

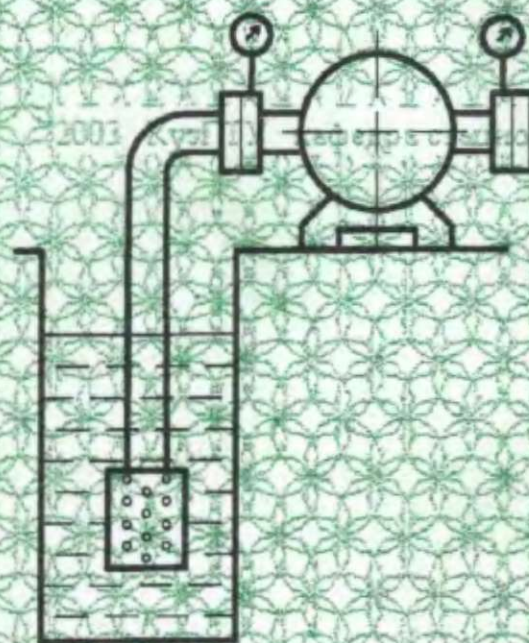
К Ж, Ж Ж Ж ЯУТ
T < 'rtf T T f V f r r r r:
g • V r 4 p i ..

АД1. АБРАМОВ В.Н. БИЗЕНКОВ

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

РАСЧЕТ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие



КЕМЕРОВО 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

«Кузбасский государственный технический университет»

А.П. АБРАМОВ В.Н. БИЗЕНКОВ

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

РАСЧЕТ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 170100 «Горные машины и оборудование» направления подготовки дипломированных специалистов 651600 «Технологические машины и оборудование»

Протокол № 48 от 29.01.2003

Кемерово 2003

УДК 622.53(035.5)

Рецензенты:

Кафедра механизации и организации очистных работ Кузбасского регионального института повышения квалификации работников Минтопэнерго РФ

Доктор технических наук, профессор Томского политехнического университета В.Г. Лукьянов

Абрамов А.П. Стационарные машины. Расчет водоотливных установок горнодобывающих предприятий: Учеб. пособие /А.П. Абрамов, В.Н. Бизенков; ГУ КузГТУ.- Кемерово, 2003.- 143 с. ISBN 5-89070-218-1

Изложены методика расчета водоотливных установок горных предприятий, выбора основного и вспомогательного технологического оборудования, анализ надежности и эффективности работы.

Приведены требования нормативных документов к водоотливным установкам угольных и рудных шахт, карьеров и разрезов.

Даны рекомендации по выбору схемы коллектора и устройству насосных станций для подземных и открытых горных предприятий.

Приведен краткий пример расчета главной водоотливной установки шахты.

Учебное пособие предназначено для проектно-расчетных работ по курсу «Стационарные машины» для студентов специальности 170100 «Горные машины и оборудование» направления подготовки дипломированных специалистов 651600 «Технологические машины и оборудование».

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГУ КузГТУ.

УДК 622.53(035.5)

© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет», 2003

ISBN 5-89070-218-1

© А.П. Абрамов, В.Н. Бизенков, 2003

Оглавление

	Предисловие	3
1	ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТА	4
1.1	Общие принципы проектирования водоотливной установки	4
1.2	Исходные данные	4
1.3	Задачи расчета	5
2	ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	5
2.1	Требования правил безопасности в угольных шахтах (ПБ редакции 1994 года)	5
2.2	Требования правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт (ПТЭ редакции 1975 года)	12
2.3	Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт	14
2.4	Технические требования и контроль состояния водоотлива рудных шахт	18
2.5	Требования единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (редакции 1987)	21
3	РАСЧЁТ И ВЫБОР НАСОСА	25
3.1	Обоснование схемы водоотлива	25
3.2	Определение производительности насосного агрегата	25
3.3	Ориентировочный напор насоса	25
3.4	Выбор типоразмера насоса	26
3.5	Проверка устойчивости режима работы выбранного насоса	28
4	ВЫБОР КОЛЛЕКТОРА И УСТРОЙСТВО НАСОСНОЙ СТАНЦИИ	29
4.1	Схемы коллекторов	29
4.2	Устройство насосных станций (НС)	34
4.2.1	НС с положительной высотой всасывания ($H_{гв} > 0$)	35
4.2.2	НС заглубленного типа ($H_{гв} < 0$)	35
4.2.3	Береговые НС	39
4.2.4	НС на понтоне	41
5	РАСЧЁТ ТРУБОПРОВОДОВ	44
5.1	Расчет диаметра трубопровода	44
5.2	Определение толщины стенки труб	45
5.3	Выбор труб и расчетная скорость воды	46
5.4	Расчетная схема трубопровода	47
5.5	Расчет потерь напора в трубопроводе	49
5.6	Уравнение характеристики трубопровода	50

6	ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО РЕЖИМА	51
6.1	При откачке через один трубопровод одним насосом	51
6.2	Максимально допустимая высота всасывания насоса	52
6.3	Мощность и выбор двигателя насоса	54
6.4	При откачке через два трубопровода одним насосом	55
6.5	При откачке через один трубопровод группой насосов	58
6.6	При откачке через два трубопровода группой насосов	59
7	ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ И ЕЁ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	60
7.1	Продолжительность работы установки при $Q_{\text{чн}}$	60
7.2	Продолжительность работы установки при $Q_{\text{ч}}^{\wedge}$	60
7.3	Продолжительность работы установки при одновременном включе- нии рабочего и резервного насоса	60
7.4	КПД трубопровода	61
7.5	КПД насосной установки	62
7.6	Расход электроэнергии	62
8	ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СООРУЖЕНИЯ УСТАНОВКИ	63
8.1	Объем водосборника	63
8.2	Силовой кабель питания двигателя насоса	64
8.3	Средства автоматизации	66
8.4	Вспомогательное оборудование	66
8.4.1	Заливка насоса	66
8.4.2	Регулирование подачи воды в насосную камеру	68
8.4.3	Удаление протечек воды из камеры	68
8.4.4	Подъемно-транспортное оборудование	69
8.4.5	Транспортирование оборудования в насосную камеру	70
9	КРАТКИЙ ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЛАВНОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ ШАХТЫ	71
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Основные параметры насосов	78
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Характеристики насосов	94
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Двигатели	114
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Трубы	116
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Трубопроводная арматура	119
	ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Автоматизация	133
	ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Соединения элементов трубопровода	135
	ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Справочная информация для проектирования трубопровода	139

Предисловие

На шахтах и разрезах России в среднем на каждую тонну добытого угля из горных выработок на дневную поверхность откачивается более 2 м³ воды. Для этой работы на горных предприятиях используются более 10 тысяч насосных агрегатов с общей установленной мощностью около 1 млн кВт. Доля угля в топливно-энергетическом балансе страны за последние пять лет стабилизировалась, и появились предпосылки ее увеличения. Поэтому рациональное проектирование и правильная эксплуатация водоотливных установок горнодобывающих предприятий являются важными технико-экономическими задачами сегодня и на перспективу в 25-50 лет.

Проектирование водоотливных установок горных предприятий является составной частью изучения дисциплины «Стационарные машины» при подготовке инженеров по специальности 170100 - «Горные машины и оборудование».

В процессе проектирования решают задачи: обоснования и выбора схемы водоотлива, выбора насосного оборудования нового типажного ряда, расположения оборудования, заданных режимов его работы, регулирования и автоматизации с целью повышения надежности и эффективности эксплуатации.

В пособии приведены требования нормативных документов по устройству и проектированию водоотливных установок горнодобывающих предприятий, положения Правил безопасности.

В восьми приложениях приведены параметры девяти групп насосов и углесосов, сводные и индивидуальные характеристики секционных и спиральных насосов, электродвигателей, труб из термопластов и стали, трубопроводной арматуры, систем автоматического управления. Этот материал позволит восполнить дефицит в справочной литературе и обеспечит экономию времени студентам как в процессе проектирования, так и изучения дисциплины.

При подготовке пособия соблюдены требования учебной программы и государственного образовательного стандарта 2000 года для специальности 170100 «Горные машины и оборудование» и направления подготовки 651600 «Технологические машины и оборудование».

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТА

Повышение эффективности работы горных предприятий невозможно без совершенствования водоотливных установок, так как в среднем на шахтах страны затраты энергии для их эксплуатации оцениваются в 40-45 % от затрат на все технологические процессы [1].

Не менее важным вопросом является обеспечение высокого уровня надежности работы водоотливных установок в штатных и аварийных ситуациях. Даже частичное подтопление основных выработок рабочего горизонта приведет к остановке всего транспорта и работ в забоях. Для приведения шахты в рабочее состояние потребуются большие затраты времени и ресурсов.

у

1.1 Общие принципы проектирования водоотливной установки

При проектировании водоотливных установок для горнодобывающих предприятий необходимо соблюдать два основных принципа: первый - высокая надежность работы установки во всех штатных и аварийных режимах, второй - высокая экономичность работы установки. Для достижения цели на практике проектирование установки выполняется сразу в нескольких вариантах (не менее двух), равно как и ее отдельных блоков или узлов. Сравнение разных вариантов позволяет обоснованно принимать решения для достижения требуемого уровня надежности и экономичности установки.

1.2 Исходные данные

Проектирование водоотливной установки является сложной многофакторной задачей и, естественно, требует всесторонних знаний условий эксплуатации будущей установки и их возможных изменений во времени. При проектировании главной шахтной установки в учебных целях исходные данные можно ограничить следующими параметрами:

- | | | |
|--|-----------|-------------------|
| 1) глубина (расстояние по вертикали) расположения окологвального двора рабочего горизонта относительно поверхности земли | $H_{ш}$ | м |
| 2) нормальный часовой приток воды в горные выработки рабочего горизонта (шахты) | Q_H | м ³ /ч |
| 3) максимальный часовой приток воды | Q_{mju} | м ³ /ч |
| 4) водородный показатель воды | pH | ед |
| 5) срок службы водоотливной установки | T | год |

Для горных предприятий открытого типа и для шахт, вскрытых наклонными стволами, важной характеристикой является длина трубопровода в основных горных выработках $L^{\wedge}$, м.

В случае применения на шахте гидрозакладки или перепуска воды с верхнего горизонта на нижний необходимо учитывать эти дополнительные притоки в водосборники главной установки водоотлива.

1.3 Задачи расчета

Проектирование водоотливной установки сводится к последовательному решению следующих задач:

- выбор насоса;
- выбор типа насосной установки (типа насосной станции) и установка оборудования в пределах станции;
- определение числа трубопроводов и выбор коллектора;
- составление расчетной схемы и расчет трубопровода;
- определение параметров рабочего режима установки;
- выбор электродвигателя насоса;
- выбор вспомогательного оборудования установки;
- выбор аппаратуры автоматизации установки;
- расчет технико-экономических показателей работы установки.

2 ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

2.1 Требования правил безопасности в угольных шахтах (ПБ редакции 1994 года) [2]

§ 588. Для откачки максимальных притоков воды в действующие горные выработки на шахтах должны быть водоотливные установки. Главные и участковые водоотливные установки должны иметь водосборники, состоящие из двух и более изолированных друг от друга ветвей.

Для участковых водоотливных установок по согласованию с РГТИ Госгортехнадзора допускается иметь водосборники, состоящие из одной выработки.

Вместимость водосборников главного водоотлива должна быть рассчитана не менее чем на 4-часовой максимальный приток без учета заилиения, а участковых - на 2-часовой приток.

Водосборники должны поддерживаться в рабочем состоянии - их заилиение не должно превышать 30 % объема.

§ 589. Насосная камера главного водоотлива должна соединяться:
со стволом шахты - наклонным ходком, место введения которого в ствол должно быть расположено не ниже 7 м от уровня пола насосной камеры;

с околоствольным двором - ходком, с герметичной дверью;

с водосборником - посредством устройства, позволяющего регулировать поступление воды и герметизировать насосную камеру.

Насосная камера главного водоотлива должна быть оборудована грузоподъемными механизмами. Пол насосной камеры должен быть устроен на 0,5 м выше почвы околоствольного двора.

При притоках менее 50 м³/ч допускается устройство участковых водоотливных установок без специальных камер.

§ 590. При проходке стволов промежуточные насосные камеры должны иметь выход в ствол шириной не менее 2,5 м и высотой 2,2 м. Вход в камеру должен закрываться прочным решетчатым ограждением.

§ 591. Главные и участковые водоотливные установки должны состоять из рабочего и резервного агрегатов.

Главные водоотливные установки и установки с притоком воды более 50 м³/ч должны быть оборудованы не менее чем тремя насосными агрегатами.

Подача каждого агрегата или группы рабочих агрегатов, не считая резервных, должна обеспечивать откачку максимального суточного притока воды не более чем за 20 ч.

При проходке или углубке стволов допускается применение одного подвешного насоса независимо от притока воды, но при обязательном наличии резервного насоса вблизи ствола.

§ 592. Главная водоотливная установка должна быть оборудована не менее чем двумя напорными трубопроводами, один из которых является резервным. При числе рабочих трубопроводов до трех один трубопровод должен быть резервным, а при числе более трех - два.

Для участковых водоотливных установок допускается иметь один трубопровод.

§ 593. Коммутация напорных трубопроводов в насосной камере должна обеспечивать откачку суточного притока при ремонте любого их элемента.

§ 594. На строящихся гидрошахтах для аварийных случаев необходимо иметь водоотливную установку, состоящую из двух агрегатов

(группы агрегатов). Подача каждого агрегата (группы агрегатов) должна соответствовать требованиям § 591.

Водосборник водоотливной установки, рассчитанной в соответствии с требованиями § 588, проводится таким образом, чтобы вода попадала в него только при достижении аварийного уровня в пульповодосборнике.

Водоотливные агрегаты могут устанавливаться в одной камере с углесосами.

В действующих гидрошахтах, где гидроподъем угля осуществляется углесосами и шахтный приток поступает в приемный пульповодосборник, дополнительные водоотливные агрегаты могут отсутствовать. В этих случаях, кроме приемного пульповодосборника, должны устраиваться аварийные пульповодосборники с емкостью, рассчитанной на 8-часовой нормальный приток шахтных вод и на объем технической воды и пульпы, который может содержаться во всех пульповодопроводах шахты согласно проекту.

Пульповодосборники должны очищаться после каждого аварийного спуска в них пульпы.

§ 595. Для проектируемых и вновь строящихся стволов запрещается прокладка по ним трубопроводов с давлением свыше 6,4 МПа (64 кгс/см²) против торцовых сторон клетки.

Эксплуатация трубопроводов с давлением выше 6,4 МПа (64 кгс/см²), размещенных против торцовых сторон клетки, допускается при выполнении сплошного ограждения става высокого давления по всей его длине.

§ 596. Напорные трубопроводы главных водоотливных установок после монтажа и через каждые 5 лет эксплуатации должны подвергаться гидравлическому испытанию на давление, которое составляет 1,25 рабочего давления.

§ 597. Все автоматизированные водоотливные установки должны осматриваться ежедневно лицами, назначенными приказом по шахте.

Главная водоотливная установка должна осматриваться не реже одного раза в неделю старшим механиком и не реже одного раза в квартал - главным механиком шахты. Результаты осмотра должны фиксироваться в «Книге осмотра и учета работы водоотливных установок».

Не реже одного раза в год должна производиться ревизия и наладка главной водоотливной установки. Акт ревизии и наладки должен утверждаться главным инженером шахты.

§ 598. Определение границ зон, опасных по прорывам воды из затопленных выработок, проектирование, подготовка и ведение любых горных и буровых работ в этих зонах должны осуществляться в соответствии с требованиями Инструкции по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок и Указаний о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах.

§ 599. В пластах с достоверным контуром затопленных выработок опасной, по прорыву воды, является зона барьерного целика, а при недостоверном контуре затопленных выработок - зона между этим контуром и границей безопасного ведения горных работ.

В пластах, залегающих под и над пластом с затопленными выработками, опасными по прорывам воды являются зоны предохранительных целиков.

В пределах барьерных и предохранительных целиков очистные работы допустимы только после спуска воды из затопленных выработок.

§ 600. Горные работы в зонах, опасных по прорывам, должны производиться в соответствии с утвержденным проектом, предусматривающим меры по предотвращению прорыва воды и вредных газов в действующие выработки.

Проекты границ опасных зон у затопленных зумпфов, водосборников и других образовавшихся водоемов с достоверным контуром, имеющим объем воды менее 200 м³ с давлением менее 0,1 МПа (1 кгс/см²), утверждаются главным инженером шахты. Во всех других случаях проекты границ опасных зон должны утверждаться техническим руководством объединения, концерна, АО и т.п.

Проекты границ опасных зон должны утверждаться по мере их образования.

§ 601. Проведение подготовительных выработок в пределах междошахтного барьерного целика, частичная или полная его отработка, подработка и надработка допускаются по совместному проекту шахт.

§ 602. Очистные работы в зоне, опасной по прорывам, при недостоверном контуре затопленных выработок допускаются после предварительного оконтуривания участка, намеченного к очистной выемке, подготовительными и нарезными выработками, проведение которых должно осуществляться с соблюдением требований, предусмотренных §603.

§ 603. Проведение подготовительных выработок, предназначенных для спуска воды, по пласту или породе в пределах опасной зоны возможно только при соблюдении следующих условий:

- а) выработки должны проводиться узкими забоями с бурением опережающих скважин;
- б) на пластах с углом падения 25° и более должны проводиться парные выработки;
- в) диаметр опережающих скважин не должен превышать 76 мм.

Перепуск воды с верхних горизонтов в водоотливную систему действующих выработок должен осуществляться по специальному проекту, утвержденному главным инженером шахты.

§ 604. При ликвидации буровых скважин обязательно их тампони-рование. Тампонаж должен обеспечивать надежную изоляцию водоносных горизонтов. Заключение о тампонаже скважин должно выдаваться геологоразведочной организацией, пробурившей скважину.

§ 605. Вскрытие горными выработками обсаженных технических скважин и разделка сопряжений производятся по проекту, согласованному с организацией, проходившей скважину, и утвержденному главным инженером шахты.

§ 606. Главный маркшейдер шахты обязан нанести на планы горных работ утвержденные границы опасных зон и за месяц письменно уведомить главного инженера шахты и руководителя участка о подходе горных выработок к этим зонам, а также о начале и окончании горных работ в опасной зоне.

§ 607. С утвержденным проектом ведения горных работ в опасной зоне главный инженер шахты обязан ознакомить под расписку всех лиц, причастных к выполнению этих работ и контролю за обеспечением их безопасности.

§ 608. Если в забое, приближающемся к зоне, опасной по прорывам воды, появляются признаки возможного прорыва воды (потение забоя, усиление капежа и др.), звеньевой (бригадир) или лицо сменного участкового надзора должны немедленно вывести людей из этой и всех других выработок, находящихся под угрозой затопления, и доложить о появлении указанных признаков руководителю участка и горному диспетчеру, который должен поставить в известность главного инженера шахты и ВГСЧ.

§ 609. Откачка воды из затопленных выработок производится по проекту, утвержденному главным инженером шахты. При откачке воды

особое внимание должно быть уделено проверке состава воздуха выше зеркала воды, мероприятиям по предупреждению прорыва газов в места нахождения людей и электрооборудования.

Проверка состава воздуха на содержание в нем CO , CO_2 , CH_4 , H_2S и O_2 должна производиться работниками ВГСЧ.

§ 610. Планируемое затопление горных выработок допускается в исключительных случаях только в соответствии с проектом, утвержденным техническим руководством объединения, концерна, АО и т.п.

При затоплении выработок, находящихся на расстоянии менее 200 м от технической границы со смежной шахтой, главный инженер шахты обязан письменно уведомить об этом главного инженера смежной шахты и передать ему один экземпляр проекта.

§ 611. Возможность безопасной выемки угля под водотоками, водоемами, водоносными горизонтами и обводненными зонами определяется в соответствии с действующими Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.

Провалы на земной поверхности в балках, оврагах и т.п., образовавшиеся вследствие горных разработок, должны быть засыпаны глиной, утрамбованы и оборудованы желобами, проложенными по руслу возможного водотока. Высохшие русла рек, по которым возможны потоки ливневых вод, приравниваются к рекам.

§ 612. Устья вертикальных и наклонных шахтных стволов, шурфов, штолен и технических скважин должны быть оборудованы таким образом, чтобы поверхностные воды не могли проникнуть по ним в горные выработки.

В тех случаях, когда вследствие оседания земной поверхности под влиянием подземных разработок устья погашенных вертикальных или наклонных выработок, имеющих связь с действующими горными выработками, могут быть затоплены поверхностными водами, вокруг опасных участков у устьев погашенных выработок, но не более 20 м от них, должны возводиться водозащитные дамбы или приниматься другие меры, исключающие возможность проникновения воды через погашенные выработки в действующие.

§ 613. Заиленные участки, в которых обнаружена вода или пульпа, приравниваются к затопленным выработкам. До начала очистных работ под заиленными участками, расположенными в том же пласте или в вышележащем, находящемся на расстоянии по нормали менее 5,0 т,

где t - мощность нижележащего пласта, главный инженер шахты обязан обеспечить разведку подрабатываемого заиленного участка, включая осмотр изолирующих этот участок перемычек, а также земной поверхности над ним, для определения степени обводненности участка и количества воды в провалах, образующихся вследствие его отработки.

Разведка осуществляется бурением скважин диаметром 75-100 мм из выработок вентиляционного горизонта разрабатываемого участка или с соседних пластов. Результаты разведки оформляются актом.

Разведка подрабатываемого участка, сопровождающаяся вскрытием изолирующих его перемычек, должна производиться по проекту, утвержденному главным инженером шахты и согласованному с ВГСЧ.

При наличии в выработках подрабатываемого участка воды или жидкой глины необходимо принять меры по обезвоживанию глины и выпуску воды до начала очистных работ.

§ 614. При разработке первого горизонта системами с обрушением кровли к опасным по прорывам глины относятся только покрытые глинистыми наносами участки крутых пластов с вынимаемой мощностью более 2,5 м, расположенные под логами, затопляемыми поймами рек, водопроводящими речными отложениями (речниками), заболоченными котловинами, а также под какими-либо выемками или выработанными пространствами (заброшенными карьерами и др.), заполненными глинистыми породами, влажность которых превышает их пределы пластичности более чем на 3 %.

При разработке системами с обрушением кровли второго и нижележащих горизонтов мощных пластов с углами падения более 55° при выемке на полную мощность или с разделением на пачки (слои) мощностью свыше 3,5 м к опасным по прорывам глины относятся выемочные участки, на которых имеется хотя бы одно из следующих условий:

а) первоначальная мощность пылевато-глинистых наносов на выходах пластов 10 м и более;

б) при мощности наносов от 5 до Юм провалы, образовавшиеся в результате отработки верхних горизонтов, засыпаны глинистым грунтом;

в) количество заиловочной глины, спущенной при профилактическом заиливании или при тушении пожаров в выработанное пространство вышележащих горизонтов над подготавливаемым участком, превышает 10 % от объема вынутого угля.

§ 615. При подработке отработанных участков мощного пласта,

опасного по прорывам глины, нижележащим пластом средней мощности выемочные участки последнего, отрабатываемого с обрушением кровли, относятся к опасным по прорывам глины, если мощность междупластья меньше 5-кратной мощности нижнего пласта.

§ 616. Отнесение вновь подготавливаемых участков к опасным по прорывам глины производится комиссией специалистов под председательством главного инженера шахты с участием представителя местных органов Госгортехнадзора на основе геолого-маркшейдерской документации, включающей данные о мощности наносов, объемах заиловочных работ, устойчивости боковых пород, влажности глинистых пород в наносах, а также о наличии мест, в которых произошло увлажнение пород в выработанном пространстве за счет притоков поверхностных или подземных вод, и мест, где на вышележащем горизонте были прорывы глины или имелись очаги потушенных эндогенных пожаров.

Разработка участков, опасных по прорывам глины, подработка этих участков нижележащими пластами, а также взрывание камерных и скважинных зарядов в качестве меры предотвращения прорывов глины производятся по паспортам выемочных участков, утвержденным главным инженером шахты и согласованным с РГТИ Госгортехнадзора.

Паспорт должен содержать специальный раздел по обеспечению дополнительных мер безопасности в соответствии с бассейновой Инструкцией по предотвращению прорывов глин в действующие горные выработки.

§ 617. При появлении в очистном забое или в прилегающих к нему выработках признаков, предвещающих возможность прорыва глины (капез, резкое усиление горного давления, деформация изоляционных перемычек, обнаружение глины при разведке за перемычками и др.), а также в случае непосредственного проникновения глины в действующий забой звеньевой (бригадир) или лицо сменного участкового надзора должны немедленно вывести всех людей из данного забоя и прилегающих выработок в безопасное место и доложить об этом руководителю участка и горному диспетчеру, который должен поставить в известность главного инженера шахты и ВГСЧ.

2.2 Требования правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт (ПТЭ редакции 1975 года) [3]

§ 282. Шахтные стационарные водоотливные установки разделяются на главные, откачивающие воду, как правило, со всей шахты на

поверхность, и участковые, откачивающие воду с участков в водосборник главной водоотливной установки или на поверхность через скважину, ходок или шурф.

§ 283. Шахты, имеющие притоки кислых вод с рН менее 5, должны быть оборудованы насосами, трубопроводами и арматурой из кислотостойких материалов. При рН более 6 все оборудование водоотлива должно иметь обычное для нейтральных вод исполнение.

§ 284. Водоотливные установки должны быть оборудованы аппаратурой автоматизации или контроля и дистанционного управления, обеспечивающей их нормальную работу без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

§ 285. Для размещения всасывающих трубопроводов насосная камера оборудуется групповыми колодцами, соединяемыми с водосборниками через приемный коллектор или непосредственно. Должны быть предусмотрены устройства для отключения колодцев при их чистке. Дно коллектора и колодца для всасывающего трубопровода должно находиться не менее чем на 1 м ниже подошвы водосборника.

§ 286. В шахтах, опасных по прорыву вод, емкости водосборников должны составлять: для главных водоотливных установок - не менее 8-часового нормального притока, а для участковых - не менее 4-часового нормального притока. Кроме того, должны быть предусмотрены аварийные емкости в виде используемых старых выработок.

§ 287. Водосборники необходимо систематически очищать с тем, чтобы заиливание не превышало 30 % их объема. В период подготовки шахты к приему паводковых вод очистка водосборников производится независимо от степени заиливания. Горизонтальная часть водосборников при применении гидравлической чистки должна иметь уклон 0,001-0,002 в сторону насосной камеры.

§ 288. Главные и участковые водоотливные установки должны быть снабжены манометром и контрольным расходомером.

§ 289. Напорные трубопроводы главных водоотливных установок перед сдачей их в эксплуатацию должны быть подвергнуты гидравлическому испытанию на давление, которое составляет 1,25 рабочего.

§ 290. На водоотливных установках, работающих на высоту более 400 м, обязательно применение предохранительных средств для уменьшения гидравлического удара. На водоотливных установках с автоматическим управлением независимо от их мощности разрешается работать с постоянно открытыми неуправляемыми задвижками.

2.3 Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт

Нумерация параграфов приведена по нормам технологического проектирования [4]. Параграфы, отмеченные символом *, обязательны для исполнения при проектировании, остальные носят рекомендательный характер.

7. ГЛАВНЫЙ И УЧАСТКОВЫЙ ВОДООТЛИВ

7.1. Откачка воды из шахт должна, как правило, предусматриваться по схеме прямого водоотлива с одной главной водоотливной установкой, откачивающей воду с основного (рабочего) горизонта непосредственно на поверхность. Ступенчатый водоотлив с двумя водосборниками и водоотливными установками на основном и на промежуточном горизонтах (насосы, установленные на основном горизонте, подают воду в водосборники промежуточного горизонта, откуда она перекачивается на поверхность) допускается предусматривать при отсутствии насосов требуемых параметров или наличии на промежуточном горизонте такого притока, при котором становится экономически эффективной ступенчатая перекачка.

7.2. При небольшой глубине шахты следует рассматривать целесообразность прямой откачки воды главными и участковыми водоотливными установками на поверхность через скважины, закрепленные обсадными трубами, ходки или шурфы.

7.3. При выборе насосов и расчетах параметров водоотливных установок следует руководствоваться разработками ВНИИГМ им. М.М.Федорова: «Методика расчета режимов параллельной работы насосов водоотлива шахт, имеющих большие притоки» (Донецк, 1978); «Методика выбора и расчета смывающихся водосборников главной водоотливной установки» (Донецк, 1985); «Методика определения числа насосов, диаметра и количества трубопроводов, выбора коммутационной схемы шахтных водоотливных установок» (Донецк, 1987) [5, 6, 7].

7.4. В качестве водоотливных средств должны, как правило, применяться центробежные горизонтальные и погружные насосы. Выбор для этих целей эрлифтов следует обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов.

7.5. Подача основных насосов должна определяться из расчета нормального притока с учетом количества воды, поступающей в водосборники от гидрозакладки и заилочки выработанного пространства, от

оросительных устройств, от воды, нагнетаемой в пласт, и др. источников. Водоотливная установка должна комплектоваться насосами одного типоразмера. Расчет подпора, необходимого для устойчивой работы ступенчатого водоотлива, приведен в приложении 2 (рекомендуемом).

*7.6. Общее количество насосных агрегатов главных установок и установок в основных выработках, имеющих один рабочий агрегат, следует принимать в соответствии с ПБ. Если для откачки расчетного притока подобрать из числа выпускаемых промышленностью один рабочий агрегат не представляется возможным, то количество рабочих агрегатов (N_p) должно определяться расчетом: количество агрегатов в резерве и ремонте - по формуле $N_p + 1$, если $N_p < 9$, и равным числу рабочих агрегатов, если $N_p > 9$.

Для водоотливных установок в основных выработках с притоками до $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, а также участков и зумпфовых выработок следует принимать один рабочий и один резервный насосный агрегат.

*7.7. Для шахт с притоками агрессивной (кислотной, минерализованной) воды должны применяться насосы, трубопроводы и арматура из коррозионностойкой стали или предусматриваться специальные защитные покрытия. В других случаях все оборудование водоотливного комплекса должно иметь обычное для нейтральных вод исполнение.

Данные о химическом составе шахтной воды по действующим шахтам и их прогноз по проектируемым должен представлять проектной организации заказчик.

7.8. Для эксплуатации, монтажа и демонтажа оборудования, арматуры и трубопроводов в насосных камерах должны предусматриваться подъемно-транспортные средства:

при количестве насосов 3 и более и сроке службы камеры более 5 лет - ручные подвесные или мостовые краны (в зависимости от требуемой грузоподъемности);

при 2 насосах и сроке службы до 5 лет - балки с таями.

*7.9. При расчетах водоотливных установок следует проводить проверку на допустимую по технической характеристике насоса высоту всасывания.

*7.10. Нагнетательная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и обратным клапаном. На всасывающих линиях запорную арматуру следует устанавливать у насосов, расположенных под заливом.

7.П. Для нагнетательных трубопроводов водоотливных установок

должны применяться, как правило, гидроприводные задвижки. Для участка водотлива - задвижки с электроприводом.

*7.12. Трубопровод, соединяющий водосборник или коллектор с водозаборной емкостью, должен оборудоваться устройством (задвижкой, затвором) с ручным управлением, позволяющим регулировать поступление воды и герметизировать насосную камеру.

*7.13. Для опорожнения нагнетательных ставов водоотливной установки должен предусматриваться сливной трубопровод для выпуска воды в водозаборную емкость, оборудованный задвижкой с ручным управлением. Диаметр сливного трубопровода следует определять по "Пособию по проектированию трубопроводов, прокладываемых в подземных выработках" (Донгипрошахт, 1984).

*7.14. Следует принимать напольное расположение нагнетательных трубопроводов, задвижек и обратных клапанов (как правило, у насосов). Соединения трубопроводов и арматуры в насосной камере следует, как правило, принимать быстроразъемными.

*7.15. В соответствии с требованиями СНиП и СЭС предусматривать закольцовку трубопровода главного водотлива с противопожарным трубопроводом на каждом горизонте с установкой пломб СЭС.

7.16. При компоновке комплекса выработок главных водоотливных установок следует использовать типовые технологические схемы околоствольных дворов. Нормы размещения насосных агрегатов в камерах должны приниматься согласно СНиП 11-94-80.

Насосные камеры заглубленного типа допускается предусматривать в условиях, исключающих возможность их затопления (прочные трещиноватые вмещающие породы, отсутствие возможности прорыва воды из затопленных выработок, водоемов на поверхности, водоносных горизонтов и т.п.), что должно быть обосновано проектом.

7.17. Водозаборные емкости следует, как правило, предусматривать траншейного типа внутри камеры. В тех случаях, когда по горно-геологическим условиям устройство траншей нецелесообразно, следует применять водозаборные колодцы круглого сечения.

*7.18. Главные водоотливные установки должны иметь водосборники, состоящие из двух или более примерно одинаковых выработок общей емкостью, определяемой ПБ. Для шахт, опасных по прорыву воды, общая емкость водосборников должна соответствовать требованиям ПТЭ. Проектом должна быть рассмотрена целесообразность использования водоотливной установки в качестве регулятора энергопотреб-

ления в часы максимума нагрузки энергосистемы и соответствующего увеличения емкости водосборников.

*7.19. Емкость водосборника промежуточного горизонта при ступенчатой схеме водоотлива следует принимать равной сумме емкости, определенной по притоку этого горизонта, и емкости, соответствующей одночасовому притоку нижнего горизонта.

7.20. Предпочтительными являются конструкции смывающихся водосборников, не требующих трудоемкой операции по их очистке.

*7.21. Ширина каждой ветви водосборника в месте примыкания к колодцу или траншее должна быть не менее 1000 мм. Наклонные выработки водосборников, кроме наклонных и вертикальных самосмывающихся, следует проектировать под углом к горизонту не более 20° .

*7.22. При откачке шахтной воды с содержанием взвешенных частиц, количество и размеры которых превышают допустимые для насосов по техническим условиям завода-изготовителя, следует предусмотреть устройство осветлителей с полной механизацией удаления из них шлама и его дальнейшей транспортировкой. Предпочтительными являются осветлители интенсивного действия: наклонные, вертикальные с восходящим потоком и радиальные.

На выработке околоствольного двора в месте примыкания осветляющих сооружений следует предусматривать специальный путь со стрелкой для стоянки вагонеток, используемых при погрузке и транспортировке шлама.

*7.23. При наличии притока на горизонте околоствольного двора ходки в водосборники должны примыкать к выработкам околоствольного двора в местах с минимальной абсолютной отметкой их подошвы.

*7.24. При гидравлической чистке водосборников или осветляющих сооружений следует, как правило, предусматривать устройство шламосборников с дренажной системой.

*7.25. Электроснабжение двигателей насосов главного водоотлива мощностью 1250 кВт следует предусматривать от двух (четырех) секций ЦПП, питающихся от поверхностной подстанции, при мощности двигателей 1600 кВт и более по схеме: ГПП - линия - КРУ - двигатель, с установкой КРУ в камере ЦПП.

*7.26. По надежности электроснабжение двигателей насосов, главной водоотлива, а также двигателей собственных нужд (бустерные насосы, маслостанции, аппаратура автоматизации, электропривод задвижек) относится к 1 категории.

Низковольтный распределительный пункт водоотливных установок следует, как правило, размещать в камерах ЦПП и РПП, сблокированных с камерами водоотливных установок.

*7.27. Проектом должны предусматриваться следующие виды управления насосными агрегатами главного и участкового водоотлива без постоянного обслуживающего персонала:

автоматическое в функции уровня воды в водозаборной емкости;
дистанционное из диспетчерского пункта в функции уровня воды в водосборной емкости и в зависимости от максимума нагрузки энергосистемы;

местное на случай ремонта, опробования и наладки.

2.4 Технические требования и контроль состояния водоотлива рудных шахт

(Справочник механика рудной шахты, т.2, редакции 1991 года) [10]

1. Откачка нормального суточного притока воды по шахте рабочими насосами за время не более 20 ч.
2. Соотношение геодезического (H_r) и манометрического (H_o) давлений: $H_r < 0,95H_o$.
3. Превышение уровня пола незаглубленной насосной камеры, располагаемой у ствола шахты, над уровнем почвы рудничного двора не менее 0,5 м.
4. Минимальное возвышение фундамента насосных агрегатов над полом насосной камеры 200-250 мм.
5. Уклон пола насосной камеры в сторону заборных колодцев.
6. Высота всасывания не более 5,5 м.
7. Высота подпора шахтных вод для заглубленных станций не менее 0,9 м.
8. Расположение приемного клапана всасывающего трубопровода: 0,5 м ниже нормального уровня воды; 0,5 м выше почвы колодца всасов.
9. Превышение диаметра всасывающего трубопровода над диаметром нагнетательного трубопровода 25 мм.
10. Скорость воды в трубах, м/с: всасывающих 1-1,5; нагнетательных 2-2,5.
11. Применение при рабочем давлении 2-10 МПа для нагнетательных трубопроводов труб в зависимости от диаметра, мм:
до 500 - бесшовные горячекатаные (ГОСТ 8732-78);

до 600 - электросварные прямошовные (ГОСТ 10704-76);

до 1400 - электросварные со спиральным швом (ГОСТ 8696-74).

12. Наличие на всасывающем трубопроводе при незаглубленной насосной станции обратного клапана, при заглубленной - задвижки.

13. Установка на водонапорных ставах высотой более 150 м сальниковых компенсаторов через каждые 100-150 м.

14. Установка в нижней части трубы вертикального водонапорного става опоры, в верхней - сальникового компенсатора.

15. Монтаж вертикального става на металлическое опорное колено.

16. Выбор толщины стенки водонапорной трубы по давлению развивающегося гидравлического удара, которое можно принимать равным двойному статическому.

17. Включение при нормальной работе всех нагнетательных ставов.

18. Срок службы водонапорных ставов при нейтральной воде до 25 лет.

19. Внешний осмотр водонапорных ставов механиком водоотлива 2 раза в год, механиком шахты - 1 раз в год.

20. Инструментальная проверка толщины стенок труб водоотливных ставов первый раз - через 5 лет, второй - соответственно 10, третий - 15, далее через каждые 3 года; при агрессивной воде ($\text{pH} < 3$) не реже 1 раза в год.

21. Обязательная динамическая балансировка рабочего колеса насоса.

22. Соблюдение допусков при соединении насоса с электродвигателем: перекос валов на 1 м длины вала 0,2 мм; непараллельность осей 0,05-0,1 мм.

23. 100 % резервирование электроснабжения водоотливной установки.

24. Обеспечение условий нормального пуска двигателей (в частности для двигателей мощностью более 1000 кВт при включении на полное напряжение 6 кВ потери напряжения должны быть не более 10 %).

25. Наличие двух взаимозаменяемых горных выработок водосборника.

26. Четырехкратная минимальная вместимость водосборника ($4Q$) из расчета часового притока воды (Q , $\text{м}^3/\text{ч}$). При больших притоках

($Q = 10000-22000 \text{ м}^3/\text{ч}$), заглубленной насосной и автоматическом режиме вместимость водосборника $0,35Q$.

27. Превышение скорости поступающей воды при больших притоках по отношению к критической 10 - 15 %.

28. Скорость воды в водосборнике при малых притоках не более 0,2 м/с.

29. Подача рабочих насосов водоотливных установок, обеспечивающая откачку нормального притока в течение не более 20 ч.

30. Периодическая очистка водосборников (малых насосных), дренажных выработок, зумпфов и канав при соблюдении норм заиливания не более 30 % объема.

31. Расчет нагнетательного трубопровода на откачку нормального суточного притока рудничных вод в течение 20 ч (диаметр трубопровода должен быть не менее диаметра нагнетательного патрубка работающего насоса).

32. Гидравлическое испытание напорных трубопроводов водоотливных установок перед сдачей в эксплуатацию и после ремонта на давление 1,25 рабочего.

33. Расчет толщины стенок нагнетательного трубопровода согласно условию: при длине трубопровода до 200 м - одинаковая, при большей длине - увеличение на нижних участках через каждые 100 - 150 м.

34. Использование при перекачке кислотных вод футеровки труб кислотоупорными материалами с соответственным увеличением диаметра трубопровода или применением специальных труб.

35. Минимальная освещенность в насосной камере 150 лк.

36. Прокладка нагнетательных трубопроводов на поверхности с уклоном, обеспечивающим освобождение их от воды при остановке насосов.

37. Размещение трубопровода в стволе или трубном восстающем ходке с обеспечением удобства и безопасного осмотра, ремонта и замены отдельных звеньев.

38. Снабжение главных водоотливных установок специальными приспособлениями, устройствами или оборудованием для заливки насосов их нагнетательных трубопроводов, приемных колодцев, водопроводной магистрали и т.п.

39. Прокладка в наклонных трубных ходках водоотливных трубопроводов по почве на деревянных брусках, специальных фундаментах или опорах, обеспечивающих необходимую прочность.

40. Содержание механических примесей по массе в перекачиваемой шахтной воде не более 0,1 %, размер твердых частиц не более 0,1 мм.

41. Живое сечение приемной сетки в 3 - 4 раза больше сечения трубопровода.

42. Протекание через сальники наружу 0,2 - 0,3 л/мин воды (предел затягивания сальников).

43. Нагрев обмотки электродвигателя мощностью до 5000 кВт для изоляционных материалов классов А и В соответственно 50 и 70 °С.

44. Двустороннее независимое питание электроэнергией водоотливных установок в подземных условиях только при фланговом расположении шахт (во всех остальных случаях два фидера для питания подстанции главного водоотлива). Каждый питающий кабель должен быть рассчитан на возможность нормального энергоснабжения всей водоотливной установки по числу одновременно работающих насосов.

2.5 Требования единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (редакции 1987 года) [11 j]

Раздел IX ВОДООТЛИВ И ОСУШЕНИЕ

§ 470. При обводненности месторождения должны быть разработаны и осуществлены соответствующие меры по осушению, обеспечивающие безопасность работ.

§ 471. Каждый карьер, не имеющий естественного стока поверхностных и почвенных вод, должен быть обеспечен водоотливом.

Осушение месторождений полезных ископаемых при открытой разработке должно производиться по специальным, утвержденным в установленном порядке проектам. Не разрешается вести работы с какими-либо отступлениями от проекта без предварительного согласования их с соответствующей проектной организацией.

Устья стволов дренажных шахт, штолен, шурфов, буровых скважин и других выработок должны быть надежно защищены от проникновения через них в горные выработки поверхностных вод.

При наличии на территории карьера оползней поверхность оползневого массива должна быть ограждена нагорными канавами, предохраняющими массив от проникновения в него поверхностных вод.

На каждом карьере ежегодно должны разрабатываться и утверждаться главным инженером мероприятия по обеспечению безопасности работ в весеннее и осеннее время, а также в период таяния снега и ливневых дождей.

§ 472. Горные работы вблизи старых затопленных выработок или других водоемов (реки, пруды, озера) должны производиться по составленным главным инженером карьера и утвержденным вышестоящей хозяйственной организацией проектам, предусматривающим оставление специальных целиков, предохраняющих от прорыва воды и устанавливающих границы безопасного ведения работ.

Главный маркшейдер (маркшейдер) предприятия не позднее чем за месяц до приближения горных работ к предохранительным целикам обязан письменно предупредить об этом главного инженера предприятия.

§ 473. Питание подстанций дренажных шахт должно производиться по двум линиям электропередачи, каждая из которых должна обеспечивать максимальную нагрузку шахты.

§ 474. Автоматизация водоотливных установок в карьерах и дренажных шахтах должна обеспечивать автоматическое включение резервного насоса взамен вышедшего из строя, возможность дистанционного управления насосами и контроль за работой установки с передачей сигналов на пульт управления.

§ 475. При строительстве дренажных шахт необходимо предусматривать устройства, обеспечивающие на случай прорыва воды безопасный вывод людей и сохранение оборудования.

§ 476. При проведении подземных дренажных выработок в породах любой крепости и под вышележащими водоносными горизонтами необходимо бурить опережающие скважины, длина которых должна быть предусмотрена в паспорте крепления или в паспорте на проведение выработок в зависимости от структуры и крепости пород, но во всех случаях составлять не менее 5 м.

§ 477. В каждой проводимой выработке должен находиться запас материалов для сооружения в необходимых случаях временной фильтрующей перемычки.

§ 478. Обсадные трубы скважины, подрабатываемой карьером, должны своевременно срезаться и надежно перекрываться.

§ 479. Провалы и трещины, возникающие в процессе осушения месторождения, а также места возможных провалов на поверхности

должны быть надежно ограждены от случайного попадания в эти зоны людей, средств транспорта и животных.

§ 480. Пол камеры главного водоотлива дренажных шахт должен быть расположен на 0,5 м выше уровня головки рельсов откаточных путей в околоствольных выработках.

Допускается устройство камер главного водоотлива заглубленного типа (ниже уровня околоствольного двора) при условии разработки устройств и мероприятий, обеспечивающих бесперебойность работы водоотлива и полную безопасность.

§ 481. При главной водоотливной установке должен быть водосборник. В дренажных шахтах водосборник должен иметь два отделения. Вместимость водосборника при открытом водоотливе должна быть рассчитана не менее чем на трехчасовой, а при подземной - на четырехчасовой нормальный приток.

§ 482. Суммарная подача рабочих насосов главной водоотливной установки должна обеспечивать в течение не более 20 ч откачку максимально ожидаемого суточного притока воды. Установка должна иметь резервные насосы с суммарной подачей, равной 20-25 % подачи рабочих насосов. Насосы главной водоотливной установки должны иметь одинаковый напор.

§ 483. Вода, удаляемая из карьера, должна сбрасываться в ближайший водопоток или в место, исключающее возможность ее обратного проникновения через трещины, провалы или водопроницаемые породы в выработки и заболачивание прилегающих территорий.

Сброс карьерных и подземных вод, полученных в результате осушения месторождений полезных ископаемых, должен производиться только после их осветления, а в необходимых случаях после очистки от вредных примесей. Места сброса этих вод должны согласовываться с местными органами санитарного надзора.

§ 484. Насосная камера главного водоотлива должна соединяться: со стволом шахты наклонным ходком, который выводится в ствол на высоте не ниже 7 м от уровня пола насосной станции; с околоствольным двором - не менее чем одним ходком, который должен герметически закрываться.

§ 485. Водоотливные установки на поверхности, а также трубопроводы в районах с отрицательной температурой воздуха должны быть утеплены перед зимним периодом и закрыты от возможных повреждений при производстве взрывных работ.

§ 486. Трубопроводы, проложенные по поверхности, должны иметь приспособления, обеспечивающие полное освобождение их от воды.

§ 487. Запрещается вблизи устья скважин дренажных шахт разведение костров, оттаивание устьев открытым огнем, а также стоянка машин с работающим двигателем внутреннего сгорания.

§ 488. Устья дренажно-вентиляционных скважин должны быть обсажены перфорированными трубами, выступающими над подошвой уступа на высоту 1 м. Трубы должны быть окрашены в яркий цвет и на них написаны номера скважин, а устье трубы должно быть закрыто приваренной металлической сеткой.

§ 464. Все места работ на предприятии должны быть освещены в соответствии с нормами, приведенными в табл. 2.

Таблица 2 (выдержка)

Объекты карьера	Мини- мальная освещен- ность, лк	Плоскость, в которой нор- мируется ос- вещенность	Примечание
Место работы гидромониторной установки	5 10	Горизонтальная Вертикальная	Освещенность обес- печивается по всей высоте разрабаты- ваемого уступа в ра- диусе действия гид- ромониторной струи воды
Место укладки по- роды в гидроотвал	5	Горизонтальная	
Территория свеже- намытых гидроот- валов	0,2	Горизонтальная	
Помещение земле- сосной установки и район землесосных зумпфов	10	Горизонтальная	В помещениях зем- лесосной установки на высоте 0,8 м от пола

3 РАСЧЁТ И ВЫБОР НАСОСА

3.1 Обоснование схемы водоотлива

При проектировании водоотливной установки следует принимать, как правило, одноступенчатую схему, т.е. с нижнего рабочего горизонта непосредственно на дневную поверхность без промежуточных перекачных станций [4].

При наличии промежуточного горизонта водоотлив усложняется, поэтому возможны следующие технологические схемы:

1. Ступенчатая схема водоотлива, когда вода с нижнего горизонта поднимается на промежуточный, потом во всасывающий коллектор насосов второго подъема и далее на поверхность; вода с промежуточного горизонта поднимается на поверхность раздельно насосами этого горизонта.
2. Установка находится на нижнем горизонте, в её водосборник поступает вода как с нижнего, так и промежуточного горизонта. С промежуточного горизонта на нижний вода перепускается по специальному трубопроводу. Перепуск воды может осуществляться непосредственно в водосборники нижнего горизонта или во всасывающий трубопровод рабочего насоса на нижнем горизонте.

Выбор схемы водоотливной установки будет обоснован, если выполнить оценку всех вариантов по основным критериям. Наиболее рациональная схема водоотлива должна иметь более высокие показатели надёжности и экономической эффективности.

3.2 Определение производительности насосного агрегата

Производительность одного насоса или рабочей группы насосов определять расчётом из условия, что суточный максимальный приток следует откачать не более чем за 20 часов.

Расчётную производительность насосного агрегата Q_{pH} ($m^3/ч$) определять по формуле

$$Q_{pH} = U Q_{4.m} \quad , \quad (3.1)$$

где $Q_{4.max}$ - максимальный часовой приток воды в шахту, $m^3/ч$.

3.3 Ориентировочный напор насоса

Ориентировочный напор насоса H_{op} (м) следует определять

- для шахт, вскрытых вертикальными стволами:

$$H_{op} = (1,05...1,10) \cdot H_r; \quad (3.2)$$

- для карьеров и шахт, вскрытых наклонными стволами:

$$H_{op} = H_r + 0,007 L_{тр}, \quad (3.3)$$

где H_r - геометрическая высота подъёма воды из шахты (карьера), м;

$L_{тр}$ - длина напорного трубопровода, м.

Значение H_r определять как расстояние, измеренное по вертикали от нижнего уровня воды в водосборнике до уровня слива её в самотечный коллектор или отводящую канаву на поверхности, тогда

$$H_r = H_{ш} + H^{op} + h_{,,}, \quad (3.4)$$

где $H_{шдф} \cdot 3$ м - ориентировочная высота всасывания, м;

h_n - превышение трубопроводом уровня дневной поверхности (для шахт - над уровнем устья клетового ствола), м.

Следует принимать $h_n = 0,5... 1$ м (большие значения для шахт).

3.4 Выбор типоразмера насоса

Для водоотливных установок шахт и глубоких карьеров, как правило, следует применять насосы типа ЦНС. Для карьеров и разрезов глубиной 70-300 м при ограниченных ПБ объемах водосборника (зумпфа) следует применять грунтовые насосы типа Гр (ГрТ, ГрК, ГрУ) и углесосы. Для карьеров с емкостью водосборника больше суммарного притока в зимние месяцы при глубине до 100-120 м следует использовать насосы типа Д (Дв), а при глубинах до 700 м и более - спиральные насосы или ЦНС (ЦНСГ).

Выбор типоразмера насоса производить по графикам рабочих зон, приведённым в прил. 1, или их характеристикам (см. прил. 7). Выкопировку из графика рабочих зон насосов привести в расчётно-пояснительной записке (РПЗ). Точка с координатами ($Q_{рн}$; H_{op}), нанесённая на график рабочих зон, укажет типоразмер насоса ЦНС и др.

Предпочтительными для шахт будут насосы, имеющие большую удельную быстроходность, более высокий КПД и меньшие габариты. Для разрезов и карьеров предпочтение следует отдавать моделям с высоким КПД, способным откачивать воду с большой концентрацией механических примесей и работать в сверхдлительном режиме в зимнее время на насосных станциях открытого типа. После выбора типоразмера насоса необходимо в РПЗ привести копию его индивидуальной рабочей характеристики, которая даётся в справочной литературе, как

правило, на одно рабочее колесо. Индивидуальные рабочие характеристики насосов типа ЦНС приведены в прил. 2.

При откачке шахтных вод с выраженными кислотными или щелочными свойствами ($pH \approx 6-7$) следует выбирать насосы типа ЦНСК.

Для окончательного определения типоразмера насоса необходимо определить число рабочих колёс (ступеней) - z^* (ед.) по формуле

$$Z_k = H_{0p} / H_{i_k}, \quad (3.5)$$

где H_{i_k} - напор, создаваемый одним рабочим колесом, при Q_{pH} , м.

Число рабочих колёс округлять до целого числа в большую сторону, если остаток более 0,1 - 0,15. В противном случае можно обойтись меньшим числом колёс.

Число насосных агрегатов устанавливать в соответствии с требованиями нормативных документов [3, 4, 7, 12] (см. раздел 2). Главные водоотливные установки шахт и установки в капитальных уклонах с притоком воды более 50 м³/ч должны оборудоваться не менее чем тремя насосными агрегатами: рабочим, резервным и находящимся в ремонте. При больших притоках применять группу рабочих насосов.

Число насосов в рабочей группе $n_{pгр}$ определять по формуле

$$n_{pгр} = Q_{pH} / Q_{iH} \quad (3.6)$$

$$\text{или} \quad n_{pгр} = Q_{pH} / Q_{i max} \quad (3.7)$$

где $Q_{i max}$ ~ максимальная производительность одного насосного агрегата в пределах зоны его промышленного использования, м³/ч. Например, для самого крупного секционного насоса ЦНС 850-240... 1440 (см. прил. 2) $Q_{i max} = 1080$ м³/ч.

Число насосов в рабочей группе округлять до целого числа.

$$\text{Если} \quad Q_{pH} / Q_{iH} \leq 1,5 \quad (3.8)$$

$$\text{ИЛИ} \quad Q_{pH} / Q_{i max} < U, \quad (3.9)$$

следует принять $n_{pгр} = 1$.

$$\text{Если} \quad 1,5 < Q_{pH} / Q_{iH} < 2,2, \quad (3.10)$$

следует принять $n_{p-гр} = 2$.

$$\text{Если} \quad Q_{pH} / Q_{i max} \quad (3.11)$$

следует принять $n_{pгр}$ равным ближайшему большему целому числу.

Число насосов в резервной группе n_{p^*} принимать равным числу насосов в рабочей группе и добавлять один насос, находящийся в ремонте. Общее число насосных агрегатов водоотливной установки n_{Σ} (ед.) будет равно

$$P_a = P_{r,р} + P_{r,зг} + 1 \cdot \quad (3.12)$$

Число насосных агрегатов водоотливной установки необходимо согласовать с нормативом (см. табл. П8.6).

3.5 Проверка устойчивости режима работы выбранного насоса

Рабочая точка насосного агрегата должна находиться в зоне экономичности и устойчивости.

Экономичность режима работы следует оценивать значением КПД насосной установки после расчёта трубопровода.

Устойчивость режима работы оценивать выполнением условия

$$0,95 z_K H_{10} > H_r, \quad (3.13)$$

где H_{10} - напор на одно колесо выбранного типоразмера насоса при нулевой производительности по его рабочей характеристике, м.

Если условие устойчивости не выполняется, тогда число рабочих колёс насоса следует увеличить на единицу и повторить расчёт.

После окончательного выбора типоразмера насоса его техническую характеристику следует обязательно привести в РПЗ. Например:

Техническая характеристика насоса

1. Тип насоса	ЦНСК 500-640	
2. Производительность в зоне экономичности	м ³ /ч	380-620
3. Напор	м	640
4. КПД	ед.	0,73
5. Частота вращения	об/мин	1500
6. Допустимая высота всасывания	м	4,5
7. Модель электродвигателя	ВАОУ-63ОМ-4	
8. Мощность электродвигателя	кВт	1600
9. Масса насоса	кг	4480
10. Габаритные размеры насоса	мм	2780x1050x1040
11. Допустимая температура воды	°С	от 1 до 40
12. Содержание в воде взвешенных частиц по массе	%	не более 0,5
13. Диаметр взвешенных частиц	мм	не более 0,2
14. Водородный показатель воды (рН)	ед.	7-8,5
15. Допустимый подпор на всасе	м	не более 20
16. Масса насосного агрегата	кг	12898
17. Габаритные размеры насосного агрегата	мм	5169x1750x1326

4 ВЫБОР КОЛЛЕКТОРА И УСТРОЙСТВО НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

4.1 Схемы коллекторов

Коллектором называется часть напорного трубопровода, обеспечивающая оперативную коммутацию всех насосов с индивидуальными, магистральными и технологическими трубопроводами установки. Он располагается в пределах насосной станции и по затратам на эксплуатацию требует чаще больше средств и времени, чем на содержание остальной части трубопровода установки. Схема коллектора должна обеспечивать необходимый уровень надежности работы насосной установки и полностью отвечать требованиям нормативных документов (см. раздел 2). Например, для угольных шахт следует строго исполнять § 593 ПБ.

Схема коллектора установки в первую очередь зависит от числа напорных трубопроводов и насосных агрегатов. Чем их больше, тем сложнее требуется коллектор.

Простые однострунные коллекторы (рис. 4.1, а и 4.1, б) используют в водоотливных установках карьеров и разрезов, где есть водосборники большой емкости и исключается возможность даже частичного подтопления горных выработок во время паводков и в зимний период, когда откачка воды не производится. Значительный объем водосборника в этом случае гарантирует возможность проведения регламентных и аварийных ремонтных работ насосного агрегата, коллектора и напорного трубопровода без откачки воды в течение 2-3 суток и более. Правила безопасности [2] допускают использование однострунных коллекторов в участковых установках.

Более сложные схемы двух- и трехтрубных петлевых коллекторов (рис. 4.1, в - г) получили распространение на разрезах и карьерах с ограниченной емкостью водосборника, при притоках более $500 \text{ м}^3/\text{ч}$, с круглогодичным подъемом воды и недопустимостью даже частичного подтопления выработок. Требуемый уровень надежности работы установки в этом случае достигается наличием резервного трубопровода и 2-3 резервных насосных агрегатов. Это дает возможность устойчиво работать в экстремальных ситуациях (во время паводков, аварийных отказов оборудования), а также систематически проводить плановые ремонты и обслуживание как насосных агрегатов, так и трубопроводной сети установки.

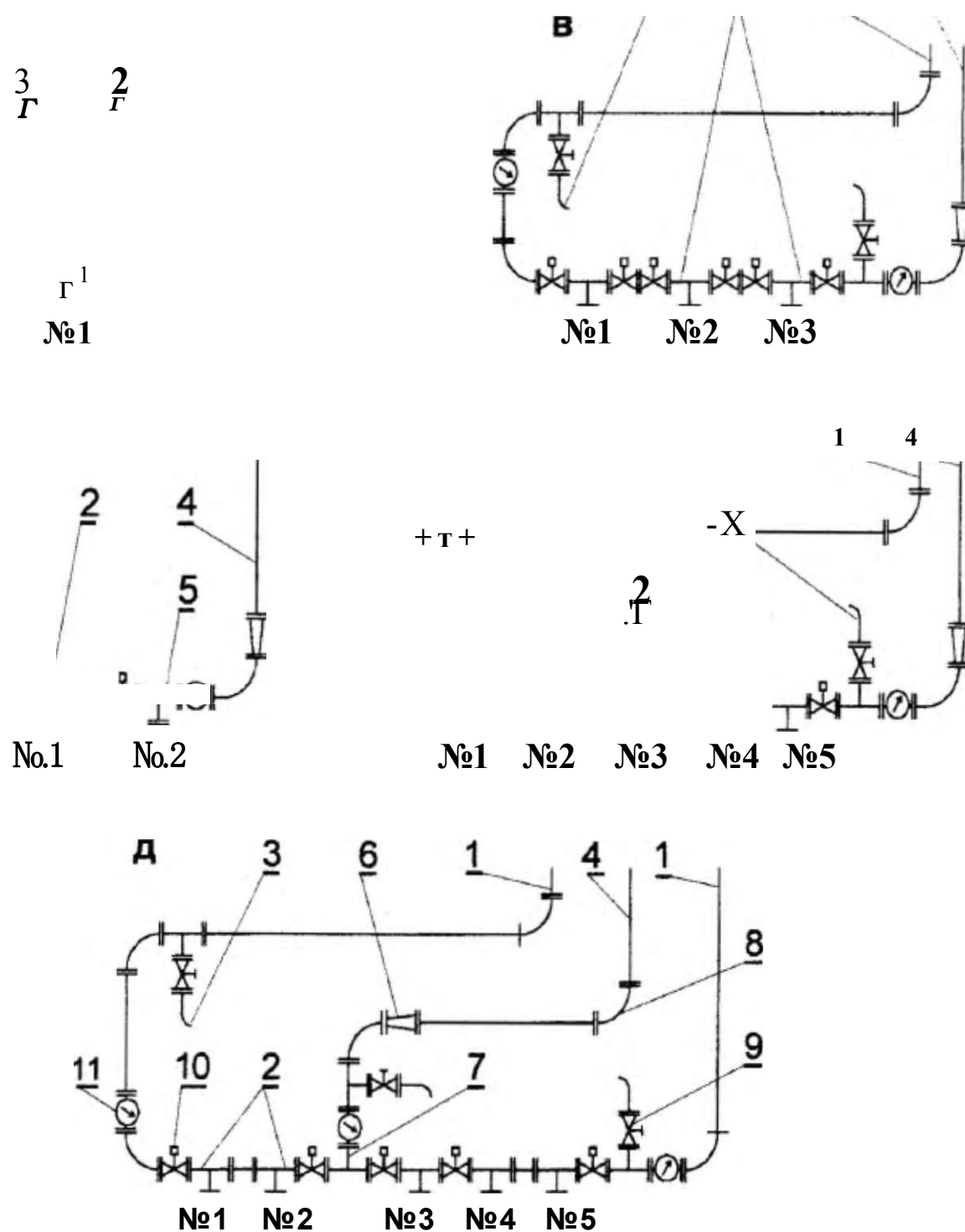


Рис. 4.1. Схемы коллекторов насосных установок:

1- индивидуальный напорный трубопровод; 2- тройник для подключения насоса; 3- байпас для сброса воды из коллектора; 4- магистральный трубопровод; 5- заглушённый тройник для подключения резервного насоса; 6- переход; 7- тройник (отвод); 8- колено; 9- задвижка с ручным приводом; 10- задвижка с гидроприводом; 11- водомер; №1 - №5 - номера насосных агрегатов

Наиболее сложными из приведенных являются двух- и трехтрубные кольцевые коллекторы (рис. 4.2, а - г). Их применение с позиции безопасности и надежности целесообразно в первую очередь для подземных водоотливных установок, а также для разрезов и карьеров с тяжелой гидрологической обстановкой (высокая обводненность окружающих пород, интенсивное круглогодичное или сезонное выпадение осадков в виде дождя или очень быстрое таяние снега весной).

Применение трубных коллекторов с индивидуальными и магистральными трубопроводами (рис. 4.1, в, г, д и 4.2, б, в, г) в несколько раз повышает маневренность установки за счет увеличения числа возможных схем включения как отдельных насосов, так их групп.

В этом случае есть еще возможность при рациональном использовании индивидуального и магистрального трубопровода уменьшить потери напора на движение воды, что автоматически обеспечит экономию электроэнергии.

Схема трубного коллектора на рис. 4.2, а рассчитана на два индивидуальных трубопровода с равными диаметрами для рабочего и резервного насосов. Она не предусматривает включение двух насосов в параллельный режим работы на один трубопровод из-за повышенных потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений. Таким образом, по индивидуальному трубопроводу вода перекачивается только одним насосом.

На рис. 4.1, д представлена схема коллектора для установки с тремя напорными трубопроводами и пятью насосными агрегатами. Из трёх трубопроводов два индивидуальных, а третий магистральный. Каждый индивидуальный трубопровод рассчитан на подключение не более двух насосов (первая рабочая группа № 1-2 - через левый трубопровод, вторая группа № 4-5 - через правый). Магистральный трубопровод следует рассчитывать на возможность откачки через него одновременно 3-4 насосами и его диаметр должен быть больше, чем у индивидуального трубопровода.

В зависимости от того, какой приток поступает (нормальный или максимальный), и от числа насосов в рабочей группе возможны следующие схемы включения насосов для откачивания воды из горных выработок (табл. 4.1).

Дополнение коллектора по схеме 4.2, а переходом и использование индивидуального и магистрального трубопровода по отдельности и двух одновременно (рис. 4.2, б) существенно расширяет возможности

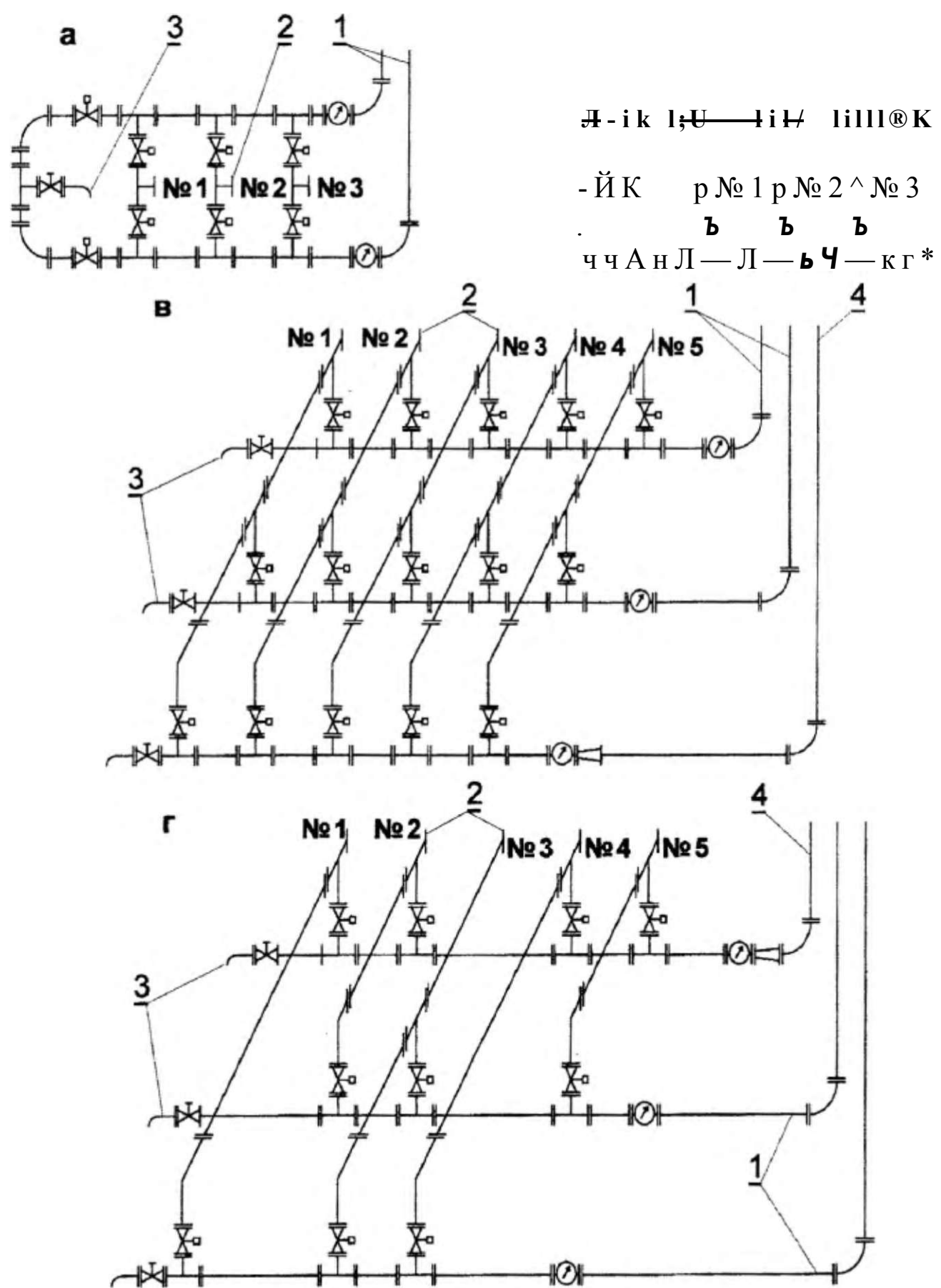


Рис. 4.2. Схемы кольцевых коллекторов насосных установок
(обозначения см. на рис. 4.1)

маневрирования как в межсезонье, так и во время паводков. Дополнительно это дает возможность сократить расход электроэнергии.

Таблица 4.1

Схемы включения насосов и напорных трубопроводов

$P_{Ha}=1$ $P_T=1$	P_{Ha}^3 $P_T=2$	$P_{Ha}=5$ $P_T=2$	$P_{Ha}=5$ $P_T=3$
схема коллектора по рис. 4.1, а			
4.1, а 4.1,6	4.2, а 4.1, в 4.2,6	4.1, г	4.1, д 4.2, в 4.2, г
1. $P_{H\<}=1$; $P_{HT}=1$	1. $P_{H\<}=1$; $P_{HT}=1$ 2. $P_{H\<}=2$; $P_{HT}=2$	1. $P_H=1$; $P_{HT}=1$ 2. $P_{H\<}=2$; $P_{HT}=1$ 3. $P_H=2$; $P_{MT}=1$ 4. $P_H=3$; $P_{MT}=1$ 5. $P_{H\<}=4$; $P_T=1+1$	1. $P_H=1$; $P_{HT}=1$ 2. $P_H=2$; $P_{HT}=1$ 3. $P_H=3$; $P_{MT}=1$ 4. $P_H=4$; $P_{HT}=2$ 5. $P_{H\<}=4$; $P_T=1+1$
$P_{HT}=1$	$P_{HT}=1$	$P_{HT}=2$	

Примечание.

$P_{H\<}$ - число насосов, работающих одновременно;

P_{HT} и P_{MT} - число индивидуальных и магистральных трубопроводов;

P_T - число напорных трубопроводов в установке;

$P_T=1+1$ - параллельное включение индивидуального и магистрального трубопроводов;

P_{HT}^* - число индивидуальных трубопроводов для откачки Q_{max} .

Для использования одно- и двухтрубных коллекторов необходимо выполнение условия

$$Q_{s.m} \ll Q_{4.H}^2. \quad (4.1)$$

Для использования трехтрубных коллекторов необходимо выполнение условия

$$Q_{4.nux} / Q_{TM} > 2. \quad (4.2)$$

При общем числе насосных агрегатов в шахтной водоотливной установке, равном 5, т.е. рабочая и резервная группы состоят каждая из двух насосов (пятый - холодный резерв), число напорных трубопроводов также следует принимать равным трем. При числе агрегатов 7 и более число напорных трубопроводов принимается равным четырём [5].

Удельная стоимость (р./кг) элементов трубопроводной арматуры на рабочее давление до 16 МПа соизмерима, а в отдельных случаях

значительно больше, чем для насосов типа ЦНС и углесосов. Это обстоятельство является причиной необходимости сравнения стоимости коллектора и насосного оборудования. В табл. 4.2 приведены расходы арматуры для описанных выше коллекторов (рис. 4.1 и 4.2) без учета арматуры, которая должна устанавливаться индивидуально на каждое насосе.

Таблица 4.2

Расход трубопроводной арматуры в коллекторах

Рисунок	n_v	Π_t	За	Тр	От	Зн	Рд	Пд
4.1, а	1	1	0	1	1	1	1	1 ^
4.1, б	2	1	1	2	1	1	1	• -
4.1, в	3	2	6	5	4	2	2	1
4.1, г	5	2	6	7	4	2	2	
4.1, д	5	3	5	9	6	3	3	
4.2, а	3	2	8	10	4	1	2	0
Г 4.2, б	3	2	8	10	4	1	2	1
4.2, в	5	3	15	25	8	3	3	1
4.2, г	5	3	10	14	8	3	3	1

Примечание. n_v - число насосных агрегатов в установке;

За - задвижка с автоматическим приводом;

Тр - тройник;

Зн - адвизжка с ручным приводом;

От - отвод (колено);

Пд - переход (диффузор);

Рд - расходомер.

Для сокращения расходов на монтаж и эксплуатацию коллектора следует рассматривать вариант использования условного диаметра арматуры коллектора на 1-2 дюйма меньше, чем диаметр индивидуального трубопровода. В этом случае следует предусматривать компактный коллектор перед выходом из насосной камеры в трубный ходок.

4.2 Устройство насосных станций (НС)

На устройство НС влияют: всасывающая способность насоса, наличие ограниченности пространства (в шахтах, на понтонах), число насосных агрегатов, климатические условия, величина притоков, организация работы установки. Чем большей высотой всасывания обладает насос, тем проще может быть устройство и эксплуатация станции. Чем больше действительная геометрическая высота всасывания $H_{гв}$ (расстояние по вертикали от оси насоса до поверхности воды в колодце, траншее, коллекторе), тем короче будут водосборники и меньше затраты на их строительство и эксплуатацию.

4.2 Л НС с положительной высотой всасывания ($H_{ге} > 0$)

Устройство стандартной насосной станции рассчитано на использование насосов с допустимой высотой всасывания $H_{в}^{доп} > 3-5$ м. Эти станции бывают трех типов по конструкции водоприемного устройства: с индивидуальными колодцами квадратного или круглого сечения площадью 1,5-2 м²; с групповыми колодцами на 2-3 насоса круглого сечения площадью 10-16 м² каждый; с траншеей вдоль оси станции шириной 1,2-2 м. В настоящее время на шахтах России подавляющее большинство станций водоотливных установок с групповыми колодцами (рис. 4.3).

Применение станций с водозаборной траншеей, разработанных ВНИИГМ [13], позволяет уменьшить объем горных работ на стадии строительства на 1000 м³ и более, сократить длину всасывающих трубопроводов в среднем в 1,5-2 раза, упростить установку бустерных насосов и эксплуатацию водозаборного сооружения (траншеи). Несомненным достоинством траншеи является вынос в сухие отсеки задвижек на перепускных трубах, что сокращает трудоемкость их обслуживания и повышает надежность работы установки в целом.

Использование бустерных насосов в сочетании с основными насосами, имеющими $H_{в}^{доп} < 3$ м и даже меньше 0, позволяет существенно расширить область применения станций данного типа, что особенно важно для горных предприятий с большими притоками воды в выработки.

4.2.2 НС заглубленного типа ($H_{гв} < 0$)

Заглубленные насосные станции могут быть использованы на добывающих шахтах для водоотлива и на дренажных шахтах разрезов для водопонижения «... в условиях, исключающих возможность их затопления (прочные трещиноватые вмещающие породы, отсутствие возможности прорыва воды из затопленных выработок, водоемов на поверхности, водоносных горизонтов и т.п.), что должно быть обосновано проектом» - см. п.7.16 ВНТП 1-92 [4].

По объему горных работ эти станции сопоставимы с НС с водозаборной траншеей. Они не требуют установки оборудования для заливки насосов, но необходим в пределах станции небольшой зумпф и дренажный насос для откачки из камеры в водосборник притечек воды (через сальники, окружающие породы, трубный ходок и пр.).

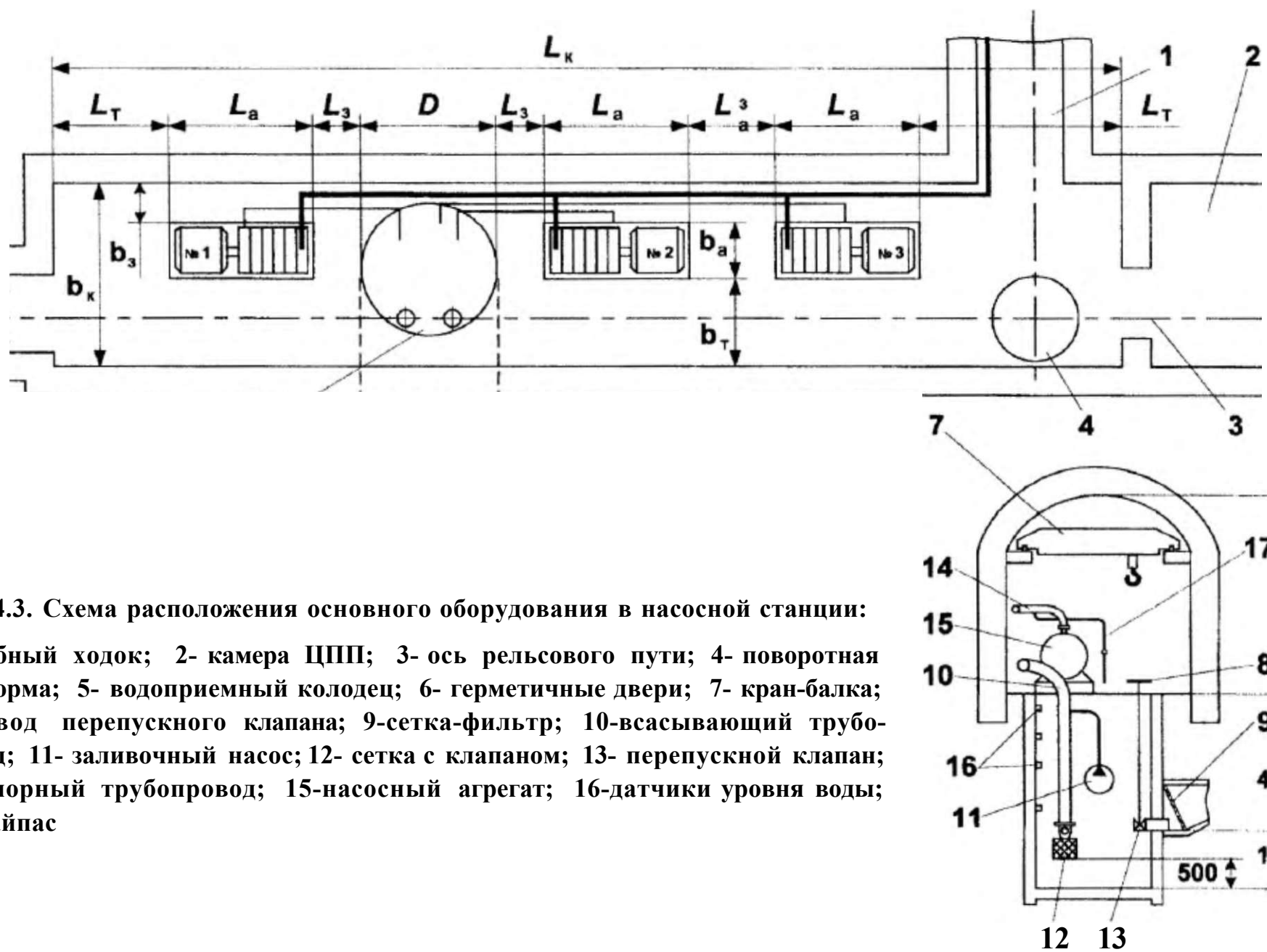


Рис. 4.3. Схема расположения основного оборудования в насосной станции:

1- трубный ходок; 2- камера ЦПП; 3- ось рельсового пути; 4- поворотная платформа; 5- водоприемный колодец; 6- герметичные двери; 7- кран-балка; 8-привод перепускного клапана; 9-сетка-фильтр; 10-всасывающий трубопровод; 11- заливочный насос; 12- сетка с клапаном; 13- перепускной клапан; 14-напорный трубопровод; 15-насосный агрегат; 16-датчики уровня воды; 17- байпас

Увеличивается количество вспомогательного оборудования и трудоемкость доставки насосных агрегатов и материалов в камеру. Типовые станции этого типа разработаны с величиной заглубления 5 и 11 м ниже отметки околоствольного двора рабочего горизонта [12].

На карьерах для откачки воды с участков получили широкое распространение передвижные плавучие насосные станции. Особенность их в том, что насос установлен внутри понтона (рис. 4.4), а ось его рабочего колеса расположена ниже уровня воды. Это автоматически снимает вопрос о заливке насоса и, как правило, обеспечивает надежную работу в бескавитационном режиме.

Устройство станции включает понтон 1, в трюме которого установлен насосный агрегат 2, всасывающий трубопровод 5, оборудованный задвижкой с ручным безредукторным приводом 3. В носовой части понтона, выполненной как глухой отсек, всасывающий трубопровод расходится на два борта, и каждый отвод на входе оборудован фильтрующей сеткой с ячейкой не более 10x10 мм. К напорному патрубку насоса присоединен отвод, а дальше стоит задвижка с электрическим приводом 4. От задвижки напорный трубопровод 6 поднимается через носовой отсек на палубу и через цилиндрический шарнир 7 и горизонтальный отвод, установленный на самом краю, направляется в сторону берега. Вместе с цилиндрическим шарниром на палубе установлен командоаппарат 8, который отслеживает положение понтона относительно уровня берега и подает команду на запуск или остановку насоса. В кормовой части трюма установлена аппаратура контроля и управления насосным агрегатом 12. Для удаления воды из понтона за борт в напорный трубопровод после задвижки 4 врезан эжектор 10. На палубе в напорный трубопровод перед шарниром 7 врезан отвод с вентштем 11, через который подается вода для обмыва понтона в зимнее время. Все элементы трубопроводной арматуры и трубопровод в пределах понтона имеют фланцевые соединения. На палубе в зоне между двигателем насоса и аппаратурой управления установлен крышной вентилятор 9 для принудительного проветривания трюма. Палуба по всему периметру имеет ограждение, а снизу опирается на салазки, выполненные из буровых штанг, что позволяет транспортировать понтон волоком в любое время года.

В ПКБ ПО «Кемеровоуголь» разработаны четыре варианта НС в понтоне с насосами разных конструкций, которые широко используются на разрезах объединения. На рис. 4.4 в качестве примера приведена плавучая станция с центробежным насосом двухстороннего всасывания.

csN

•w

Она имеет следующие характеристики:

1. Тип насоса		Д 1250-125
2. Диаметр рабочего колеса	мм	650
3. Подача	м ³ /ч	1250
4. Напор	м	125
5. Мощность двигателя	кВт	630
6. Масса насоса	кг	1710
7. Масса понтона	т	9,35
8. Масса установки	т	19,3

4.2.3 Береговые НС

Береговые НС применяются на водоотливных установках карьеров, которые в зависимости от производительности и продолжительности работы на одном месте бывают стационарные и передвижные. Стационарные станции МОиГ могут быть открытыми или размещаться во временных или капитальных сооружениях. Передвижные станции с учетом климата могут быть открытыми или размещаться в закрытых балках.

Соосное расположение насосных агрегатов позволяет сократить ширину станции и значительно снизить затраты на строительство для нее камеры в шахте или сооружения на разрезе. Для стационарных станций открытого типа такое расположение агрегатов не обязательно, так как занимаемая площадь не имеет столь жестких ограничений, как в шахте. Поэтому на открытых станциях чаще используется параллельное расположение насосных агрегатов, а при необходимости - в несколько рядов. Расположение насосного оборудования в сооружениях должно соответствовать требованиям СНиП [9].

Передвижные станции выполняются на ползьях из стальных труб, что позволяет перемещать их волоком к месту назначения в любое время года гусеничным транспортом. Большая часть оборудования насосной установки (рис. 4.5) размещена внутри балка 1. Насосный агрегат 2 располагается вдоль продольной оси. Двигатель агрегата повернут к центру балка и расположен в створе дверных проемов, что облегчает ремонт и доставку насоса и двигателя. Всасывающий трубопровод 4 через цилиндрический шарнир 5, установленный снаружи, соединен со всасывающим патрубком насоса. Лебедка с ручным приводом 7, установленная снаружи короткой стены балка (дальняя от зумпфа), стальным тросом 14 обеспечивает подъем всасывающего трубопровода из воды при остановке насоса.

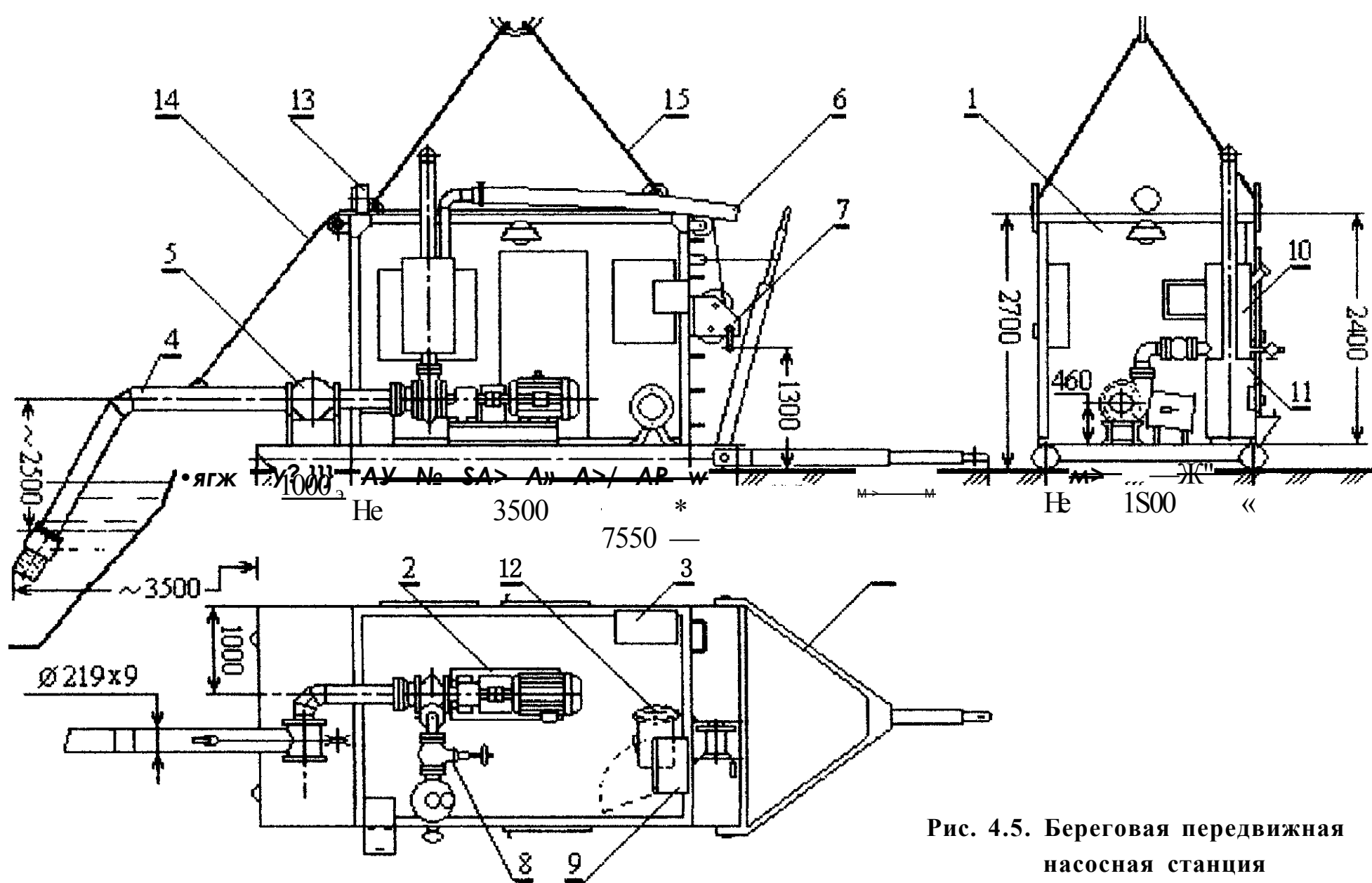


Рис. 4.5. Береговая передвижная насосная станция

Вода из насоса через задвижку 8 и стальной отвод, установленный вертикально в водогрейном баке 10, поднимается на крышу балка, где попадает в гибкий напорный трубопровод 6 длиной до 20-30 м, а из него - в стальной трубопровод. Через водогрейный бак вертикально проходит дымовая труба печи 11, топочная дверка которой открывается наружу через специальный проем в длинной стене балка. В углу балка рядом с печкой установлен небольшой короб для хранения топлива (угля), доступ в который возможен только снаружи. Внутри балка у дальней от зумпфа стенки расположена аппаратура контроля, сигнализации и управления насосным агрегатом 3, 9 и 12. На крыше над короткой стеной со стороны зумпфа установлен прожектор 13 для освещения поверхности водоема в темное время суток. Для установки станции на трейлер или на берег с трейлера автокраном предусмотрены стационарные стропы 15. Для транспортирования станции волоком предусмотрено прицепное устройство 16, которое шарнирно соединяется с ползьями.

На рис. 4.5 в качестве примера приведена береговая насосная станция с центробежным шламовым насосом, разработанная ПКБ ПО «Кемеровоуголь». Станция имеет следующие характеристики:

1. Тип насоса		6Ш8-2
2. Подача	м /ч	150
3. Напор	м	33
4. Размер твердых частиц не более	мм	20
5. Масса насоса	кг	380
6. Мощность двигателя	кВт	30
7. Напряжение	В	380
8. Частота вращения (синхронная)	об/мин	1500
9. Масса двигателя	кг	355
10. Масса установки	кг	4000

4.2.4 НС на понтоне

Установка погружного насоса на понтоне позволяет успешно решить ряд важных задач, которые возникают при откачке воды на добычных участках карьеров. К этим задачам в первую очередь следует отнести: заливку насоса перед запуском; поддержание бескавитационного режима работы насоса по мере снижения уровня воды в зумпфе; поддержание майны вокруг всасывающего трубопровода в зимний период.

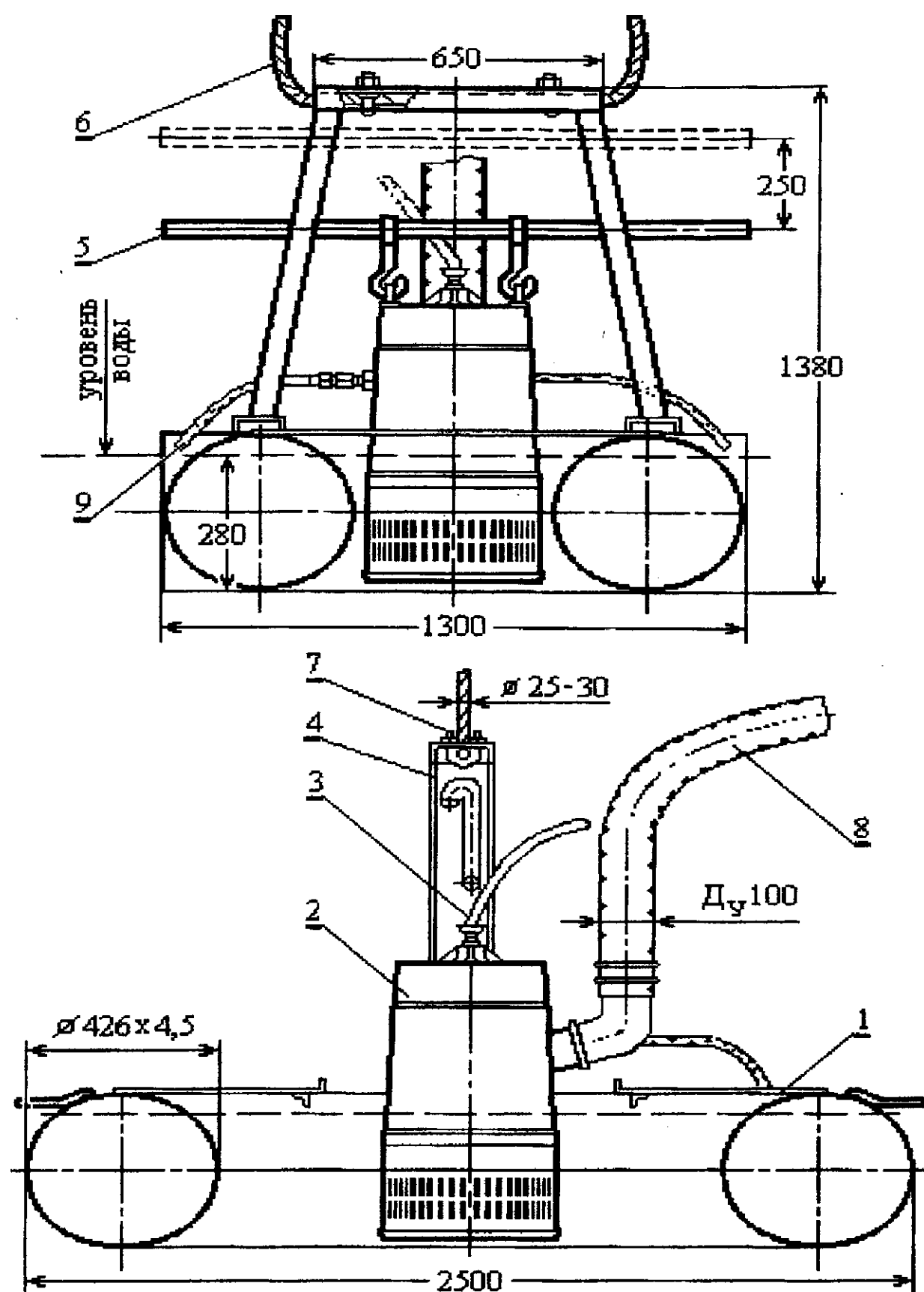


Рис. 4.6. Плавающая насосная станция на понтоне:
 1- понтон; 2-погружной насос ГНОМ; 3- кабель электропитания;
 4— траверса; 5- перекладина; 6- канатная подвеска; 7- зажим; 8- гиб-
 кий напорный трубопровод; 9- трубопровод для обмыва понтона

Анализ эксплуатации установок данного типа на разрезах Кузбасса за последние 25 лет показал, что понтон следует выполнять в виде рамы прямоугольной формы из стальных труб с толщиной стенки не менее 4-5 мм. Использование толстостенных труб нерационально из-за увеличения массы самого понтона. Диаметр труб подбирается с учетом обеспечения 2-кратного превышения водоизмещения понтона над массой всей установки.

Для обеспечения остойчивости понтона на воде следует иметь отношение его сторон не менее 1/2. Высота установки по верхнему краю траверсы не должна превышать короткую сторону понтона на 20 %.

Траверса должна устанавливаться на понтоне симметрично относительно его продольной и поперечной оси. Подвеска насоса на траверсе должна обеспечивать его симметричное положение относительно всех сторон понтона. Нижнюю кромку насоса в рабочем положении следует располагать выше нижнего края понтона не менее чем на 50 мм. Положение верхней отметки перекладки должно исключать контакт насоса с водой во время его обслуживания и ремонта.

Ширина свободного пространства между длинными сторонами понтона должна исключать контакт насоса с трубами понтона и настилом при крене до 20° и при перестановке в два приема перекладки с насосом с верхней отметки на нижнюю или наоборот (сначала один конец, потом второй). Настил должен выполняться из стального рифленого листа.

В зимнее время часть воды из напорного трубопровода не менее чем по двум отводам должна подаваться в систему обмыва внешней поверхности борта понтона.

На рис. 4.6 в качестве примера приведена плавучая насосная станция на понтоне с использованием погружного центробежного насоса, разработанная ПКБ ПО «Кемеровоуголь». Станция имеет следующие характеристики:

1. Тип насоса		ГНОМ 100-25
2. Подача	м ³ /ч	100
3. Напор	м	25
4. Размер твердых включений не более	мм	5
5. Мощность двигателя	кВт	15
6. Напряжение	В	220/380
7. Масса насоса	кг	180
8. Масса установки	кг	540

5 РАСЧЁТ ТРУБОПРОВОДОВ

5.1 Расчет диаметра трубопровода

Этот расчёт производится с учётом уже выбранной схемы трубного коллектора и заданных режимов откачивания притоков воды в горные выработки из водосборников или зумпфов.

На величину диаметра в первую очередь влияет расход воды через трубопровод. Давление воды и абразивность механических примесей в ней влияют на диаметр, но в меньшей степени.

Для горных предприятий рекомендуется экономичная скорость движения воды в напорном трубопроводе $v_{>к}$ в пределах $1,5^{2,5}$ м/с (большая для чистой воды).

Диаметр индивидуального трубопровода следует определять по расчётной производительности одного насосного агрегата или группы агрегатов, обеспечивающих откачку максимального притока не более чем за 20 часов ($Q_{рн}$ см. п. 3.2). Поэтому расчетный расход воды через напорный трубопровод $Q_{р.тр}$ (м³/ч) определять по формуле

$$Q_{р.тр} = Q_{рн} / n_{нт}, \quad (5.1)$$

где $n_{нт}$ - число индивидуальных трубопроводов для откачки максимального притока, ед.

В шахтных установках для параллельной работы двух насосов предусматривать один индивидуальный трубопровод. Для установок горных предприятий открытого типа число насосов на один трубопровод может быть больше двух (табл. 4.1).

Предварительно внутренний диаметр индивидуального напорного трубопровода d_H (мм) определяется по формуле

$$d_H = 18,8(Q_{рхр}/v_{>к})^{1/2}. \quad (5.2)$$

По рекомендациям ВНИИГМ [5] диаметр магистрального трубопровода d_M (мм) для двух насосов (или двух групп) следует принимать с учетом величины d_H :

$$d_M > U d_H. \quad (5.3)$$

Диаметр труб коллектора в пределах насосной камеры должен быть согласован с условным диаметром напорного патрубка насоса и запорной арматуры (задвижек, обратных клапанов, отводов и т.д.).

Для уменьшения гидравлических сопротивлений диаметр всасывающего трубопровода $d_{вс}$ (мм) следует принимать больше расчётно-

го значения d_H , но не больше, чем диаметр всасывающего патрубка насоса $d_{вс.н}$ (мм), на 25-50 мм. Не следует при проектировании закладывать скорость воды во всасывающем трубопроводе более 1 м/с.

$$d_H < d_{вс} < d_{вс.н} + (25-50). \quad (5.4)$$

5.2 Определение толщины стенки труб

Толщина стенки напорного трубопровода определяется из условия прочности по максимальному давлению воды с учётом его срока службы и интенсивности износа внутренней и наружной поверхностей.

Расчётное давление в трубопроводе P_p (МПа) следует принимать равным максимальному давлению по характеристике насоса или в 1,25 раза больше рабочего и для нижнего сечения напорного трубопровода определять по формуле

$$P_p = 1,25 \cdot \rho \cdot g \cdot H_H \cdot 10^{-6}, \quad (5.5)$$

где ρ - плотность воды (после осветления в водосборнике шахты - 1020, в зумпфе на разрезе - 1050 и более), кг/м³;

$g = 9,81$ - ускорение свободного падения, Н/кг (Н/кг = м/с²);

H_H - напор, создаваемый одним насосом при откачке минимального притока или группой насосов при откачке максимального притока (большой из них), м.

Расчетная толщина стенки трубы из условия прочности δ_0 (мм):

$$\delta_0 = 1000 \cdot P_p \cdot a_{вр} / 0,8 \cdot \sigma_{вр}, \quad (5.6)$$

где $a_{вр}$ - временное сопротивление материала трубы на разрыв, МПа.

Для различных марок сталей значения $\sigma_{вр}$ см. в табл. П8.1.

Толщина стенки трубы с учетом её срока службы δ_T (мм):

$$\delta_T = (a_H + a_B) \cdot T_p, \quad (5.7)$$

где a_H и a_B - скорость коррозионного износа наружной и внутренней поверхности стенки трубы, мм/год (см. табл. П8.2);

T_p - расчетный срок службы напорного трубопровода (в угольных и рудных шахтах 8-25 лет), год.

$$T_p = (0,3 \dots 1) T. \quad (5.8)$$

Расчетная толщина стенки трубы δ (мм):

$$\delta = 100(\delta_0 + \delta_T) / (100 - K_d), \quad (5.9)$$

где $K_d = 10 - 15$ - допустимое уменьшение толщины стенки труб из-за минусового допуска при производстве, %.

5.3 Выбор труб и расчетная скорость воды

ГОСТы на трубы нормируют наружный диаметр и толщину стенки, поэтому для выбора трубы необходимо предварительно определить расчетный наружный диаметр трубопровода $D_{рт}$ (мм):

$$D_{рт} = d_{н} + 2\delta . \quad (5.10)$$

По ГОСТу на трубы требуемого качества следует выбрать трубу с наружным диаметром, ближайшим к расчетному ($D_{рт}$), и толщиной стенки больше расчетной (5). Характеристики труб, наиболее часто используемые для насосных установок, приведены в прил. 4.

По мере подъема воды давление в трубопроводе уменьшается, поэтому при больших глубинах разработки (более 400-500 м) целесообразно трубопровод в стволе выполнить с переменной толщиной стенки. В этих условиях трубопровод в стволе секционируют, как правило, на две части (реже на три) равной высоты. В нижней секции трубы должны иметь толщину стенки не менее установленной расчетом по формуле (5.9). Толщина стенки труб в верхней секции трубопровода $\delta_{вс}$ (мм) должна быть

$$\delta_{вс} > \delta_{нс} - (0,025 \dots 0,040)h_{нс} , \quad (5.11)$$

где $h_{нс}$ - высота нижней секции трубопровода, м.

Соединение секций между собой удобнее выполнять с применением сальниковых компенсаторов, что позволяет уменьшить не только расходы на монтаж трубопровода, но и во время эксплуатации затраты электроэнергии, так как верхняя секция имеет больший внутренний диаметр и потери напора будут меньше. Трубы в коллекторе, как правило, меньшего диаметра, чем индивидуальный напорный трубопровод. Их внутренний диаметр подбирается равным условному диаметру трубопроводной арматуры. Поэтому наружный диаметр трубы коллектора $D_{рк}$ (мм) определяется по формуле

$$D_{рк} = d_{ар} + 2\delta , \quad (5.12)$$

где $d_{ар}$ - условный диаметр трубопроводной арматуры в коллекторе, мм.

Для всасывающего трубопровода следует принимать трубы требуемого диаметра с минимальной толщиной стенки, так как статическое давление в нем меньше 0,1 МПа (1 ат).

Расчетная скорость воды v (м/с) для выбранных стандартных труб должна определяться по внутреннему диаметру трубы:

$$D_{ств} - D_{стн} + 2\delta_{ст} , \quad (5.13)$$

где $\delta_{ст}$, $D_{стн}$ и $D_{ств}$ - толщина стенки, наружный и внутренний диаметр трубы, выбранной по ГОСТу, мм.

Для расчетного расхода скорость воды v (м/с) следует определять по формуле

$$v = 4 \cdot 10^6 Q_{pTp} / (3600 \cdot 7 \cdot \text{ifl}_{\text{СТВ}}^2) = 353,7 \cdot Q_{pTp} / \text{Дств} \quad (5.14)$$

Основные характеристики выбранных труб и результаты расчетов следует свести в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Характеристики выбранных труб для насосной установки

Трубо- провод	Дспн» мм	Дств» мм	§СТ» мм	Р, МПа	Q _{pTp} , м /ч	v, м/с	Марка стали
(ИТ)							
(МТ)							
(ВТ)							
(КТ)							

Примечание.

(ИТ) и (МТ) - индивидуальный и магистральный напорный трубопровод; (ВТ) - всасывающий трубопровод; (КТ) - коллектор.

5.4 Расчетная схема трубопровода

Для получения характеристики внешней сети необходимо составить расчётную схему трубопровода и выполнить расчет потерь напора. Эта схема составляется с учётом принятой схемы трубного коллектора и расстановки оборудования в насосной станции. Расчётная схема составляется для фиктивного насоса, который имеет наибольшую длину всасывающего и нагнетательного трубопроводов в пределах насосной станции рис. 4.3, для случая подключения его к напорному трубопроводу, когда вода при движении по коллектору преодолевает большее число местных сопротивлений. Этот прием обеспечивает повышение надежности и устойчивости работы установки в условиях интенсивного износа трубопровода, что характерно для горных предприятий.

По расчётной схеме рис. 5.1 устанавливаются типы местных сопротивлений и их количество. Эти данные и значения коэффициентов местных сопротивлений следует свести в табл. 5.2.

Значения коэффициентов местных сопротивлений разных типов, размеров и конструкций принимаются по справочной литературе [1, 12, 14] или по табл. П8.5.

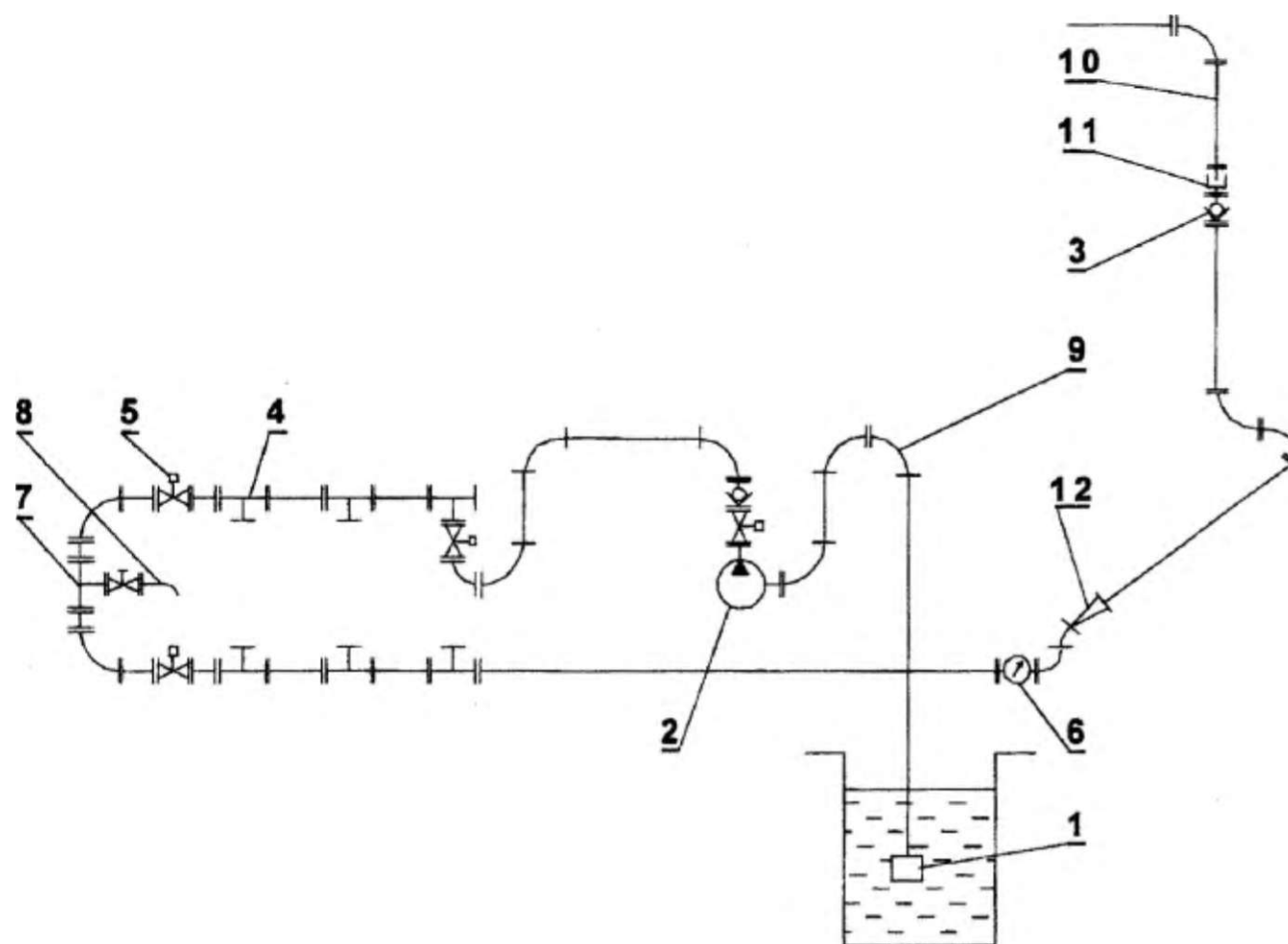


Рис. 5.1. Расчётная схема для включения одного насоса на индивидуальный трубопровод:

1- сетка с клапаном; 2- насос; 3- обратный клапан; 4- равнопроходный тройник; 5- задвижка с приводом; 6- расходомер; 7- неравнопроходный тройник; 8- байпас с вентилем; 9- отвод (колено); 10- трубопровод индивидуальный; 11- компенсатор; 12- диффузор (переход)

Таблица 5.2

Перечень местных сопротивлений в трубопроводе

Тип сопротивления	п, ед.	Si	1£,-
Всасывающий трубопровод			
Сетка с клапаном	1	3,7	3,7
Колено сварное 90°	3	0,6	1,8
Итого:			5,5

Продолжение табл. 5.2

Напорный трубопровод			
Задвижка	4	0,3	1,2
Колено сварное 90°	11	0,6	6,6
Тройник равнопроходной	6	1,5	9,0
Диффузор	1	0,1	0,1
Тройник неравнопроходной	1	1	1
Обратный клапан	2	10	20
Водомер	1	0,5	0,5
Итого:			38,4

5.5 Расчет потерь напора в трубопроводе

Для определения потерь напора соответственно во всасывающем трубопроводе, в коллекторе и в нагнетательном трубопроводе h_B , h_K и h_H (м вод.ст.) использовать уравнение Дарси - Вейсбаха:

$$h_B = I W d_B + X(n) \cdot (u_B)^2 / 2g, \quad (5.15)$$

$$h_K = W A + \xi(n) \cdot (i_K)^2 / 2g, \quad (5.16)$$

$$h_H = [W d_H + \zeta(n) \cdot (i_H)^2 / 2g], \quad (5.17)$$

где λ_B^* , X_K и λ_H - коэффициент гидравлического трения по длине соответственно для всасывающего трубопровода, коллектора и нагнетательного трубопровода;

l_B , l_K и l_H - суммарная длина прямолинейных участков соответственно всасывающего трубопровода, коллектора и нагнетательного трубопровода, м;

n_i - число i -х местных сопротивлений в коллекторе или трубопроводе (всасывающем или нагнетательном);

ξ_i - коэффициент гидравлического трения i -го местного сопротивления в трубопроводе (местное сопротивление условно сосредоточено в его среднем сечении по длине);

u_B , u_K и u_H - скорость движения воды соответственно во всасывающем трубопроводе, в коллекторе и в нагнетательном трубопроводе, м/с.

При наличии в установке магистрального трубопровода потери напора в нем рассчитываются отдельно по формуле (5.17).

Значения l_B , l_H и количество n_i устанавливаются по расчетной схеме трубопровода (рис. 5.1).

Коэффициент гидравлического трения по длине для любого из трубопроводов определять по справочной литературе [1, 15] или по формуле профессора Ф.Л. Шевелева

$$X = 0,021/(D_{\text{СТВ}})^{0,3} . \quad (5.18)$$

Здесь $D_{\text{СТВ}}$ следует подставлять в метрах.

При работе на один напорный трубопровод группы насосов (параллельное включение) потери во всасывающем трубопроводе следует рассчитывать по производительности одного из насосов. В этом случае потери напора в коллекторе следует определять как сумму потерь на участках с разным расходом.

5.6 Уравнение характеристики трубопровода

Для водоотливных установок горнодобывающих предприятий уравнение характеристики трубопровода в общем случае имеет вид

$$H = H_r + RQ^2, \quad (5.19)$$

где R - постоянная трубопровода, при $[Q] = \text{м}^3/\text{ч}$, $\text{ч}^2/\text{м}^5$.

$$R = (h_v + h_k + h_{\text{н}})/Q_p^2 . \quad (5.20)$$

Здесь Q_p - расчетная производительность, при которой определены потери напора на выходе из коллектора и в нагнетательном трубопроводе (это особенно следует помнить при работе группы насосов).

Так как диаметр магистрального трубопровода больше, чем у индивидуального, следует повторить расчет потерь напора, при том же Q_p они должны быть меньше.

Для построения характеристики трубопровода необходимо протабулировать уравнение (5.19) от 0 до $1,4Q_p$ с шагом $0,2Q_p$ и заполнить табл. 5.3. Пример заполнения таблицы приведен для следующих условий: $H_r = 100 \text{ м}$; $Q_p = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$; $R = 0,001 \text{ ч}^2/\text{м}^5$ - для индивидуального и $H_r = 100 \text{ м}$; $Q_p = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$; $R = 0,0007 \text{ ч}^2/\text{м}^5$ - для магистрального трубопровода.

Таблица 5.3

Результаты табулирования уравнения характеристик индивидуального и магистрального трубопровода

$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	0	20	40	60	80	100	120	140
(ИТ) $H, \text{ м}$	100	100,4	101,6	103,6	106,4	110,0	114,4	119,6
(МТ) $H, \text{ м}$	100	100,3	101,1	102,5	104,5	107,0	110,1	113,7

6 ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО РЕЖИМА

6.1 При откачке через один трубопровод одним насосом

Координаты (H ; Q) точки, где пересекаются характеристика насоса с необходимым числом рабочих колёс (z_k) и характеристика трубопровода (рис. 6.1), являются параметрами рабочего режима насосной установки. Кроме 0 и H важными характеристиками рабочего режима являются η - КПД насоса, $H_v^{\text{доп}}$ - допустимая высота всасывания и N - мощность. Их величины определяются по индивидуальным характеристикам насоса для установленной производительности Q .

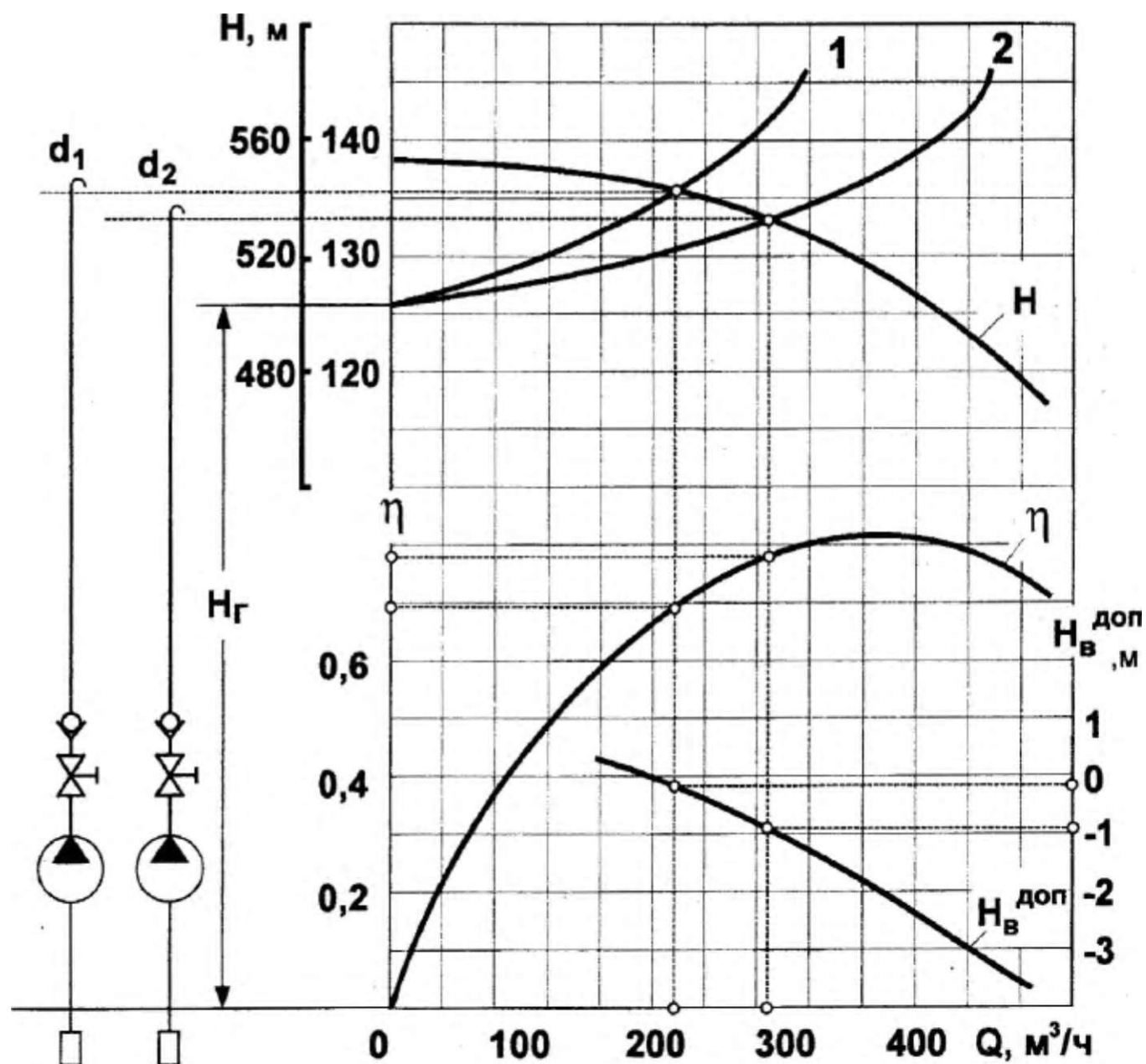


Рис. 6.1. Параметры рабочего режима агрегата для схемы:
1- насос с ИТ (d_1), 2- насос с МТ (d_2)

Рассмотрим пример (рис. 6.1), когда два одинаковых насоса (типа ЦНС) откачивают воду, один - по индивидуальному трубопроводу- d_1 , а второй насос - по магистральному ёг. Каждый насос имеет четыре рабочих колеса и работает с параметрами:

$Q(1) = 215 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{(1)} = 544 \text{ м}$, $\eta_0 = 69 \%$, $H_{в}^{доп}(1) = -0,2 \text{ м}$ - первый;
 $Q(2) = 290 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{(2)} = 536 \text{ м}$, $\eta_0 = 77 \%$, $H_{в}^{доп}(2) = -0,9 \text{ м}$ - второй.

Так как характеристика насоса падающая (в первом октанте увеличение производительности сопровождается уменьшением напора), поэтому режим работы его на каждый трубопровод будет устойчивым, но в любом случае на вход насоса вода должна поступать с избыточным давлением (с подпором) из-за $H_{в}^{доп} < (0...3)$. Эксплуатация насоса с индивидуальным трубопроводом недопустима из-за низкого КПД (в этом примере должен быть не менее 74 %).

6.2 Максимально допустимая высота всасывания насоса

Максимально допустимая высота всасывания определяется из условия отсутствия кавитации, которая может проявляться в первую очередь на входных кромках лопаток первого рабочего колеса насоса. Работа насоса в режиме кавитации сопровождается снижением напора и производительности, повышением мощности на двигателе и динамических нагрузок, разрушением рабочего колеса.

Допустимая высота всасывания должна определяться с учетом атмосферных условий в разное время года и плотности воды. Она необходима для правильного определения места установки в колодце или зумпфе датчика нижнего уровня воды. Работа этого датчика обеспечит повышение надежности работы насоса.

Так как в п. 6.1 для насоса уже была графически установлена величина $H_{в}^{доп}$, поэтому максимальную геометрическую высоту всасывания $H_{гв}^{max}$ (м) следует определять по формуле

$$H_{гв}^{max} = H_{в}^{доп} - h_{в} - v^2/2g, \quad (6.1)$$

где $v^2/2g$ – скоростной напор во всасывающем трубопроводе, м.

Если вакуумметрической характеристики насоса нет, тогда $H_{в}^{доп}$ ориентировочно можно определить по формуле

$$H_{в}^{доп} = H_A - h_{нар} - \Delta H, \quad (6.2)$$

где H_A - напор, создаваемый атмосферным давлением, на уровне мирового океана при нормальном атмосферном давлении $P_A = 101 \text{ кПа}$ и температуре $H_A = \text{Юм вод. ст.}$ (табл. П8.3);

$h_{\text{нар}}$ - напор насыщенных паров воды, м вод. ст. (табл. П8.4);

ΔH_K - потери напора из-за перераспределения давления при входе потока воды на лопатки рабочего колеса (в некоторых изданиях эту характеристику называют допустимый кавитационный запас), м.

Температура рудничной воды для шахт средней глубины (менее 600 м) не более $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, поэтому при расчёте водоотливных установок для этих условий следует принимать $h_{\text{нар}} = 0,12\text{ м}$.

Потери напора из-за перераспределения давления при входе на лопатки рабочего колеса можно определить по эмпирической формуле профессора С.С.Руднева

$$\text{при } n = 1450 \text{ об/мин} \quad \Delta H_K = 23 Q^{2/3}, \quad (6.3)$$

$$\text{при } n = 2950 \text{ об/мин} \quad \Delta H_K = 57 Q, \quad (6.4)$$

здесь $[Q] = \text{м}^3/\text{с}$.

В последнее время некоторые заводы России, производящие насосы, в паспорте насоса приводят всасывающую характеристику как функцию $\Delta H_K(Q)$, взамен общепринятой - $H_B^{\text{доп}}(0)$, что часто славит специалистов со стажем в неудобное положение. В этом случае пере-

$$H_B^{\text{доп}} = \dots$$

в с точностью, допустимой в инженерных расчетах, следует производить по формуле

$$H_B^{\text{доп}} < H_A - h_{\text{нар}} - \Delta H_K - h_B - v^2/2g; \quad (6.5)$$

$$H_A = P_A/(pg) \cdot \quad (6.6)$$

При нормальных атмосферных условиях плотность чистой воды равна 1000 кг/м^3 и при увеличении или уменьшении давления в 10-20 раз практически не изменяется.

Влияние температуры на плотность воды более значимое, но при нормальном атмосферном давлении (101 кПа) с повышением температуры до $+50...55\text{ }^{\circ}\text{C}$ плотность изменяется не более чем на 1 %. Здесь следует заметить, что с повышением давления в температурном диапазоне $+0...55\text{ }^{\circ}\text{C}$ изменение плотности остается до 1 %. При уменьшении же давления ниже 16 кПа изменение плотности происходит значительно быстрее.

Для достижения требуемого уровня надежности работы установки следует еще на стадии проектирования получить всасывающую характеристику насоса от завода-изготовителя.

Если $H_p^{TM*} > 4$ м, тогда возможно применение стандартной насосной станции. Если в результате расчёта установлено, что $H_{гв}^{max} < 1,5-3$ м, тогда необходимо применять бустерные насосы типа ВП-340, ЦТВ и другие или подготовить расчеты, подтверждающие возможность применения станции заглубленного типа.

6.3 Мощность и выбор двигателя насоса

Для обеспечения надежной работы насосного агрегата в длительном режиме, но не более 20 часов в сутки, следует определять мощность при возможной наибольшей производительности насоса в заданных условиях Q_{max} . Как правило, эта производительность при работе одного насоса на один магистральный трубопровод или на два индивидуальных. Поэтому расчетная мощность двигателя N_p (кВт) должна определяться по формуле

$$N_p = g \cdot QH / (3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{л}) , \quad (6.7)$$

где $\eta_{дв}$ ~ КПД электродвигателя, предварительно принимать $\eta_{да} = 0,92$.

В уравнении (6.7) следует соблюдать размерность $[Q] = \text{м}^3/\text{ч}$.

При выборе по каталогу следует принимать двигатель с номинальной мощностью, отвечающей условию

$$\eta_{дв} = (1,1 - 1,2) N_p . \quad (6.8)$$

Для принятого электродвигателя по каталогу [16] необходимо проверить запас мощности:

$$\text{при } N_{ав} < 200 \text{ кВт} \quad 1,1 < N_{ав}/N_p < 1,3 \quad (6.9)$$

$$\text{при } N_{фв} > 200 \text{ кВт} \quad 1,1 < \eta_{дв}/\eta_{п} < 1,2 \quad (6.10)$$

По каталогу должен выбираться электродвигатель ближайшей большей мощности и с частотой вращения (об/мин), равной частоте вращения вала выбранного насоса.

По условиям работы электродвигатели для водоотливных установок принимаются во взрывобезопасном (РВ) или в закрытом защищенном исполнении (РН).

На главном водоотливе угольных шахт принимаются к установке высоковольтные взрывобезопасные электродвигатели на рабочее напряжение 6 кВ. Участковые установки могут быть оборудованы двигателями с рабочим напряжением 380 и 660 В.

Насосы типа ЦНС с подачей более 180 м³/ч изготовитель (Ясногорский машзавод) комплектует электродвигателями во взрывобезопасном

исполнении типов: АЗП, ВАО, ДАЗ, ДАП (250 - 3150 кВт на 6 кВ, см. прил. 3). Использование других типов двигателей требует дополнительного согласования с заводом. После выбора электродвигателя насоса в РПЗ нужно привести его параметры, например:

1. Тип электродвигателя		ВА02-450 В-4
2. Мощность	кВт	400
3. Частота вращения	мин ⁻¹	1500
4. Напряжение статора	кВ	6
5. КПД	ед.	0,94
6. Коэффициент мощности	ед.	0,9
7. Кратность пускового тока	ед.	6,5
8. Масса двигателя	кг	2750

Габаритные и присоединительные размеры принимаются дополнительно из справочной литературы при разработке монтажных чертежей и чертежей общего вида.

6.4 При огкачке через два трубопровода одним насосом

Параллельное включение трубопроводов значительно сокращает гидравлические потери напора во внешней сети, что позволяет уменьшить затраты электроэнергии при работе насосной установки.

Рабочая точка находится на пересечении напорной характеристики насоса и суммарной характеристики параллельно включенных трубопроводов. При этом трубы напорных ставов могут быть одинакового диаметра - $d_H = d_M$, как в примере на рис. 6.2, или разного - $d_H < d_M$.

Суммарная характеристика двух напорных трубопроводов строится по уравнению

$$H_{1+2} = H_{г} + 1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0 \cdot \dots \quad (6.11)$$

где $Q_{р\text{ тр}}$ - расчетный расход воды через два трубопровода (должен быть равным производительности насоса), м³/ч;

R_{1+2} ~ суммарное значение постоянной двух параллельно включенных трубопроводов, ч²/м⁵.

R_1 и R_2 для каждого трубопровода следует рассчитывать по уравнению (5.20), а R_{1+2} в общем случае по формуле

$$R_{1+2} = 1/[1/R_1 + 1/R_2]^2 \quad (6.12)$$

$$\text{или по формуле} \quad R_{1+2} = 1/[1/(R_1)^{1/2} + 1/(R_2)^{1/2}]^2, \quad (6.13)$$

$$\text{при } d_1 = d_2 \quad R_{1+2} = R_x/4. \quad (6.14)$$

Суммарную напорную характеристику можно построить графически, что и показано на рис. 6.2, для двух параллельно включенных трубопроводов с $d_1 = d_2$. Геометрическое сложение расхода необходимо производить при фиксированном значении напора. Полученная характеристика внешней сети с сопротивлением R_2 даст точку пересечения с характеристикой насоса рис. 6.2 и позволяет определить параметры рабочего режима установки:

$$Q_{(1+2)} = 325 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad H_{(1+2)} = 528 \text{ м}, \quad \eta(H_2) = 81 \%, \quad H_{в\text{ доп}}^{(1+2)} = -1,4 \text{ м}.$$

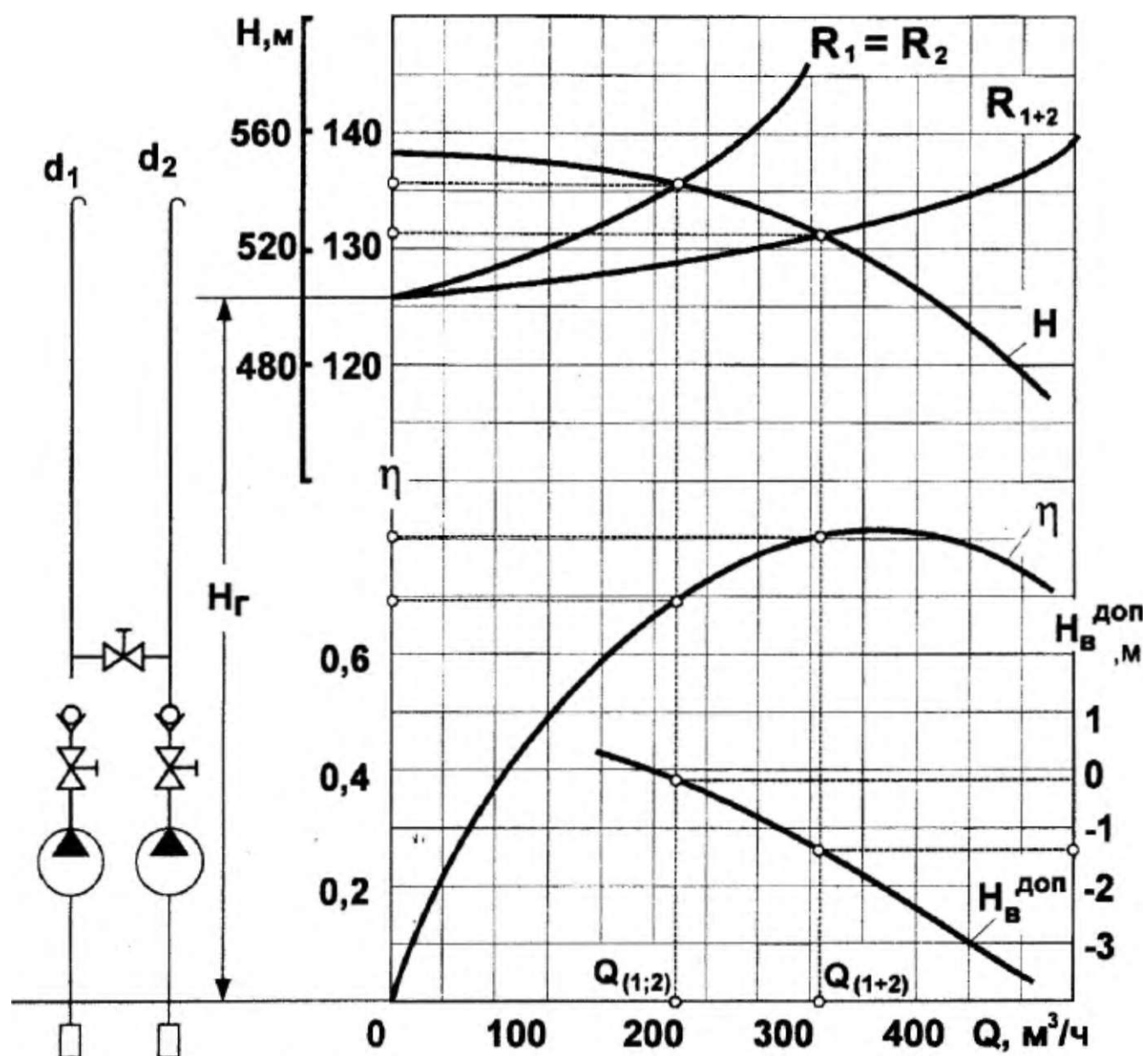


Рис.6.2. Параметры рабочего режима при включении одного насоса на два трубопровода $d_1 = d_2$

Сравнивая данный режим с работой этого же насоса отдельно на магистральный трубопровод (рис. 6.1), отмечаем увеличение произво-

дительности, снижение напора и повышение КПД, что является положительным результатом, так как экономия энергии при суточном притоке 5800 м^3 составит не менее 770 кВт-ч/сут.

На рис. 6.3 показано графическое построение характеристики двух трубопроводов с разными диаметрами ($d_1 < d_2$), включенных параллельно. Режим работы установки в этом случае характеризуется следующими параметрами:

$Q_{(1+2)} = 345 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{(1+2)} = 522 \text{ м}$, $\eta_{(1+2)} = 81,5 \%$, $H_{\text{в доп}}^{(1+2)} = -1,6 \text{ м}$;
расход воды через индивидуальный трубопровод - $Q_{1\text{T}} = 130 \text{ м}^3/\text{ч}$;
расход воды через магистральный трубопровод - $Q_{2\text{T}} = 215 \text{ м}^3/\text{ч}$.

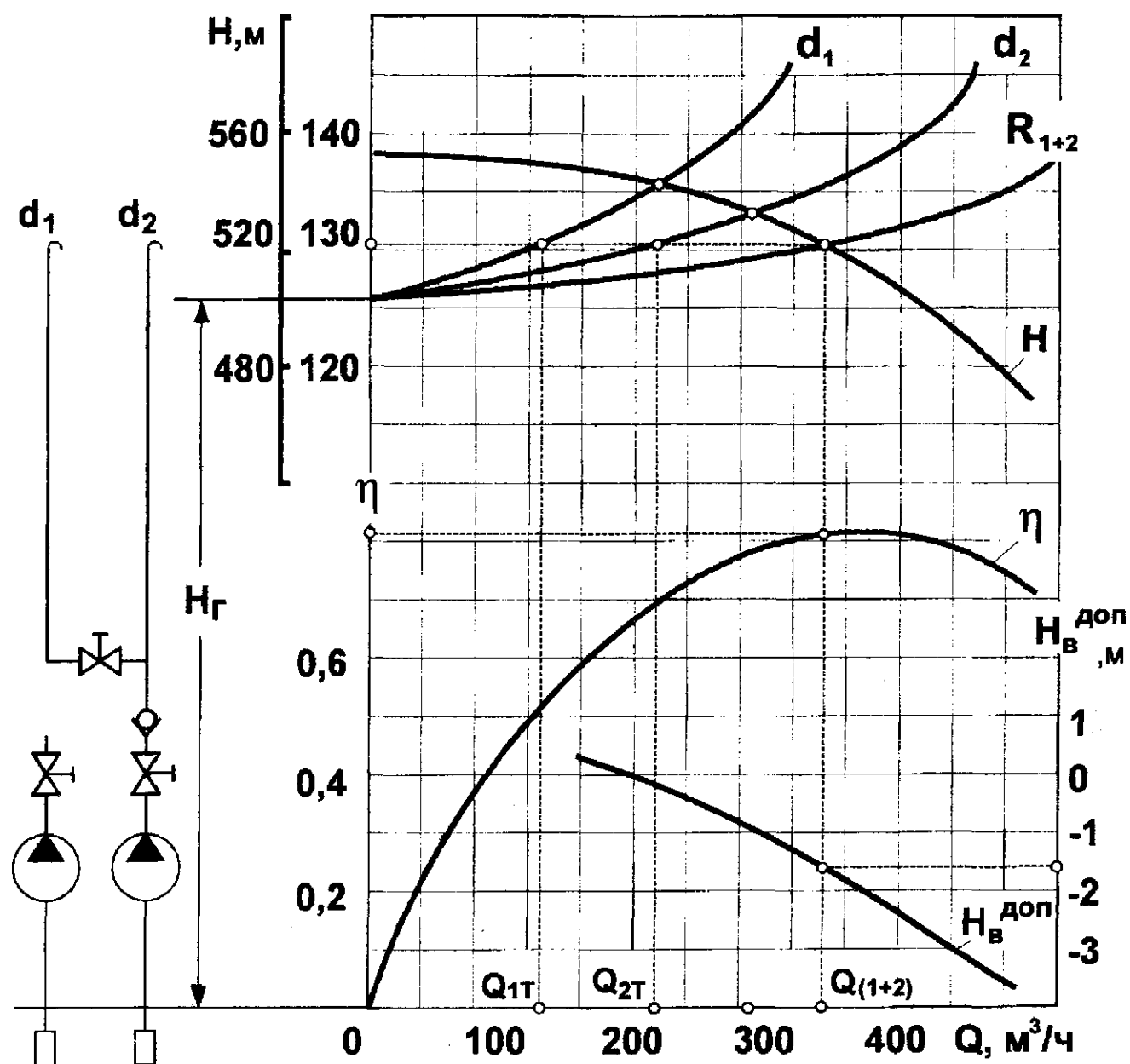


Рис. 6.3. Параметры рабочего режима при включении одного насоса на два трубопровода $d_1 \Phi d_2$

6.5 При откачке через один трубопровод группой насосов

Суммарную напорно-расходную характеристику нескольких насосов, включенных на один трубопровод параллельно (рис. 6.4), получают графическим сложением, как это было описано в п. 6.4 для трубопроводов. Эта схема включения используется при значительных притоках в паводковые периоды, когда откачку максимального притока производят группой насосов через магистральный или индивидуальный трубопровод, а нормальный приток откачивается группой с меньшим числом насосов, например одним. Режим работы установки в этом случае характеризуется параметрами:

$Q_{1+2} = 494 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{1;2} = 247 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{1;2} = 537 \text{ м}$, $\eta_{1;2} = 73 \%$, $H_{\text{в}}^{\text{доп}} = -1,3 \text{ м}$.

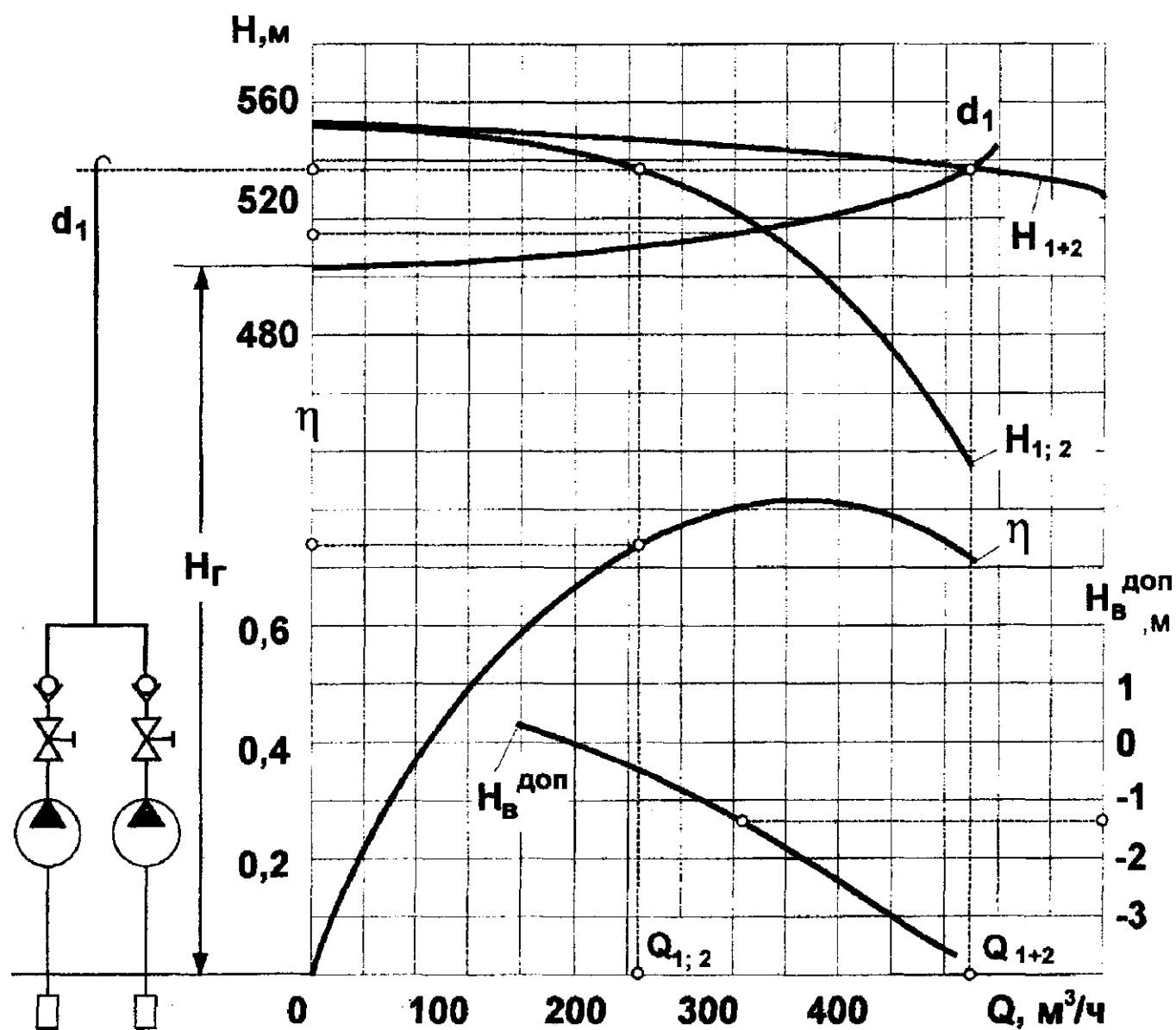


Рис. 6.4. Параметры рабочего режима при включении двух насосов на один трубопровод d_1

6.6 При откачке через два трубопровода группой насосов

Необходимость в одновременном использовании группы насосов и трубопроводов рис. 6.5 возникает, как правило, при появлении притоков выше максимального - аварийные притоки. При наличии двух и большего числа трубопроводов эта схема включения может быть использована при притоках больше нормального, до максимального притока включительно.

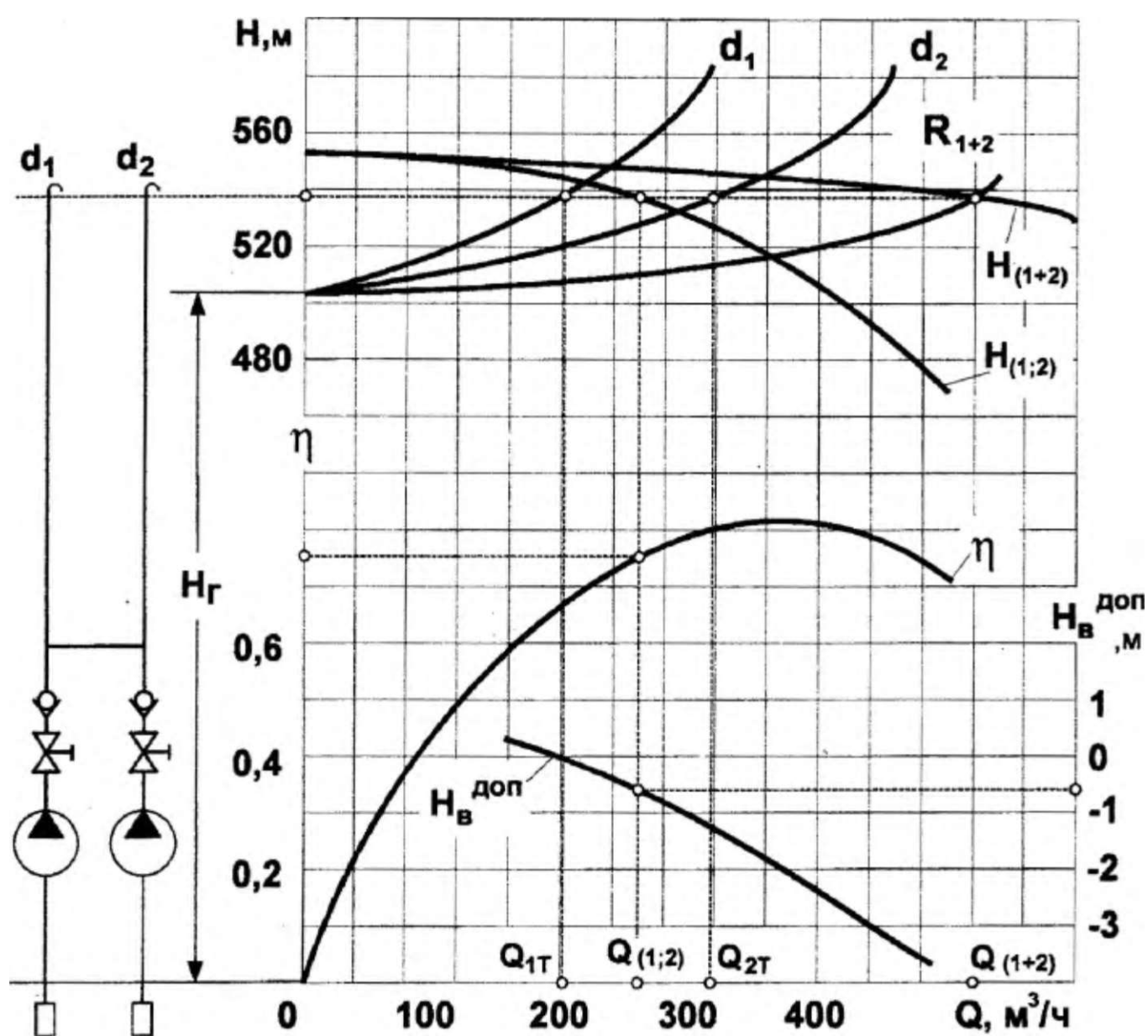


Рис. 6.5. Параметры рабочего режима при включении двух насосов на два трубопровода d_1 и d_2

Приемы для построения суммарных напорных характеристик насосов и трубопроводов разобраны ранее в п. 6.4. Если схема включения представлена двумя индивидуальными трубопроводами ($d_1 = d_2$) и дву-

мя насосами одного типоразмера, тогда режим работы каждого из насосов будет как в случае его подключения на один трубопровод (см. пример на рис. 6.1: $Q(i) = 215 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H^* = 544 \text{ м}$, $\eta_{(1)} = 69 \%$, $H_{в}^{\text{доп}}(1) = -0,2 \text{ м}$).

На рис. 6.5 приведена схема с индивидуальным и магистральным трубопроводами при параллельной работе двух одинаковых насосов. Режим работы установки в этом случае характеризуется параметрами: $Q_{(1+2)} = 520 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_1 = Q_2 = 260 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H_{1;2} = 538 \text{ м}$, $\eta_{1;2} = 75\%$, $H_{в}^{\text{доп}}_{1;2} = -0,6 \text{ м}$, $Q_n = 202 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Q_{2T} = 318 \text{ м}^3/\text{ч}$.

7 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ И ЕЁ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

7.1 Продолжительность работы установки при Q_{4H}

Продолжительность работы насоса для откачивания нормального притока t_H (ч) следует определять по формуле

$$t_H = 24Q_{4H}/Q_n, \quad (7.1)$$

где Q_d - действительная производительность рабочего насоса (или рабочей группы насосов), $\text{м}^3/\text{ч}$.

При $24 > t_H > 20$ ч имеется возможность, например для шахтных условий, выполнить требования § 591 [2], включая по очереди рабочий и резервный агрегат. В этом случае следует t_H разделить на две равные части, что позволит уравнивать продолжительность работы насосных агрегатов в течение года и регулярно подсушивать обмотки двигателей.

7.2 Продолжительность работы установки при $Q_{4га}^*$

Продолжительность работы насосного агрегата при откачивании максимального притока $t_{m,}$ (ч) определять аналогично:

$$t_{max} = 24Q_{4max}/Q_d, \quad (7.2)$$

где Q_d - действительная производительность рабочего насоса (или рабочей группы) при откачивании максимального притока в соответствии со схемой включения и точкой режима работы, $\text{м}^3/\text{ч}$.

7.3 Продолжительность работы установки при одновременном включении рабочего и резервного насоса

Продолжительность откачивания максимального суточного притока при включении одновременно рабочих и резервных насосов (или

групп насосов), что допускается правилами безопасности [2], следует определять по формуле

$$t_{м,р} = 24Q_{од} \quad (7.3)$$

где $Q_{од}$ - число насосов в рабочей и резервной группе, ед.;
 Q_j - действительная производительность насоса в рабочей и резервной группе, м³/ч.

Время работы насоса (или группы насосов) при откачивании нормального и максимального часового притоков в соответствии с ПБ [2] не должно превышать 20 ч.

7.4 КПД трубопровода

Для оценки эффективности вложения средств на строительство трубопроводного става (вертикальный ствол) следует использовать коэффициент полезного действия трубопровода $\eta_{тр}$ (ед.):

$$\eta_{тр} = H_r/H_d, \quad (7.4)$$

где H_d - действительный напор, с которым работает насос при откачивании соответствующего притока, м.

Для вертикальных трубопроводов рекомендуется иметь КПД в пределах

$$0,92 < \eta_{тр} < 0,96. \quad (7.5)$$

Большие значения достигаются увеличением диаметра трубопровода, что необходимо при высоких тарифах на электрическую энергию. Меньшие значения достигаются уменьшением диаметра трубопровода, что целесообразно при высокой стоимости труб и низких тарифах на электрическую энергию.

Для горизонтальных, наклонных и замкнутых вертикальных трубопроводов, когда длина трубопровода в 4-5 раз превышает высоту подъема, при транспортировании чистой воды потери напора на 1 км не должны быть больше 7 м.

При транспортировании грязной воды потери напора могут быть увеличены сверх нормы, но не более чем на 20 %.

При транспортировании гидросмесей (участки гидромеханизации, шламовые и бажерные установки) необходим расчет потерь напора с учетом гранулометрического состава и плотности твердой фазы.

7.5 КПД насосной установки

Режим работы насосной установки считается экономичным, если на стадии проектирования выполняются оба условия

$$0,65 < \eta_y > 0,8 \eta_{\text{та1}}, \quad (7.6)$$

где η_y - коэффициент полезного действия насосной установки, ед.;
 $\eta_{\text{та1}}$ - максимальный КПД насоса, как правило, достигается при номинальной производительности, ед.

$$\eta_y = \eta - \eta_{\text{дв}} \eta_{\text{лс}}, \quad (7.7)$$

где $\eta_{\text{лс}}$ ~ КПД линии электропередачи от трансформатора до двигателя насоса, следует принимать в пределах 0,95-0,99 (большее значение принимать при непосредственном примыкании ЦПП к насосной станции, что характерно для главных водоотливных установок).

7.6 Расход электроэнергии

Средний годовой расход электрической энергии водоотливной установкой W_p (кВт-ч) определять по формуле

$$W_r = 25,2 Q_p N_p / 3600 - \eta_{\text{дв}} \eta_{\text{лс}} [(365 - T_{\text{max}}) t_n n_{\text{раб}} + T_{\text{max}} t_{\text{max}} n_{\text{max}}], \quad (7.8)$$

где Q_p и N_p - производительность и напор в рабочем режиме для одного насосного агрегата, м³/ч и м;

$T_{\text{ма}}^*$ - продолжительность паводковых периодов за 1 год, сут;

t_n и $t_{\text{ма}}^*$ - продолжительность откачивания нормального и максимального суточного притока воды в горные выработки, ч;

$n_{\text{раб}}$ и $n_{\text{ма}}$ - число рабочих насосов при откачке нормального и максимального притока воды в горные выработки, ед.

Удельный расход электроэнергии на 1 м³ воды $\eta_{\text{уд}}$ (кВт-ч/м³)

$$= W_r / [Q_{\text{гн}} (365 - T_{\text{max}}) t_n n_{\text{раб}} + Q_{\text{гма}} T_{\text{max}} t_{\text{max}} n_{\text{ма}}], \quad (7.9)$$

Удельный расход электроэнергии на тонну добычи $E_{\text{уд}}$ (кВт ч/т):

$$E_{\text{уд}} = W_p / A_{\text{год}}, \quad (7.10)$$

где $A_{\text{год}}$ - годовая добыча горного предприятия (участка, блока), т/год.

8 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СООРУЖЕНИЯ УСТАНОВКИ

8.1 Объем водосборника

Назначение водосборника - осветление шахтной (рудничной) воды и накопление её во время остановки водоотливной установки не менее 4 часов подряд в течение суток.

В шахтах число водосборников (главной установки) должно быть не менее двух: один в работе, а другой в очистке или в ремонте. В паводковый период оба водосборника должны быть очищены от шлама и находиться в рабочем состоянии. Ёмкость каждого водосборника V_B (м³) определяется из условия

$$V_B > 4Q_{\max}. \quad (8.1)$$

Ёмкость водосборника может быть значительно больше величины $4Q_{\max}$. Это зависит от схемы околоствольного двора, величины максимального притока, потребности регулирования в течение суток потребления электрической энергии на предприятии (участке, блоке) из-за ограничений мощностью трансформатора или использования льготного тарифа на энергию. В последнем случае ёмкость водосборника определяется из расчета продолжительности вынужденного простоя установки в течение суток. В любом случае строительство водосборника большей ёмкости, чем требуют ПБ, должно быть обосновано экономическими расчетами.

Аварийный уровень воды в водосборнике должен быть ниже отметки почвы околоствольного двора не менее чем на 0,5-1 м. Верхний уровень воды должен быть ниже аварийного не менее чем на 0,5-1 м. Значения меньше 1 м должны быть обоснованы расчетами и утверждены горной инспекцией. В любом случае объем воды, равный установленной ёмкости водосборника, должен полностью размещаться в выработках водосборника между отметками нижнего и верхнего уровня.

Под водосборники на шахтах строят горизонтальные выработки арочного и прямоугольного сечения с шириной в свету 2,5-3 м. Высота выработки не должна быть менее 2,5 м. Необходимый объем водосборника обеспечивается его протяженностью нередко в сотни метров. Всегда следует стремиться к сокращению длины шахтных водосборников.

На стадии проектирования следует закладывать водосборник с учетом его механизированной очистки и складирования ила. Предпочти-

тельной гидросмывная очистка с последующим транспортированием ила шламовыми насосами и заполнением отработанных выработок.

При сооружении зумпфов на карьерах необходимо, чтобы расчетный объем (V_B) располагался между нижним и верхним уровнем воды. Реально глубина зумпфа больше разности между этими отметками, как правило, на 2-3 м и более. В этих условиях требуемый объем зумпфа обеспечивается за счет площади поверхности воды (размеров зумпфа в плане).

8.2 Силовой кабель питания двигателя насоса

В практике водоотлива на горных предприятиях в качестве привода используются, как правило, трехфазные электрические двигатели, поэтому для выбора сечения кабеля необходимо рассчитать линейный ток I_L (А):

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} U_L \cos \varphi} \quad (8.2)$$

где U_L - номинальное линейное напряжение двигателя насоса, кВ;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности двигателя, ед.

Сечение жилы силового кабеля S_i (мм²) определяется с учетом экономической плотности тока $I_{\Sigma K}$ (А/мм²):

$$S_i = I_L / I_{\Sigma K} \quad (8.3)$$

По величине S_i принимается ближайшее сечение жилы из стандартного ряда (см. табл. 8.1).

Таблица 8.1

Экономическая плотность тока [16]

Проводники	Число часов использования максимальной нагрузки за 1 год		
	1000-3000	3000-5000	более 5000
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

Допустимые (нормативные) потери напряжения в питающем кабеле $[AU]$ (В) не должны превышать 5 % от номинального напряжения питания двигателя

$$[AU] = 50 I_L \quad (8.4)$$

Действительные потери напряжения в питающем кабеле ΔU (В)

$$\Delta U = 1,73 \cdot l_{\text{к}} (R_{\text{к}} \cos \varphi + X_{\text{к}} \sin \varphi), \quad (8.5)$$

где $l_{\text{к}}$ - длина кабеля от питающего трансформатора до двигателя, км;
 $R_{\text{к}}$ и $X_{\text{к}}$ - активное и индуктивное сопротивление кабеля, Ом/км, следует принимать по табл. 8.2.

Таблица 8.2

Сопротивления трех- и четырехжильных бронированных
и шахтных кабелей с медными жилами (Ом/км) [16]

Сопротив- ление	$S_{\text{б}}$ мм ²									
	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
$R_{\text{к}}$	4,5	3	1,81	1,13	0,726	0,52	0,363	0,259	0,191	0,151
$X_{\text{к}}$	трехжильный									
$U < 1,14 \text{ кВ}$	0,095	0,09	0,073	0,068	0,066	0,064	0,063	0,061	0,060	0,060
III 6 кВ			0,11	0,102	0,091	0,087	0,09	0,080	0,078	0,076
$U < 10 \text{ кВ}$	-	-	0,122	0,113	0,099	0,095	0,081	0,086	0,083	0,081
$X_{\text{к}}$	четырёхжильный									
$U < 10 \text{ кВ}$	-	0,121	0,119	0,107	0,091	0,086	0,083	-	-	1 I —

Сопротивления алюминиевых и стальных проводников ориентировочно могут быть установлены умножением величины $R_{\text{к}}$ или $X_{\text{к}}$ из табл. 8.2 на коэффициент 1,65 и 5,88 соответственно.

При невыполнении условия

$$[\Delta U] > \Delta U \quad (8.6)$$

следует принять кабель большего сечения или заменить на алюминиевый или медный, если разрешено правилами безопасности.

Выбранное сечение проводника сети напряжением выше 1 кВ следует проверить на термическую стойкость к токам короткого замыкания $I_{\text{кз}}$ (А):

$$I_{\text{кз}} = I_{\text{н}} \cdot 50 / [3(\sum R)^2 + 3(\sum X)^2]^{1/2}, \quad (8.7)$$

где $\sum R$ и $\sum X$ - сумма, соответственно, активных и реактивных сопротивлений элементов сети от источника питания (включая трансформатор) до шпилек двигателя, Ом.

Минимальное сечение жилы по условию термической стойкости при коротком замыкании $S_{\text{мин}}$ (мм²) для шахтных кабельных сетей при суммарной продолжительности срабатывания реле максимальной за-

щиты (максимального тока) и выключателя до 0,25 с:

$$S_{\min} = 0,051_{\text{кз}}/C, \quad (8.8)$$

где C - расчетный коэффициент материала проводника, следует принимать для медных жил - 165, алюминиевых - 88, стальных - 70.

При невыполнении условия

$$S_{\min} < St \quad (8.9)$$

следует принять кабель большего сечения или заменить на алюминиевый или медный, если разрешено правилами безопасности.

8.3 Средства автоматизации

Не менее важным элементом водоотливной установки является система автоматизации, так как оперативное управление её режимом работы должно осуществляться дистанционно по команде горного диспетчера или автоматически без вмешательства обслуживающего персонала. Для этого задвижки на насосах и трубопроводах должны иметь управляемый привод и связь с датчиками нижнего, верхнего и аварийного уровня воды в водосборнике. Дополнительно система должна включать средства для заливки насосов перед запуском и (или) удаления притечек воды в насосную станцию [12,16].

В шахтных условиях в установках главного водоотлива следует использовать гидропривод для управления задвижками, а в участковых установках - электропривод. Электропривод рекомендован для всех типов водоотливных установок на разрезах и карьерах.

Характеристики основных систем автоматизации и их комплектующих приведены в прил. 6.

8.4 Вспомогательное оборудование

8.4.1 Заливка насоса

Для большинства водоотливных установок горных предприятий (с положительной высотой всасывания) перед запуском насоса должна производиться предварительная заливка водой корпуса насоса и всасывающего трубопровода. Для этой цели в пределах насосной станции и прилегающих к ней выработок должно быть установлено заливочное оборудование. С этой целью могут применяться заливочные насосы, вакуумные насосы, заливочные и аккумулирующие баки, напорный трубопровод.

В качестве заливочных насосов следует использовать насосы:

- объемного действия, например винтовые и диафрагмовые (мембранные), при высоте подъема воды для самозаливки не более 7-8 м;
- центробежные погружные, например Кама, Гном, ЦТВ 6-25-35 и другие модели;
- центробежные типа ЗПН с встроенной емкостью или консольные обычного исполнения с вынесенной емкостью (для самозаливки);
- вакуумные насосы водокольцевые типа ВВН.

Производительность заливочного насоса $Q_{ЗН}$ (м³/ч) следует определять по формуле

$$Q_{ЗН} > 3q, \quad (8.10)$$

где q - суммарные утечки воды в системе заливки одного насоса или группы насосов, $q = 2 - 4$ м³/ч при подключении одного заливочного насоса к 2 - 3 рабочим насосным агрегатам.

При установке насосных агрегатов ниже уровня почвы в насосной камере функции заливочного должен выполнять дренажный насос.

Индивидуальные заливочные баки должны располагаться выше корпуса насоса и в шахтах их следует устанавливать в трубном ходке, для разрезов и карьеров - в непосредственной близости от насоса выше напорного патрубка на 0,2 - 0,5 м. Емкость заливочного бака $U_{ЗБ}$ (м³) следует определять по формуле

$$V_{ЗБ} > V_0 + q t_{пр}, \quad (8.11)$$

где V_0 - объем всасывающего трубопровода и проточной части корпуса насоса, до напорного патрубка включительно, м³;

$t_{пр}$ - максимальная расчетная продолжительность простоя насосной установки, ч.

Величина $t_{пр}$ зависит от емкости водосборника и определяется по минимальному притоку Q_{min} (м³/ч):

$$W = V_B / Q_{min}. \quad (8.12)$$

Заливку насосов с притоками до 200 м³/ч можно произвести из стандартного бака-аккумулятора, который должен располагаться выше корпуса насоса [12].

Заливку насоса через байпас из напорного трубопровода предусматривать при притоках менее 50 м³/ч для неавтоматизированных установок. Следует подчеркнуть, что этот способ наиболее трудоемкий и снижает надежность работы установки в целом, особенно для разрезов и карьеров в зимнее время.

8.4.2 Регулирование подачи воды в насосную камеру

В шахтных условиях соединение водосборников с приёмным колодцем насосной станции (колодцами, траншеей) или всасывающим коллектором следует выполнять перепускными трубами, оборудованными задвижками на рабочее давление не менее 0,25 МПа. Диаметры перепускных труб и задвижек должны быть согласованы с производительностью рабочего насоса или группы насосов и приниматься по табл. 8.3.

Для всех режимов откачки воды диаметр условного прохода перепускного трубопровода D_y (мм) должен соответствовать условию

$$D_y > 26,8(QJ^{1/2}) \quad (8.13)$$

Здесь следует соблюдать $[Q_{\text{н}}] = \text{м}^3/\text{ч}$.

Таблица 8.3

Диаметры задвижек для установки на перепускные трубы [4]

Производительность насоса, $\text{м}^3/\text{ч}$	100	150	250	300	500	850
D_y , мм	250	300	400	500	600	800

Задвижки на перепускных трубопроводах предназначены для регулирования поступления воды к насосам, для отключения водосборников при их очистке, а также для герметизации насосной установки со стороны водосборников при аварийных ситуациях.

Задвижки на перепускных трубах должны иметь дистанционный привод, а перепускные трубы со стороны водосборника должны оборудоваться сетками.

8.4.3 Удаление притечек воды из насосной камеры

При установке насосов на фундаменты, верхняя кромка которых располагается ниже отметки АУВ - аварийный уровень воды в водосборнике, в пределах насосной станции оборудуется зумпф для сбора утечек воды из насосов, трубопроводной арматуры и притечек из смежных выработок, а от каждого насоса выполняется дренажный канал с уклоном в сторону зумпфа. При числе насосных агрегатов в насосной камере от 3 до 5 зумпф следует располагать в дальнем от ЦПП углу. При большем числе агрегатов зумпф следует располагать ближе к среднему насосу в нише. Емкость зумпфа V_3 (м^3) при постоянной работе одного из двух дренажных насосов (1 - рабочий, 1 - резервный) и воз-

возможности его остановки не более чем на 15 минут следует определять по формуле

$$V_3 > (K_y Q_d n_{\text{м}} \text{Ч}_{\text{щ}} + \text{Ч}_{\text{сп}}) / 4, \quad (8.14)$$

где K_y - коэффициент, учитывающий утечки воды через уплотнения и разгрузочное устройство (гидропята) насоса, ед.;

$n_{\text{м}}$ - число насосов, работающих одновременно при откачке максимального притока воды в горные выработки, ед.;

$\text{Ч}_{\text{сп}}$ - суммарные утечки воды через сальниковые уплотнения на всасывающих трубопроводах насосов, водонепроницаемые перемычки и окружающие породы, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Величина K_y определяется конструкцией насоса и техническим состоянием разгрузочного устройства и сальниковых уплотнений его вала. Для насосов типа ЦНС при удовлетворительном техническом состоянии следует принимать $K_y < 0,05$. Для насосов без разгрузочного устройства с производительностью не более $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ объем утечек, как правило, не превышает $0,5-1,5 \text{ л/мин}$.

Величина $q_{\text{сп}}$ в большей степени зависит от числа установленных насосов, поэтому ориентировочно может быть определена по формуле

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = (0,04-0,10) n_{\text{нп}}. \quad (8.15)$$

Вода из зумпфа дренажным насосом может подаваться в водозаборную емкость (колодец или граншею) или через редукционный клапан в коллектор установки.

Производительность дренажного насоса $Q_{\text{дн}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) следует определять по формуле

$$Q_{\text{дн}} > K_y (Q_d n_{\text{га}} + q_{\text{сп}}). \quad (8.16)$$

В качестве дренажных насосов следует использовать насосы, рекомендованные для заливки.

8.4.4 Подъемно-транспортное оборудование

В шахтных условиях для выполнения подъемно-транспортных операций при ремонтных, монтажных и демонтажных работах необходимо устанавливать в насосной камере неподвижную балку с талью при массе единичного груза до 1 т, таль с передвижной балкой с ручным приводом при массе до 3 т, кран-балку с электроприводом (исполнение РВ) при массе более 3 т [3]. При необходимости эти грузоподъемные устройства могут быть использованы для транспортирования насосного оборудования в пределах насосной камеры.

8.4.5 Транспортирование оборудования в насосную камеру

В шахтных условиях для транспортирования груза по наклонному ходу и в пределах насосной камеры необходимо проложить рельсовый путь и установить в верхней части хода (5-10 м от клетового ствола) однобарабанную лебедку с ручным приводом. Необходимое тяговое усилие и канатоемкость барабана лебедки определяются с учетом массы груза и транспортного средства, на котором его доставляют, протяженности и угла наклона к горизонту почвы трубного хода.

Разрывное усилие каната лебедки рассчитывается по величине установленного тягового усилия и коэффициента статического запаса прочности каната $[a] = 4,5-5$ и принимается по ГОСТ 3088-80, 7668-80, 7669-80 [1, 17].

Сопряжение насосной станции со смежными выработками, как правило, по горнотехнологическим причинам осуществляется под некоторым углом, что не позволяет без дополнительных маневровых операций доставлять оборудование и материалы в камеру. Трубный ходок, как правило, имеет либо изгиб с небольшим радиусом, либо излом (примыкает к камере под прямым углом). Поэтому в местах сопряжения выработок под прямым углом необходимо устанавливать поворотный круг (без привода) для перевода транспортного средства на смежный рельсовый путь. В остальных случаях радиус закругления рельсового пути в ходке должен быть более трех жестких баз транспортного средства ($R > 3S_6$).

Для насосных станций карьеров и разрезов следует строить автомобильные дороги для доставки насосного агрегата или отдельных его узлов и возможности выполнения монтажных и демонтажных работ с использованием автокранов на любом участке коллектора.

При использовании понтонных насосных установок на одной из сторон зумпфа (дальней от технологической дороги) выполняется съезд под углом к горизонту не более 25° и шириной в 1,5-2 раза больше ширины понтона. На берегу рядом со съездом, но не ближе 10 м от края зумпфа, должна быть подготовлена горизонтальная площадка для расположения на ней понтона, автокрана, автомобиля с запасным оборудованием, автомобиля с технологической оснасткой для ремонта и выполнения необходимых монтажных и ремонтных работ насосного агрегата, понтона и трубопровода.

9 КРАТКИЙ ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЛАВНОЙ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ ШАХТЫ

Для удобства оперативного использования методического материала, представленного в разд. 1-7, нумерация параграфов в этом разделе выполнена так, что две последние цифры указывают номер раздела и номер параграфа, в котором приведена необходимая информация для решения конкретного вопроса. Например, в п. 9.3.1 необходимо выбрать схему водоотливной установки, а необходимая информация для принятия решения (рекомендации) приведена в п. 3.1 Обоснование схемы водоотлива.

Для исключения повторений в расчете опущены параграфы, в которых результат не изменяется при корректировке отдельных элементов установки. Поэтому в этом разделе не везде соблюдается последовательная нумерация параграфов.

9.1.2 Исходные данные

1.	Шахта		им. Клары Цеткин
2.	A		2-Ю ⁶
3.	Отметка горизонта	м	+ 280
4.	H _ш	м	90
5.	L _{ств} (длина наклонного ствола)	м	270
6.	QH	м ³ /ч	800
7.	Q _{max}	м ³ /ч	1800
8.	pH		6
9.	T	год	24
10.	t _n (продолжительность паводков в течение года)	сут	98
11.	Назначение ствола		подача свежего воздуха, доставка оборудования и материалов

9.1.3 Задачи расчета

1. Выбрать насос.
2. Выбрать тип насосной установки (тип насосной станции).
3. Рассчитать трубопровод.
4. Определить параметры рабочего режима установки.
5. Выбрать привод насоса.
6. Выбрать вспомогательное оборудование установки.

7. Выбрать аппаратуру автоматизации установки.
8. Рассчитать технико-экономические показатели работы установки.

9.3.1 Принимаем одноступенчатую схему водоотлива.

9.3.2 $Q_{pH} = 1,2 \cdot 1 \cdot 800 = 2160 \text{ м}^3/\text{ч};$

будем планировать откачку максимального притока двумя насосами одновременно для снижения единичной мощности агрегатов; далее для расчета примем $Q_{pH} = 2160/2 = 1080 \text{ м}^3/\text{ч}.$

9.3.3 $H_{op} = 94 + 0,007 \cdot 270 \gg 96 \text{ м}.$

Принимаем предварительно насосную станцию с положительной высотой всасывания траншейного типа. $H_r = 90 + 3 + 1 = 94 \text{ м}.$

9.3.4 Из четырех насосов (Д1260-125, Д1600-90, Д2000-100 и ЦНС 850-240), в зону промышленного использования которых попадает точка $Q_{pH} - 1080 \text{ м}^3/\text{ч}, H_{op} = 96 \text{ м}.$

Примем для расчета Д1600 - 90 с рабочим колесом $D = 540 \text{ мм}$ (при $Q = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}, H = 98 \text{ м}, H_{в}^{доп} = 5 \text{ м}, H_{10} = 103 \text{ м}, \lambda = 0,78).$

$p_{r,тр} = 800/1080 = 0,74;$ примем $= 1;$

$p_{на} = 1 + 1 + 1 = 3$ (см. табл. П8.6).

9.3.5 $94 < 0,95 \cdot 103 = 97,85 \text{ м}$ - условие (3.13) выполняется.

1. Наименование насоса	Д1600-90		
2. Параметры номинального режима :			
производительность	$\text{м}^3/\text{ч}$	1600	
напор	м	90	
КПД	ед.	0,90	
частота вращения	об/мин	1475	
допустимая высота всасывания	м	2,5	
мощность	кВт	436	
3. Габаритные и присоединительные размеры	мм		
в том числе	Ду(вс)	450	
	Ду(н)	400	
4. Масса насоса	кг	1525	

9.4.1 Примем схему коллектора по рис. 4.2, а, поэтому при $p_{н.а} = 3$ и $p_{тр} = 2$ будем иметь расход арматуры: $З_а = 8; Т_р = 10; О_т = 4; З_н = 1; Р_д = 2.$ $З_а$ - задвижка с приводом; $Т_р$ - тройник; $О_т$ - отвод; $З_н$ - задвижка с ручным приводом; $О_к$ - обратный клапан; $П_к$ - переход - конфузор; $П_д$ - переход диффузор; $С_к$ - сетка с клапаном; $Р_д$ - водомер; $В_с$ - выпускное отверстие (потери напора с выходной скоростью).

IУ)

9.5.1 $d_M = 18,8(1080/1,5) = 504,5$ мм; $d_{вс}$ предварительно примем равным диаметру всасывающего патрубка насоса - 450 мм, предварительно в коллектор примем арматуру с условным диаметром 500 мм.

9.5.2 $P_p = 1,25-1020-9,8-99-10^* = 1,237$ МПа;

$5_0 = 1000-1,237/(0,8-350) = 4,42$ мм;

$\delta = 100[4,42 + (0,15^{0,2} 10)]/(100-15) = 9,3$ мм.

9.5.3 $D_{рт} = 504,5 + 2 \cdot 9,3 = 523,1$ мм;

примем в напорный трубопровод трубу 530х12 по ГОСТ 10704-76;

примем во всасывающий трубопровод трубу 480х4 по ГОСТ 10704-76;

примем в коллектор трубу 530х12 по ГОСТ 10704-76;

$v_{,,} = v_K = 4 \cdot 1080 / [3600 - \pi(0,530 - 2 \cdot 0,012)^2] = 1,49$ м/с;

$v_B = 4 \cdot 1080 / [3600 - \pi(0,480 - 2 \cdot 0,004)^2] = 1,71$ м/с.

Трубо- провод	Дспн» мм	Дета, мм	б, мм	Р, МПа	QPT, м /ч	V,, в к, м/с	Марка стали
(ИТ)	530	506	12	1,24	1080	1,49	Ст2сп
(ВТ)	480	472	4	0,1	1080	1,71	Ст2сп
(КТ)	530	506	12	1,24	1080	1,49	Ст2сп

9.5.4 $l_K = 2 \cdot 2,5 + 3 \cdot 3,5 + 2 \cdot 1,3 = 18,1$ м.

9.5.5 Всасывающий трубопровод $l_B = 8$ м;

СК⁰⁰) - 1 шт., $\epsilon_{от} = 3,2$; ПД⁰⁰^Г) - 1 шт., $\epsilon_{ок} = 0,25$;

ОТ₍₄₈₀₎ - 1 шт., $\epsilon_{от} = 0,6$; ГЦ472.400) - 1 шт.; $\epsilon_{11K} = 0,1$;

$X_B = 0,021/(0,480 - 2 \cdot 0,004)^{0,3} = 0,0263$;

$h_B = [(0,0263 \cdot 8 / 0,472) + (3,2 + 0,25 + 0,6 + 0,1)] 1,71^2 / (2g) = 0,68$ м.

Напорный трубопровод в ходке, в стволе и на поверхности

$l_{,,} = 270 + 50 + 50 = 370$ м; $A_{ч} = 0,021/(0,530 - 2 \cdot 0,012)^{0,3} = 0,02576$.

ОТ - 4 шт., $\epsilon_{от} = 0,6$; Тр - 2 шт., $\epsilon_{тр} = 1,5$; Ве - 1, $\epsilon_{ве} = 1$;

$h_H = [(0,02576 \cdot 370 / 0,506) + (4 \cdot 0,6 + 2 \cdot 1,5 + 1)] 1,49^2 / (2g) = 2,85$ м.

Коллектор: $L_K = 1,5 + 1,5 + 2(3,6 + 1,3) + 3 + 3(3,5 + 1,3) = 30,2$ м.

$X_K = 0,02576$. ГЦ400.500) - 1 шт., $\epsilon_{д} = 0,25$; 3а₍₅₀₀₎ - 4 шт., $\epsilon_{а} = 0,26$;

Тр - 8 шт., $\epsilon_{ф} = 1,5$; ОК - 1 шт., $\epsilon_{ок} = 10$; ОТ - 6 шт., $\epsilon_{от} = 0,6$;

$h_K = [(0,02576 \cdot 30 / 0,506) + (1 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,26 + 8 \cdot 1,5 + 1 \cdot 10 + 6 \cdot 0,6)] \times 1,49^2 / (2 \cdot 9,81) = 3,19$ м.

9.5.6 $R = (0,68 + 3,19 + 2,85) / 1080^2 = 0,00000576$ ч²/м⁵;

$H = 94 + 5,76 \cdot 10^4 Q^2$.

Q, м ³ /ч	0	200	400	600	800	1000	1080	1200
(ИТ) H, м	94	94,23	94,91	96,05	97,64	99,76	100,72	102,21

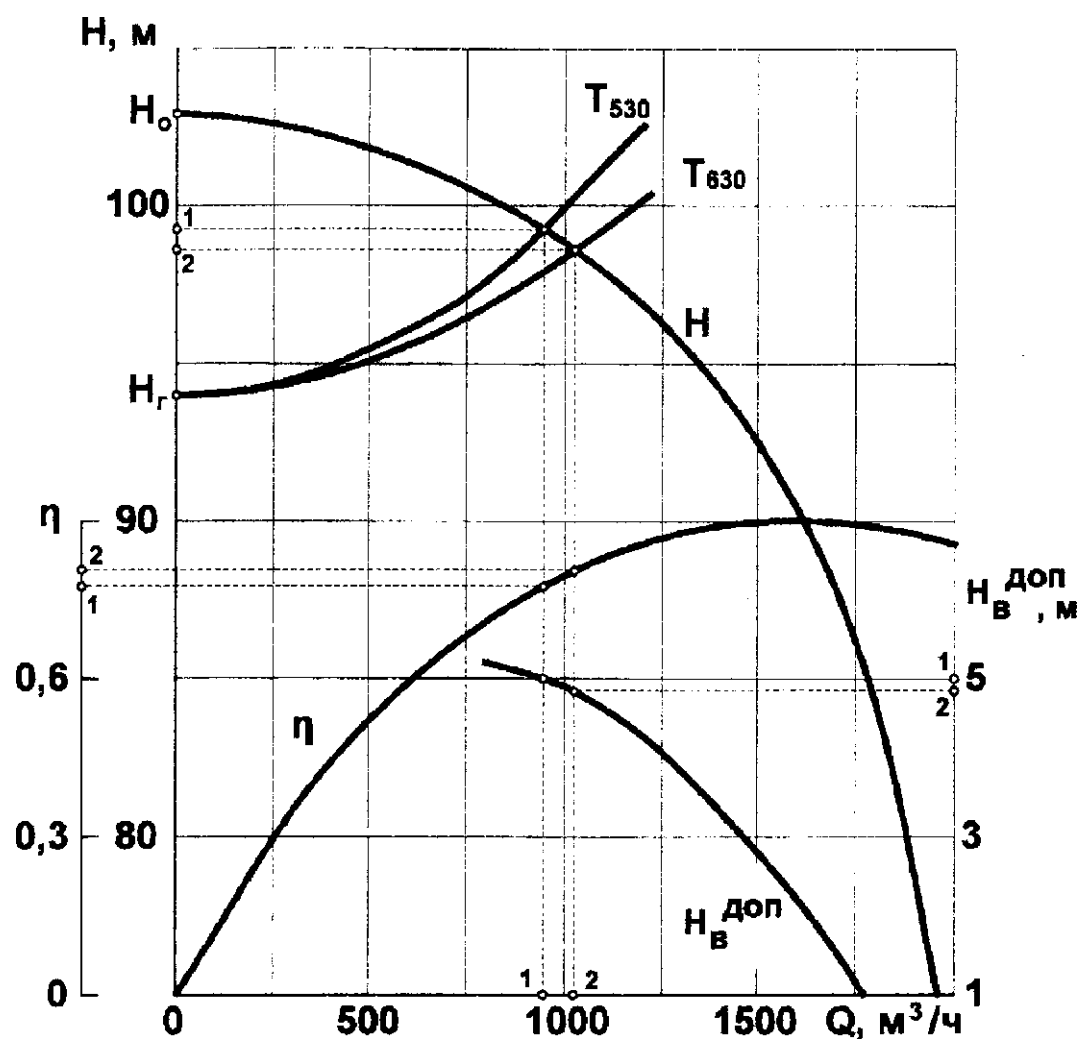


Рис. 9.1. Рабочие характеристики установки:

H - напорная; $H_{\text{в доп}}$ - всасывающая; η - КПД; T_{530} и T_{630} - сети с трубами диаметром 530 и 630 мм, соответственно

9.6.1 $Q = 973 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H = 99 \text{ м}$; $\eta = 0,78$; $H_{\text{в доп}} = 5,0 \text{ м}$ (точки 1 на рис. 9.1). Так как $Q < Q_{\text{рн}}$ и работать с КПД менее 0,81 для этого насоса недопустимо, поэтому необходимо реконструировать трубопровод для уменьшения потерь напора. Это возможно за счет увеличения сечения напорного трубопровода без изменений в коллекторе. Следует повторить расчеты в п. 9.5.3 - 9.6.1.

9.5.3 Примем в напорный став трубу 630x7 по ГОСТ 10704-76;
 $v_H = 4 \cdot 1080 / [3600 - \pi(0,630 - 2 \cdot 0,007)^2] = 1,01 \text{ м/с}$.

9.5.5 Напорный трубопровод в ходке, в стволе и на поверхности:

ДД(506-616) - 1, $\xi_{\text{пд}} = 0,25$; От - 4, $\xi_{\text{от}} = 0,6$; Тр - 2, 1,5;

Ве - 1, $\xi_{\text{вс}} = 1$; $K = 0,021 / (0,630 - 2 \cdot 0,007)^{0,3} = 0,02429$;

$h_H = [(0,02429 \cdot 370 / 0,616) + (1 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,6 + 2 \cdot 1,5 + 1)] \times$
 $\times 1,01^2 / (2g) = 1,09 \text{ м}$.

$$9.5.6 \quad R = (0,68 + 3,19 + 1,09)/1080^2 = 0,00000425 \text{ ч}^2\text{-м}^{-5};$$

$$H = 94 + 0,00000425Q^2.$$

Q, м ³ /ч	0	200	400	600	800	1000	1080	1200
(ИТ) Н, м	94	94,17	94,68	95,52	96,70	98,22	98,92	100,08

9.6.1 $Q = 1025 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H = 98,5 \text{ м}$; $\lambda = 0,85$; $H_{\text{в}}^{\text{доп}} = 4,85 \text{ м}$ (точки 2 на рис. 9.1). Несмотря на то, что $Q < Q_{\text{РН}}$, откачка максимального суточного притока возможна менее чем за 24 часа (проверка будет ниже), поэтому дальнейшую реконструкцию трубопровода выполнять пока не будем.

Так как $H_{\text{тах}}/H = 103/98,5 = 1,05 < 1,20$, поэтому на байпасе вместо 3н необходимо установить переливной клапан для исключения повышения напора в трубопроводе до 100 - 101 м при работе насоса.

$$\lambda_{\text{пр}} = 94/98,5 = 0,954 - \text{условие (7.5) выполняется.}$$

9.6.2 $H_{\text{ГВ}}^{\text{тах}} = 4,85 - 0,68 - 1,71^2/2g = 4,02 \text{ м} > 3 = H_{\text{вср}}$; при высоте всасывания до 4 м режим работы насоса будет без кавитации.

$$9.6.3 \quad N_{\text{р}} = g \cdot 1025 \cdot 98,5 / (3600 - 0,92 \cdot 0,85) = 351,5 \text{ кВт};$$

$$T_{\text{ДВ}} = 387 - 422 \text{ кВт}; \quad \text{выбираем двигатель.}$$

1. Наименование двигателя		BA0500L4
2. Мощность	кВт	400
3. Частота вращения синхронная	об/мин	1500
4. Напряжение питания	В	6000
5. Коэффициент полезного действия ($\lambda_{\text{дв}}$)		0,945
6. Коэффициент мощности ($\cos \phi$)		0,88
7. Маховый момент	Н-м ²	680
8. $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$		6
9. $M_{\text{тах}}/M_{\text{ном}}$		2,5
10. Габаритные и присоединительные размеры	мм	
(см. табл. 12.28 и 12.29, рис. 12.13 [1])		
11. Масса двигателя	кг	3350

9.6.4 Включение одного насоса на два параллельных трубопровода позволит работать установке с параметрами:

$$Q = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad H = 95,9 \text{ м}; \quad \lambda = 0,865; \quad H_{\text{в}}^{\text{доп}} = 4,05 \text{ м};$$

$$B_{\text{да}} = 399,2 \text{ кВт. При } H_{\text{ГВ}}^{\text{шах}} < 3 \text{ работа насоса будет без кавитации.}$$

9.6.5 Включение параллельно двух насосов на один трубопровод следует использовать в период подготовки ГВУ к приему максимального притока, когда второй трубопровод временно не работает (на реви-

зии); в этом случае установка будет работать с параметрами: $Q = 1300 = (650 + 650) \text{ м}^3/\text{ч}$; $H = 100,9 \text{ м}$; $\lambda = 0,60$; $H_{\text{в}}^{\text{доп}} > 5 \text{ м}$; $K_{\text{дв}} = 314,9 \text{ кВт}$; режим безопасный, но неэкономичный, поэтому продолжительность его использования следует максимально ограничивать.

9.6.6 Включение одновременно двух насосов на два трубопровода следует применять при откачке максимального притока; так как фактически каждый насос работает на один трубопровод, поэтому любой из агрегатов работает с параметрами: $Q = 1025 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H = 98,5 \text{ м}$; $\lambda = 0,85$; $H_{\text{Г}} = 4,85 \text{ м}$; $N_{\text{JB}} = 342,2 \text{ кВт}$; производительность ГВУ в этом случае $2050 < 2160 \text{ м}^3/\text{ч}$, поэтому потребуется для откачки суточного максимального притока использовать три насоса.

9.7.1 $t_{\text{H}} = 24 \cdot 800 / 1025 = 18,73 < 20 \text{ ч}$, требования ГПБ выполняются.

9.7.2 $t_{\text{max}} = 24 \cdot 1800 / 1025 = 42,15 \text{ ч}$; при работе по очереди трех насосов по $14,05 \text{ ч/сут}$ (менее 20 ч/сут) установка будет откачивать суточный максимальный приток за $21,07 \text{ ч}$.

9.7.4 $\eta_{\text{пр}} = 94 / 98,5 = 0,954$; условие (7.5) выполняется.

9.7.5 $\lambda_{\text{y}} = 0,85 - 0,945 - 0,98 = 0,787 > 0,72 = 0,8 - 0,9$;
условие (7.6) выполняется.

9.7.6 $W_{\text{r}} = 1,05 \cdot 342,21(365 - 98)18,73 + 98 \cdot 42,15 / (10^6 - 0,945 - 0,98) =$
 $= 3,543 \text{ ГВт-ч/год} = 3,543 \text{ млн кВт-ч/год}$.

$w_{\text{yA}} = 10^6 - 3,543 / [24(365 - 98)800 + 98 \cdot 1800] = 0,379 \text{ кВт-ч/м}^3$.

$E_{\text{уд}} = 10^6 - 3,543 / 2 - 10^6 = 1,772 \text{ кВт-ч/т}$.

9.8.1 $V_{\text{B}} = 4 \cdot 1800 = 7200 \text{ м}^3$.

9.8.2 $I_{\text{л}} = 400 / (1,73 - 6 - 0,945 - 0,98 - 0,88) = 47,28 \text{ А}$;

$S] = 47,28 / 1,7 = 27,8 \text{ мм}^2$; примем алюминиевый кабель сечением 25 мм^2 ;

$[AU] = 50 - 6 = 300 \text{ В}$;

$AU = 1,73 - 47,28 - 0,025(0,726 - 0,88 + 0,091 - 0,476) = 1,4 \text{ В}$;

условие (8.6) выполняется;

$I_{\text{кз}} = 1050 - 6 / (3 - 0,09075^2 + 3 - 0,011375^2)^{1/2} = 39873 \text{ А}$;

$S_{\text{min}} = 0,05 \cdot 39873 / 88 = 22,66 \text{ мм}^2$; условие (8.9) выполняется.

9.8.3 Примем для автоматизации установки систему ВАВ.

9.8.4.1 Примем вакуумный насос ВВН2-50М.

9.8.4.2 $D_{\text{y}} = 26,8(1025)^{1/2} = 858 \text{ мм}$; для установки на перепускных трубах примем задвижки с $D_{\text{y}} = 800 \text{ мм}$.

9.8.4.4 Примем кран-балку грузоподъемностью 5 т на ширину пролета 5 м .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стационарные установки шахт /Под общ. ред. Б.Ф. Братченко. - М.: Недра, 1977.-433 с.
2. Правила безопасности в угольных шахтах (РД 05-94-95). Кн. 1. - М.: ТОО ПолиМЕдиа, 1995. - 242 с.
3. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. -М.: Недра, 1976.-303 с.
4. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт. ВНТП 1-92/ Минтопэнерго РФ. - М., 1993. - 111 с.
5. Методика расчёта режимов параллельной работы насосов водоотлива шахт, имеющих большие притоки. - Донецк: ВНИИГМ, 1979.-60 с.
6. Методика выбора и расчета смывающихся водосборников главной водоотливной установки. - Донецк: ВНИИГМ, 1985. - 54 с.
7. Методика определения числа насосов, диаметра и количества трубопроводов, выбора коммутационной схемы шахтных водоотливных установок.- Донецк: ВНИИГМ, 1987. - 45 с.
8. Указания по проектированию трубопроводов, прокладываемых в подземных выработках угольных и сланцевых шахт. - М.: ЦГШ, 1974.-73 с.
9. СНиП 11-94-80. Размещение оборудования в камере насосной установки. - М.: Стандартиздат, 1980. - 64 с.
10. Донченко А.С. Справочник механика рудной шахты. Кн.2. - М.: Недра, 1991.-367 с.
11. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М.: Недра, 1987. - 95 с.
12. Попов В.М. Водоотливные установки: Справ, пособие. - М.: Недра, 1990.-254 с.
13. Попов В.М. Шахтные насосы (теория, расчет и эксплуатация): Справ, пособие. - М.: Недра, 1993. - 224 с.
14. Карелин В.Я. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. - М.: Стройиздат, 1986. - 320 с.
15. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. - М.: Стройиздат, 1984. - 78 с.
16. Дзюбан В.С. Справочник энергетика угольных шахт /В.С. Дзюбан, Я.С. Римман, А.К. Маслий. - М.: Недра, 1983. - 542 с.
17. Песвианидзе А.В. Расчет шахтных подъемных установок. - М.: Недра, 1992.-250 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Основные параметры насосов

Таблица П1.1

Параметры скважных насосов с погружными электрическими двигателями

Модель насоса	Q, м³/ч	h, м	N, кВт	код, ед.	L, мм	dн /dc, мм	m, кг	1 г/дл, М
ЭЦВ-6-4-90	4	90	2,2			142/158		
ЭЦВ-6-4-130		130	2,8			142/158		
ЭЦВ-6-4-190		190	4,5			142/158		
ЭЦВ-6-16-50	16	50	4,5			142/158		
ЭЦВ-6-16-75		75	5,5			142/158		
ЭЦВ 8-25-100	25	100	11	0,68	1832	186/200	145	-1
ЭЦВ 8-25-150		150	16	0,66	2455	186/200	202	-1
ЭЦВ 8-25-300		300	32	0,67	2540	186/210	210	-1
ЭЦВ 10-63-65	63	65	22	0,68	2050	235/250	210	-1
ЭЦВ 10-63-110		110	32	0,67	2300	235/250	310	-1,5
ЭЦВ 10-63-150		150	45	0,70	2628	235/250	387	-1
ЭЦВ 10-63-180		180	45	0,72	2905	235/250	406	-1
ЭЦВ 10-63-270		270	65	0,72	3505	235/250	995	-1,5
ЭЦВ 12-160-65	160	65	45	0,72	2000	281/301	400	-1
ЭЦВ 12-160-100		100	65	0,73	2210	281/301	470	-1,5
ЭЦВ 12-160-140		140	90	0,73	2440	281/301	605	-2
ЭЦВ 12-210-25	210	25	22	0,74	1400	281/301	250	-2
ЭЦВ 12-210-55		55	45	0,74	2070	281/301	800	-2
ЭЦВ 12-210-85		85	75	0,75	2700	281/301	830	-2
ЭЦВ 12-210-145		145	125	0,76	3580	281/301	860	-6
ЭЦВ 12-255-30	255	30	32	0,74	1550	281/301	350	-2
ЭЦВ 14-120-540	120	540	250	0,72	5240	328/353	1993	-1,2
ЭЦВ 14-160-420	160	420	250	0,75	5060	328/353	1870	-1,5
ЭЦВ 14-210-3 00К	210	300	250	0,74	5233	328/353	1800	-2
ЭЦВ 16-210-640	210	640	500	0,75	8750	375/402	3500	-2
ЭЦВ 16-375-175К	375	175	250	0,77	5245	375/402	1695	-2
ЭЦВ 16-400-400	400	400	500	0,80		375/402		
ЭЦВ 16-500-285	500	285	500	0,78	7240	375/402	4840	-7

Примечание. dн и dc - наружный диаметр насоса и внутренний - скважины.

Насосы для подъема нейтральной воды с температурой не более +25 °С и содержанием механических примесей не более 0,1 % по массе. Частота вращения электродвигателей 3000 об/мин (отклонение не более ± 5 %). Напряжение для двигателей насосов ЭЦВ 14 и ЭЦВ 16 при мощностях 250-500 кВт и выше принимают 3 кВ с поставкой специальных трансформаторов. Напряжение для двигателей насосов ЭЦВ 8, ЭЦВ 10 и ЭЦВ 12 мощностью до 125 кВт равно 380 В.

Таблица П5.11

Номенклатура насосов ЭЦВ от 4 до 16 дюймов

ЭЦВ-4-1-75;-120	ЭЦВ-12-100-300; -380
ЭЦВ-4-1,6-55; -85;-150	ЭЦВ-12-125-240; -300
ЭЦВ-4-2,5-40; -65; -110; -180	ЭЦВ-12-150-55; -80; -120; -170;-190;-250
ЭЦВ-4-4-30; -45; -70; -130	ЭЦВ-12-210-60; -90; -130; -150; -200
ЭВЦ-4-6,3-20; -30;-50; -80	ЭЦВ-12-250-60; 90; -130; -160
ЭЦВ-4-10-20; -35; 57	ЭЦВ-12-320-60; 90; -130
ЭЦВ-6-4-90; -140; -190	ЭЦВ-12-400-60; 90
ЭЦВ-6-6,3-67; -88; -130; -170; -205	ЭЦВ-14-100-460
ЭЦВ-6-10-50; -80; -120; -150; -180; -210; -275	ЭЦВ-14-125-380; -460
ЭЦВ-6-15-28; -35; -55; -78; -90; -120; -150;-180; -230	ЭЦВ-14-150-300; -390
ЭЦВ-6-25-26; -45; -57; -70; -90;-110;-150	ЭЦВ-14-210-250; -320
ЭЦВ-6-40-30; -45; -60; -77; -95	ЭЦВ-14-250-200; -250
ЭЦВ-8-15-70; -280; -350	ЭЦВ-14-320-160; -200
ЭЦВ-8-25-45; -70; -100; 150; -180; -230; -290; 370	ЭЦВ-14-400-130;-160
ЭЦВ-8-40-25; -45; -60; -75; -95; -125;-160; -180; 235	ЭЦВ-14-500-80; -130
ЭЦВ-8-63-26; -45; -60; -77; -95; -125;-165	ЭЦВ-16-150-480; -600
ЭЦВ-8-100-23; -35; -55; -76; -100	ЭЦВ-16-210-380; -500; -640
ЭЦВ-10-40-280; -350	ЭЦВ-16-250-320; -390; -500
ЭЦВ-10-63-70; -85; -115; -160; -180; -230; -300; -360	ЭЦВ-16-320-250; -320; -400; -500
ЭЦВ-10-100-40; -60; -75; -95; -120; -160;-190; -230	ЭЦВ-16-400-200; -250; -320; -400
ЭЦВ-10-125-18; -35; -55; -75; -95; -120; -160;-190	ЭЦВ-16-500-50; -200; -250; -320
ЭЦВ-10-150-16; -35; -70; -115; -170	ЭЦВ-16-630-45; -90; -140; -180; -225
ЭЦВ-10-210-16; -35; -70; -90; -125	ЭЦВ-16-800-40; -80; -130; -170; -200

Пример: ЭЦВ-10-40-280; -350 - этот насос для скважин диаметром 10 дюймов, производительностью 40 м³/ч выпускается в двух моделях: ЭЦВ-10-40-280 с напором 280 и ЭЦВ-10-40-350 с напором 350 м.

Скважные насосы с непогружным двигателем типа ЦТВ (старое обозначение АТН) предназначены для подъема нейтральной воды с температурой не более + 20 °С и содержанием механических примесей не более 0,5 % по массе. Производитель этих насосов в России Черемховский машиностроительный завод.

Насосы ЦТВ с индексом «А» в обозначении предназначены для подъема из скважин агрессивной воды (Свесский насосный завод).

Частота вращения электродвигателей для насосов ЦТВ 6-25-35...175 равна 3000 об/мин. Для остальных насосов частота вращения 1500 об/мин.
Отклонение от номинальной частоты допускается не более ± 5 %.

Таблица П 1.3
Параметры скважных и погружных насосов с трансмиссионным валом

Модель насоса	Q, м ³ /ч	h, м	N, кВт	КПД ед.	d _н /d _с , мм	m, кг	Не., м
Скважные							
ЦТВ 6-25-35	25	35	6,3	0,67	142/155	1560	-1,5
ЦТВ 6-25-55		55	8			1720	
ЦТВ 6-25-75		75	12			1830	
ЦТВ 6-25-125		125	20			1970	
ЦТВ 6-25-175		175	25			2130	
ЦТВ 8-40-25	40	25	6,3	0,72	190/200	1940	-1,5
ЦТВ 8-40-45		45	12			2130	
ЦТВ 8-40-65		65	16			2650	
ЦТВ 8-40-100		100	25			2730	
ЦТВ 8-40-160		160	32			2820	
ЦТВ 10-100-30	100	30	16	0,74	240/250	2650	-1,5
ЦТВ 10-100-50		50	25			3020	
ЦТВ 10-100-80		80	50			3490	
ЦТВ 10-100-120		120	55			3720	
ЦТВ 12-250-40	250	40	50	0,77	284/300	5530	-1,5
ЦТВ 12-250-70		70	80			5820	
ЦТВ 12-250-100		100	125			8630	
ЦТВ 14-400-30	400	30	63	0,78	336/350	5460	-1,5
ЦТВ 14-400-60		60	125			5830	
ЦТВ 14-400-90		90	200			6020	
ЦТВ 16-630-40	630	40	125	0,79	380/396	5800	-1,5
ЦТВ 16-630-60		60	200			6086	
ЦТВ 16-630-80		80	225			6210	
ЦТВ 20-1000-25	1000	25	125	0,79	466/482	9300	-1,5
ЦТВ 20-1000-50		50	225			10150	
ЦТВ 20-1000-75		75	320			11050	
Погружные							
ЗПВР-6 (d _г =246) (d _к =285)	44,6	17,9	10	0,52	500х500х2030*	415	-1
	54	24	13	0,52		457	-1
ВП-340	340	19	31	0,57	600х600х2800*	-	4
ГНОМ 100-25	100	25	12	0,70	400х700**	180	2

Примечание. * - указаны длина, ширина и высота, мм;
** - указан диаметр и высота, мм.

Таблица П1.4

Технические данные секционных насосов участкового водоотлива

Модель насоса	Z _к , шт.	H, м	N, кВт	Линейные размеры, мм			Масса, кг
				L	L	h	
Q = 8-16 м³/ч; P _{вс} ^{таx} =1,7МПа; r\ = 0,49; n = 2950 об/мин; T _{до} + 60°C							
ЦНС 13-350		350	30	1525	1 440	430	350
Q = 28-48 м³/ч; H _{вс} = 5 м; r\ = 0,62; n _s = 100; n = 2950 об/мин; T _{до} + 80 °C							
ЦНС 38-44	2	44	11	839	85	195	185
ЦНС 38-66	3	66	15	910	156	266	213
ЦНС 38-88	4	88	18	981	227	337	241
ЦНС 38-110	5	110	22	1052	298	408	269
ЦНС 38-132	6	132	30	1123	369	479	297
ЦНС 38-154	7	154	30	1194	440	550	325
ЦНС 38-176	8	176	30	1265	511	621	353
ЦНС 38-198	9	198	45	1336	582	672	381
ЦНС 38-220	10	220	45	1407	653	763	409
Q = 48-80 м³/ч; H _{вс} =4,5м; ц = 0,70; n _s = 70; n = 1500 об/мин; T _{до} + 80 °C							
ЦНС 60-50	2	50	17	1081	165	245	500
ЦНС 60-75	3	75	22	1176	260	340	574
ЦНС 60-100	4	100	30	1271	355	435	648
ЦНС 60-125	5	125	40	1366	450	530	722
ЦНС 60-150	6	150	55	1461	545	625	796
ЦНС 60-175	7	175	55	1556	640	720	870
ЦНС 60-200	8	200	75	1651	735	815	944
ЦНС 60-225	9	225	75	1746	830	910	1018
ЦНС 60-250	10	250	75	1841	925	1005	1092
Q = 48-80 м³/ч; H _{вс} =5м; л = 0,65; n _s =100; n = 2950 об/мин; T _{до} + 60 °C							
ЦНС 60-66	2	66	22	870	102	212	239
ЦНС 60-99	3	99	30	950	182	292	276
ЦНС 60-132	4	132	40	1030	262	372	313
ЦНС 60-165	5	165	55	1110	342	452	350
ЦНС 60-198	6	198	55	1190	422	532	374
ЦНС 60-231	7	231	75	1270	502	612	410
ЦНС 60-264	8	264	75	1350	582	692	447
ЦНС 60-297	9	297	75	1430	622	722	483
ЦНС 60-330	10	330	100	1510	742	852	520

Примечание. L -длина насоса; l\ - расстояние между осями отверстий под фундаментные болты, измеренное вдоль оси насоса; h - расстояние между осями всасывающего и нагнетательного патрубка, измеренное вдоль оси насоса.

ЦНС 13-350 предназначен для подачи в систему орошения добычного комбайна воды с рН =7-8, с механическими примесями до 0,1 % по массе.

ЦНС 38-44...220 имеют ресурс быстроизнашивающихся деталей 3000 ч, а ресурс до капитального ремонта - 6000 ч.

ЦНС 60-50...250 имеют наработку на отказ 2000 ч, а средний ресурс до капитального ремонта - 4000 ч.

ЦНС 60-66...330 имеют наработку на отказ 6000 ч, а средний ресурс до капитального ремонта - 7000 ч.

Эти насосы допускают в воде наличие механических примесей до 0,1-0,5 % по массе при размере частиц 0,1-0,2 мм.

Таблица П1.5

Технические данные секционных насосов главного водоотлива

Модель насоса	Z _к , шт.	н, м	N, кВт	Линейные размеры, мм			m, кг
				^ L	/.	h	
Q = 80-130 м ³ /ч; 1**= 4,5 м; ц = 0,68; n _с = 100; п = 2950 об/мин; Т до + 60 °С							
ЦНС 105-98	2	98	55	1100	165	245	480
ЦНС 105-147	3	147	75	1195	260	340	549
ЦНС 105-196	4	196	90	1290	355	435	618
ЦНС 105-245	5	245	132	1385	450	530	720
ЦНС 105-294	6	294	160	1480	545	625	795
ЦНС 105-343	7	343	160	1575	640	720	866
ЦНС 105-392	8	392	200	1670	735	815	939
ЦНС 105-441	9	441	250	1765	830	910	1012
¹ ЦНС 105-490	10	490	250	1860	925	1005	1086
Q = 110-180 м ³ /ч; Н _к =4,7 м; л = 0,70; n _с =100; п = 2970 об/мин; Т до +105 °С							
ЦНС 150-240		240	160	2140	970	730	1140
ЦНС 150-390		390	250	1825	1090	870	1348
Q= 130-220 м ³ /ч; Н _к =5м; ц = 0,70; n _с =70; п = 1475 об/мин; Т до + 60°С							
ЦНС 180-85	2	85	75	1125	180	270	639
ЦНС 180-128	3	128	110	1230	285	375	747
ЦНС 180-170	4	170	132	1335	390	480	855
ЦНС 180-212	5	212	160	1440	495	585	976
ЦНС 180-255	6	255	200	1545	600	690	1105
ЦНС 180-297	7	297	250	1650	705	795	1278
ЦНС 180-340	8	340	250	1755	810	900	1394
ЦНС 180-383	9	383	320	1860	915	1005	1507
ЦНС 180-425 1	10	425	320	1965	1020	1110	1620
Q = 130-220 м ³ /ч; Н^ 5 м; ц = 0,72; n _с = 100; п = 2950 об/мин; Т до + 60 °С							
ЦНС 180-500	5	500	400	1455	440	600	2210
ЦНС 180-600	6	600	500	1560	545	705	2310
ЦНС 180-700	7	700	630	1665	650	810	2410
ЦНС 180-800	8	800	630	1770	755	915	2510
ЦНС 180-900	9	900	800	1875	860	1020	2610

Продолжение табл. Г11.5

Q = 220-380 м³/ч; Н_к=5м; л = 0,71; n_s = 70; п = 1475 об/мин; Т_{до} + 60°С							
ЦНС 300-120	2	120	160	1365	176	316	1127
ЦНС 300-180	3	180	250	1485	296	436	1290
ЦНС 300-240	4	240	320	1605	416	556	1453
ЦНС 300-300	5	300	400	1725	536	676	1674
ЦНС 300-360	6	360	500	1845	656	796	1843
ЦНС 300-420	7	420	500	1963	776	916	2013
ЦНС 300-480	8	480	630	2085	896	1036	2235
ЦНС 300-540	9	540	800	2205	1016	1156	2405
ЦНС 300-600	10	600	800	2825	1136	1276	2575
Q = 220-380 м³/ч; Н^г - Г м; л = 0,72; n_s=100; п = 2950 об/мин; Т_{до}+60°С							
ЦНС 300-650	5	650	800	2243	943	946	1830
ЦНС 300-780	6	780	1000	2418	1068	1071	1960
ЦНС 300-910	7	910	1250	2543	1193	1196	2090
ЦНС 300-1040	8	1040	1250	2068	1318	1321	2220
ЦНС 300-1170	9	1170	1250	3000	1193	1175	2350
ЦНС 300-1300	10	1300	1600	3125	1313	1320	2480
Q = 350-450 м³/ч; Р_{к шах}= 1 МПа; л = 0,65; п = 1475 об/мин; Т_{до} + 60°С							
ЦНС 400-12	8	1160	2500	3168	1600	1195	9070
ЦНС 400-13	9	1305	2500	3300	1600	1195	9550
ЦНС 400-14,5	10	1450	3150	3432	1600	1195	10030
ЦНС 16	11	1600	3150	3564	1600	1195	10500
Q = 380-620 м³/ч; Н_к=4,5м; л = 0,73; n_s = 70; п = 1475 об/мин; Т_{до} + 60°С							
ЦНСК 500-160	2	160	400	2035	229	369	2432
ЦНСК 500-240	3	240	630	2180	374	514	2754
ЦНСК 500-320	4	320	800	2325	519	659	3076
ЦНСК 500-400	5	400	1000	2470	664	804	3398
ЦНСК 500-480	6	480	1000	2615	809	949	3865
ЦНСК 500-560	7	560	1250	2765	954	1094	4333
ЦНСК 500-640	8	640	1600	2905	1099	1239	4801
ЦНСК 500-720	9	720	1600	3050	1254	1334	5269
ЦНСК 500-800	10	800	1600	3195	1399	1529	5737
Q = 640-1 000 м³/ч; Н_{вс}=3м; л = 0,75; n_s = 70; п = 1450 об/мин; Т_{до} + 40°С							
ЦНСГ 850-240	2	240	800	2010	468	460	4220
ЦНСГ 850-360	3	360	1250	2180	638	630	4721
ЦНСГ 850-480	4	480	2000	2350	808	800	5222
ЦНСГ 850-600	5	600	2100	2520	978	970	5723
ЦНСГ 850-720	6	720	3150	2690	1178	1170	6224
ЦНСГ 850-840	7	840	3150	2860	1310	1310	6725
ЦНСГ 850-960	8	960	3150	3030	1488	1480	7226

Эти насосы предназначены для откачки воды с концентрацией механических примесей до 0,1-0,5 % по массе при размере частиц 0,1-0,2 мм. При большей концентрации и размерах частиц наработка на отказ уменьшается до 2500-3000 ч, ресурс до ремонта 10000 ч, потери напора увеличиваются на 8-10 %.

Насосы ЦНС 180-85...425 выпускаются и в кислотном исполнении ЦНСК с такими же параметрами, но температура воды допускается не более + 40 °С.

Насосы ЦНС 150 выпускает Сумской завод.

ЦНС 300-650...1300 имеют ресурс быстроизнашивающихся деталей 5000 ч, а ресурс до капитального ремонта - 10000 ч.

ЦНСК 500-160...800 имеют наработку на отказ 2000 ч, а средний ресурс до капитального ремонта - 4000 ч.

ЦНСГ 850-240...960 имеют наработку на отказ до 5000 ч, а средний ресурс до капитального ремонта - 10000 ч, способны работать по грязной воде при концентрации механических примесей до 0,4 % и размере частиц до 1 мм.

Таблица ГП.6

Технические характеристики одновинтовых насосов (ГОСТ 18813-81)

Модель насоса	н, м	N, кВт	КПД, ед.	Линейные размеры, мм				Масса, кг
				/об	l	L	B	
Q = 4,5-6,5 м³/ч; п = 50 об/мин; с = 4 мм; t = 72 мм; d _B = 40 мм								
1B6/5M	5	1,4	0,48	200	830	190	245	40
1B6/10	10	2,8	0,51	450	1050	190	245	55
1B6/16	16	4,5	0,50	710	1130	210	340	85
1B6/25	25	6,8	0,52	1000	-	-	-	105
Q = 15,5-20,5 м³/ч; п = 450 об/мин; e = 6 мм; t = 80 мм; d _B = 60 мм								
1B20/5M	5	4	0,64	250	1610	500	543	206
1B20/10M	10	10	0,63	500	1860	510	590	240
1B20/25	25	12,5	0,64	800	1870	520	600	250
1B20/50	50	20	0,64	1250	-	-	-	-
Q = 24-45 м³/ч; п = 980 об/мин; e = 8 мм; t = 102 мм; d _B = 80 мм								
1B50/5	5	6,3	0,65	320	1110	210	320	125
1B50/10	10	12,5		630	1420	210	320	135
1B50/16	16	20		1000	-	-	-	-
1B50/25	25	30		1000	1560	290	350	202
Q = 17-22 м³/ч; п = 1450 об/мин; e = 10мм; t= 110 мм; сЦ= 56 мм								
BHM-18-20	50-80	8	0,55	1990	1990	552	480	108
п = 730 об/мин								
1B80/5-40	50	8	0,65		1995	577	710	401
1B100/5-40	50	12			2884	520	1050	840
1B100/10-40	100	22			3570	720	1115	1400

Примечание, /об, e, t, и d_B, - длина обоймы, эксцентриситет, шаг и диаметр поперечного сечения винта, мм.

Эти насосы можно использовать для перекачки нейтральных вод температурой до + 50 °С с содержанием механических примесей до 5 % по массе при величине частиц 2-3 мм. Допустимая высота всасывания не более 6 м для всех моделей. Гарантированный ресурс до капитального ремонта 750 ч. Производитель завод им. Гаджиева в г. Махачкале.

Таблица П1.7
Параметры центробежных спиральных насосов

Модель насоса	Q, м ³ /ч	Н, м	N, кВт	КПД, ед.	Н _к , м	п, об/мин	DM мм	m, кг
ЦП 400-105 (ЗВ-200х2)	400	108	158	0,76	4,5	1450	445	2400
	450	87	144	0,755	4,3		420	
	350	83	107	0,755	4,8		390	
ЦН 400-210 (ЗВ-200х4)	400	216	316	0,76	4,5	1450	445	2800
	450	174	288	0,755	4,3		420	
	350	166	214	0,755	4,8		390	
ЦН 1000-180 (10НМКх2)	1000	182	702	0,72	2	1450	590	2340
	1000	140	540	0,72	2		545	
	900	150	500	0,72	2,5		545	
	800	206	575	0,72	2,8		590	
	720	170	470	0,72	3		545	
ЦН 1200-310	1000	294	1068	0,765	2	1450	535	10000
ЦН 900-360	600	380	777	0,815	4,3	1450		7100'
8М-8х4	190	173	128	0,71		1450	375	1200*
10М-7х6	300	430	490	0,73		1470	456	4500''
10М-8х6	320	285	342	0,74		1470	400	3150*
28М-12х2	3000	200	2220	0,75		980	890	7800'
5МД-7х3	144	234	127	0,74	6,2	2950	290	1210
8МД-12х3	260	210	208	0,73	3,2	2900	262	1400
8МД-9х2	360	315	416	0,76		2950	360	3200''
10Н-8х4	400	720	1081	74	-5	1450	280	8500^
14Н-12х2	1000	420	1556	75	-5	1450	540	10800*
8НД-10х5	400	500	750	74	-10	2950	300	6500*
12НД-11х2	1000	280	1024	76		2950	460	9500*
16НД-10х1	2000	220	1630	75	-10	2950	280	11500'

Примечание. Отрицательная высота всасывания указывает на необходимость подпора не менее приведенной величины. Указана масса всего агрегата (насос, муфта, двигатель). Масса, отмеченная значком «*», должна уточняться с учетом массы конкретного двигателя в агрегате. При откачке нейтральных вод имеют наработку на отказ не менее 5000 часов. Насосы ЦН 1200-310, ЦН 900-360 ранее имели обозначение 14М-8х4 и 14М-12х4 соответственно.

Таблица П1.8
Параметры насосов двухстороннего входа типа Д, НДв, НДс по ГОСТ 10272-77

Модель насоса	Q, м ³ /ч	н, м	N, кВт	КПД, ед.	Н _{вс} , м	п, об/мин	мм	ш, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4НДв-60	180	95	65	0,70	2,7	2950	280	184
	160	88	57	0,70	3,3		265	
5НДв-60	210	35	30	0,70	5,8	1450	350	242
	190	30	22,5	0,71	6,2		325	
	180	25	17,5	0,72	6,7		300	
8НДв-60	700	88	210	0,82	2	2950	525	732
	680	78	180	0,81	2,7		500	
	590	70	140	0,81	3		470	
Д200-36	200	36	20	0,70	6,3	2950	350	184
	180	31	23	0,68	6,7		325	
	170	27	18	0,71	7		300	
Д200-95	175	100	72	0,68	1,5	1450	280	224
	150	93	57	0,68	2,9		265	
Д250-130	350	130	180	0,68	0,2	2950	325	
	325	115	194	0,68	1,8		300	
Д320-50 (6НДв-60)	320	48	56	0,76	5,1	1450	405	342
	280	45	46	0,76	5,3		380	
	270	40	40	0,76	5,5		360	
Д320-70 (6НДс-60)	320	65	75	0,77	2,9	2950	265	240
	270	63	61	0,77	4,4		242	
	260	65	59	0,79	4,6		230	
Д500-36	500	39	68	0,80	5,4	980	525	
	450	31	48	0,80	6,2		470	
Д500-65 (ЮД-6)	500	66	132	0,76	5,5	1450	465	
	450	63	104	0,76	6		432	
Д630-40	600	40	72	0,78		960	525	
Д630-90	630	90	190	0,81	2,7	1450	525	
	630	80	172	0,81	2,7		500	
	600	73	152	0,80	3,5		470	
Д800-28 (12НДс)	800	28	72	0,87	6,2	980	460	
	750	24	58	0,86	6,3		430	
	700	21	48	0,85	6,4		400	
Д800-57 (12Д-9)	800	57	170	0,82	3,8	1470	432	
	720	46	115	0,80	6,8		395	
	580	37	77	0,77	7,1		355	
Д1000-40	1000	40	128	0,87	5,1	980	540	
	1000	30	96	0,87	5,1		480	

Продолжение табл. П1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д1250-14	1250	16	68	0,82	7	730	450	
	1250	10	39	0,89	7		410	
Д1250-65	1250	67	300	0,78	3,2	1450	450	1160
	1125	58	240	0,76	4		430	
	1000	50	185	0,75	4,5		400	
Д1250-125 (14Д-6)	1250	125	620	0,76	5,2	1480	650	1710
	1250	100	450	0,77	5,2		610	
Д1600-90	1600	90	445	0,90	2	1450	540	1525
	1600	77	385	0,89	2		510	
	1600	66	330	0,89	2		480	
Д2000-21	2000	20	136	0,82	4,8	980	450	
	1750	16	92	0,85	5,7		410	
Д2000-34	2000	33	210	0,87	4,6	735	450	
Д2000-100 (20Д-6)	2000	100	670	0,77	3,7	985	855	
	1800	88	590	0,75	4		745	
Д2500-17	2500	17	135	0,88	6	730	650	
	2250	13	92	0,89	6,4		590	
Д2500-45(20НДс)	2800	37	320	0,90	4,8	730	740	7190
Д2500-62(18НДс)	2500	60	475	0,88	2,3	980	700	6890
Д3200-20	4000	17	210	0,89	4,2	585	690	
	3600	13	190	0,88	4,7		615	
Д3200-33	3200	31	320	0,87	2,8	980	550	
	2900	24	225	0,86	3,5		490	
Д3200-55	3200	55	530	0,92	4,8	730		
Д3200-75	3200	72	730	0,88	2,5	980	755	8320
Д4000-22	4800	18	290	0,83	5,4	585	740	
	3750	13	165	0,82	7,2		620	
Д4000-95	4800	90	1320	0,91	3,3	980		
Д5000-32 (22НДн)	5000	27	295	0,87	3,5	750	690	
	5000	22	240	0,87	3,5		615	
Д5000-50 (24НДс)	5000	52	820	0,88	4,5	585		
Д6300-27(32Д-19)	6300	27	600	0,79	2,8	730		
Д6300-80 (241Щс)	6300	79	1540	0,90	2,2	730		
Д12500-24(48Д-22)	12500	24	950	0,88	7	485		

Примечание. В скобках указаны обозначения насосов до введения ГОСТ 10272-77. Число перед буквами в обозначении указывает диаметр напорного патруб­ка в дюймах (это число следует умножить на 25, чтобы получить ответ в мм). Два числа через дефис, стоящих после буквы «Д», не всегда указывают номи­нальные параметры насоса (производительность и напор при максимальном КПД). В обозначении насосов серии НД число в конце указывает примерное зна­чение коэффициента быстроходности колеса.

Таблица П1.9
Параметры центробежных консольных насосов типа К и КМ
по ГОСТ 22247-76Е

Модель насоса	Q, м³/ч	H, м	N, кВт	КПД, ед.	Нес, м	п, об/мин	Dк, мм	т, кг
К 8/18 (Г'₂К-6) (ЛК-6а) О'^К-66)	11	17,4	1,7	0,555	6,7	2900	128	25
	9,5	14,2	1,7	0,515	6,9		115	
	9	11,4	1	0,49	6,9		105	
К20/30 (2К-6) (2К-6а; 2КМ-6а) (2К-66; 2КМ-66)	20	30,8	4,5	0,64	7,2	2900	162	35
	20	25,2	2,8	0,66	7,2		148	
	20	18,8	2,8	0,65	7,2		132	
К20/18 (2К-9) (2К-9а) (2К-96)	20	18,5	2,8	0,68	6,5	2900	129	35
	17	15	1,7	0,65	7,2		118	
	20	10,3	1,7	0,62	6,5		106	
К45/55 (3К-6) (3К-6а; 3КМ-6а)	60	50		0,66	5,4	2900	218	92
	50	37,5		0,64	6,2		192	
К45/30 (3К-9) (3К-9а)	54	27	7	0,71	2,5	2900	168	92
	45	19,5	4,5	0,71	5,0		143	
К90/85 (4К-6) (4К-6а; 4КМ-6а)	90	91	55	0,68	6,2	2900	272	117
	105	69,5	40	0,68	5,4		250	
К90/55 (4К-8) (4К-8а; 4КМ-8а)	90	54	28	0,71	4,1	2900	218	101
	90	43	20	0,69	4,1		200	
К90/35 (4К-12) (4К-12а; 4КМ-12а)	90	34,6	14	0,78	5,0	2900	174	99
	85	28,6	14	0,76	5,5		163	
К90/20 (4К-18) (4К-18а)	80	22,8	7	0,79	5,4	2900	148	99
	70	18,2	7	0,78	5,7		136	
К160/30 (6К-8) (6К-8а; 6КМ-8а) (6К-86; 6КМ-86)	170	32,5	28	0,76	5,8	1450	328	152
	170	25,8	20	0,76	5,8		300	
	140	22	20	0,74	6,3		275	
К160/20 (6К-12) (6К-12а; 6КМ-12а)	160	20,1	14	0,81	8,2	1450	264	135
	150	15	10	0,80	8,3		240	
К290/30 (8К-12) (8К-12а; 8КМ-12а)	280	29,1	40	0,82	5,6	1450	315	179
	250	24	28	0,82	6,0		290	
К290/18 (8К-18) (8К-18а; 8КМ-18а)	285	18,9	20	0,83	6,0	1450	268	160
	260	15,7	20	0,83	6,5		250	
(К-60)	60	20	5,2	0,65	5,2	1450		66
(К-60М)	60	17	5	0,57	4,0			

Примечание. Dк - диаметр рабочего колеса. Масса указана только насоса.
В скобках указаны обозначения насосов до ввода ГОСТ 22247-76Е.
Основной производитель этих насосов в России - Китайский насосный завод
ОАО «Уралгидромаш».

Таблица П 1.10

Параметры центробежных шламовых и багерных насосов

Модель насоса	Q, м³/ч	н, м	N, кВт	кпд, ед.	Н,с, м	LxВxН, мм	т, кг
п = 1450 об/мин							
Гр 50/16 ГрК 50/16	50	16	15	0,63	2	1305x500x535	336
ГрТ 100/40	100	40	45	0,55	4	1775x700x770	910
ШН-150-1	150	30	20	0,62	6	685x610x640	223
ВШН-150	150	30	20	0,62	6	600x860x640	337
5МШ-1	150	33	22	0,64	6,9	1044x560x580	355
ГрТ 160/31,5 ГрК 160/31,5	160	31,5	22	0,66	5	1840x740x770	895
ГрТ 160/71а ГрТ 160/71а-Б	160	63	75	0,57	5	2265x810x920	1523
ШН2-200-1	200	40	35	0,62	-	950x605x675	329
6Ш-8	250	54	54	0,70	5	2175x695x910	486
6Ш8-2	150	33	30	0,64	5	1890x620x730	765
п = 1000 об/мин							
8МШ-8	360	36	55	0,73	-	1185x860x970	1192
8С-8	360	42	65	0,70	-	1630x860x970	1357
ГрУ 400/20	400	20	55	0,64	4,5	2320x895x1040	1350
ГрТ 400/40 ГрК 400/40	400	40	132	0,67	5,5	2870x1045x1162	2507
8Ш-8	560	35	81	0,66	-	1865x1075x970	1740
10С-8	610	66	320	0,65	5,8	3260x1125x1315	3970
ГрТ 800/71 ГрГ 800/71-Б	800	71	400	0,65	6	4375x1555x2040	8305
ГрТ 1250/71-Б ГрК 1250/71-Б	1250	71	630	0,67	10	4715x1635x2020	9535 J
п = 750 об/мин							
ГрУ 800/40	800	40	200	0,65	6	3180x1180x1425	1425
ЗГМ-1М	1400	37	320	0,65	6		
ГрУ 1600/25	1600	25	250	0,65	6	3705x1480x1850	6420
ГрТ 1600/50 ГрТ 1600/50М ГрК 1600/50 ГрК 1600/50М	1600	50	500	0,69	7	4020x1600x1860	8835
ЗГМ-2М	1900	58	630	0,72	4	4260x1565x1900	9110
п = 600 об/мин							
ГрУ 2000/63	2000	63	800			5250x1725x1970	6885
16ГрУТ 8М	2200	63	630	0,72	7		
п = 500 об/мин							
ГрТ 4000/71а	3800	58	1250	0,68	6	6245x2670x2370	28т
20Р-11М	3850	56	1250	0,59	3		
20Гр-8М	4000	67	1600	0,67	8		
ГрТ 4000/71	4000	71	1600	0,73	6	230x1390*	30т

Примечание. L, В и Н - длина, ширина и высота насосного агрегата (насос - двигатель), мм.

* - указаны условный расчетный диаметр проходного сечения проточного тракта и диаметр колеса.

ш - масса насосного агрегата, кг.

Основным производителем багерных насосов в СНГ является Бобруйский машиностроительный завод им. В.И. Ленина (Белоруссия).

Шламовые насосы выпускает Черемховский машзавод им. К. Маркса (Иркутская область).

Таблица П1.11

Параметры центробежных углесосов

Модель углесоса	Q , м ³ /ч	н, м	N, кВт	КПД, ед.	Нвс, м	$d_{\max}$, мм	ш, кг
п = 1500 об/мин							
10У-4	350	120	320	0,55	3	90	4110
У450-120	450	120	400	0,60	7	90	5000
10У-5	600	175	630	0,55	3	100	7245
У900-90	900	90	400	0,71	5,6	100	5170
12У-6	900	175	1000	0,60	3	100	10290
12У-10	600-900	85	320	0,65	4	90	4124
12УВ-6х2	900	320	1500	0,56	4	100	6050
12УВ-6ах2	800	280	1200	0,55	4	100	6050
12УВ-6бх2	700	250	1000	0,54	4	100	6050
14У-7	1400	175	1200	0,65	3	75	11930
14УВ-6х2	900	320	1600	0,65	4	100	5730
16УД-5	1200	270	1600	.	3	100	

Примечание. $d_{\max}$ - максимальный размер твердых частиц, мм.

п - синхронная частота вращения ротора двигателя,

m - масса углесоса, кг.

Основным производителем углесосов в России является Ясногорский машиностроительный завод (Тульская область).

Заказы на машины с двигателями мощностью 1000 кВт и более выполняются в течение 2-х лет.

Модель 16УД-5 выпускается машиностроительным заводом «Гидромаш» в г. Прокопьевске (Кемеровская область).

Таблица П5.11

Размеры фланцев всасывающих и нагнетательных патрубков насосов (мм)

№	D _{ВН}	D _{пар}	d _{ПВ}	D _{ПВ}	n	№	D _{ВН}	O _{пар}	^ _{ПВ}	O _{ПВ}	п
1.	32	120	14	90	4	61.	175	380	34	320	12
2.		135	18	100	4	62.		395	26	340	4
3.		130	14	100	4	63.		395	26П	340	4
4.	50	140	14	100	4	64.	200	315	18	280	8
5.		140	14	110		65.		320	18	280	8
6.		140	20	110		66.		335	23	295	6
7.	70	160	14	130	4	67.		335	26П	295	8
8.		180	20	145		68.		350	33	300	12
9.		180	22	145		69.		360	25	310	
10.		185	18	145		70.		360	27	310	
И.		185	18	150		71.		375	30	320	
12.		190	18	150		72.		380	33	340	
13.		180	18	150		73.		390	23	350	
14.	80	185	18	130	4	74.		395	23	340	6
15.		185	17	150	6	75.		405	34	345	12
16.		185	18	150	4	76.		430	41	360	12
17.		190	18	150	4	77.	250	350	22	320	12
18.		195	18	160	8	78.		370	18	335	8
19.		210	24	170	8	79.		370	18	335	12
20.		245	18	210	8	80.		370	23	350	12
21.	100	205	18	170	4	81.		390	23	350	6
22.		205	21П	170		82.		390	23	350	12
23.		210	18	170		83.		395	22	350	12
24.		215	18	180	8	84.		395	23	350	8
25.		220	18	180		85.		405	27	355	12
26.		230	24	190		86.		425	27	370	
27.		235	18	200		87.		425	32	370	
28.		236	20П	175	4	88.		435	30	370	
29.		236	20	200	4	89.		-	32	385	
30.		245	18	210	8	90.		445	33	385	
31.		265	18	170		91.		-	34	385	
32.		280	23	240		92.		500	41	430	
33.	112	240	20	200	8	93.	285	485	32	390	16

Продолжение табл. П1.12

№	D _{вн}	^ _{нар}	^ _{отв}	D _{отв}	п	№	D _{вн}	O _{нар}	^ _{отв}	K _{отв}	п
34.	125	235	21п	200	8	94.	300	435	23	395	12
35.		235	18	200		95.		440	22	400	
36.		240	16	200		96.		440	23	400	
37.		240	18	200		97.		460	27	410	
38.		245	21п	210		98.		480	27	410	
39.		246	17	210		99.		525	32	370	
40.		260	18	225		100.		585	42	500	
41.		270	18	220		101.		585	45	500	
42.		270	19	220	6	102.		585	48	500	16
43.	140	280	23	240	8	103.	350	500	22	460	16
44.		310	34	250		104.		520	24	470	
45.		350	34	290		105.		550	33	490	
46.		355	41	285		106.		570	34	510	
47.	140	395	33	340	6	107.	400	620	32	560	12
48.	150	260	18	225	8	108.		580	30	525	16
49.		265	18	221		109.	438	520	24	470	16
50.		265	18	225	4	110.	450	650	28	580	20
51.		265	26п	240		111.		790	32	730	20
52.		280	21п	240	8	112.	500	715	34	650	20
53.		280	23	240	8	113.		725	32	650	
54.		280	26	240	4	114.		780	32	720	
55.		280	26п	240	8	115.	600	845	30	770	20
56.		320	18	225		116.	125		25	220	8
57.		350	34	290							
58.		385	23	325							
59.	40	130	14	105	4						
60.	80	180	18	145	4						

Примечание.

26п - индекс «п» означает, что вместо отверстий выполнены радиальные пазы шириной, равной указанному диаметру.

п - число отверстий или пазов для установки крепежных болтов.

d_{отв} - диаметр отверстий под крепежные болты.

D_{вн} и **D_{нар}** - внутренний (условный) и наружный диаметр фланца.

D_{отв} - диаметр, по которому расположены отверстия под крепежные болты.

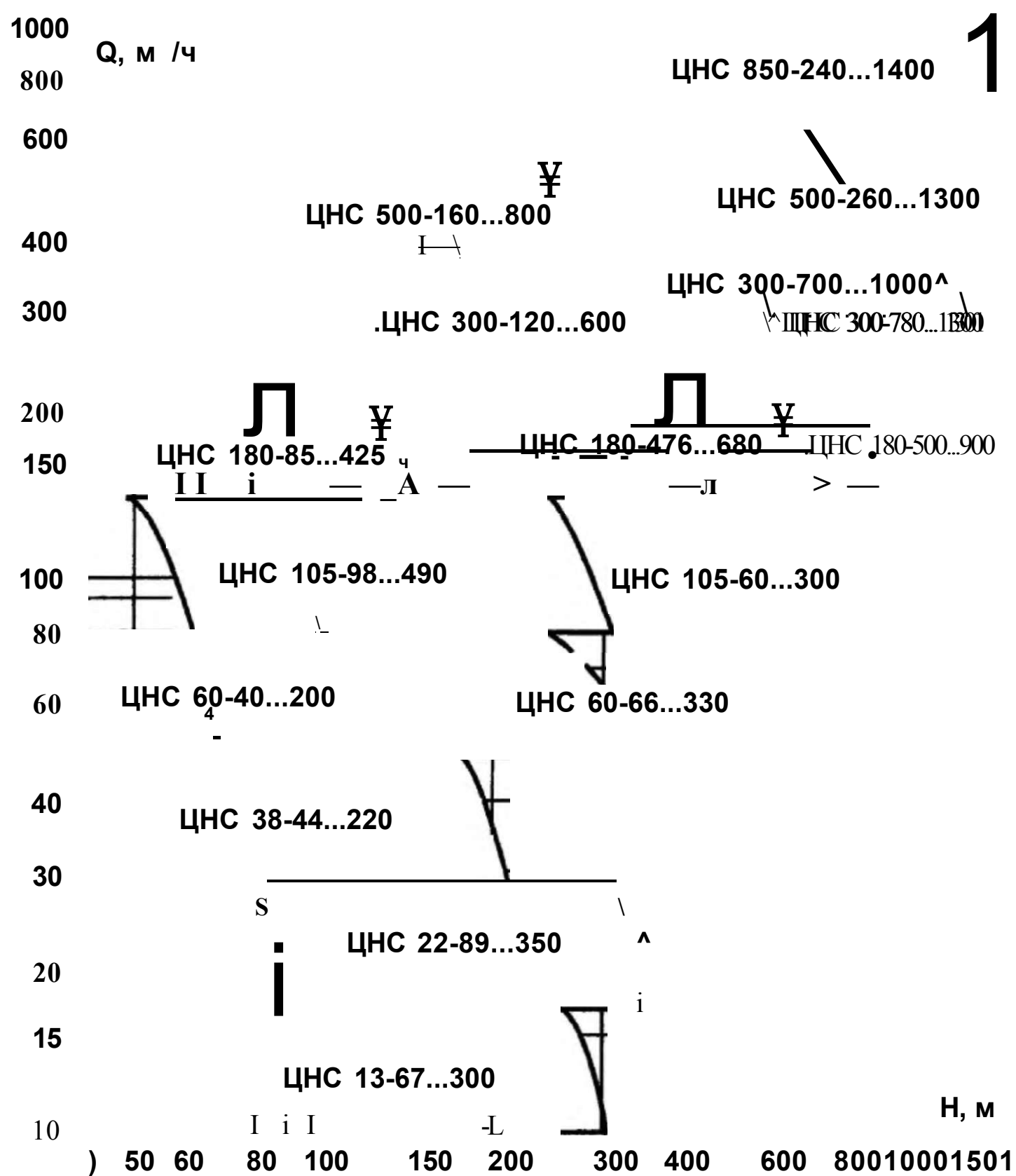
Таблица П5.11
Номера фланцев всасывающего и нагнетательного патрубка по табл. П1.12

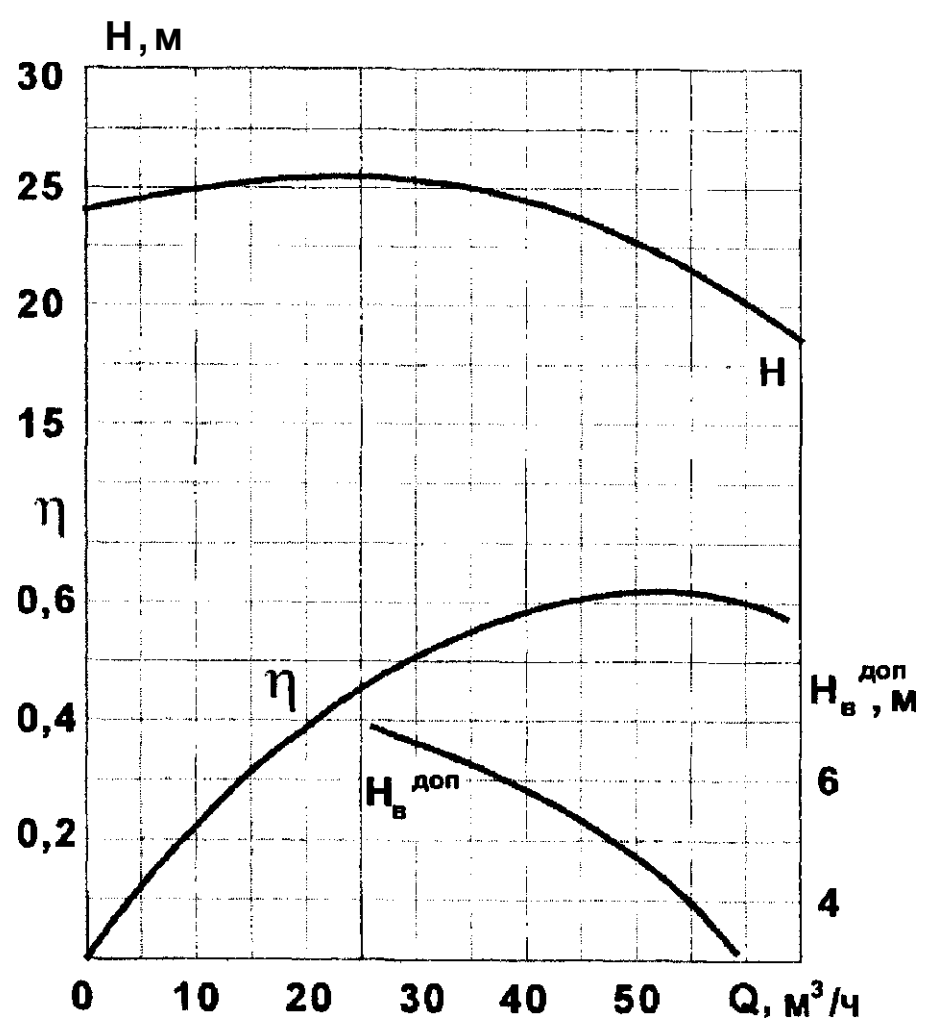
Модель насоса	№ всас № наг	Модель насоса	№ всас № наг	Модель насоса	№ всас № наг
Секционные					
ЦНС38-44...220	18/18	1ДНС60-40...200	44/44	ЦНС60-198...330	25/19
ЦНС 105-98...490	44/44	ЦНС 150-240	53/41	ЦНС 150-390	53/46
		ЦНС 180-85..425	57/57	ЦНС 180-476..680	57/44
ЦНС 180-500..900	57/57	ЦНС300-120..600	75/75	ЦНС300-700..1000	76/61
ЦНС300-780.. 1300	76/61	ЦНС500-160..800	92/76	ЦНС850-240..960	102/92
Консольные					
К8/18(Г ₂ К-6)	3/1	К20/30 (2К-6)	5/3	К20/18 (2К-9)	5/3
К45/55 (3К-6)	16/6	3КМ-6	17/5	К45/30 (3К-9)	17/5
К90/85 (4К-6)	21/8	4КМ-6	25/10	К90/55 (4К-8)	21/9
К90/35 (4К-12)	31/17	4КМ-8	23/12	К90/20 (4К-18)	23/17
К160/30 (6К-8)	49/23	6КМ-8	50/23	К160/20 (6К-12)	56/23
К290/30 (8К-12)	65/37	6КМ-12	50/23	К290/18 (8К-18)	65/49
К 60	21/16	ЦНМ1-60-100	39/15		Ж
Центре>бежные двухстороннего входа					
4НДв-60	48/24	5НДв-60	48/35	8НДв-60	79/66
Д200-36	48/35	Д200-95	48/24	Д320-50 (6НДв-60)	64/48
Д320-70 (6НДс-60)	64/53	Д500-65 (10Д-6)	79/53	Д630-40	80/53
Д630-90	80/53	Д800-28 (12НДс-60)	103/96	Д800-57 (12Д-9)	94/79
Д2500-45 (20НДс)	115/112	Д2500-62 (18НДс)	113/110	Д3200-75	115/112
Шламовые и багерные					
Гр50/16	14/35	ГрТ 100-40	30/20 jЕ	ЛИН-150 ШН-150-1	36/35
5МШ-1	50/28	ГрТ160/31,5	39/53	ГрУ160/16	34/22
ГрТ 160/71а	43/32	ШН2-200-1	36/40	6Ш-8;	66/42
6Ш8-2	66/27	8С-8; 8МШ-8	66/51	ГрУ400/20	67/55
ГрТ400/40	73/58	8Ш-8; 8НШ-8	81/74	10С-8	84/63
ГрТ800/71	90/71	ГрТ1250/71-Б	97/90	ГрУ800/40	82/70
ЗГМ-1М	109/104	ГрУ 1600/25	96/85	ГрТ1600/50	93/99
ГрК 1600/50	93/99	ЗГМ-2	103/95	ГрУ2000/63	108/105
ГрТ4000/71	114/111	ГрТ4000/71а	114/111		
Углесосы, спиральные, погружные и винтовые					
10У-4	86/72	У450-120	47/86	10У-5	87/87
У900-90	97/68	12У-10	98/72	12УВ-6х2	101/100
12УВ-6ах2	101/100	12УВ-66х2	101/100	14У-7	107/89
ЦН400-105	77/69	ЦН400-210	83/69	ЦН1000-180	105/88
ЦН1200-310	106/91	5МД-7х3	116/26	ВП-340	76/61
1В6/5...25	59/2	1В20/5...50	60/11	1В50/5...25	37/21

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристики насосов

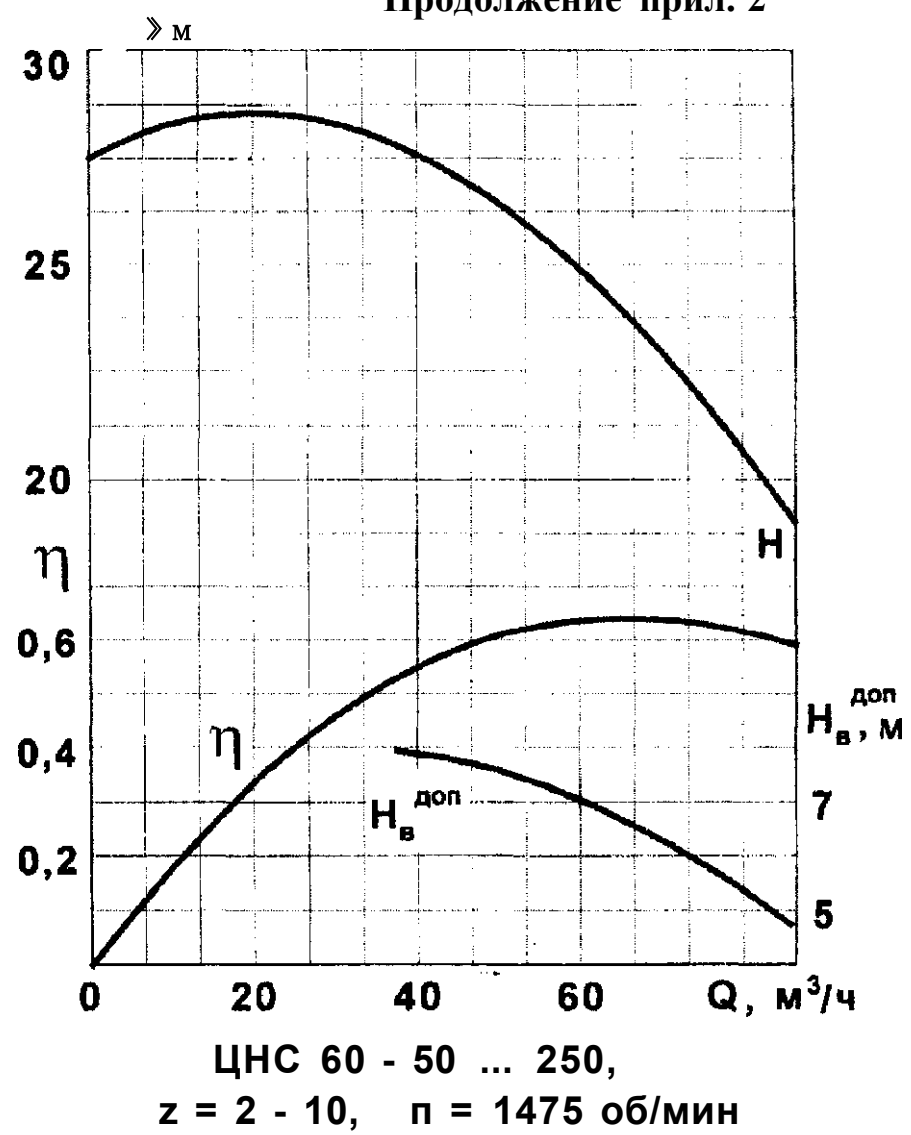
Области промышленного использования насосов серии ЦНС

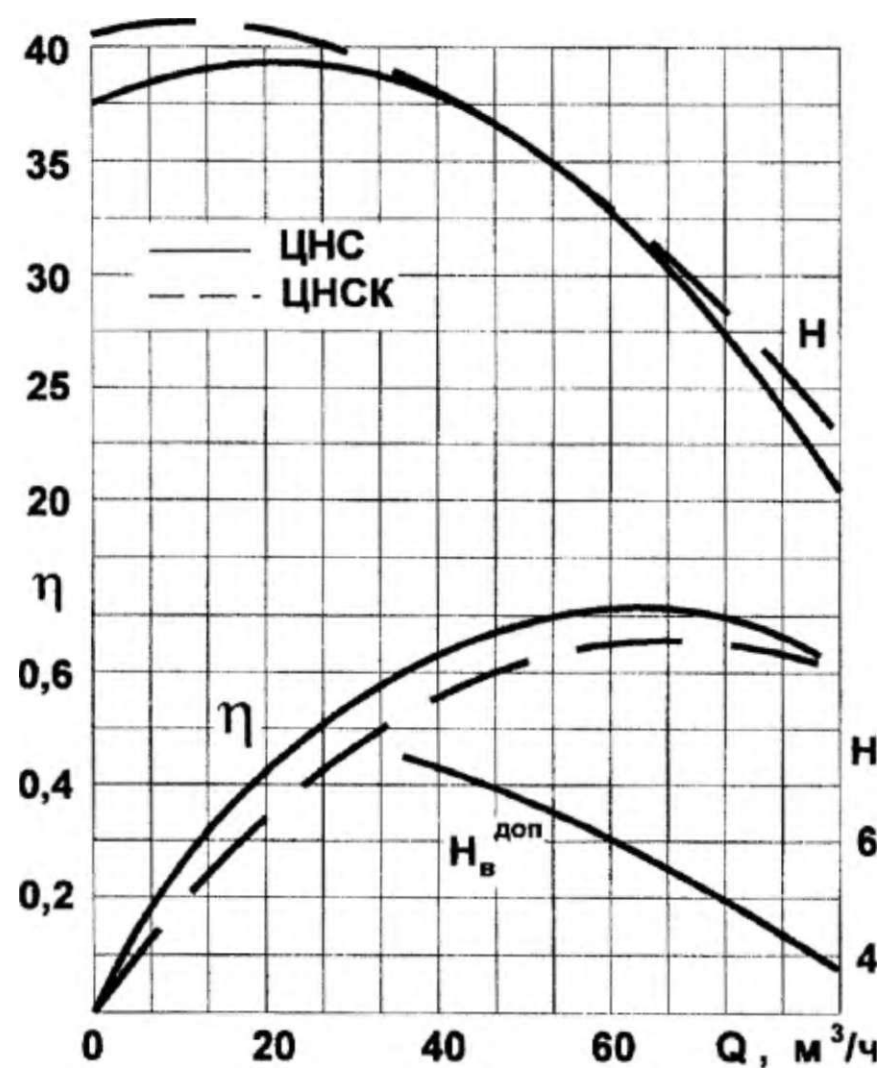




ЦНС 38 - 50 ... 250,
 $z = 2 - 10, \quad n = 1475 \text{ об/мин}$

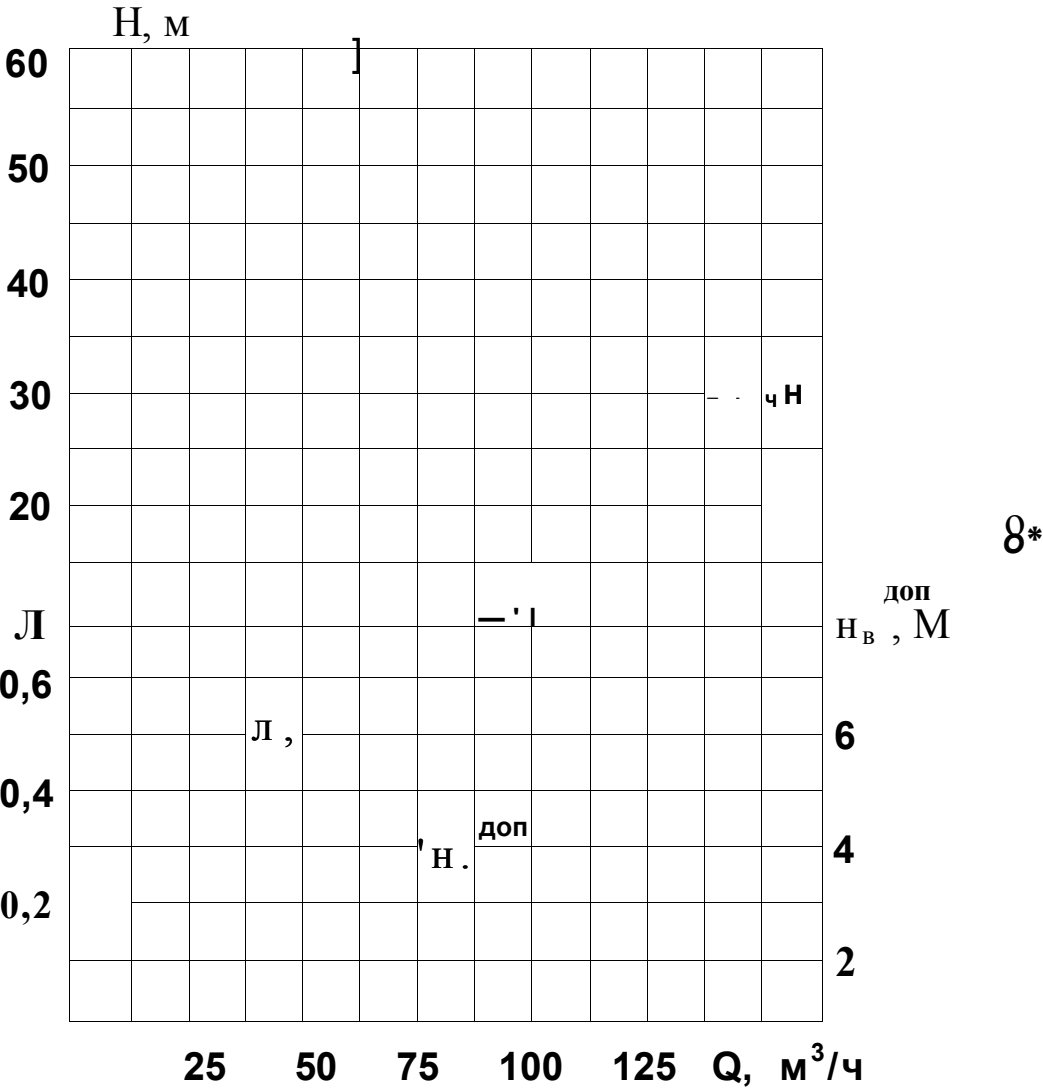
Продолжение прил. 2



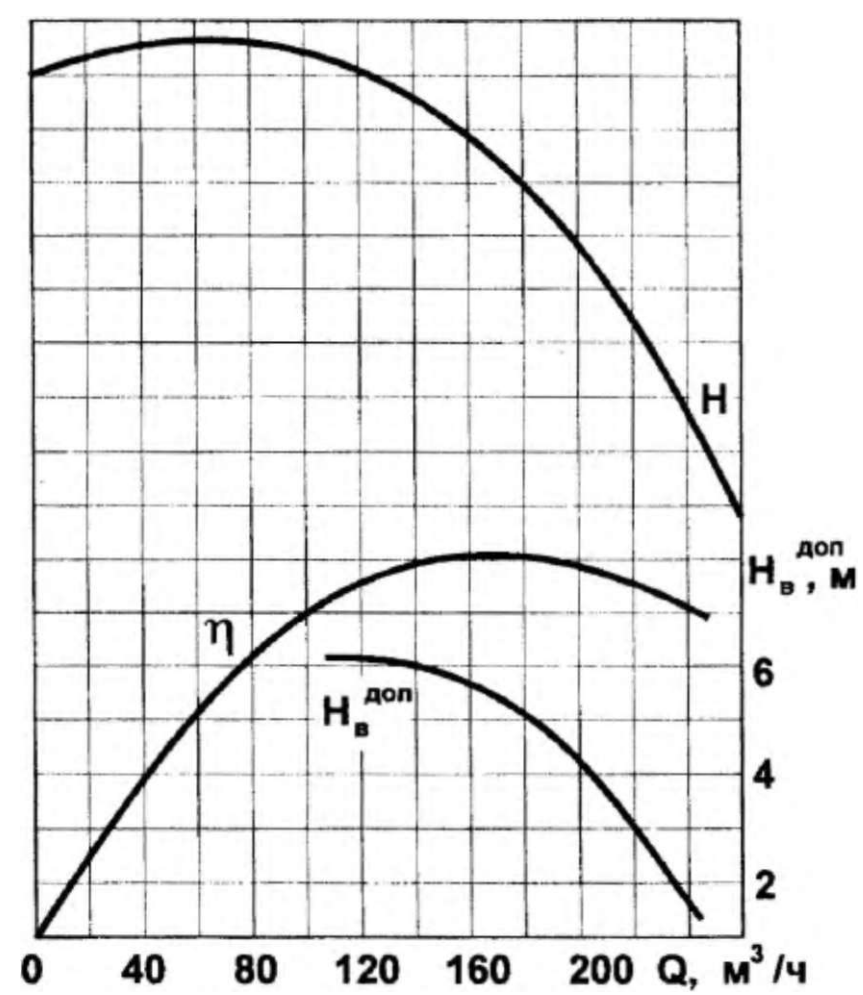


ЦНС (ЦНСК) 60 - 66 ... 330,
 $z = 2 - 10$, $n = 2950$ об/мин

Продолжение прил. 2

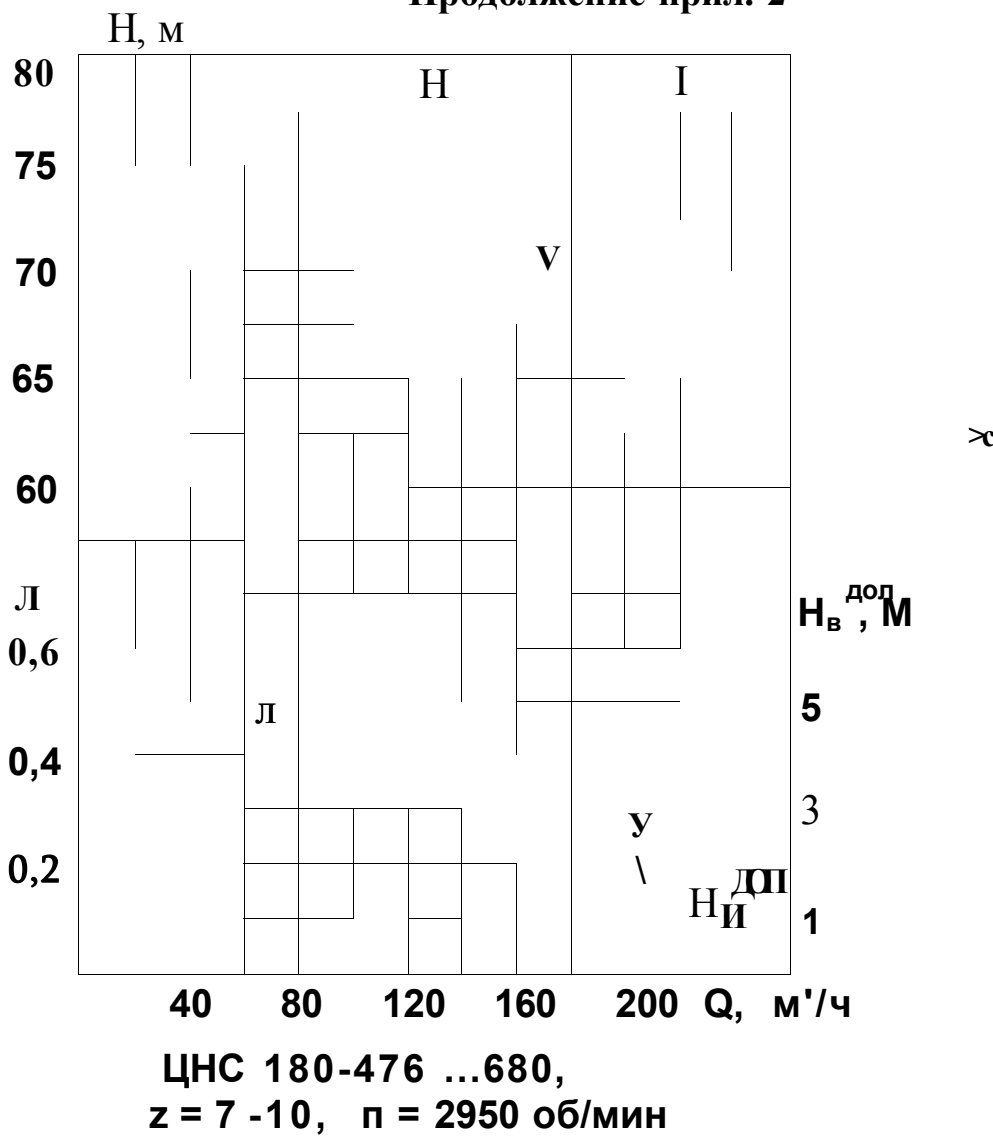


ЦНС 105-98 ...490,
 $z = 2 - 10$, $n = 2950$ об/мин



ЦНС 180 - 85 ... 425,
 $z = 2 - 10, n = 1475$ об/мин

Продолжение прил. 2



105

100

95

90

85

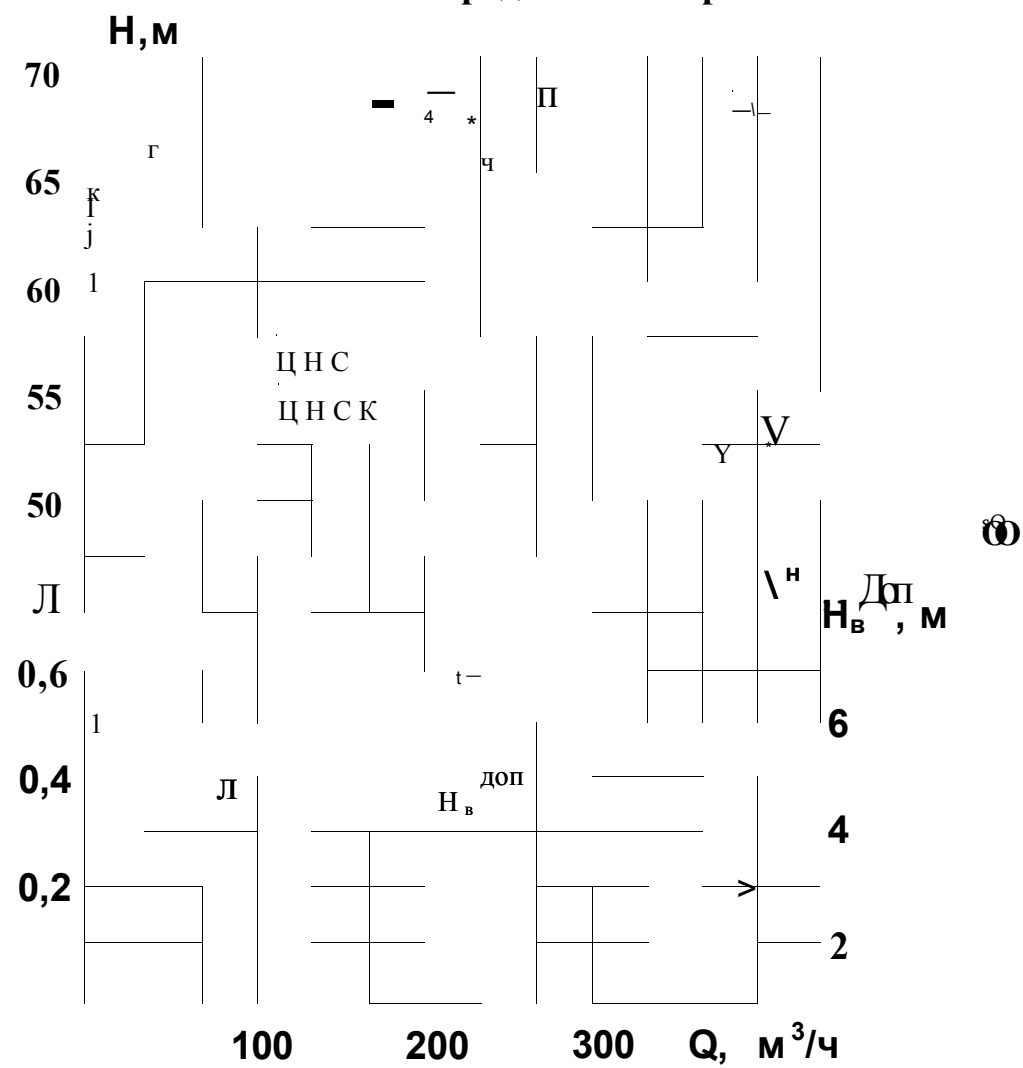
Л

0,6

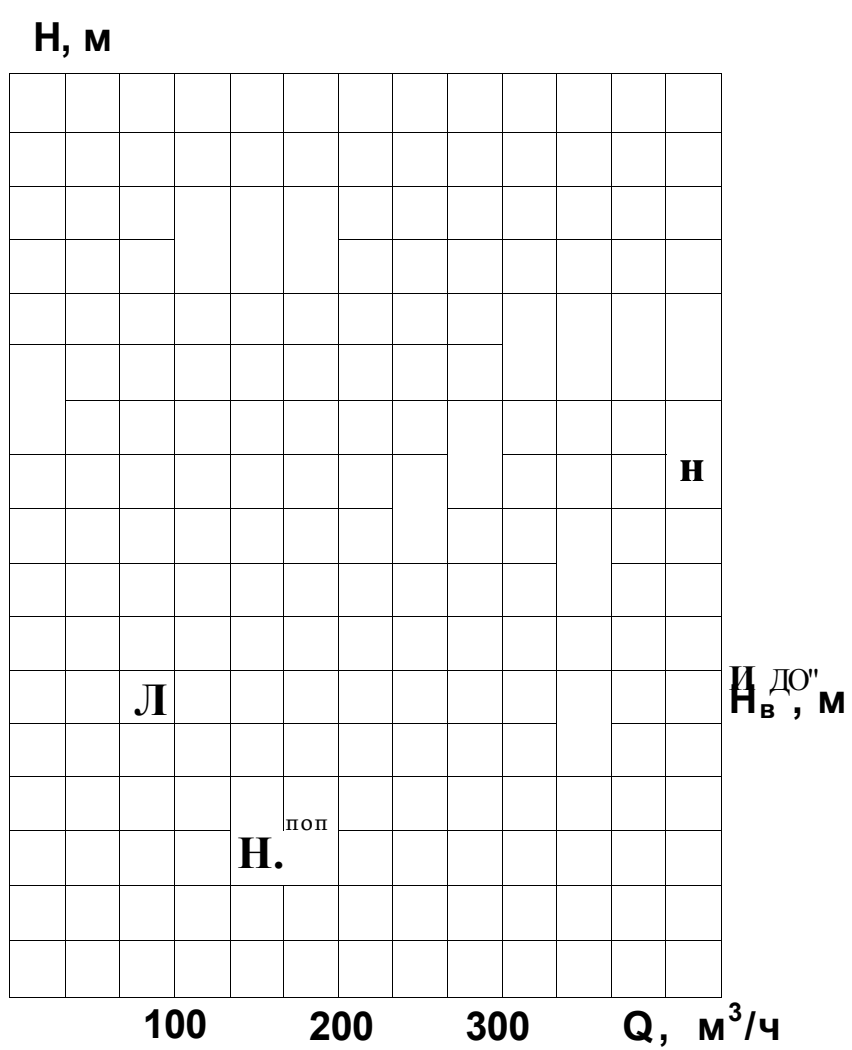
0,4

0,2

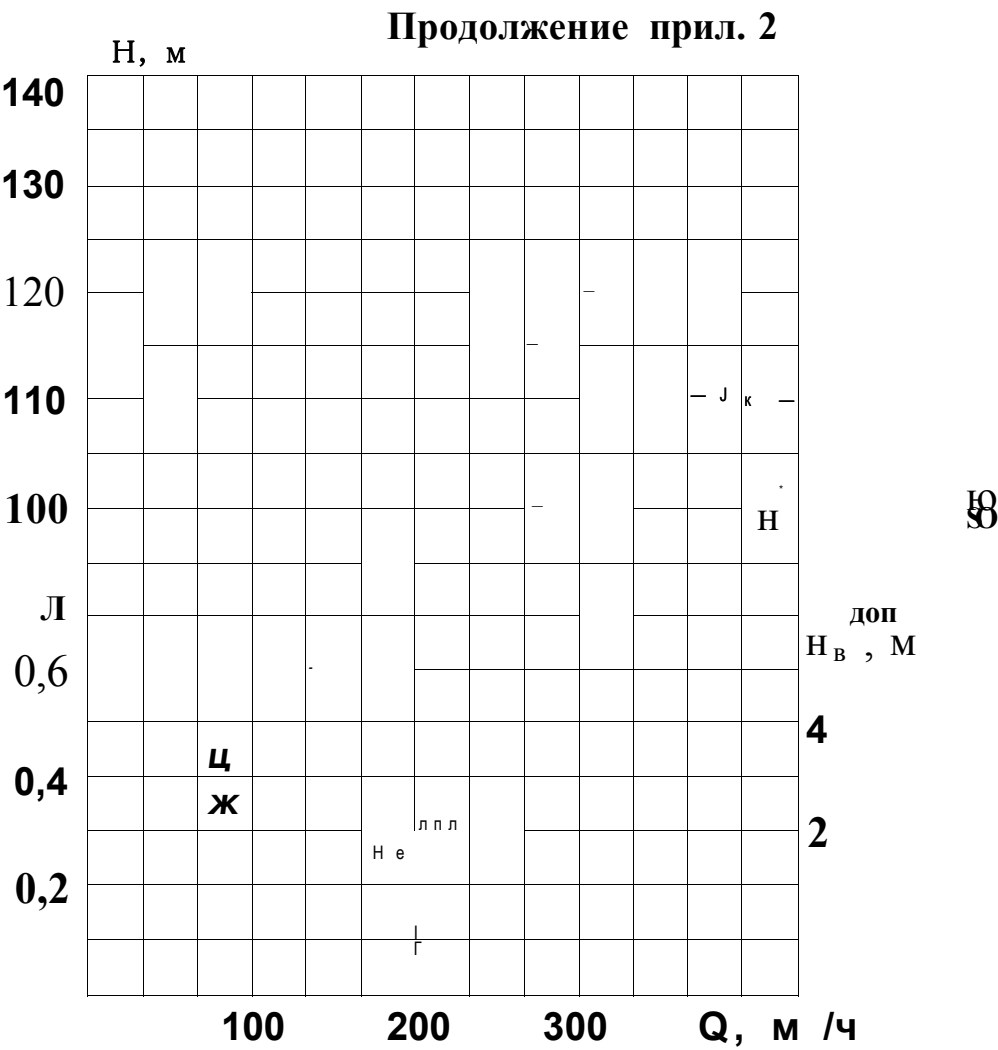
Продолжение прил. 2



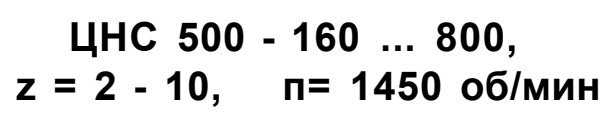
ЦНС (ЦНСК) 300 -120 ... 600,
z = 2 -10, п = 1475 об/мин



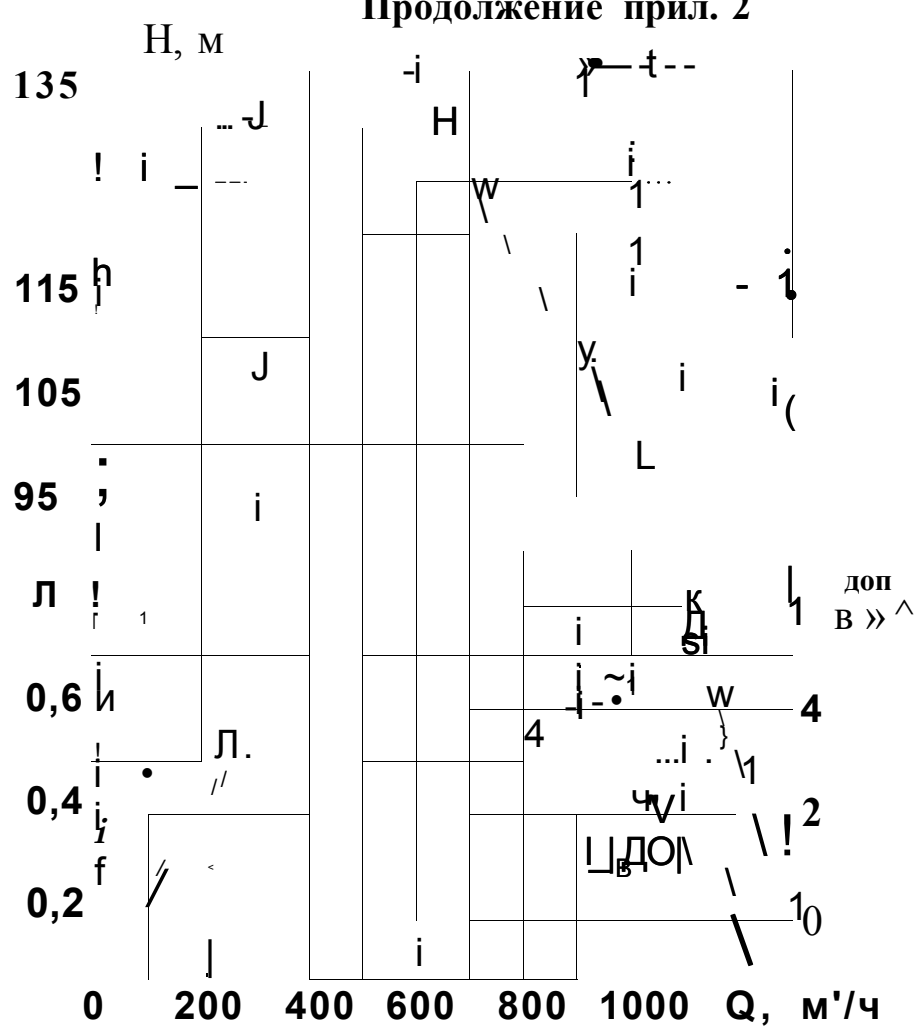
ЦНС 300-700... 1000,
z = 7 -10, п = 2950 об/мин



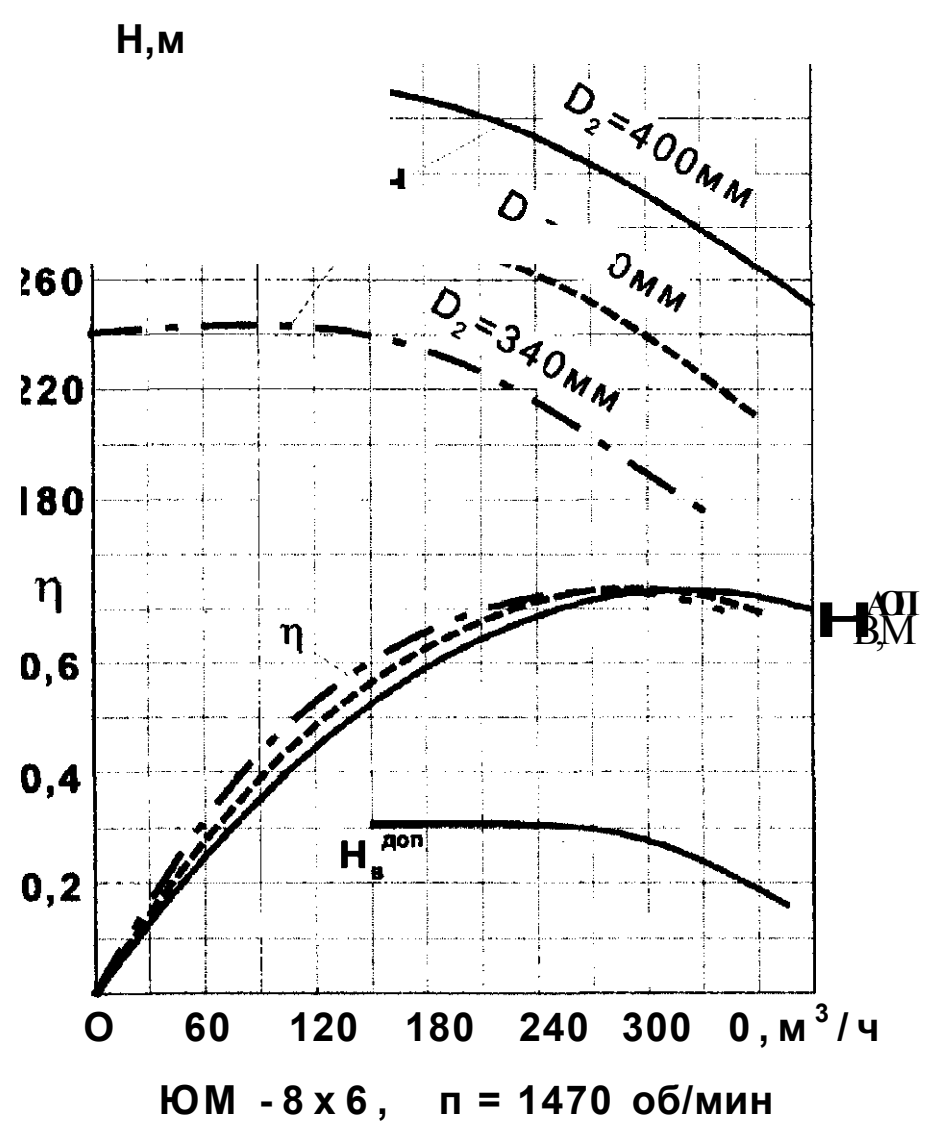
**ЦНС 300-780 ...1300,
z = 6 -10, п = 2950 об/мин**



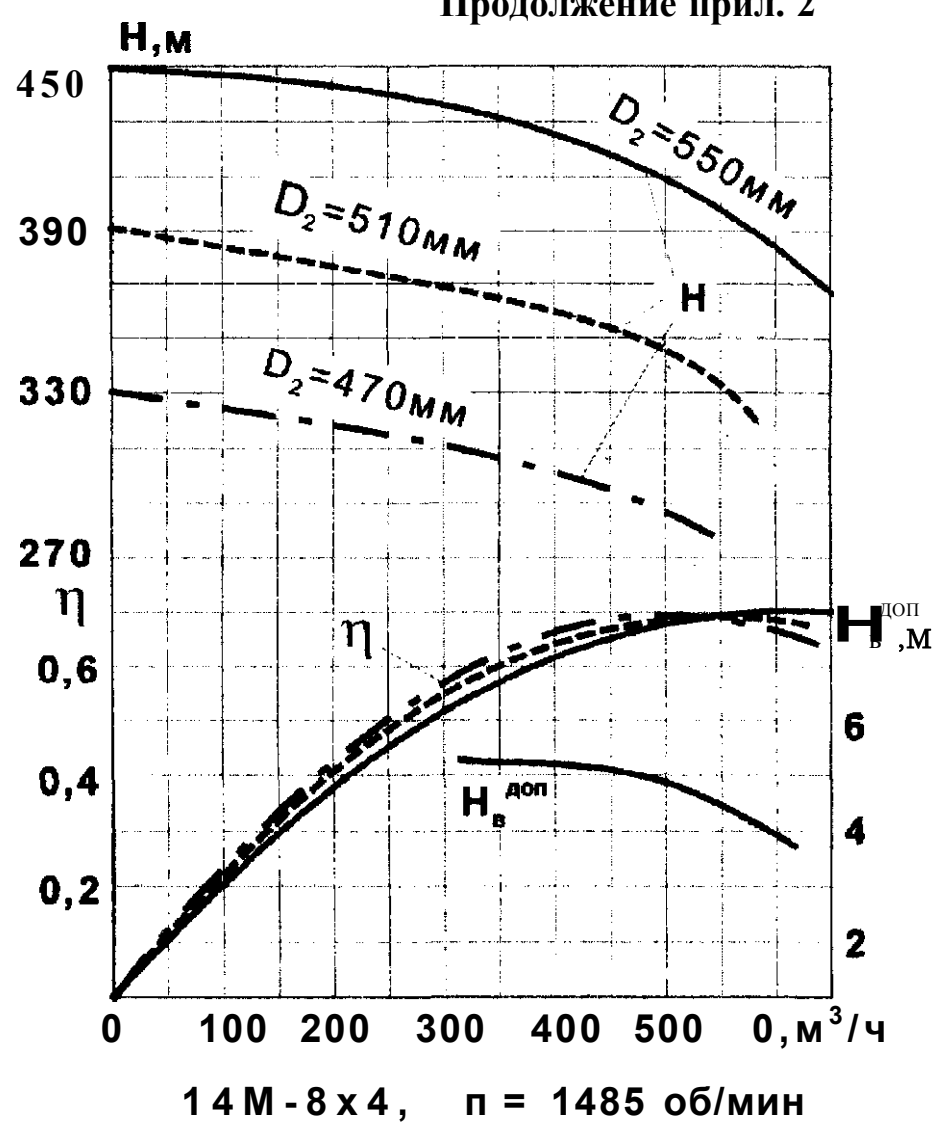
Продолжение прил. 2

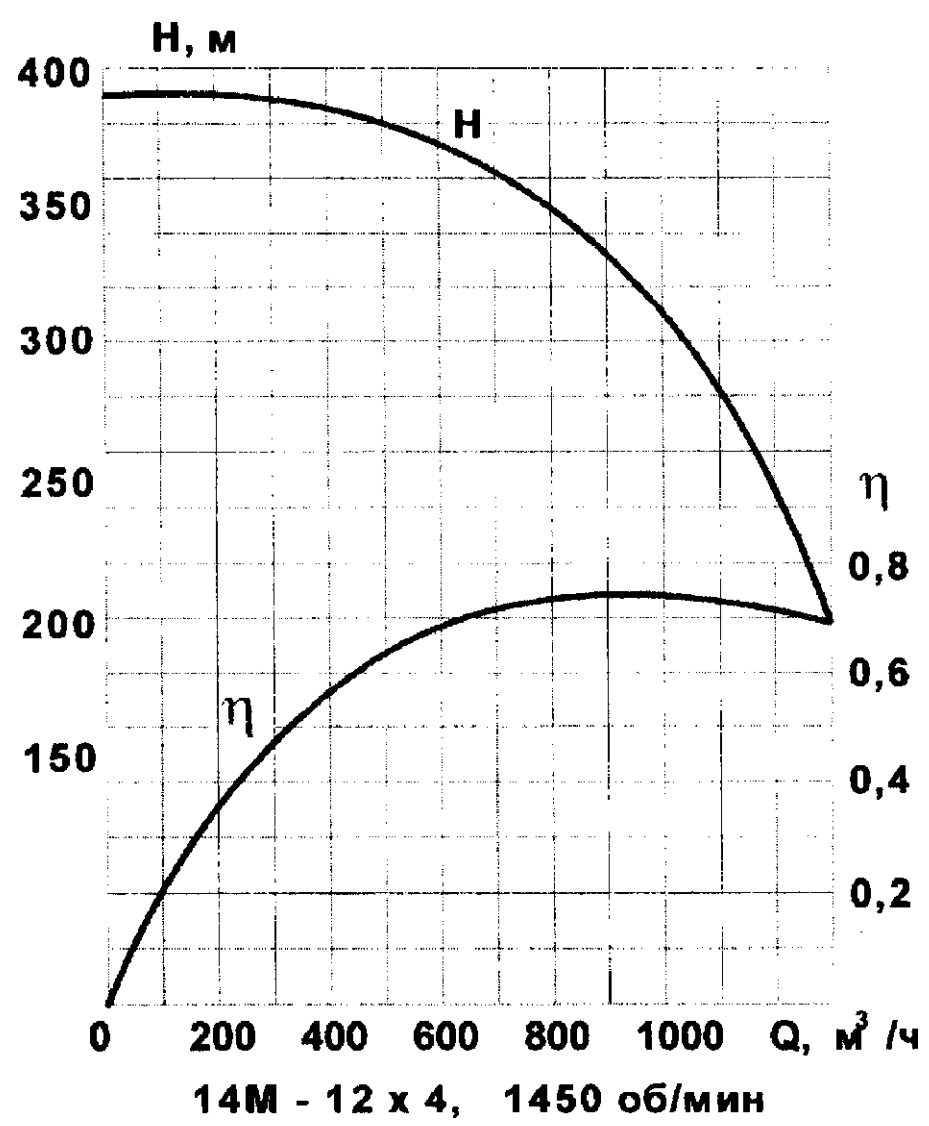


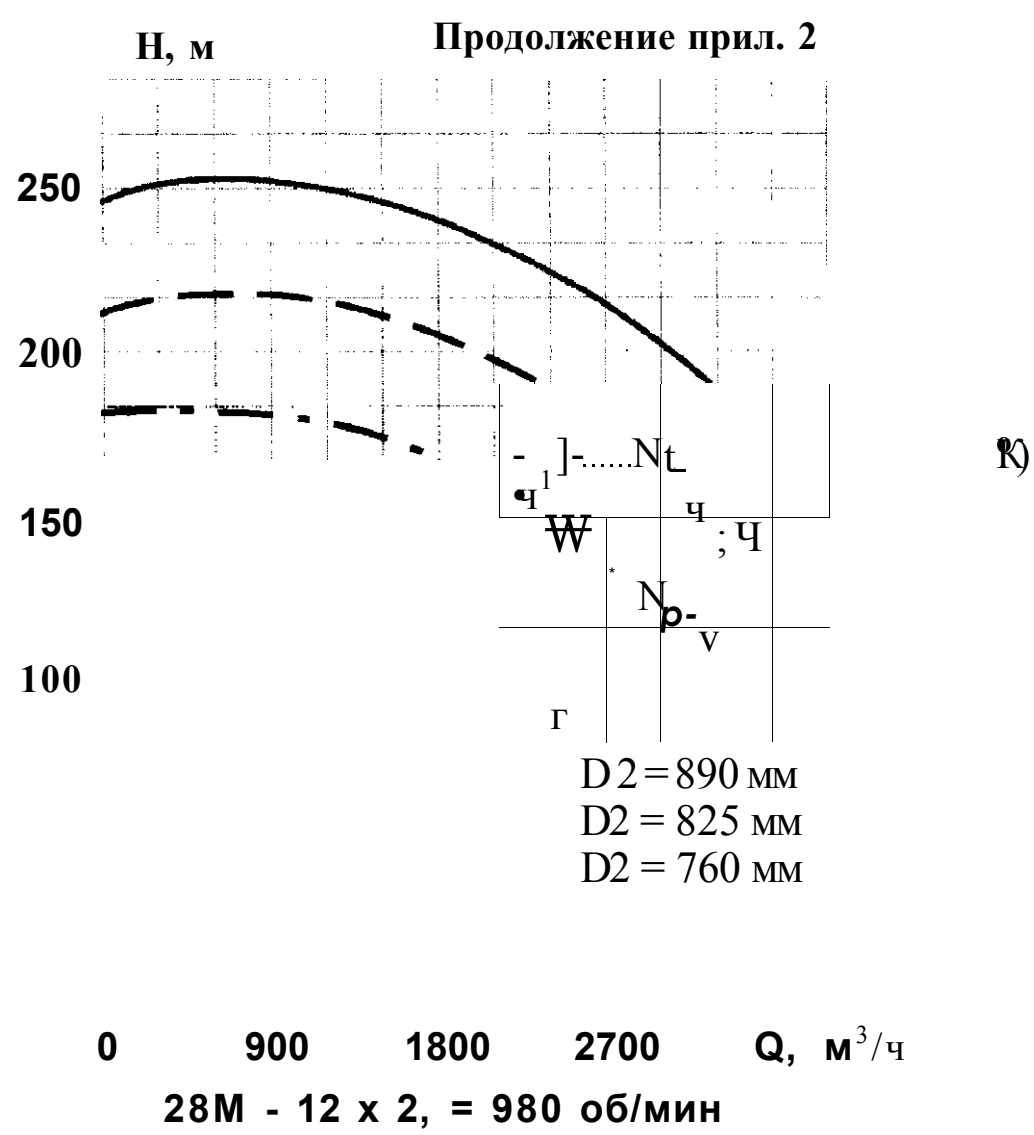
ЦНС 850 - 240 ... 1440,
z = 2 - 12, п = 1475 об/мин



Продолжение прил. 2

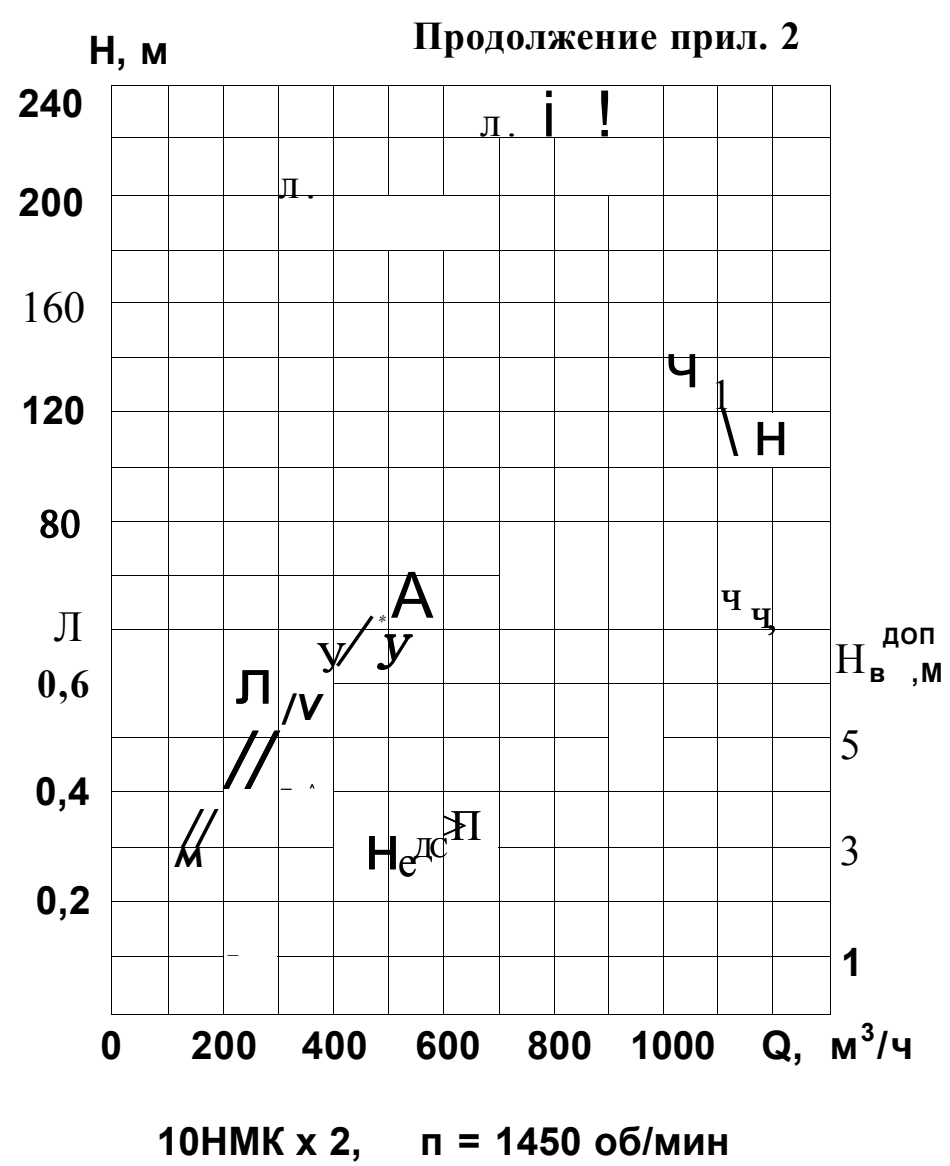


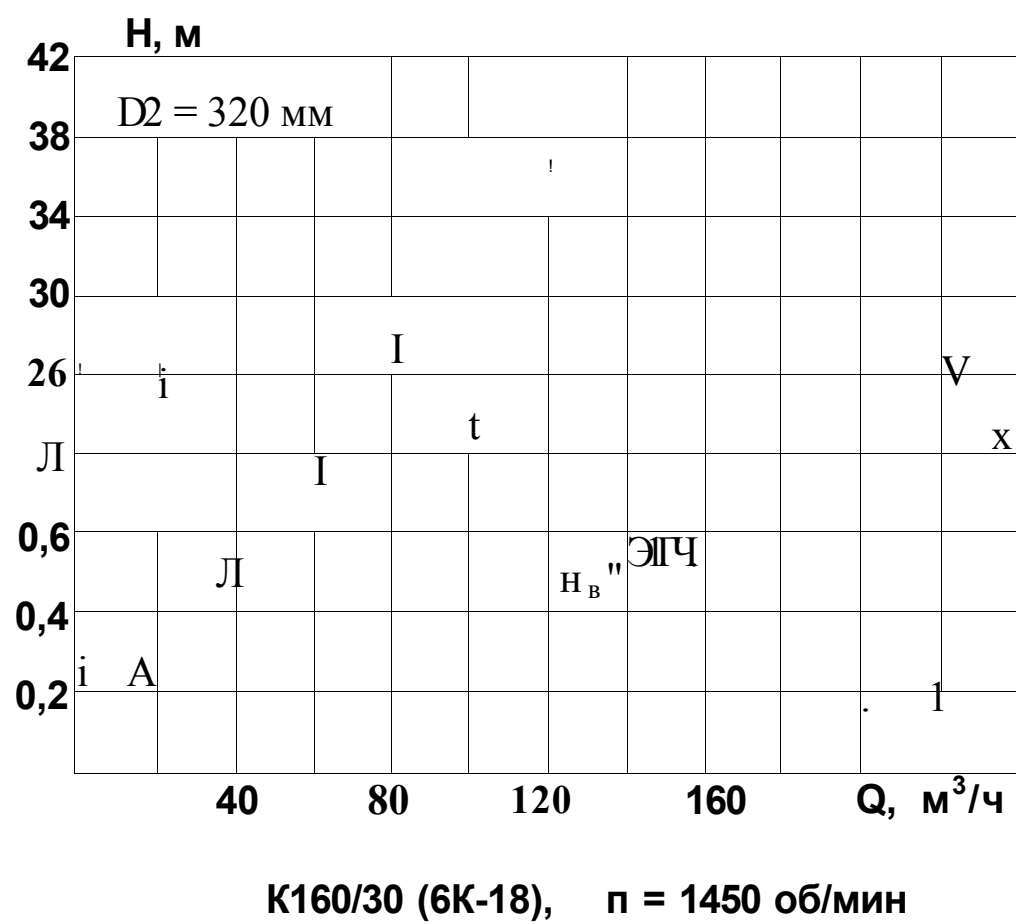
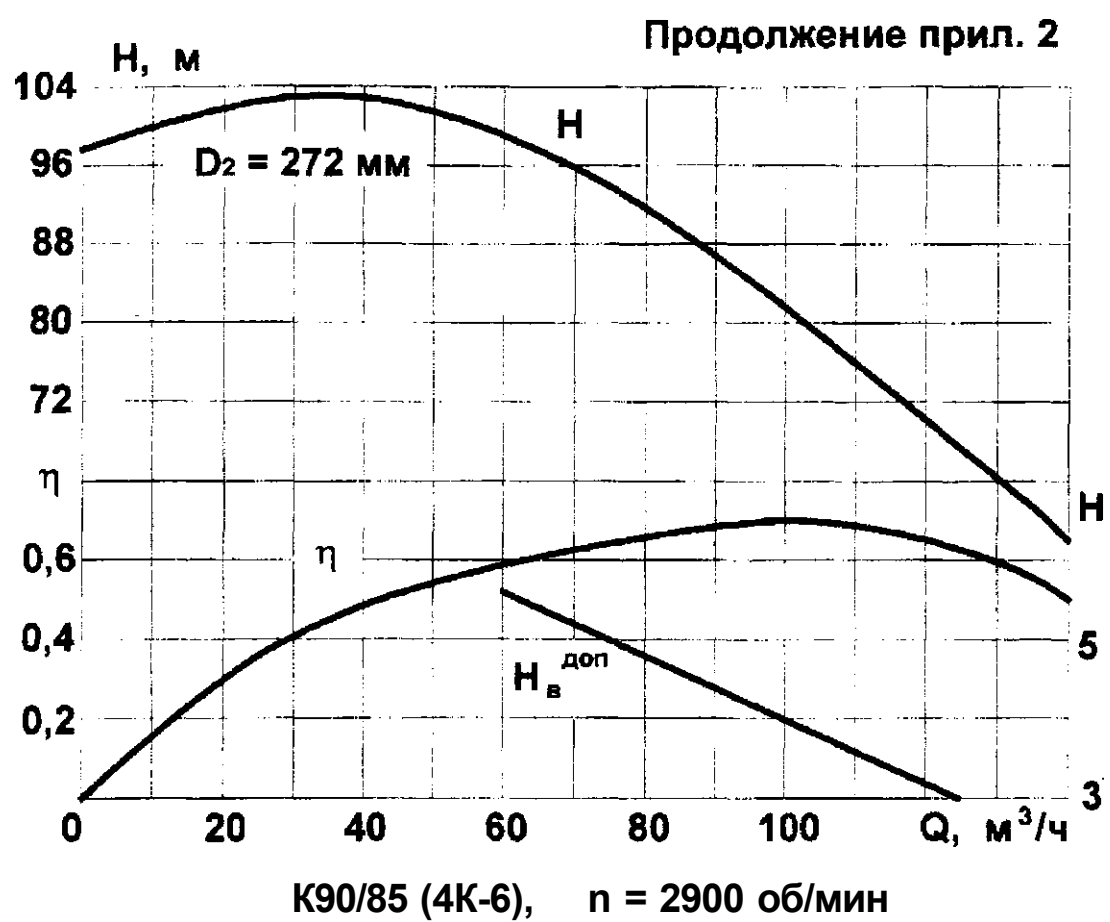




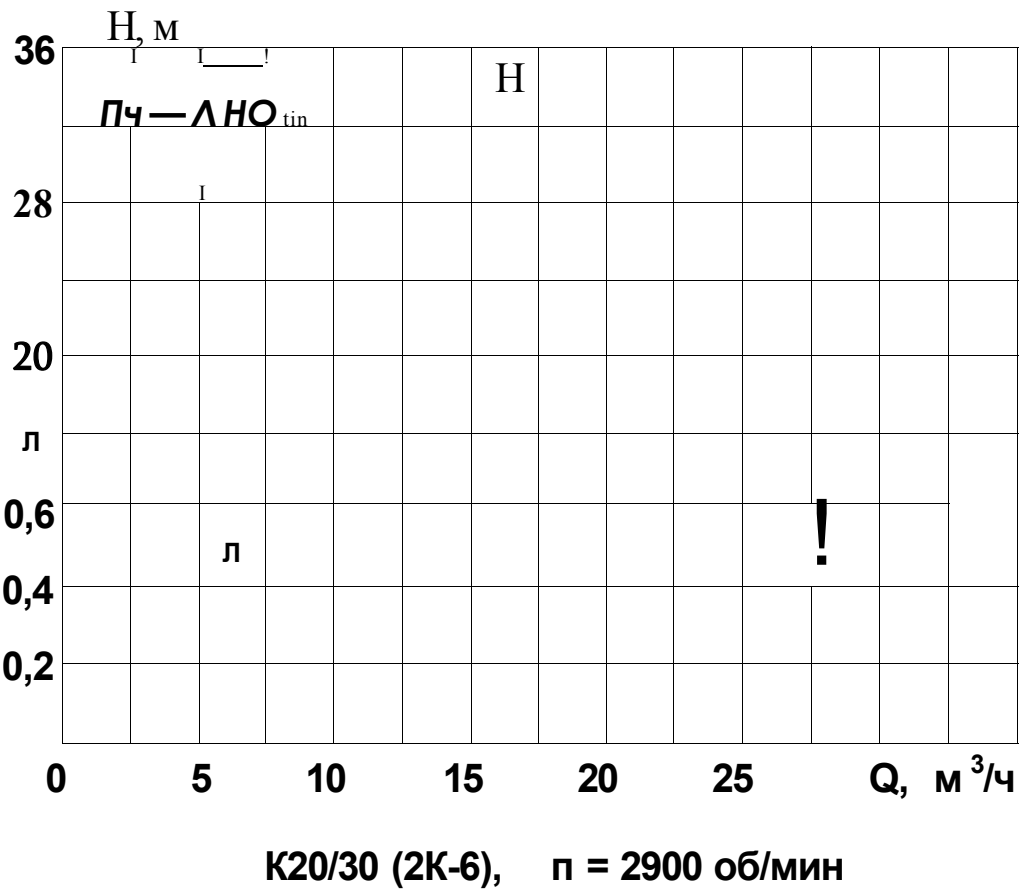
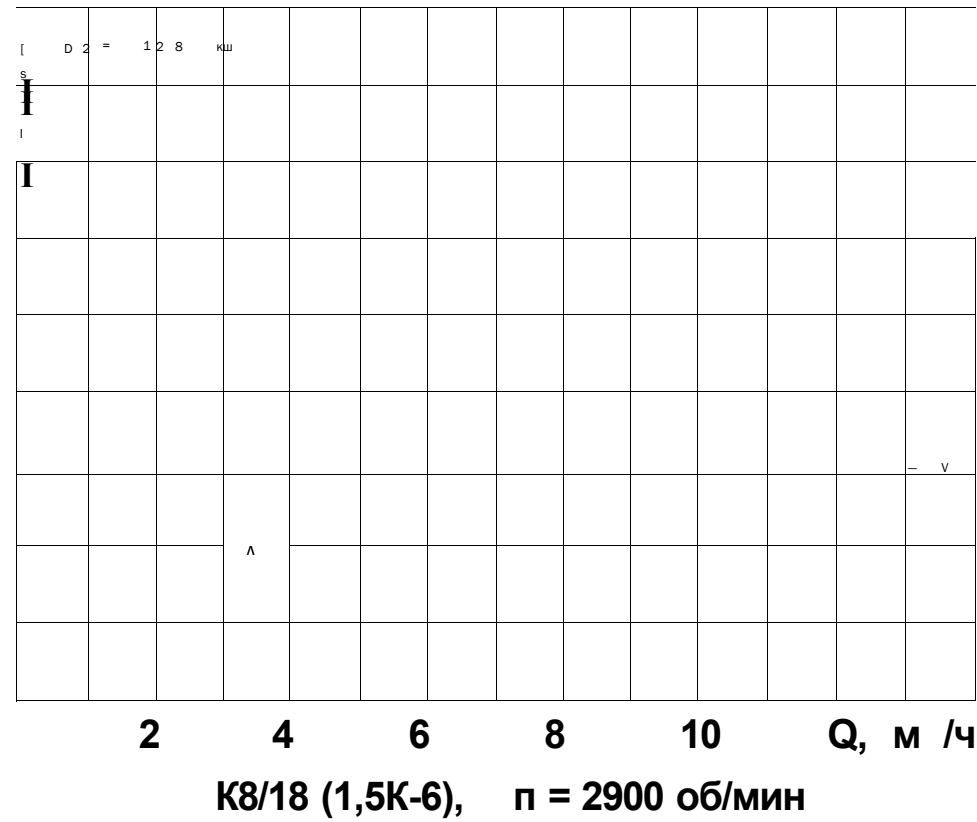


ЗВ - 200 х 2, п = 1450 об/мин

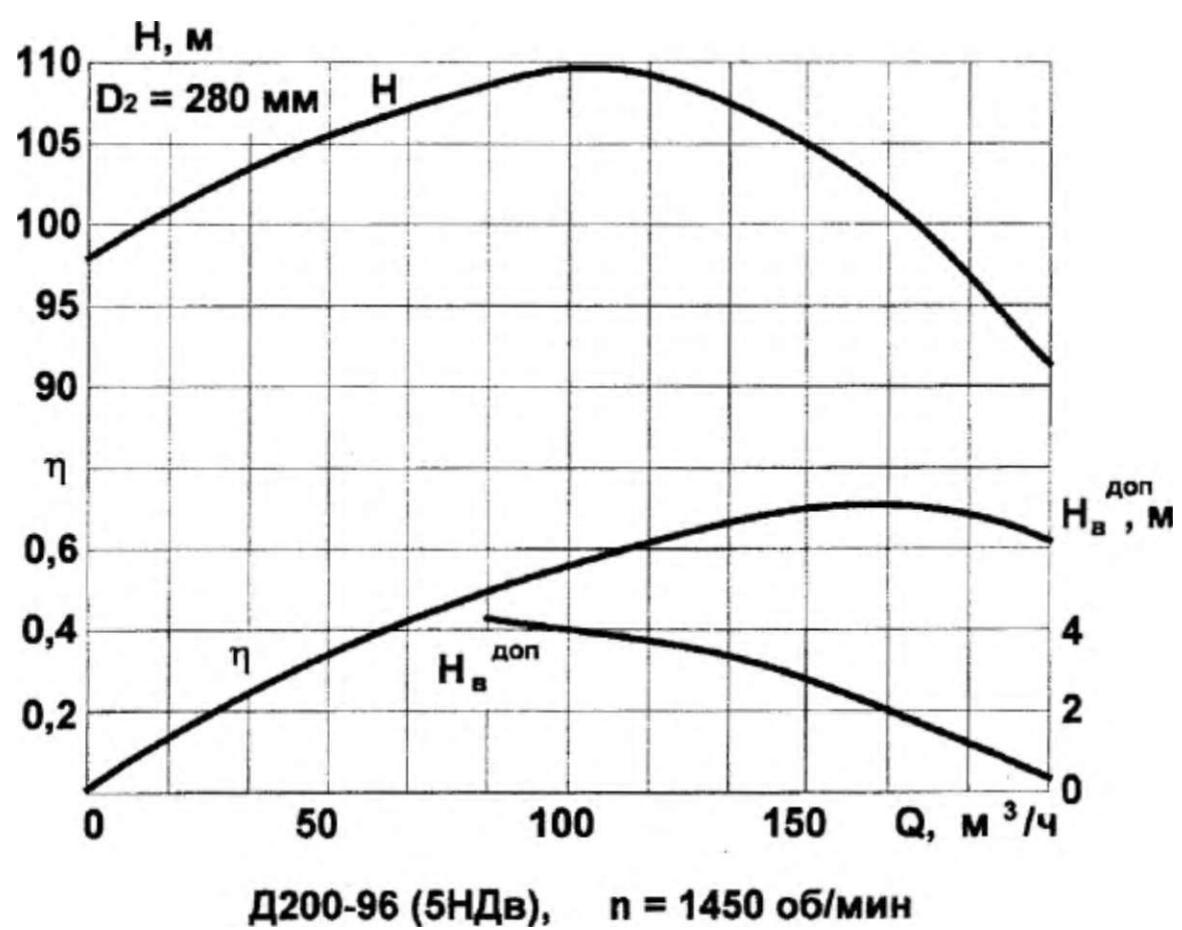
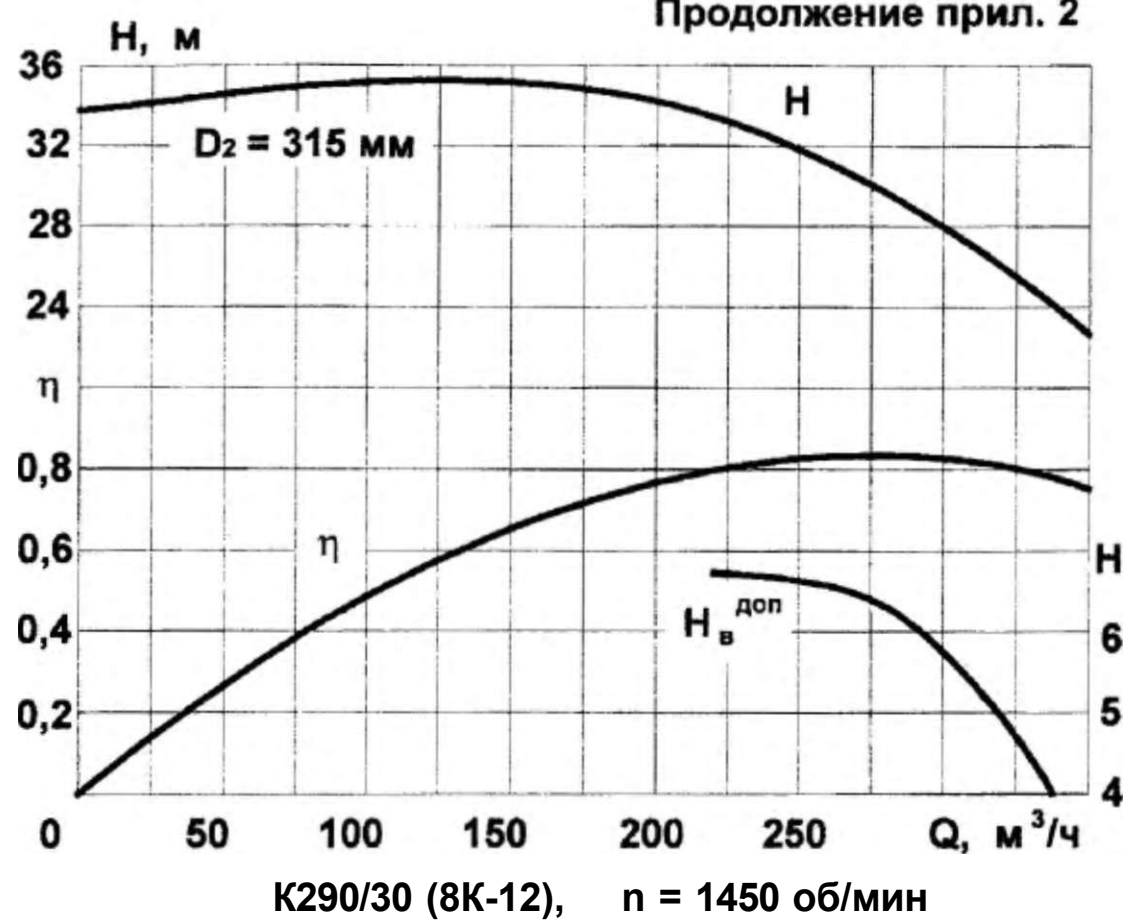


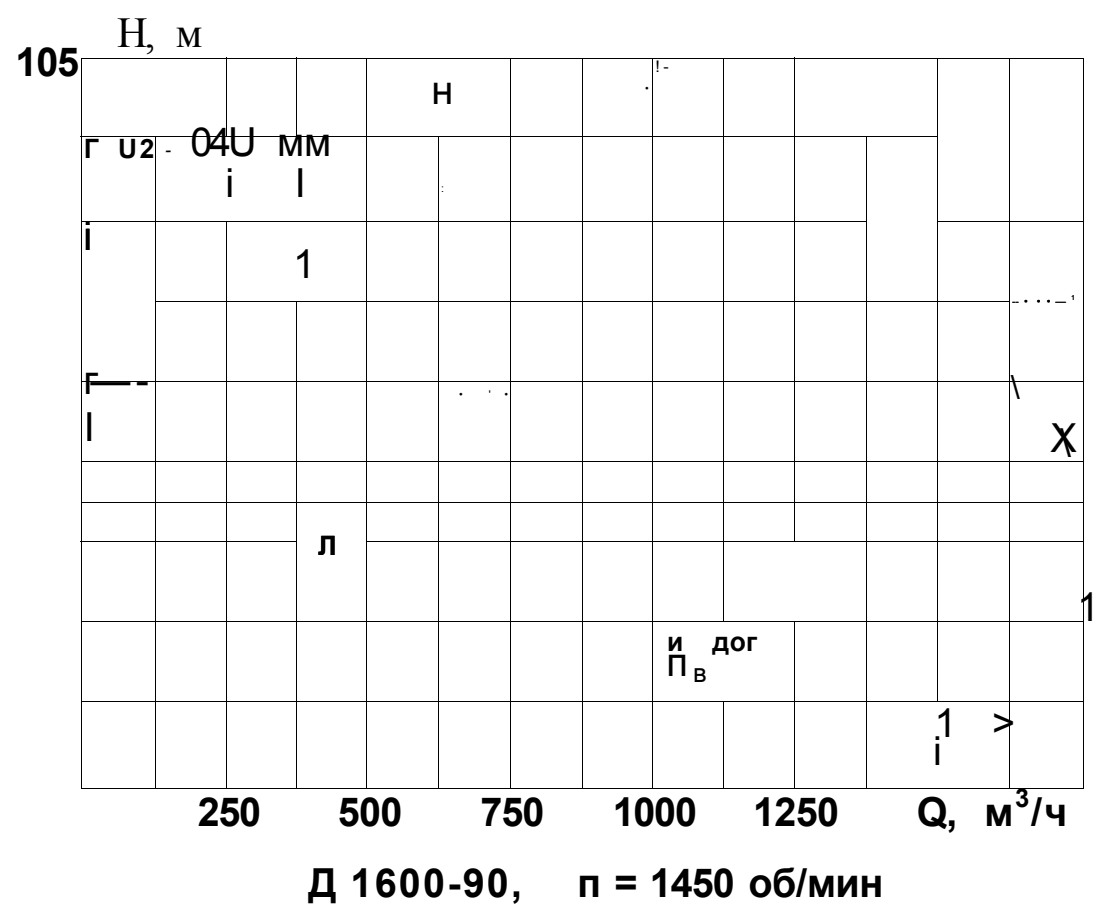
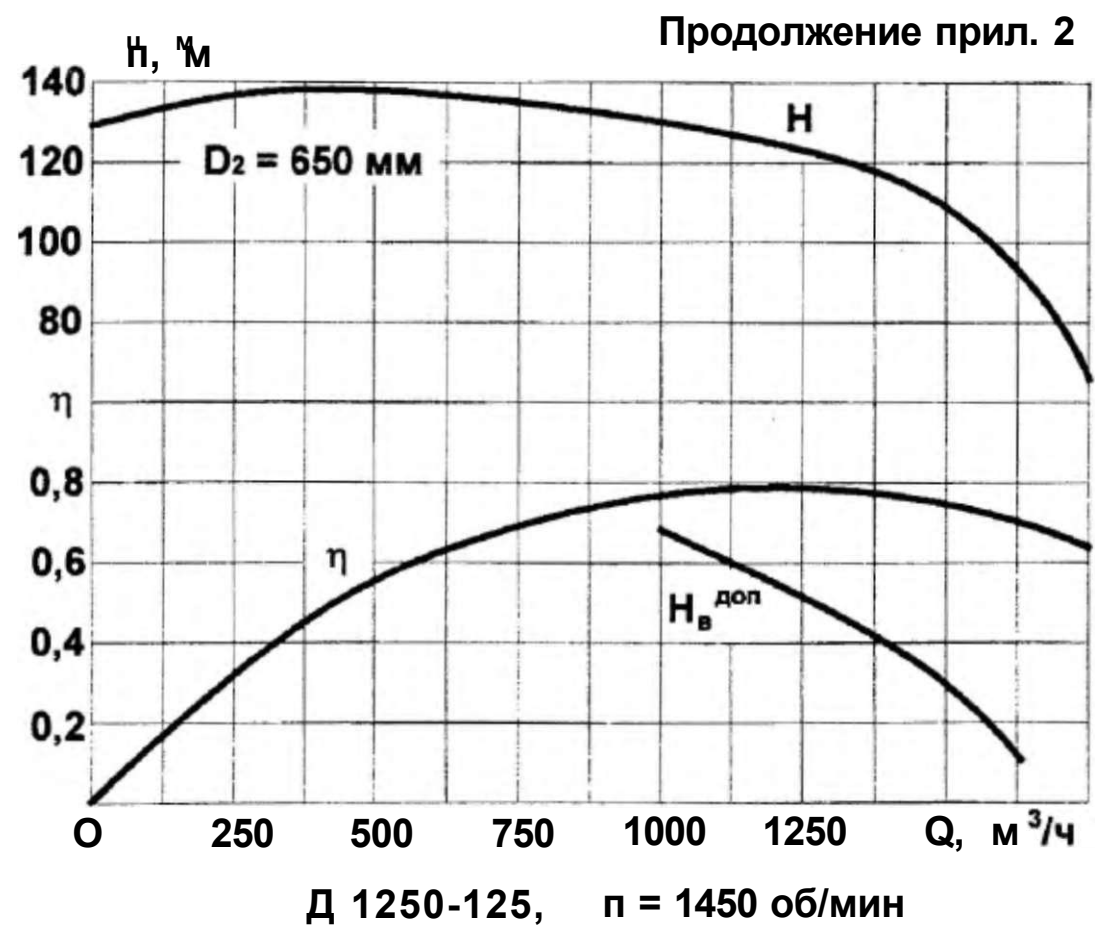


Н, м Продолжение прил. 2

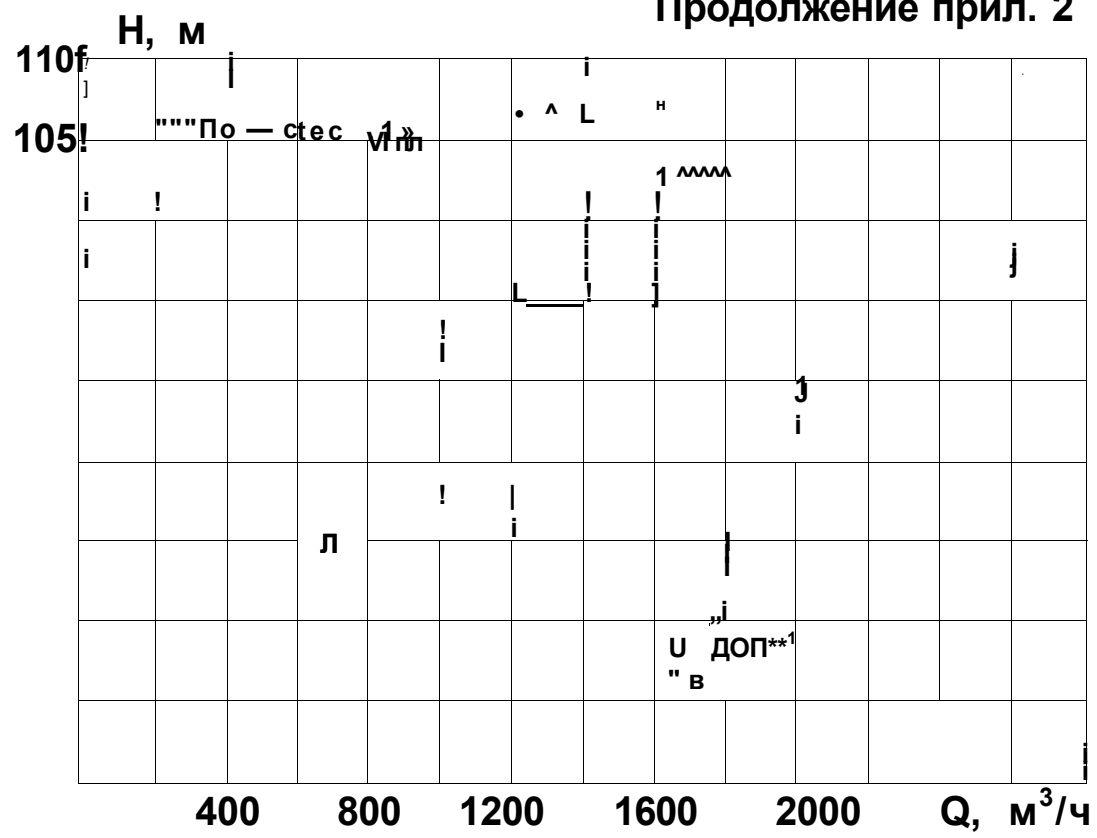


Продолжение прил. 2

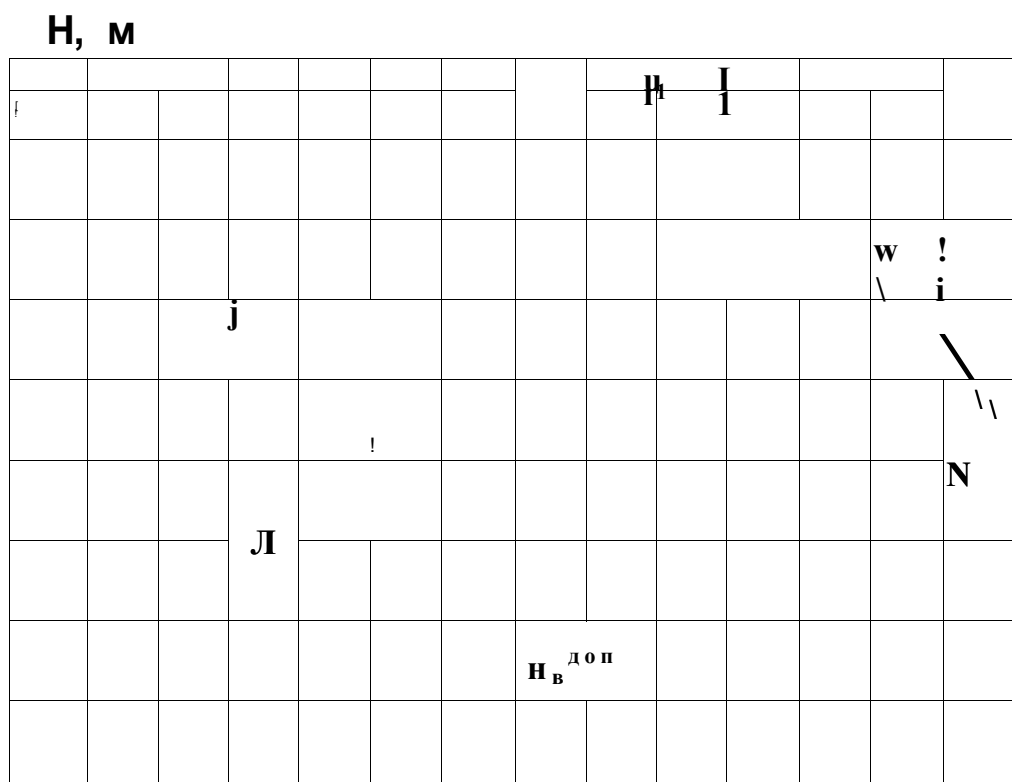




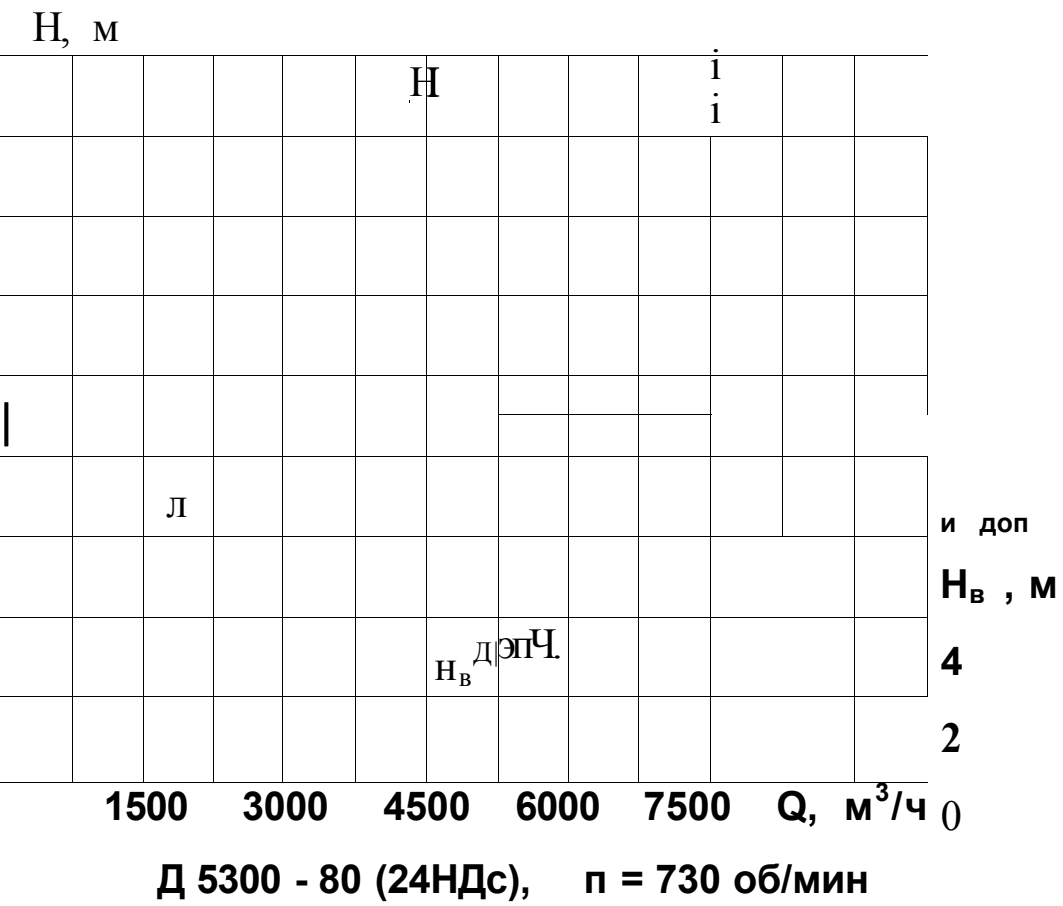
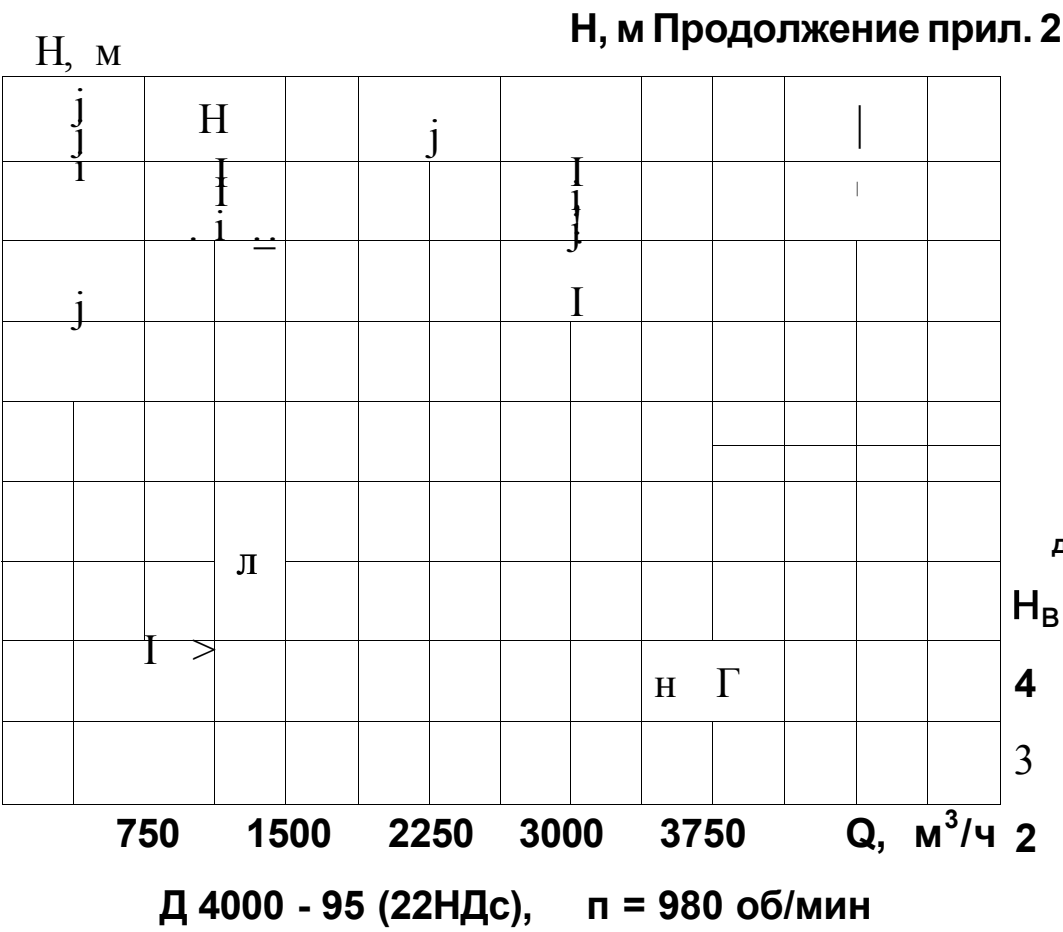
Продолжение прил. 2

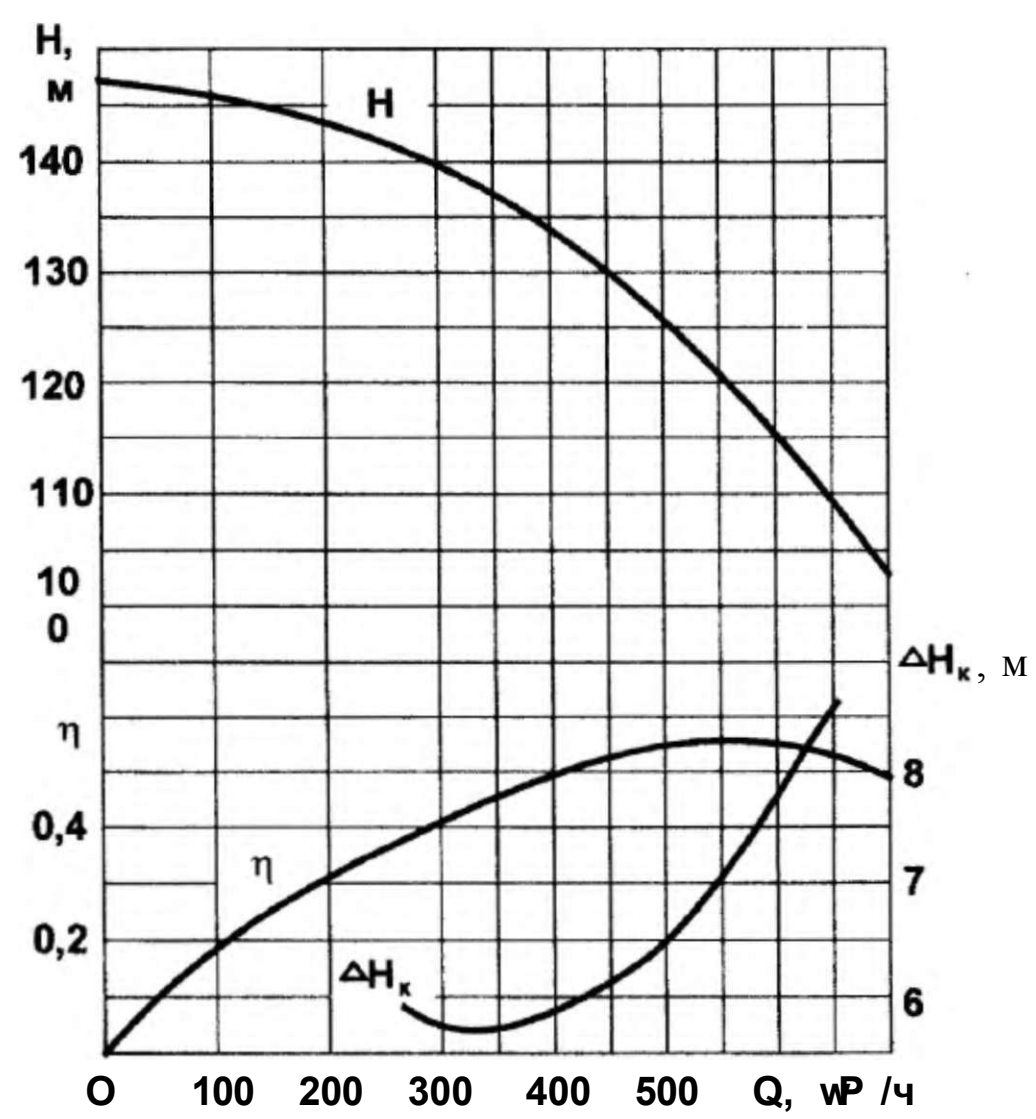


Д 2000 -100 (20Д- 6), п = 980 об/мин



Д 3200 -75, п = 980 об/мин





У450- 120, $n = 1480$ об/мин

**N,
кВт**

400

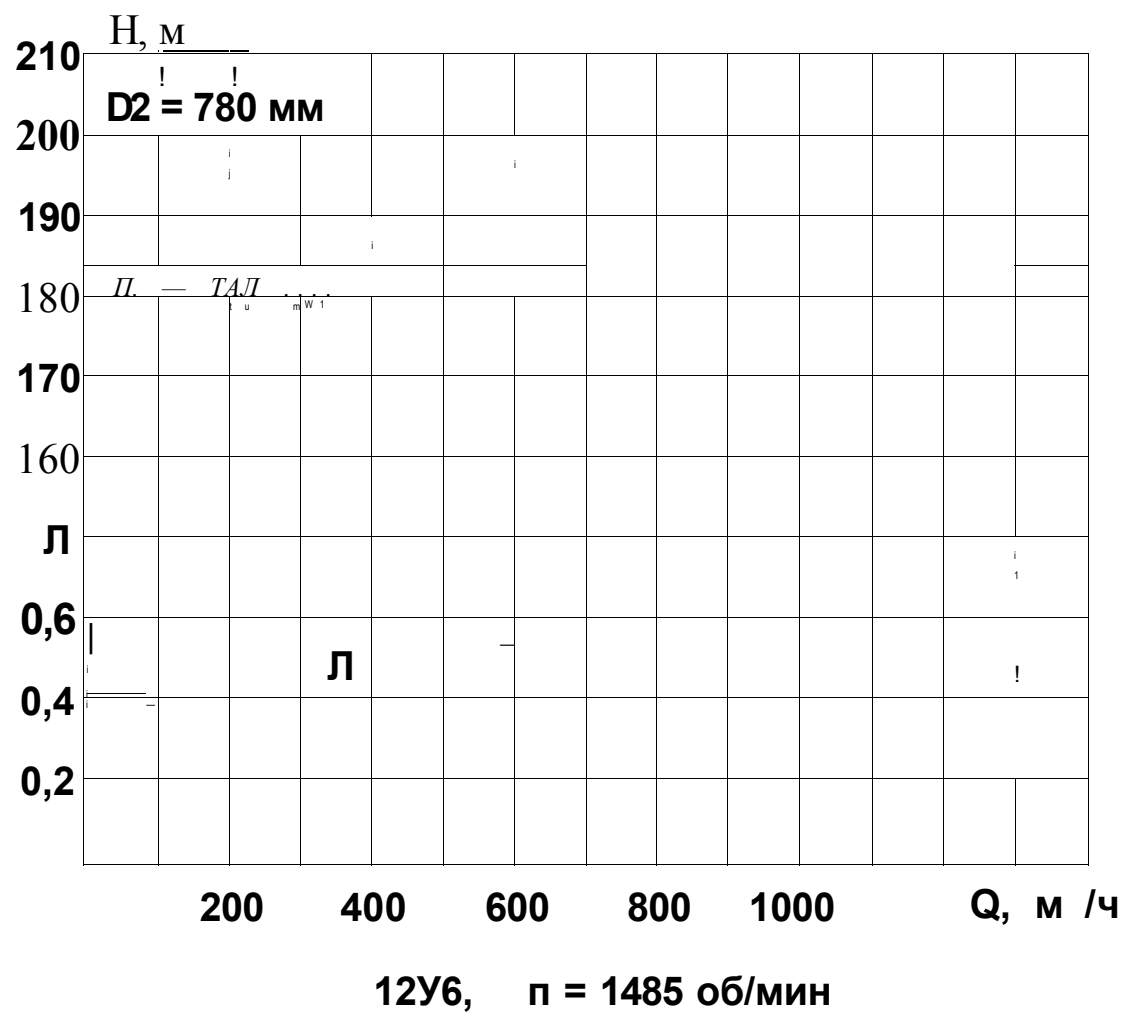
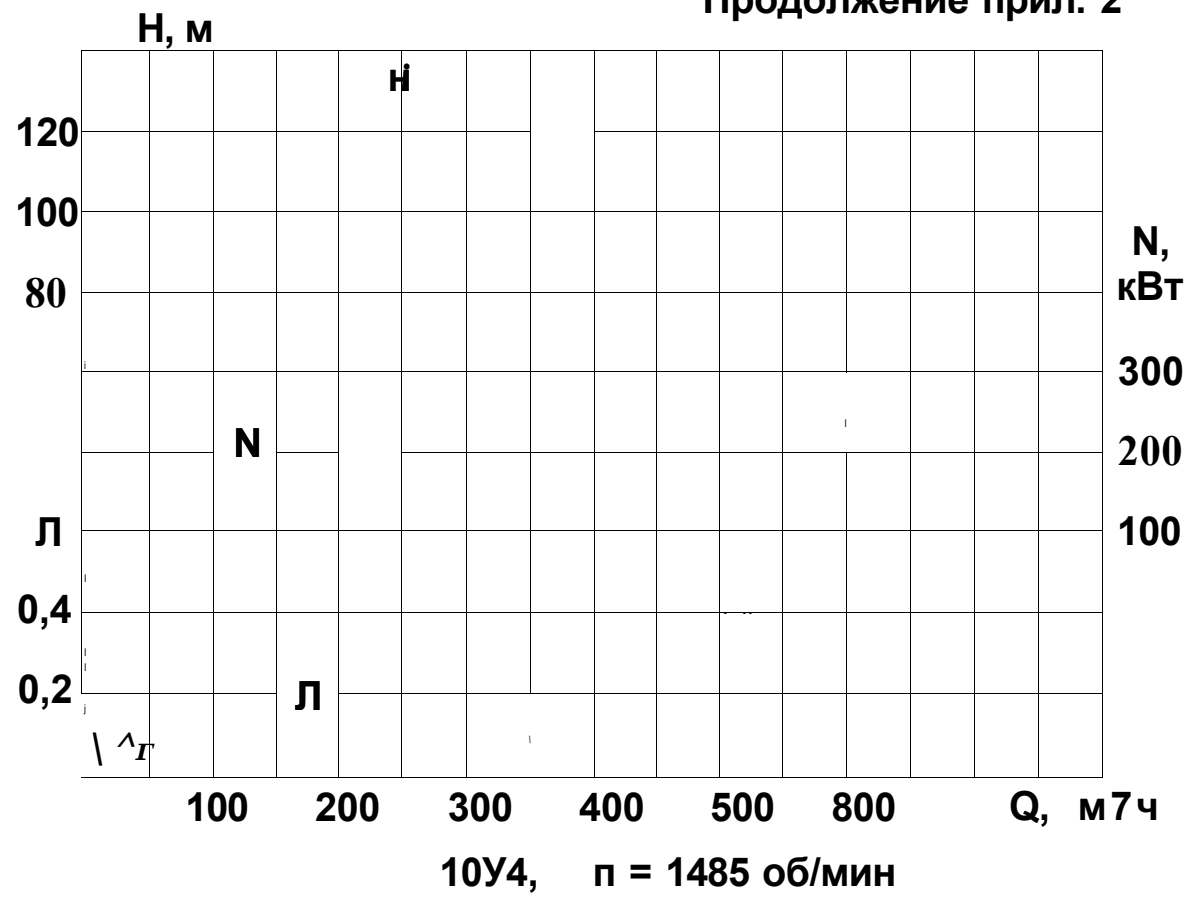
300

5,5

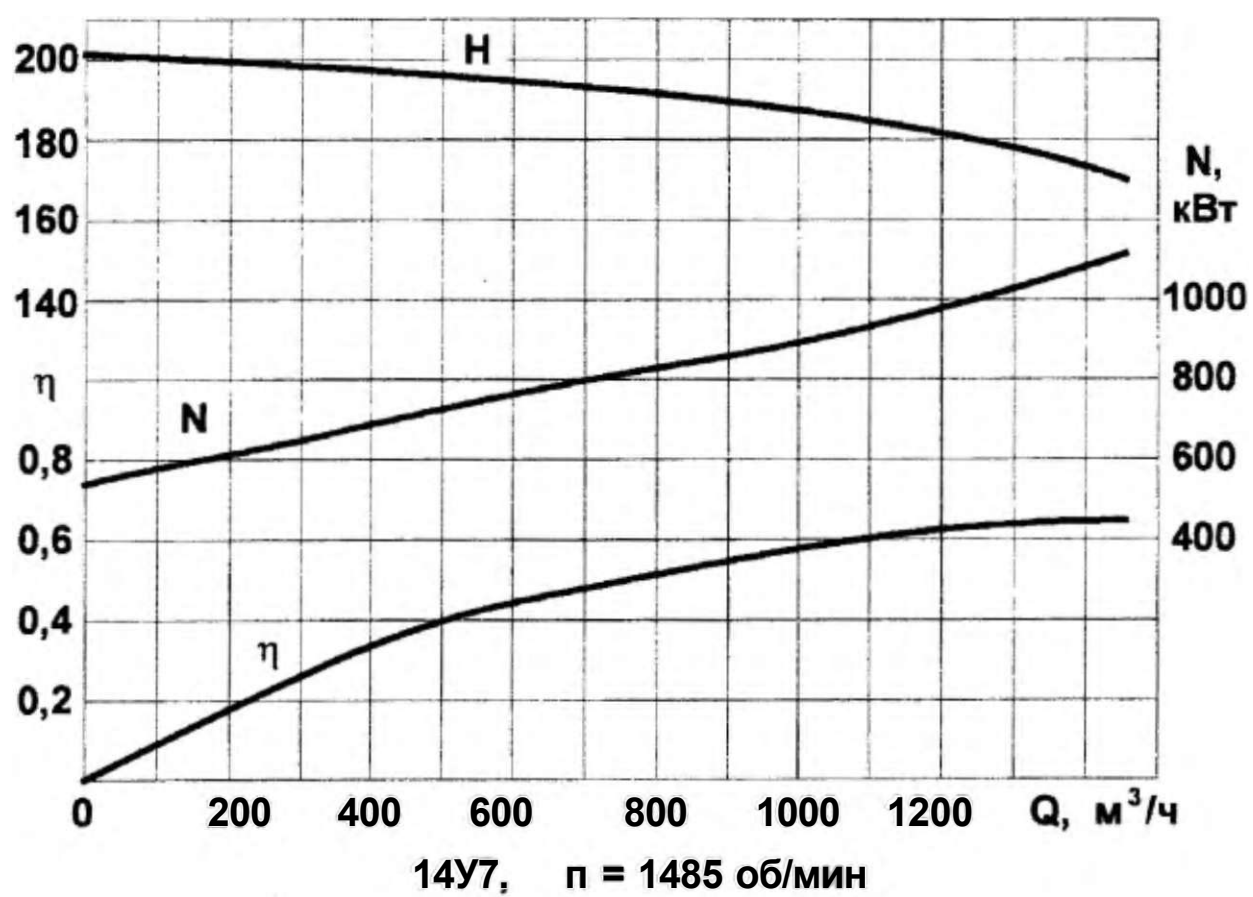
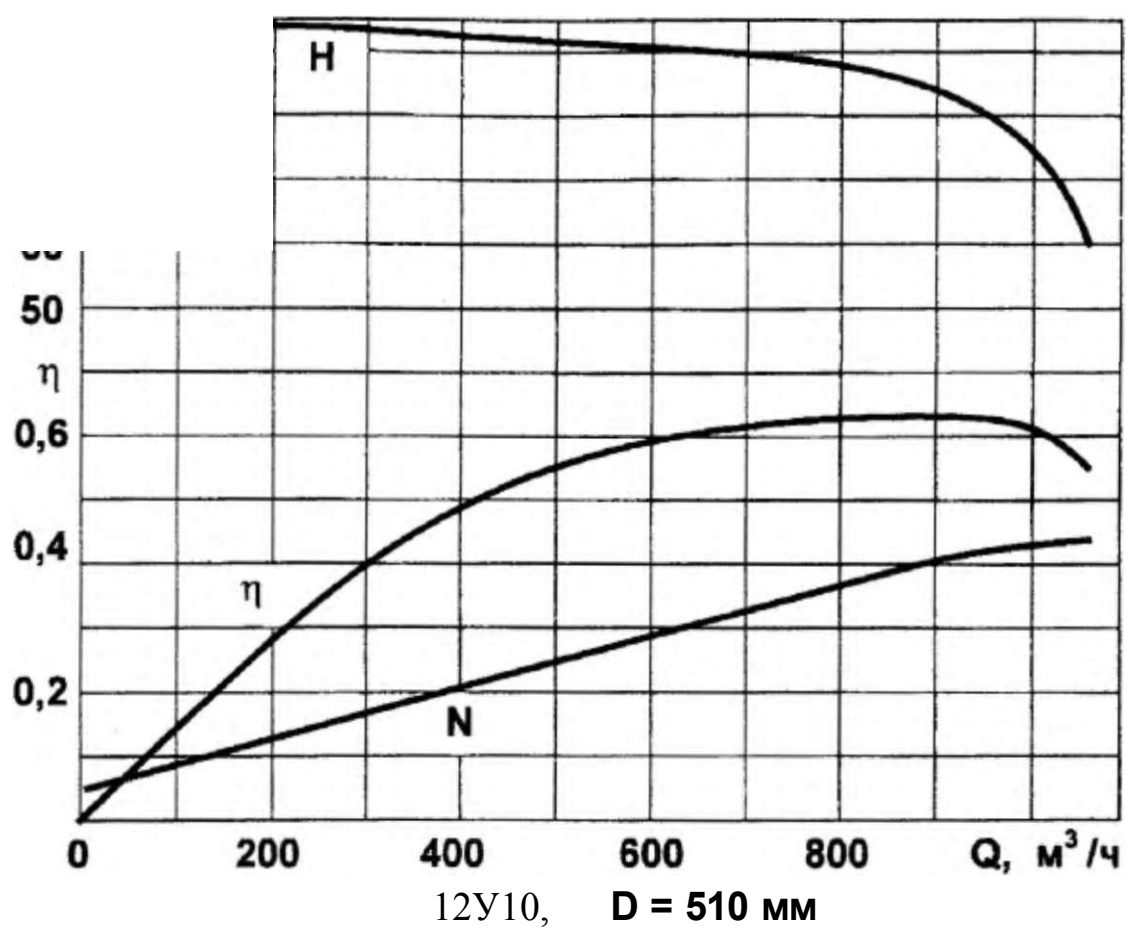
5,0

м³/ч

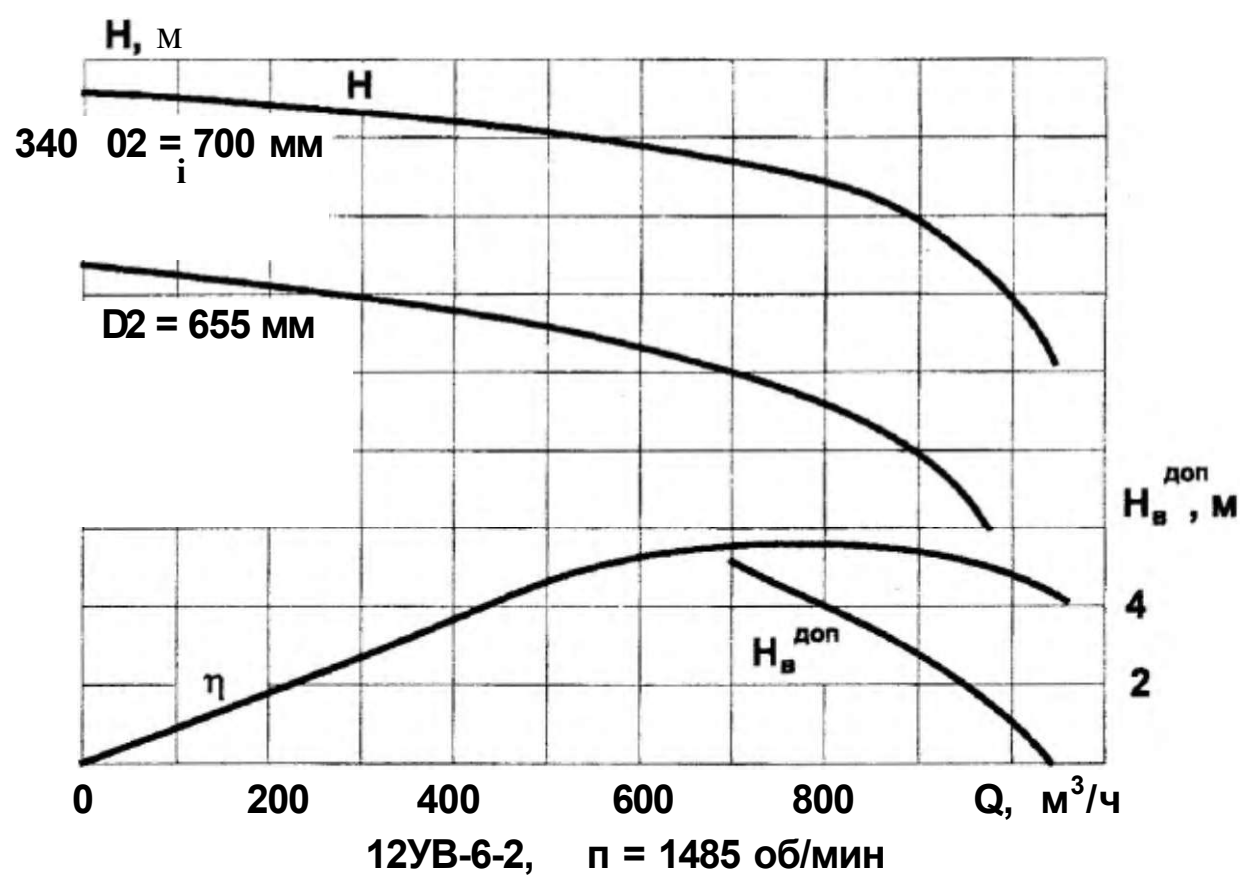
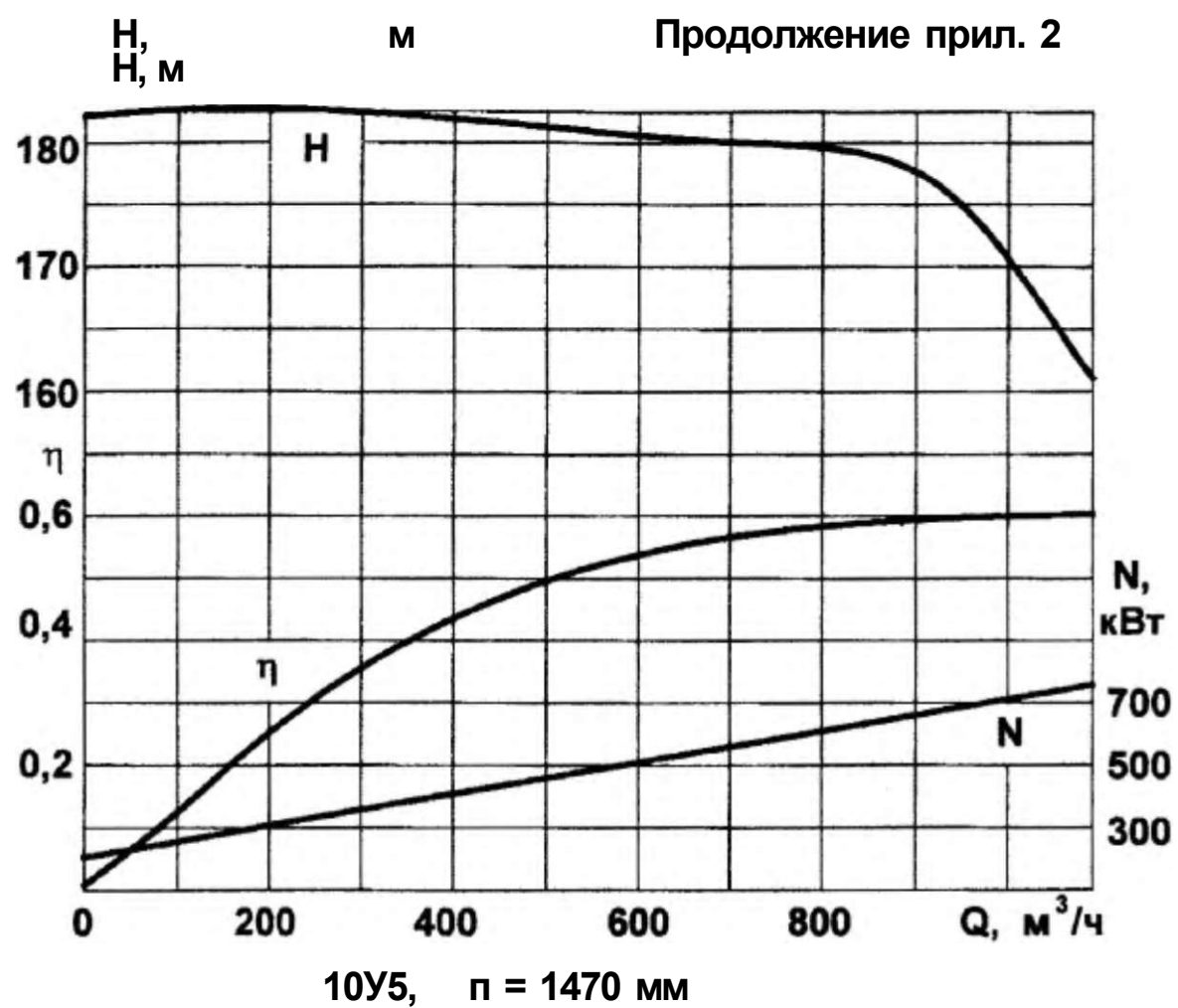
Продолжение прил. 2



Продолжение прил. 2



Продолжение прил. 2



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Двигатели

Таблица И3.1

Характеристика электродвигателей насосов ЦНС участкового водоотлива и перекачных станций

Тип насоса	Тип двигателя	а м	и, В	N, кВт	I, А	ед.	cosφ, ед.	M _п /M _н , ед.
ЦНС 38 -66	4АМ 160М-2 ВРП 160-2	66	220/380 380/660	15	24,3	0,91	0,89	6,5
ЦНС 38-88	4АМ160М-2 ВРП 160		220/380 380/660	18,5	28,6	0,895	0,88	7
ЦНС 38-110 ЦНС 60-66	4АМ 180-2 ВРП 180М-2	110 66	220/380 380/600	22	32,5	0,885	0,91	7
ЦНС 38-132 ЦНС 60-99	4АМ 180М-2 ВРП 180М-2	132.154,176 99	200/380 380/660	30	46,6	0,91	0,89	7
ЦНС 38-220 ЦНС 60-132	4АМ 200-2 ВРП 200М-2	220 132	220/380 380/660	45	70	0,92	0,90	7
ЦНС 60-231	4АМ 250-2 2ВР250-2	231	220/380 380/660	75	125	0,935	0,85	6,5
ЦНС 60-264 ЦНС 60-330	4АМ 250М-2 2 В Р250-2	264.297 330	220/380 380/660	110	171	0,925	0,9	7
ЦНС 105-294 ЦНС 105-343	4АМН 280-2 ВАО 2280М-2	294 343	220/380 380/660	160	252	0,935	0,9	7
ЦНС 105-441 ЦНС 105-490	4АМН315М-2 ВАО 2450М-2	441 490	220/380 6000	250	28,7	0,93	0,9	7

Примечание. В числителе приведен тип двигателя в защищенном исполнении, в знаменателе - во врывобезопасном.

Тип насоса	Тип двигателя	Н, м	N, кВт	I, А	ЛЭ ед.	cosφ, ед.	п, об/мин	M _п /M _н , ед.
ЦНС 300-180 ЦНС 180-425	A113-4M BAO 2450M-4	180 425	250	28,7	0,93	0,81	1500	7
ЦНС 180-380 ЦНС 180-420	A114-4M BA02-450 A-4	380 420	320	37,1	0,921	0,91	1500	6,5
ЦНС 300-240 ЦНС 180-500	BA02-450 B-4	240 500	400	47	0,94	0,9	1500	6,5
ЦНС 180-600 ЦНС 300-360	4A3МП-500/6000 BAO-5603-1	600 360	500	57	0,94	0,9	1500	6,5
ЦНС 180-700 ЦНС 300-480	4A3МП-630/6000 BA02-560M-4	700 480	630	72	0,948	0,87	1500	6,0
ЦНС 180-900 ЦНС 300-420 ЦНС 300-540	4A3МП-800/6000	900 420 540	800	89,2	0,95	0,9	1500	6,5
ЦНС 300-780	BA02-560 A-4	780	1000	114	0,954	0,91	3000	6,5
ЦНС 300-1040	2 A3MB1-1000/6000	1040	1250	139	0,953	0,89	3000	5,5
ЦНС 300-1300	2A3MB1-1250/6000	1300	1600	177	0,957	0,91	3000	6,0
ЦНС 850-840	2A3MB-1-1600/6000	840	2000	218	0,960	0,92	1500	6,5
ЦНС 850-960	ДАШ 4-69-4, ДСП140-74-4	960	3150	338	0,960	0,91	1500	6,3

Примечание: 1. В числителе приведен тип двигателя в защищенном исполнении, в знаменателе - во взрывобезопасном. 2. Значения КПД и cos φ - средневзвешенные. 3. Насосы ЦНС 300-650-1300 комплектуются двигателями 2A3MB1 во взрывобезопасном исполнении соответственно мощностью 800, 1000, 1250 и 1600 кВт при п=3000 мин⁻¹. 4. Насосы ЦНС 850-260-960 комплектуются двигателями ДСП 118-44, ДСП 40-74-4 и ДАП14-69-4 мощностью соответственно 1250, 2000 и 3150 кВт при п=3000 мин⁻¹. 5. Напряжение двигателей 6 кВ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Трубы

При строительстве трубопровода для транспортирования воды следует использовать стальные трубы, выпускаемые в России по государственным стандартам:

ГОСТ 8732-78	- бесшовные горячедеформированные;
ГОСТ 8733-74	- бесшовные холоднодеформированные;
ГОСТ 10704-76	- электросварные прямошовные;
ГОСТ 8696-74	- электросварные со спиральным швом;
ГОСТ 9940-72	- бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали;
ГОСТ 9941-72	- бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали;
ГОСТ 3262-75	- водогазопроводные.

Для транспортирования нормальной воды следует использовать стальные трубы по ГОСТ 8732-78. В остальных случаях требуется экономическое обоснование использования труб по любому ГОСТу.

Таблица П4.1

Номер ГОСТа	Д _{стн} , мм	Р _{тп} , МПа
8732-78	25-550	2,5; 6,4; 10,0
8733-74	5-250	1,6; 2,5; 6,4; 10,0
10704-76	менее 102	6,0
	102-426	3,0
	426-1620	2,5
8696-74	159-1420	3,5
9940-72	57-325	10,0
9941-72	2-250	0,5; 1,0
3262-75	10-165	легкие и
		нормальные 2,5
		усиленные 3,2

Примечание. Р_{тп} - максимальное пробное давление для проведения гидравлических испытаний трубопровода при температуре воды до +100 °С, МПа.

Массу 1 м трубы, называемую погонной массой m_l (кг/м), можно с требуемой для инженерных расчетов точностью определить по формуле

$$m_l = K S (D_H - S) \quad ,$$

где К - коэффициент, учитывающий плотность стали и увеличение массы трубы из-за сварного шва; К = 0,0247 для труб по ГОСТ 8732-78, 8733-74, 3262-75, 9940-72, 9941-72; К = 0,0249 для труб по ГОСТ 10704-76; К = 0,0250 для труб по ГОСТ 8696-74.

Здесь все линейные размеры необходимо подставлять в мм.

Предварительный выбор труб можно произвести по данным табл. П4.2.

Таблица П5.11

Типовые параметры стальных труб
российского производства

Д _н мм	Толщина стенки - S, мм			Д _н мм	Толщина стенки - S, мм		
	AS = 0,5 мм	AS = 1 мм	AS = 2 мм и более		AS = 0,5 мм	AS = 1 мм	AS = 2 мм и более
10	1,8-2,5			180	5-10	10-20	20-45
14	1-3			194	5-10		20-45
18	1-3,5			203	6-10		20-50
25	1-4,5			219	6-10		
32	1-5,5			245	6,5-10		
38	1-6			273	6,5-10		
45				299	7,5-10		
50				7; 8	325		7,5-10
54				11	351		8-10
57	10-13			377	9-10		
60	10-14	402					
63,5	10-14	426					
68	10-16	450		16-20			
70	10-16	(465)					
73	10-19	480					
76		500					
83		530					
89		(550)		4-6			
95	20-24	630					
102		720			5-6		
108	4-10	20-28	820				
114			920				
121			1020				
127		20-30	1120	5,5-6			
133	20-32	1220					
140	4,5-10	20-36	1320				
146			1420				
152			1520	10-12			
159			1620	10-12			
168	5-10		20-45				

Примечание. AS - шаг изменения толщины стенки трубы в указанном диапазоне, мм. Например, труба D_н = 351 мм с толщиной стенки S = 8-10 мм выпускается с S = 8; 8,5; 9; 9,5 и 10 мм.

Окончательный выбор труб обязательно следует производить непосредственно по ГОСТу.

Таблица П4.3

Параметры труб российского производства из термопластов

	Толщина стенки трубы S (мм) из материала							
Дет, мм	ПЭВП, ГОСТ 18599-83		ПЭНП, ГОСТ 18599-83		ПП, ТУ 38-102- 100-76		ПВХ, ТУ 6-19- 231-87	
	С	Т	С	Т	С	Т	Т	ОТ
50	2,8	4,5	5,4	8,3	2,4	3,9	2,4	3,7
63	3,6	5,7	6,7	10,5	3,0	4,9	3,0	У
75	4,3	6,8	8,0	12,5	3,6	5,8	3,6	5,6
90	5,1	8,2	9,6	15,0	4,3	7,0	4,3	6,7
110	6,2	10,0	11,8	18,3	5,3	8,5	5,3	8,2
125	7,1	11,4	13,4	20,8	6,0	9,7	6,0	9,3
140	7,9	12,7	-	-	6,7	10,8	6,7	10,4
160	9,1	14,6	-	-	7,7	13,3	7,7	11,9
180	10,2	16,4	-	-	8,6	13,9	8,6	13,4
200	11,4	18,2	-	-	9,6	15,4	9,6	14,9
225	12,8	20,5	-	-	10,8	-	10,8	16,7
250	14,2	22,8	-	-	11,9	-	11,9	18,6
280	15,9	25,5	-	-	13,4	-	13,4	20,8
315	17,1	32,3	-	-	15,0	-	15,0	23,4
355	20,1	-	-	-	-	-	-	-
400	22,7	-	-	-	-	-	-	-
450	25,5	-	-	-	-	-	-	-
500	28,3	-	-	-	-	-	-	-
560	31,7	-	-	-	-	-	-	-
630	35,7	-	-	-	-	-	-	-
710	40,2	-	-	-	-	-	-	-
Р _{гм} , МПа	0,6	1,0	0,6	1,0	0,6	1,0	1,0	1,6
ст, МПа	5		3		5		10	
ρ, т/м ³	0,965		0,933		0,910		1,410	

Примечание, а - допустимый предел прочности при растяжении при температуре +20°C, МПа.

Погонную массу Ш (кг/м) пластмассовых труб определять по формуле

$$m_1 = 7 \rho S (D_{\text{вн}} - S).$$

Здесь плотность материала труб в т/м³ а линейные размеры в мм.

Выпускает трубы Казанский завод «Оргсинтез» отрезками 6, 8, 10 и 12 м. Эти трубы устойчивы к коррозии, не подвержены зарастанию, морозостойкие (до - 60 °С), эластичны, стойки к вибрационным нагрузкам. Недостатками этих труб являются: высокая чувствительность к нагреву, надрезам на внешней поверхности, более частое крепление, интенсивное старение и растрескивание при облучении дугой электросварки. Соединение напорных трубопроводов осуществляется деталями (фитинги) из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ), ТУ 6-49-18-90.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Трубопроводная арматура

Фасонные части для шахтных трубопроводов промышленность серийно не выпускает, их изготавливают в ЦММ или в механических мастерских рудников из соответствующей стандартной трубопроводной арматуры путем приварки стандартных фланцев, которые покупаются или изготавливаются самостоятельно с соблюдением всех требований ГОСТа.

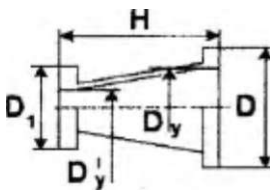
Таблица П5.1

Условные обозначения типов арматуры

Тип арматуры	Обозначение	Тип арматуры	Обозначение
Кран пробноспускной	10	Регулятор давления «после себя» и «до себя»	21
Кран для трубопровода	11	Клапан запорный или отсечной	22
Запорное устройство указателя уровня	12	Клапан регулирующий	25
Вентиль	13,14,15	Клапан смесительный	27
Клапан обратный подъемный и приемный с сеткой	16	Задвижка	30,31
		Затвор	32
Клапан предохранительный	17	Задвижка шланговая	33
Клапан обратный поворотный	19	Конденсатоотводчик	45

Таблица П5.2

Переход концентрический на избыточное давление 6,4 МПа



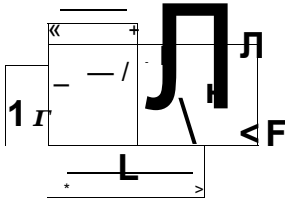
	H	D /D	D'v/Dv	5		m
	мм			диф	кон	кг
80	250	195/375	80/200	0,22	0,1	56
200	250	230/270	100/125	0,1		57
250	300	230/375	100/200	0,11		63
300	350	230/445	100/250	0,17		70

Переходы концентрические без фланцев изготавливаются:

Dy = 150-300 но МН 2883-82, D > = 350 и 400 по ТУ 36-1626-77,
Dy = 500-1400 по ОСТ 36-82-77.

Таблица П5.3

Колено опорное на избыточное давление 6,4 МПа

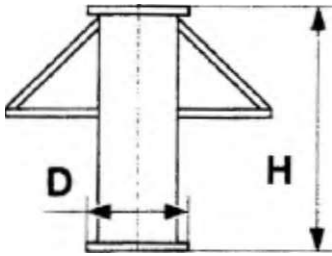


Dv,	D	H	L	/	m
мм					кг
80	340	435	360	260	110
200	405	550	410	300	174
250	470	600	470	350	271
300	530	600	470	350	328

Для расчета потерь напора при цельнотянутом колене с закруглением на 90° следует принимать $\xi = 0,2-0,3$; при сварном колене $\xi = 0,6$.

Таблица 115.4

Стул опорный						
Р, МПа	D _в	H	L	D	B	m
	мм					кг
6,4	200	1000	680	450	380	280
	250	1000	700	470	400	306
	300	1300	730	520	520	317
10	80	1000	430	350	320	134
	200	1200	530	430	480	224
	250	1200	530	500	530	327
	300	1200	600	585	600	577
16	80	1200	430	350	320	152
	200	1200	530	430	480	250
	250	1200	530	500	530	362
	300	1200	600	585	600	610



	T
	B*

При разнице внутренних диаметров трубы стула и стыкуемой с ним трубы не более 5 мм на обе стороны (но не более 2 % по диаметру) в расчетах следует принимать $\Delta = 0$, а потери напора (давления) учитывать как для прямолинейного участка трубы. Стыковка труб с большими отклонениями не допускается С14иП Ш-31-78.

Таблица П5.5

Сетка с клапаном на давление 0,25 МПа

П				D _в ,	D	L	m	t
К			D _y	мм			кг	ед.
Г 1 П				50	140	165	3,8	8,2
				80	185	230	8,5	7,5
				100	205	280	11,5	7
				150	260	390	22	6
				200	316	480	49	5,2
				250	370	570	98	4,5
			300	435	660	145	3,7	
			400	445	770	210	3,2	

Сетка с клапаном выпускается по ГОСТ 10371-77 и предназначена для применения в насосных установках на входе во всасывающий трубопровод для воды, нефти и других жидких неагрессивных сред при температуре до +50 С°. Срок службы - не менее 8 лет; ресурс - не менее 60 000 ч; наработка на отказ 8000 ч.

Таблица П5.6
Сальниковые компенсаторы на избыточное давление 1,6 МПа

Dy	! DM	D	D,	D ₂	L	L ₁	L ₂	I Д	Масса, кг
500	530	576	665	514	1160/2240 1560/3040	485 685	1270 1670	300 500	276,1/540,2 320,6/630,2
600	630	678	770	614	1165/2260 1565/3060	485 685	1290 1690	300 500	349,6/686,2 408,8/804,6
800	820	872	965	800	1175/2260 1575/3060	485 685	1290 1690	300 500	492/960,8 577,6/1132
1000	1020	1074	1170	998	1280/- 1780/-	535 785	-	350 600	702,2/- 853,8/-
1200	1220	1276	1380	1196	1336/- 1836/-	560 810	-	350 600	950,3/- 1139,5/-
1400	1420	1482	1580	1394	1340/- 1840/-	560 810	-	350 600	1239,7/- 1503,8/-

Примечание. 1. Компенсирующая способность Д (мм) указана для одностороннего компенсатора. Для двухстороннего она удваивается. 2. В числителе указаны значения для одностороннего компенсатора, в знаменателе - для двухстороннего.

Ь -

Рис. П5.1. Односторонний сальниковый компенсатор

Рис. П5.2. Двухсторонний сальниковый компенсатор

Таблица П5.11

Сальниковые компенсаторы
на избыточное давление 2,5 МПа

Dy 1 D _H		D	D.	D ₂	L ! L,	L ₂	A	Macca, K	
MM									
100	108	133	190	98	830/1540	360	820	250	20,9/41,5
125	133	159	220	124	630/1540	360	820	250	27,7/53,4
150	159	194	255	148	895/1590	370	850	250	41,4/79,3
200	219	273	345	206	970/1670	370	930	200	86,3/160,5
					1340/2470	570	1330	400	103,9/199
250	273	325	395	257	970/1670	370	930	200	120,9/207,8
					1370/2470	570	1330	400	134,8/267,2
300	325	377	450	308	990/1670	370	930	200	142,3/269,6
					1390/2470	570	1330	400	176,8/333,3
350	377	426	500	355	990/1740	370	1000	200	160,6/312,8
					1390/2540	570	1400	400	190,5/372,2
400	426	480	550	411	1150/2140	480	1180	300	193,1/390,1
					1550/2840	680	1480	500	229,5/454,1
450	480	530	600	465	1150/2140	480	1180	300	208/421
					1550/2840	680	1480	500	246,7/489,1
500	530	578	690	514	1165/2260	490	1280	300	330,2/659,6
					1565/3060	690	1680	500	382,6/756,2
600	630	682	790	610	1180/2280	490	1300	300	398,1/779,9
					1580/3080	690	1700	500	458,7/911,9
800	820	876	990	796	1186/2280	490	1300	300	595/1161,1
					1586/3080	690	1700	500	690,8/1364,6
1000	1020	1082	1200	990	1300/-	540	-	350	921,8/-
					1800/-	790		600	1124,3/-
1200	1220	1286	1400	1186	1365/-	565	-	350	1292,9/-
					1865/-	815		600	1565,2/-
1400	1420	1490	1610	1382	1375/-	565	-	350	1715,4/-
					1875/-	815		600	1994,7/-

Примечание: 1. Компенсирующая способность А указана для одностороннего компенсатора. Для двухстороннего она удваивается.

2. В числителе указаны значения для одностороннего компенсатора, в знаменателе - для двухстороннего.

Таблица П5.10

Тройники равнопроходные и неравнопроходные

Dy	dy	D _Н	d _Н	L	H	S	P _y , МПа			Масса,
мм							НА	СА	ПиГВ	кг
40	-	45	-	40	40	2,5	10	2,5	6,3	0,5
						4,0	10	10	10	0,7
50	-	57	-	50	45	3,0	10	4	6,3	0,8
						5,0	10	10	10	1
	40		45			3,0	10	6,3	6,3	0,7
						5,0	10	10	10	1
65	-	76	-	65	60	3,5	6,3	4	4	1,5
						6,0	10	10	10	2,3
	50		57			3,5	6,3	4	4	1,6
						6,0	10	10	10	2,4
	40		45			3,5	6,3	4,	4	1,5
						6,0	10	10	10	2,3
80	-	89	-	80	70	3,5	6,3	2,5	4	2,6
						6,0	10	10	10	3,7
	65		76			3,5	6,3	2,5	4	2,2
						6,0	10	10	10	3,2
	50		57			3,5	6,3	4	4	1,9
						6,0	10	ю,	10	2,8
100	-	108	-	100	80	6,0	10	6,3	6,3	5,5
						8,0	10	10	10	7,3
	80		89			4,0	6,3	4	4	з д
						6,0	10	6,3	6,3	4,7
						8,0	10	10	10	6,3
						4,0	6,3	4	4	3,1
						6,0	10	6,3	6,3	4,5
						8,0	10	10	10	6,0
65	76	6,0	10	6,3	6,3	4,5				
		8,0	10	10	10	6,0				
125	-	133	-	110	95	4,0	6,3	2,5	2,5	4,3
						6,0	8	6,3	4	7,0
						8,0	10	10	10	9,4
	100		108			4,0	6,3	2,5	2,5	4,1
						6,0	8	6,3	4	7,1
						8,0	10	10	10	9,4
	80		89			4,0	6,3	2,5	2,5	3,8
						6,0	8	6,3	4	7,2
						8,0	10	10	10	9,6

Примечание. НА - неагрессивные жидкости и газы;
СА — среднеагрессивные жидкости и газы; ПиГВ - пар и горячая вода.

Продолжение табл. П5.8

Dy	dy	D _Н	d _Н	L	H	S	P _y , МПа			m, кг
мм							НА	СА	ПиГВ	
150	125	159	133	130	110	4,5	4	2,5	2,5	6,5
						6,0	6,3	4	4	9,0
						8,0	10	8	6,3	11,9
						4,5	4	2,5	2,5	6,1
	100		108			6,0	6,3	4	4	9,3
						8,0	10	8	6,3	12,2
						4,5	4	2,5	2,5	6,0
						6,0	6,3	4	4	9,5
8,0	10	8	6,3	14,2						
200	150	219	159	160	140	8,0	6,3	4	4	16,4
						10,	10	8	8	21,2
						6,0	4	2,5	2,5	13,2
						8,0	6,3	4	4	18,7
	125		133			10,0	10	8	8	20,3
						6,0	4	2,5	2,5	13,7
						8,0	6,3	4	4	20,0
						10,0	10	8	8	23,7
250	200	273	219	190	175	8,0	4	4	2,5	31,3
						10,	6,3	6,3	4	36,0
						12,0	10	10	6,3	40,9
						8,0	6,3	4,0	2,5	27,6
	150		159			10,	8	6,3	4	32,9
						12,0	10	10	6,3	43,3
						8,0	6,3	4,0	2,5	23,1
						10,	8	6,3	4	28,5
12,0	10	10	6,3	44,8						
300	250	325	273	220	200	8,0	4	2,5	2,5	40,1
						10,	6,3	6,3	4	46,0
						12,0	10	8	6,3	53,0
						8,0	4	4	2,5	35,6
	200		219			10,	6,3	6,3	4	45,7
						12,0	10	8	6,3	55,9
						8,0	4	4	2,5	38,0
						10,	8	6,3	4	45,2
12,0	10	10	6,3	59,7						

Продолжение табл.П5.8

Dy	dy	DN	dH	L	H	S	Py, МПа			ш, кг
мм							НА	СА	ПиГВ	
350	300	377	325	240	225	9,0	4	2,5	2,5	53,5
						12,0	10	8	6,3	73,3
						9,0	4	4	2,5	53,9
						12,0	10	8	6,3	79,5
	250	377	325	240	225	9,0	4	4	2,5	55,3
						12,0	10	8	6,3	82,0
400	350	426	377	270	250	10,0	4	4	2,5	75,5
						16,0	10	8	8	105,9
						10,0	4	4	2,5	67,7
						16,0	10	8	8	111,0
	300	426	377	270	250	10,0	4	4	2,5	70,7
						16,0	10	8	8	114,7

Примечание. НА - неагрессивные жидкости и газы;
СА - среднеагрессивные жидкости и газы;
ПиГВ - пар и горячая вода.

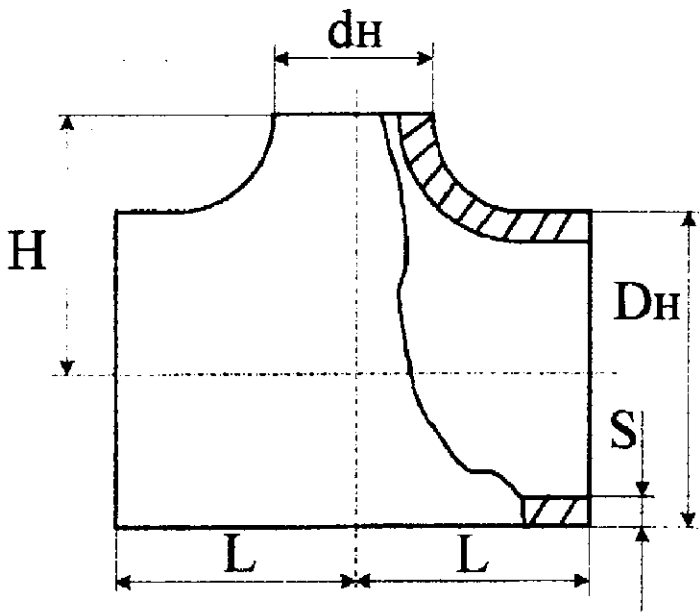


Рис. П5.3. Тройник неравнопроходный

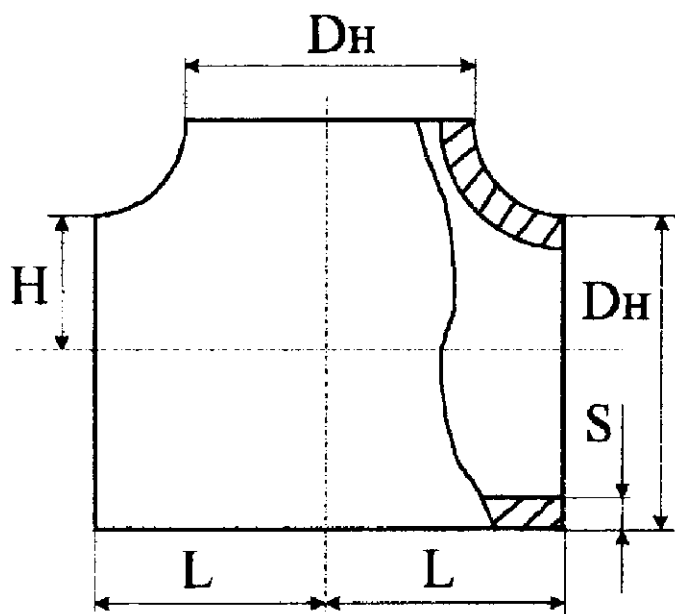


Рис. П5.4. Тройник равнопроходный

Таблица П5.11

Отводы с углом 90, 60 и 45°

D _V	D _H	Li=R	L ₂	L ₃	S	Py, МПа			m, кг		
мм						НА	СА	ПнГВ	90°	60°	45°
40	45	60	35	25	2,5	10	2,5	10	0,3	0,2	0,2
					4,0	10	10	10			
50	57	75 (100)	43 (57)	30 (41)	3,0	10	4	10	0,5	0,3	0,3
					5,0	10	10	10	0,8	0,5	0,4
					(5,0)	10	10	10	1,1	0,7	0,6
65	76	100	57	41	3,5	10	4	10	1	0,7	0,5
					5,0***	10	8	10	1,5	1	0,8
					6,0	10	10	10	1,7	1,1	0,9
80	89	120	69	50	3,5	10	4	6,3	1,4	0,9	0,7
					5,0***	10	8	8	2	1,4	1
					6,0	10	10	10	2,4	1,6	1,2
100	108	150	87	62	4,0	10	4	6,3	2,5	1,7	1,3
					5,0***	10	6,3	6,3	3,2	2,1	1,6
					6,0	10	10	10	3,8	2,5	1,9
					8,0	10	10	10	4,7	3,1	2,4
	(114)				(6,0)	10	10	10	3,8	2,5	1,9
125	133	190	110	79	3,5***	4	1,6	2,5	3,4	2,3	1,7
					5,0	10	4	6,3	4,8	3,2	2,4
					6,0***	10	6,3	8	5,8	3,9	2,9
					8,0	10	10	10	8,2	5,5	4,1
					10,0	10	10	10	10,3	6,9	5,2
150	159	225	130	93	4,0	4	2,5	2,5	5,5	3,7	2,8
					4,5	6,3	4	4	6,1	4,1	3,1
					5,0***	6,3	4	4	7,0	4,7	3,5
					6,0	10	6,3	6,3	8,4	5,6	4,2
					7,0***	10	6,3	8	9,8	6,5	4,9
					8,0	10	10	10	10,5	7,0	5,3
					9,0***	10	10	10	11,8	7,9	5,9
					10,0	10	10	10	13,1	8,7	6,6
	(6)				10	10	10	9,7	6,5	4,9	
	(8)				10	10	10	13,3	8,9	6,7	
200	219	300	173	124	5,0***	4	2,5	2,5	12,4	8,3	6,2
					6,0	6,3	4	4	14,9	10,0	7,5
					7,0***	6,3	4	4	17,4	11,6	8,7
					8,0	10	6,3	6,3	19,9	13,3	10,
					9,0***	10	6,3	8	22,8	15,2	11,4
					10,0	10	10	10	25,3	16,9	12,7
					12,0	10	10	10	28,9	19,3	14,5

Продолжение табл.П5.9

Dy	Dн	L!=R	и	и	S	Рy, МПа			ш, кг		
мм						НА	СА	ПиГВ	90°	60°	45°
250	273	375	217	155	7,0	6,3	4	4	30,8	20,5	15,4
					9,0***	8	4	4	35,5	23,7	17,8
					10,0	10	6,3	6,3	39,4	26,3	19,7
					12,0	10	10	10	46,7	31,1	23,4
					16,0	10	10	10	62,0	41,3	31,0
300	325	450	260	186	7,0***	4	2,5	2,5	38,5	25,7	19,3
					8,0	6,3	4	4	43,9	29,3	22,0
					9,0***	6,3	4	4	49,4	33,0	24,7
					10,0	8	6,3	6,3	54,9	36,6	27,5
					12,0	10	8	8	65,9	43,9	33,0
					\4***	10	8	8	76,9	51,3	38,5
					16,0	10	10	10	87,3	58,2	43,7
350	377	525	303	217	9,0***	4	2,5	2,5	67,2	44,8	33,6
					10,0	6,3	4	4	74,6	49,7	37,3
					12,0	8	6,3	6,3	89,0	59,3	44,5
					16,0	10	10	10	117,5	78,3	58,8
400	426	600	346	248	9,0***	4	2,5	2,5	109,0	72,7	54,5
					10,0	6,3	4	4	121,0	80,7	60,5
					12**	8	6,3	6,3	145,2	96,8	72,6
					14,0	8	6,3	6,3	169,4	112,9	84,7
					16,0	10	8	8	173,5	115,7	86,8
500	530	500	289	207	10,0	4	2,5	2,5	120,0	80,0	60,0
					12,0	4	4	4	130,0	86,7	65,0
					14***	4	4	4	151,7	101,2	75,9
					16,0	6,3	4	4	173,3	115,5	86,7
					16**	8	6,3	6,3	173,3	115,5	86,7
					18,0	8	6,3	6,3	195,0	130,0	97,5
					20**	10	8	8	216,7	144,5	108,4
600	630	600	345	248	9,0***	1,6	1,6	1,6	147,2	98,2	73,6
					10,0	2,5	2,5	2,5	163,5	109,0	81,8
					12,0	4	2,5	2,5	195,6	130,3	97,8
					14***	4	2,5	2,5	228,1	152,1	114,1
					16***	4	4	4	260,6	173,8	130,3
					18***	6,3	4	4	293,3	195,6	146,7
					20**	8	6,3	6,3	325,8	217,2	162,9

Примечание. * Предназначены для особых условий эксплуатации, указанных в ГОСТ 17374-83. ** Изготавливаются только из стали 09Г2С. *** Изготавливаются по согласованию между производителем и потребителем. Типоразмеры, указанные в скобках, менее предпочтительны для применения.

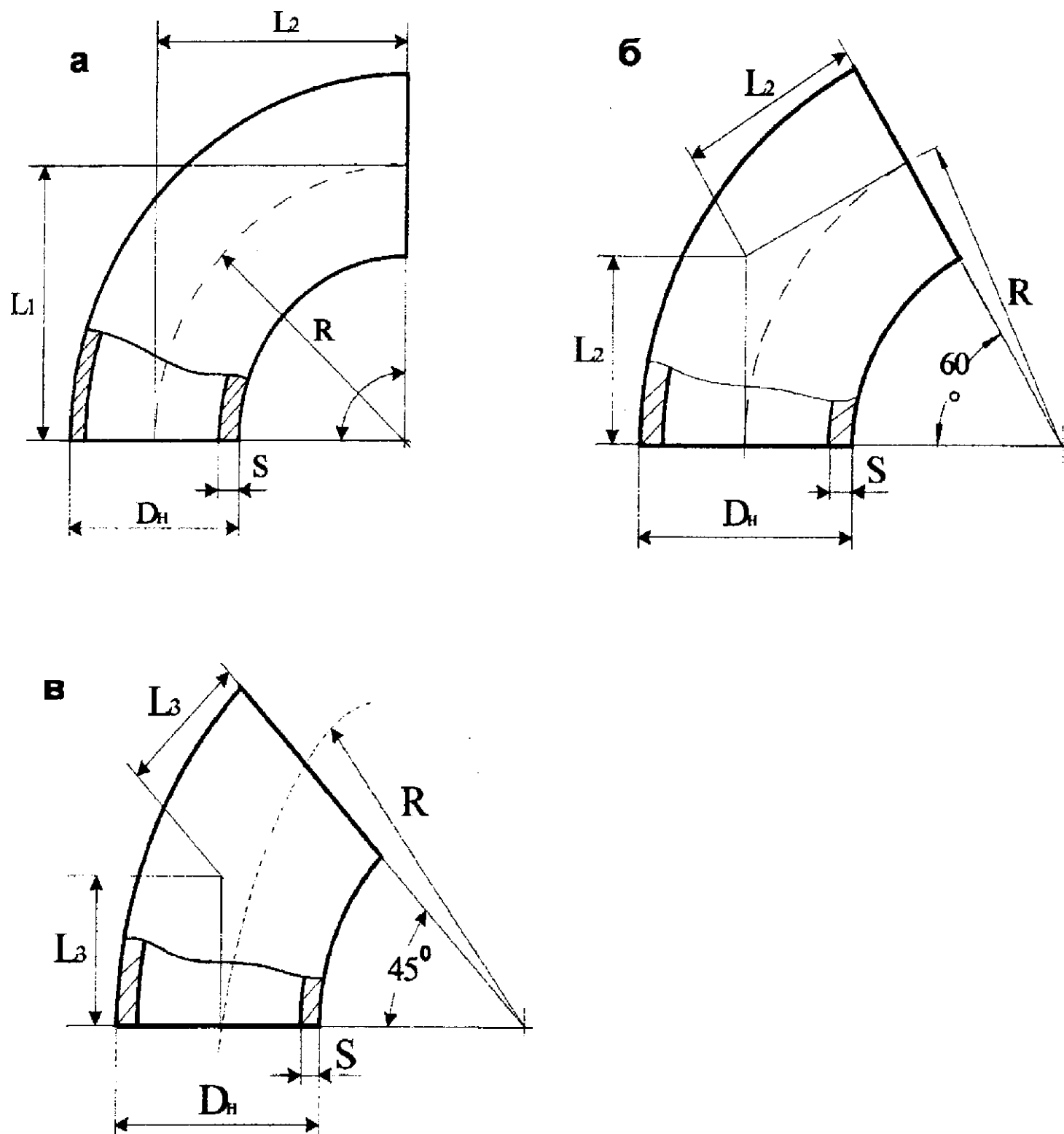


Рис. П5.5. Отводы (колена):
а - с углом 90° ; б - с углом 60° ; в - с углом 45°

Таблица П5.10

Характеристики обратных клапанов

Тип клапана	Среда	t, c ⁰	P, МПа	D _y , мм	L, мм	H, мм	ш, кг
19ч18р	В	50	1	800	1500	865	3300
19ч186р	ВП	120		1000	1900	985	5700
19ч19р	ВП	120		800	350	660	808
				1000	400	790	1176
КЗ 44067	ВПН	300		300/400	184/232	-	45/128
				500/600	266/318		183/237
Л 44075	ВПН	300	1,6	100	136	-	17,7
				150	160		31,2
				200	178		41,4
				250	190		52,5
19с35нж	ВП	425	2,5	800	500	670	790
				1000	500	800	1183
19с17НЖ 16с13нж	ВП	425	4	100	350	175	40
				150	480	225	82
				200	550	280	153
19НЖ6к	П	225		300	750	350	327
Б-4с-1-1	ВП	400	6,4	100	430	183	47,6
Б-4с-1-2				150	600	195	126,4
Б-4с-1-3				200	650	215	208
Б-4с-1-4				300	700	225	316
Б4С-2-1	ВПН	600	10	100	600	205	63,5
Б4с-2-2				150	650	220	152,4
Б4с-2-3				200	700	235	266,5
КО				250	620	695	370
ПТ44074				250	-	-	-
ПТ44074-01				250	-	-	-
КО				300	580	652	534
КО				350	675	700	390
КОП	Н	600	16	100	450	330	168
КОП				150	650	430	356
КОП				200	710	450	380
Л 44076	ВПГ	-40... +350	25	50	100	-	1,6
				100	150		7,2
				200	250		42
16с30нж	Г	200	32	65	530	355	173
				125	800	500	507

Примечание. В, П, Г, Н - соответственно, вода, пар, газ, нефть и нефтепродукты. Клапаны с D_y = 200-500 мм выпускают с обводным вентилем, позволяющим производить предварительную заливку насоса или оперативный спуск воды

из става перед выполнением ремонтных работ.

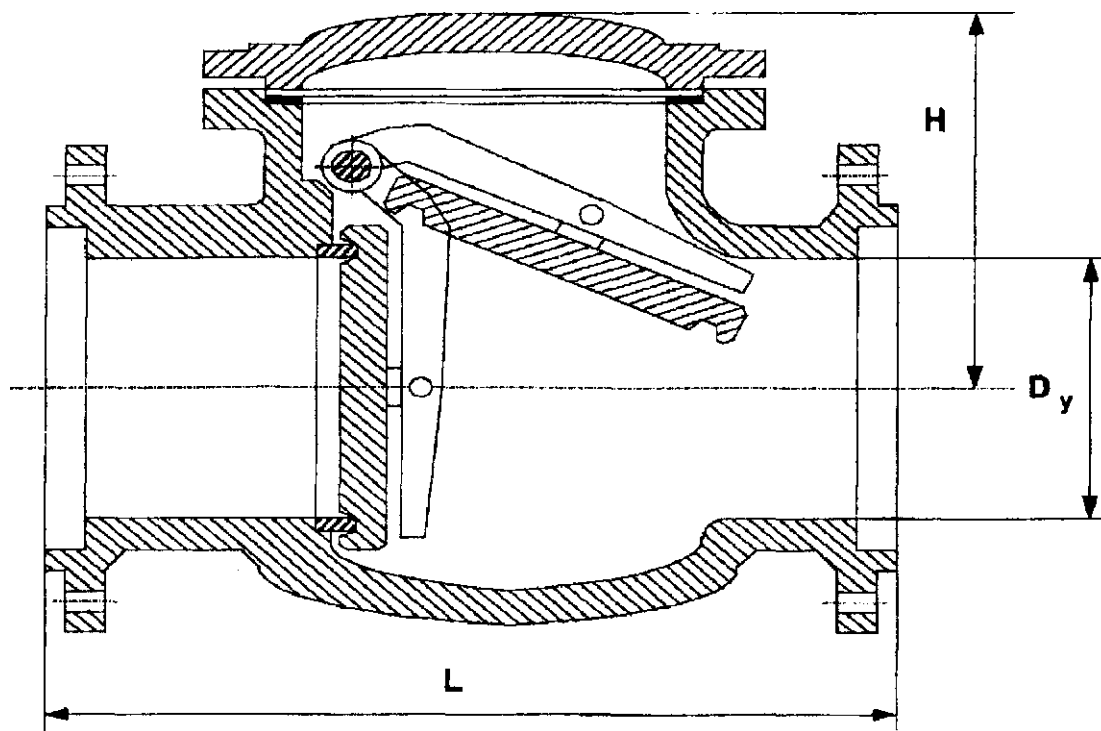


Рис. П5.6. Поворотный обратный клапан

Основные заводы - производители трубопроводной арматуры в России и в странах ближнего зарубежья: «Белгородхиммаш», г. Белгород; «Прикарпатарматура», Чуфарский арматурный завод; «Курганарматура», г. Курган; Алексенский завод «Тяжпромарматура»; Донецкие ЦРММ; «Пензапромтяжарматура», г. Пенза, Семипалатинский арматурный завод; ОАО «Знамя труда», г. Санкт-Петербург; Ивано-Франковский арматурный завод; ОАО «Ленпромарматура», г. Санкт-Петербург.

Пояснения к обозначению задвижек, приведенных в табл. П5.11.

Буквы после первой группы цифр - материал корпуса: ч, с, нж, кч, а, лс, тн - соответственно, чугун, сталь, нержавеющая сталь, ковкий чугун, алюминий, сталь легированная, титан.

Цифры после первой буквы (букв) - конструкция привода:

две цифры - привод ручной безредукторный;

три цифры и первая:

3 - ручной с червячной передачей,

4 - ручной с цилиндрической передачей,

5 - ручной с конической передачей,

б - пневматический,

7- гидравлический,

8- электромагнитный,

9- электрический.

Буквы в конце маркировки - материал уплотнительных поверхностей:

р - резина,

к - кожа,

бр - бронза,

нж - нержавеющая сталь,

нт - нитрированная сталь,

бт - баббит,

с - сормаит,

п - пластмассы,

бк - без уплотнительных элементов (кольца или наплавка).

Таблица П5.11

Характеристики задвижек

Тип задвижки	Рис. П5.7	Сре-да	t, c ⁰	P, МПа	D _y , мм	L, мм	н, мм	ш, кг
30ч46бч, 30ч946бч, 30с514нж, 30с914нж	г, е, дП, е	Г	85-200	0Д	1000-1500	520-860	4420-6020	2080-6305
30ч536бк, 30ч936бк	611, в	Г	250	0,16	800-1200	470-700	3174-4715	1704-4857
30ч256рМ, 30ч5256рМ, 30ч9256рМ, 30ч36бк, 30ч936бк, 30с514нж, 30с914нж	al, all, а, б, в, Д, е	в, ВП, Г	100-250	0,25	500-2000	350-1500	1256-4670	563-2180
30кч70бр, 30кч70п	Д	Н	-30...+100	0,4	40-80	78-140	235-340	3,8-12
30ч176к, 30с14нж, 31нж14нж, 31нж914нж	г, Д, Д, е	Г	100-200	0,6	50-600	180-390	340-2515	20,4-625
31ч6нж, 31ч906нж, 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч530бр, 30ч330бр 30ч930бр	б, в, з, all, а	ВП, Н, м	90-225	1	50-1600	180-2200	350-3645	15,5-9934
К311082, 3КЛ12-16, 3КЛПЭ-16	б, в	А, н, Г	200-600	1,6	50-600	180-800	373-3000	28-1970
30с527нж, 30с927нж, 30с327нж, 3296, 30с64нж, 30с564нж, 30с964нж, 30с97нж, 30нж97нж, 30с997нж, 30нж997нж	б, all, а, all, б, all, а, б, в	в, П, Н, Г, м	200-450	2,5	100-800	300-1000	675-3772	57-3173
3КЛЗ-40, 3КЛПЭ-40, 30с76нж, 30нж76нж	б, в, al	Н, Г, в	425-600	4	50-500	250-1150	472-2538	30-2009
30с375нж, 30с975нж, 30с76нж,30нж76нт, 30с576нж, 30с976нж, 3КЛПЭ-64, 3КЛП9	all, а, al, all,а, в	В,п, М, н	-30...+425	6,4	50-500, 1200	250-2100	480-4945	39-9762
3КЛПЭ-75	в	В,П, М,Н	-40...+90	7,5	350-1000	850-1900	325-750	1100-9220
КБ1114	в	В,П	200	10	100-200	350-550	397-660	304-1048
ЗКС-160, 3КЛ2-160, 3КЛ5	б, all	Н, Г, В	425-600	1 6	15-150	70-600	180-1155	2-568

Примечание. В, П, Г, Н, М, А — соответственно, вода, пар, газ, нефть и нефтепродукты, масло, агрессивные жидкости (щелочи и кислоты).

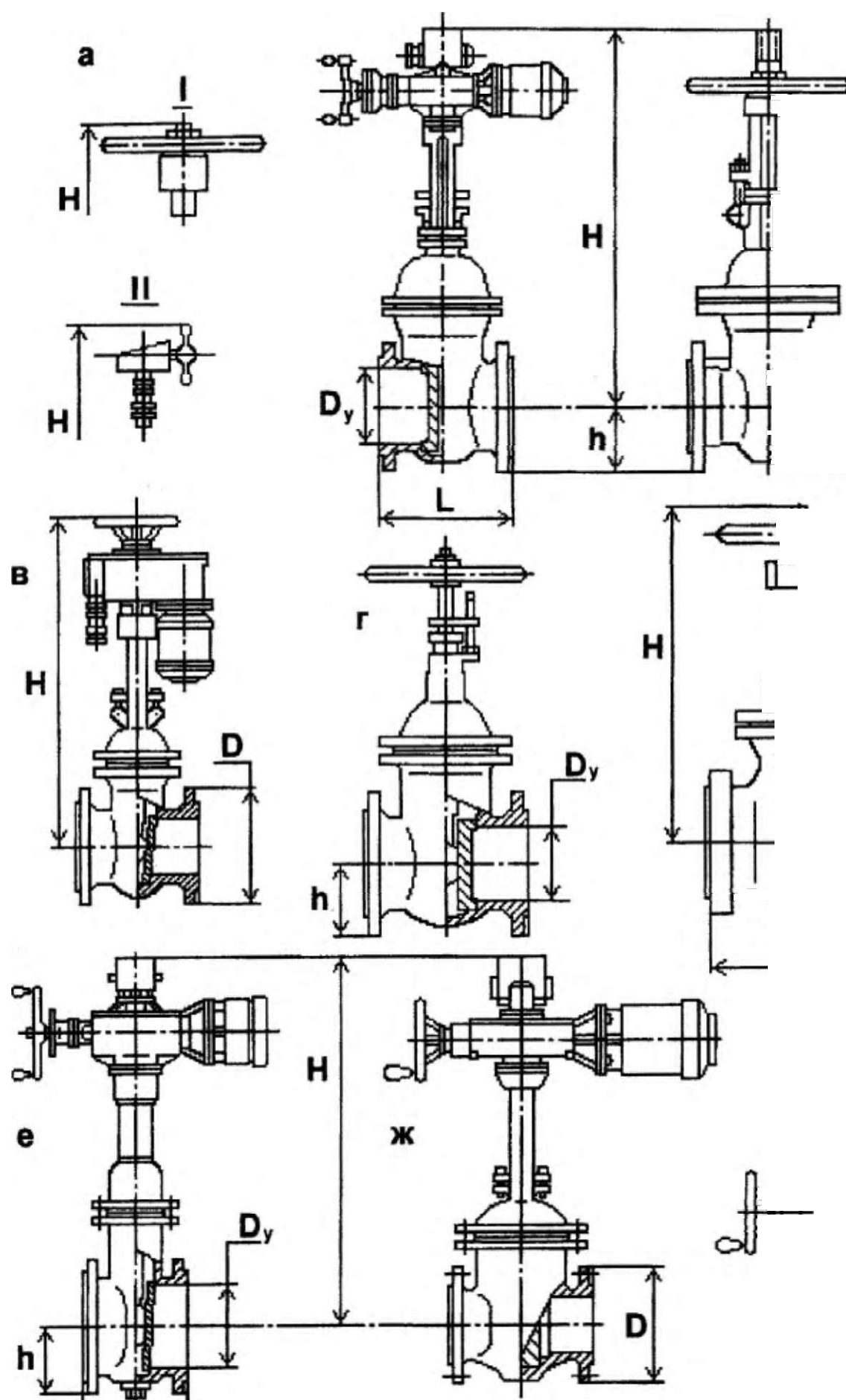


Рис. П5.7. Задвижки

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Автоматизация

Таблица П6.1

Основные характеристики систем автоматического управления
водоотливными установками

Группа	Испол- нение	и, в	п, ед.	Область применения и краткая харак- теристика системы автоматизации	Тип сис- темы
I (средней и большой мощности)	РН	380/660	3-16	Установки с насосными агрегатами, оборудованными асинхронными двигателями при типовых схемах защиты, с постоянно открытой или автоматизированной задвижкой.	УАВ,
	РВ (АДк)	380- 6000	3-9		ВАВ
II (сверх- мощные)	РН	3000; 6000	3-7	Установки с насосными агрегатами, оборудованными асинхронными и синхронными двигателями, автома- тизированными задвижками и отри- цательной высотой всасывания (подпором), с применением высоко- надежной электрической и гидрав- лической защит, диспетчерским управлением, сигнализацией и кон- тролем основных технологических параметров.	АВУ- с д з
III (средней и большой мощности)	РВ	380- 6000	3-10	Установки с насосными агрегатами, оборудованными асинхронными двигателями; микропроцессорная блочная схема с запоминанием ин- формации и обнаружением неис- правностей.	КАВ
IV (малой и средней мощности)	РВ	380/ 660	1-7	Установки с агрегатами, оборудо- ванными асинхронными двигателя- ми, с постоянно открытой задвиж- кой; программирование производит- ся двухпозиционными релейными элементами (коммутаторами), с сиг- нализацией диспетчеру (оператору) по малопроводной системе.	АВ-2В АВ-4В
V (малой мощности)		380 (АДк)	3 1 1-2	Установки с насосными агрегатами, оборудованными низковольтными асинхронными двигателями; тре- буемая последовательность работы насосных агрегатов обеспечивается методом частотной сигнализации.	АВН-1М АВО-3 АВ-5 АВ-7

Примечание. АДк - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Таблица П6.2
Основные характеристики реле и датчиков систем автоматизации
насосных установок

Назначение и параметры	Обозначения реле и датчиков			
	РПИ	РДВ	ТДЛ	ЭД
Контроль	подачи насоса	заливки по давлению	температуры подшипников	уровня воды
Р _{тах} , МПа	0,1	0,03	-	-
и (~), В	24	24	36	36
Число замыкающих (з) и размыкающих (р) контактов, ед.	2р+ 1з	2р+ 1з	1з	1з
Габариты: ширина, длина, высота, мм	230х215 х 375	155х150 х 235	80 х 150 х 200	125 х125 х 150
Масса, кг	9	7,8	0,8	2,5

Примечание. Скорость потока воды при замыкании контактов РПИ 1,3 м/с. Разрывная мощность контактов всех реле и датчиков 100 Вт. Температура отключения ТДЛ равна 70 °С. Коэффициент запаса срабатывания всех реле и датчиков (1раб/1сраб) равен 1,3-1,5.

Таблица П6.3
Измерительные приборы насосных установок

Наименование прибора	Тип прибора	Класс точности	Пределы измере- ния, МПа	Высота х шири- на х длина, мм
Мановакуум- метр	ОБМВ1-ЮО ОБМВ1-160	2,5 1,5	0,06-0,1; 0,01-0,03 0,1-0,005; 0,1-1,5	d= 100 d= 160
Манометр	ОБМ1-ЮО ОБМГ-ЮО ОБМ1-160 ЭКГ-1	2,5	1-10	d = 100 d= 100 d= 160 d = 120
Дифманометр	ДСП-780Н ДСП-780В	1; 1,5 1; 1,5	0,1; 1,6; 2,5; 4; 6,3 6,3; 10; 16	600х315 х 355
Камерная диафрагма	ДН-16/ДН-25 ДН-100	1,5	1,6/2,5 10	-
Расходомер	УЗР-В	0,5	0-16*	200х100х150
Водомер	ВСКМ 7/25 ВТГ-80 ВКОС 1,6/20 УВК-20 СВ-20	1	0,7 4 1,6 1,6 1,6	100х100х250 150х150х250 100х150х220 100х120х200 100х120х220

Примечание. УЗР-В («Акустрон») обеспечивает отсчет расхода воды (м³), а через приставку определяет мгновенное значение производительности (м³/ч).
Водомеры ВСКМ 7/25, ВКОС 1,6/20, УВК - 20, СВ - 15 следует устанавли-
вать на байпасе каждого магистрального трубопровода.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Соединения элементов трубопровода

Таблица П7.1

Быстроразъемное соединение с самоуплотняющейся прокладкой
(рис. П7.1)

D _v	!	D	Di	A	ш, кг
мм					
400		460	426	243	15,6
500		563	529	294	20,4
600		664	630	345	21,5

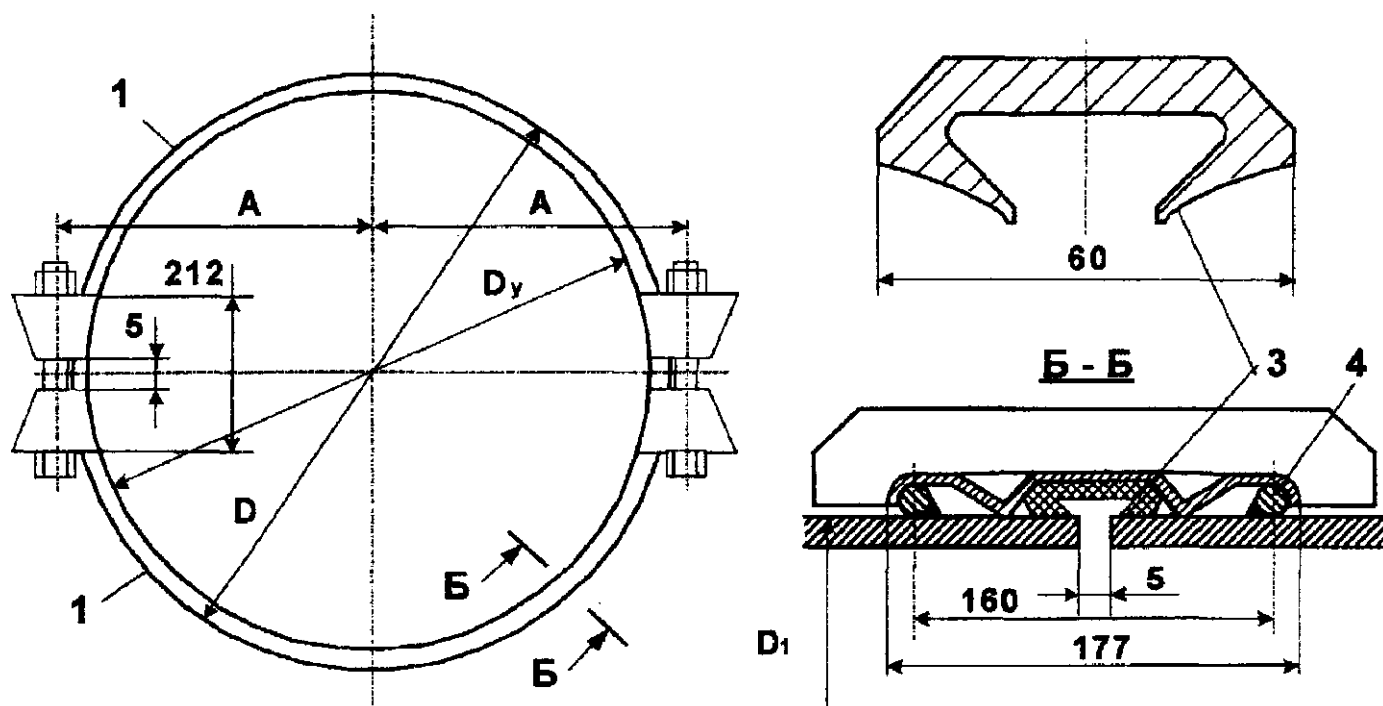


Рис. П7.1. Быстроразъемное соединение с самоуплотняющейся прокладкой:

1- полухомуты; 2- стягивающие болты; 3- манжета самоуплотняющаяся; 4- приварные кольца

Эти соединения, работающие на принципе самоуплотнения резиновой прокладки давлением транспортируемой жидкости (пульпы), значительно снижают трудоемкость и сокращают время выполнения работ по сборке и демонтажу труб по сравнению с фланцевыми и резьбовыми соединениями.

Кроме того, соединения с самоуплотняющейся прокладкой позволяют укладывать трубопровод по трассе с плавными поворотами в плане и профиле, так как отдельные отрезки труб могут быть повернуты (один относительно другого) на угол 1-2°, допускают укладку труб без температурных компенсаторов и смягчают гидравлические удары.

Таблица П5.11

**Быстроразъемное соединение с приварными фланцами
на давление до 12 МПа (рис. П7.2)**

D_v	100	125	150	200	250	300	325	350	400
Б	114	133	168	219	273	325	351	377	426
С	310	335	365	420	505	625	630	675	730
D	200	235	256	306	395	475	495	525	575

Примечание. Все размеры приведены в мм.

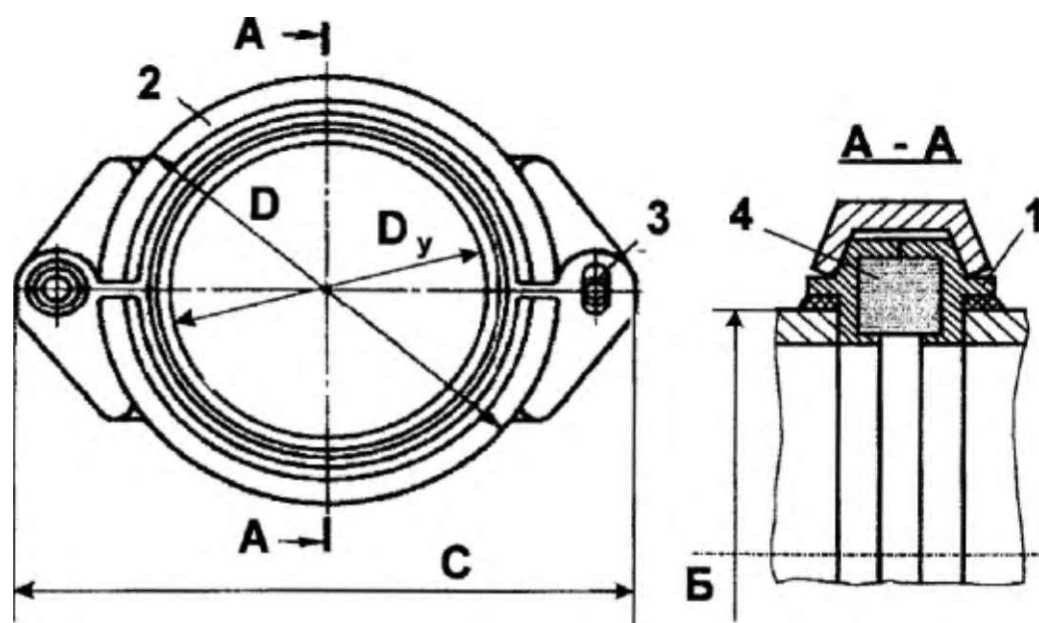


Рис. П7.2. Быстроразъемное соединение типа БС:
1- фланец; 2- хомут; 3- клин; 4- уплотнительное кольцо

Соединения типа БС литой конструкции следует использовать на высоконапорных перекачных трубопроводах гидрошахт с рабочим давлением не более 12 МПа (высота подъема воды до 1 000-1100 м).

Соединения сварной конструкции следует использовать в пульпопроводах установок гидромеханизации на карьерах, при строительстве намывных дамб и плотин. Они рассчитаны на рабочее давление менее 1 МПа и имеют диаметр условного прохода в пределах 250-400 мм.

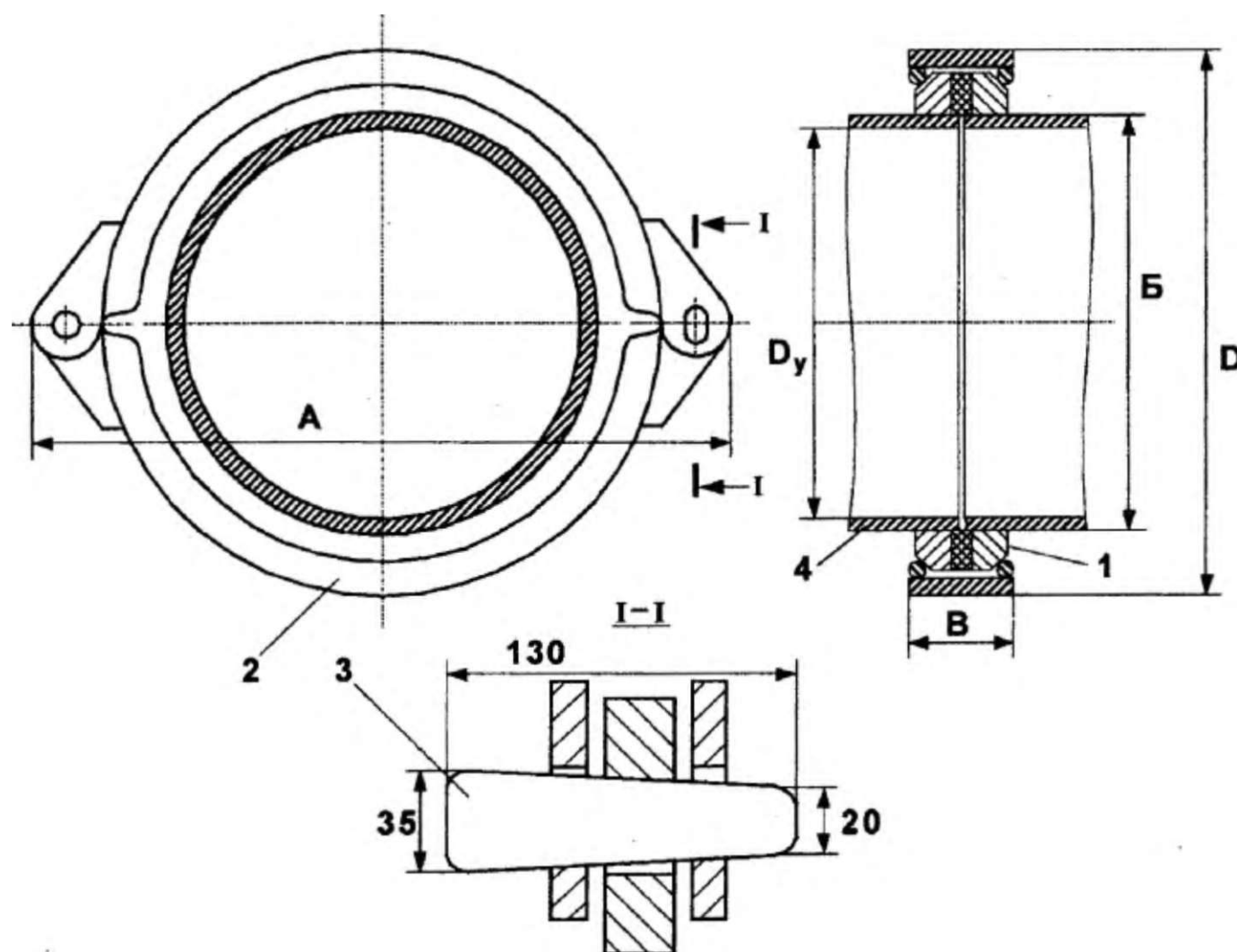
Основными производителями соединений типа БС являются: Кузнецкий металлургический завод, г. Новокузнецк; Нижне-Новгородский, Антрацитовский и Рутченковский рудоремонтные заводы; ПСМО треста «Трансгидромеханизация».

Таблица 117.3

**Быстроразъемное соединение сварной конструкции
на давление до 4 МПа (рис. П7.3)**

D_v	D	A	Б	B	т, кг
250	356	468	273	60	11,3
300	406	518	325	60	17,5
350	466	574	377	60	24,0
400	532	678	426	70	36,0

Примечание. Все размеры приведены в мм.



**Рис. П7.3. Быстроразъемное соединение сварной конструкции:
1-фланец; 2-хомут; 3-клин; 4-труба**

Таблица П5.11

Быстроразъемное шаровое соединение

Dy	D	R	L	/	болты при P _v , МПа	
					0,6	1,0
		мм				
300	650	235	525	400	M20	M27
400	800	300	620	480	M27	M36
500	940	355	680	525	M36	M42
600	1100	412	770	595	M42	M48
700	1270	475	860	660	M42	M52

Примечание. Число болтов, фиксирующих нажимное кольцо, — шесть.

Максимальный угол разворота шара относительно оси чаши во всех направлениях не более 30°.

Величина коэффициента местного сопротивления для гидравлических расчетов (ξ) должна приниматься в пределах 0,1 - 0,3 (меньшее значение при угле разворота шара, равном нулю).

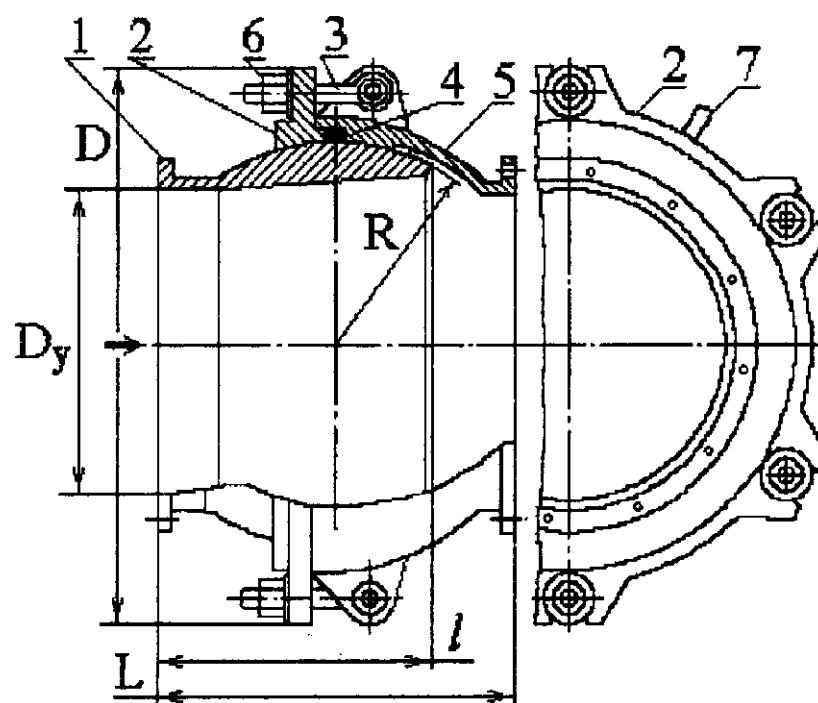


Рис. П7.4. Быстроразъемное шаровое соединение типа А:

1- входной патрубок с шаром; 2- нажимное кольцо; 3- откидной болт; 4- уплотнительное резиновое кольцо; 5- соединительная чаша с выходным патрубком; 6- гайка с шайбой; 7- рымболт

Шаровые соединения выпускаются с откидными болтами (типа А) и закладными болтами (типа Б) на рабочее давление 0,4; 0,6 и 1 МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Справочная информация для проектирования
трубопровода

Таблица П8.1

Временное сопротивление разрыву трубной стали (а_{вр})

Марка стали	Ст2	Ст3	Ст4	Ст5	Ст6	СтЮ	Ст20
C _{J_{bd}} МПа	300	350	420	500	600	400	500

Таблица П8.2

Скорость коррозионного износа поверхностей труб
из сталей низкого качества (мм/год)

Трубопровод с защитным покрытием, уложен на дневной поверхности	а,	0,05
Трубопровод в стволе со свежим воздухом или в любом стволе, если на шахте не ведутся взрывные работы		0,15
Трубопровод в стволе, по которому выдается отработанный воздух при ведении взрывных работ		0,25
Водопроводная вода	а ₂	0,05
Щелочная вода (рН > 7)		0,10
Кислотная вода при рН = 6-7		0,20
Кислотная вода при рН - 5-6		0,40

Таблица П8.3

Атмосферное давление для разных отметок над уровнем моря

Давление и напор	Высота над уровнем моря, м							
	-600	0	200	400	800	1000	2000	3000
Р _А , кПа	111	101	99	96	92	91,6	79	71
Н _А , м вод.ст,	11,0	10,0	9,80	9,50	9,11	9,07	7,82	7,03

Таблица П8.4

Напор насыщенных водяных паров (м вод. ст.)

t, °C	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
h _{нап} , м	0,09	0,12	0,24	0,43	0,76	1,27	2,07	3,25	4,87	7,14	10,3

Таблица П5.11

Значения коэффициентов местных сопротивлений
трубопроводной арматуры (е)

Вид местного сопротивления	D _y , мм	Б, ед.
1. Задвижки клиновые	80-400	0,25-0,3
2. Клапан обратный поворотный	80-400	$\frac{L}{100} \cdot 0,25$
3. Приёмная сетка с клапаном	100	7
	150	6
	200	5,2
	250	4,5
	300	3,7
4. Приемная сетка без кланана	-	1,0
5. Колено с углом 90°:	80-300	
сварное,		0,6
гнутое		0,4
6. Тройник	80-300	1,5
7. Диффузор	d ₁ /d ₂ = 0,5+0,8	0,2-0,3
8. Конфузор	d ₁ /d ₂ > 1,2+1,7	0,1-0,25
9. Конфузор с углом раскрытия 30°	-	0,1
10. Диффузор с углом раскрытия 30°	-	0,25

Примечание. d₁ и d₂ - внутренний диаметр перехода (диффузор или конфузор), соответственно, на входе и выходе (по ходу движения жидкости).

При угле раскрытия перехода 30° значения коэффициентов местных сопротивлений минимальные.

Таблица П8.6

Количество насосных агрегатов в камере главной водоотливной установки шахты

Количество насосных агрегатов в насосной камере			
рабочая группа	резервная группа	в ремонте	всего
1	1	1	3
2	2	1	5
3	3	1	7
4	4	1	9
5	5	1	11
6	6	1	13

Александр Прохорович АБРАМОВ
Владимир Николаевич БИЗЕНКОВ

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ

РАСЧЕТ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие

Редактор

З.М. Савина

Подписано в печать 15.04.03.

Формат 60х84/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Уч.-издл. 8,5.

Тираж 400 экз. Заказ **Ъf&**

ГУ КузГТУ. 650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография ГУ КузГТУ. 650026, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.