и обеспечивает остановку электродвигателя насоса лишь тогда, когда уровень жидкости упадет ниже электрода *1У*.

В случае аварийного отключения рабочего насосного

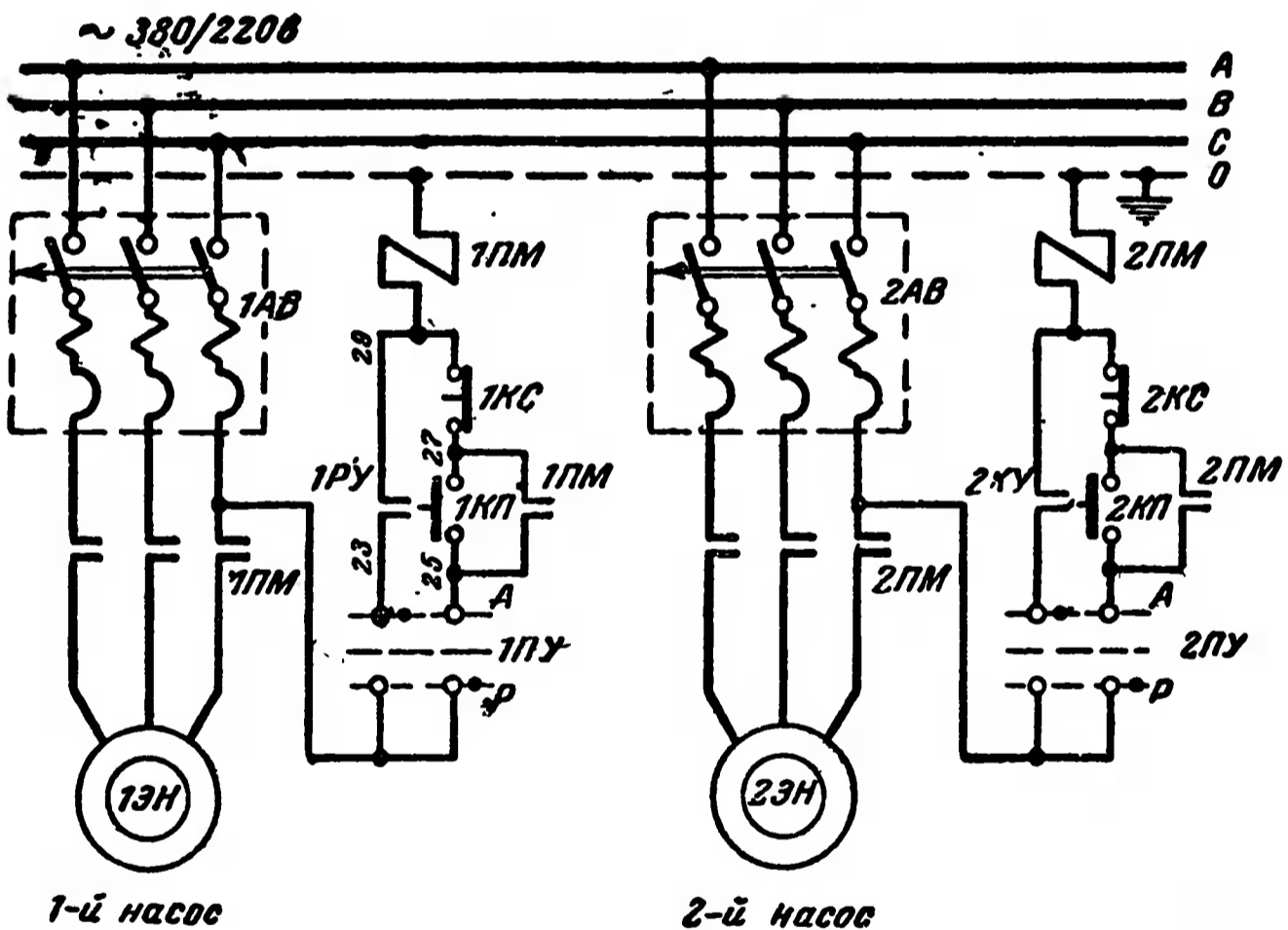
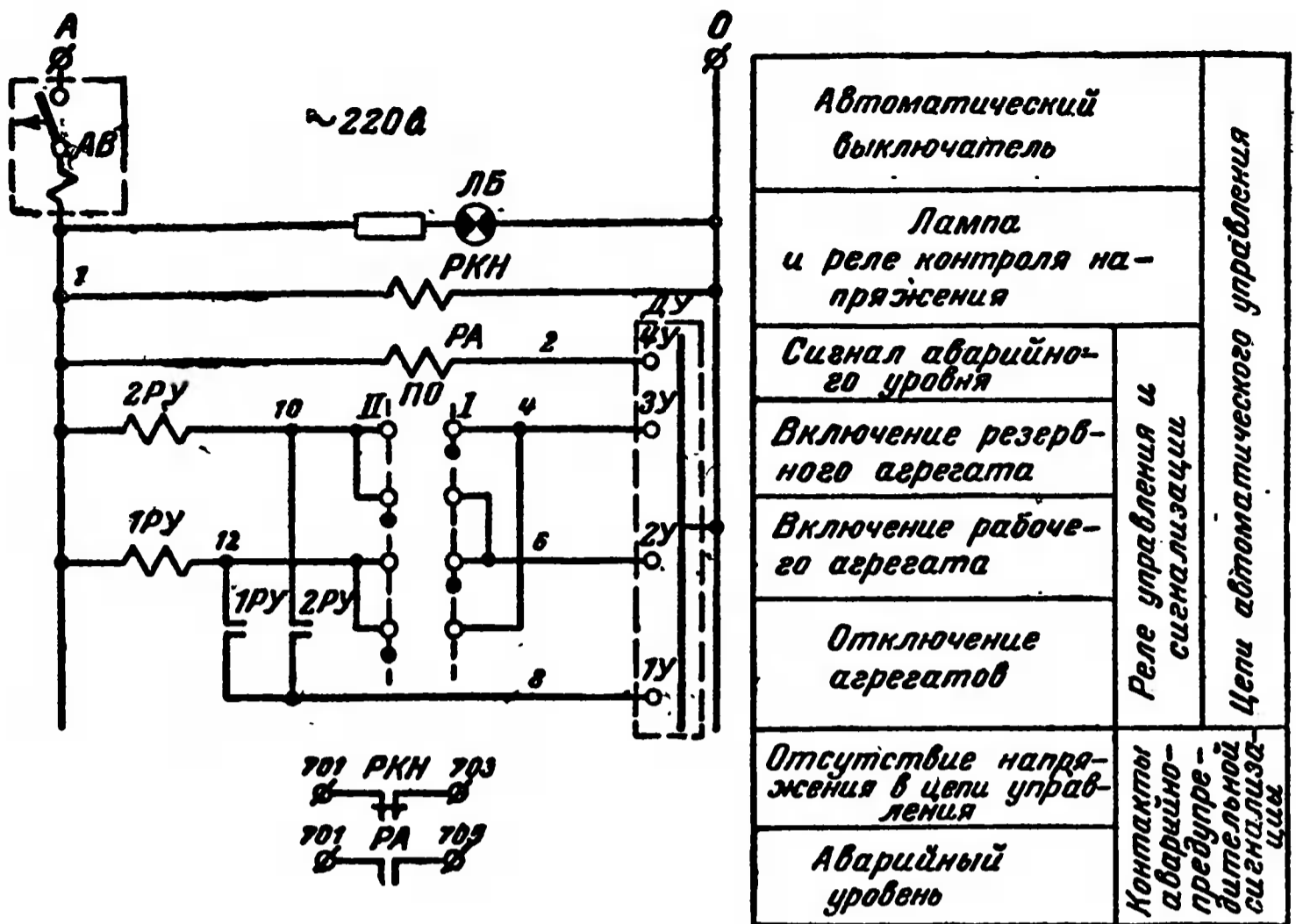


Рис. 3. Схема управления двумя насосами откачки дренажных вод, агрегата или его недостаточной производительности жидкость, продолжая повышаться, замкнет контакт электрода 3У благодаря чему будет подано напряжение на реле 2РУ, которое включит магнитный пускатель 2ПМ электродвигателя 2ЭН резервного насоса.

Условное обозначение	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
1АВ, 2АВ	Выключатель автоматический трехполюсный с комбинированным расцепителем	Выбирается по мощности электродвигателя		2
1ПМ, 2ПМ	Пускатель магнитный с катушкой на 220 в переменного тока	То же		2
АВ	Выключатель автоматический однополюсный с электромагнитным расцепителем	АО-15ЭМ	Ток расцепителя 1 а	1
РКН, РА, 1РУ и 2РУ	Реле электромагнитное, унифицированное	МКУ-48 с (РУ4-506-166Д)	Катушка на 220 в, 2 н. о. и 2 н. з. контакта 250 в, 10 а	4
ПО	Переключатель пакетный двухполюсный	ПП2-10/4с	250 в, 10 а	1
1ПУ, 2ПУ	Переключатель пакетный однополюсный	ПП1-10/Н2	380 в	2
1КП и 1КС 2КП и 2КС	Кнопка управления	КУ-123/2	220в	2
ЛБ	Арматура с сигнальной лампы	ЛС-53	380/220 в для сетей с заземленной нейтралью	1
ДУ	Электродный датчик уровня	См. рис. 2		1
1ЭН, 2ЭН	Электродвигатели насосов			2

Остановка резервного насоса произойдет при падении уровня ниже того же электрода 1У.

Если приток жидкости превысит производительность обоих насосных агрегатов вследствие их аварийного состояния или других, не могущих быть предусмотренными причин, жидкость в контролируемой емкости поднимается до предельно допустимого уровня, на высоте которого устанавливается электрод 4У.

В этом случае получит напряжение аварийное реле РА и включит контактами 701—705 цепь аварийной сигнализации, с помощью которой подаются световой и звуковой сигналы на контрольный пост (диспетчерский пункт).

Второй предупредительный сигнал предусмотрен при отсутствии напряжения в цепях автоматического управления. Для этой цели служит реле контроля наличия напряжения РКН, замыкающее при перерыве питания контакты 701—703 в цепи аварийной сигнализации.

Цепи аварийной сигнализации питаются от самостоятельного источника с непрерывным контролем за исправным состоянием линий связи. Питая аварийную сигнализацию от того же источника, на котором контролируется наличие напряжения, нельзя, так как при исчезновении напряжения будет невозможно подать сигнал.

Белая сигнальная лампа *ЛБ* служит для оповещения о наличии напряжения в цепях автоматического управления при контрольных осмотрах устройства.

Переход на кнопочное управление насосами достигается поворотом переключателя *1ПУ* для первого и *2ПУ* для второго насосов. Эти переключатели исключают возможность одновременного автоматического и кнопочного управления, так как в одном положении рукоятки (*А*) подготавливаются цепи только автоматического управления, отключая кнопочное управление. В другом положении рукоятки (*Р*) подготавливаются цепи кнопочного управления, но отключаются цепи автоматики.

Местное управление осуществляется с помощью кнопок пуска *1КП* и *2КП* и остановки *1КС* и *2КС*, устанавливаемых непосредственно у насосных агрегатов.

Описанная схема рассчитана на наиболее употребительное в промышленных установках напряжение 380/220 в в сетях с заземленной нейтралью. Однако это не исключает ее принципиальной применимости и для других систем низкого напряжения.

В качестве пусковых устройств приняты магнитные пускатели, в соответствии с чем при напряжении питания 380 в мощность электродвигателей насосов не должна превышать 55 квт. При электродвигателях большей мощности пользуются контакторами.

Защита главных цепей электродвигателей насосов может быть осуществлена с помощью автоматического выключателя с комбинированным расцепителем, как выполнено на рис. 3, или плавкими предохранителями. В последнем случае магнитные пускатели электродвигателей должны иметь тепловую защиту.

При малой мощности электродвигателей (менее 10 квт) цепи питания катушек магнитных пускателей подключаются непосредственно после защитного устройства, как и показано на рис. 3. При электродвигателях

мощностью 10 кВт и выше, для цепей питания катушек магнитных пускателей обычно предусматривается самостоятельная защита, потому что защитные устройства электродвигателей большей мощности не могут защищать цепи управления.

В заключение подчеркнем, что:

а) к электродам датчика уровня подводится напряжение 220 в. Поэтому корпус датчика должен быть надежно заземлен, а при осмотрах, чистке и ремонте датчика обязательно отключение питания цепей управления;

б) схема разработана применительно к условиям пуска и остановки насосных агрегатов при постоянно открытых задвижках, возможность чего гарантируется для большинства канализационных, дренажных и им подобных низконапорных насосных установок.

Схема рис. 3 выполнена более подробно, чем обычно. На ней показаны цепи обоих насосов, хотя они принципиально совершенно одинаковы и отличаются лишь названиями реле, кнопок и магнитных пускателей: для первого электродвигателя в данном случае 1РУ, 1КП, 1КС, 1ПУ, 1ПМ, для второго — 2РУ, 2КП, 2КС, 2ПУ, 2ПМ. Так же подробно перечислены все аппараты в экспликации к схеме.

В дальнейшем одинаковые по назначению элементы, входящие в аналогичные цепи, будут изображаться 1 раз, равно как и в экспликациях вместо того чтобы писать, например, 1ПУ и 2ПУ будет написано 1—2ПУ. Отметим также, что маркировка, не упоминающаяся при описании схем, опущена.

### **3. СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАНКОМ-КАЧАЛКОЙ НЕФТЯНОЙ ГЛУБИННО-НАСОСНОЙ СКВАЖИНЫ**

Автоматическое управление станком-качалкой нефтяной скважины представляет собой одно из наиболее простых устройств автоматизации периодически действующего механизма в зависимости от заданного времени.

Схема (рис. 4, а) обеспечивает автоматическую эксплуатацию установки без дежурного персонала и пред-

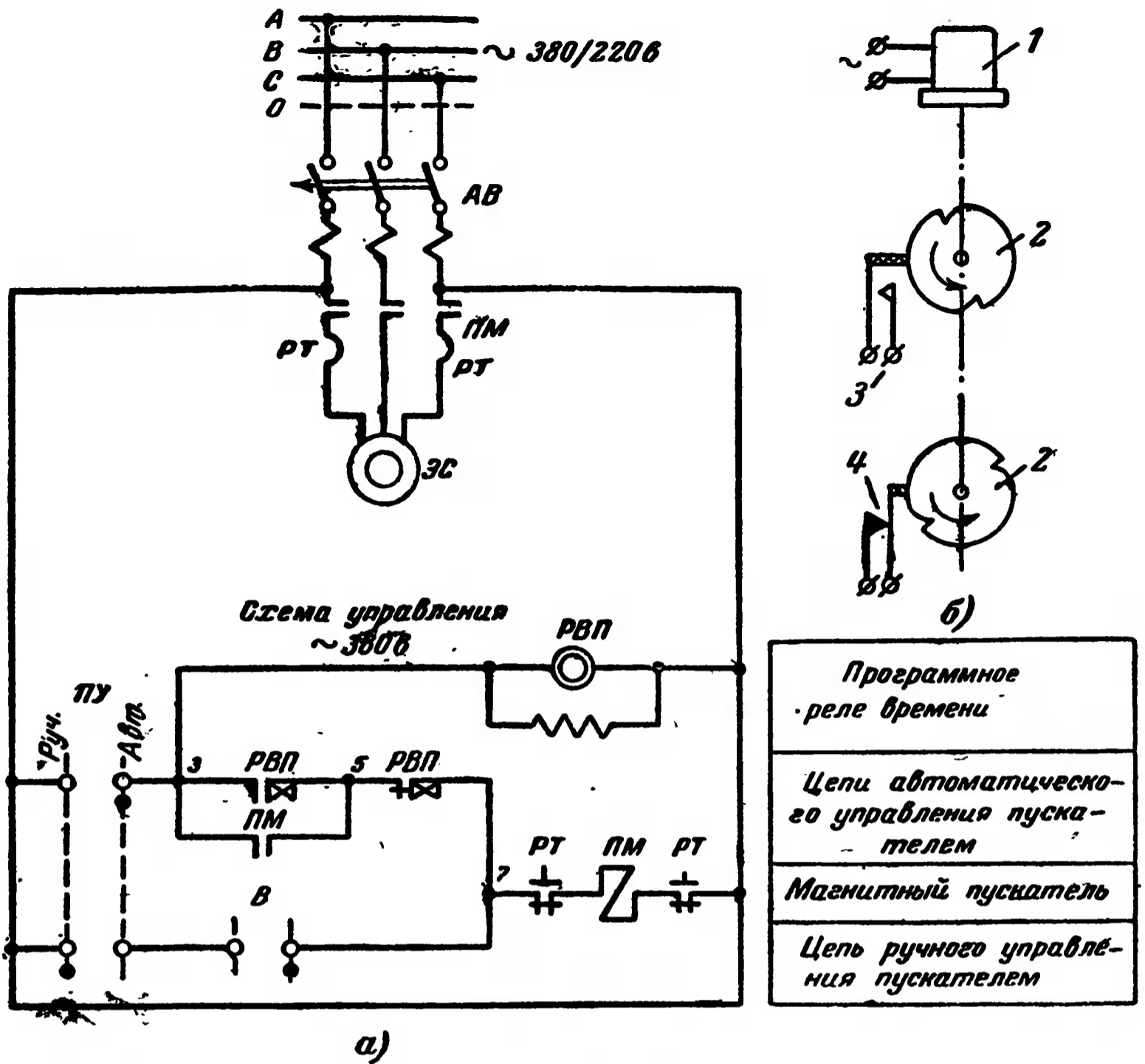


Рис. 4. Схема управления станком-качалкой нефтяной глубинно-насосной скважины.

а — принципиальная схема; б — программное реле времени; 1 — синхронный электродвигатель СД-1/300; 2 — диски, переключающие контакты; 3 — контакт, обозначенный на схеме РВП 3—5; 4 — то же РВП 5—7.

Условное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Количество
AB	Выключатель автоматический трехполюсный с электромагнитным расцепителем	Выбирается по мощности электродвигателя		1
ПМ	Пускатель магнитный с катушкой на 220 в и тепловой защитой	То же		1
1—2РТ	Реле тепловой защиты с ручным возвратом, встроенные в магнитный пускатель	То же		2
РВП	Реле времени программное	РВП-СД1/300	380 в, 150 мин, 1 н. о. и 1 н. з. контакт	1
ПУ	Переключатель пакетный однополюсный	ПП1-10/4с	250 в, 10 а	1
В	Выключатель пакетный однополюсный	ПВ1-10	250 в, 10 а	1

назначена для нефтяных скважин, из которых приходится производить периодическую откачку нефти, чередуя ее с перерывами, в течение которых восстанавливается горизонт. Элементы схемы могут быть использованы при автоматизации различных других механизмов, где требуются периодические включения и отключения в течение заранее установленных промежутков времени.

Командным органом схемы служит программное реле времени Кировабадского механического завода типа РВП-СД1/300 с синхронным электродвигателем (рис. 4,б). Реле имеет контакты, периодически замыкающиеся и размыкающиеся при общей длительности периода 150 мин.

При подаче напряжения на электродвигатель станка-качалки одновременно подается питание в цепь схемы автоматического управления и приводится в действие механизм реле. При этом контакт РВП 3—5 замыкается, включая катушку магнитного пускателя ПМ, который блокирует себя во включенном положении собственным блок-контактом 3—5 через контакт РВП 5—7 реле времени.

Цель самоблокировки ПМ состоит в том, чтобы ПМ оставался включенным до подачи импульса на остановку, несмотря на то, что контакт РВП замыкается на непродолжительное время.

По истечении установленной выдержки времени контакт реле РВП 5—7 размыкается, прерывая цепь катушки ПМ и отключая тем самым электродвигатель.

Пределы регулирования времени между замыканием контакта 3—5 и размыканием контакта 5—7 программного реле могут быть установлены в границах 15—150 мин в зависимости от необходимой длительности работы станка-качалки в каждом цикле действия реле.

Переключатель ПУ служит для перевода схемы на неавтоматическое (ручное) управление, которое осуществляется выключателем В.

Установка снабжается простейшей сигнализацией при аварии с электродвигателем и отсутствии напряжения (на рис. 4 не показана).

#### 4. СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППАМИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ

Прежде чем приступить к рассмотрению электрических схем управления, обратимся к соответствующей технологической схеме, которая показана на рис. 5.

Перейдем к электрической схеме (рис. 6). В ней рассматривается автоматическая работа насосных агрегатов, подающих жидкость в общие резервуары. Эта схема получила широкое применение в системах водоснабжения городов, поселков и промышленных предприятий из подземных источников, имеющих многочисленные, разбросанные на большой территории скважины с насосными агрегатами, работа которых может быть поставлена в зависимость от уровня в сборных резервуарах. Схема может быть использована также для системы нефтяных скважин или других объектов с аналогичными условиями эксплуатации.

Схема должна обеспечить такое количество одновременно работающих насосных агрегатов, чтобы уровень жидкости в резервуарах независимо от ее расхода поддерживался в заданных пределах.

В противоположность двум уже рассмотренным схемам, в которых командная и исполнительная части территориально объединены, в описываемой схеме командная часть, располагаемая при резервуарах, отделена от исполнительной, которая монтируется непосредственно на контролируемых объектах у насосных агрегатов скважин. При этом командная часть схемы является общей, между тем как количество контролируемых объектов (скважин) не ограничивается.

Территориальная удаленность командного и исполнительных органов схемы вызывает необходимость наличия устройства, обеспечивающего передачу команды на расстояние (телеуправление), один из примеров которого приведен ниже на рис. 7.

В рассматриваемую схему (рис. 6) входит лишь автоматизация управления группами насосных агрегатов от уровня, т. е. описывается лишь командная часть общей схемы управления подобного рода установками. Примеры схем, обеспечивающих исполнительную часть, приведены ниже на рис. 9 и 12.

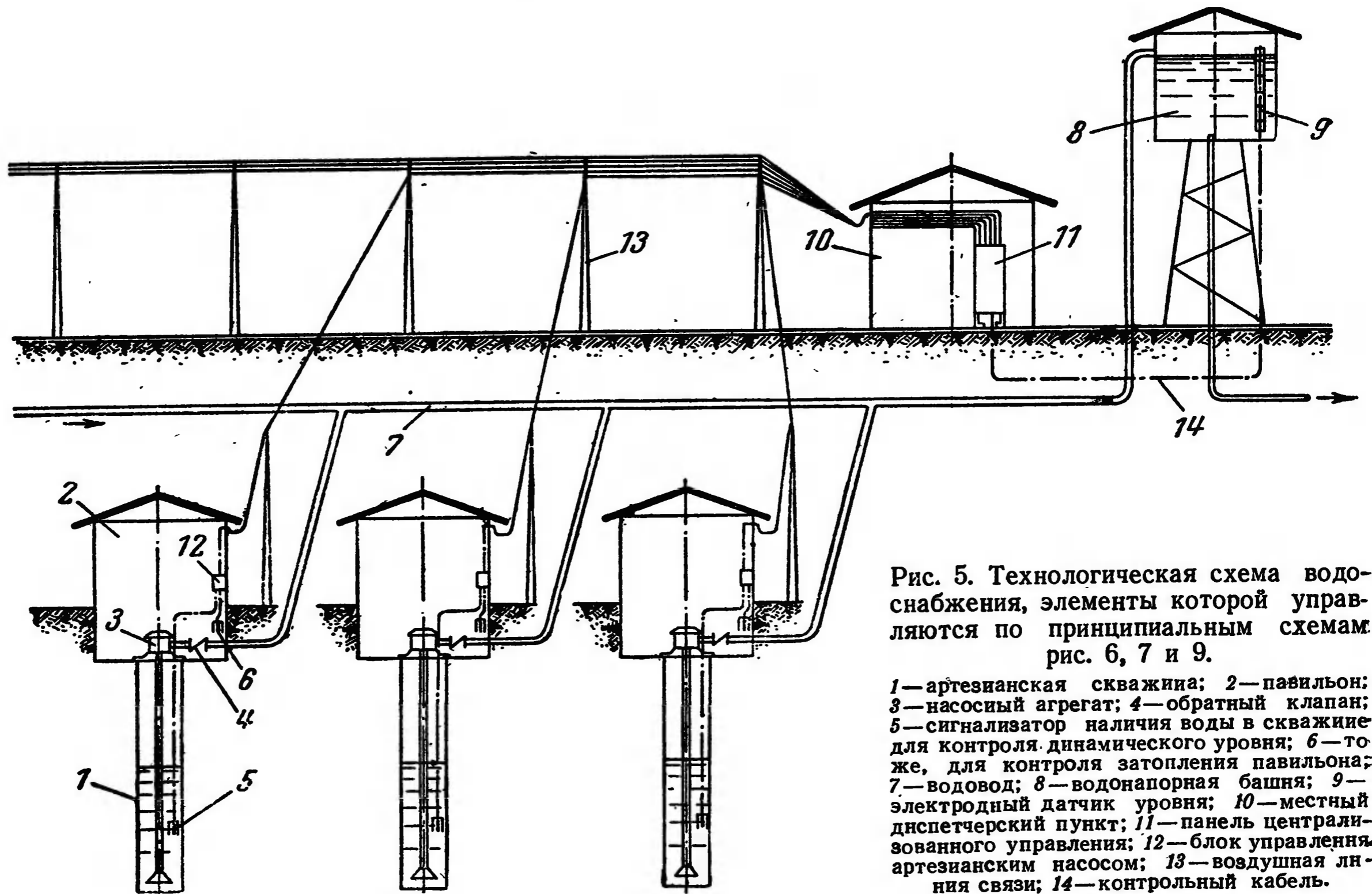


Рис. 5. Технологическая схема водоснабжения, элементы которой управляются по принципиальным схемам рис. 6, 7 и 9.

1—артезианская скважина; 2—павильон; 3—насосный агрегат; 4—обратный клапан; 5—сигнализатор наличия воды в скважине для контроля динамического уровня; 6—то же, для контроля затопления павильона; 7—водовод; 8—водонапорная башня; 9—электродный датчик уровня; 10—местный диспетчерский пункт; 11—панель централизованного управления; 12—блок управления артезианским насосом; 13—воздушная линия связи; 14—контрольный кабель.

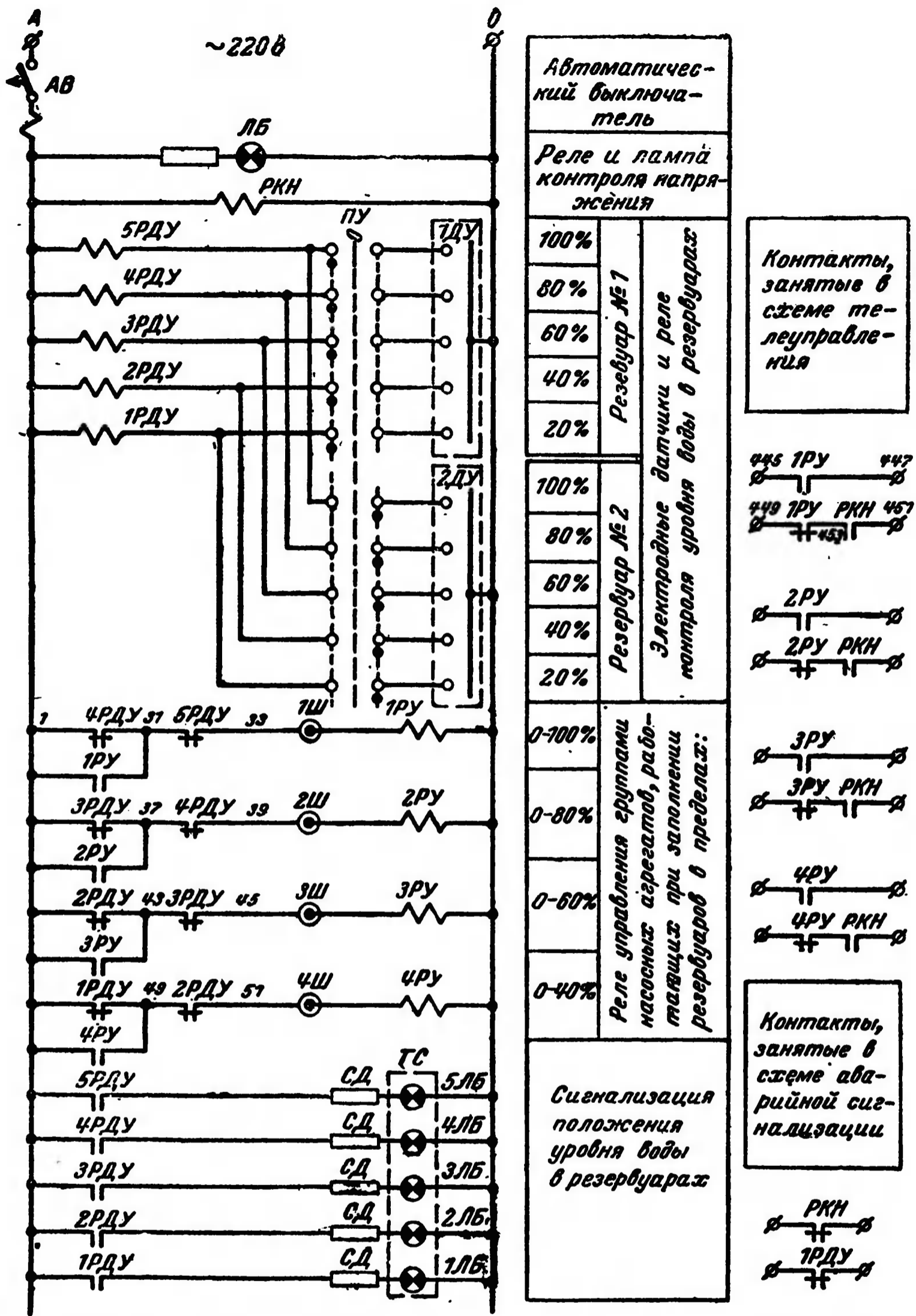


Рис. 6. Схема управления группами насосных агрегатов в зависимости от уровня.

Условное обозначение	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
<b>Панель контрольного поста</b>				
<i>АВ</i>	Включатель автоматический однополюсный с электромагнитным расцепителем	АО-15ЭМ	Ток расцепителя 2 а	1
<i>РКН, 1—4РУ 1—5РДУ УП</i>	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48 (РУ4-509 019Д)	Катушка на 220 в. 6 н. о. и 2 н. з. контакта	10
	Универсальный переключатель	УП-5313/С322		1
<i>ТС</i>	Табло сигнальное на 5 ламп	СТ-5		1
<i>1—5ЛБ ЛБ</i>	Лампа накаливания	СМ-19	5 вт, 28 в	5
	Арматура с сигнальной лампой	ЛС-53	220 в	1
<i>СД</i>	Сопротивление проводочное	ПЭ-25	1 300 ом	5
<i>1—4Ш</i>	Штепсельное гнездо с вилкой			4
<b>В резервуарах</b>				
<i>1—2ДУ</i>	Электродный датчик уровня	См. рис. 2		2

Командными органами автоматического управления являются устанавливаемые в резервуарах электродные датчики уровня *1ДУ* в резервуаре № 1 и *2ДУ* в резервуаре № 2.

Электроды датчиков уровня устанавливаются на высотах соответствующих 20, 40, 60, 80 и 100% полной емкости резервуаров.

При опорожненных резервуарах все электроды датчиков разомкнуты, а следовательно, и включенные в их цепи реле *1—5РДУ* не будут обтекаться током, что соответствует замкнутому положению контактов *1—31*, *1—37*, *1—43* и *1—49* в цепях реле управления *1—4РУ*.

Реле управления *1—4РУ*, замыкая свои контакты *445—447* в схеме телеуправления (см. рис. 7), обеспечивают рабочее состояние (т. е. включение) всех насосных агрегатов.

Если подача воды в резервуары будет превышать ее расход, уровень в резервуарах станет повышаться, достигая 20% емкости. При этом будет обтекаться током реле *1РДУ*, разрывая контакты *1—49* в цепи реле *4РУ*. Однако реле *4РУ* остается под напряжением, будучи самоблокировано своими контактами, и, следовательно, соответствующий насосный агрегат или группа агрегатов

не отключится. Это необходимо, так как уровень 20% емкости резервуаров является минимально допустимым для нормальной эксплуатации. При наполнении резервуаров до 40% емкости замыкается цепь реле *2РДУ*, которое своим контактом *49—51* разрывает цепь реле *4РУ*, отключая первую группу насосных агрегатов с помощью контактов *449—453*. При дальнейшем повышении уровня будут последовательно замыкаться цепи *3—5 РДУ*, действуя соответственно на отключение остальных насосных агрегатов.

При наивысшем заполнении резервуаров (100% емкости) все насосные агрегаты будут отключены.

Падение уровня жидкости ниже 100% емкости не вызовет включения агрегатов первой группы, так как цепь реле *1РУ* остается разомкнутой контактом *1—31* реле *4РДУ*.

Дальнейшее падение уровня и размыкание электрода, соответствующего 80% емкости резервуара, повлекут замыкание цепи реле *1РУ* и включение первой группы насосных агрегатов.

При дальнейшем снижении уровня аналогичным образом произойдет включение агрегатов трех остальных групп.

Таким образом, рассмотренная схема предусматривает автоматическую работу насосных агрегатов, подразделенных на четыре группы, каждая из которых работает в пределах: первая от 0 до 100% емкости резервуаров, вторая от 0 до 80%, третья от 0 до 60% и четвертая от 0 до 40%.

Чтобы насосные агрегаты не отключились при исчезновении напряжения в цепях автоматического управления, в цепи, действующие на отключение агрегатов при телеуправлении вводятся контакты реле контроля напряжения *РКН 453—451*. Реле *РКН* при исчезновении напряжения отпускает и размыкает цепи отключения раньше, чем в них замкнутся контакты реле *1—4РУ*.

Реле *РКН* используется также для предупредительной сигнализации на контрольный пост об отсутствии напряжения. Другой предупредительный сигнал на контрольный пост подается при падении уровня воды в резервуарах ниже 20%. Для этой цели используются контакты реле датчика уровня *1РДУ* в схеме аварийной сигнализации.

Схема разработана исходя из наличия двух сообщающихся резервуаров, в каждом из которых устанавливается датчик уровня.

При чистке или осмотре одного из резервуаров схема автоматического управления с помощью переключателя ПУ подключается только к одному датчику уровня, установленному в работающем резервуаре, и отсоединяется от датчика резервуара, в котором производят работы.

Для измерения уровня используются те же реле 1—5РДУ, которые участвуют в схеме автоматического управления. В зависимости от высоты уровня они подают напряжение на сигнальные лампы 1ЛБ—5ЛБ светового табло, установленного на контрольном посту. Освещенная часть табло указывает высоту уровня в резервуарах.

Понятно, что такой способ измерения уровня позволяет производить лишь ступенчатый замер (в нашем случае пяти уровней), однако для практических целей этого бывает вполне достаточно.

Схема автоматического управления группами насосных агрегатов в зависимости от уровня может быть использована для насосных агрегатов с электродвигателями любой мощности и напряжения.

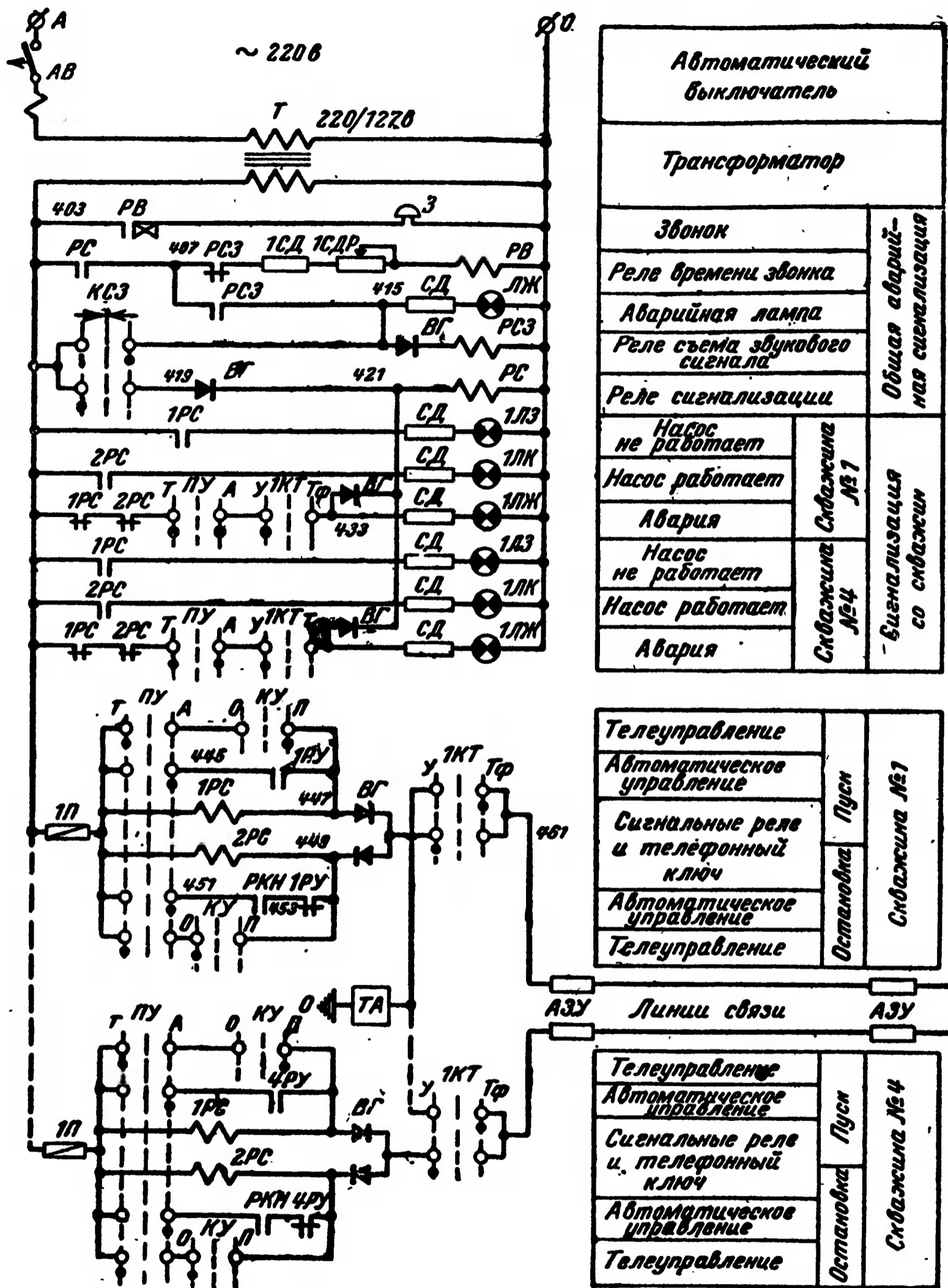
Для необходимого в условиях эксплуатации изменения очередности работы соответствующих групп насосных агрегатов служат штепсельные гнезда 1—4Ш.

На рис. 6 часть катушек присоединена к нулю, как это обычно делается. Но катушки реле 1РДУ—5РДУ присоединены в отличие от общего правила к фазе. Это объясняется необходимостью заземлять корпус датчика уровня (см. § 2).

## **5. СХЕМА ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ СКВАЖИН**

Схемы телеуправления служат для передачи команды на исполнительное устройство (станцию управления) автоматизируемого механизма. Схемы телеуправления, методы их построения, а также применяемая в схемах аппаратура чрезвычайно многообразны и описаны в специальной литературе. В самых широких пределах может изменяться как требующаяся дальность

передачи, начиная от самых небольших расстояний до десятков и сотен километров, так и необходимое количество приказов телеуправления и телесигналов.



Автоматический выключатель		Общая аварийная сигнализация
Трансформатор		
Звонок		
Реле времени звонка	Аварийная лампа	
Реле съема звукового сигнала		Связь №1
Реле сигнализации		
Насос не работает	Насос работает	Связь №4
Авария		
Насос не работает	Насос работает	Связь со связью
Авария		

Телеуправление		Пуск	Связь №1
Автоматическое управление			
Сигнальные реле и телефонный ключ		Остановка	
Автоматическое управление			
Телеуправление			

Телеуправление		Пуск	Связь №4
Автоматическое управление			
Сигнальные реле и телефонный ключ		Остановка	
Автоматическое управление			
Телеуправление			

Рис. 7. Схема телеуправления

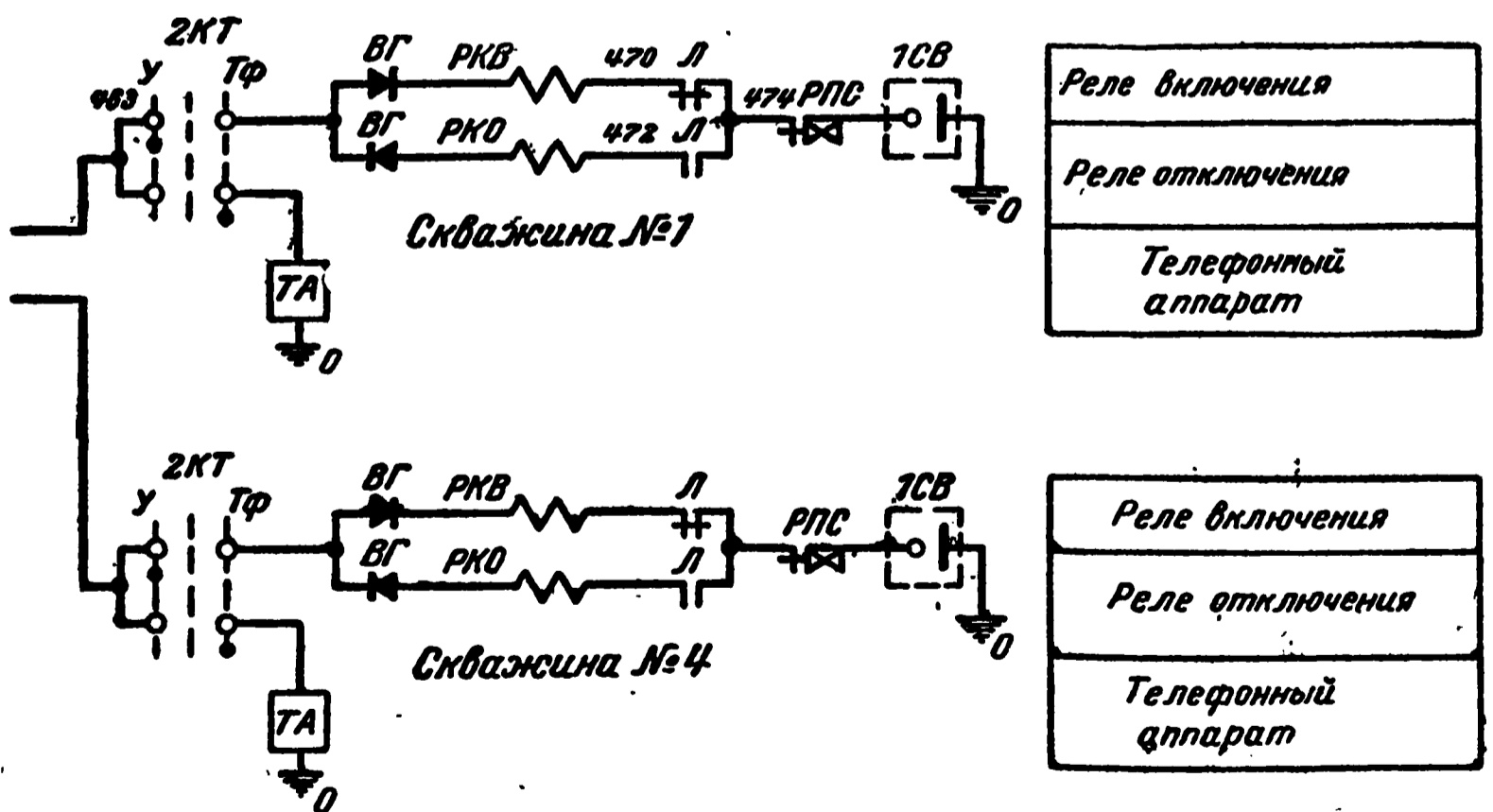
Объем брошюры не позволяет рассмотреть даже основные схемы телеуправления, применяемые в практике эксплуатации насосных установок. Поэтому в качестве примера приходится ограничиться описанием одной из наиболее простых схем, но тем не менее получившей распространение для телеуправления насосными агрегатами многочисленных скважин, находящихся нередко далеко друг от друга и от командного пункта.

Под командным (диспетчерским) пунктом подразумевается место, откуда осуществляется управление насосными агрегатами: автоматическое или телеуправление. Оба вида (режима) управления могут быть объединены в одном устройстве, как это сделано в рассматриваемой схеме рис. 7.

Телеуправление каждой насосной скважиной требует одного провода. Общим обратным проводом служит земля.

Дальность действия 30—40 км по воздушной линии связи со стальными проводами диаметром 3 мм, и 5—6 км по жилам телефонного кабеля.

Схема рассчитана на телеуправление одним двухпозиционным объектом, т. е. таким, который может иметь только два положения (позиции), например: включен—отключен, работает—не работает, открыт—закрыт и т. п. Двухпозиционными объектами являются насосные агрегаты, применительно к которым и разработана



насосными агрегатами скважин.

Условное обозначение	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
<b>1) В контрольном посту</b>				
<b>а) На все скважины</b>				
АВ	Выключатель автоматический однополюсный с электромагнитным расцепителем	АО-15ЭМ	Ток расцепителя 2а	1
Т	Трансформатор понижающий	ТБ-0,15	220/127 в, 150 ва	1
З	Звонок	ЗД-3	127 в	1
РВ	Термореле	ТР (РС4 542-003Д)	300 ом, 80 ма, 15 сек	1
РСЗ, РС	Реле телефонное	РКН (РС4-513-024)	2 500 ом, 5 ма	2
КСЗ	Переключатель телефонный	ПКТ-II-3-3	Без фиксации	1
ИСД	Сопротивление проводочное	ПЭ-7,5	100 ом, 7,5 вт	1
ИСДР	Потенциометр проводочный	П-532-01-15	130 ом, 2 вт	1
ЛЖ	Арматура с сигнальной лампой	ЛС-53	127 в	1
ВГ	Диод германиевый	ДГ-Ц24	300 ма, 200 в	2
ТА	Телефонный аппарат	ТАУ-1МБ		1

## б) На одну скважину

1-2РС	Реле телефонное	РКН (РС4-513-024)	2 500 ом, 5 ма	2
ПУ, КУ, ИКТ	Ключ телефонный, роликовый	КТРО II- $\frac{1-3}{1-3}$	С фиксацией	3
1ЛЗ, 1ЛК, 1ЛЖ	Арматура с сигнальной лампой	ЛС-53	127 в	3
ВГ	Диод германиевый	ДГ-Ц24	300 ма, 200 в	1
1П	Предохранитель плавкий	„Сокол“	0,5 а	1
АЗУ	Абонентское защитное устройство	АЗУ-2		2

## 2) На контролируемой скважине

РКВ, РКО	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48с (РУ4-506-166Д)	Катушка 220 в, 2 н. о и 2 н. з. контакта	2
2КТ	Ключ телефонный роликовый	КТРО II- $\frac{1-3}{1-3}$		1
ВГ	Диод германиевый	ДГ-Ц24	300 ма, 200 в	2
ТА	Телефонный аппарат	ТАУ-1МБ		1
АЗУ	Абонентское защитное устройство	АЗУ-2		1
1СВ	Сигнализатор наличия воды	См. рис. 10		1

схема, а также электрифицированные задвижки в трубопроводных коммуникациях, краны на газопроводах, масляные выключатели и т. п.

В рассматриваемой схеме телеуправление насосными агрегатами основано на подаче в провод связи (т. е. в провод, соединяющий управляемую скважину с диспетчерским пунктом или автоматическим устройством, если оно расположено не на территории скважины) токов разной полярности для передачи приказов и получения обратных сигналов. Например, для сигнализации положения «отключено» (не работает) подается положительная полярность. Для сигнализации положения «включено» (работает) подается отрицательная полярность, при этом ток в линии составляет 5—6 ма, а напряжение в линейном проводе не превышает 55 в.

Для телеуправления тоже используются две полярности: одна — при включении, другая — при отключении. Однако для телеуправления необходимо не только подать ток определенного направления, но и усилить его до 25—30 ма. Иными словами, пользуясь терминологией, принятой в телемеханике, сигнализация основана на применении полярных признаков, управление — на полярно-амплитудных.

Схема предназначена для двух режимов управления: а) телеуправление — ключ ПУ должен быть установлен в положение Т и б) автоматическое управление — ключ ПУ должен быть установлен в положение А.

Телеуправление осуществляется ключом телеуправления КУ, который дежурным на командном (диспетчерском) пункте может быть из нейтрального положения повернут либо в положение П (пуск), либо в положение О (остановка). При автоматическом управлении пуск происходит при замыкании контакта реле 1РУ 445—447\*, остановка — при замыкании контакта реле 1РУ 453—449. Катушки реле 1РУ—4РУ управляются контактами датчика уровня, как показано на рис. 6.

Из схемы видно, что катушки реле телеуправления РКВ (включить) и РКО (отключить), находящиеся

---

\* Описание действия схемы иллюстрируется на примере скважины № 1. Схемы всех скважин одинаковы. Реле и ключи одного и того же назначения для разных скважин на рис. 7 имеют одинаковые символы, чтобы не затемнять схему длинными надписями.

у скважины, соединены последовательно с катушками сигнальных реле *1РС* (отключено) и *2РС* (включено), находящимися на диспетчерском пункте, и в их цепи включены блок-контакты линейного контактора *Л* электродвигателя.

При отключенном насосном агрегате блок-контакт *Л 470—474* замкнут, а блок-контакт *Л 472—474* разомкнут. При этом по цепи *403—447—461—463—470—474—0*, в которую включены катушка реле *1РС* и катушка реле *РКВ*, протекает однополупериодный ток, величина которого благодаря последовательному включению обмоток реле, обладающих большим сопротивлением, не превышает *6 ма*. Этот ток мал для срабатывания реле *РКВ* (МКУ-48), но обеспечивает срабатывание более чувствительного телефонного реле *1РС*. Реле *1РС* включает зеленую лампу *1ЛЗ*, указывающую на то, что насосный агрегат не работает.

В катушку реле *2РС* ток не пройдет, так как она зашунтирована.

Как уже указывалось, команда на пуск агрегата подается либо с помощью реле *1РУ* из схемы автоматического управления, либо ключом *КУ* при телеуправлении. В обоих случаях обмотка реле *1РС* шунтируется, ток в цепи возрастает до *25—30 ма*, реле *РКВ* срабатывает. Контакты *РКВ* (на рис. 7 не показаны) включают магнитный пускатель, линейный контактор или другие элементы исполнительных механизмов. Примеры даны ниже в схемах рис. 9, 11 и 12.

Если управляемый аппарат, в нашем примере линейный контактор *Л*, включился (что свидетельствует о состоявшемся пуске насосного агрегата), то его блок-контакты разомкнут цепь *РКВ—1РС*, но замкнут цепь *403—449—461—463—472—474—0* реле *РКО* и *2РС*. В катушку реле *1РС* ток не проходит, так как она зашунтирована. Зеленая лампа *1ЛЗ* погаснет, красная лампа *1ЛК* включится.

Остановка агрегата производится шунтированием обмотки реле *2РС*, либо контактом реле *1РУ* из схемы автоматики, либо ключом телеуправления *КУ*. При этом срабатывает реле остановки *РКО*, контакты которого входят в цепи исполнительных механизмов (см. рис. 9, 11 и 12). После отключения линейного контактора *Л* схема приходит в исходное состояние, описанное

выше: срабатывает реле *1PC* и включает зеленую лампу.

Необходимо отметить, что пуск агрегата с управляемой вадвижкой может продолжаться несколько секунд и даже минут. Если к тому же имеется вакуумная установка для предварительного залива корпуса насоса, то продолжительность пуска будет еще больше. Но, как уже объяснено выше, в процессе пуска катушка сигнального реле *1PC* шунтируется и, следовательно, реле отпускает. В это же время, пока пуск не завершится, разомкнута и цепь реле *2PC*<sup>1</sup>, стало быть, и оно отпущено. В этом положении, когда и *1PC* и *2PC* отпущены, горит желтая лампа *1ЛЖ*. Она указывает, что пуск еще не закончен.

Контакты *1PC* и *2PC*, кроме включения лампы *1ЛЖ*, замыкают цепь общего реле сигнализации *PC*, которое контактами *403—407* включает реле времени *PВ*. Выдержка времени этого реле больше продолжительности пуска насосного агрегата. Поэтому, если пуск завершится успешно, реле *PВ* не успеет замкнуть контакт в цепи аварийного звонка *З*. Если же пуск не завершится или не будет закончен в установленное время, реле *PВ* включит аварийный звонок. Звонок также укажет на остановку агрегата во время работы, так как и в этом случае реле *2PC* отпустит, будучи отключено разомкнувшимся контактом *Л 472—474*.

Вентили в цепях *403—433—421—0* катушки реле *PC* предназначены для предотвращения ложных цепей. Они пропускают ток через контакты *1PC* и *2PC* любого агрегата в катушку реле *PC*, но преграждают путь тока в лампу *1ЛЖ* данного агрегата через контакты *1PC* и *2PC* других агрегатов.

Ключ *КСЗ* контактом *403—415* включает реле съема звукового сигнала *РСЗ* и лампу *ЛЖ*. Контакт реле *РСЗ* отключает реле времени *PВ*, которое в свою очередь отключает звонок. Реле *РСЗ* самоблокируется во включенном положении и по цепи *403—407—415—0*

---

<sup>1</sup> Выше в качестве примера указывалось, что контакты *Л* принадлежат линейному контактору (магнитному пускателю). Но это только частный случай. Вообще говоря (и по технологическим соображениям именно так обычно и делают), это блок-контакты не первого аппарата в тракте управления, а последнего, завершающего цикл.

продолжает подавать питание на лампу *ЛЖ*, пока не отпустит реле *РС*, т. е. до устранения аварийного состояния.

Второе назначение ключа *КСЗ*—периодическое опробование действия звонка. С этой целью ключ поворачивают в положение, при котором его контакт *403—419* замыкает цепь реле *РС*, действие которого описано выше.

Сопротивления *ИСД* и *ИСДР* служат для ограничения тока в обмотке нагревательного элемента биметаллического реле времени *РВ*. Одно из них — регулируемое дает возможность задать необходимую выдержку времени реле *РВ*: чем ток больше, тем реле срабатывает быстрее.

В провода, используемые для телеуправления — телесигнализации, можно включить телефоны *ТА*, которыми пользуются при периодических осмотрах насосных агрегатов и ремонтных работах.

Вызов дежурного (диспетчера) со скважины производится многократным переключением ключа *2КТ*, в результате чего лампа, сигнализирующая на диспетчерском пункте положение насосного агрегата данной скважины, мигает.

Для присоединения разговорной цепи необходимо на диспетчерском пункте перевести ключ *1КТ* из положения *У* (управление) в положение *Тф* (телефон) и то же самое сделать с ключом *2КТ* на скважине.

Во избежание появления аварийного сигнала во время телефонного разговора (когда цепи реле *1РС* и *2РС* разомкнуты ключами *1КТ* и *2КТ*) цепь *403—433—421—0* размыкается контактом ключа *1КТ*.

На рис. 7 в цепь телесигнализации введен контакт *1СВ* сигнализатора наличия воды, а также контакт *РПС* тревожной сигнализации. Эти контакты необходимы в условиях управления насосными агрегатами скважин, и их назначение подробно описано ниже (см. § 6). В других случаях применения схемы они могут быть либо опущены, либо иметь иное назначение.

Рассмотренная схема телеуправления имеет один существенный недостаток, а именно: при однополупериодном выпрямлении в цепи протекает пульсирующий ток, вследствие чего индуктивность приборов и линии играет заметную роль, что должно учитываться при выборе

реле управления и сигнализации. Кроме того, при пульсирующем токе усиливается индуктивное влияние одной цепи телеуправления на другие, а при линии связи, выполненной кабелем, могут оказаться значительными влияния взаимных емкостей между жилами кабеля, что может вызвать ложную работу сигнальных реле. Более подробно этот вопрос рассмотрен в специальной литературе.

Выше уже упоминалось, что рассмотренное устройство предназначено для телеуправления двухпозиционными объектами и в дальнейшем рассматривается ряд его практических применений. Здесь же уместно остановиться на одном характерном для водоснабжения устройстве, в значительной расширяющем возможности применения телемеханики. Дело в том, что при большом количестве артезианских скважин, работающих на общие резервуары, возникает необходимость подбора наивыгоднейшего режима для включения и отключения отдельных скважин в зависимости от расхода воды. А так как расход воды скважин может колебаться в широких пределах, приходится часто изменять очередность включения насосов артезианских скважин.

Для решения этой задачи создана схема блока выбора режима (рис. 8), рассчитанная в данном случае на четыре возможных режима включения и отключения групп скважин. Реле  $1-4PY$  могут работать как от электродного датчика уровня (см. рис. 2 и 6), так и от любого другого программного устройства, т.е. каждое положение может служить признаком, по которому насосы следует либо пускать, либо останавливать.

Допустим, в качестве примера, что реле  $1PY$  сработало. Через его замыкающий контакт на верхнюю шинку подан плюс. Поэтому все насосные агрегаты, штепсели которых вставлены в гнезда  $1Ш$  ( $1Ш-1$  для 1-й скважины,  $1Ш-2$  для второй и т. д.), получают команду на пуск.

Если производительность всех работающих агрегатов окажется недостаточной, сработает реле  $2PY$ , которое включит все скважины, присоединенные ко второй шинке, и т. д.

Остановка агрегатов производится в обратном порядке. Понятно, что для отключения на шинки подается ток другого направления.

Контакт реле контроля напряжения *РКН* исключает самопроизвольную остановку насосных агрегатов при исчезновении напряжения на диспетчерском пункте, аналогично тому, как описано в § 4.

Переключая в зависимости от обстоятельств штепселя, диспетчер имеет возможность в каждом данном

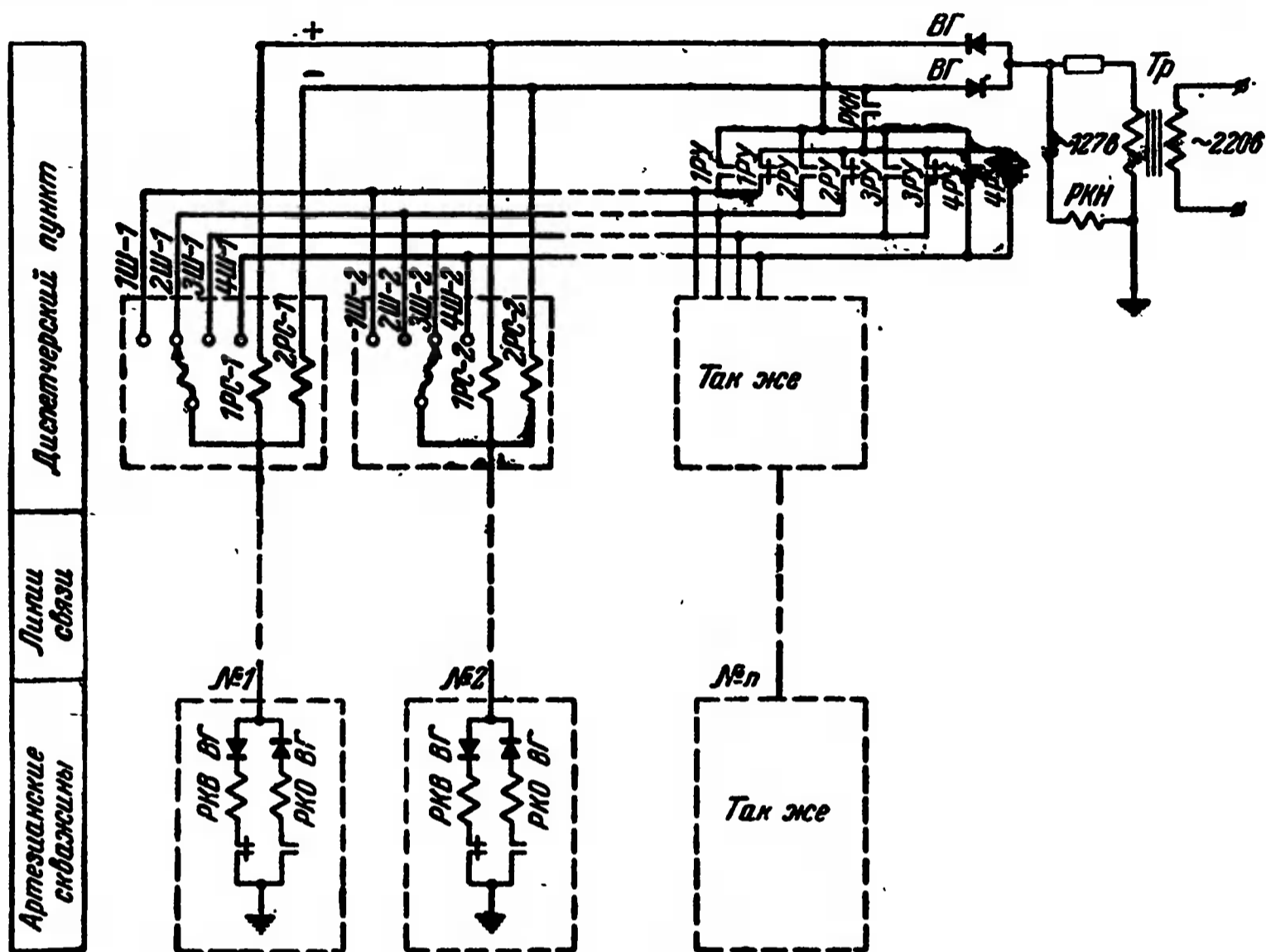


Рис. 8. Схема блока выбора режимов.

случае задать необходимый режим всей системе водоснабжения, насосные агрегаты которой оборудованы средствами автоматического контроля уровня и телемеханики.

Так как ряд схем управления подробно рассмотрен ниже, на рис. 8 их детали опущены.

## 6. СХЕМА СТАНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТИПА ПЭХ-5003-33А2 НАСОСНЫМ АГРЕГАТОМ БЕЗ ЗАДВИЖКИ

Как упоминалось выше, исполнительным устройством в схеме автоматики и телеуправления может быть станция управления.

В настоящее время Харьковский электромеханический завод (ХЭМЗ) приступил к изготовлению станций управления насосными агрегатами для скважин с электродвигателями мощностью до 28 и 55 кВт без управляемых задвижек (станции типов ПЭХ-5003-23А2 и ПЭХ-5003-33А2) и для насосных агрегатов до 100 кВт с управляемой задвижкой типа ПЭХ-5004-43А2.

В ближайшее время завод приступит к изготовлению станций управления мощными высоковольтными электродвигателями насосных агрегатов, а также станций управления вакуум-насосными установками, являющимися вспомогательными устройствами для насосов, требующих предварительного залива корпуса перед пуском. На рис. 9 представлена принципиальная схема станции управления типа ПЭХ-5003-33А2. Универсальным переключателем УП устанавливается режим работы станции управления. В положении А подготовлены цепи либо для автоматического управления от датчиков, располагаемых нередко на значительном расстоянии от магнитной станции, либо посредством телеуправления. Этот вариант дан на рис. 9, где контакты РКВ (для включения) и РКО (для отключения) принадлежат реле телеуправления, катушки которых показаны на рис. 7. Положение переключателя Р определяет местное управление соответствующими кнопками КП (пуск) и КС (стоп) в цепи катушки линейного контактора Л электродвигателя.

При пуске с диспетчерского пункта замыкается контакт реле РКВ и включает пусковое реле РП. Реле РП включает реле управления контактором РПЛ, контакт которого включает катушку линейного контактора Л. Реле РПЛ самоблокируется во включенном положении (контакт 1—29), чтобы при схемах телеуправления, рассчитанных только на кратковременное возбуждение реле РКВ, электродвигатель не отключился, когда реле РКВ отпустит.

При подаче команды на остановку с диспетчерского пункта контакт реле РКО включает реле остановки РО. Реле РО срабатывает, размыкает контактом 29—31 цепь реле РПЛ, которое отпуская, отключает контактор Л. Электродвигатель насосного агрегата останавливается.

Кроме оперативных цепей, в схеме имеется ряд вспомогательных цепей и контактов, обеспечивающих

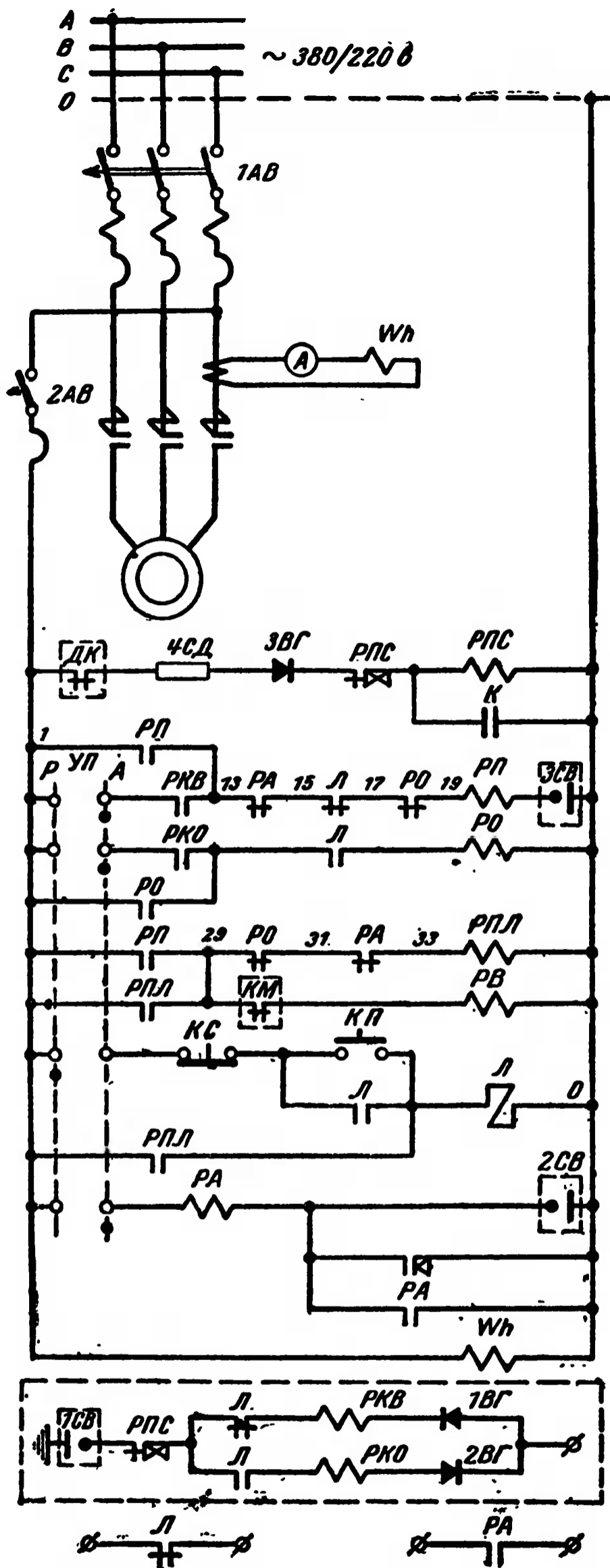


Диаграмма замыканий контактов универсального переключателя УП 5313-Ж70

№№ Секций	№№ Контакт	Р			А	
		-45	0	+45	Л	П
I	1 2	×	×			
II	3 4				×	×
III	5 6	×	×			
IV	7 8				×	×
V	9 10	×	×			
VI	11 12				×	×

Пульсирующее реле сигнализации открытия дверей	
Реле пуска агрегата	
Реле останова агрегата	
Реле управления контактором	
Реле контроля работы агрегата	
Катушка контактора	
Реле аварии	
Обмотка счетчика	
Включить	Реле телеуправления (Рис.7)
Отключить	
Контакты сигнализации	

Рис. 9. Схема станции управления типа ПЭХ-5003-33А2 насосным агрегатом без задвижки.

Условные обозначения	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
<b>I. На панели управления</b>				
1АВ	Выключатель автоматический с комбинированным расцепителем	А3134	380 в, 200 а	1
2АВ	Выключатель автоматический с тепловым расцепителем	А3161	220 в, 50 а	1
ТТ	Трансформатор тока	0-49У	200 а	1
А	Амперметр	Э30-П	0—200—500/5	1
Wh	Счетчик однофазный	СО	220 в, 5 а	1
А	Контактор	КТЭ-33	380 а, 150 а, 3 н. о. и 3 н. з. блок-контакта	1
РВ	Реле времени	ЭВ-234	220 в, 0,5—9 сек 1 н. о. и 1 н. з.	1
РП, РПЛ	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48 с (РУ4. 506-311Д)	220 в, 4 н. о. контакта	2
РО, РА, РПС, РКВ, РКО	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48 с (РУ4-506-166Д)	220 в, 2 н. о. и 2 н. з. контакта	5
УП	Переключатель универсальный	УП-5313-Ж70		1
1КУ	Кнопка управления	КУ-121-2		1
ВГ	Диод германиевый	ДГ-Ц26	350 в, 100 ма	2
К	Конденсатор электролитический	КЭГ-1	400 в, 40 мкф	1
4СД	Сопrotивление	ВС-2	3,3 ком, 2 вт	1
<b>II. В скважине</b>				
1СВ	Сигнализатор наличия воды		См. рис. 10	1
<b>III. На стенке павильона скважины</b>				
2СВ	Сигнализатор наличия воды		То же	1
<b>IV. На трубопроводе смачивания подшипников</b>				
3СВ	Сигнализатор наличия воды		То же	1
<b>V. На напорном трубопроводе</b>				
КМ	Контактный манометр	ЭКМ		1
<b>VI. В двери павильона</b>				
ДК	Концевой переключатель	ВКМ-911		1

контроль и сигнализацию исправности и состояния насосного агрегата.

Для контроля за исправным состоянием насосного агрегата и условиями его пуска служат сигнализаторы наличия воды, представляющие собой простейшие электродные датчики (рис. 10), в которых при появлении воды замыкаются соответствующие контакты.

Контакт сигнализатора наличия воды 1СВ (поз. 5 на рис. 5) включается в цепь реле РКВ и РКО в схеме телеуправления и служит для контроля за динамическим горизонтом воды в скважине. Благодаря этому контакту управление насосным агрегатом возможно только при наличии заданного горизонта воды. Если воды мало — контакт разомкнут.

Второй сигнализатор 2СВ (поз. 6 на рис. 5) контролирует исправность трубопровода, что необходимо, так

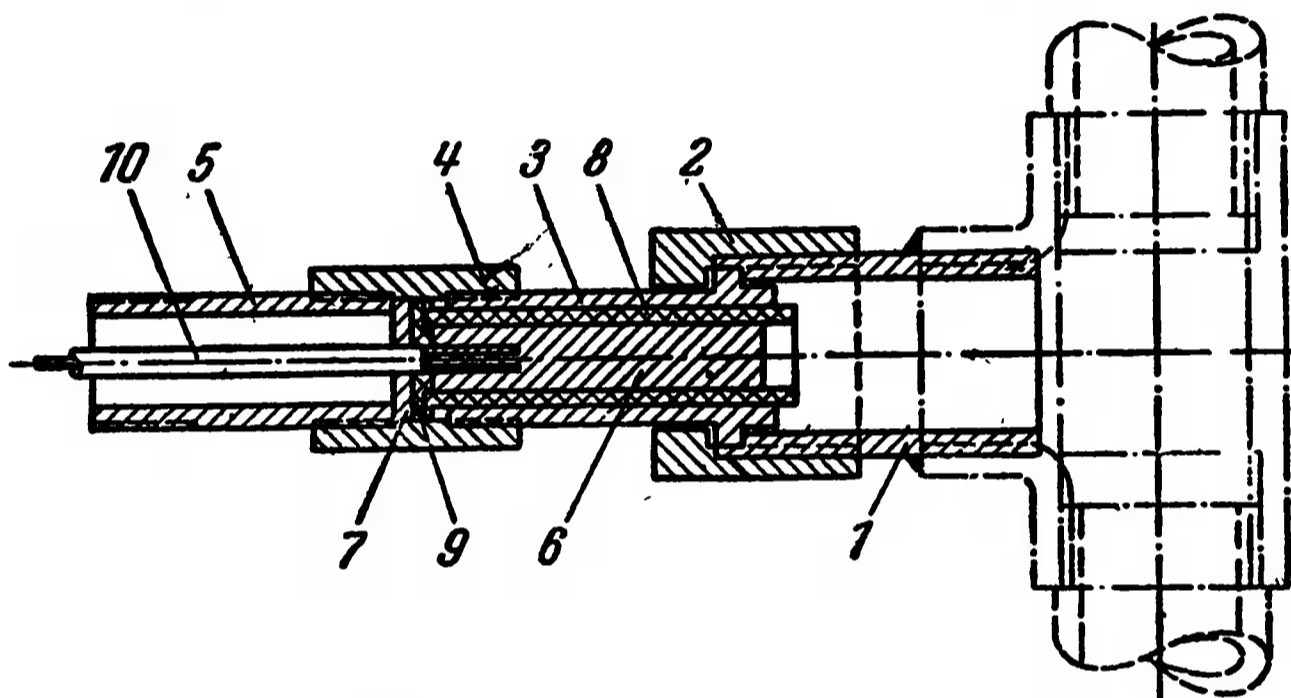


Рис. 10. Сигнализатор наличия воды.

1—труба газовая; 2—накидная гайка; 3—корпус сигнализатора; 4—муфта газовая; 5—труба газовая; 6—стержень-электрод; 7—шайба; 8—трубка резиновая полутвердая; 9—шайба; 10—провод ПВ 2,5—4 мм<sup>2</sup>, припаян.

как при повреждении последнего возможно затопление павильона скважины. Контакт сигнализатора 2СВ устанавливается на высоте 5—10 см над уровнем пола и включается в цепь реле аварии РА. При замыкании контакта 2СВ включается реле аварии РА, которое одним контактом 31—33 в цепи реле РПЛ останавливает насосный агрегат, а другим — посылает аварийный сигнал на диспетчерский пункт.

Установка сигнализатора 3СВ связана с специфическими условиями насосных агрегатов, требующих во время работы смачивания подшипников трансмиссионного вала водой. Сигнализатор устанавливается на трубопроводе, по которому подается вода для смачивания подшипников. При ее отсутствии контакт 3СВ в цепи пускового реле РП разомкнут, благодаря чему исклю-

чается пуск насосного агрегата без должного смачивания подшипников трансмиссионного вала.

Исправность насосного агрегата контролируется также с помощью устанавливаемого на напорном трубопроводе контактного манометра *ЭКМ*, контакт которого включается в цепь реле времени *РВ*. Если насос после пуска обеспечивает нормальное давление в трубопроводе, контакт манометра *КМ* разомкнется, прерывая цепь реле времени *РВ*, которое не успеет сработать в процессе пуска. При неисправности насосного агрегата давления в трубопроводе не будет и контакт *КМ* останется замкнутым. Поэтому реле *РВ* сработает, включит реле аварии *РА*, которое аварийно остановит насосный агрегат и, заблокировав себя во включенном положении, предотвратит повторный пуск впредь до устранения неисправности, а также пошлет на диспетчерский пункт аварийный сигнал.

Для автоматической охраны предусматривается тревожная сигнализация. С этой целью в дверь павильона, обычно сооружаемого над скважиной, встраивается дверной контакт *ДК*, который при закрытой двери разомкнут. При открытых дверях контакт *ДК* замыкает цепь катушки реле *РПС*.

Катушка реле *РПС* включена через собственный размыкающий контакт, а параллельно ей присоединен конденсатор *К*. Такая схема обеспечивает пульсацию реле *РПС* с периодичностью, которая определяется величиной емкости конденсатора. Контакт реле *РПС*, входящий в цепи телеуправления, замыкаясь и размыкаясь, вызывает на диспетчерском пункте мигание сигнальной лампы. Выпрямитель *ЗВГ* необходим, так как схема, где выдержка времени определяется накоплением энергии в конденсаторе, требуют электропитания током одного направления.

## 7. СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАДВИЖКОЙ НА ТРУБОПРОВОДЕ

Схема управления задвижкой применяется в системах транспорта по трубопроводам для подачи или прекращения протока различных жидкостей, для изменения направления, а также в схемах защиты при авариях.



Условное обозначение	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
----------------------	--------------	------------------------	----------------------------	------------

### I. На одну электрозадвижку

<i>1AB</i>	Выключатель автоматический трехполюсный с комбинированным расцепителем	Выбирается по мощности электродвигателя		1
<i>ПМО, ПМВ</i>	Пускатель магнитный реверсивный	Выбирается по мощности электродвигателя		1
<i>1PM</i>	Реле максимального тока	ЭТ-523	Поставляется комплектно с задвижкой	1
<i>1PA</i>	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48 с (РУ4-506-166Д)	2 н. о., 2 н. з. контакта	1
<i>1КС, 1КО, 1КЗ, 1ПУ</i>	Кнопка управления	КУ-121-3	330 в, 4 а	1
	Пакетный переключатель	ПП1-10/4С	250 в, 10 а	1
<i>1В</i>	Тумблер однополюсный	ТП	250 в, 2 а	1
<i>1ЛК, 1ЛЗ, 1ЛЖ</i>	Арматура с сигнальной лампой и сопротивлением	ЛС-53	220 в	3

### II. На группу электрозадвижек

<i>PB</i>	Реле времени	ЭВ-237	220 в; 0,5—3 сек	1
<i>AB</i>	Выключатель автоматический	АО15-ЭМ	Ток расцепителя 1 а	1
<i>КД</i>	Кнопка однополюсная	(ГРЗ-604-002 Сп)	220 в, 3 а	1

Рассматриваемая ниже схема (рис. 11) может применяться и как составной элемент общей схемы автоматики, и как самостоятельное автоматическое устройство.

Схема рассчитана на применение задвижек, снабженных реверсивным электроприводом и конечными выключателями *ВК-1 — ВК-8*, с помощью которых осуществляется отключение электродвигателя *1ЭЗ* задвижки при полном ее открытии или закрытии.

Конечные выключатели состоят из четырех переключающих контактов. Два из них *ВК-4* и *ВК-8* замкнуты только при полном открытии задвижки. Два других *ВК-1* и *ВК-5* замкнуты только при полном закрытии. Диаграмма работы конечных выключателей задвижки изображена на рис. 11. На диаграмме замкнутому положению контактов соответствует сплошная линия; разомкнутому — штриховая. Следовательно, диаграмма показывает, что при закрытой задвижке замкнуты контакты *ВК-1, ВК-3, ВК-5* и *ВК-7*. Когда задвижка начнет открываться, контакт *ВК-1* размыкается, а *ВК-2* замы-

кается. То же происходит с контактами *ВК-5* и *ВК-6*. Следует иметь в виду, что все контакты конечного выключателя являются переключающими, т. е. каждая пара контактов имеет одну общую точку.

Рассмотрим работу электропривода задвижки, когда переключатель *1ПУ* находится в позиции *А*, т. е. когда подготовлены цепи автоматического или дистанционного управления, смотря по тому, чем вызывается переключение контактов реле *РКВ* и *РКО*<sup>1</sup>, катушки которых на рис. 11 не показаны.

При срабатывании реле *РКВ* включается магнитный пускатель *1ПМО* и задвижка открывается. При срабатывании реле *РКО* включается магнитный пускатель *1ПМЗ* и задвижка закрывается. Направление вращения электродвигателя *1ЭЗ* при срабатывании *1ПМЗ* противоположно направлению его вращения при срабатывании *1ПМО*.

Контакты реле *РКВ* и *РКО* должны быть замкнуты достаточно долго для того, чтобы цикл закрытия или открытия задвижки успел завершиться.

Но столь длительное замыкание не всегда обеспечивается устройствами телеуправления. Поэтому в случае применения схемы телеуправления с подачей кратковременного импульса необходимо параллельно контактам реле *РКВ* и *РКО* присоединить блок-контакты пускового устройства электродвигателя, в нашем примере — блок-контакты магнитных пускателей.

Остановка электродвигателя в конечном положении задвижки осуществляется контактами конечного выключателя *1ВК-3* и *1ВК-2*, которые отключают *1ПМО* и *1ПМВ* соответственно.

Контакты конечных выключателей *1ВК-6* и *1ВК-7* служат для сигнализации конечных положений задвижки. При закрытой задвижке горит зеленая сигнальная

---

<sup>1</sup> Рис. 11 показывает управление четырьмя задвижками. Однако цепи, одинаковые для любой задвижки, показаны только 1 раз для задвижки № 1, что подчеркивается цифрой 1 в обозначениях аппаратов: *1ПУ*, *1КО*, *1КЗ*, *1РМ*, *1ВК-2*, *1ВК-3* и т. д.

Цепи контроля работы задвижек показаны только для 1-й и 4-й задвижек; для 2-й и 3-й они аналогичны. Реле времени *РВ* и кнопка деблокировки *КД* — общие для всех четырех задвижек.

Контакты реле *РКВ* и *РКО*, относящиеся к схеме телеуправления, не имеют цифр 1, 2, 3 или 4. Но ясно, что в цепях разных задвижек — это контакты разных реле.

лампа *1ЛЗ*, при открытой—красная лампа *1ЛК*. В промежуточном положении задвижки горят обе лампы.

Переход на местное (ручное) управление задвижкой осуществляется с помощью переключателя *1ПУ*, который переключается в положение *Р*. При местном управлении команда на открытие подается кнопкой *1КО*, на закрытие — кнопкой *1КЗ*.

Кнопки замыкаются кратковременно. Поэтому приходится параллельно их контактам присоединять замыкающие блок-контакты магнитных пускателей, т. е. самоблокировать последние во включенном положении.

Во избежание одновременной подачи команды на открытие и закрытие задвижки кнопка *1КО* при нажатии размыкает цепь катушки магнитного пускателя *1ПМЗ*; кнопка *1КЗ* — размыкает цепь катушки магнитного пускателя *1ПМО*.

Если нужно не полностью открыть или закрыть задвижку, например при регулировании протока жидкости, реле *РКВ* и *РКО* включают на соответствующий промежуток времени. При кнопочном управлении задвижка может быть остановлена в промежуточном положении нажатием кнопки *1КС*.

При неисправной задвижке в процессе ее пуска возникают чрезмерные механические усилия, которые вызывают значительное увеличение тока в цепи электродвигателя. Это приводит к срабатыванию токового реле *1РМ*, контакты которого размыкают цепи катушек магнитных пускателей.

Так как установка реле выбирается по рабочему току электродвигателя, схемой на период пускового режима предусмотрена блокировка, исключающая ложное действие защиты от пускового тока. Блокировка обеспечивается с помощью реле времени *РВ* с выдержкой до 9 сек, что является совершенно достаточным. Реле времени может быть общим для группы задвижек, если их одновременное управление исключается.

Проследим работу блокировки по схеме. При пуске электродвигателя цепь реле времени *РВ* будет замкнута блок-контактом соответствующего магнитного пускателя. При протекании пускового тока реле *1РМ* замкнет свой контакт в цепи реле аварии *1РА*, но эта цепь будет разомкнута контактом реле времени *РВ*. По истечении установленного времени контакты реле *РВ* замкнутся,

но к этому времени токовое реле *IPM* уже разомкнет свой контакт, предотвращая ложное отключение электродвигателя от толчка пускового тока.

При повреждении электродвигателя или задвижки (например, при заклинивании) реле токовой защиты замкнет свой контакт в цепи соответствующего реле аварии *IPR—4PA*. Реле сработает, его контакт разомкнет цепи автоматического управления и телеуправления катушками магнитных пускателей *IPMO* и *IPMZ*, включит желтую лампу, которая укажет задвижку, на которой произошло повреждение. Реле *IPR—4PA* самоблокируется во включенном положении. После устранения аварийного положения задвижки реле *IPR—4PA* деблокируются кнопкой *КД*.

Задвижки поставляются с электродвигателями и должны быть укомплектованы токовыми реле защиты и конечными выключателями.

Мощность электродвигателя колеблется в зависимости от диаметра трубопровода и расчетного давления в пределах от 0,125 до 7 квт. Время открытия или закрытия задвижки колеблется в пределах от 1 до 7 мин.

## **8. СХЕМА СТАНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТИПА СУНО-3 НАСОСНЫМ АГРЕГАТОМ С ЗАДВИЖКОЙ**

Схема станции управления насосным агрегатом с управляемой задвижкой (рис. 12) разработана Электротехническим отделом института «Гипрокоммунводоканал» для серийного изготовления на Орловском заводе приборов. Выпуск станций подобного типа намечен с конца 1960 г.

В настоящее время разработаны схемы трех типов станций управления СУНО-1, СУНО-2 и СУНО-3. Ниже приводится описание наиболее сложной станции управления СУНО-3 универсального применения.

В отличие от рассмотренной выше станции управления типа ПЭХ-5003-33А2 (рис. 9), выпускаемой для насосных агрегатов скважин, станции управления типа СУНО предназначены для различных насосных агрегатов с электродвигателями низкого напряжения как с короткозамкнутым, так и с фазным ротором.

Станция управления типа СУНО обеспечивает выбор любого из трех режимов управления: автоматического

(переключатель  $ПУ$  в положении  $A$ ), телеуправления (переключатель  $ПУ$  в положении  $T$ ) и местного кнопочного (переключатель  $ПУ$  в положении  $P$ ). Управление задвижкой аналогично рассмотренному в § 7.

Пуск агрегата начинается импульсом, воздействующим на реле управления  $2РУ$ . При телеуправлении импульс дает реле  $РКВ$  (см. рис. 7), при автоматическом управлении — реле  $АУ$ .

Реле  $2РУ$  действует прежде всего на открытие задвижки, включая контактом  $59—61$  катушку  $ПМО$  реверсивного магнитного пускателя электродвигателя задвижки.

Лишь после того, как задвижка начнет открываться, контакт  $1—25$  ее конечного выключателя  $ВК-2$  включит реле  $РПЛ$ , которое служит для включения контактора электродвигателя насосного агрегата.

Изображенная на рис. 12 схема предназначена для короткозамкнутого электродвигателя большой мощности, когда необходимо снизить пусковой ток. В этом случае первоначально подается напряжение на катушку контактора ускорения  $У$  по цепи  $1—35—37—39—0$ . В этой цепи контакт  $35—37$  реле времени  $РУ$  замкнут, так как реле  $РУ$  получает питание через замкнутый блок-контакт контактора ускорения  $У$ .

Контактор ускорения, срабатывая, подключает статор электродвигателя к сети через реостат  $Р$ , благодаря чему ограничивается величина пускового тока электродвигателя и уменьшается потеря напряжения в сети.

При срабатывании контактора ускорения его блок-контакт разрывает цепь реле  $РУ$ , имеющего такую выдержку времени при отпускании, в течение которой электродвигатель успевает набрать необходимую скорость. При отпускании реле  $РУ$  замыкается цепь  $1—33—37—41—0$  линейного контактора  $Л$ , который закорачивает реостат  $Р$  и подводит полное напряжение сети к статору электродвигателя. При срабатывании линейного контактора  $Л$  его блок-контакт  $37—39$  отключает контактор ускорения  $У$ , так как возложенные на него функции (ввести сопротивление в цепь статора на период пуска) уже выполнены.

Этим заканчивается процесс пуска насосного агрегата, если последний не требует залива корпуса водой перед пуском.

Диаграмма работы универсального переключателя УП

Секция	Контакты	Авт.	Руч.	Тел.
Циф.	Л	Л	Л	Л
I	1 2			
II	3 4	×	×	×
III	5 6			
IV	7 8	×	×	×
V	9 10			
VI	11 12	×	×	×
VII	13 14			
VIII	15 16	×	×	×

Диаграмма работы конечного выключателя

	Закрывается	Открывается
ВК-1	-----	-----
ВК-2	-----	-----
ВК-3	-----	-----
ВК-4	-----	-----
ВК-5	-----	-----
ВК-6	-----	-----
ВК-7	-----	-----
ВК-8	-----	-----

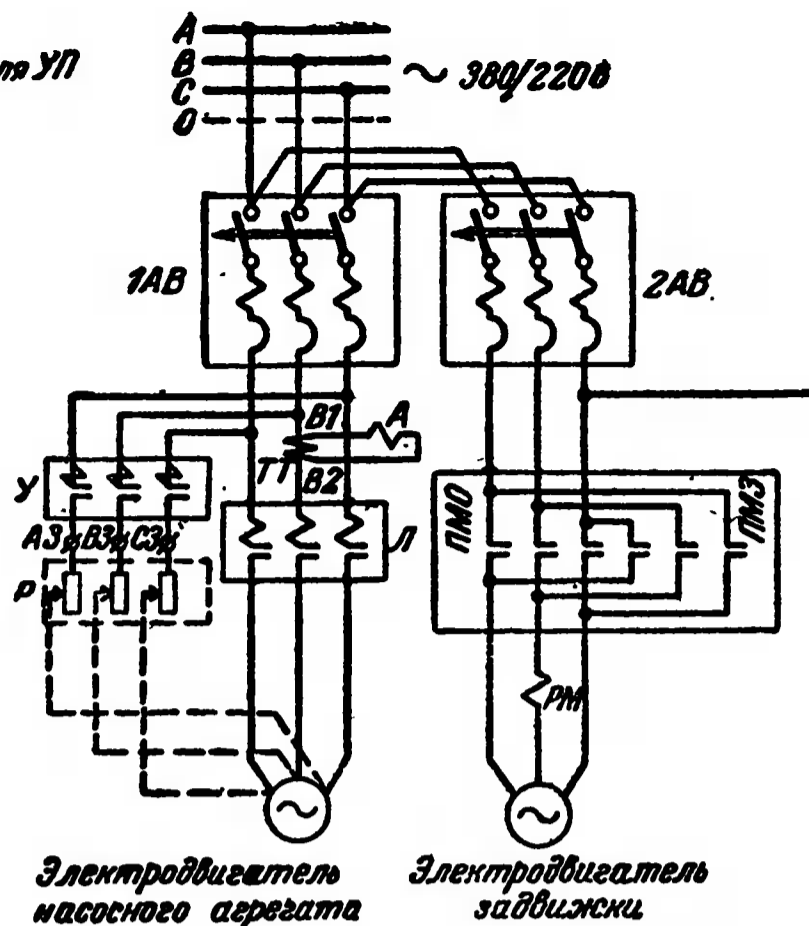


Рис. 12. Схема станции управления типа СУНО-3 насосным агрегатом с задвижкой.

При пуске агрегатов, требующих залива корпуса, предварительно открывается вентиль залива насоса СВЗ, причем вакуум-насосная установка должна быть пущена в работу одновременно с подачей импульса на пуск насосного агрегата, чтобы его включение произошло лишь после того, как корпус будет полностью залит. Это достигается с помощью реле контроля РКЗ, цепь которого замыкается лишь при полном заливе, что контролируется сигнализатором наличия воды СВ, устанавливаемым на корпусе насоса. При срабатывании реле РКЗ закрывается электровентиль СВЗ, и лишь после этого контакт реле РКЗ 61—63 включает магнитный пускатель ПМО — задвижка открывается. Далее процесс пуска продолжается так, как было описано выше.

Остановка насосного агрегата начинается со срабатывания реле остановки РО, которое получает импульс либо при возбуждении телеуправляемого реле РКО, либо при отпуске реле АУ при автоматическом управлении. После срабатывания реле РО все операции по остановке насосного агрегата совершаются в заданной технологической последовательности.



Условные обозначения	Наименование	Тип (каталожный номер)	Техническая характеристика	Количество
<b>I. На панели управления</b>				
<i>Л</i>	Контактор трехполюсный	КТВ	Выбирается по мощности электродвигателя	1
<i>У</i>	Контактор трехполюсный	КТВ	То же	1
<i>ПМО, ПМЗ, 1АВ</i>	Пускатель магнитный	П-213 М	220 в, 4 н. о. контакта	1
	Автоматический выключатель	АВ	Выбирается по мощности электродвигателя	1
<i>2АВ</i>	Автоматический выключатель	АП25 3МТ	Ток расцепителя 6,4 а	1
<i>ТТ</i>	Трансформатор тока	ТК-20		1
<i>А</i>	Амперметр	Э 30/П		1
<i>РК, 1РВ</i>	Реле времени	ЭВ-247 (264.247.072)	220 в, 1 пер., 1 н. о. контакт	2
<i>1РУ, РУ</i>	Реле времени	РЭ-515/12	220 в, 1 н. о. и 1 н. з. контакт	2
<i>РМ</i>	Реле максимального тока	ЭТ-523/1)	Комплектно с задвижкой	1
<i>РПЛ</i>	Реле промежуточное	ЭП-41/12Б	4 н. о., 2 н. з. контакта	1
<i>РКН, РО, РА, РКЗ, РМП, 2РУ</i>	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48с (РУ4.506.166Д)	220 в, 2 н. о., 2 н. з. контакта	5
	Реле электромагнитное унифицированное	МКУ-48с (РУ4.503.311Д)	220 в, 4 н. о. контакта	1
<i>ПУ</i>	Универсальный переключатель	УП 5314-с16	С фиксацией рукоятки	1
<i>1КУ, 2КУ</i>	Кнопка управления	КУ-121/2	380 в, 4 с	2
<i>ЛК, 1ЛК</i>	Арматура с сигнальной лампой и красным колпачком	ЛС-53	220 в	2
<i>ЛЖ</i>	То же с желтым колпачком	ЛС-53	220 в	1
<i>ЛЗ</i>	То же с белым колпачком	ЛС-53	220 в	1
<i>ВГ</i>	Диод германиевый	ДГ-Ц26	300 ма, 350 в	8
<b>II. На корпусе насоса</b>				
<i>СВ</i>	Сигнализатор наличия воды	См. рис. 10)		1
<b>III. На трубопроводе заливки насоса</b>				
<i>СВЗ</i>	Вентиль с электромагнитным приводом	(15 кч 881р-СВФ)	380/220 в	1

Поясним назначение реле *1РУ*. Это реле срабатывает практически одновременно с реле *2РУ*, но отличается от реле *2РУ* и другой аппаратуры, входящей в схему, тем, что при кратковременном исчезновении электропитания, а также при кратковременных посадках напряжения оно не отпускает. Следовательно, контакт *1РУ 1—19* даже при отсутствии электропитания в течение нескольких секунд остается замкнутым, благодаря чему при быстром восстановлении нормального

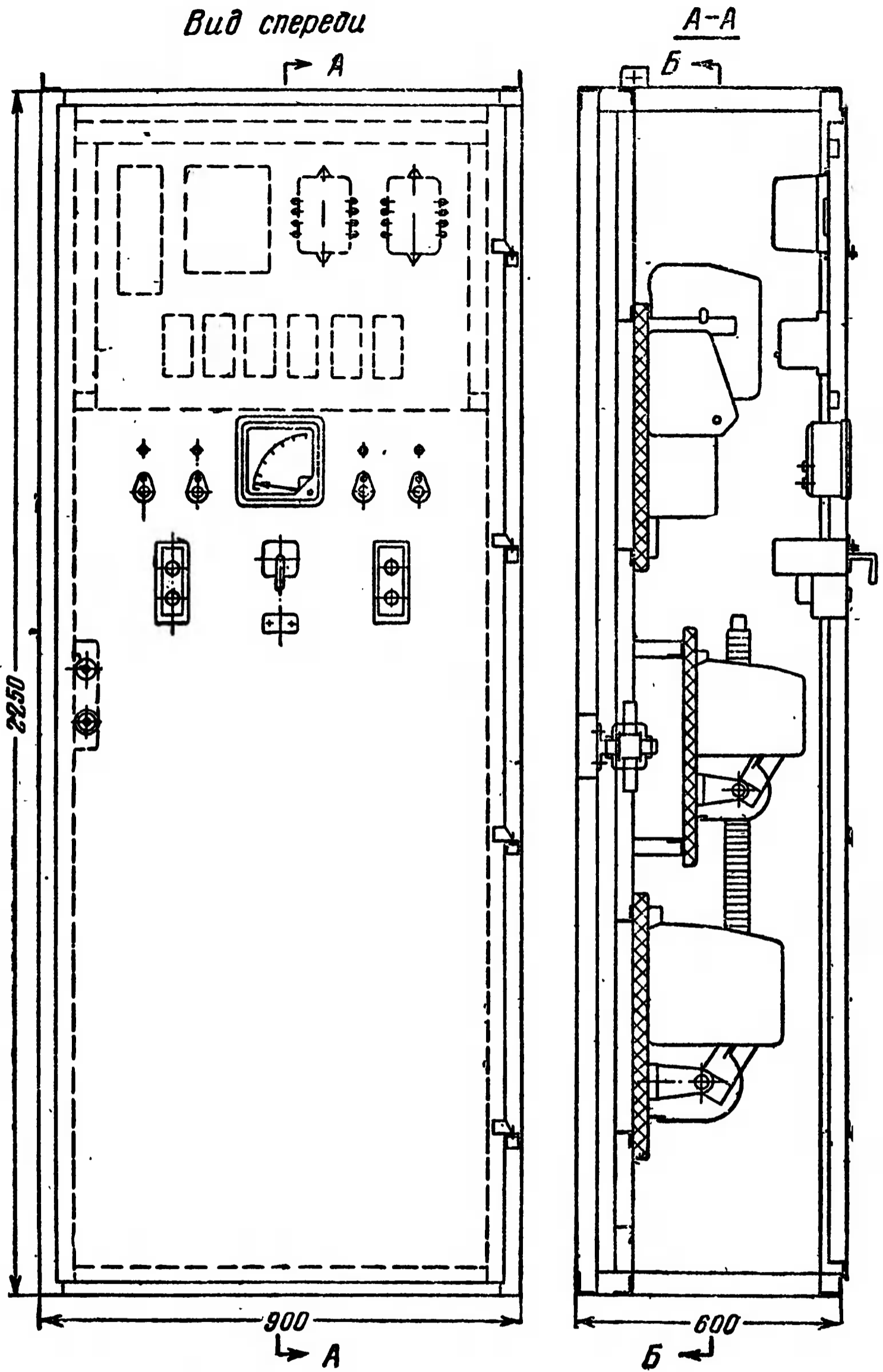


Рис 13. Пример конструктивного исполнения станции управления СУНО-3. Фасад и разрез А—А.

Б-Б

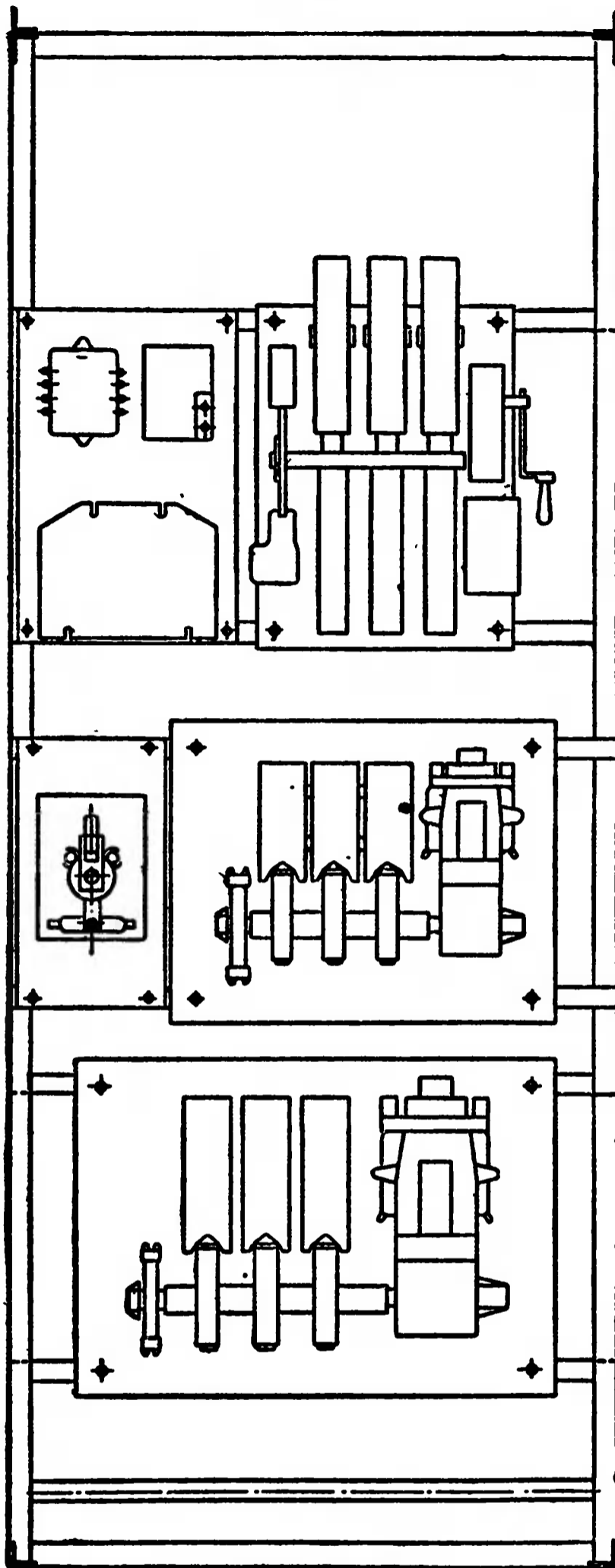


Рис. 14. Пример конструктивного исполнения станции управления типа СУНО-3.  
Разрез Б—Б.

напряжения реле  $2PУ$  вновь срабатывает, получая питание по цепи  $1-19-0$ , и, таким образом, насосный агрегат не останавливается.

Если напряжение отсутствует столь долго, что электродвигатель успеет значительно снизить обороты, то и реле  $1PУ$  за это время успеет отпустить. Значит, при восстановлении нормального напряжения реле  $2PУ$  по цепи  $1-19-0$  сработать не сможет. Этим будет предотвращен пуск электродвигателя, значительно снизившего обороты (или даже неподвижного), от полного напряжения электросети, т. е. без включения пускового сопротивления. Новый пуск придется производить с помощью телеуправления или автоматики в той же последовательности, как описано выше.

Дополнительные пояснения к работе схемы дают надписи, расположенные на рис. 12 справа.

Конструктивное исполнение станции управления типа СУНО-3 иллюстрируется рис. 13 и 14.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Турк В. И., Насосы и насосные станции, Госстройиздат, 1957.
  2. Насосы. Каталог-справочник, Машгиз, 1959.
  3. Промышленная трубопроводная арматура. Каталог-справочник, ч. I. ЦБТИ Ленинградского совнархоза, 1960.
  4. Нязь В. Э., Автоматизация и диспетчеризация систем водоснабжения, Госстройиздат, 1956.
  5. Кожин В. Ф., Попкович Г. С., Карлинская М. И., Автоматизация работы водопроводно-канализационных сооружений, Госстройиздат, 1955.
  6. Кублановский Л. Б., Автоматизация и телемеханизация добычи нефти, Гостоптехиздат, 1958.
  7. Каминский Е. А. и Комиссаров, Телеуправление и телесигнализация, Госэнергоиздат, 1955.
  8. Малов В. С., Телемеханика, Госэнергоиздат, 1960.
  9. Гончаров С. Ф., Коротков Г. П., Калихович В. Н., Автоматическое управление насосными станциями железнодорожного водоснабжения. Труды ВНИЖТ, выпуск 106, 1955.
  10. Звенигородский И. С., Каналы связи для телемеханики, Госэнергоиздат, 1960.
  11. Каминский Е. А., Что нужно знать об изоляции цепей оперативного тока, Госэнергоиздат, 1960.
  12. Липкин Б. Ю., Электрооборудование промышленных предприятий, Госстройиздат, 1960.
  13. Электромагнитные реле. Каталог, ч. II, ЦБНТИ МРТП, 1957.
  14. Справочник по элементам автоматики и телемеханики. Электромагнитные реле. Под ред. Сотскова Б. С., Госэнергоиздат, 1958.
  15. То же. Реле, искатели, программные устройства. Сост. Декабрун И. Е. и Тедер Н. Р., Госэнергоиздат, 1960.
-

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Введение . . . . .	3
2. Схема автоматического управления двумя насосами откачки дренажных вод . . . . .	5
3. Схема автоматического управления станком-качалкой нефтяной глубинно-насосной скважины . . . . .	11
4. Схема автоматического управления группами насосных агрегатов в зависимости от уровня . . . . .	14
5. Схема телеуправления насосными агрегатами скважин . . . . .	19
6. Схема станции управления типа ПЭХ-5003-33А2 насосным агрегатом без задвижки . . . . .	28
7. Схема управления задвижкой на трубопроводе . . . . .	33
8. Схема станции управления типа СУНО-3 насосным агрегатом с задвижкой . . . . .	38
Литература . . . . .	46

---

---

---

# ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

## „БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА“

### ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

- Федотов Б. Н., Схемы включения электрических счетчиков (выпуск 24)
- Стешенко Н. Н., Техника безопасности при эксплуатации электроустановок на строительстве (выпуск 25)
- Жерве Г. К., Как рассчитать обмотку статора асинхронного двигателя (выпуск 26)
- Аптов И. С. и Хомяков М. В., Уход за изоляционным маслом (выпуск 27)
- Нихалков А. В., Что нужно знать о регулировании напряжения (выпуск 28)
- Бокшин М. В., Ремонт высоковольтных изоляторов до 35 кв (выпуск 29)
- Боярченков М. А. и Шинянский А. В., Магнитные усилители (выпуск 30)
- Балуев В. К., Техника безопасности при эксплуатации переносных электроустановок (выпуск 31)
- Сементьев В. С., Как определить повреждение в силовом кабеле (выпуск 32)
- Брмолин Н. П., Как рассчитать маломощный силовой трансформатор (выпуск 33)
- Зевастьянов М. И., Техника безопасности такелажных работ при монтаже энергетических установок (выпуск 34)
- Анастасиев П. И., Сооружение и монтаж воздушных линий электропередачи до 1000 в (выпуск 35)
- Ключев В. И., Выбор электродвигателей для производственных механизмов (выпуск 36)
- Мишустина Л. И., Воздушные автоматические установочные выключатели серии АЗ100 (выпуск 37)
- Кожин А. Н., Релейная защита линий 3—10 кв на переменном оперативном токе (выпуск 38)

### ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

- Авиновицкий И. Я., Соединение кабелей
- Гуреев И. А., Шинопроводы напряжением до 1000 в
- Булавин Н. П., Селеновые выпрямители, их монтаж и эксплуатация
- Ермолаев И. Н., Магнитные пускатели переменного тока
- Якобсон И. А., Опрессование контактных соединений проводов и тросов
- 
-