МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ им. М. М. ФЕДОРОВА

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА НАСОСОВ, ДИАМЕТРА И КОЛИЧЕСТВА ТРУБОПРОВОДОВ, ВЫБОРА КОММУТАЦИОННОЙ СХЕМЫ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК

ДОНЕЦК — 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М.М. ФЕДОРОВА

УДК 622.532 - 192.003.13(06)

Утверждена Ученым Советом
ВНИИГМ им. М.М. Федорова
25.06.87г., протокол № 6

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА НАСОСОВ, ДИАМЕТРА И КОЛИЧЕСТВА ТРУБОПРОВОДОВ, ВЫБОРА КОММУТАЦИОННОЙ СХЕМЫ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК

ДОНЕЦК - 1987

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Введение	2
I. Принятая терминология	3
2. Определение числа насосных агрегатов	4
3. Определение диаметра и количества трубопроводов	5
4. Требования к схемам коммутации	7
5. Недостатки традиционных схем коммутации при большом числе насосов и трубопроводов	9
6. Особенности предлагаемых схем коммутации	9
7. Таблицы переключений задвижек	I0
8. Схемы коммутации двух напорных трубопроводов с 3,5 и 7 насосами	II
9. Схемы коммутации трех напорных трубопроводов с 7,9,II и I3 насосами	I2
I0. Схемы коммутации с образованием автономных групп	I3
II. Схемы коммутации трубопроводов на поверхности	I4
I2. Литература	I4
Приложение. Список организаций, приславших отзывы на требования и первую редакцию методики	I5

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в связи с укрупнением горных предприятий, переходом на глубокие горизонты и по ряду других причин все чаще возникает необходимость в проектировании водоотливных установок на значительные притоки, что связано с установкой большого числа насосов и трубопроводов, их параллельной работой.

Так как число насосов не совпадает с числом трубопроводов, приходится каждый раз решать вопрос о их взаимном соединении.

Вместе с тем в нормативных документах, используемых при проектировании водоотливных установок, отсутствуют четкие и подробные требования, которым должны удовлетворять коммутационные схемы трубопроводов.

По этим причинам имеют место случаи, когда в проекты закладываются необоснованно сложные схемы с большим числом задвижек, что в значительной степени удорожает установку и снижает ее надежность.

Этому в немалой степени способствовало наличие устаревшего и часто неправильно интерпретируемого § 532 прежних ПБ [2], предписывающего, чтобы каждый насос мог работать на любой трубопровод. В новой редакции ПБ в § 526 [I] такое категорическое требование отсутствует. Необходимо лишь обеспечить откачку нормального суточного притока при ремонте любого участка трубопроводной системы.

Предлагаемая "Методика определения числа насосов, диаметра и количества трубопроводов, выбора коммутационной схемы шахтных водоотливных установок" (в дальнейшем - методика) разрабатывалась в два этапа. На первом этапе на основе изучения и анализа типовых и некоторых индивидуальных проектов и публикаций, обобщения опыта эксплуатации шахтных водоотливных установок были

сформулированы требования, которым должны удовлетворять схемы коммутации трубопроводов. Проект требований с пояснительной запиской был разослан на отзыв проектным институтам и опубликован в журнале "Шахтное строительство", № II,1983г.

На втором этапе была разработана сама методика, куда вошли скорректированные на основе полученных замечаний требования, некоторые методические разработки и варианты коммутационных схем.

Первая редакция методики также была разослана на отзыв. Список организаций, приславших отзывы, дан в приложении. На основе полученных замечаний первая редакция методики была существенно переработана и дополнена.

Предлагаемую методику не следует рассматривать как нормативный документ. Это чисто методическое пособие, облегчающее поиск оптимальных вариантов.

На наш взгляд, пособия такого типа должны не сковывать, а поощрять инициативу проектировщиков, что отвечает задачам,выдвинутым в Постановлении Совета Министров СССР от 28 января 1985г. о дальнейшем совершенствовании проектного дела.

Выражая свою благодарность специалистам проектных организаций, приславших в своих отзывах ценные замечания и предложения, авторы надеются, что методика окажется полезной в практической работе проектировщиков.

В дальнейшем замечания и предложения по улучшению методики просим направлять по адресу: 340055, Донецк, пр.Театральный,7.

I. ПРИНЯТАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

В методике используется следующая терминология.

I. Индивидуальная или одиночная работа насоса - это работа каждого насоса на один трубопровод в отличие от параллельной работы, когда несколько насосов работают на один трубопровод.

2. Индивидуальным трубопроводом называется часть общего трубопровода, по которому перемещается вода только от одного насоса. В индивидуальный трубопровод входят подводящий трубопровод с его арматурой и фасонными частями и часть напорного трубопровода от насоса до коллектора с его фасонными частями и арматурой. Примеры индивидуальных трубопроводов приведены на рис.6А и 6Б.

3. Напорный или магистральный трубопровод - это трубопровод, по которому вода перемещается от одного или нескольких насосов. Магистральный трубопровод состоит из коллектора, расположенного в насосной камере, трубопроводов в трубном ходке, стволе и на поверхности до места слива или до места соединения их с канализационными трубопроводами.

4. Канализационный трубопровод - это трубопровод, служащий для отвода воды за пределы промплощадки.

5. Оперативными задвижками называются те, которые используются при пуске и остановке насоса и устанавливаются на напорном участке индивидуального трубопровода (см.рис.6А и 6Б).

6. Коммутационными задвижками называются те, которые используются для отключений и переключений в системе трубопроводов.

7. d_1 - диаметр трубопровода для индивидуальной работы насосов,
d_n - диаметр трубопровода для их параллельной работы.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Для обводненных шахт наиболее рациональными являются технологические схемы водоотлива, которые предусматривают параллельную работу насосов и трубопроводов и позволяют откачивать практически любые притоки, используя серийное оборудование.

Количество рабочих насосов, обеспечивающее откачку нормального суточного притока не более чем за 20 часов, и общее их число в камере можно определить по номограмме, представленной на рис.I. Здесь и в дальнейшем будет рассматриваться конкретный пример.

Нормальный часовой приток - $Q_{пр}$ =650 м^3/ч.

Высота водоподъема - $H_р$ = 540 м.

На горизонтальной шкале откладывается нормальный часовой приток (точка "а") и проводится вертикальная линия через все поле номограммы. Из точек пересечения этой вертикали "б","в", "г" и "д" с пунктирными линиями, соответствующими номинальным подачам насосов, проводятся вправо горизонтали до ближайшей наклонной линии, которая определяет число рабочих насосов и общее их число (цифра в скобках).

Примечание. Горизонталь можно проводить и влево, если наклонная линия находится близко от точки пересечения. В этом случае подача насоса будет превышать номинальную, что допускается.

Для нашего примера возможны следующие варианты: 5(II) насосов ЦНС 180, 3(7) насосов ЦНС 300, 2(5) насосов ЦНС 500, I(3) насоса ЦНСГ 850.

Для насосов, не указанных на номограмме, и для притоков свыше 2000 м^3/ч число рабочих насосов определяется по формуле:

$$n_{рб} = \frac{1{,}2\, Q_{пр}}{Q_н}, \qquad (1)$$

где $Q_{пр}$ - нормальный часовой приток, м^3/ч;

$Q_н$ - номинальная подача насоса, м^3/ч.

Полученный результат, как правило, округляют до ближайшего большего. Если же результат не намного превышает ближайшее меньшее число, то можно принять это число. При таком округлении подача насоса в рабочем режиме для откачки суточного притока не более чем за 20 часов должна превышать номинальную, что допускается, так как каждый насос имеет достаточно широкую зону промышленного использования. Необходимый рабочий режим обеспечивается подбором параметров технологической схемы (диаметр трубопровода, число рабочих колес), что входит в эксплуатационный расчет [6,7,8] . Общее число насосов при $n_{рб} \leqslant 8$ определяется по формуле

$$n = 2n_{рб} + I \qquad (2)$$

Если $n_{рб}$ равно 9 или I0, то общее число насосов определяют удвоением числа рабочих насосов. Всегда полезно рассмотреть несколько вариантов с насосами, которые проходят по напору и обеспечены электроприводом.

В нашем примере рассмотрим варианты с насосами ЦНС 500 и ЦНС 300. В первом случае число рабочих насосов будет 3, а общее - 5, во втором - 3 и 7.

Окончательный вариант выбирается после проведения эксплуатационного расчета и технико-экономического сравнения, но предпочтение следует отдавать насосам с большей подачей.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА И КОЛИЧЕСТВА ТРУБОПРОВОДОВ

Для водоотливных установок шахт с большими притоками рекомендуется применять параллельную работу насосов и трубопроводов. Использование только индивидуальной работы насосов приводит к крайне громоздким и неэкономичным технологическим схемам.

Определение диаметра трубопровода при параллельной работе насосов производится следующим образом.

Определяют оптимальный диаметр трубопровода для индивидуальной работы насоса при откачке им своей доли притока.

$$Q'_{пр} = \frac{Q_{пр}}{n_{рб}}. \qquad (3)$$

Для вариантов нашего примера -

$$Q'_{пр} = \frac{650}{2} = 325 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$Q'_{пр} = \frac{650}{3} = 217 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Зная номинальные подачи насосов, определяют относительные притоки по формуле:

$$\overline{Q}_{пр} = \frac{Q'_{пр}}{Q_н}. \qquad (4)$$

Для первого варианта -

$\overline{Q}_{пр} = \frac{325}{500} = 0{,}65$. Принимаем $\overline{Q}_{пр} = 0{,}6$.

Для второго варианта -

$\overline{Q}_{пр} = \frac{217}{300} = 0{,}72$. Принимаем $\overline{Q}_{пр} = 0{,}7$.

На рис.2,3,4 и 5 приведены номограммы для определения оптимального диаметра трубопровода при индивидуальной работе насосов.

На этих номограммах по горизонтальной шкале откладывается номинальная подача выбранного насоса. Наклонные прямые характеризуют относительный приток $\overline{Q}_{пр}$, а кривые - ряд стандартных условных давлений, на которые рассчитываются трубопровод и арматура.

Для нашего примера при $H_г = 540$ м таким давлением будет $p_у = 64$ кгс/см^2.

Правило пользования номограммами рассмотрим на примерах определения диаметра трубопровода для индивидуальной работы насосов ЦНС 500 и насосов ЦНС 300. На рис.5 (ключ А → В → С → Д) получаем $d_1 = 254$ мм. На рис.4 аналогично находим $d_1 = 196$ мм.

При индивидуальной работе насосов в первом варианте должен быть принят трубопровод $d_у$ 250мм, во втором - $d_у$ 200мм. Так как предполагается параллельная работа насосов и трубопроводов, то полученные результаты являются промежуточными и не округляются.

Число рабочих трубопроводов определяется по формуле

$$N_{рб} = \frac{n_{рб}}{n_п}, \qquad (5)$$

где $n_{рб}$ - число рабочих насосов;

$n_п$ - число насосов, работающих параллельно на один трубопровод.

При решении вопроса о количестве рабочих трубопроводов необходимо стремиться к меньшему числу, учитывая при этом удобство размещения их в стволе и обеспеченность арматурой и фасонными частями.

Число насосов, параллельно работающих на один трубопровод, теоретически не ограничивается, но практически рекомендуется брать не более 3-х. Для нашего примера принимаем $n_п = 2$.

Число рабочих трубопроводов в варианте с насосами ЦНС 550 будет равно:

$$N_{p\delta} = \frac{2}{2} = 1,$$

с насосами ЦНС 300-

$$N_{p\delta} = \frac{3}{2} = 1,5 \quad \text{Принимаем } N_{p\delta} = 2.$$

Согласно § 525 ПБ [1] при числе рабочих трубопроводов до 3-х включительно принимается один резервный трубопровод, свыше 3-х - два. Для рассматриваемых вариантов общее число трубопроводов в первом случае будет 2, во втором - 3.

В основу определения оптимального диаметра при параллельной работе насосов и трубопроводов принят принцип равных потерь, который обеспечивает равенство рабочих режимов при параллельной и индивидуальной работе насосов.

В этом случае диаметр определяется по формуле

$$d_n = \frac{n_{p\delta}^{0,377}}{N_{p\delta}^{0,377}} d_1 = \varphi \cdot d_1 . \qquad (6)$$

Для облегчения расчетов в табл. I даны значения коэффициента φ в формуле (6) для различного числа насосов и трубопроводов.

Для варианта с насосами ЦНС 500 $n_{p\delta}=2$, $N_{p\delta}=1$, $\varphi = 1,30$.

Диаметр трубопровода согласно формуле (6) будет равен:

$$d_n = \varphi \cdot d_1 = 1,30 \cdot 254 = 330 \text{ мм},$$

можно принять d_y 325 мм или d_y 350 мм.

Для варианта с насосами ЦНС 300 $n_{p\delta}=3$, $N_{p\delta}=2$, $\varphi = 1,17$.

Следовательно,

$$d_n = 1,17 \cdot 196 = 229 \text{ мм}.$$

Можно принять d_y 225 мм или d_y 250 мм.

Окончательное решение принимается при эксплуатационном расчете, но предпочтение следует отдавать меньшему диаметру трубопровода.

Таким образом, водоотлив в первом варианте примера может быть оборудован 5-ю насосами ЦНС 500 и двумя трубопроводами, во втором - 7-ю насосами ЦНС 300 и 3-мя трубопроводами.

Сказанное выше относится к определению диаметра магистрального трубопровода и коллектора, где вода перемещается от нескольких насосов.

Диаметр участков индивидуального трубопровода выбирается по конструктивным соображениям с учетом обеспечения запорной арматурой и соединительными элементами.

Как правило, напорный участок должен иметь диаметр не менее внутреннего диаметра присоединительного фланца, но не более диаметра коллектора и магистрального трубопровода.

Для вариантов нашего примера можно принять: для насосов ЦНС 500 d_y 250 мм, для насосов ЦНС 300 d_y 200 мм. Диаметр подводящего трубопровода для насосов, работающих на всасывание (рис.6А), для начала берется на 50 мм больше внутреннего диаметра присоединительного фланца и уточняется при проверке насоса на допустимую высоту всасывания.

Для нашего примера можно принять d_y 300 мм в первом случае и d_y 250 мм - во втором.

Подводящий трубопровод в схеме с подкачивающими насосами (рис.6Б) берется по присоединительному фланцу насоса.

Здесь уместно дать разъяснения относительно допустимой скорости воды в трубопроводе.

В ряде источников рекомендуются предельные скорости или дается их диапазон.

Для подводящих трубопроводов насосов, работающих на всасывание, такие рекомендации имеют физическую основу. Нижний предел скорости определяется условиями увлечения пузырьков воздуха потоком воды, что исключает образование воздушных пробок. Верхний

предел ограничивает максимальные потери, влияющие на допустимую высоту всасывания.

Что касается напорного трубопровода, то регламентируемая скорость дается только для ориентировочного определения экономически выгодного диаметра трубопровода и никакого другого смысла не имеет. Если оптимальный диаметр определяется по номограмме, формуле или иным более точным способом, то проверка на допустимую скорость не проводится. Кроме того надо иметь в виду, что рекомендуемые в литературе экономически выгодные скорости относятся к индивидуальной работе насосов. При параллельной их работе эти скорости будут существенно выше, так как с увеличением диаметра коэффициент гидравлического трения уменьшается и при равенстве потерь напора скорость повышается.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМАМ КОММУТАЦИИ

Из-за отсутствия в нормативных документах четких указаний и правил составления коммутационных схем последние отличаются большим разнообразием и часто содержат лишнее число коммутационных задвижек, что в значительной мере усложняет и удорожает установку, делает ее менее надежной. Чтобы восполнить этот пробел предлагаются следующие основные требования, которыми следует руководствоваться при разработке схем коммутации.

Эти требования, согласованные с основными нормативными документами [1,3,4,5], позволяют разрабатывать компактные коммутационные схемы с небольшим числом задвижек, обеспечивающие возможность проведения ремонтов любых участков трубопроводной системы без нарушения нормального функционирования водоотлива.

1. Для облегчения пуска насосных агрегатов и защиты их от действия гидравлического удара каждый насос должен быть оборудован оперативной задвижкой и обратным клапаном.

2. При нормальной работе водоотлива в целях экономии электроэнергии и увеличения подачи насосов должна быть предусмотрена возможность выдачи воды через все трубопроводы, включая и резервные.

3. Для удаления внезапного аварийного притока должна быть предусмотрена возможность включения в работу всех исправных насосов и использования всех трубопроводов.

4. При ремонте трубопроводов, задвижек и любых участков коллектора число насосов, остающихся в работе, должно обеспечивать откачку нормального суточного притока не более чем за 20 часов при наличии в резерве не менее одного насоса.

5. При общем числе трубопроводов более двух в целях упрощения схемы коммутации, экономии труб, арматуры и соединений, повышения надежности рекомендуется образование двух и более автономных групп насосов.

6. При удалении откачиваемой воды за пределы промплощадки (за счет напора насосов водоотлива) схема коммутации на поверхности должна обеспечивать возможность отключения на ремонт любого трубопровода водоотлива и любого канализационного трубопровода. Не лишне предусматривать возможность сброса откачиваемой воды в ливневую канализацию.

7. Коммутационную схему рекомендуется снабжать таблицей переключения задвижек, позволяющей выявлять и анализировать функциональные возможности системы и облегчающей ориентирование при эксплуатации водоотливной установки.

Дополнительные замечания.

В некоторых пунктах говорится о возможности выполнения тех или иных функций разрабатываемой схемы коммутации. Это вовсе не значит, что эти возможности во всех случаях должны быть реализованы. Работа, например, насосов на все трубопроводы, включая резервные, допускается в случаях, если она не будет сопровождаться кавитацией и перегрузом двигателя.

По пункту I.

Пуск насосов главного водоотлива облегчается, если он производится на закрытую задвижку, так как при этом нагрузка на двигатель составляет примерно половину его номинальной мощности. Кроме того в практике могут иметь место случаи, когда пуск необходимо производить на незаполненный трубопровод. Если его осуществлять на открытую задвижку, неизбежны перегруз двигателя, кавитация и повреждение разгрузочного устройства. Сказанное особенно относится к агрегатам с синхронной скоростью вращения 3000 об/мин. Закрытием задвижки перед остановкой насоса скорость воды в трубопроводе снижается до нуля, что позволяет избежать появления гидравлического удара.

Здесь уместно предостеречь от соблазна использовать коммутационные задвижки в качестве оперативных. Такие попытки неоднократно делались, но на практике они себя не оправдали. Тому много причин. Одна из них - значительное усложнение системы управления агрегатами из-за необходимости введения дополнительных переключателей, блокировок и пр.

По пункту 2.

Использование при нормальной работе резервных трубопроводов позволяет экономить электроэнергию за счет уменьшения потерь напора, сокращать время откачки вследствие повышения подачи насосов. Кроме того более эффективно используются насосы, характеристики которых снизились в процессе эксплуатации.

По пункту 3.

При возникновении аварийного притока не должно быть препятствий к использованию максимального числа насосных агрегатов и трубопроводов. Ограничения могут быть только со стороны энергоснабжения.

По пункту 4.

Этот пункт дополняет § 526 ПБ рекомендацией иметь не менее одного резервного насоса кроме тех, которые откачивают суточный приток за 20 часов. Наличие такого резерва предусмотрено на случай, если некоторые насосы будут находиться в ремонте. Все представленные в этой методике примерные схемы этому дополнительному условию удовлетворяют.

По пункту 5.

Для обводненных шахт водоотливные установки получаются с большим числом насосных агрегатов и трубопроводов. В этом случае рационально образовать две или более автономные группы, что позволяет упростить схему коммутации и повысить надежность водоотлива в целом.

Хорошим примером плодотворности этой идеи является схема, разработанная институтом Гипроникель и многократно примененная на практике (см.рис.25). Эта схема предельно проста и на 6 насосов и 3 трубопровода имеет всего 3 задвижки.

По пункту 6.

Несмотря на то, что система канализации воды на поверхности сооружается по своим правилам, ее связь с водоотливом должна гарантировать проведение ремонта любого напорного трубопровода без каких-либо осложнений.

По пункту 7.

Таблица переключений задвижек должна в обязательном порядке сопровождать разработанную схему коммутации. Нумерацию элементов

в окончательном виде надо проводить не по принципиальной схеме, а по натурному их размещению в насосной камере, что обеспечит более удобное обслуживание.

5. НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННЫХ СХЕМ КОММУТАЦИИ ПРИ БОЛЬШОМ ЧИСЛЕ НАСОСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

На рис.7А и 7Б представлены традиционные схемы коммутации трех насосов с двумя напорными трубопроводами и пяти насосов с тремя напорными трубопроводами. Эти схемы обеспечивают работу каждого насоса на любой трубопровод.

Общее количество задвижек в каждой схеме равно числу насосов, умноженному на число трубопроводов.

Для отключения какого-либо трубопровода на ремонт число перекрываемых задвижек равно числу насосов. Так как все задвижки подключены к трубопроводам параллельно, то их утечки, которые практически всегда имеют место, суммируются, а это может серьезно затруднить проведение ремонтных работ.

На рис.7В представлена усовершенствованная схема коммутации пяти насосов с тремя напорными трубопроводами. В ней на пять задвижек меньше чем в схеме 7Б. Однако здесь каждый насос не может работать на любой трубопровод, и формально схема не удовлетворяет старым ПВ, хотя может нормально функционировать.

При ремонте любой задвижки или участка коллектора в рассматриваемых схемах необходимо перекрывать большое количество других задвижек, утечки которых также суммируются.

Кроме того, что эти схемы содержат большое количество задвижек и соединительных элементов, они, как правило, реализуются в виде многоярусных пространственных конструкций, загромождая верхний объем насосной камеры, затрудняя применение подъемных устройств. Они малопригодны при напольном расположении коллектора.

Принципы, на которых создавались традиционные схемы коммутации, исчерпали себя, и дальнейший прогресс возможен лишь при отказе от привычных стереотипов в осуществлении новых подходов.

6. ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛАГАЕМЫХ СХЕМ КОММУТАЦИИ

Предлагаемые схемы коммутации отличаются от традиционных следующими основными особенностями.

I. Принят принцип не параллельного, а последовательного соединения задвижек.

Последовательное соединение задвижек позволяет применять не пространственное, а линейное оформление коллектора и располагать его на стенке или полу насосной камеры, высота которой будет меньше. Облегчается применение подъемных устройств, уменьшается количество задвижек, которые необходимо перекрывать при ремонтах.

Недостатком последовательного соединения является необходимость применения задвижек с большим диаметром условного прохода, чем при параллельном их подключении. Если принята параллельная работа двух насосов на один трубопровод, то диаметр коммутационной задвижки должен быть больше в I,3 раза, при трех насосах на один трубопровод - в I,5 раза. В общем случае диаметр коммутационных задвижек принимают равным диаметру труб коллектора.

Однако сказанное не исключает возможности применения задвижек меньшего диаметра при монтаже их в коллектор при помощи конических переходов.

Вторым недостатком является то, что при прохождении потока через ряд последовательно соединенных задвижек потери напора на них суммируются. Практически это не играет большой роли, если иметь в виду конкретные величины. Например, при полностью открытой задвижке коэффициент ее сопротивления не превышает 0,25 в то время, когда обратный клапан имеет сопротивление порядка I0.

Четыре последовательно соединенные задвижки будут иметь сопротивление в 10 раз меньше обратного клапана.

2. Признано целесообразным не придерживаться принципа, чтобы при ремонте какого-либо трубопровода все насосы имели возможность работать на остальные трубопроводы. Допускается, что какое-то количество насосов в этом случае не может быть задействовано.

Логика такого допущения заключается в следующем. В принципе невозможно разработать такую схему коммутации, какой бы хитроумной она ни была, чтобы при ремонте задвижек или участков коллектора не требовалось отключения определенного числа насосов.

То, что допускается при ремонте задвижек, может и должно быть распространено и на ремонт трубопроводов. Количество напорных трубопроводов всегда меньше числа коммутационных задвижек, а надежность их выше, поэтому ремонтируются они гораздо реже, чем задвижки. Применение этого принципа не противоречит новым ПБ и создает дополнительные возможности для сокращения числа коммутационных задвижек. В представленных вариантах схем такая возможность зарезервирована и может быть использована в дальнейшем.

3. Принято разделение насосов на отдельные группы, которые при составлении схемы рассматриваются как один насос с суммарной подачей группы.

Такой подход вполне закономерен и логичен. Если бы существовали насосы с такой подачей и не было препятствий со стороны электропривода, то они и устанавливались бы вместо группы.

При составлении схемы коммутации не имеет значение тот факт, установлен ли на данном участке один насос или группа, его заменяющая. Нельзя лишь допускать выделения групп с числом насосов, превышающим число рабочих насосов. Для установки с 5-ю насосами в группе не должно быть более 2-х насосов, с 7-ю насосами - не более 3-х , с 9-ю - не более 4-х и т.д.

Использование такого подхода при разработке схем коммутации оказывается особенно плодотворным при образовании автономных групп, т.е. групп насосов, работающих на отдельные трубопроводы. В этих случаях возникает уникальная возможность применения схем водоотлива с предельно малым числом коммутационных задвижек и совсем без них.

7. ТАБЛИЦЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ ЗАДВИЖЕК

Предлагается каждую коммутационную схему сопровождать таблицей переключений задвижек. Такая таблица позволяет при проектировании более четко анализировать функциональные особенности каждой конкретной схемы и определять ее соответствие требованиям. При эксплуатации водоотливной установки таблица переключений дает возможность быстро ориентироваться в различных ситуациях и производить нужные переключения с минимальными затратами времени.

В таблицах трубопроводы нумеруются римскими цифрами, задвижки - арабскими.

В первой строке таблицы указано, какой трубопровод или задвижка отключены на ремонт. При ремонте или замене задвижки можно ремонтировать и сопряженные с ней участки коллектора.

Во второй строке даны номера задвижек, перекрытием которых выделяется ремонтируемый участок. Положение других задвижек ("открыта", "закрыта") должно обеспечивать нормальное функционирование неотключенных участков схемы.

В третьей строке приведены номера насосов или групп насосов, которые не могут участвовать в работе.

В четвертой строке указаны отключенные трубопроводы.

В пятой строке дано число насосов, остающихся в резерве сверх тех, которые обеспечивают откачку нормального суточного притока не более чем за 20 часов.

8. СХЕМЫ КОММУТАЦИИ ДВУХ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С 3, 5 И 7 НАСОСАМИ

Установки с 3,5 и 7 насосами имеют большое практическое значение, т.к. обеспечивают основную часть поля водопритоков шахт. Установки с числом насосов 9 и более в процентном отношении имеют меньший удельный вес, хотя в последнее время их количество возрастает.

На рис.8 представлена схема для двух трубопроводов и трех насосов. Здесь один рабочий насос и один рабочий трубопровод. В этой схеме 6 коммутационных задвижек так же, как и в традиционной (см.рис.7А), но соединены они не параллельно, а последовательно. При ремонте какого-либо трубопровода нужно закрывать одну задвижку, а не две. То же относится и к ремонту самих коммутационных задвижек.

Кроме того более удобным является линейное, а не пространственное расположение коллектора.

В традиционной схеме для соединения насосов с трубопроводами необходимо иметь 9 тройниковых отводов, в предлагаемой - только 3.

В этой схеме нет параллельной работы насосов, и поэтому диаметр каждого трубопровода равен диаметру трубопровода для индивидуальной работы насосов.

По прилагаемой к схеме таблице переключений видно, что при ремонте любого трубопровода или любой задвижки отключается не более одного насоса. Так как откачка суточного притока за 20 часов осуществляется одним насосом, то в резерве всегда будет один насос, т.е. п.4 требований удовлетворяется.

При желании можно использовать имеющийся в этой схеме резерв: изъять 1-ю и 6-ю задвижки. При 4-х задвижках схема удовлетворяет требованиям, лишь при ремонтах трубопроводов будет отключаться насос № 1 или № 3 , что не противоречит ПБ.

На рис.9 представлена схема коммутации для 5-ти насосов и 2-х трубопроводов. Число рабочих насосов 2, и предусмотрена их параллельная работа на один трубопровод, диаметр которого будет в 1,3 раза больше того, который предусмотрен для индивидуальной работы. В зависимости от ремонтируемого участка число насосов в резерве будет 1 или 2. Задвижки 1 и 6 могут быть изъяты, но при ремонте трубопроводов насосы 1,2 или 4,5 будут отключаться.

На рис.10 представлена схема для 5-и насосов и 2-х трубопроводов, отличающаяся от предыдущей тем, что кольцевой коллектор в пределах насосной камеры полностью замкнут. В этом случае для потока воды относа будет кратчайший путь к выходу из насосной камеры. Здесь тоже принята работа двух насосов на один трубопровод, диаметр которого должен быть в 1,3 раза больше диаметра индивидуального. В этой схеме насосы не разделены на группы, поэтому число насосов в резерве при ремонтах на коллекторе равно 2.

Разделив насосы на группы, как это сделано на схеме рис.9, можно уменьшить число задвижек с 10-и до 6-и при резерве 1-2 насоса.

На рис.II представлена схема для 7-и насосов и 2-х трубопроводов. Здесь предусмотрена параллельная работа 3-х насосов на один трубопровод, диаметр которого должен быть в I,5I раза больше индивидуального. Все насосы разделены на группы по 2-3 насоса. Число резервных насосов при ремонтах на коллекторе I-2.

На рис.I2 представлена схема для 7-и насосов и 2-х трубопроводов, отличающаяся от предыдущей тем, что кольцевой коллектор в пределах насосной камеры полностью замкнут. Это обеспечивает более короткий путь для выхода воды из насосной камеры для любого работающего насоса.

9. СХЕМЫ КОММУТАЦИИ ТРЕХ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С 7, 9, II И I3 НАСОСАМИ

На рис.I3 представлена схема для 7-и насосов и 3-х трубопроводов. Здесь предусмотрена параллельная работа 3-х насосов на 2 параллельно работающих трубопровода. Диаметр каждого трубопровода должен быть в I,I7 раза больше индивидуального. Принято деление на группы по 3-2-2 насоса. Число резервных насосов при ремонтах на коллекторе равно I-2.

На рис.I4 представлен модернизированный вариант предыдущей схемы, разработанной институтом Днепрогипрошахт. За счет установки 4-х дополнительных задвижек удалось заменить в камере 3-х-трубный коллектор на 2-хтрубный.

Попутно рекомендуем обратить внимание на схему рис.26А, которая при 7 насосах и 3-х трубопроводах содержит всего 3 коммутационные задвижки.

На рис.I5 представлена схема для 7-и насосов и 3-х трубопроводов, отличающаяся от схемы рис.I3 тем, что кольцевой коллектор в пределах насосной камеры полностью замкнут. Это обеспечивает более короткий путь от работающего насоса к выходу из насосной камеры. Принята разбивка на группы по 2-2-2-I насоса число резервных насосов при ремонтах на коллекторе 2-3.

На рис.I6 представлена схема для 9-и насосов и 3-х трубопроводов. Предусмотрена работа 4-х насосов на 2 трубопровода, что эквивалентно работе 2-х на I. Диаметр трубопровода должен быть в I,3 раза больше индивидуального. Все насосы разделены на три одинаковые группы. Число резервных насосов при ремонтах на коллекторе равно 2-м.

На рис.I7 представлена схема для 9-насосов и 3-х трубопроводов, отличающаяся от предыдущей тем, что кольцевой коллектор в пределах насосной камеры полностью замкнут. Это обеспечивает кратчайший путь потоку воды от насоса на выход из насосной камеры. Принято решение на 4 группы по 2-2-2-3 насоса. Число резервных насосов при ремонтах на коллекторе равно 2-3.

На рис.I8 представлена схема для 9-и насосов и 3-х трубопроводов. В этой схеме принят 4-трубный коллектор в насосной камере с попарным соединением перемычками. Принята разбивка на 5 групп по I-2-2-2-2- насоса. Число резервных насосов колеблется от I-го до 5-и в зависимости от ремонтируемого участка коллектора. Для отсоединения нужного участка необходимо перекрывать от 3-х до 6-и задвижек. Попутно рекомендуем обратить внимание на схему рис.26Б, которая для 9-и насосов и 3-х трубопроводов содержит всего 3 задвижки.

На рис.I9 представлена схема для II-и насосов и 3-х трубопроводов. В этой схеме предусмотрена работа 5-и насосов на 2 трубопровода, диаметр которых должен быть в I,4I раза больше индивидуального. Принята разбивка на 3 группы по 4-4-3 насоса. Число резервных насосов при ремонтах участков коллектора равно 2-3.

На рис.20 представлена схема для II-и насосов и 3-х трубопроводов, отличающаяся от предыдущей тем, что произведена разбивка на 4 группы по 2-3-3-3 насоса. Число резервных насосов при ремонте составляет 3-4.

На рис.21 представлена схема для I3-и насосов и 3-х трубопроводов. Принята работа 6 насосов на 2 трубопровода, что эквивалентно работе 3-х на I. Диаметр трубопровода должен быть в I,3 раза больше индивидуального. Принята разбивка на 3 группы по 4-4-5 насосов. Число резервных насосов при ремонте участков коллектора составляет 2-3.

На рис.22 представлена схема для I3-и насосов и 3-х трубопроводов, отличающаяся от предыдущей тем, что образовано 4 группы по 3-3-3-4 насоса. Число резервных насосов увеличилось до 3-4.

На рис.23 представлена схема для I3-и насосов и 3-х трубопроводов.

В этой схеме образовано 5 групп по 3-2-2-3-3 насосов, число резервных насосов возросло до 4-5.

Надо иметь в виду, что рекомендуемый материал не исключает возможности поиска и нахождения других более приемлемых для конкретного объекта решений. Например, при выполнении проекта институт Днепрогипрошахт усовершенствовал одну из предложенных схем, заменив трехтрубный коллектор в камере двухтрубным (рис.I4).

Для сравнительной оценки предлагаемых вариантов схем служит таблица 3, в которой даны число насосов с разбивкой их на группы, число трубопроводов, число задвижек и ссылка на номер рисунка, представляющего данный вариант

IO. СХЕМЫ КОММУТАЦИИ С ОБРАЗОВАНИЕМ АВТОНОМНЫХ ГРУПП

При числе трубопроводов более 2-х рекомендуется применять схемы с образованием автономных групп насосов, работающих на отдельные трубопроводы. При этом достигается возможность обходиться предельно малым числом задвижек или не иметь их вовсе. Такие схемы исключительно надежны и весьма удобны в эксплуатации.

На рис. 24 представлена комбинированная схема для I5-и насосов и 5-и трубопроводов. Она состоит из двух, не связанных между собой систем. Первая содержит 6 насосов и 2 трубопровода, вторая - 9 насосов и 3 трубопровода. Насосы образуют 5 подгрупп по 3 насоса в каждой.

В этой схеме при ремонте трубопроводов не происходит отключения насосов. Число резервных насосов при ремонтах равно 5. Как будет показано дальше, можно образовать не 2, а 5 автономных групп, состоящих из 3-х насосов и одного трубопровода в каждой. Число задвижек сократится с 10-и до 5-и.

На рис.25 представлена схема попарного подключения 6-и насосов к 3-м трубопроводам, разработанная институтом Гипроникель. В схеме использованы всего 3 коммутационные задвижки.

Схема составлена нами по словесному описанию, представленному в информационном письме института и в деталях может отличаться от фактической. Подкупает простота принятого решения, обеспечивающая ее надежность при эксплуатации.

На рис.26 представлены схемы соединения 7-и и 9-и насосов с 3-мя трубопроводами путем образования 3-х автономных групп в каждом варианте. Число резервных насосов при ремонтах I-2. Число коммутационных задвижек минимальное - по 3 в каждом варианте.

Эти схемы и подобные им для других чисел насосов и трубопроводов не противоречат новым ПБ и могут рекомендоваться к применению.

Однако надо иметь в виду, что для схемы с 7-ю насосами диаметр трубопровода необходимо брать в 1,3 раза больше индивидуального в отличие от схемы на рис.13, где это соотношение равно 1,17. Это объясняется тем, что в схемах рис.26 параллельная работа трубопроводов не предусматривается.

Для 9-и насосов диаметр трубопровода такой же, как и на рис.16. Эти схемы полностью эквивалентны и отличаются числом задвижки и тем, что при ремонте трубопроводов во втором варианте отключается часть насосов.

II. СХЕМЫ КОММУТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПОВЕРХНОСТИ

При отводе воды за пределы промплощадки за счет напора насосов водоотлива трубопроводы последнего должны быть соединены с канализационными трубопроводами и образовывать единую гидравлическую систему. Схема соединений должна быть такой, чтобы не возникало затруднений при ремонтах как трубопроводов водоотлива, так и канализационных, чтобы такие ремонты не препятствовали нормальному функционированию водоотлива.

Не лишне предусмотреть возможность аварийного отвода воды в ливневую канализацию. Может возникнуть также надобность в отборе части откачиваемой воды на хозяйственные нужды.

На рис.27 представлены примерные схемы соединения водоотливных и канализационных трубопроводов. На схеме А меньшее число задвижек, но две из них (3-я и 4-я) должны иметь диаметр канализационного трубопровода. В схеме Б диаметр всех задвижек берется по трубопроводу водоотлива.

Ремонт задвижек в этих вариантах возможен только при неработающем водоотливе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. – М.: Недра, 1986 – 447 с.
2. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах – М.: Недра, 1973 – 512 с.
3. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт – М.: Недра, 1976 – 303 с.
4. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт : ВНТП 1-86/Минуглепром СССР – М., 1986 – 62 с.
5. Пособие по проектированию трубопроводов, прокладываемых в подземных выработках (к ВНТП 1-86) Минуглепром СССР – М., 1986, 42 с.
6. Методика расчета режимов параллельной работы насосов водоотлива шахт, имеющих большие притоки. РТМ – 07.02.010-78/ Минуглепром СССР. – Донецк, 1979 – 89 с.
7. Методика выбора оптимального диаметра трубопровода и эксплуатационного расчета шахтных водоотливных установок по номограммам. РТМ 07.02.002-75/ Минуглепром СССР – Донецк, 1975 – 48с.
8. Программы эксплуатационного расчета шахтных водоотливных установок на микрокалькуляторе "Электроника БЗ-21". РТМ – 07.02.010 81 /Минуглепром СССР – Донецк, 1981 – 27 с.

Приложение

Список организаций, приславших отзывы на требования и первую редакцию методики

1. Центрогипрошахт
2. Южгипрошахт
3. Днепрогипрошахт
4. Донгипрошахт
5. Карагандагипрошахт
6. Дальгипрошахт
7. Ростовгипрошахт
8. Сибгипрошахт
9. Уралгипрошахт
10. Гипрошахт
11. Ворошиловградгипрошахт
12. Востсибгипрошахт
13. Грузгипрошахт
14. Донецкая ПК
15. Горловская ПК
16. ПК ПО "Ростовуголь"
17. ПК ПО "Ворошиловградуголь"
18. ПК ПО "Кузбассуголь"
19. Стахановская ПК
20. ПечерНИИпроект
21. Гипроникель
22. Кривбасспроект
23. Южгипроруда

$$\Phi = \frac{n_{рб}^{0,877}}{N_{рб}^{0,877}}$$

Значение коэффициента Ф

Табл. 1

Число рабочих трубопроводов	Число рабочих насосов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,00	1,39	1,51	1,69	1,89	1,97	2,08	2,19	2,29	2,38
2		1,00	1,17	1,30	1,41	1,51	1,60	1,69	1,76	1,88
3			1,00	1,11	1,21	1,30	1,38	1,45	1,51	1,57
4				1,00	1.09	1,17	1,23	1,30	1,36	1,41
5					1,00	1,07	1,14	1,19	1,25	1,30

Общее максимальное число насосов

Табл. 2

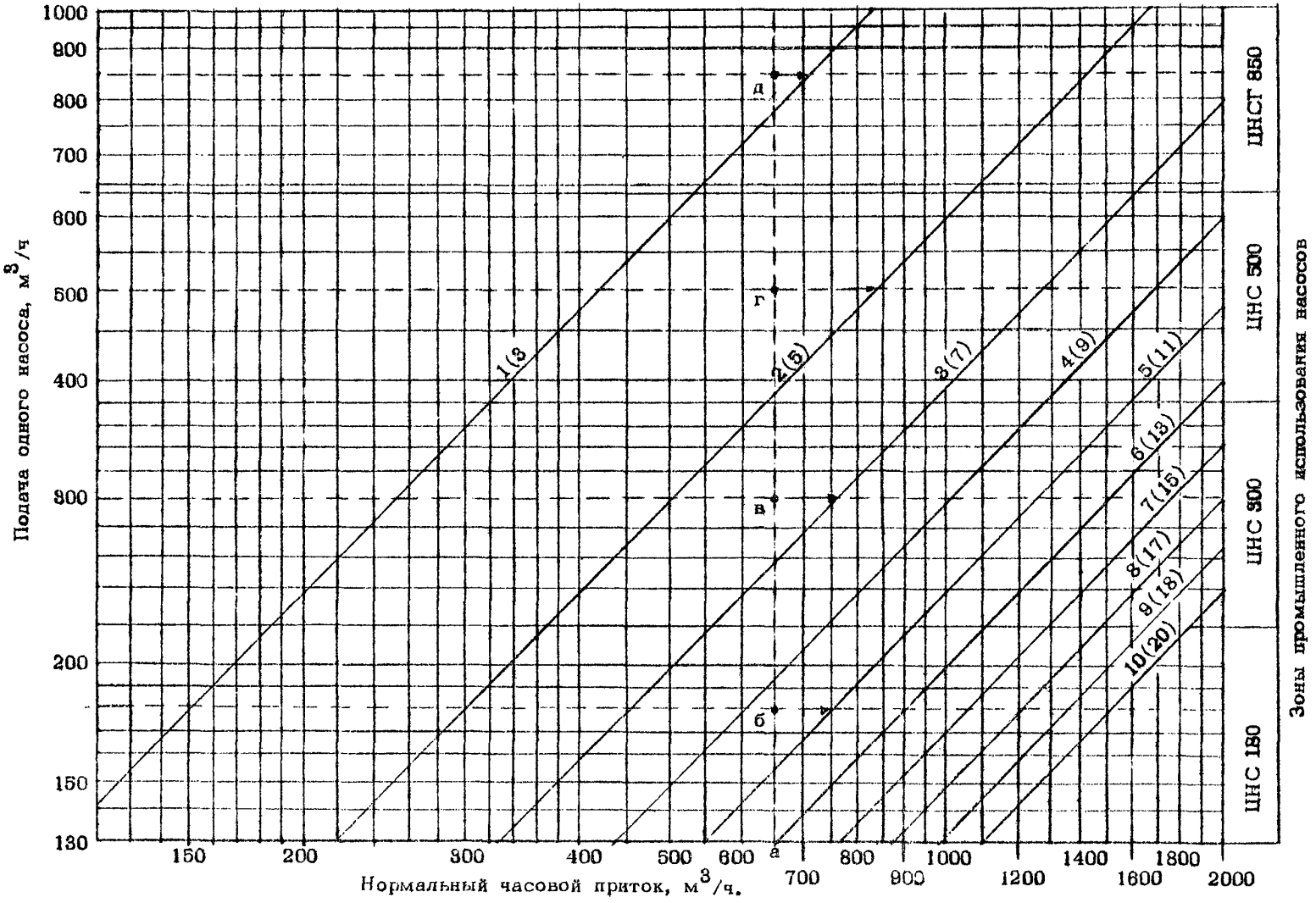
Число насосов, работающих на один трубопровод	Общее число трубопроводов				
	2	3	4	6	7
2	5	9	13	17	20
3	7	13	18	24	30

Табл. 3.

Основные параметры коммутационных схем

Общее число насосов	Деление на группы	Общее число тр-дов	Число задвижек	Номер рисунка	Общее число насосов	Деление на группы	Общее число тр-дов	Число задвижек	Номер рисунка
3	нет	2	6	7А	7	2+2+3	3	3	26А
3	нет	2	6	8	9	3+3+3	3	6	16
5	нет	3	15	7Б	9	3+3+3	3	3	26Б
5	нет	3	10	7В	9	2+2+2+3	3	8	17
5	2+1+2	2	6	9	9	1+2+2+2+2	3	17	18
5	нет	2	10	10	11	4+4+3	3	6	19
6	2+2+2	3	3	25	11	2+3+3+3	3	8	20
7	2+3+2	2	6	11	13	4+4+5	3	6	21
7	3+2+2	2	6	12	13	3+3+3+4	3	8	22
7	3+2+2	3	6	13	13	3+2+2+3+3	3	10	23
7	2+3+2	3	10	14	15	3+3–3+3+3	5	10	24
7	2+2+2+1	3	8	15					

Рис. 1. Номограмма для определения числа насосов



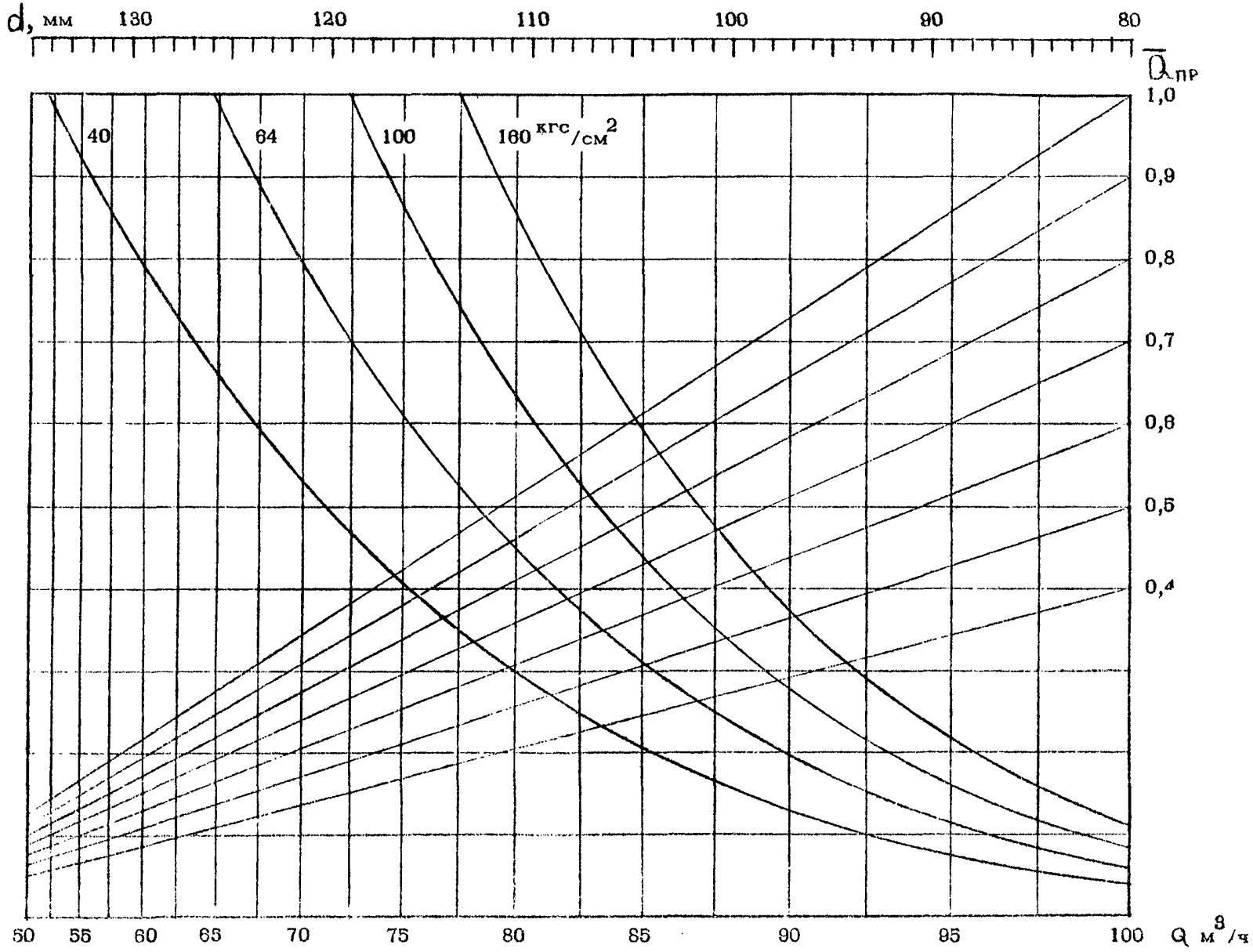


Рис.2. Номограмма для определения оптимального диаметра трубопровода при подаче насоса 50–100 м³/ч.

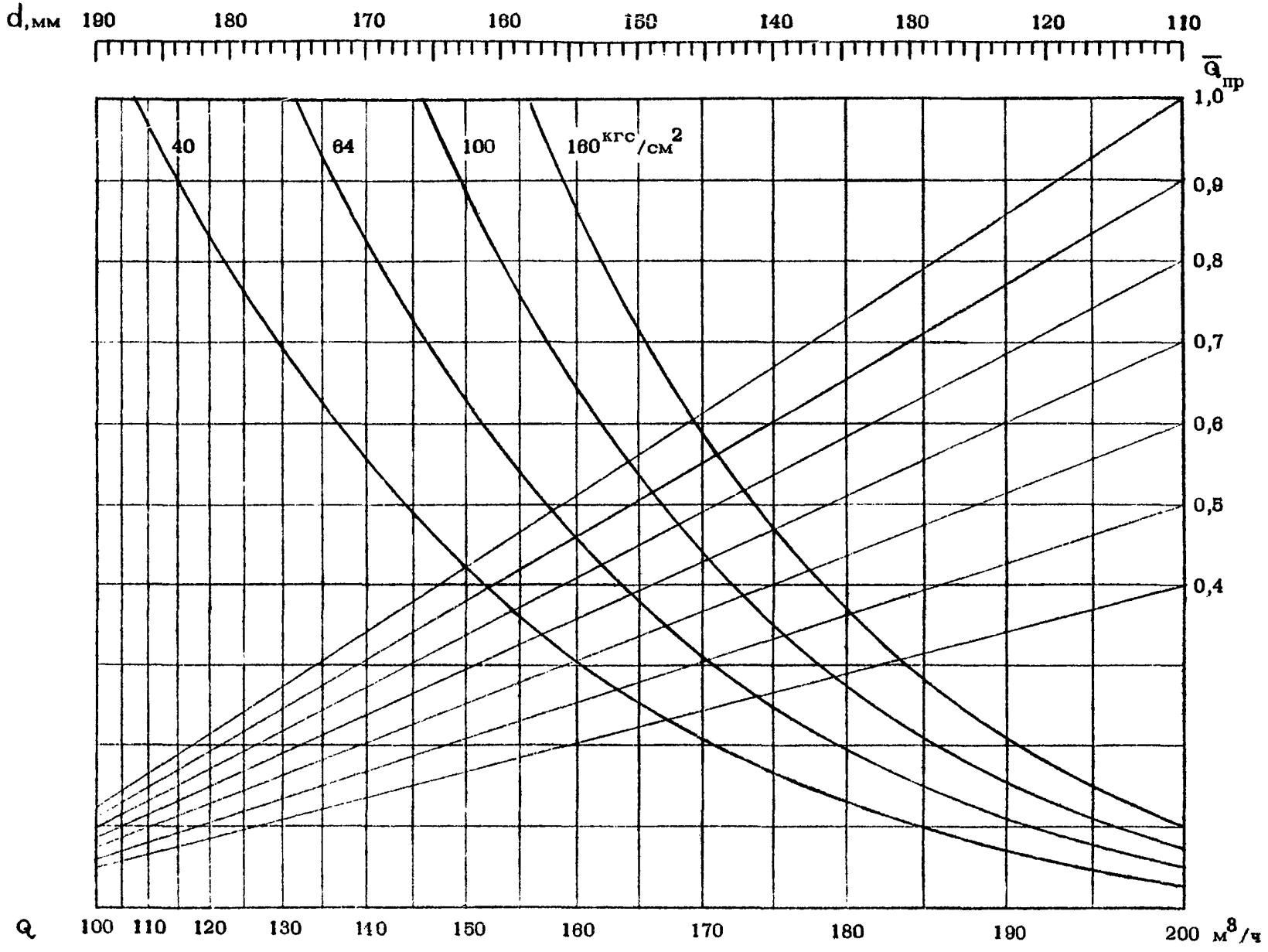


Рис. 3. Номограмма для определения оптимального диаметра трубопровода при подаче насоса 100 – 200 м³/ч.

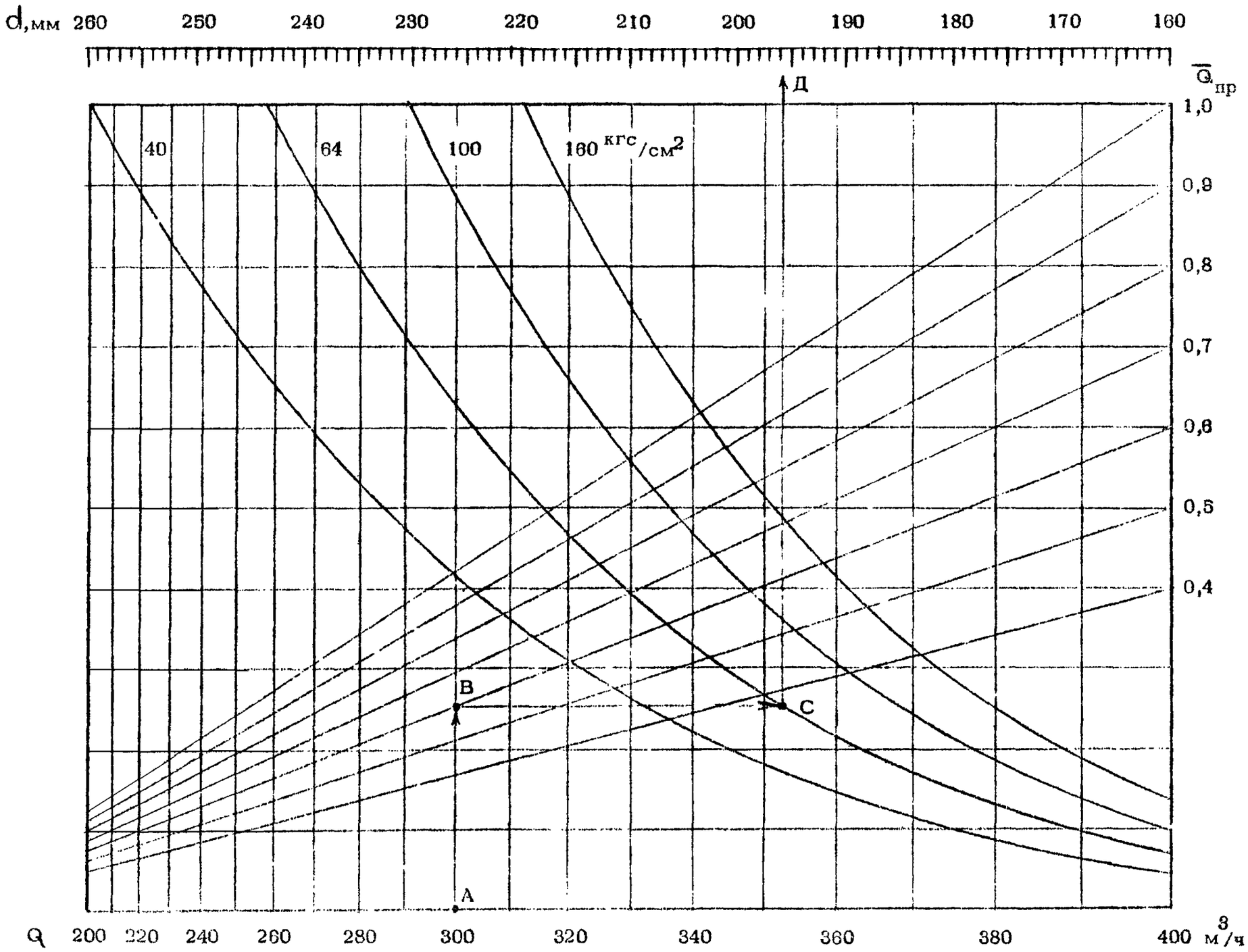


Рис. 4. Номограмма для определения оптимального диаметра трубопровода при подаче насоса 200 – 400 м³/ч.

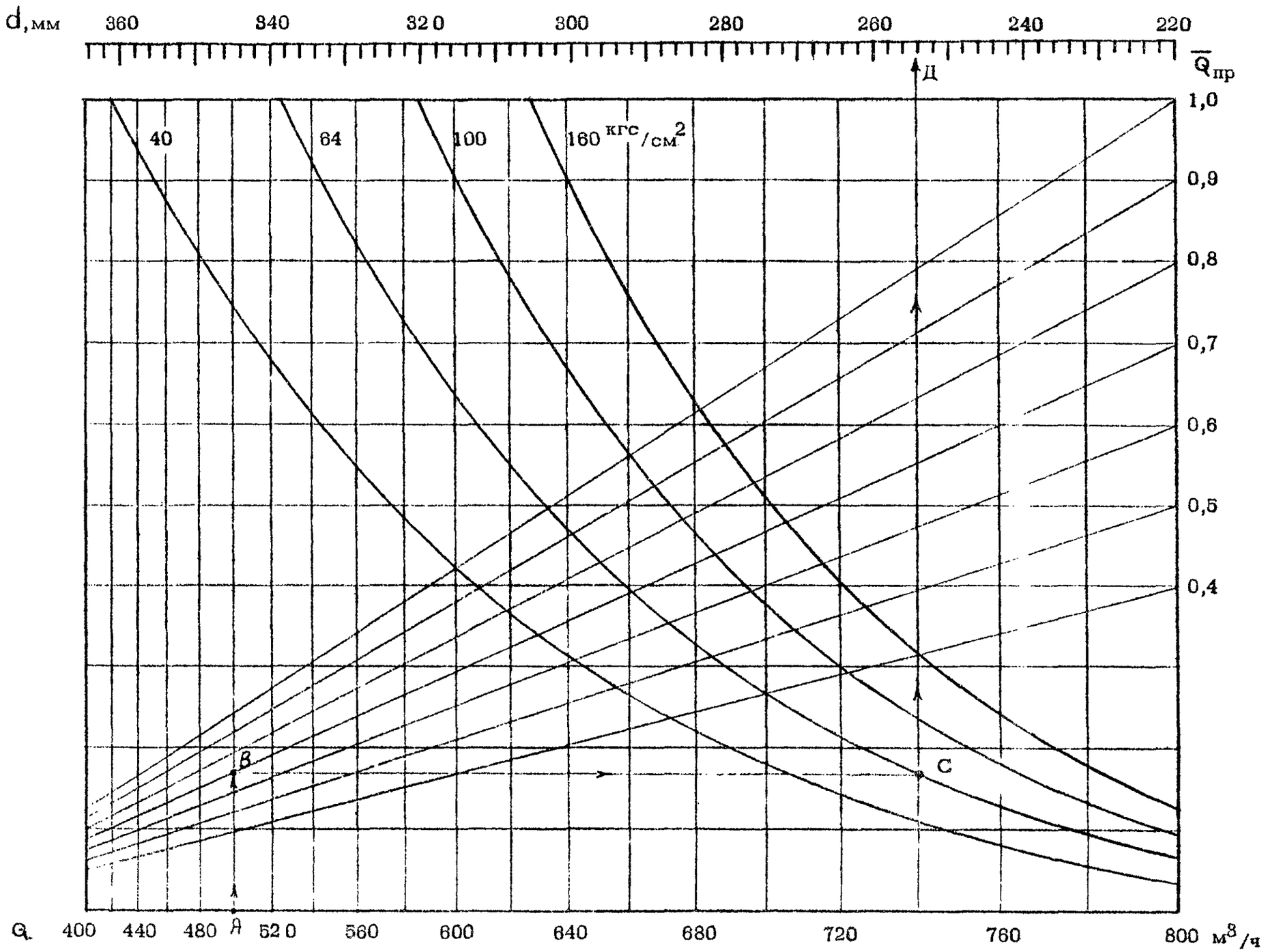


Рис. 5. Номограмма для определения оптимального диаметра трубопровода при подаче насоса 400 – 800 м³/ч.

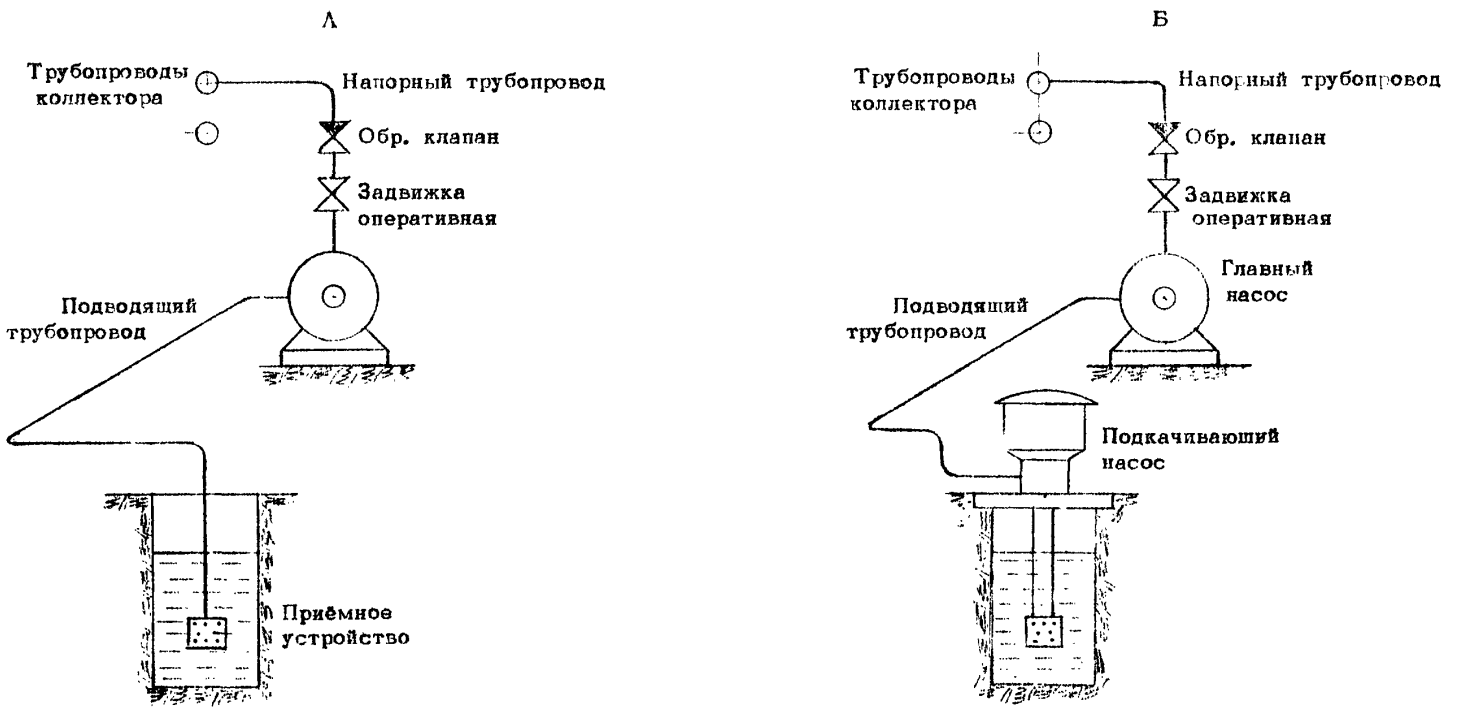


Рис.6. Гидравлические схемы насосных агрегатов.

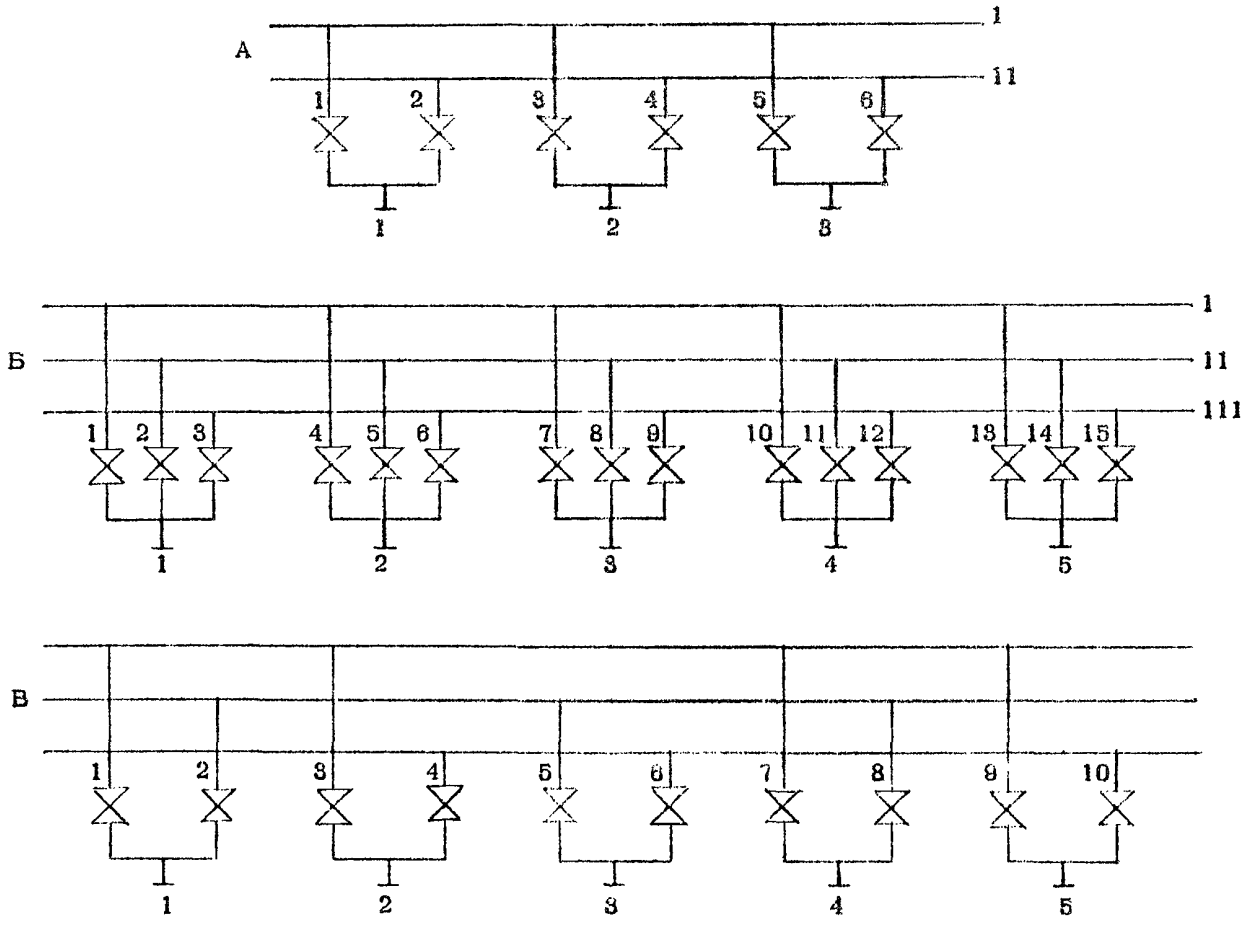


Рис. 7. Традиционные схемы коммутации насосов и трубопроводов.

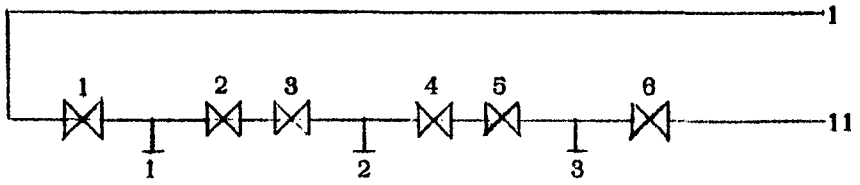


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	1	6	2	1,3	2,4	3,5	4,6	5
Отключены насосы, №	нет		1	1	2	2	3	3
Отключены трубопроводы	1	11	1	1	нет		11	11
Число насосов в резерве	2	2	1	1	1	1	1	1

Рис. 8. Схема коммутации 3-х насосов с 2-мя напорными трубопроводами, $d_n = d_1$

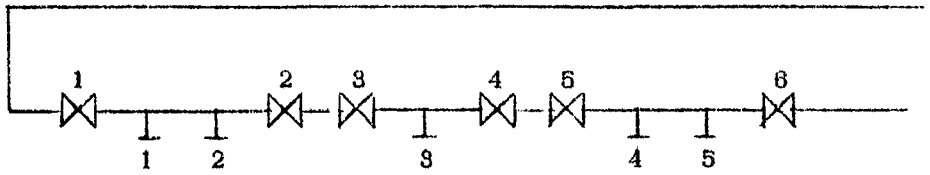


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	1	6	2	1,3	2,4	3,5	4,6	5
Отключены насосы, №	нет		1,2	1,2	3	3	4,5	4,5
Отключены трубопроводы	1	11	1	1	нет		11	11
Число насосов в резерве	3	3	1	1	2	2	1	1

Рис.9. Схема коммутации 5-и насосов с 2-мя напорными трубопроводами, $d_n = 1{,}30\, d_1$

УГОЛЬ УКРАИНЫ
№3,1985г.

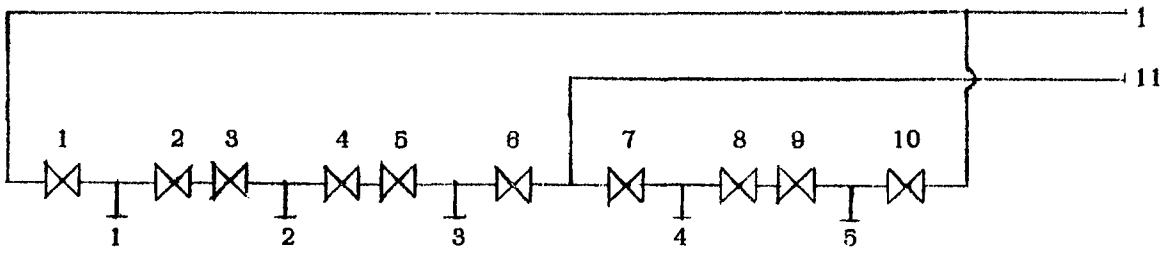


Таблица переключений задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перекрыты задвижки	1 10	6 7	2 10	1 3	2 4	3 5	4 6	5 7	6 8	7 9	8 10	1 9
Отключены насосы, №№	нет	нет	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Отключены трубопроводы	1	11	1	нет	нет	нет	нет	11	11	нет	нет	1
Число насосов в резерве	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Рис. 10. Схема коммутации 5-и насосов с 2-мя напорными трубопроводами, $d_п = 1{,}30d$

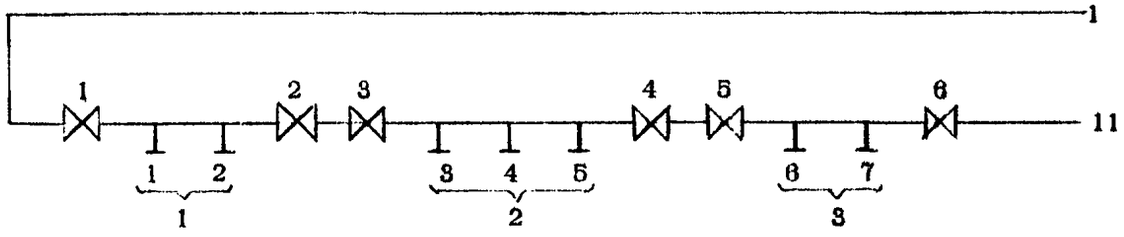


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	1	6	2	1,3	2,4	3,5	4,6	5
Отключены группы, №	нет		1	1	2	2	3	3
Отключены трубопроводы	1	11	1	1	нет		11	11
Число насосов в резерве	4	4	2	2	1	1	2	2

Рис. 11. Схема коммутации 7-ми насосов с 2-мя напорными трубопроводами, $d_п = 1{,}51\, d_1$

УГОЛЬ УКРАИНЫ
№3, 1985г.

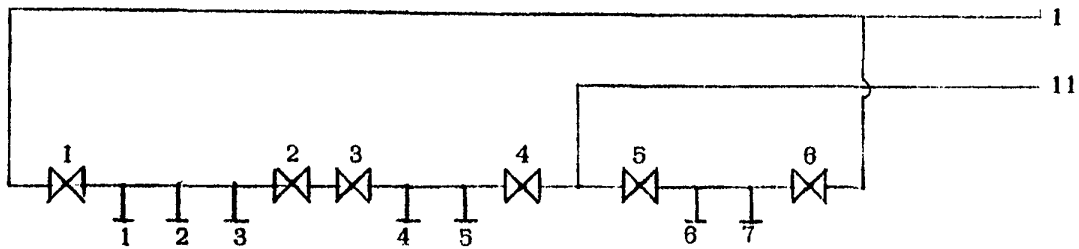


Таблица переключений задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки	1 6	4 5	2 6	1 3	2 4	3 5	4 6	1 5
Отключены насосы, №	нет	нет	1 2 3	1 2 3	4 5	4 5	6 7	6 7
Отключены трубопроводы	1	11	1	нет	нет	11	11	1
Число насосов в резерве	4	4	1	1	2	2	2	2

Рис. 12. Схема коммутации 7-и насосов с 2-мя напорными трубопроводами, $d_n = 1{,}51\,d$

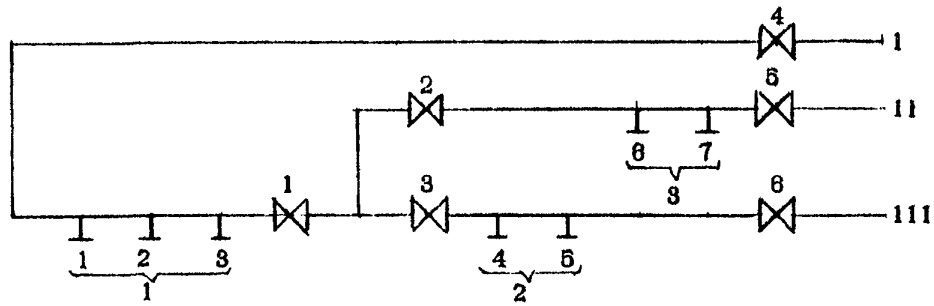


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	4	5	6	2,3,4	1,3,5	1,2,6	1	2	3
Отключены группы, №	нет			1	3	2	1	3	2
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	11	111	1	11	111
Число насосов в резерве	4	4	4	1	2	2	1	2	2

Рис. 13. Схема коммутации 7-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_{II} = 1{,}17\, d_I$

ДНЕПРОГИПРОШАХТ
320600, Днепропетровск,
ул. Миронова, 15

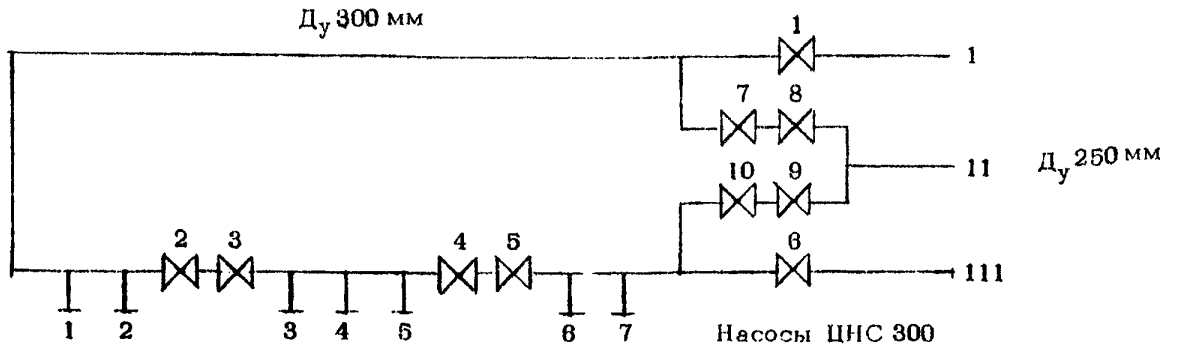


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перекрыты задзижки,№	1	8,9	6	2,7	1,2,7	2,4	3,4	4,6,10	5,10	1,2,8	7,9	8,10	6,8,9
Отключены насосы, №	нет	нет	нет	1,2	1,2	3,4,5	3,4,5	6,7	6,7	1,2	нет	нет	6,7
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	1	нет	нет	111	111	1	11	11	111
Число насосов в резерве	4	4	4	2	2	1	1	2	2	2	4	4	2

Рис. 14. Схема коммутации 7-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами

Согласно информации института Днепрогипрошахт (письмо № 12/12-204 от 31.08.88г.) замена трёх трубопроводов коллектора (схема рис.13) двумя с переходом на три перед трубным ходком позволяет уменьшить высоту камеры на 600 мм.

УГОЛЬ УКРАИНЫ
№ 3, 1985г.

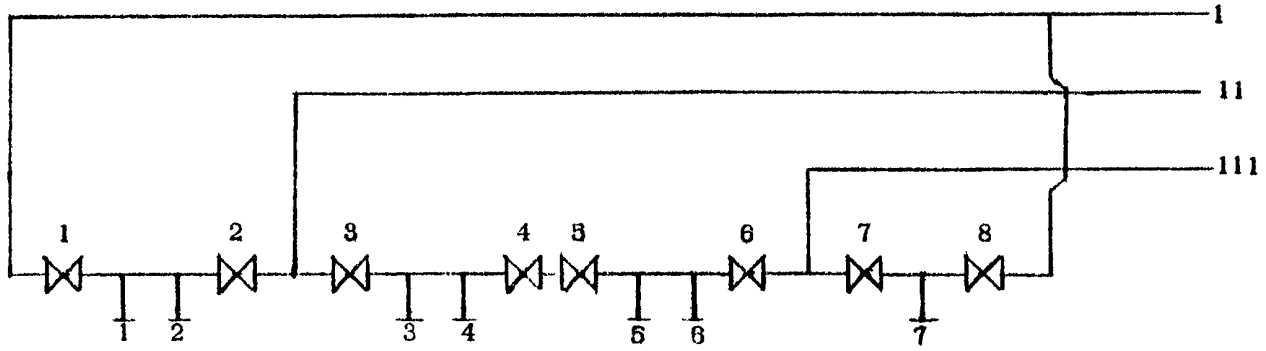


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	I	II	III	1	2	3	4	5	6	7	8
Перекрыты задвижки, №	1 8	2 3	6 7	2 8	1 3	2 4	3 5	4 6	5 7	6 8	1 7
Отключены насосы, №№	нет	нет	нет	1 2	1 2	3 4	3 4	5 6	5 6	7	7
Отключены трубопроводы	I	II	III	I	II	II	нет	нет	III	III	I
Число насосов в резерве	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	3

Рис.15. Схема коммутации 7-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_п = 1{,}17\,d$

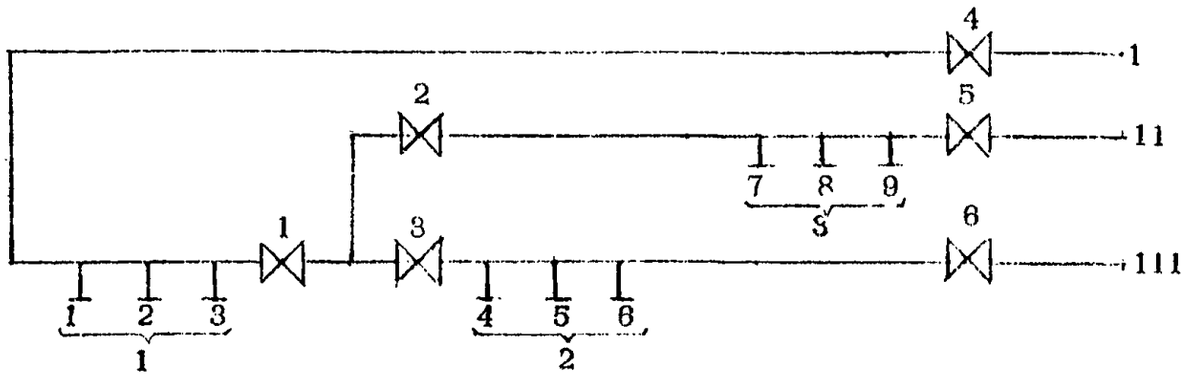


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	4	5	6	2,3,4	1,3,5	1,2,6	1	2	3
Отключены группы, №	нет	нет	нет	1	3	2	1	3	2
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	11	111	1	11	111
Число насосов в резерве	5	5	5	2	2	2	2	2	2

Рис.16. Схема коммутации 9-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами. $d_{тр.} = 1{,}30\, d_1$

УГОЛЬ УКРАИНЫ
№ 3, 1985г.

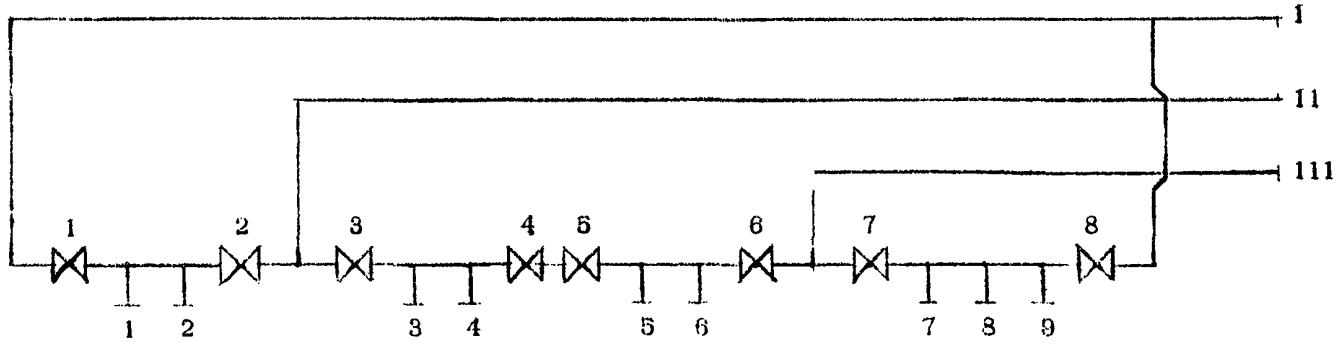


Таблица переключений задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	I	II	III	1	2	3	4	5	6	7	8
Перекрыты задвижки, №	1 8	2 3	6 7	2 8	1 3	2 4	3 5	4 6	5 7	6 8	1 8
Отключены насосы, №	нет	нет	нет	1 2	1 2	3 4	3 4	5 6	5 6	7 8 9	7 8 9
Отключены трубопроводы	I	II	III	I	II	II	нет	нет	III	III	I
Число насосов в резерве	5	5	5	3	3	3	3	3	3	2	2

Рис. 17. Схема коммутации 9-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_n = 1{,}30\,d$

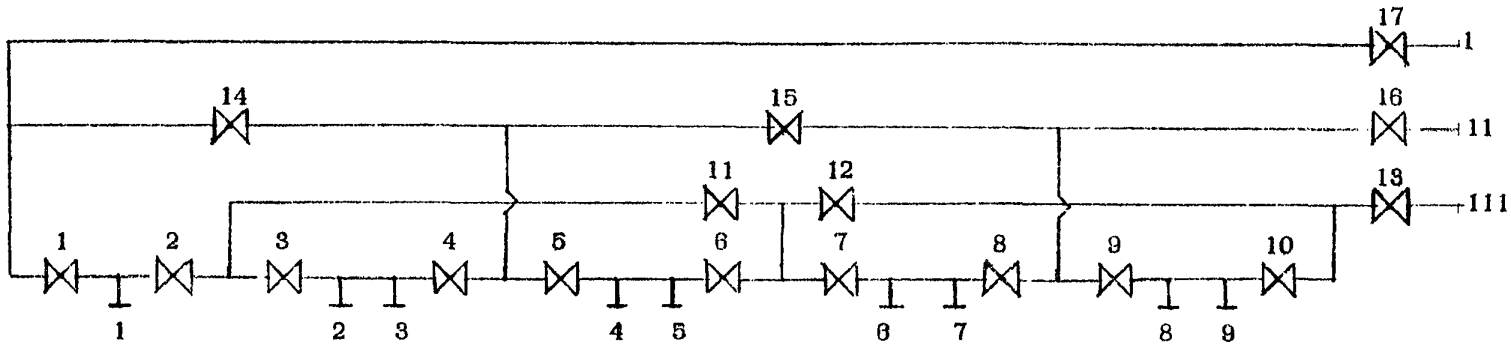


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Перекрыты задвижки, №	17	16	13	2,14, 17	1,3, 11	2,4, 11	3,5, 14,15	4,6, 14,15	5,7, 11,12	6,8, 11,12	7,9, 12,13	8,10 12,13	9,12 13	2,3,6, 7,12	6,7, 11,13	10,12	1,4,5, 15,17	4,5,8 9,14,16	8,9, 15	1,14
Отключены насосы, №	нет			1	1	2,3	2,3	4,5	4,5	6,7	6,7	8,9	8,9	2,3 4,5	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	нет	нет	нет	нет	нет	нет	11	11	111	нет	111	111	1	11	11	1
Число насосов в резерве	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	5	5	5	5	5	5

Рис.18. Схема коммутации 9-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами

Антонов Э.И., Жебеленко М.Г. А.С. №1174534, заявлено 16.11.83г., опубликовано БИ №31 от 23.08.85г.

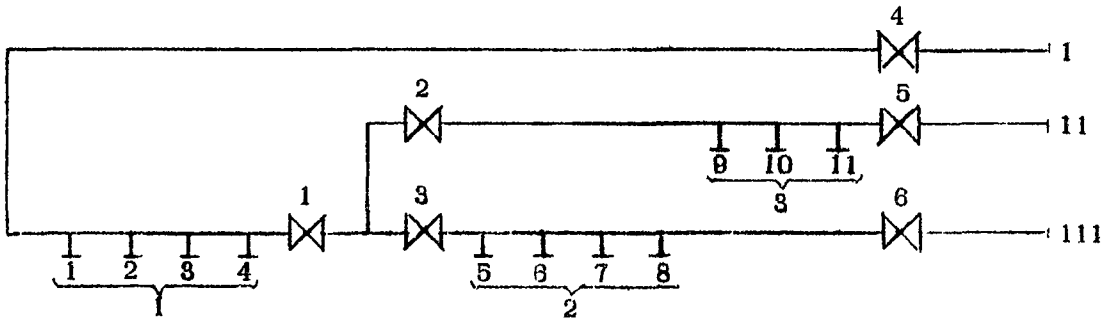
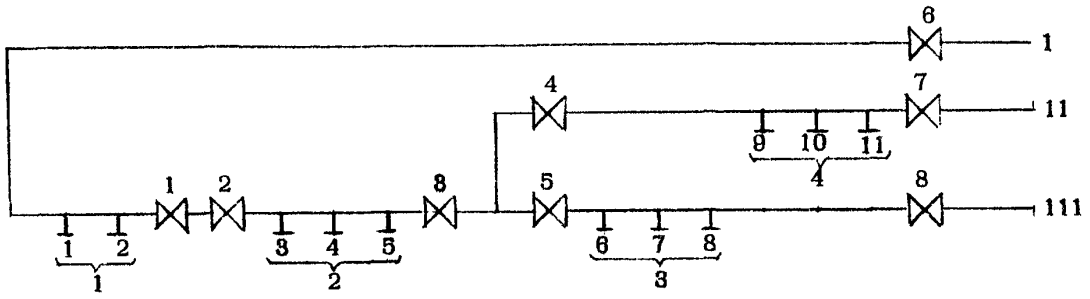


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	I	II	III	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	4	5	6	2,3,4	1,3,5	1,2,6	1	2	3
Отключены группы,№	нет	нет	нет	1	3	2	1	3	2
Отключены трубопроводы	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Число насосов в резерве	6	6	6	2	3	2	2	3	2

Рис.19. Схема коммутации 11-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_{II} = 1{,}41\, d_I$



Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6	7	8
Перекрыты задвижки	6	7	8	2,6	1,3	2,4,5	3,5,7	3,4,8	1	4	3
Отключены группы, №	нет	нет	нет	1	2	2	4	3	1	4	3
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	нет	нет	11	111	1	11	111
Число насосов в резерве	6	6	6	4	3	3	3	3	4	3	3

Рис.20. Схема коммутации 11-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_п = 1{,}41\, d_1$

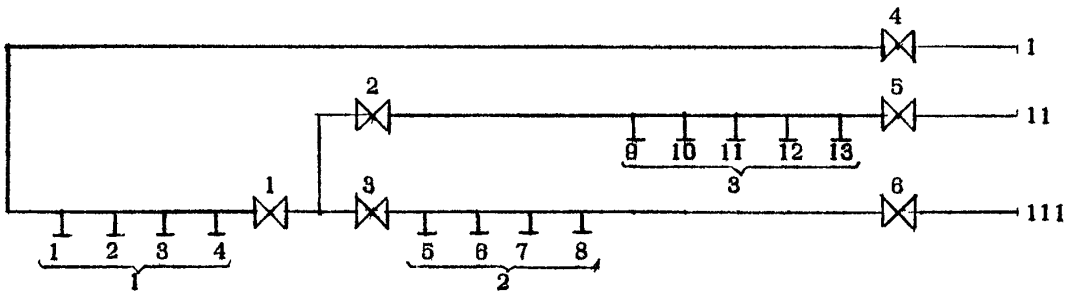


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6
Перекрыты задвижки, №	4	5	6	2,3,4	1,3,5	1,2,6	1	2	3
Отключены группы, №	нет	нет	нет	1	3	2	1	3	2
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	11	111	1	11	111
Число насосов в резерве	7	7	7	3	2	3	3	2	3

Рис.21. Схема коммутации 13-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами. $d_{\text{П}} = 1{,}51\, d_{\text{I}}$

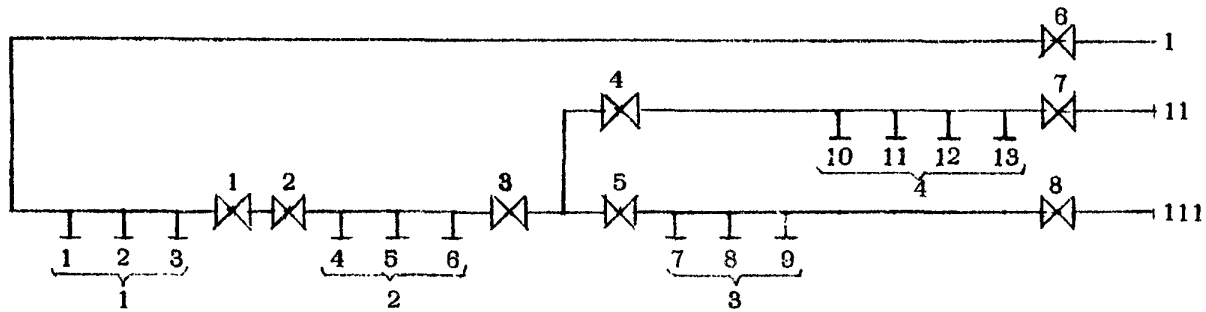


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6	7	8
Перекрыты задвижки, №	6	7	8	2,6	1,3	2,4,5	3,5,7	3,4,8	1	4	5
Отключены группы, №	нет	нет	нет	1	2	2	4	3	1	4	3
Отключены трубопроводы	1	11	111	1	нет	нет	11	111	1	11	111
Число насосов в резерве	7	7	7	4	4	4	3	4	4	3	4

Рис.22. Схема коммутации 13-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_п = 1{,}51\, d_1$.

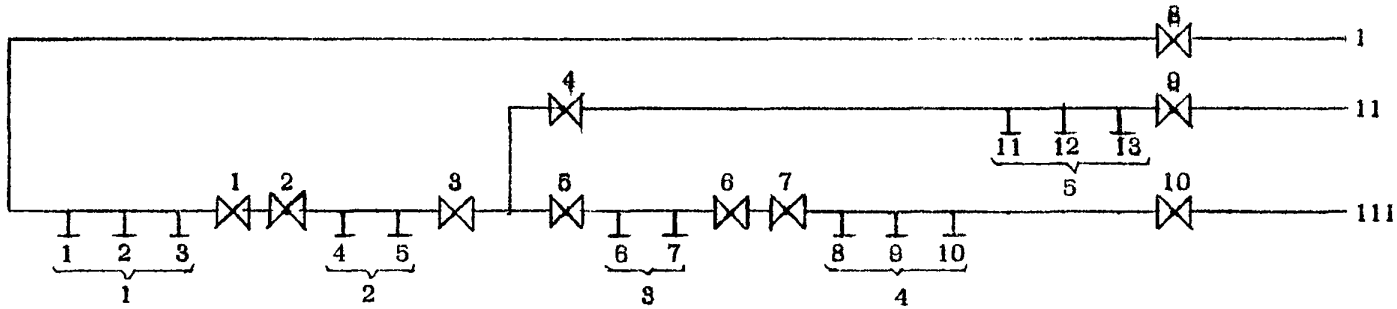


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перекрыты задвижки, №	8	9	10	2,8	1,3	2,4,5	3,5,9	3,4,6	5,7	6,10	1	4	7
Отключены группы, №	нет	нет	нет	1	2	2	5	3	3	4	1	5	4
Отключены трубопроводы	1	11	111	11	нет	нет	11	нет	нет	11	1	11	111
Число насосов в резерве	7	7	7	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4

Рис.23. Схема коммутации 13-и насосов с 3-мя напорными трубопроводами, $d_{\Pi} = 1{,}51\, d_1$

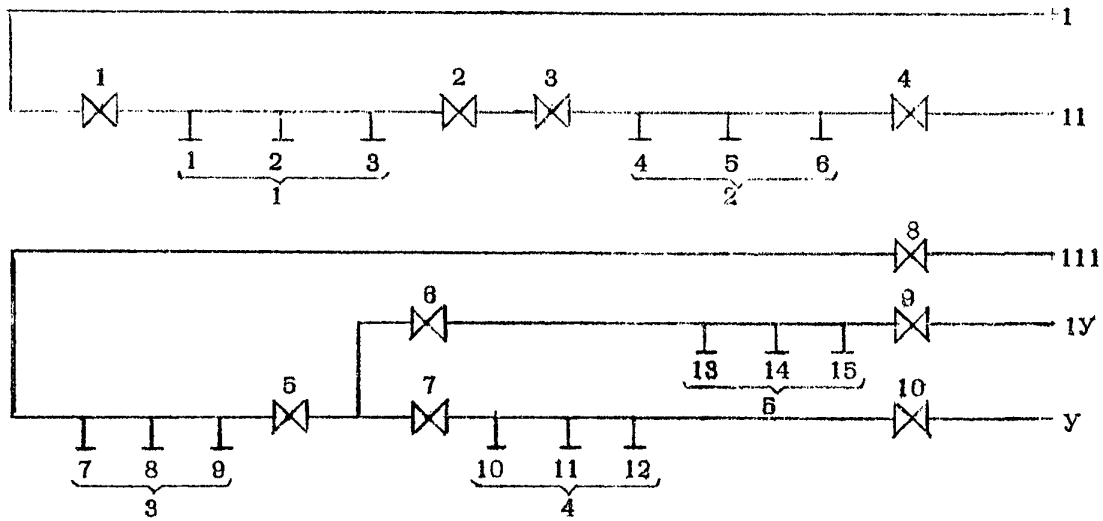


Таблица переключения задвижек

Ремонт тр-дов и задвижек	I	II	III	IУ	У	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Перекрыты задвижки,№	1	4	8	9	10	2	1,3	2,4	3	6,7,8	5,7,9	5,6,10	5	6	7
Отключены группы,№	Отключенных насосов нет					1	1	2	2	3	5	4	3	5	4
Отключены трубопроводы	I	II	III	IУ	У	I	I	II	II	III	IУ	У	III	IУ	У
Число насосов в резерве	8	8	8	8	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Рис.24. Схема коммутации 15-и насосов с 5-ю напорными трубопроводами

Институт ГИПРОНИКЕЛЬ
191011, Ленинград,
Невский пр., 30

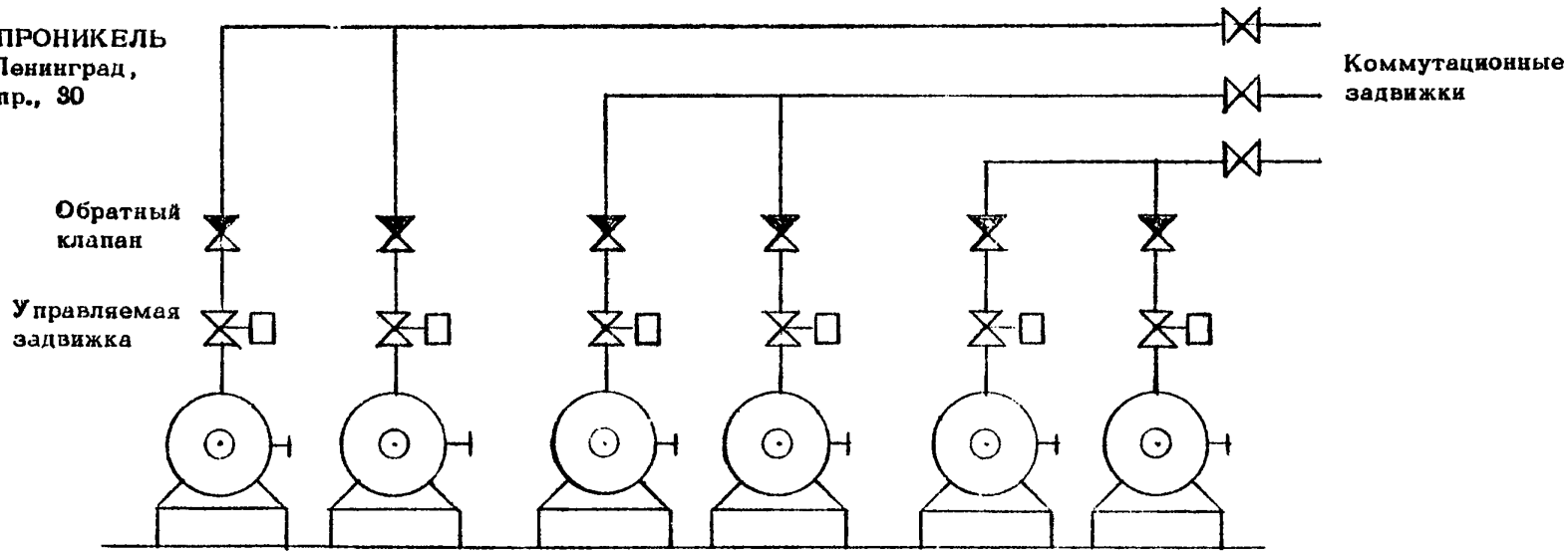


Рис.25. Схема попарного подключения 6-и насосов 14М8×4 к 3-м напорным трубопроводам $Д_у$ 350 мм

Согласно информации института ГИПРОНИКЕЛЬ (письмо №12-14080 от 26.09.83г.) такая схема многократно применена на водоотливе сильно обводненного Северо-Уральского бокситового рудника.

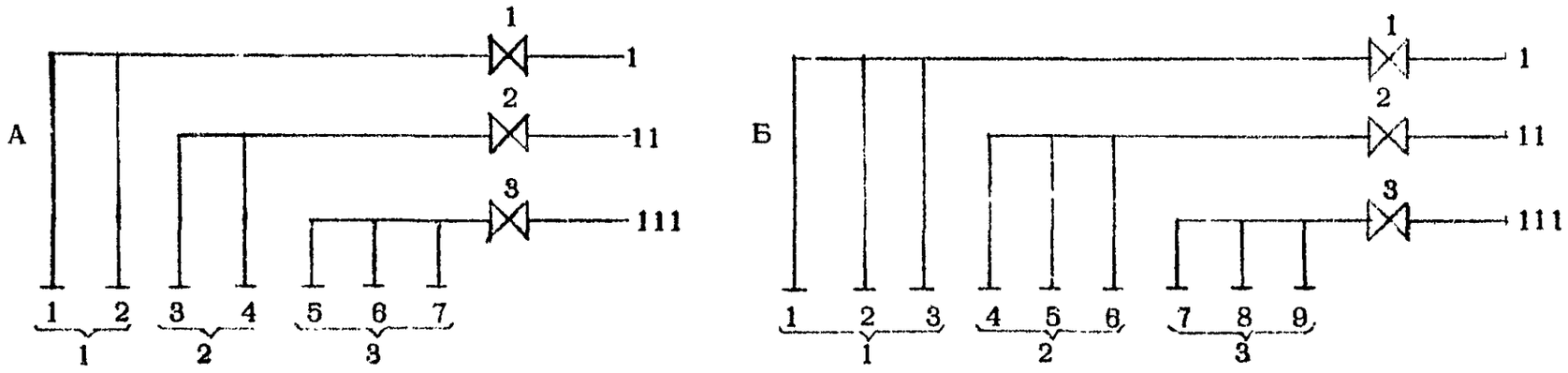


Таблица переключения задвижек

	Схема А						Схема Б					
Ремонт тр-дов и задвижек	1	11	111	1	2	3	1	11	111	1	2	3
Перекрыты задвижки, №	1	2	3	нет			1	2	3	нет		
Отключены группы, №	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Число насосов в резерве	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2

Рис.26. Схемы подключения 7-и и 9-и насосов к 3-м напорным трубопроводам, $d_n = 1{,}30\, d_1$

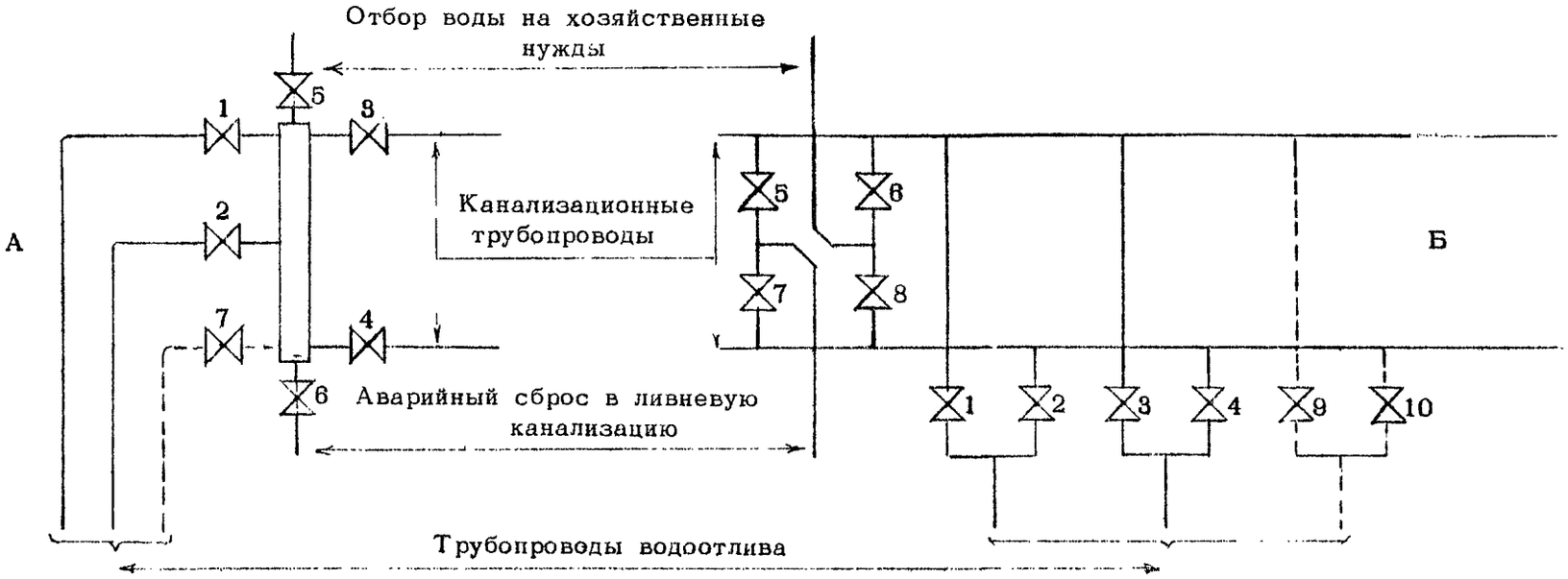


Рис. 27. Схемы соединения 2-х и 3-х трубопроводов водоотлива с 2-мя канализационными трубопроводами

РАЗРАБОТАНО ВСЕСОЮЗНЫМ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ИНСТИТУТОМ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ им. М.М.ФЕДОРОВА

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА НАСОСОВ, ДИАМЕТРА И КОЛИЧЕСТВА ТРУБОПРОВОДОВ, ВЫБОР КОММУТАЦИОННОЙ СХЕМЫ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК

Зам. директора по научной работе — Дворников В.И.

Зав. лабораторией — Матвеев В.И.

Методику разработал и подготовил к печати
к.т.н. Беликов П.Ф,
при участии н. с. Кошкальды Л.И.
под редакцией к.т.н. Нечушкина Г.М.

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
Ответственный за выпуск Кирокасьян Г.И.

Подп. в печать 21.07.87 г. БП 00142. Формат 60х84 1/8 Бумага этикеточная .Офсетная печать. Усл.печ.л. 5,11.Усл.кр.-отт. 5,11.Уч.изд.л.5,06. Тираж 1500 экз. Заказ №4-1127.Бесплатно.

ВНИИ горной механики им.М.М.Федорова
340055,Донецк,пр. Театральный,7.

ДМПП,340050,Донецк,ул.Артема,96.

gost.e-ecolog.ru