

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия
для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство»

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2014

УДК 628.14(075.8)

ББК 38.776я73

О-62

*Учебное пособие подготовлено в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рецензенты: ведущий специалист отдела ВК ООО
«Пензаагропроект» В.П. Пермяков;
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Водоснабжение, водоотведе-
ние и гидротехника» Е.А. Титов
(ПГУАС)

Оптимизация параметров водопроводной сети. Курс лек-
О-62 ций: учеб. пособие / Н.И. Ишева, Б.М. Гришин, М.В. Бикунова,
А.С. Кочергин; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф.
Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 124 с.

Изложены основные вопросы оптимизации водопроводных сетей, решаемые при проектировании и строительстве. Рассмотрены условия моделирования водопроводных сетей с учётом нормативно-технических документов и технико-экономического обоснования проектных решений.

Направлено на овладение навыками работы в научном коллективе, способности породить новые идеи (креативность); усвоение способности ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; умений овладевать основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гражданпроект» предназначено для использования магистрами, обучающимися по направлению 08.04.01 «Строительство» (программа магистерской подготовки «Водоснабжение населённых пунктов и промышленных предприятий»).

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Ишева Н.И., Гришин Б.М.,
Бикунова М.В., Кочергин А.С., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем учебном пособии, подготовленном в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом третьего поколения по направлению 08.04.01 «Строительство» (профессионально-образовательная программа «Водоснабжение населенных пунктов и промышленных предприятий»), представлен расширенный конспект лекций по дисциплине «Оптимизация параметров водопроводной сети», изучаемой магистрантами.

Основными требованиями к результатам усвоения данной дисциплины является формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций:

- способности к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ОК-2);
- навыков работы в научном коллективе, способности порождать новые идеи (креативность) (ПК-5);
- способности ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения (ПК-7);
- умений овладевать основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ПК-8).

Изучение дисциплины «Оптимизация параметров водопроводной сети» направлено на усвоение профессиональных знаний и формирование умений решать практические задачи, что в дальнейшем будет использовано при разработке проектной документации, строительстве и эксплуатации водопроводных сетей с учётом взаимосвязи и моделирования всех сетевых сооружений.

Водопроводные сети являются одним из основных элементов любой системы водоснабжения, работа которых неразрывно связана с режимом расходования и режимом подачи воды потребителям.

Основываясь на ранее изученной дисциплине «Водопроводные сети», магистранты решают вопросы рационального проектирования и строительства водопроводных сетей.

Данное пособие состоит из четырёх конспектов лекций и приложений.

В первом конспекте лекций рассматривается взаимосвязь всех сооружений системы водоснабжения по расходам и напорам.

Второй конспект лекций посвящён вопросам оптимизации параметров водопроводной сети при её трассировке.

В третьем конспекте лекций разбираются вопросы оптимизации параметров водопроводной сети при выборе насосного оборудования насосных станций.

В четвертом конспекте лекций рассматриваются проблемы оптимизации параметров водопроводной сети, возникающие при её детализации.

Наличие в пособии большого количества графического материала, а также необходимых приложений позволит магистрантам решать практические задачи по рациональному проектированию, строительству и эксплуатации водопроводных сетей.

Лекция 1. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВСЕХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО РАСХОДАМ И НАПОРАМ

Как известно из ранее изученной дисциплины «Водоснабжение», любая система водоснабжения состоит из:

- водозаборных сооружений;
- очистных сооружений;
- водопроводных сетевых сооружений;

1. По назначению водопроводные сооружения в основном бывают:

- хозяйственно-питьевыми;
- производственными;
- противопожарными;

2. По виду обслуживаемого объекта:

- коммунальными (городскими);
- промышленными;

и т.д.

3. По способу доставки и распределения воды:

- централизованными;
- децентрализованными.

На данной лекции рассмотрим вопросы касательно коммунальных водопроводов, т.е. централизованных систем, подающих воду питьевого качества как в жилые районы, так и на промышленные предприятия.

Система водоснабжения должна обеспечивать потребителей водой в необходимых количествах, определенного качества и с требуемыми напорами.

Рассмотрим схему водоснабжения населенного пункта (рис. 1 и 2).

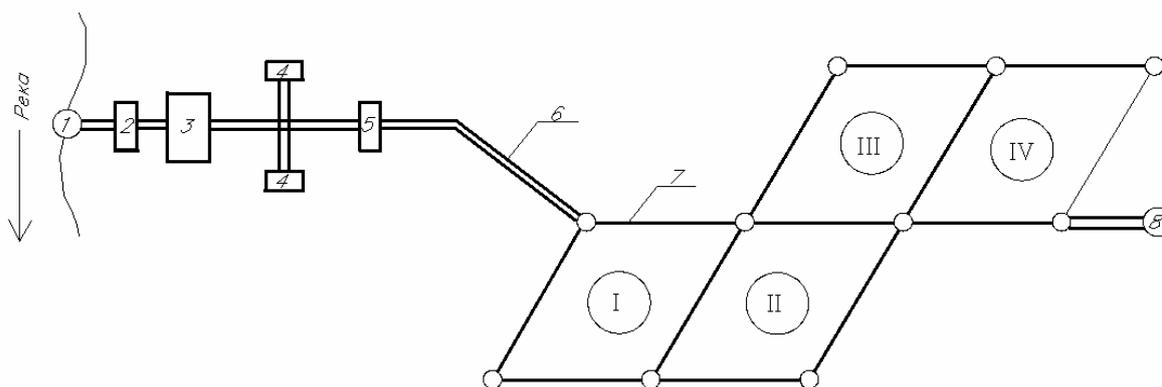


Рис. 1. Схема водоснабжения населенного пункта из поверхностного источника:

- 1 – водоприемный колодец; 2 – насосная станция I подъема (Н.ст. I п);
- 3 – водопроводные очистные сооружения; 4 – резервуары чистой воды (РЧВ);
- 5 – насосная станция II подъема (Н.ст. II п); 6 – водоводы;
- 7 – магистральные водопроводные сети; 8 – водонапорная башня (ВБ)

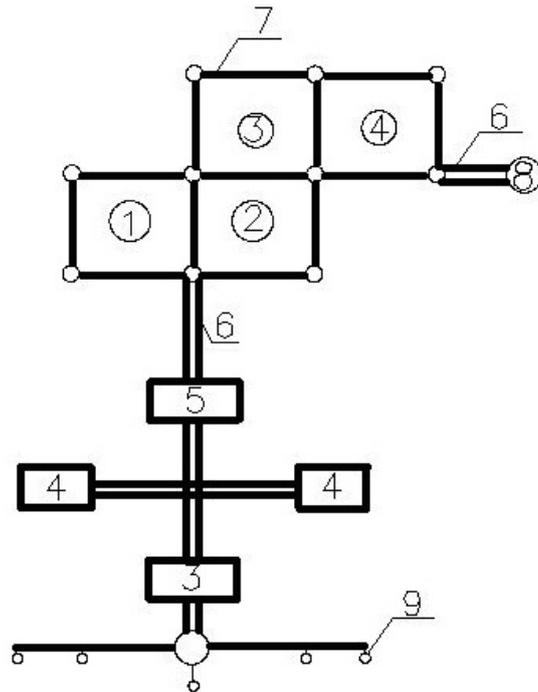


Рис. 2. Схема водоснабжения населенного пункта из подземного источника:
1-8 – см рис. 1; 9 – водозаборные скважины

Согласно общепринятым нормам, при заборе воды из поверхностного источника водоснабжения водозаборные сооружения для хозяйственно-питьевого водоснабжения всегда проектируются выше населенного пункта. При использовании подземного источника водоснабжения возможно любое подключение к магистральной сети.

Для централизованных систем водоснабжения водозаборные и очистные сооружения условно принято называть головными, а Н.ст. II подъема и водопроводные сети – сетевыми.

Рассмотрим взаимосвязь головных и сетевых сооружений по расходам. Для вновь проектируемых сооружений всегда рассматриваются сутки максимального водопотребления и относительно данных суток часы среднего, максимального и минимального водопотребления.

Отбор воды из сети характеризуется режимом водопотребления. Существует равномерный и неравномерный режимы водопотребления.

Наиболее простой – это равномерный, который присущ головным сооружениям. Неравномерный режим предусматривается для сетевых сооружений, т.к. он напрямую связан с потребителями (населением).

Необходимый расход подается потребителям с помощью насосов, располагаемых на Н.ст. I и Н.ст. II подъёмов.

Ввиду того что в часы максимального водопотребления для потребителей требуется больший расход, чем обеспечивают головные сооружения, то необходимо всегда устанавливать между Н.ст. I и II подъёмов

резервуары чистой воды (см. рис. 1 и 2), которые регулируют работу насосных станций.

Наглядным является изображение величины регулирующей емкости, представленное ступенчатым и интегральным графиками (рис. 3 и 4).

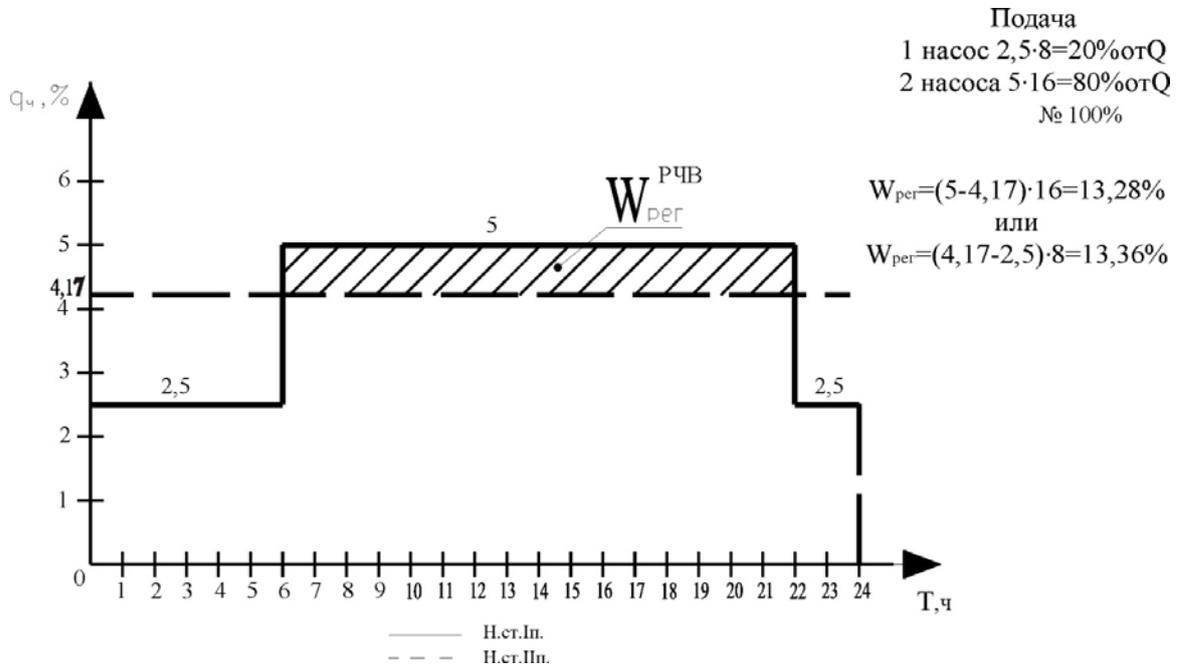


Рис. 3. Ступенчатый график

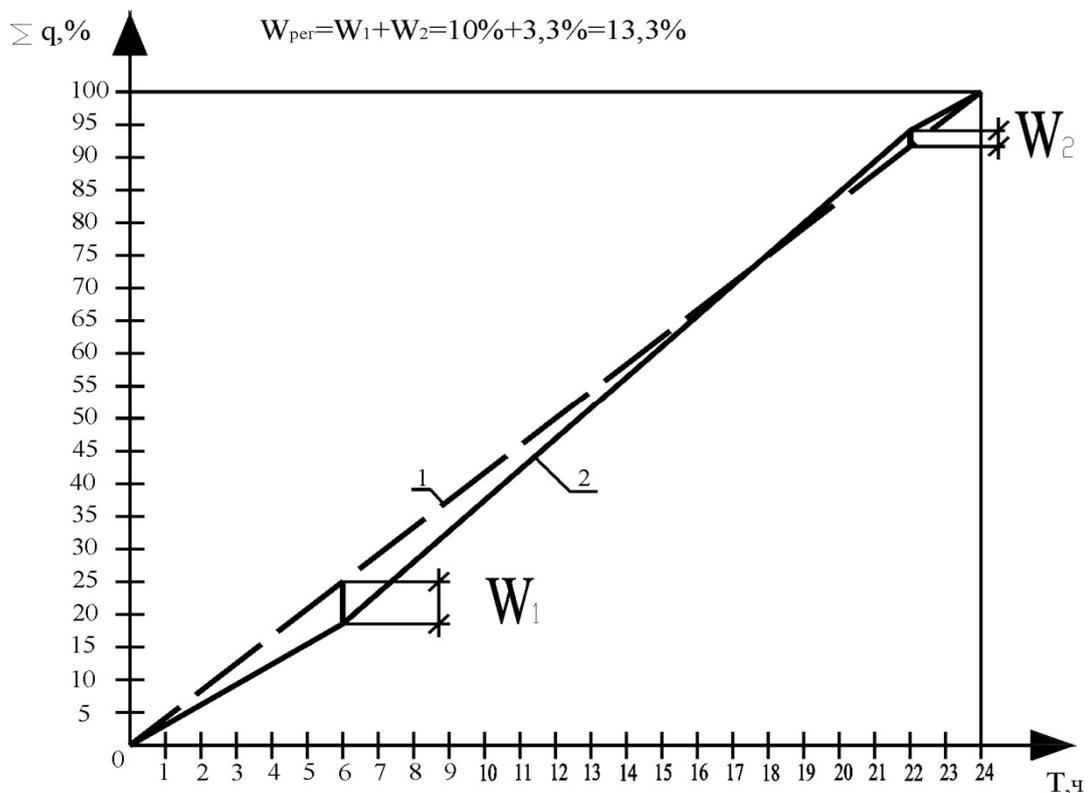


Рис. 4. Интегральный график:
1 – Н.ст. I п.; 2 – Н.ст. II п.

Взаимосвязь по расходам между потребителями и работой Н.ст. II подъема для малых населенных пунктов обеспечивается с помощью регулирующих емкостей: водонапорной башни или напорного резервуара. Для безбашенных систем расходы, подаваемые насосами Н.ст. II и отбираемые из сети потребителями, одинаковы. Безбашенные системы для населенных пунктов обычно проектируются производительностью более 25000 м³/сут.

При наличии ВБ на сети взаимосвязь по расходам изображается графически, путем совмещения графиков: водопотребления населенного пункта и работы Н.ст. II подъема (рис. 5).

По данным графикам уточняется необходимая величина регулирующей емкости ВБ.

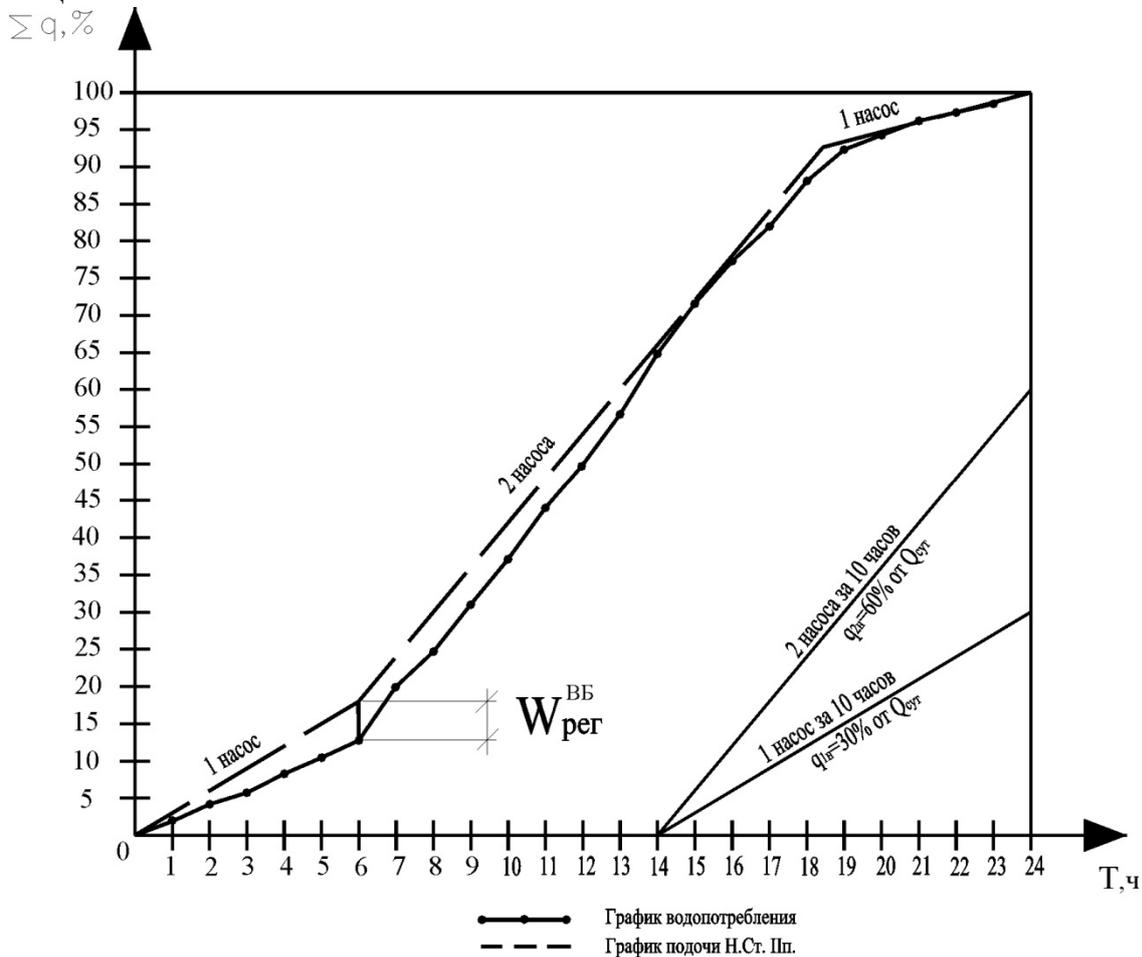


Рис. 5. Определение величины регулирующей емкости ВБ

Также для нормальной работы водопровода необходимо всегда учитывать взаимосвязь головных и сетевых сооружений по напорам. Эту взаимосвязь для водопроводных сетей можно рассматривать только после гидравлического расчета, когда известны диаметры расчетных участков водопроводной сети, потери напора на них и величины требуемых, фактических и пьезометрических напоров.

На основании рекомендаций [1, п. 4.11], выбирают расчетные режимы водопотребления: в сутки максимального водопотребления – это режимы максимального, среднего и минимального часового расхода, а также максимального часового расхода и расчетного расхода воды на пожаротушение.

Данные гидравлического расчета наносят на расчетные схемы для всех принятых случаев:

– на линии:

- фактическую длину L , м;
- принятый диаметр d , мм;
- окончательно распределенный расход q , л/с;
- расчетную скорость V , м/с;
- потери напора на участке сети h , м;

– в узлах:

- узловой отбор $q_{\text{узн}}$, л/с ;
- отметку поверхности земли z , м ;
- пьезометрический напор Π , м;
- фактический напор $H_{\text{ф}}$, м ;
- требуемый напор $H_{\text{тр}}$, м.

На основании расчетных схем строят графики пьезометрических линий (обычно только для сетевых сооружений).

Рассмотрим графики пьезометрических линий в зависимости от места расположения ВБ и отметок поверхности земли.

1. Схема с башней в начале сети.

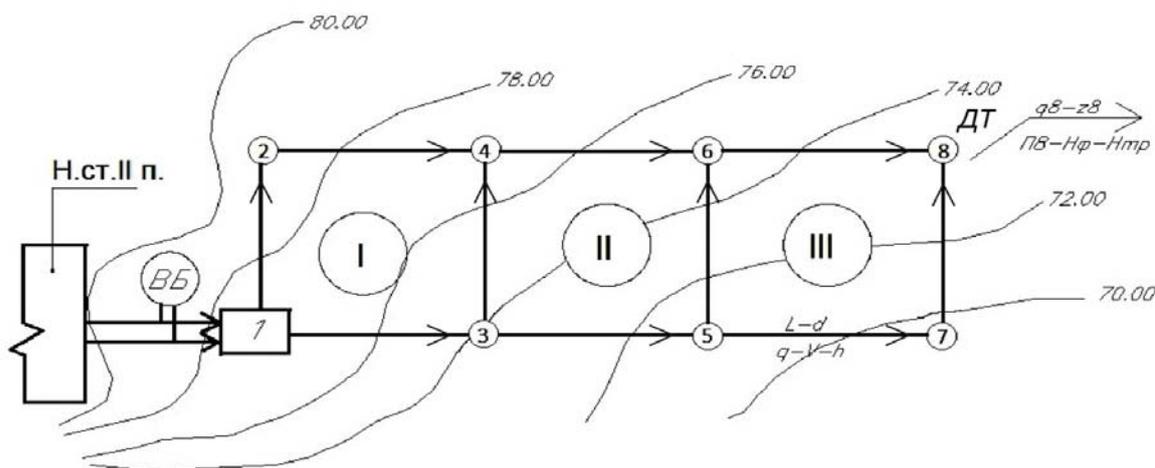


Рис. 6. Расчетная схема сети при расположении ВБ в начале сети:
 * на участке 5-7 условно обозначены данные гидравлического расчета;
 ** в узле 8 условно обозначены расчетные параметры по напорам

Построение пьезометрических линий производится для наиболее характерных участков от Н.ст. II п до ВБ, а затем от узла 1 до узла 8, являющегося диктующей точкой (рис. 7).

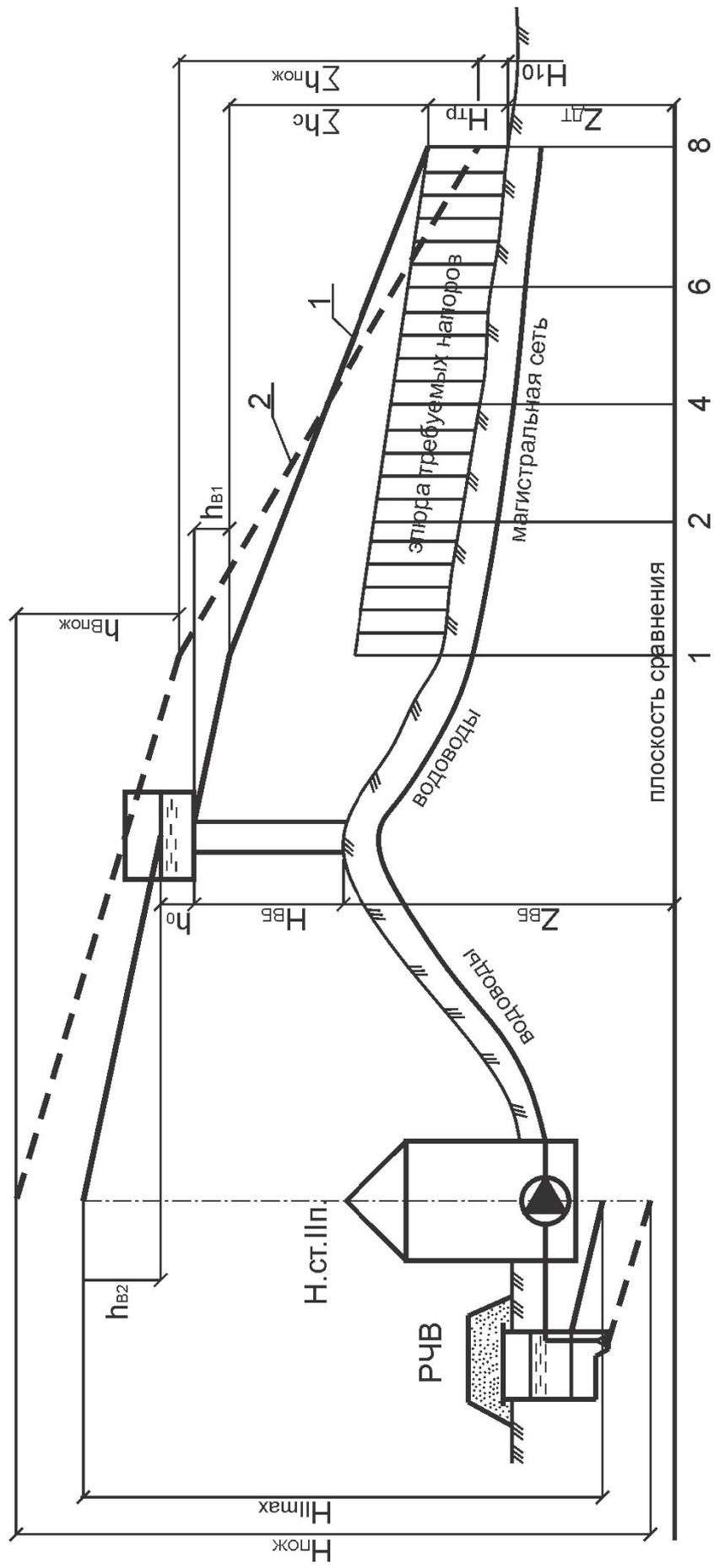


Рис. 7. Графики пьезометрических линий при расположении ВБ в начале сети:
 1 – час максимального водопотребления; 2 – час пожара

На основании графика пьезометрических линий можно определить необходимую высоту ствола ВБ, м:

$$H_{ВБ} = H_{тр} + \sum h_c + h_{В1} - (Z_{ВБ} - Z_{ДТ}),$$

где $H_{ВБ}$ – высота ствола ВБ, м;

$H_{тр}$ – требуемый напор, м;

h_c – сумма потерь напора на участках магистральной сети от ДТ до первоначального колодца, м;

$h_{В1}$ – потери напора в водоводах от первоначального колодца до ВБ, м;

$Z_{ВБ}$ – отметка поверхности земли у ВБ, м;

$Z_{ДТ}$ – отметка поверхности земли в диктующей точке, м,

а также напоров насосов Н.ст. II п.:

$$H_{II\max} = H_{ВБ} + h_0 + h_{В2} + h_{н.ст} + (Z_{ВБ} - Z_p),$$

где $H_{II\max}$ – напор насосов Н.ст. II п. в час максимального водопотребления, м;

h_0 – высота слоя воды в баке ВБ, м;

$h_{В2}$ – потери напора в водоводах от ВБ до Н.ст. II п., м;

$h_{н.ст}$ – потери напора внутри Н.ст. II п., м;

Z_p – отметка расчетного уровня воды в РЧВ, м;

$$H_{пож} = H_{10} + h_{пож} + \sum h_{Впож} + h_{н.ст} + (Z_{ДТ} - Z_{пож}),$$

где $H_{пож}$ – напор насосов Н.ст. II п. в час пожара, м;

H_{10} – минимальная величина требуемого напора при пожаре (10 м), м;

$h_{пож}$ – сумма потерь напора на участках магистральной сети от ДТ до первоначального колодца при пожаре, м;

$h_{Впож}$ – потери напора в напорных водоводах при пожаре, м;

$Z_{пож}$ – отметка расчетного уровня воды в РЧВ при пожаре, м.

2. Схема с башней в конце сети.

При расположении ВБ в конце сети данные схемы получили название – схема с «контррезервуаром». В этом случае подача воды в сеть осуществляется с двух сторон: от Н.ст. II п и от ВБ.

Наиболее характерными участками для построения пьезометрических линий являются участки от Н.ст. II п до ДТ, а затем до ВБ. Диктующая точка для данных схем в случае одинаковых величин требуемых напоров всегда лежит на границе зон питания сети и имеет наибольшую отметку поверхности земли.

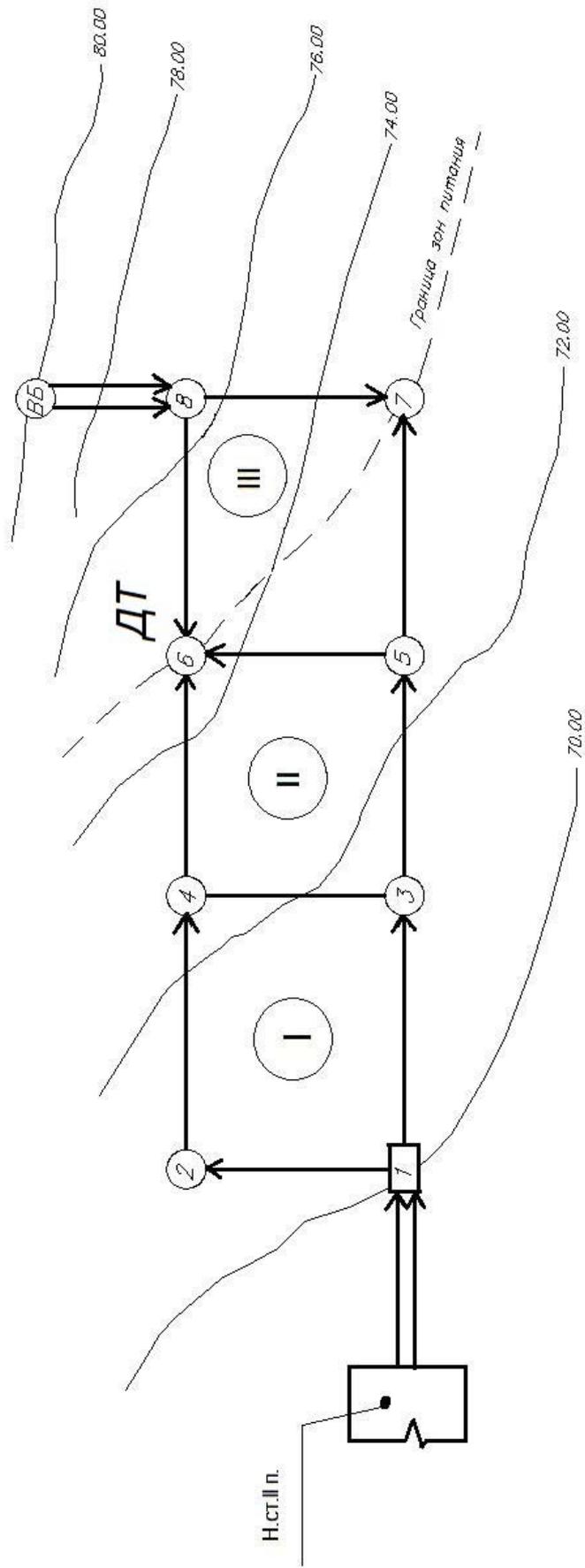


Рис. 8. Расчетная схема питания сети при расположении ВБ в конце сети
(час максимального водопотребления)

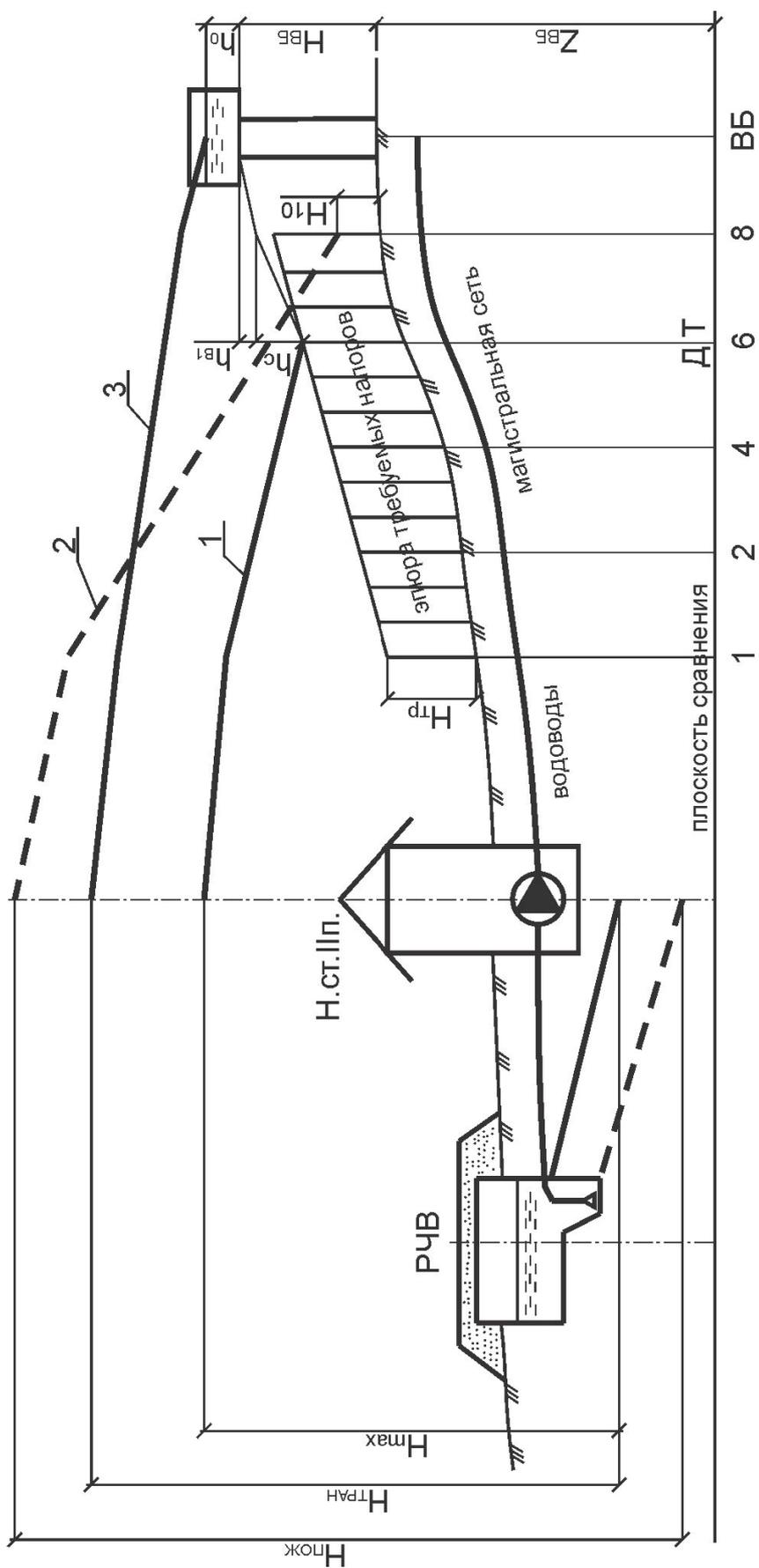


Рис. 9. Графики пьезометрических линий в схеме с контррезервуаром:
 1 – час максимального водопотребления; 2 – час пожара; 3 – час транзита в башню

На основании рис. 9 можно определить:

➤ высоту ствола ВБ

$$H_{ВБ} = H_{тр} + h_c + h_{В1} - (Z_{ВБ} - Z_{ДТ}),$$

где h_c – потери напора от ДТ до узла подключения водоводов к магистральной сети, м;

➤ необходимые напоры насосов на Н.ст. II п:

1) в час максимального водопотребления

$$H_{max} = H_{ТР} + \sum h_c + h_{В2} + h_{н.с} + (Z_{ДТ} - Z_p);$$

2) в час пожара

$$H_{пож} = H_{10} + \sum h_{пож} + h_{В2} + h_{н.с} + (Z_{ДТ} - Z_{пож}),$$

где $h_{пож}$ – суммарные потери напора в магистральной сети при пожаре, м;

$h_{В2}$ – потери напора в водоводах от магистральной сети до Н.ст. II п, м;

3) в час транзита в башню

$$H_{тран} = H_{ВБ} + h_0 + h_{В1} + \sum h_c + h_{В2} + h_{н.ст} + (Z_{ВБ} - Z_p).$$

3. Безбашенная схема

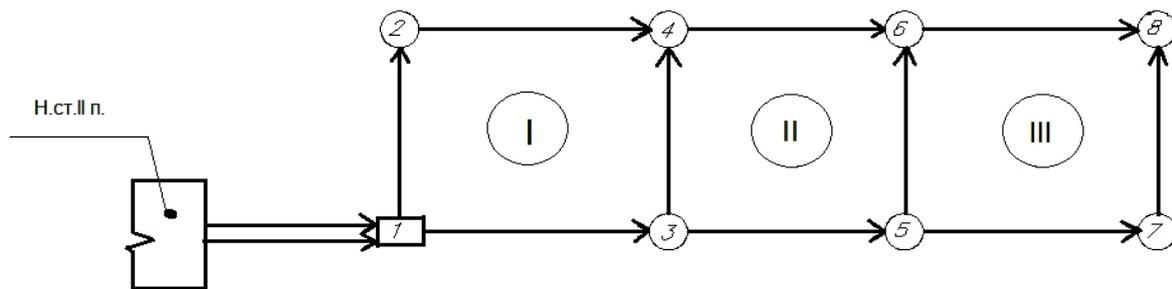


Рис. 10. Расчетная схема сети для безбашенной системы

В данных схемах за диктующую точку в расчетах принимают наиболее удаленную от узла 1, высокорасполагаемую, имеющую наибольшую величину требуемого напора. Рассмотрим графики пьезометрических линий при разных величинах требуемых напоров и различных рельефах местности (рис. 11 и 12) для часа максимального водопотребления.

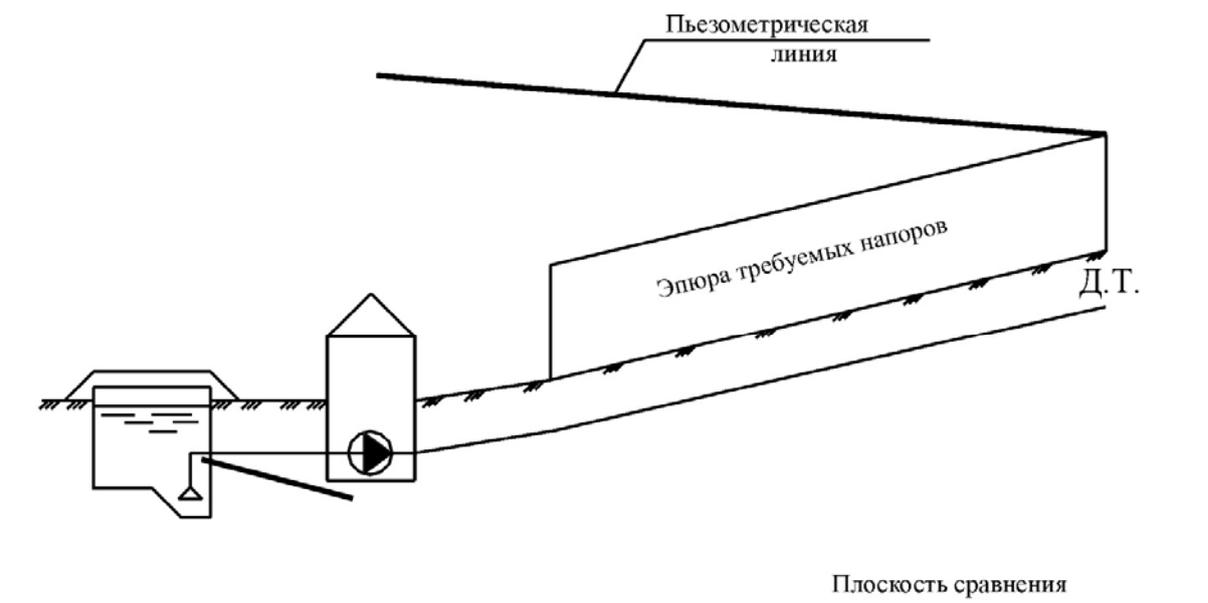


Рис.11. График пьезометрических линий для безбашенной системы при одинаковых величинах требуемого напора

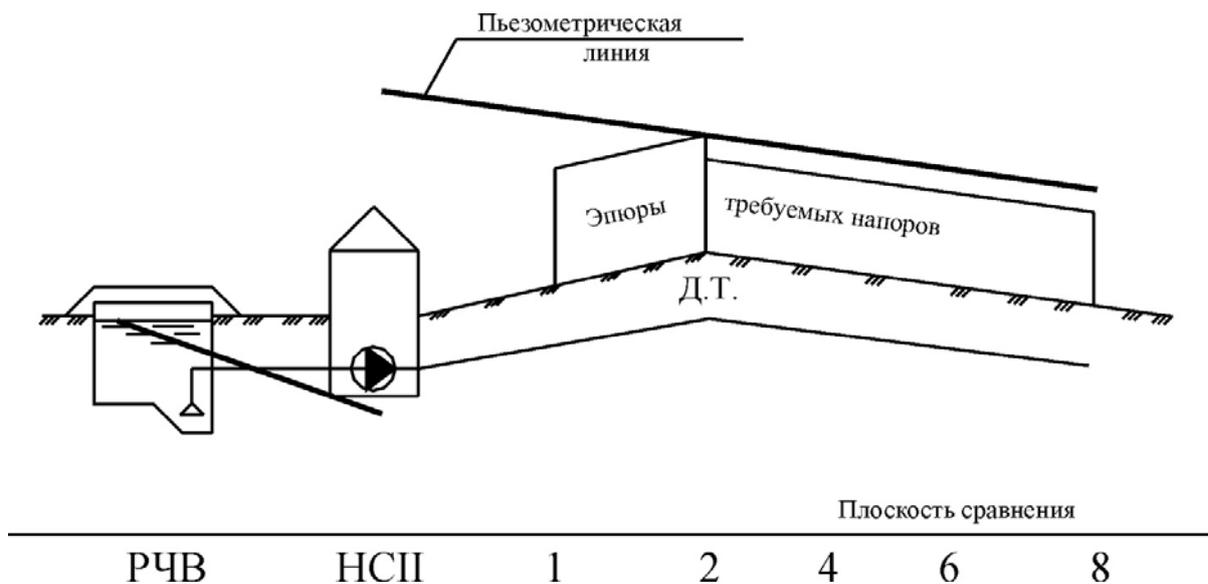


Рис.12. График пьезометрических линий для безбашенной системы при различных величинах требуемых напоров

Лекция 2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ЕЕ ТРАССИРОВКЕ

Как известно из ранее изученной дисциплины «Водопроводные сети», водопроводные сети предназначены для транспортирования и отбора воды по всей территории населенного пункта. Создание определенного геометрического начертания сети на генплане проектируемого объекта называется трассировкой.

По конфигурации водопроводные сети бывают тупиковые и кольцевые.

Согласно рекомендации СНиП 2.04.02–84, п. 5.5, тупиковые сети допускается применять:

- для подачи воды на производственные нужды, при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии;
- для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды при диаметре труб не более 100 мм;
- для подачи воды на противопожарные или на хозяйственно-противопожарные нужды независимо от расхода воды при длине линий не свыше 200 м.

Схема тупиковой сети представлена на рис. 13.

В тупиковой сети в основном имеется одностороннее питание от Н.ст.П п.

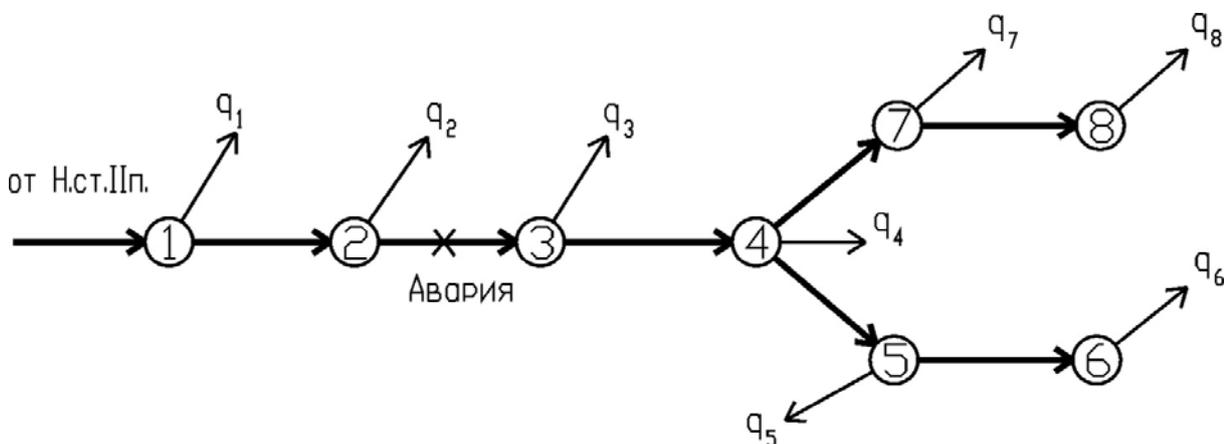


Рис. 13. Схема тупиковой сети

Несмотря на простоту устройства тупиковой сети, она обладает большим количеством недостатков:

- отсутствием надежности (авария, возникающая на любом участке сети, приводит к прекращению подачи воды потребителям);
- чувствительностью к гидравлическому удару;
- возможностью застаивания и замерзания воды в трубах.

С целью обеспечения требований надежности обычно водопроводные сети следует проектировать кольцевыми. Кольцевые сети

В зависимости от конфигурации территории населенного пункта магистральные сети можно изобразить в виде следующих схем (рис. 15).

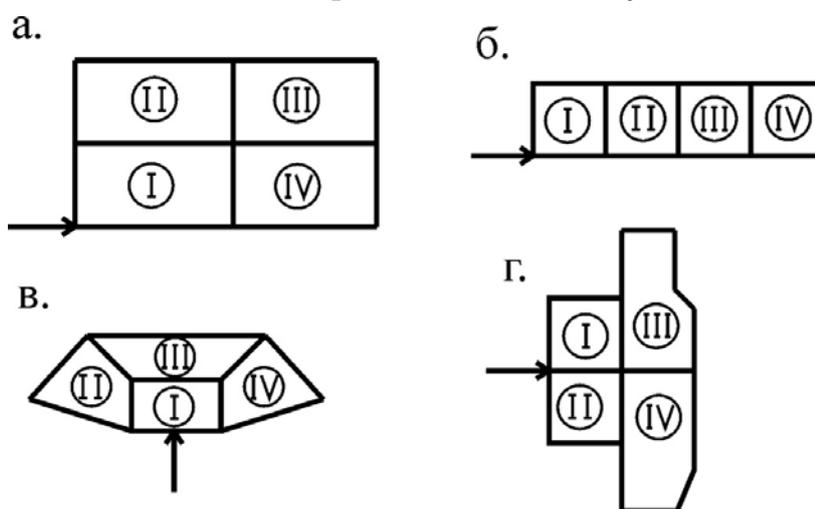


Рис.15. Схемы конфигураций магистральных сетей:
а – вытянутые; б – перпендикулярные; в – радиальные; г – обезличенные

Наибольшее распространение получили обезличенные схемы.

Магистральные сети служат для питания водой прилегающих кварталов и для подачи воды транзитом в отдельные районы.

Особенностью городских водопроводных сетей является выделение из всех магистральных линий основных главных направлений, которые обычно имеют вытянутую форму. Магистральные линии для обеспечения достаточных напоров желательно прокладывать по наиболее возвышенным отметкам местности. По главному направлению следует прокладывать несколько магистральных линий, включенных параллельно, для обеспечения надежности (см. рис.15а) – три условные магистрали, 15б – две условные магистрали.

Основные магистрали в большей степени являются транзитными. Транзитные магистрали нужно соединять перемычками для возможности перераспределения расходов воды между магистралями при изменении работы сети в случае аварии на одном из участков. При параллельной работе сети перемычки несут незначительную нагрузку по расходам. Поэтому при трассировке необходимо сокращать длину мало работающих перемычек за счет дополнительной прокладки магистралей основного направления (см. рис. 15а). Обычно протяженность перемычек принимают равной 300-600 м, а расстояние между перемычками – 400-800 м. При разбивке сети на кольца намечают узловые колодцы, в которых будет устанавливаться запорно-регулирующая арматура.

Если водопроводная сеть по назначению выполняет противопожарную функцию, то отключать в случае аварии допускается не более пяти пожарных гидрантов (ПГ). Минимальное количество участков в

кольце – три, максимальное зависит от планировочных решений и количества ПГ на расчетном участке. При трассировке сети необходимо учитывать перспективы развития строительства застройки. Особенно это касается внешнего контура магистральной сети, что обеспечивает прокладку по внешней границе района.

Рассмотрим варианты схем трассировки водопроводной сети по трем генпланам (рис. 16, 17, 18).

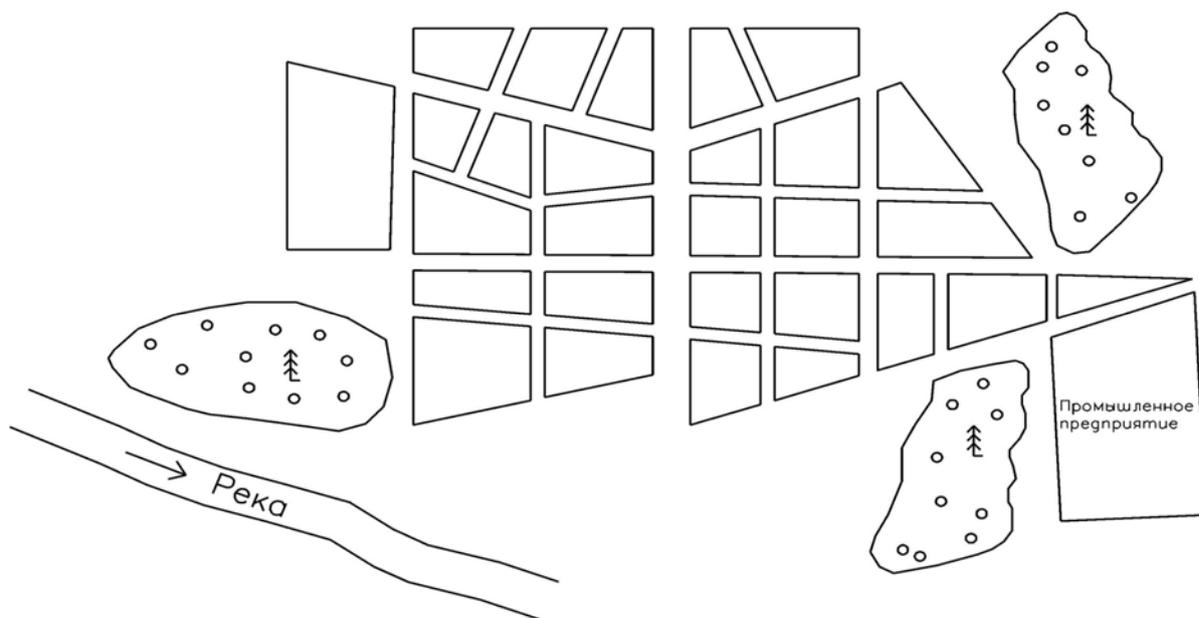


Рис. 16а. Исходный Генплан №1

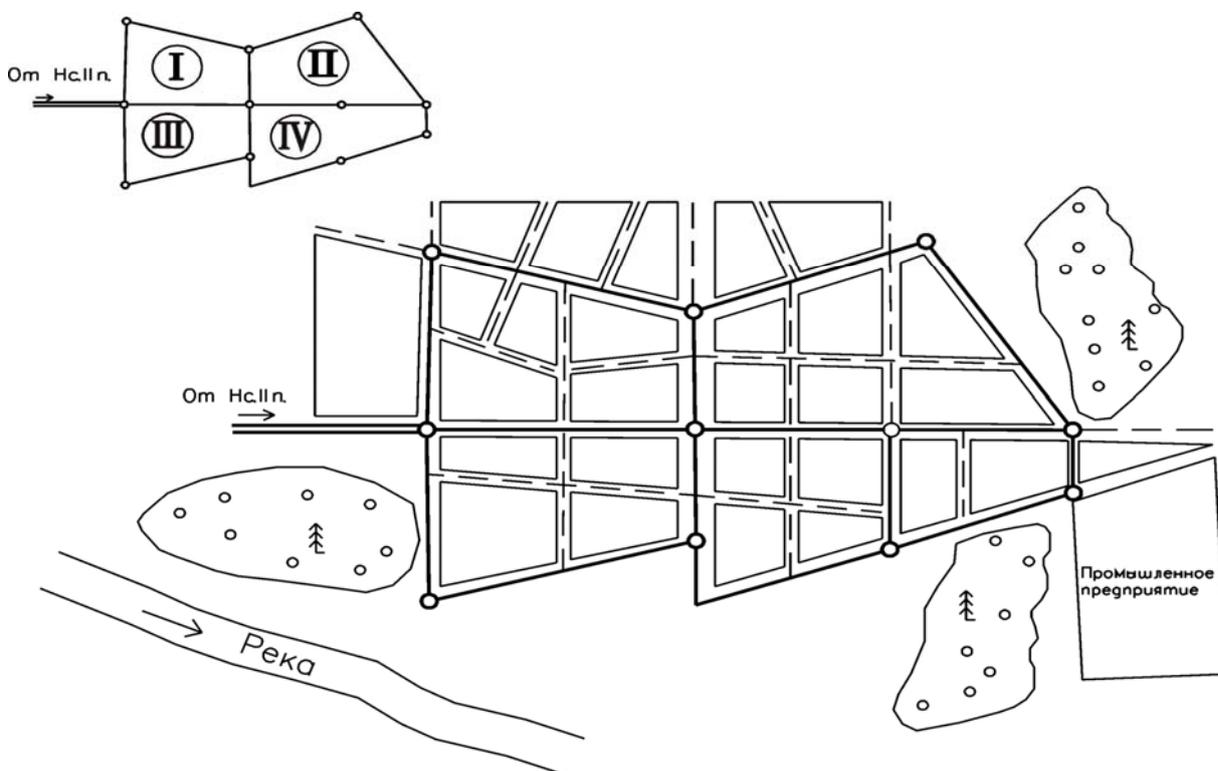


Рис. 16б. Генплан №1 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 1)

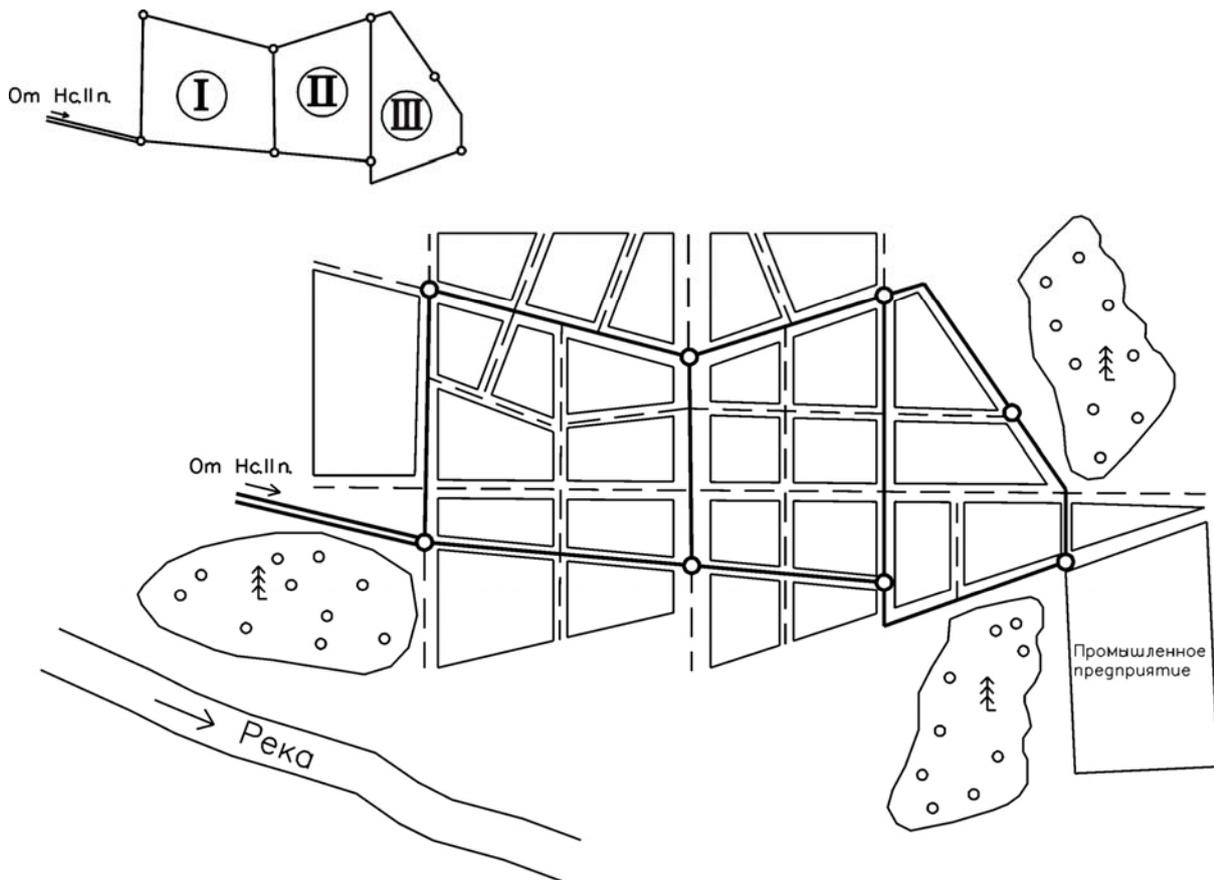


Рис. 16в. Генплан №1 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 2)

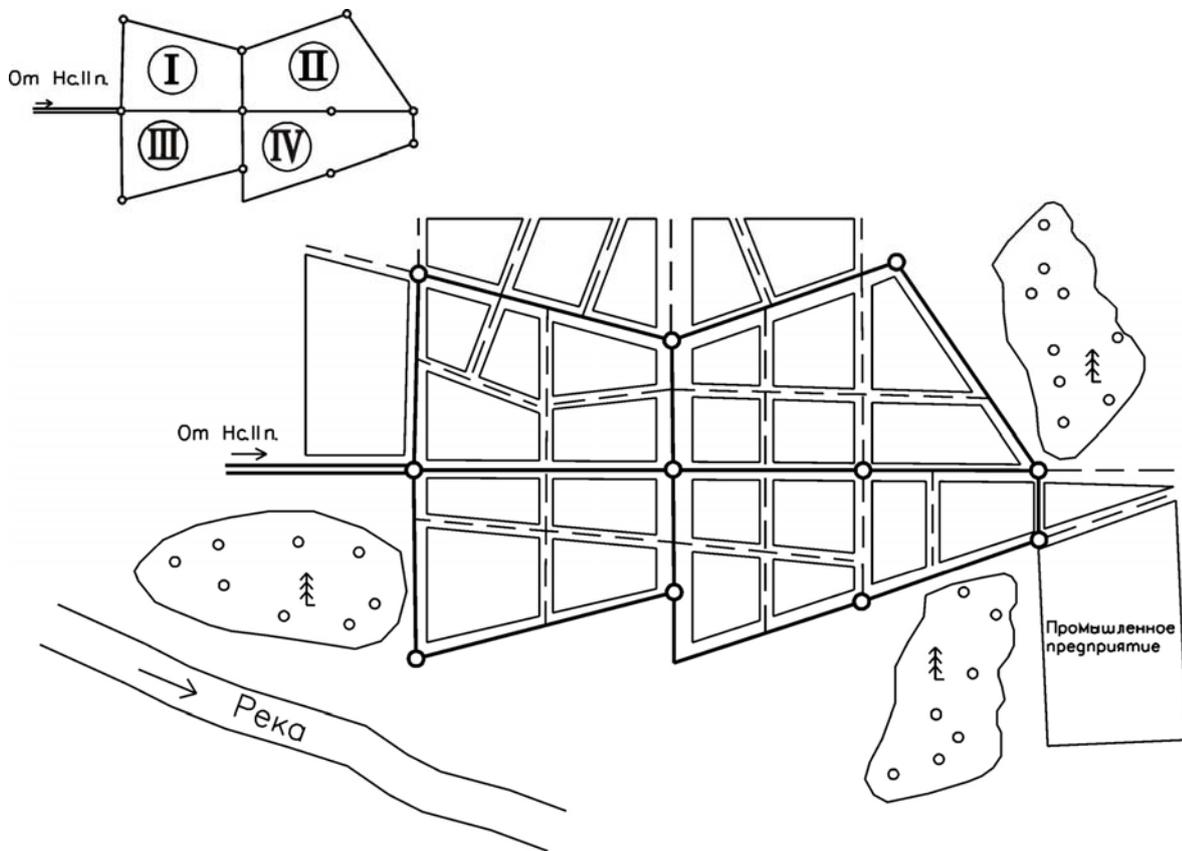


Рис. 16г. Генплан №1 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 3)

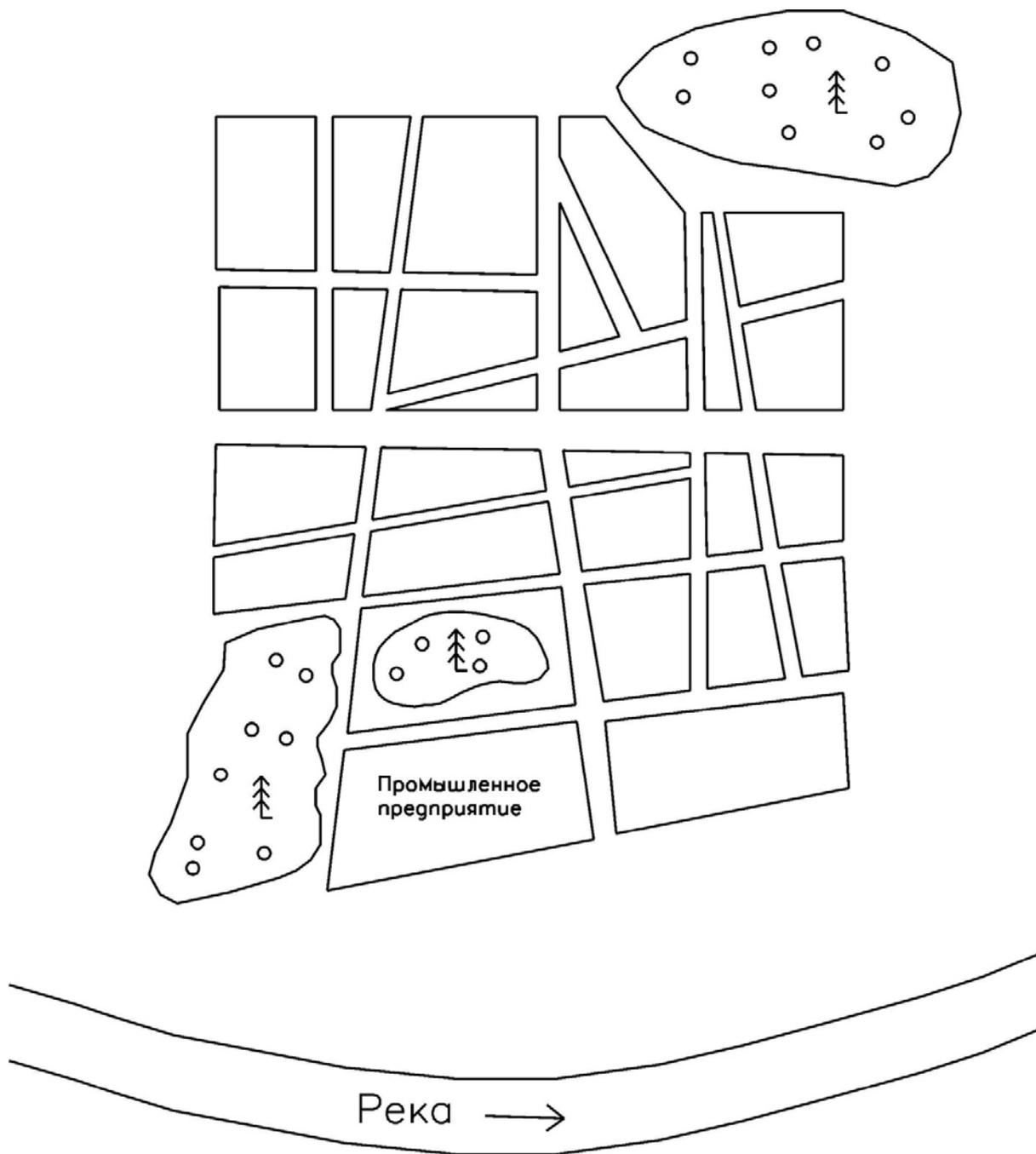


Рис. 17а. Исходный Генплан №2

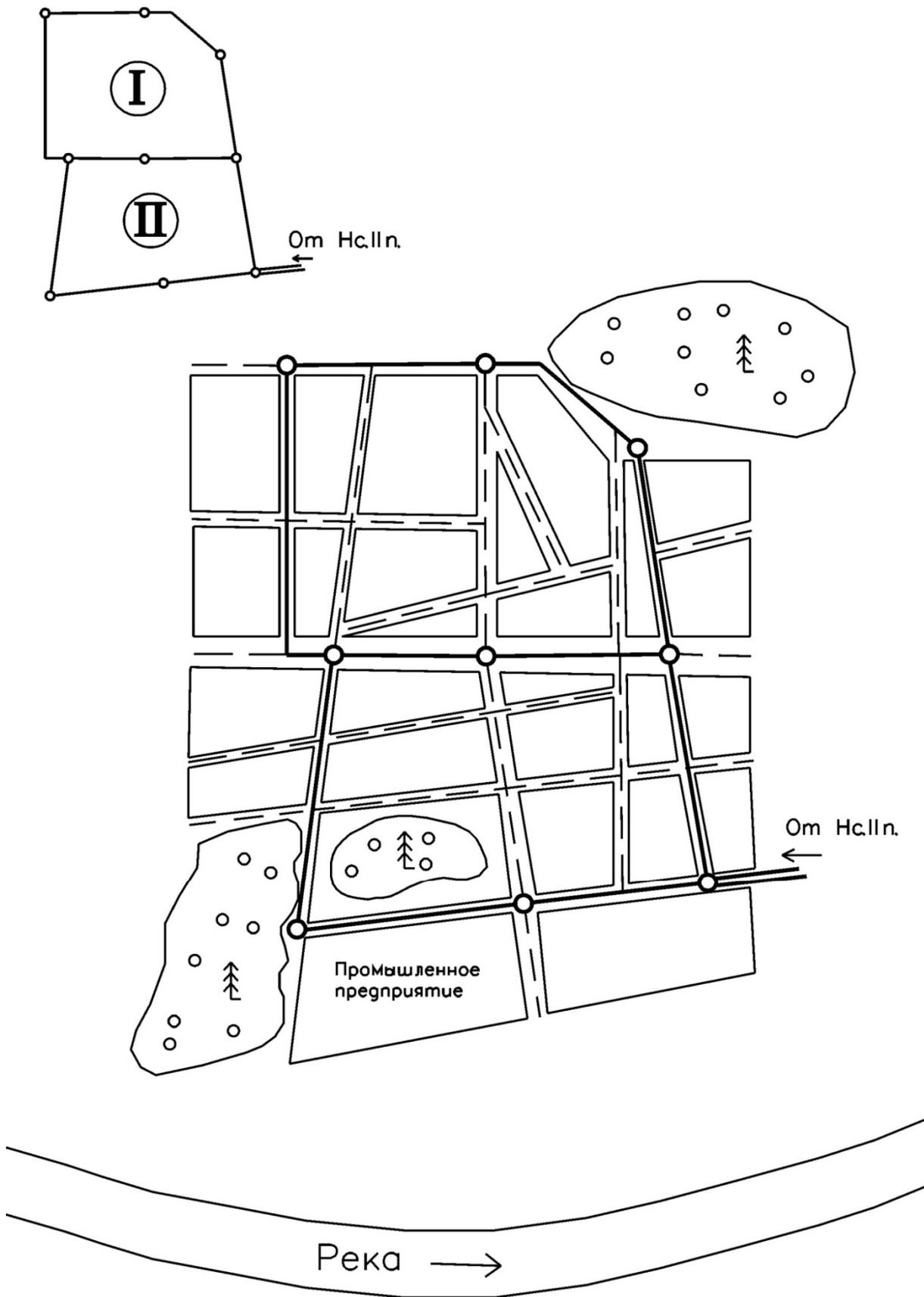


Рис. 176. Генплан №2 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 1)

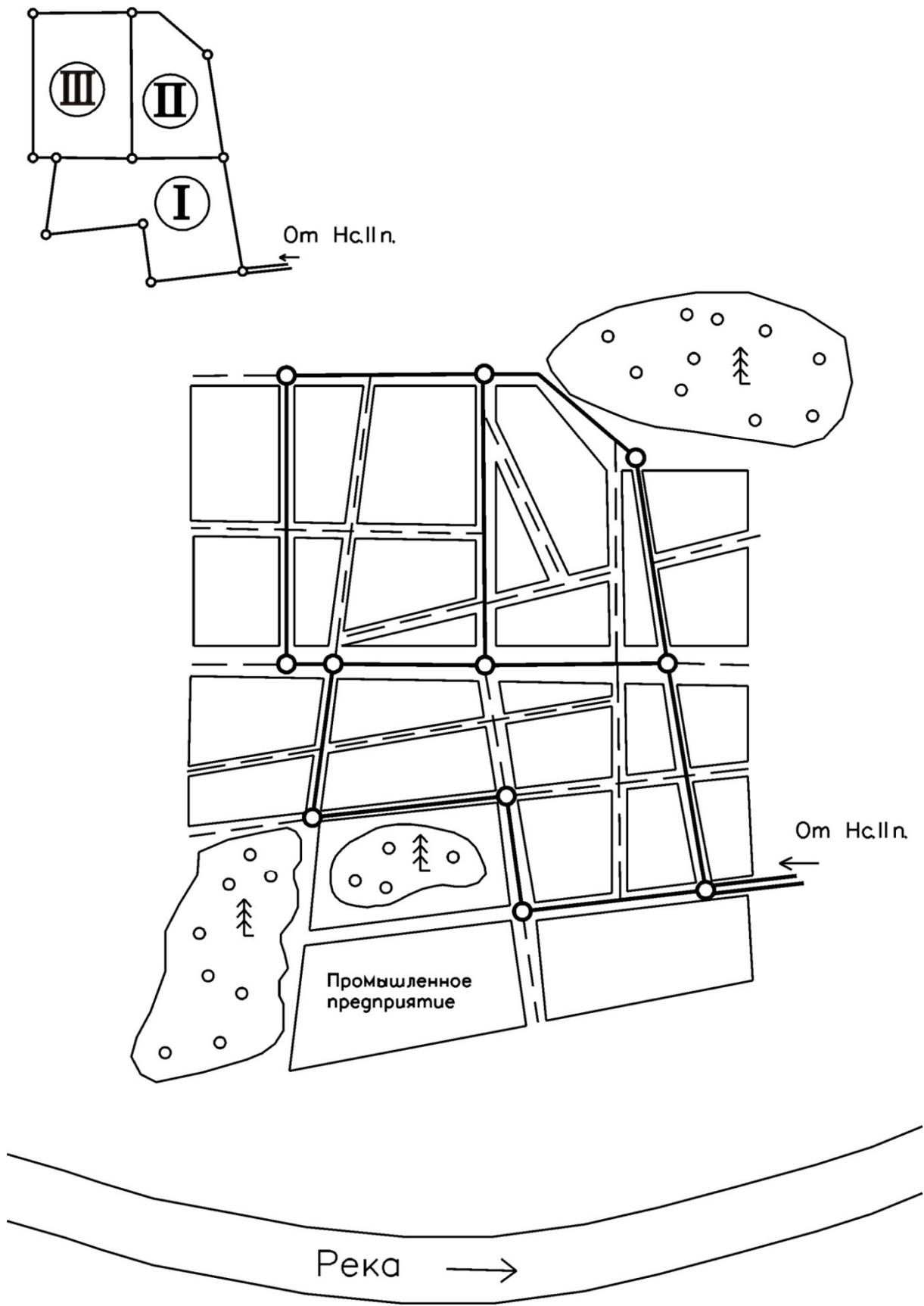


Рис. 17в. Генплан №2 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 2)

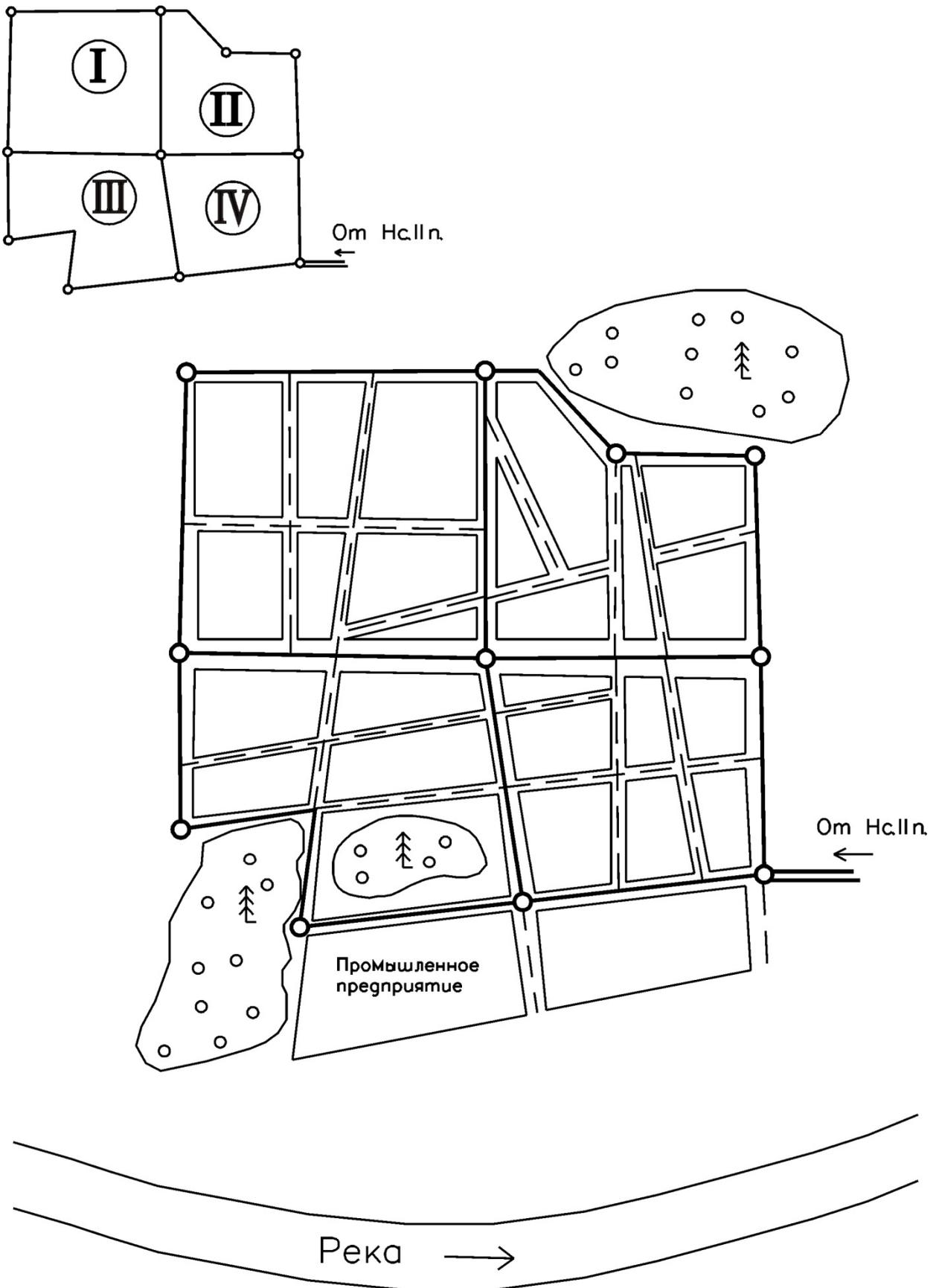


Рис. 17г. Генплан №2 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 3)

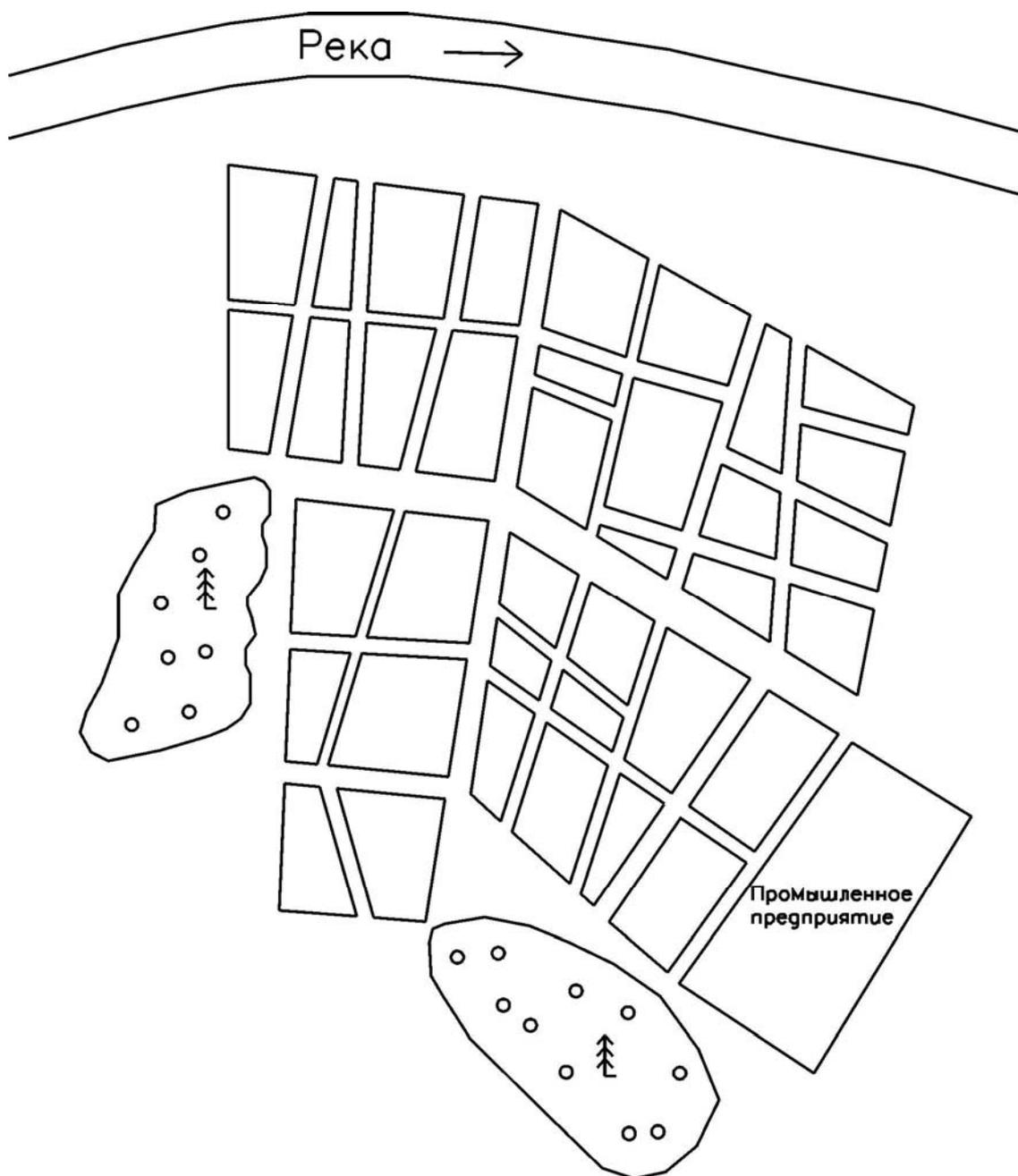


Рис. 18а. Исходный Генплан №3

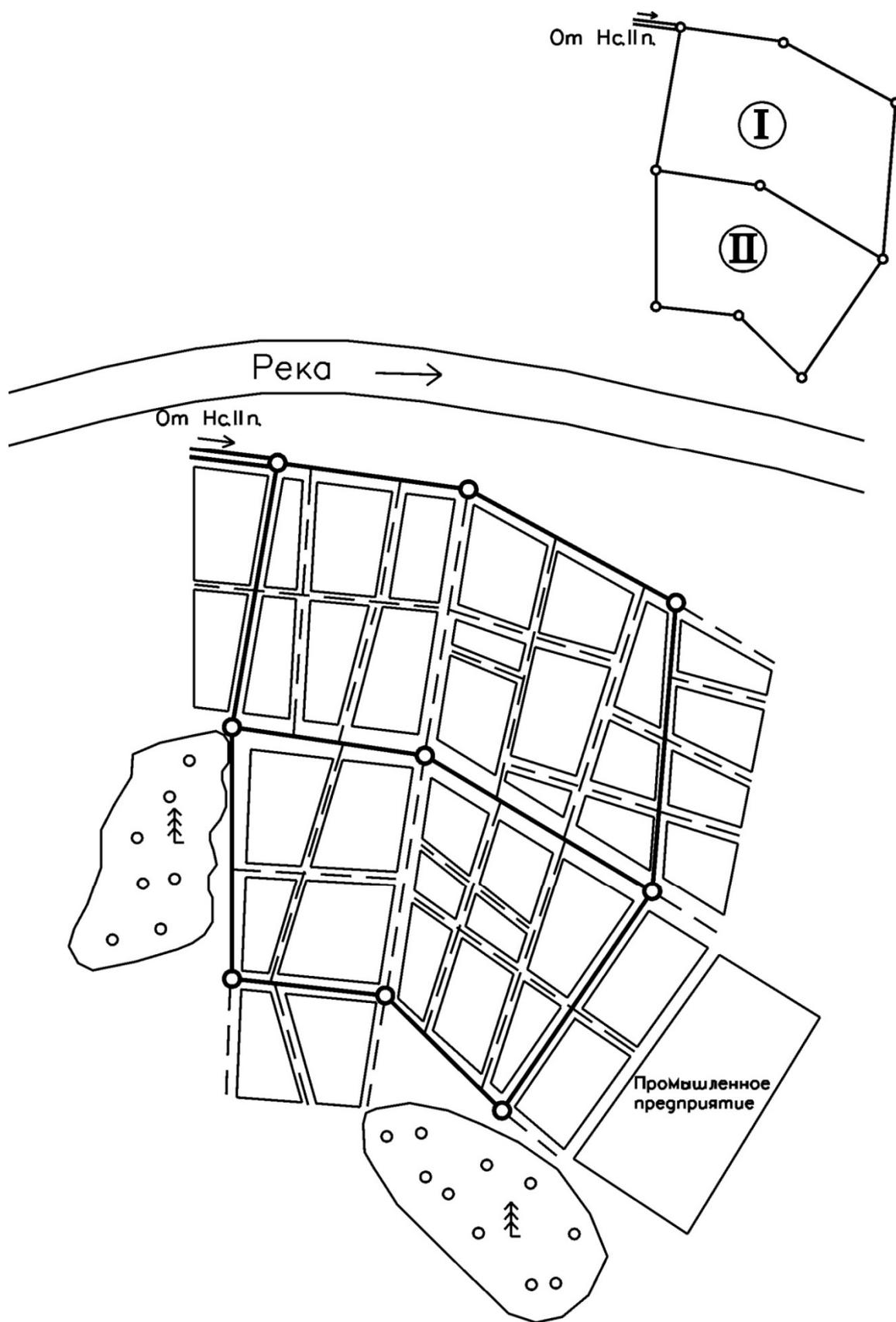


Рис. 186. Генплан №3 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 1)

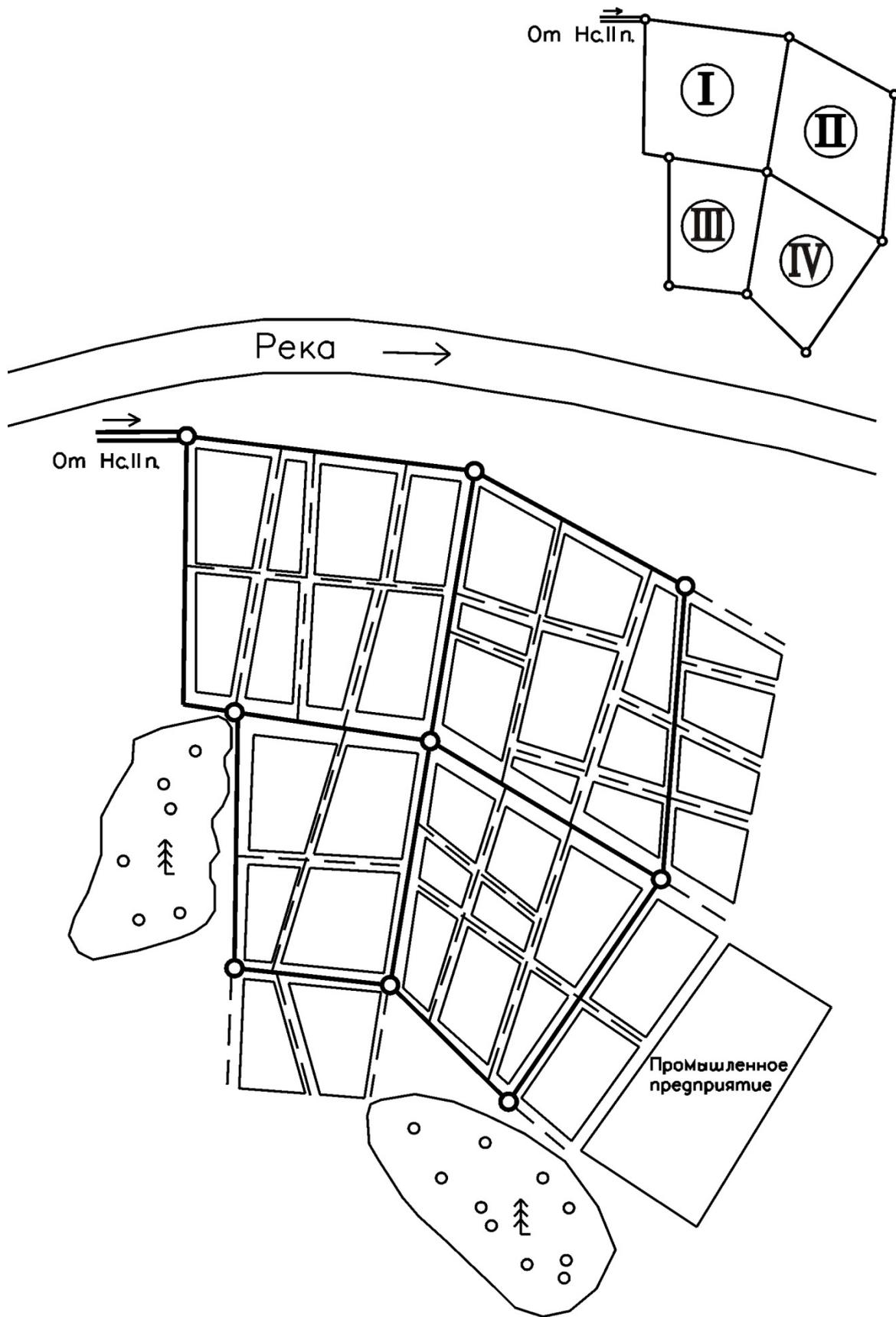


Рис. 18в Генплан №3 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 2)

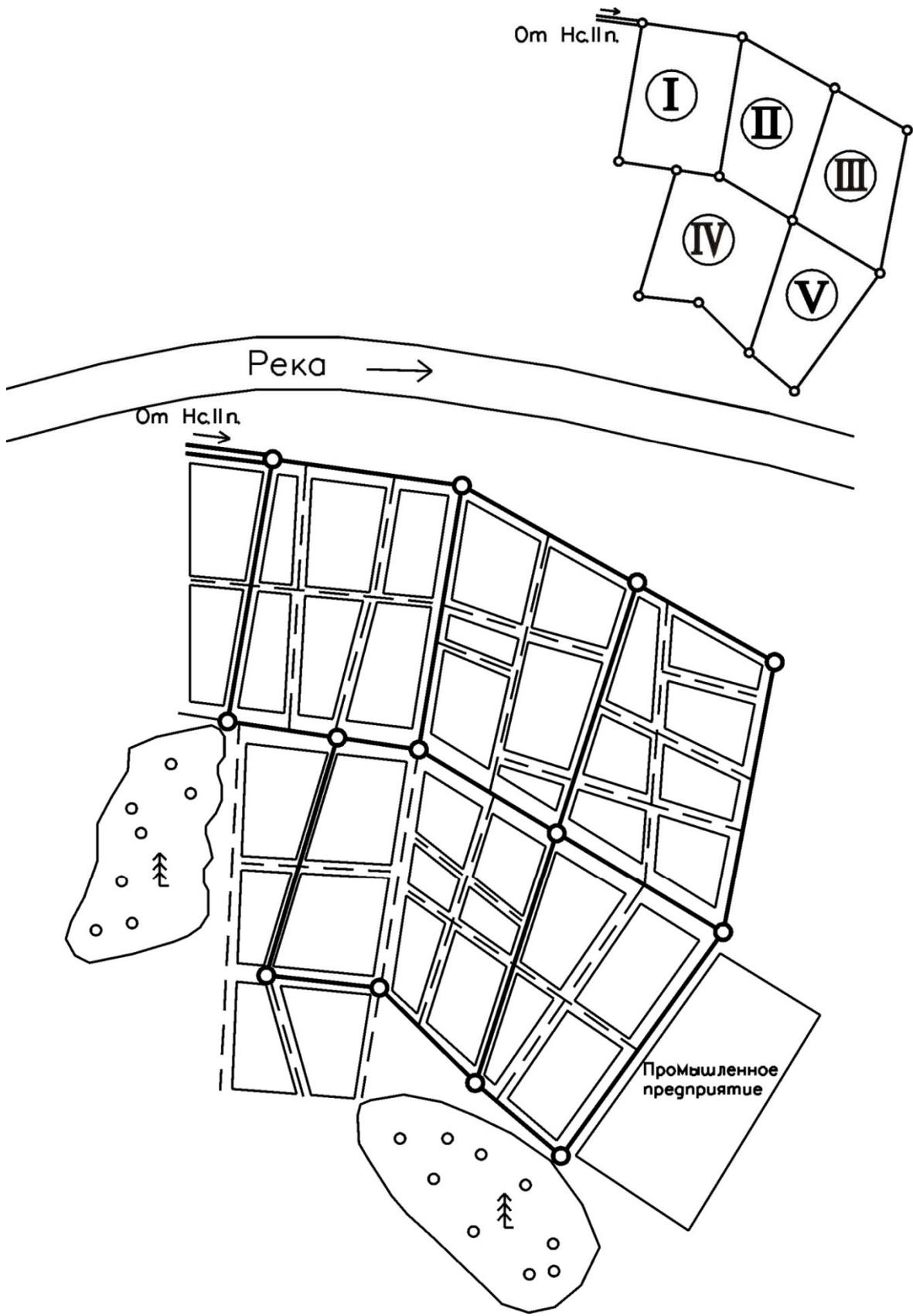


Рис. 18г. Генплан №3 со схемой трассировки водопроводной сети (вариант 3)

Лекция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ВЫБОРЕ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Водопроводная сеть всегда работает в напорном режиме, который обеспечивает насосная станция II подъема. Насосная станция II подъема относится к сетевым сооружениям и подача воды в сеть насосами всегда проектируется с разрывом струи, независимо от режима работы насосной станции. Поэтому в схемах водоснабжения всегда присутствуют резервуары чистой воды.

Оптимизация параметров водопроводной сети при выборе насосного оборудования сводится к подбору оптимального количества рабочих насосов.

Так как насосная станция I подъема (Н.ст. I п.) всегда работает в равномерном режиме, то на Н.ст. I п. очень часто устанавливают только один рабочий насос. При обосновании с учетом расчетных параметров (подача и напор) выбирают максимум два рабочих насоса.

Намного сложнее выбирать необходимое количество рабочих насосов на Н.ст. II п. Первоначально устанавливается наличие водонапорной башни (ВБ) на сети и место ее расположения или отсутствие ВБ на сети (см. лекцию 1).

Как было рассмотрено ранее, ВБ находится на наиболее высокой отметке населенного пункта, следовательно, рассматриваются варианты размещения ВБ в начале, в конце сети или промежуточное расположение.

При расположении ВБ в начале сети магистральная водопроводная сеть всегда имеет одностороннее питание; следовательно, в первоначальный узел сети по водоводам уже поступает весь необходимый расход для потребителей. Поэтому в час максимального водопотребления дополнительно к работе насосов подключается и ВБ. Как правило, одновременно работают несколько насосов, и их необходимое количество обосновывается построением совместных характеристик насосов и водоводов.

Наиболее сложным является вопрос выбора необходимого количества насосов при расположении ВБ в конце сети. В этом случае предусматривается двухстороннее питание сети в час максимального водопотребления. Необходимый расход, подаваемый насосами Н.ст. II п., а также их количество определяются графически, путем построения совместных интегральных графиков работы Н.ст. II п. и водопотребления (водопроводной сети). Как правило, на Н.ст. II п. предусматривается параллельная работа насосов. Н.ст. II п. может работать как в равно-

мерном, так и в неравномерном режиме. Режим работы Н.ст. II п. назначается по интегральному графику, а затем переносится на ступенчатый график для выбора расчетного часа транзита в ВБ.

Рассмотрим равномерный режим работы Н.ст. II п. (рис. 19). В этом случае режимы работы Н.ст. I п. и Н.ст. II п. совпадают, т.е. теоретически регулирующая емкость РЧВ равна нулю, но необходимая регулирующая емкость ВБ возрастает, что экономически обосновано для малых объектов.

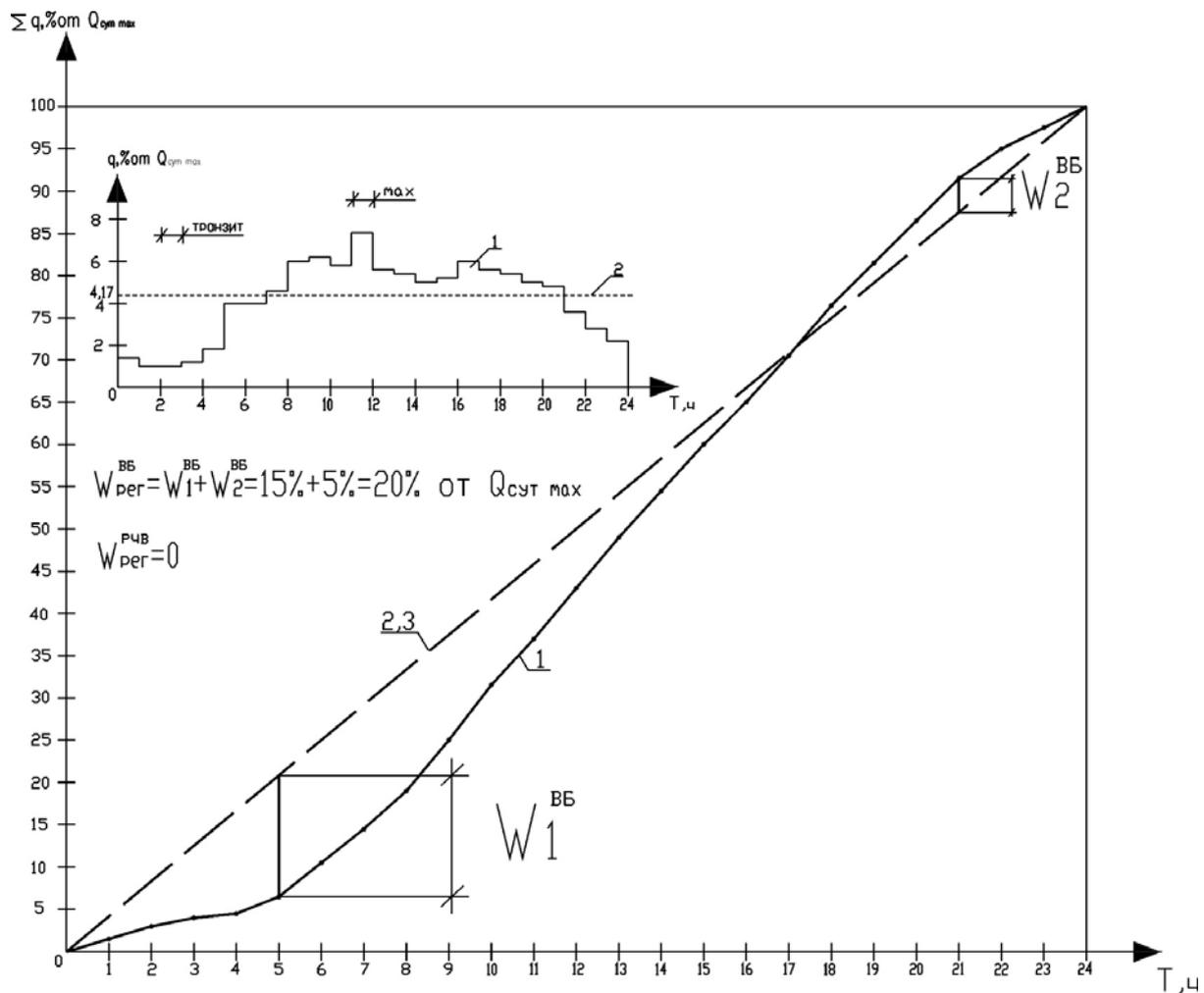


Рис. 19 Равномерный режим работы Н.ст. II п.:
 1 – график водопотребления; 2 – график работы Н.ст. II п;
 3 – график работы Н.ст. I п

Неравномерный режим работы Н.ст. II п. представлен на рис. 20, 21. Однако при одной производительности системы водоснабжения максимальная подача насосов одинакова, а производительность одного насоса и количество рабочих агрегатов различны. На рис. 20 представлены два запроектированных рабочих насоса, а на рис. 21 – три. Величина необходимой регулирующей емкости ВБ при двух рабочих

насосах больше, чем при трех, что не всегда позволяет использовать типовые решения ВБ (разрабатываются индивидуально). Кроме того, в час транзита ступенчатые графики различны (см. рис. 20, 21). Час транзита выбирается по ступенчатому графику, и это час, когда насосы подают избыток воды через всю сеть в ВБ (при двух насосах – час минимального водопотребления, а при трех насосах – с 6 до 7 часов). Более рационален для водопроводной сети вариант с тремя рабочими насосами: величина $W_{\text{пер}}^{\text{ВБ}}$ меньше, а также в час транзита отбор воды из сети потребителями составляет примерно около 70 % расхода, подаваемого в сеть насосами.

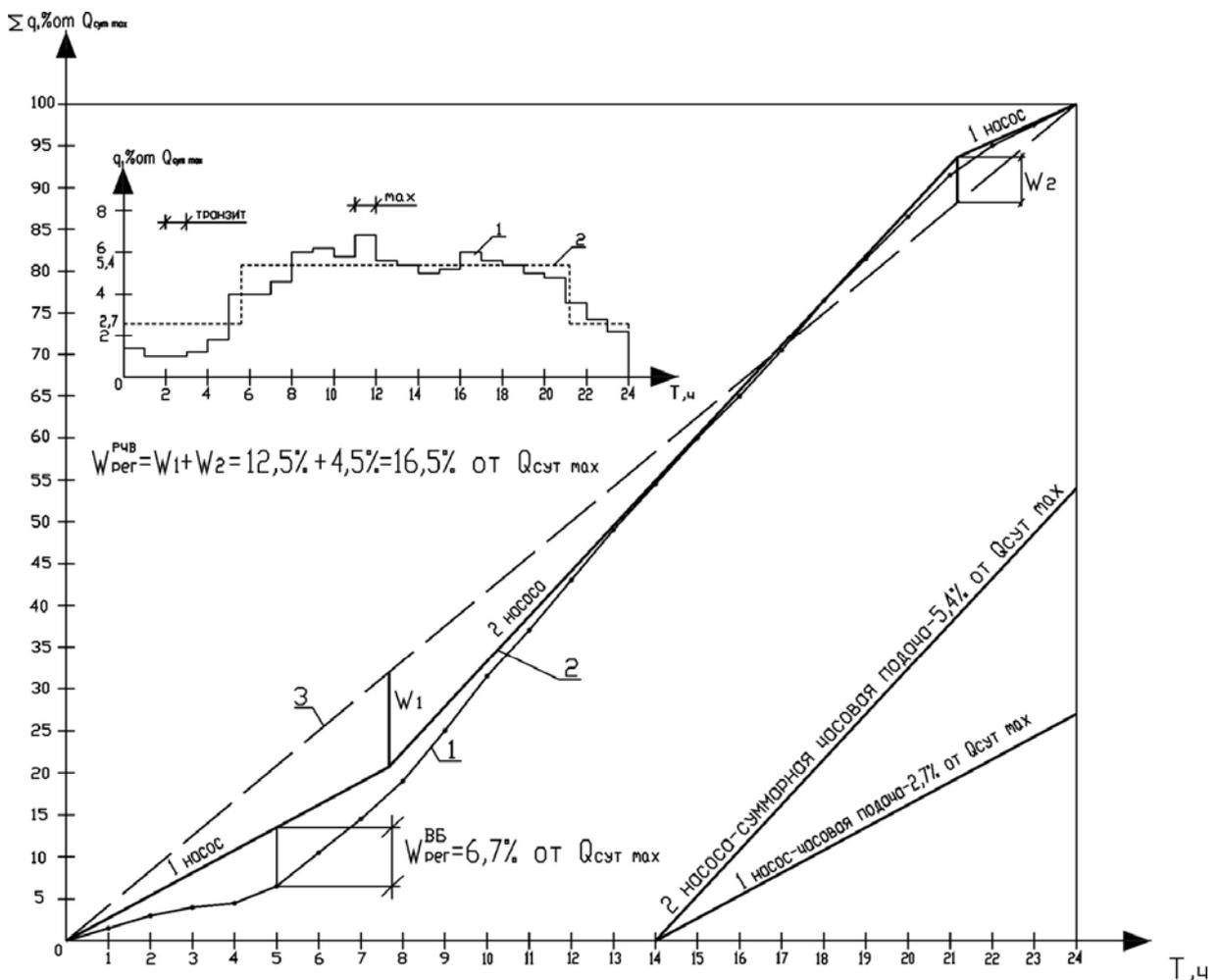


Рис. 20. Неравномерный режим работы Н.ст. II п.:
 1 – график водопотребления; 2 – график работы Н.ст. II п;
 3 – график работы Н.ст. I п

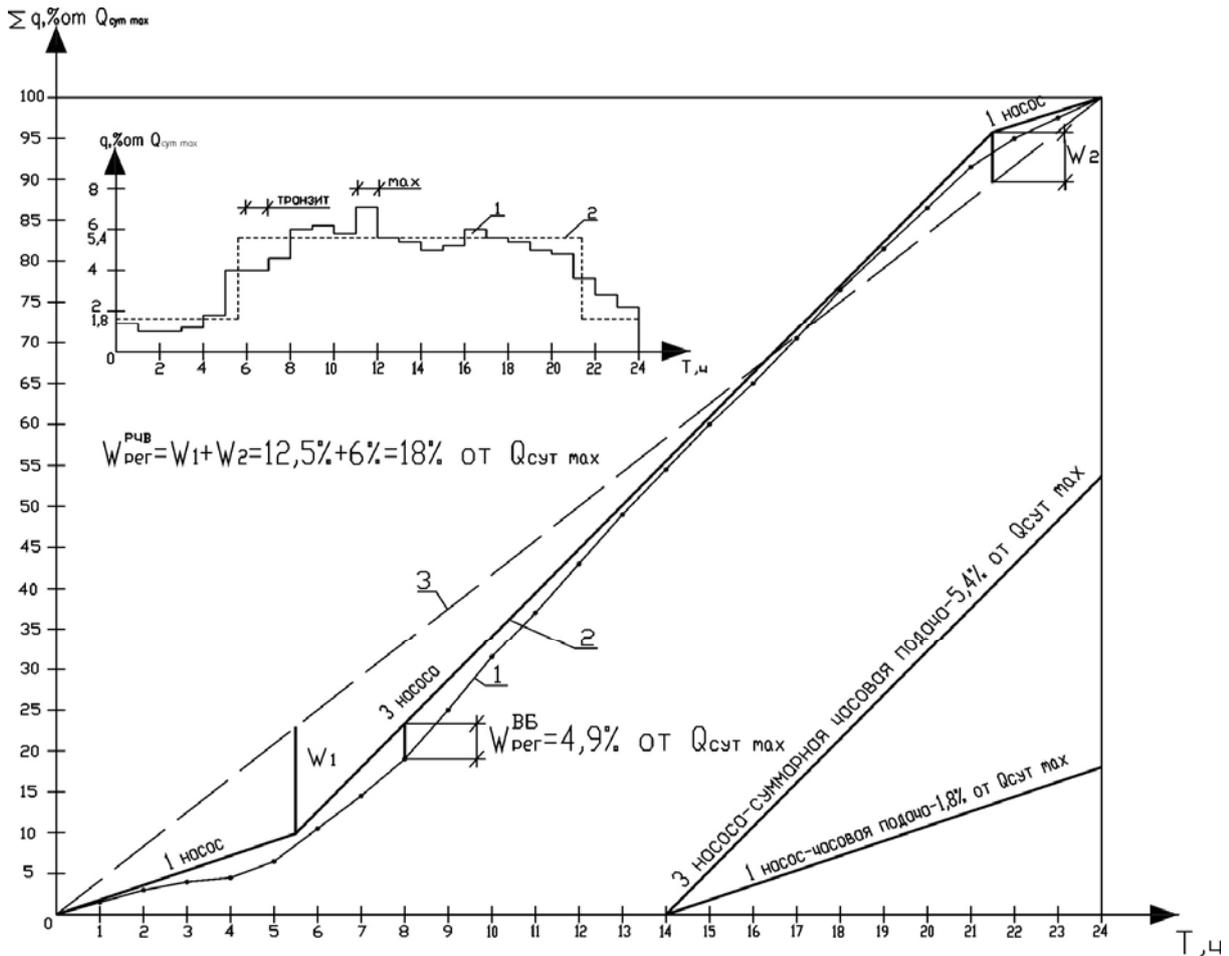


Рис. 21. Неравномерный режим работы Н.ст. II п.:
 1 – график водопотребления; 2 – график работы Н.ст. II п.;
 3 – график работы Н.ст. I п

Теперь рассмотрим выбор количества насосных агрегатов для безбашенных систем. Если для сетей с контррезервуаром экономически обоснованы варианты с двумя-тремя насосами, то для безбашенных сетей может оказаться целесообразным установка четырех-шести насосов (иногда разной производительности).

Для удобства эксплуатации Н.ст. II п. желательна установка однотипных насосов, работающих параллельно. При параллельной работе однотипных насосов необходимо вначале проанализировать ступенчатый график водопотребления, дающий величину часового расхода в течение суток. Затем выбираем минимально почасовой и максимально почасовой расходы и принимаем возможное количество рабочих агрегатов (обычно три и более) с учетом напора.

Необходимый напор насосов, м, определяют по формуле

$$H_{\text{н}} = \Pi_1 + h_{\text{вод}} - Z_{\text{р.}} + h_{\text{н.ст.}}$$

где Π_1 – пьезометрический напор в первом узле магистральной водопроводной сети (узел подключения водоводов к магистральной сети), м;

- $h_{\text{вод}}$ – потери напора в водоводе, м;
- Z_p – отметка расчетного уровня в резервуаре чистой воды, м;
- $h_{\text{н.ст}}$ – потери напора в коммуникациях Н.ст. II п. (принимаются условно равными 2 м, при пожаре – 3 м).

По расчетному расходу и напору подбираем марку насоса с наиболее подходящей характеристикой (прил. 1). Затем, выбрав марку насоса, строим суммарную характеристику Q - H насосов. Так как все насосы однотипны, то чтобы построить суммарную характеристику насосов, необходимо для двух насосов удвоить абсциссу кривой Q - H , для трех насосов – утроить и т.д. при одинаковых ординатах (напорах). Далее строим характеристику системы трубопровода Q - $H_{\text{тр}}$. Рассматриваем только водовод. Построение характеристики водовода производим по уравнению:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{г}} + S_{\text{в}} Q^2,$$

где $H_{\text{г}}$ – геометрическая высота подъема воды от РЧВ до первоначального узла магистральной сети, м,

$$H_{\text{г}} = \Pi_1 - Z_p,$$

$S_{\text{в}}$ – приведенное сопротивление водовода, $\text{с}^2/\text{м}^5$.

$$S_{\text{в}} = \frac{h_{\text{вод}} + h_{\text{н.ст}}}{Q^2 \cdot m^2};$$

здесь Q – расчетный расход водовода, $\text{м}^3/\text{с}$;

m – количество водоводов;

$h_{\text{вод}}$ – потери напора в водоводе, м;

$h_{\text{н.ст}}$ – потери напора в коммуникациях насосной станции, м.

Рассмотрим пример построения совместных характеристик насосов и водоводов, используя данные, приведенные на рис. 20, 21 и в прил. 1.

Известно:

- подача насосов в час максимального водопотребления $Q_{\text{ч.мах}} = 534 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Необходимый напор в час максимального водопотребления $H_{\text{мах}} = 54 \text{ м}$, в час транзита в ВБ – $H_{\text{тр}} = 66 \text{ м}$;
- отметка расчетного уровня в РЧВ $Z_p = 92,40 \text{ м}$;
- пьезометрический напор в узле подключения водоводов к магистральной сети $\Pi_1 = 138,80 \text{ м}$;
- потери напора в водоводе $h_{\text{вод}} = 4,75 \text{ м}$, количество водоводов – два, расход по одному водоводу $Q_{\text{л}} = \frac{534}{2} = 267 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 0,074 \text{ м}^3/\text{с}$.

Расчет производим для часа максимального водопотребления. На рис. 22 представлены характеристики двух рабочих насосов марки 1Д 315-71, а на рис. 23 – трех рабочих насосов марки 1Д 200-90 м. Построение характеристик трубопровода выполняем в следующей последовательности:

$$H_r = \Pi_1 - Z_p = 138,8 - 92,40 = 46,40 \text{ м.}$$

Приведенное сопротивление водовода:

$$S_B = \frac{h_{\text{вод}} + h_{\text{н.ст}}}{q_l^2 \cdot m^2} = \frac{4,75 + 2}{(0,074)^2 \cdot 2^2} = 3,068 \text{ с}^2/\text{м}^5.$$

Затем определяем координаты кривой $Q-H_{\text{тр}}$ при изменении расхода воды от 0 до максимального значения с интервалом 50 м³/ч (0,014 м³/с).

Результаты расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Координаты точек характеристики системы трубопроводов $Q-H_{\text{тр}}$

№ точек	Q , м ³ /ч	Q , м ³ /с	Q^2 , (м ³ /с) ²	H_r , м	SQ^2 , м	$H_{\text{тр}} = H_r + S_B \cdot Q^2$, м
1	50	0,014	0,0002	46,4	0,06	46,46
2	100	0,028	0,0008	46,4	0,24	46,64
3	150	0,042	0,0018	46,4	0,54	46,94
4	200	0,056	0,003	46,4	0,96	47,36
5	250	0,07	0,0049	46,4	1,5	47,9
6	300	0,083	0,0069	46,4	2,11	48,51
7	350	0,097	0,0094	46,4	2,89	49,29
8	400	0,111	0,0123	46,4	3,78	50,18
9	450	0,125	0,0156	46,4	4,97	51,19
10	500	0,14	0,0196	46,4	6,01	52,41
11	550	0,153	0,0234	46,4	7,18	53,58
12	600	0,167	0,0279	46,4	8,56	54,96
13	650	0,18	0,0324	46,4	9,94	56,34
14	700	0,194	0,0376	46,4	11,55	57,95
15	750	0,21	0,0441	46,4	13,53	59,92

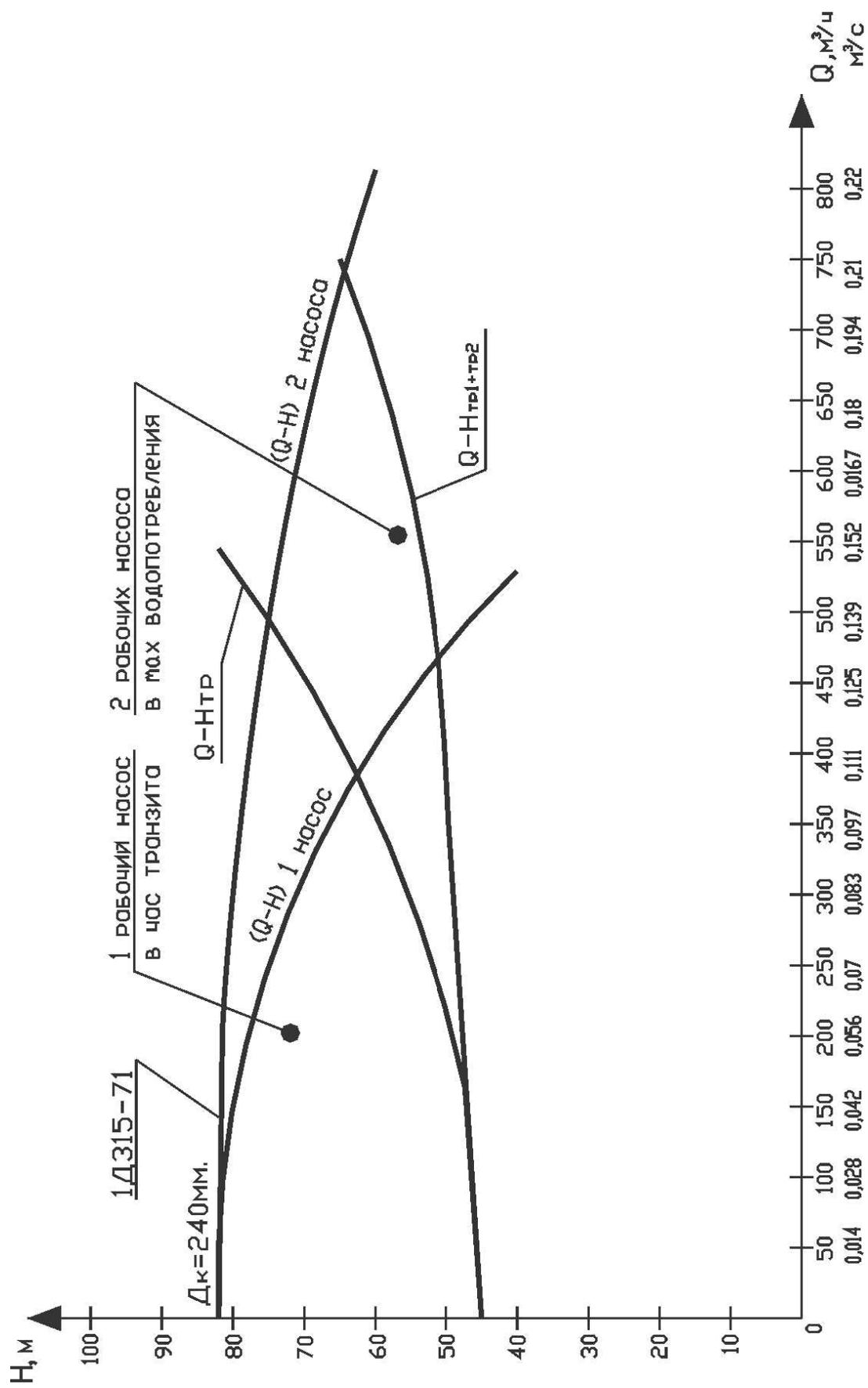


Рис. 22. Параллельная работа двух рабочих насосов марки 1Д315-71

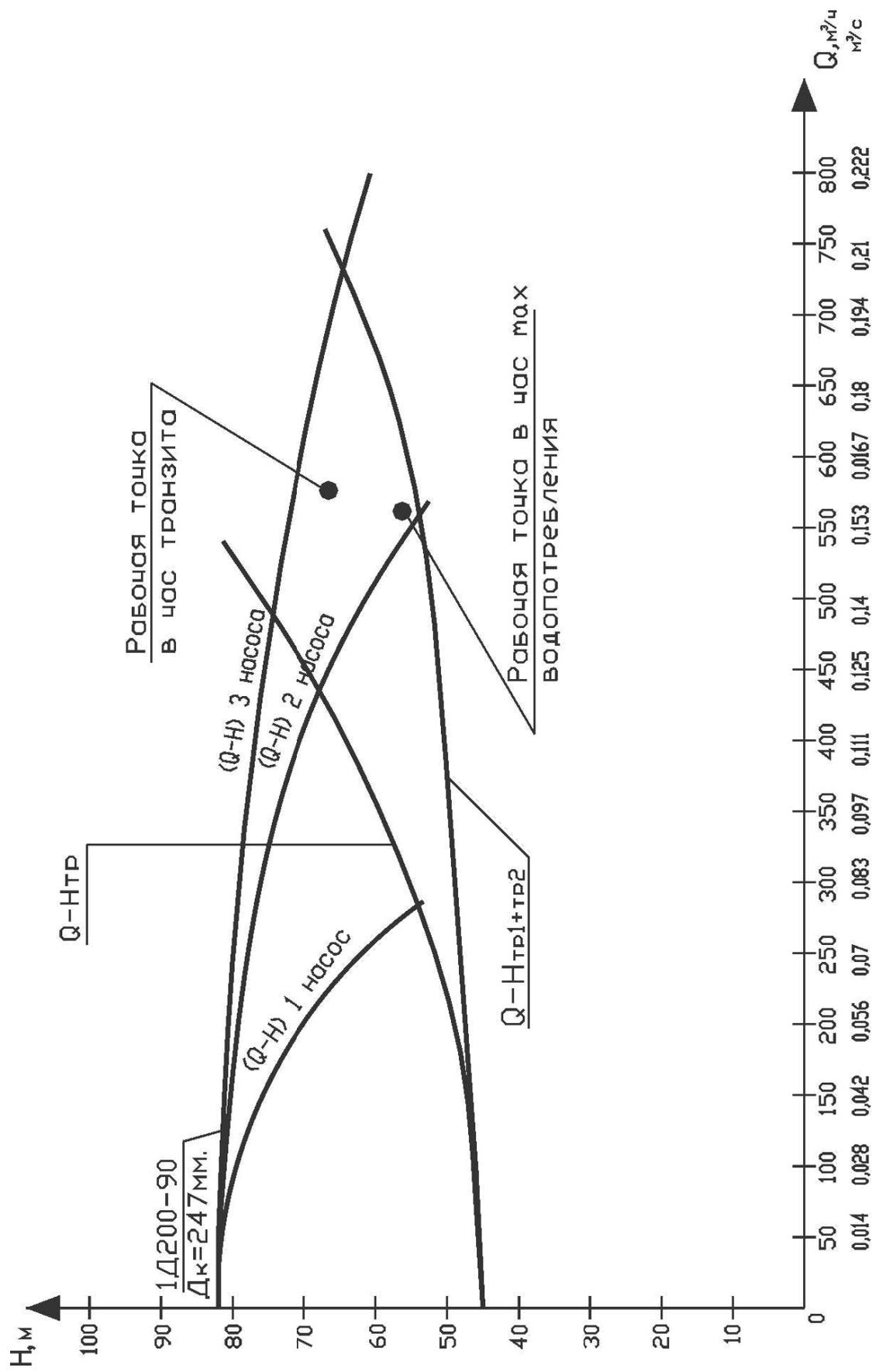


Рис. 23. Параллельная работа трех рабочих насосов марки 1Д 200-90

Лекция 4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ЕЁ ДЕТАЛИРОВКЕ

Оптимизация параметров водопроводной сети при её детализации сводится к назначению наиболее рациональных размеров водопроводных камер и колодцев, которые определяются с учетом необходимых фасонных частей и арматуры, располагаемых в данных камерах или колодцах.

Как известно, по ранее изученной дисциплине «Водопроводные сети» детализация сети является завершающим этапом проектирования водопроводной сети и разрабатывается в виде рабочих чертежей, по которым и осуществляется оценка стоимости и строительства водопроводных сетей.

Детализация производится с учетом трассировки магистральной сети, при которой определяются: 1) количество колец; 2) узловые колодцы; разбивающие магистрали на ремонтные участки; а также 3) диаметров магистральных линий, определенных при гидравлическом расчете.

Рассмотрим последовательность детализации.

1. Конфигурация магистральной сети наносится на генплан объекта с учетом узловых колодцев (см. рис.24 – расчетная схема).

2. Затем производится расстановка колодцев на магистральной сети в которых подключаются только распределительные линии (на рис. 24 показаны пунктиром – ПГ-3, 7, 11, ПГ-13 и т.д.).

3. Если водопроводная сеть несет функцию противопожарного водопровода, то необходимо дополнительно между ранее намеченными колодцами установить пожарные гидранты, учитывая максимально допустимое расстояние между ними: не более 150 м (см. рис. 24, колодцы ПГ-2, ПГ-4 и т.д.). Пожарные гидранты могут находиться и в ранее намеченных колодцах.

4. Производится последовательная нумерация колодцев. При этом, если водопроводный колодец с пожарным гидрантом, ему присваивается обозначение ПГ и номер (см. рис. 24, колодцы ПГ-2, ПГ-3 и т.д.), без пожарного гидранта – только номер (см. рис. 24, колодцы 7, 11 и т.д.).

5. При расстановке задвижек на магистральной сети необходимо учитывать условие отключения на ремонт не более пяти пожарных гидрантов.

6. Диаметры распределительных линий назначаются конструктивно: соотношение диаметров магистрали и распределительной линии принимается равным двум, при этом минимальный диаметр водопроводов, выполняющих противопожарные функции, должен быть не менее 100 мм.

7. Строятся продольные профили водопроводной сети по ГОСТ 21.604–82 «Водоснабжение и канализация. Наружные сети».

Рассмотрим пример построения продольного профиля только для одного участка магистрали 15 – ПГ-17 – ПГ-18 – ПГ-19 (рис. 25).

Построение продольного профиля начинают с занесения расчетных параметров в таблицу основных данных для прокладки трубопроводов.

7.1. Производится расстановка номеров колодцев в соответствии с генпланом (см. рис. 24) и расстояний между ними (см. рис. 25). При этом суммарные расстояния между колодцами должны соответствовать фактической длине магистрали по расчетной схеме.

7.2. Определяется уклон прокладки магистрали с учетом отметок земли в узловых колодцах:

$$i_{\text{ТР}} = \frac{Z_{\text{П.З}}^{\text{ВН}} - Z_{\text{П.З}}^{\text{БК}}}{l_{\Phi}}$$

где $Z_{\text{П.З}}^{\text{ВН}}$ – проектная отметка земли в начале участка, м;

$Z_{\text{П.З}}^{\text{БК}}$ – проектная отметка земли в конце участка, м;

l_{Φ} – фактическая длина магистрали, м.

$$i_{\text{ТР}} = \frac{94,00 - 90,00}{500} = 0,008 = 8\text{‰}.$$

7.3. Направление уклона трубы изображается в виде диагонали в сторону спуска воды при аварии (см. рис. 25, колодец ПГ-19).

7.4. Если уклон прокладки трубы более 5 ‰, то в повышенном узле (см. рис. 25, колодец 15) устанавливается вантуз.

7.5. В соответствии с генпланом (см. рис. 24) указываются натурные отметки поверхности земли.

7.6. Принимается условная отметка горизонта (см. рис. 25 – 85,00), и производится графическое построение профиля в масштабе (горизонтальном и вертикальном). Водопроводные трубы разного диаметра в колодцах соединяются по осям. На профиле все водопроводные трубы пересекают колодцы. Глубина колодца до низа трубы: $h_{\text{г.п.г.}} + 0,5$ м, где $h_{\text{г.п.г.}}$ – глубина промерзания грунта, м.

7.7. Затем соединяются узловы колодцы с учетом принятого уклона прокладки трубы и его диаметра.

7.8. Проектная отметка земли на профиле показывается сплошной линией. Если натурная отметка земли не совпадает с проектной, то её изображают пунктиром. При этом в некоторых колодцах натурная отметка земли может быть выше (см. рис. 25) или ниже проектной.

-В0-

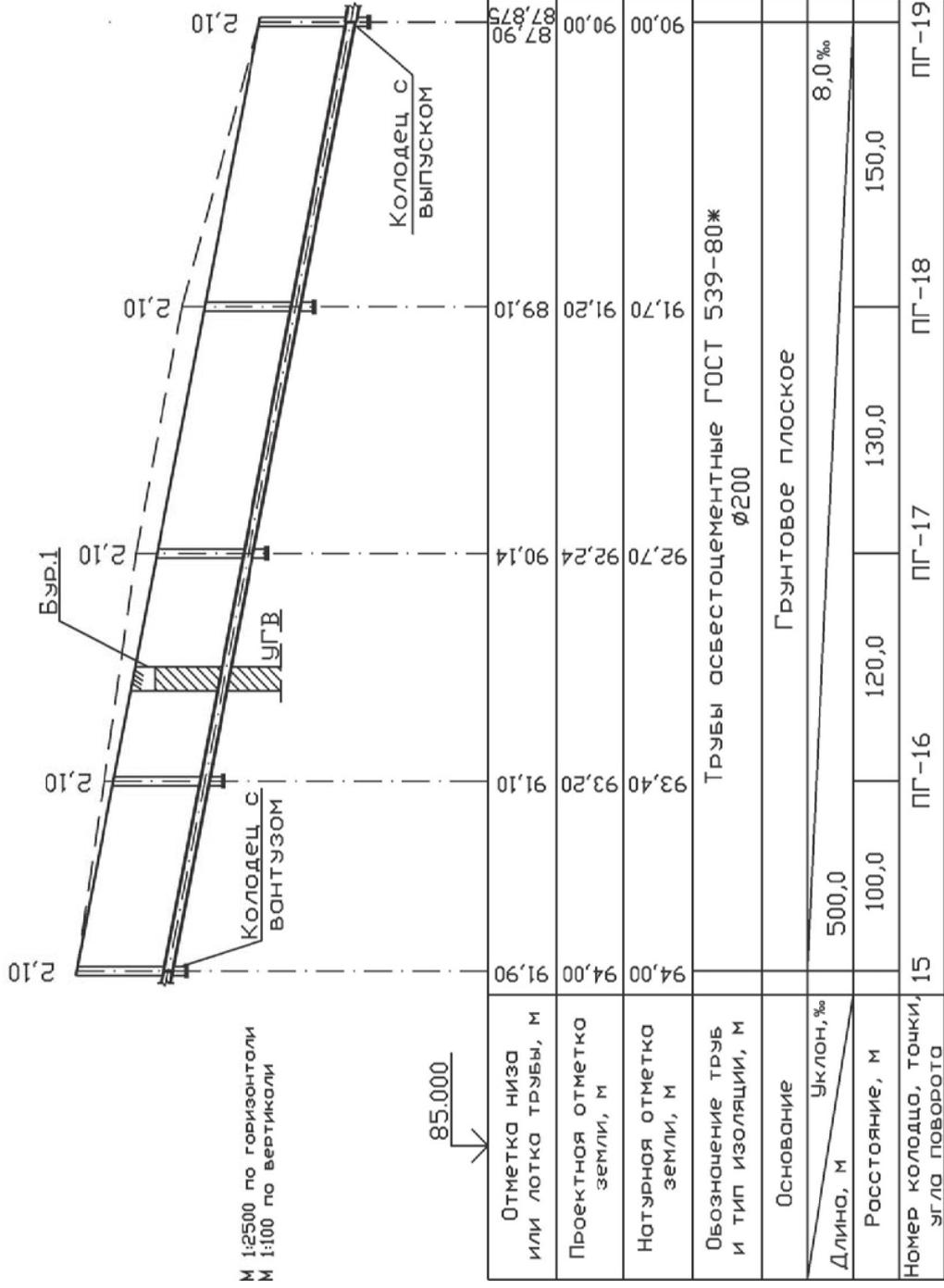


Рис. 25. Продольный профиль водопроводной сети

7.9. В низу колодца под трубой указывается днище.

7.10. Приводится колонка грунта (см. рис. 25, Бур 1) с обозначением уровня грунтовых вод (УГВ).

7.11. Минимальный уклон прокладки трубы принимается равным 1‰, допускается до 0,5‰.

8. Производится детализировка водопроводной сети с учетом генплана (см. рис. 24) и продольного профиля (см. рис. 25).

8.1. Детализировка изображается схематично (без масштаба). Вначале изображается конфигурация водопроводной сети, и в узловых колодцах производится расстановка фасонных частей и задвижек на магистрали (см. рис. 26, колодец 15), а также на распределительных линиях (см. рис. 26, колодец ПГ-19). Затем в соответствии с продольным профилем и генпланом (см. рис. 24, 25) на магистралях устанавливаются выпуски после задвижек с учетом присоединяющихся в этих колодцах смежных магистралей (см. рис. 26, колодцы 15, ПГ-19), а также вантузы (см. рис. 26, колодец 15). Если в колодце устанавливается не более трех задвижек, то выпуск может предусматриваться в самом колодце (мокрый колодец). Глубина мокрого колодца на 50-60 см больше основного. После этого производится расстановка фасонных частей и необходимой арматуры для отключения распределительных линий от магистрали (см. рис. 26, колодец ПГ-17), а также пожарных подставок в колодцах, где устанавливаются только пожарные гидранты (см. рис. 26, колодцы ПГ-16, ПГ-18).

8.2. В соответствии с размерами выпускаемых фасонных частей и арматуры (см. прил. 2) определяются необходимые предварительные размеры колодцев. Конечной фасонной частью во всех колодцах являются патрубки (фланец – гладкий конец и фланец – раструб). Для первоначального определения размеров колодцев необходимо учитывать рекомендации [1, п. 8.63] по минимальным расстояниям до внутренних поверхностей колодцев:

➤ от стенок труб при диаметре до 400 мм – 0,3 м, от 500 до 600 мм – 0,5 м, более 600 мм – 0,7 м;

➤ от плоскости фланца при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м, более 400 мм – 0,5 м;

➤ от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м, более 300 мм – 0,5 м;

➤ от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм – 0,25 м, от 500 до 600 мм – 0,3 м, более 600 мм – 0,35 м.

8.3. Определяются окончательные размеры колодцев. Круглые колодцы выпускаются диаметром 1000, 1500 и 2000 мм из железобетона по ГОСТ 8020–90 «Конструкции бетонные и железобетонные для канализационных, водопроводных и газопроводных сетей». Если предварительный размер колодца оказался меньше стандартного, то увели-

чивают расстояние до внутренних стенок колодца путем использования длинных патрубков фланец – гладкий конец 1200 мм (см. рис. 26, колодец 15, ПГ-17, ПГ-19) или за счет протяженности трубы в колодце до фасонной части, имеющей раструбное соединение (см. рис. 26, колодец ПГ-16, ПГ-17, ПГ-18). Если же на монтажной схеме общий размер колодца оказался больше стандартного, то для уменьшения его размера можно заменить патрубок фланец – раструб на патрубок фланец – гладкий конец. Тогда размер патрубка не входит в размер колодца, а расстояние до внутренней поверхности колодца учитывается только от фланца.

Кроме того, для уменьшения размеров колодца можно вынести за его пределы фасонные части: переходы, отводы, колена. В этом случае за пределами колодца фланцевые соединения не используются.

Если размер колодца оказывается больше 2000 мм, то проектируют квадратный или прямоугольный колодец (камеру), в основном из кирпича или бетона. Камеры из бетона проектируют по ТП 901-09-11.84. Размеры прямоугольных колодцев в плане принимаются от 2000×2500 до 4000×4500 мм.

В кирпичных камерах размер сторон должен быть кратен кирпичу – 250 мм (размер кирпича 250×125×65). Для этого делается привязка фасонных частей до внутренних стен колодца. При детализовке на монтажной схеме показывается форма колодца и указываются его размеры.

Для круглых колодцев можно показывать только основной размер и диаметр колодца. Для прямоугольных колодцев дается привязка по осям труб и указывается основной размер колодца. Кроме того, на монтажной схеме условно изображаются упоры.

Упоры устраиваются в отдельных точках напорной сети для восприятия растягивающих усилий: при изменении направления напорных трубопроводов в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также на концевых участках. Они могут располагаться как в колодцах (см. рис. 26, камеры 15, ПГ-19), так и вне колодцев. В основном упоры выполняют из бетона по серии 4.901-7 «Упоры на наружных напорных трубопроводах водопровода и канализации».

На рис. 26 приведена детализовка водопроводной сети в соответствии с генпланом и продольным профилем (см. рис. 24 и 25). Узловые колодцы (15 и ПГ-19) запроектированы в виде камер, так как их размер превышает 2000 мм.

Рассмотрим три варианта расстановки фасонных частей и арматуры для наиболее сложного колодца ПГ-19 (рис. 27). Так как в колодце ПГ-19 соединяются две магистрали и одна распределительная линия (см. рис. 24), то для отключения линий необходимо установить три задвижки, что позволит отключать трубы и осуществлять спуск воды на магистралях в случае аварии (см. рис. 27).

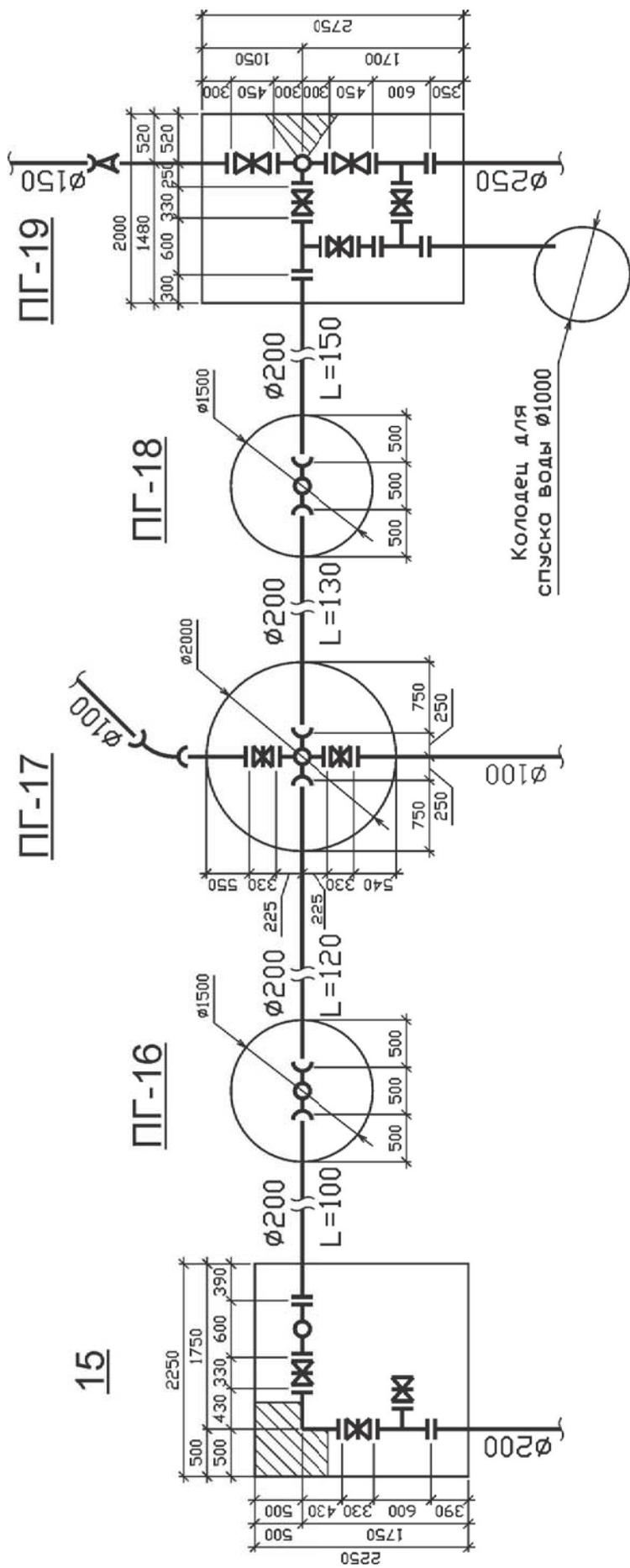


Рис. 26. Детализовка водопроводной сети для участка магистрали 15 – ПГ-19

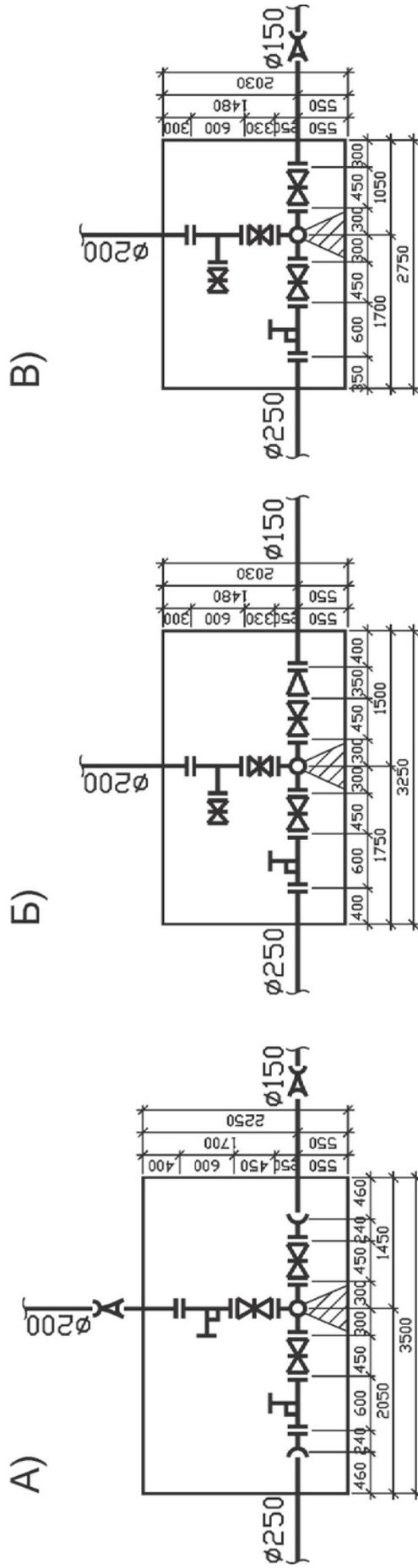


Рис. 27. Варианты деталировки камеры ПГ-19

Наиболее оптимальным из трех вариантов является схема В (см. рис. 27), имеющая меньший размер колодца 2000x2750 мм. Но более рациональным колодцем по фасонным частям и арматуре является ПГ-19, рассмотренный на монтажной схеме (см. рис. 26). В этом случае оба выпуска по магистралям спускают воды в отдельно стоящий колодец диаметром 1000 мм.

9. На основании детализировки составляется спецификация на трубы, фасонные части, арматуру, колодцы и упоры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких сооружений состоит система водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий?
2. Чем централизованные системы водоснабжения отличаются от децентрализованных?
3. Какие сооружения системы водоснабжения относятся к головным, а какие – к сетевым?
4. Что такое режим водопотребления?
5. Назначение резервуаров чистой воды и водонапорной башни в схемах водоснабжения
6. Для чего необходимо учитывать взаимосвязь всех сооружений системы водоснабжения по расходам?
7. Для каких целей строятся: а) ступенчатый график водопотребления; б) интегральный график водопотребления?
8. Как определить величину регулирующей емкости резервуаров чистой воды и водонапорной башни, используя ступенчатый и интегральный графики?
9. В каком случае проектируются безбашенные системы водоснабжения?
10. Для каких целей учитывается взаимосвязь всех сооружений системы водоснабжения по напорам?
11. Укажите цель гидравлического расчета водопроводной сети.
12. Чем отличается расчетная длина участка водопроводной сети от фактической?
13. Как определить узловые отборы воды на участках магистральной водопроводной сети?
14. В каких узлах водопроводной сети намечаются расчетные точки пожаров?
15. Как осуществить выбор экономически наиболее выгодных диаметров труб на участках водопроводной сети?
16. Сущность увязки кольцевых водопроводных сетей.
17. Как определить величину требуемого свободного напора в любой точке водопроводной сети?
18. Как рассчитать необходимую высоту ствола водопроводной башни?
19. Как определить величину фактического напора в любом узле водопроводной сети?
20. При каком расположении водонапорной башни необходимо рассматривать час транзита?
21. Что подразумевается под трассировкой водопроводной сети?

22. Какие по конфигурации бывают водопроводные сети?
23. В каких случаях допускается проектировать тупиковые сети?
24. Приведите правила трассировки водопроводных сетей.
25. Чем отличаются магистральные линии от распределительных?
26. В каких случаях допускается проектировать тупиковые сети?
27. Для каких целей водопроводные сети следует проектировать кольцевыми?
28. В каких случаях необходимо проектировать сопроводительные линии?
29. Перечислите основные схемы конфигурации магистральных сетей.
30. Сколько пожарных гидрантов на водопроводной сети допускается отключать при аварии?
31. Рекомендуемые расстояния перемычек на магистральной сети.
32. В каком режиме всегда работает насосная станция I подъема?
33. В каком режиме может работать насосная станция II подъема?
34. По каким параметрам подбирается насос?
35. Как графически определить подачу одного насоса?
36. Что такое геометрическая высота подъема воды насосами?
37. Как определить количество резервных насосных агрегатов?
38. Как графически определить час транзита в башню?
39. Что увеличивается при параллельной работе насосов: подача или напор?
40. Для каких целей строятся совместные характеристики насосов и водоводов?
41. Как построить характеристику водовода (трубопровода)?
42. Что такое приведенное сопротивление водовода?
43. Для каких целей необходимо знать расчетные уровни воды в резервуарах чистой воды?
44. Для каких целей при расчете водопроводной сети необходимо строить пьезометрические линии?
45. Что подразумевается под детализацией водопроводной сети?
46. Какие трубы применяют при устройстве водопроводов?
47. Какую арматуру применяют для водоводов и сетей. В каких местах размещают арматуру?
48. Максимально допустимое расстояние между пожарными гидрантами?
49. Последовательность построения продольного профиля водопроводной сети.
50. На какой глубине необходимо прокладывать водопроводные трубы?
51. Каков минимальный уклон прокладки водопровода?
52. В каких случаях на магистральной сети устанавливают вантузы?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 128 с.
2. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]. – М.: ФГУП ЦПП, 2006. – 60 с.
3. Сомов, М.А. Водоснабжение. Т. 1. Системы забора, подачи и распределения воды [Текст]: учебник для вузов / М.А. Сомов. М.Г. Журба. – М.: АСВ, 2008.
4. Сомов, М.А. Водопроводные системы и сооружения [Текст] / М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1988.
5. Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции [Текст] / В.Я. Карелин. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009.
6. Иванов, Е.Н. Противопожарное водоснабжение [Текст] / Е.Н. Иванов. – М.: Стройиздат, 1986.
7. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения [Текст]: справочник строителя / А.К. Перешивкин [и др.]; под ред. А.К. Перешивкина. – М.: ОАО «ЦПП», 2008.
8. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб [Текст]: справочное пособие / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – 9-е изд., испр. – М.: ООО «ИД «БАСТЕТ», 2009. – 352 с.
9. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов [Текст] / А.Н. Шестопал [и др.]. – М.: Стройиздат, 1985.
10. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – В 3 т. Т.3. Системы распределения и подачи воды. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: АСВ, 2010.
11. Расчёт и конструирование водопроводных сетей населённого пункта (курсовое и дипломное проектирование) [Текст]: учеб. пособие / Н.И. Ишева [и др.]. – Пенза, ПГУАС, 2013.

Приложение 1

Т а б л и ц а I

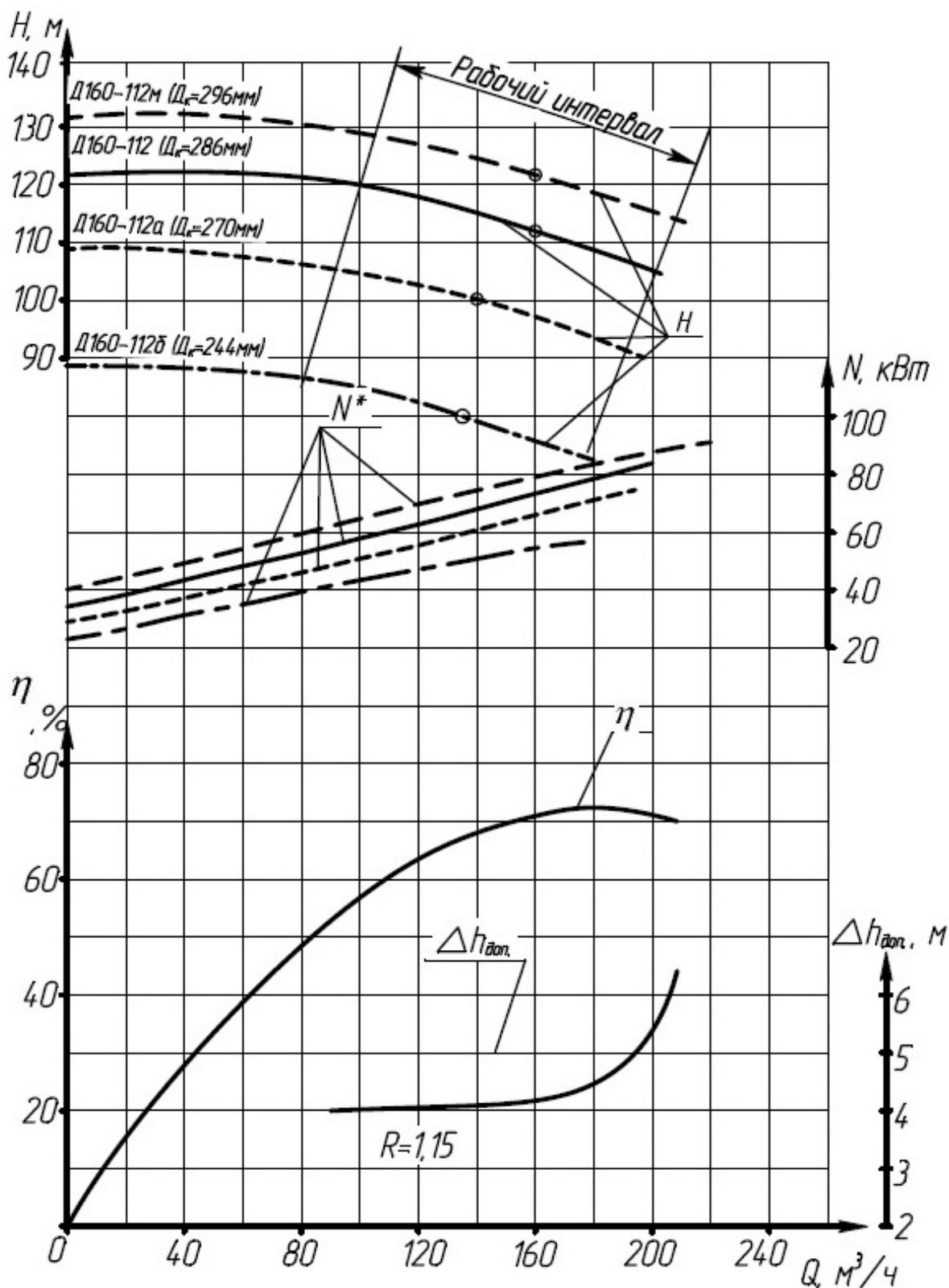
Технические характеристики насосов марки Д, 1Д, 2Д

Марки	Подача (номин.), м ³ /ч	Напор, м	Мощность потребляемая насосом, кВт		Частота вращения,		КПД насоса, %
			номин.	макс.	об/мин	с ⁻¹	
1	2	3	4	5	6	7	8
Д160-112м	160	122	80	92	2900	48.3	73
Д160-112	160	112	75	86			
Д160-112а	140	100	65	75			
Д160-112б	135	80	44	53			
Д160-112м	90	30	12	13	1450	24.2	73
Д160-112	80	28	10.5	12			
Д160-112а	75	25	8.8	10.5			
Д160-112б	70	21	7.6	8.8			
Д200-36	200	36	29	35	1450	24.2	76
Д200-36а	190	30	25	27			
Д200-36б	180	25	19	21.5			
Д320-50	320	50	60	68	1450	24.2	80
Д320-50а	300	39	45	48			
Д320-50б	300	30	32	35			
1Д200-90	200	90	75	80	2900	48.3	75
1Д200-90а	180	74	57	60			
1Д200-90б	160	62	42	44			
1Д200-90	100	22.5	10	12.5	1450	24.2	75
1Д200-90а	90	19	9	10.5			
1Д200-90б	80	16	7.5	9.5			
1Д250-125	250	125	120	131	2900	48.3	76
1Д250-125а	240	110	95	105			
1Д250-125б	220	90	82	92			
1Д250-125	125	30	17	18.5	1450	24.2	76
1Д250-125а	120	27.5	15	16.5			
1Д250-125б	110	22	11.5	12.5			
1Д315-50	315	50	56	62	2900	48.3	82
1Д315-50а	300	42	42	46			
1Д315-50б	220	36	33	36			
1Д315-71	315	71	78	87	2900	48.3	82
1Д315-71а	300	62	64	72			
1Д315-71б	280	52	56	65			
1Д315-71	160	18	12	15	1450	24.2	80
1Д315-71а	150	17	11	14			
1Д315-71б	130	14	8	11.5			
1Д500-63	500	63	113	130	1450	24.2	80
1Д500-63а	450	53	92	97			
1Д500-63б	400	44	68	72			

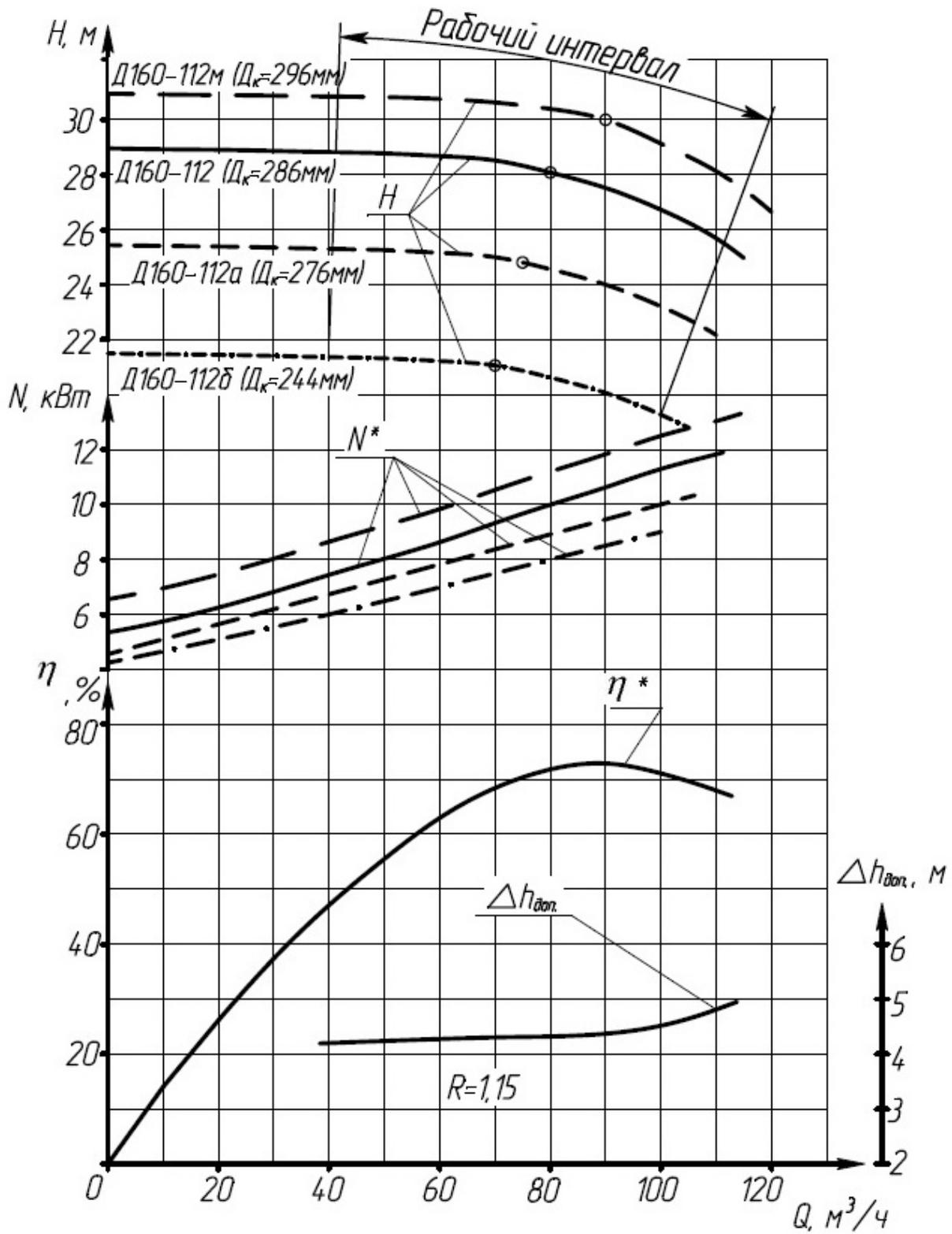
Продолжение прил. 1

Окончание табл. I

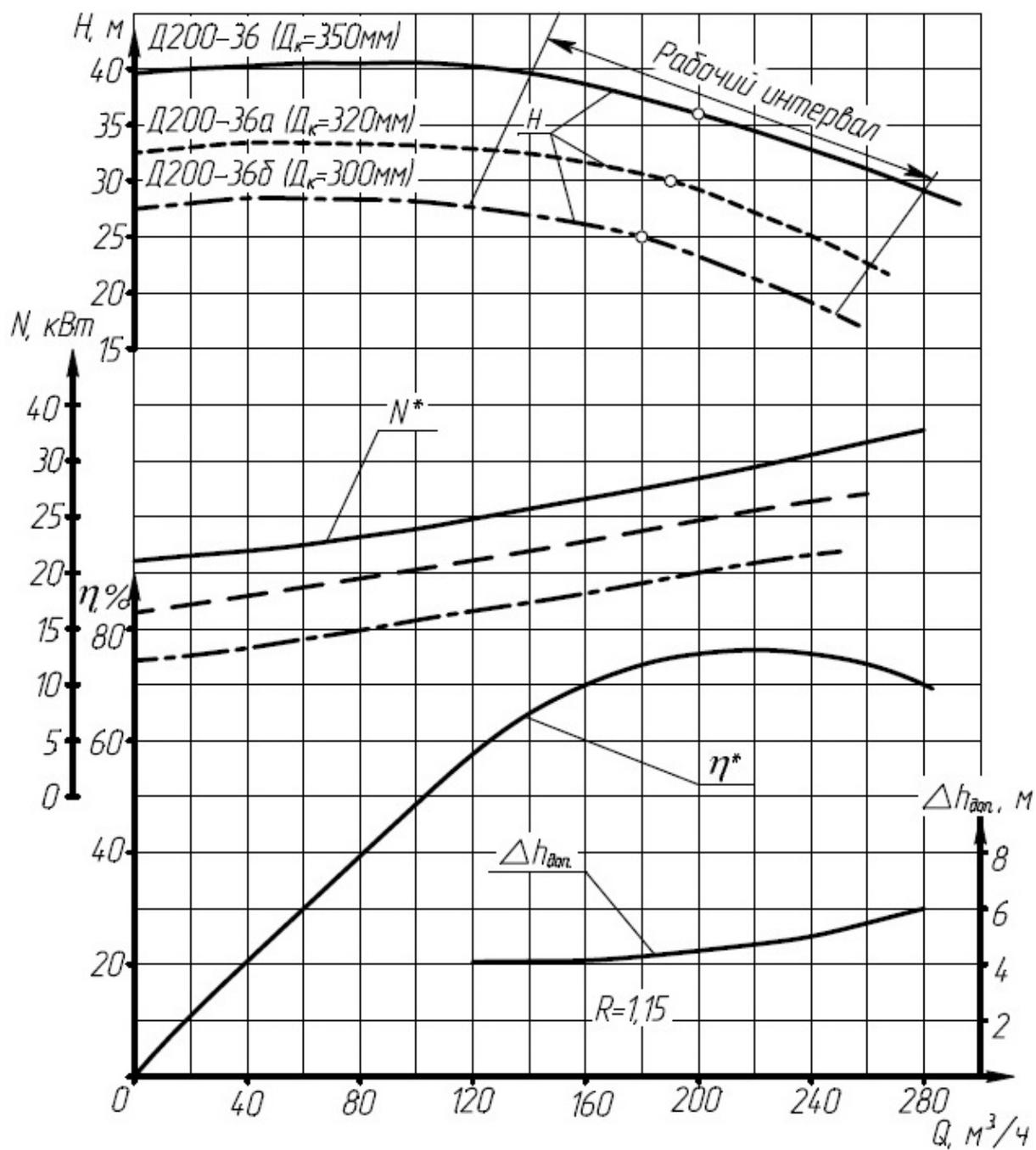
1	2	3	4	5	6	7	8
1Д500-63	340	28	38	41	980	16.3	78
1Д500-63а	300	24	31	34			
1Д500-63б	270	20	22	24			
1Д630-90	630	90	206	230	1450	24.2	82
1Д630-90а	550	74	170	192			
1Д630-90б	500	60	116	130			
1Д630-90	500	38	78	84	980	16.3	80
1Д630-90а	470	30	60	64			
1Д630-90б	420	25	46	50			
1Д630-125	630	125	320	353	1450	24.2	75
1Д630-125а	550	101	220	266			
1Д630-125б	500	82	180	199			
1Д630-125	500	54	102	106	980	16.3	73
1Д630-125а	450	45	83	89			
1Д630-125б	420	38	63	68			
1Д800-56	800	56	150	173	1450	24.2	84
1Д800-56а	740	48	120	127			
1Д800-56б	700	40	103	108			
1Д800-56	540	28	50	54	980	16.3	82
1Д800-56а	500	22	40	43			
1Д800-56б	470	19	31	35			
1Д1250-63	1250	63	270	290	1450	24.2	86
1Д1250-63а	1100	52.5	200	218			
1Д1250-63б	1050	44	160	180			
1Д1250-63	800	28	82	90	980	16.3	85
1Д1250-63а	740	24	62	68			
1Д1250-63б	710	20	49	51			
1Д1250-125	1250	125	560	610	1450	24.2	82
1Д1250-125а	1150	102	410	455			
1Д1250-125б	1030	87	340	375			
1Д1250-125	800	56	165	185	980	16.3	80
1Д1250-125а	750	48	140	150			
1Д1250-125б	700	40	110	120			
1Д1600-90	1600	90	480	520	1450	24.2	86
1Д1600-90а	1450	75	380	420			
1Д1600-90б	1300	63	290	320			
1Д1600-90	1000	40	140	155	980	16.3	85
1Д1600-90а	970	34	118	130			
1Д1600-90б	870	30	90	112			
2Д2000-21	2000	21	146	146	980	16.3	86
2Д2000-21а	1750	18	102	102			
2Д2000-21	1250	13	58	58	730	12.2	88
2Д2000-21а	1250	10	45	45			



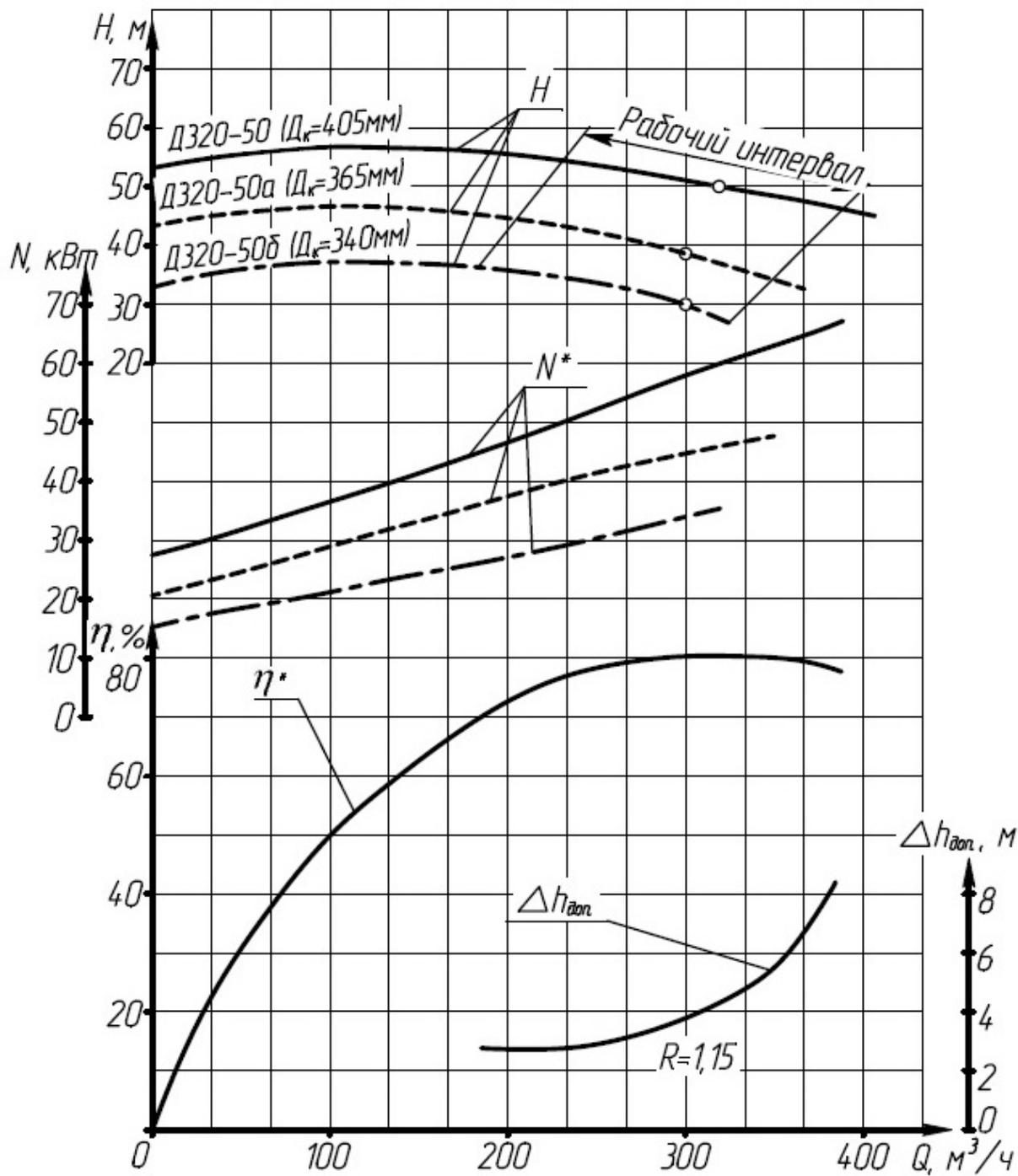
Характеристика насоса Д160-112 ($n = 2900$ об/мин)



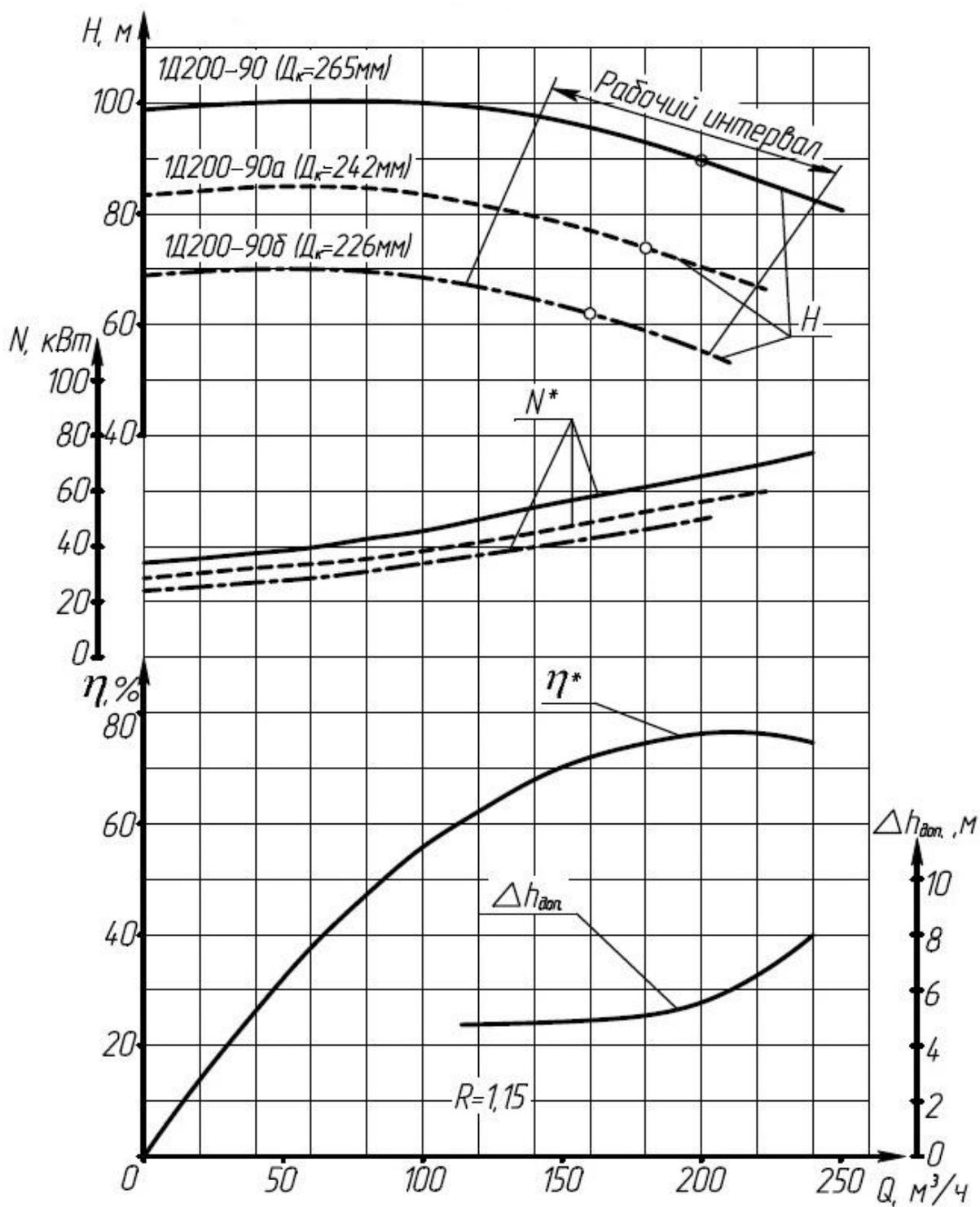
Характеристика насоса Д160-112 ($n=1450$ об/мин)



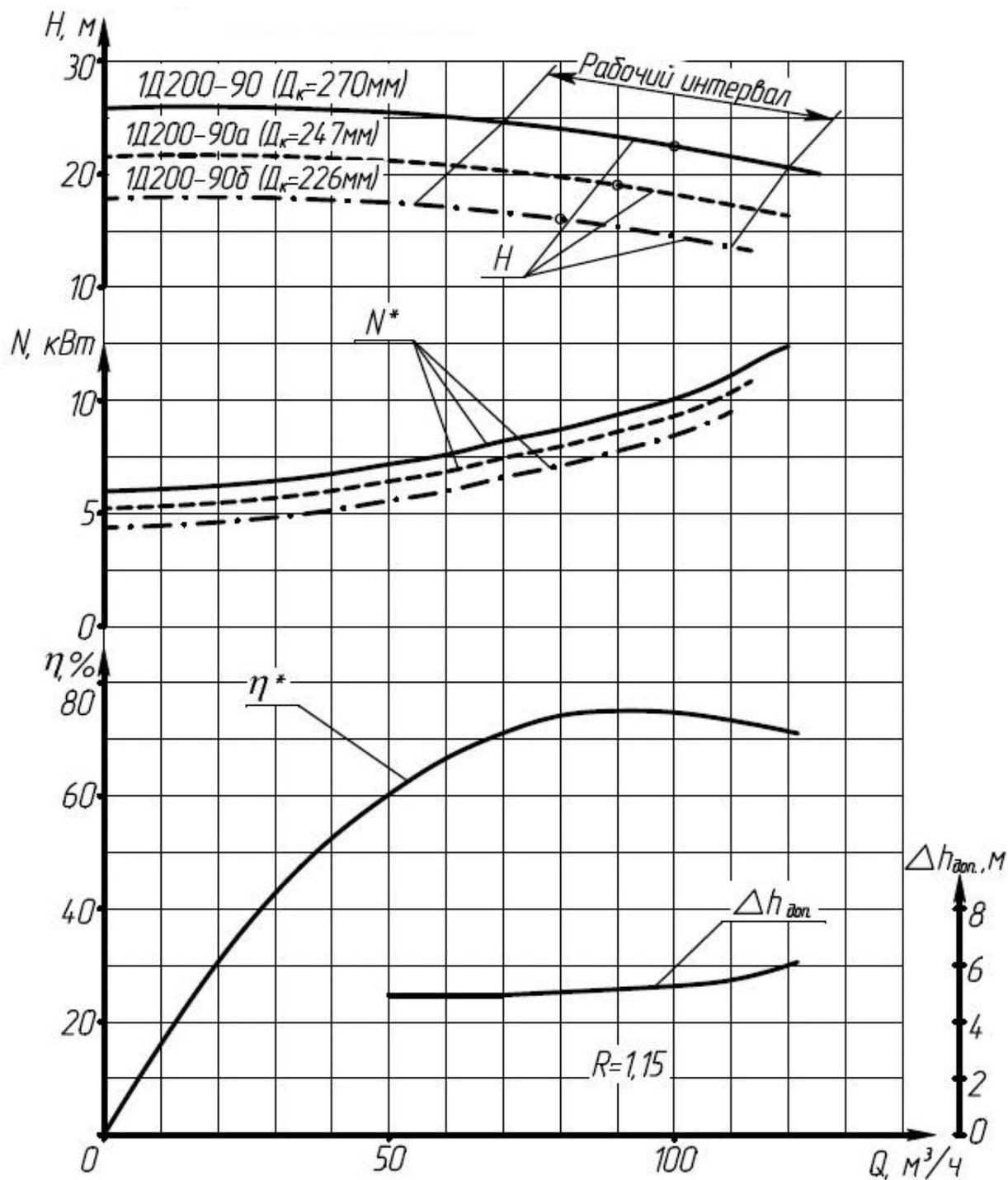
Характеристика насоса Д200-36 ($n=2900$ об/мин)



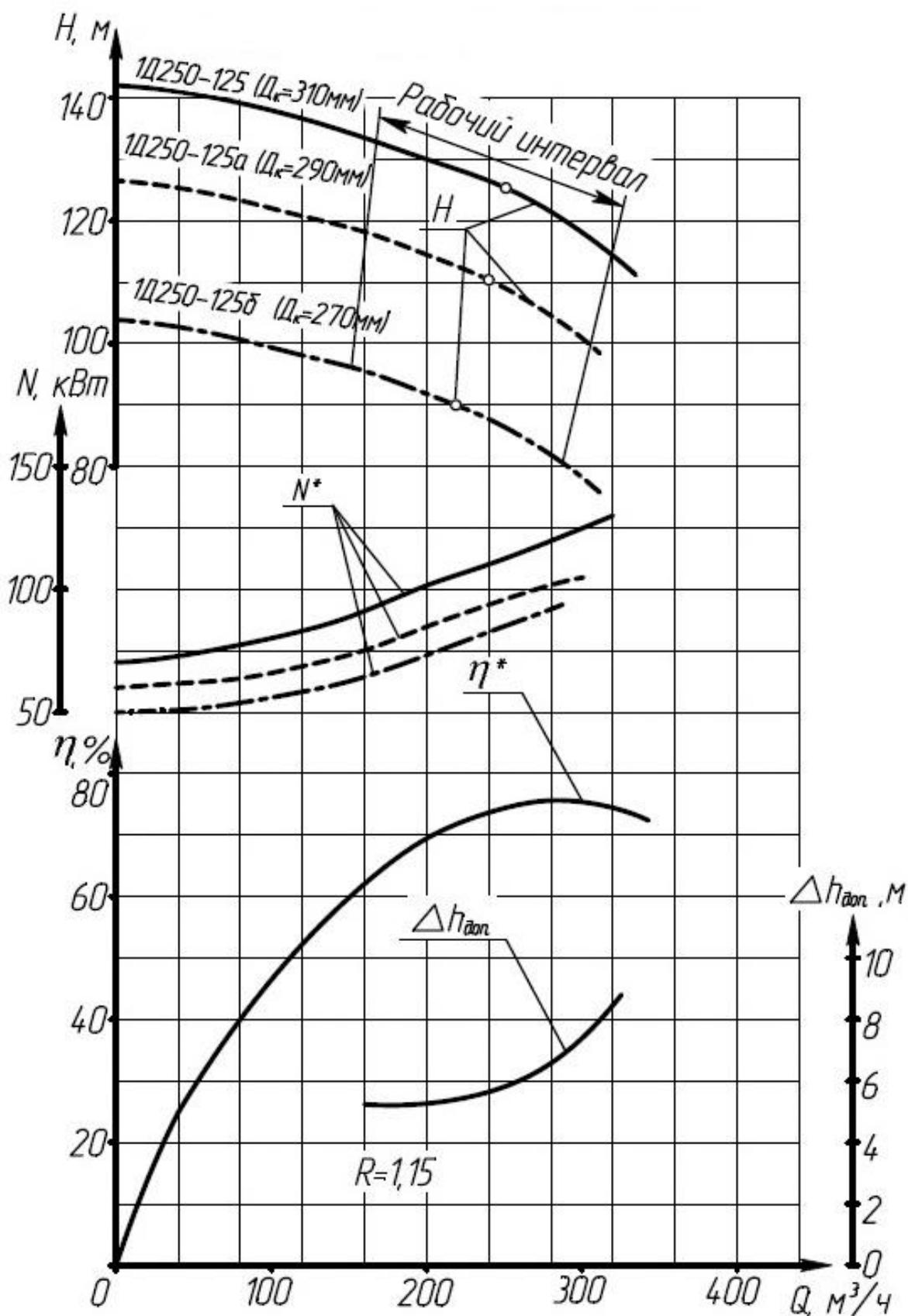
Характеристика насоса Д200-36 (n=1450 об/мин)



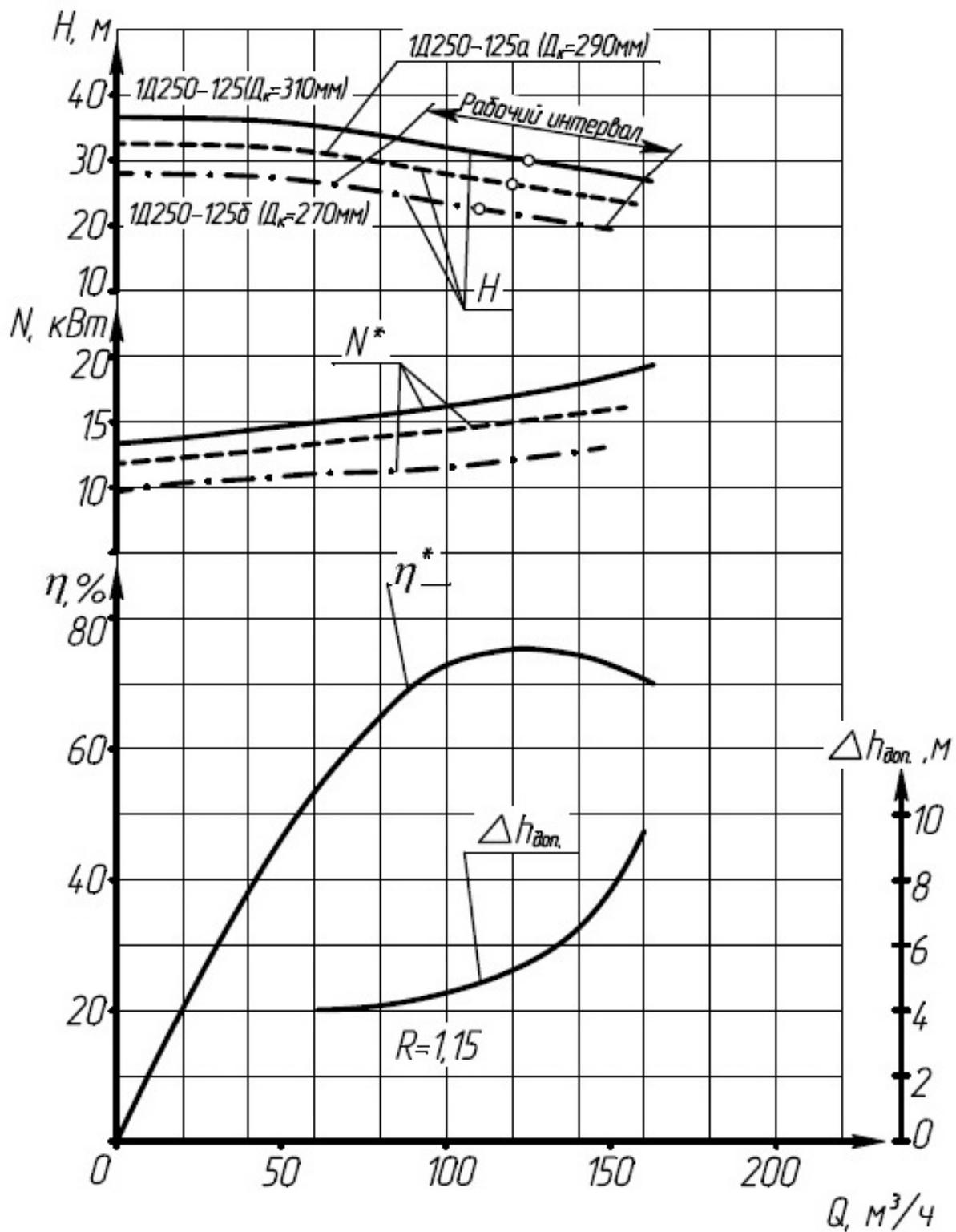
Характеристика насоса 1Д200-90 ($n=2900$ об/мин)



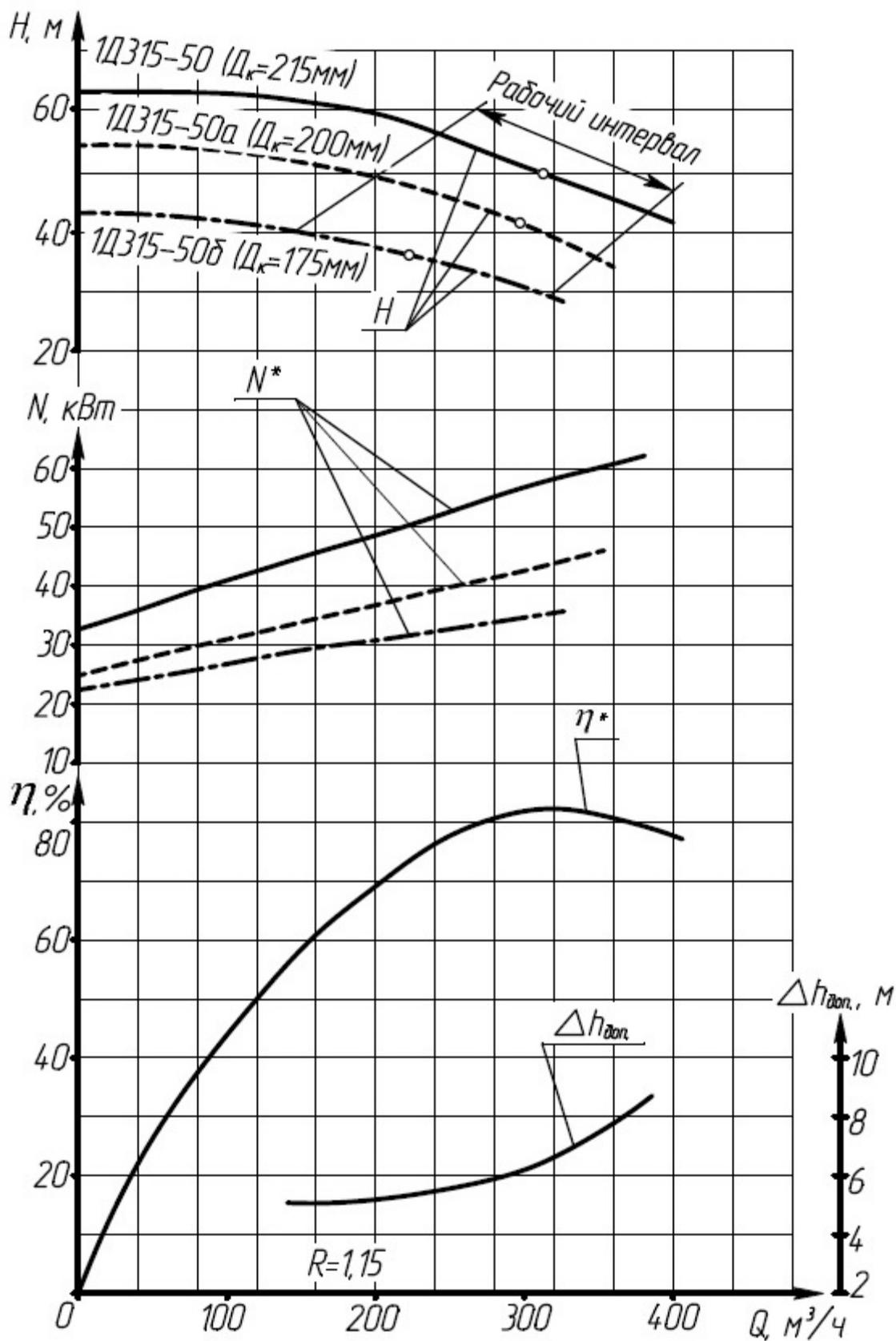
Характеристика насоса 1Д200-90 ($n=1450$ об/мин)



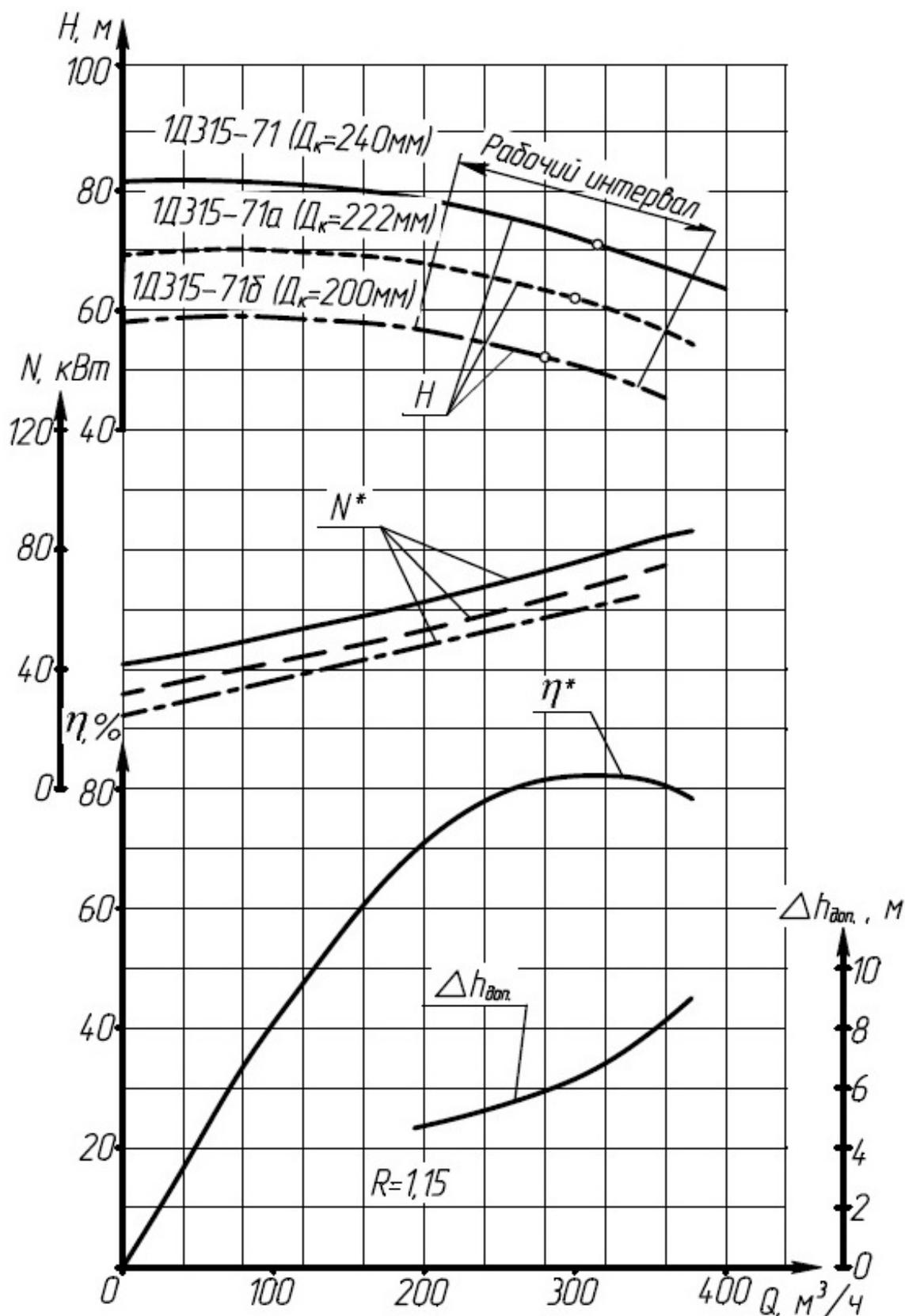
Характеристика насоса 1Д250-125 ($n = 2900$ об/мин)



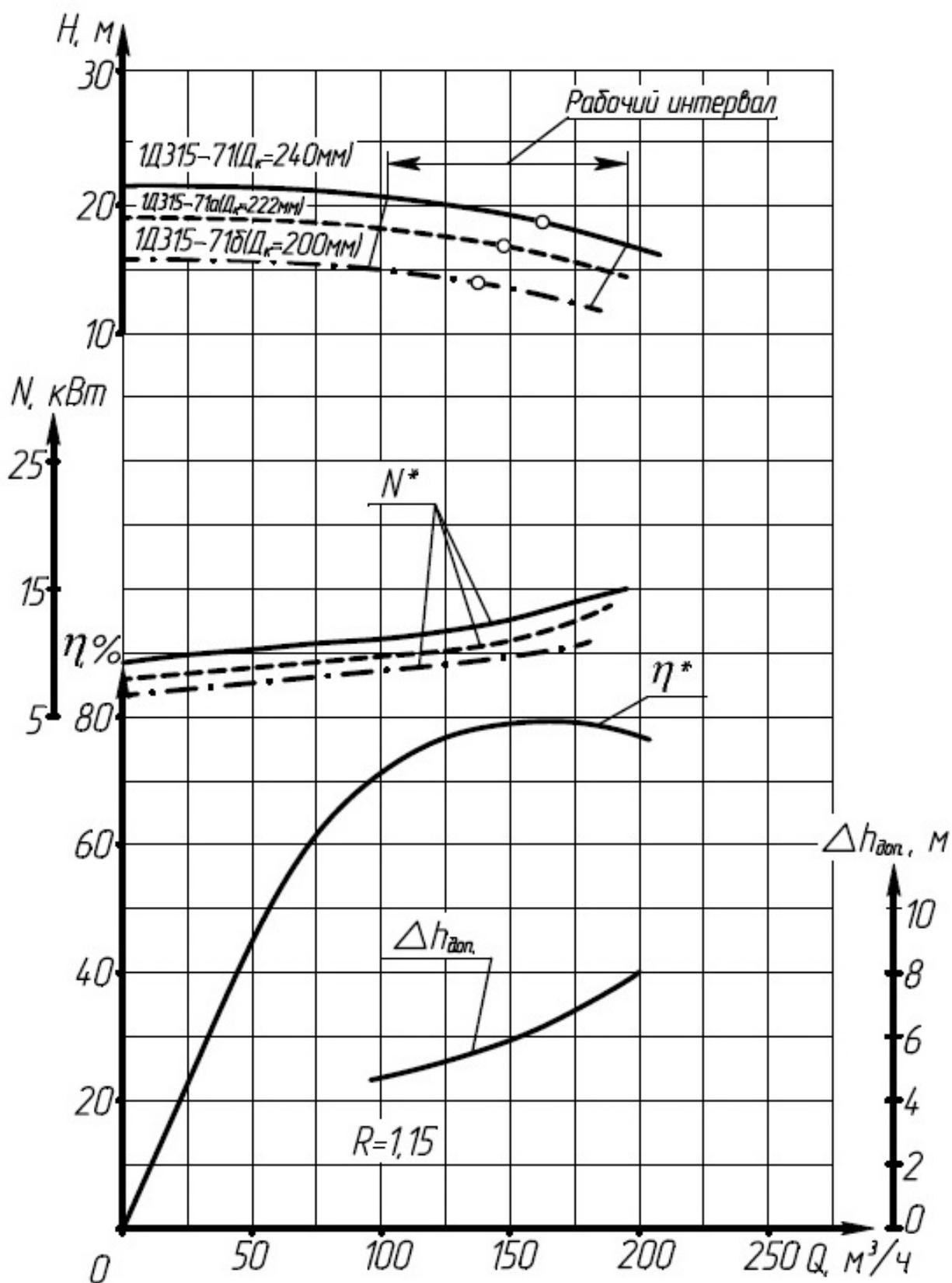
Характеристика насоса 1D250-125 ($n=1450$ об/мин)



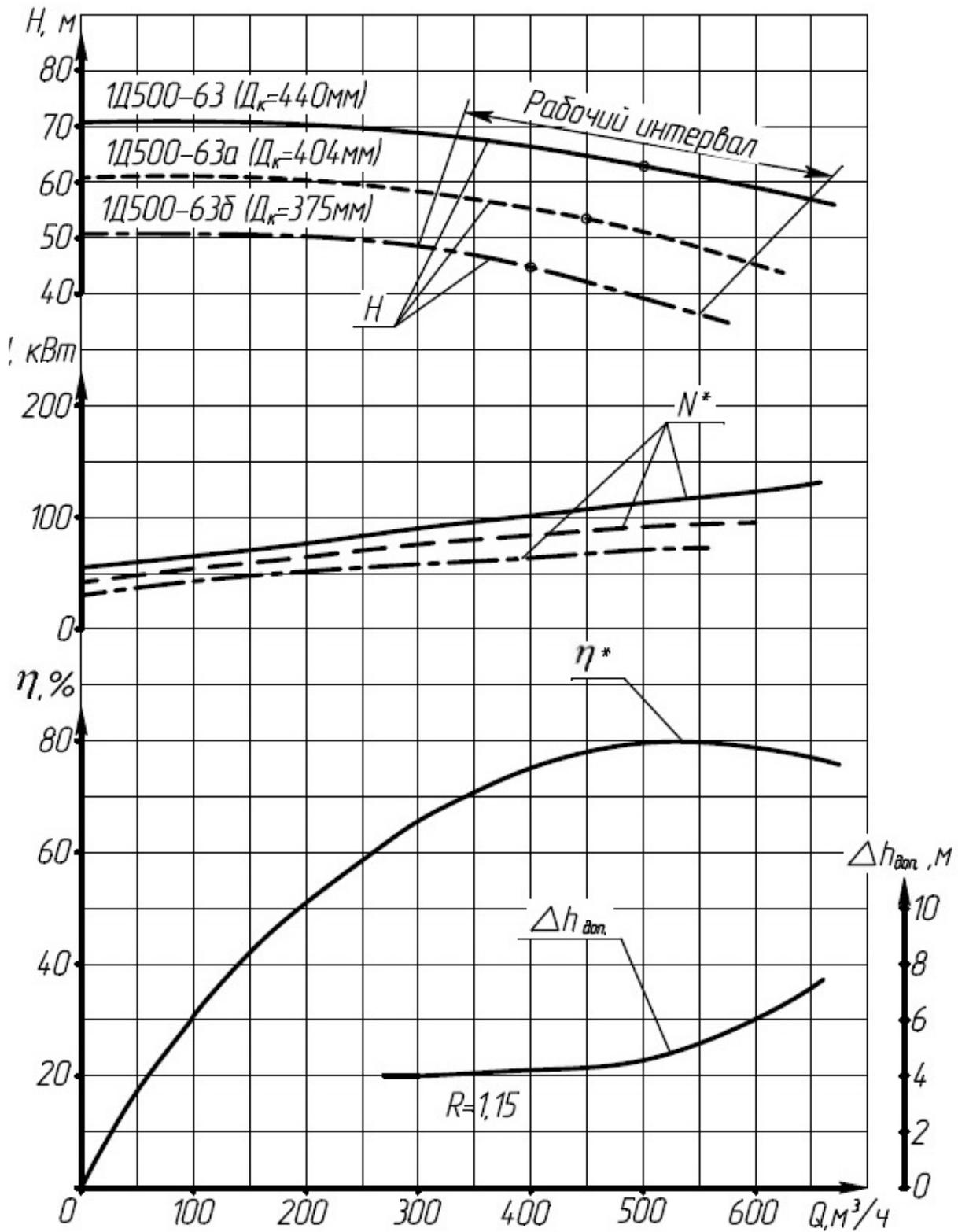
Характеристика насоса 1D315-50 ($n=2900$ об/мин)



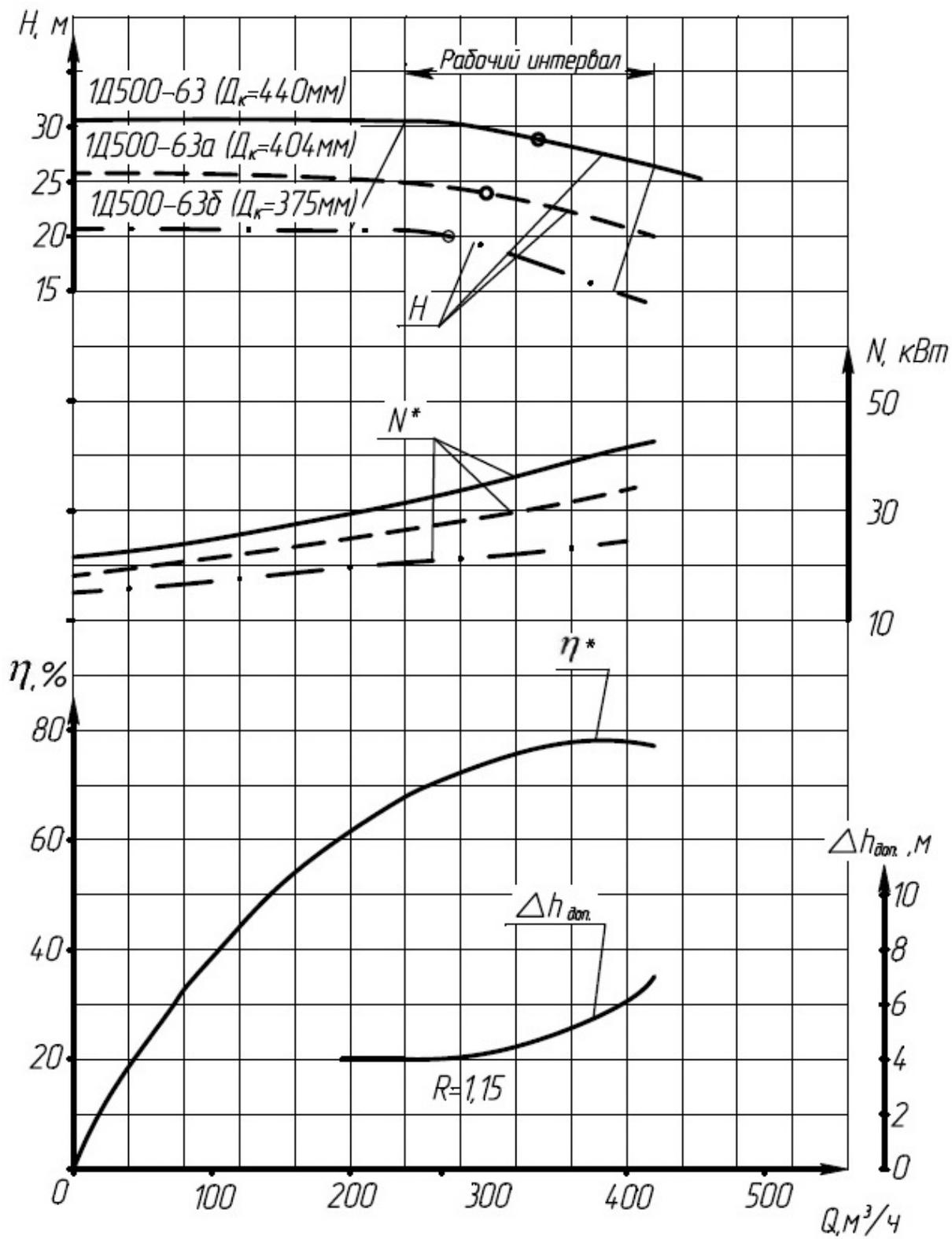
Характеристика насоса 1Д315-71 ($n=2900$ об/мин)



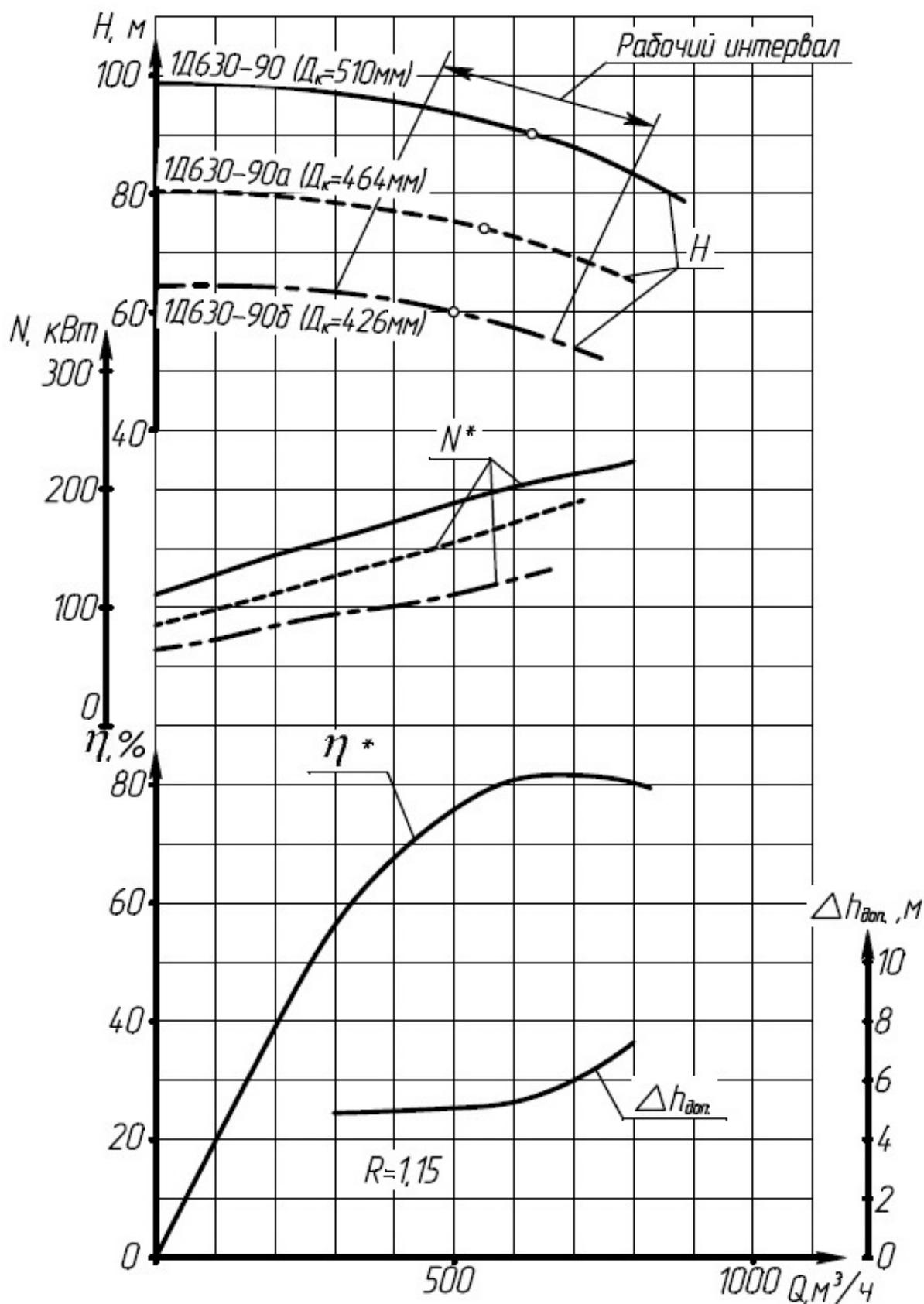
Характеристика насоса 1Д315-71 ($n=1450$ об/мин)



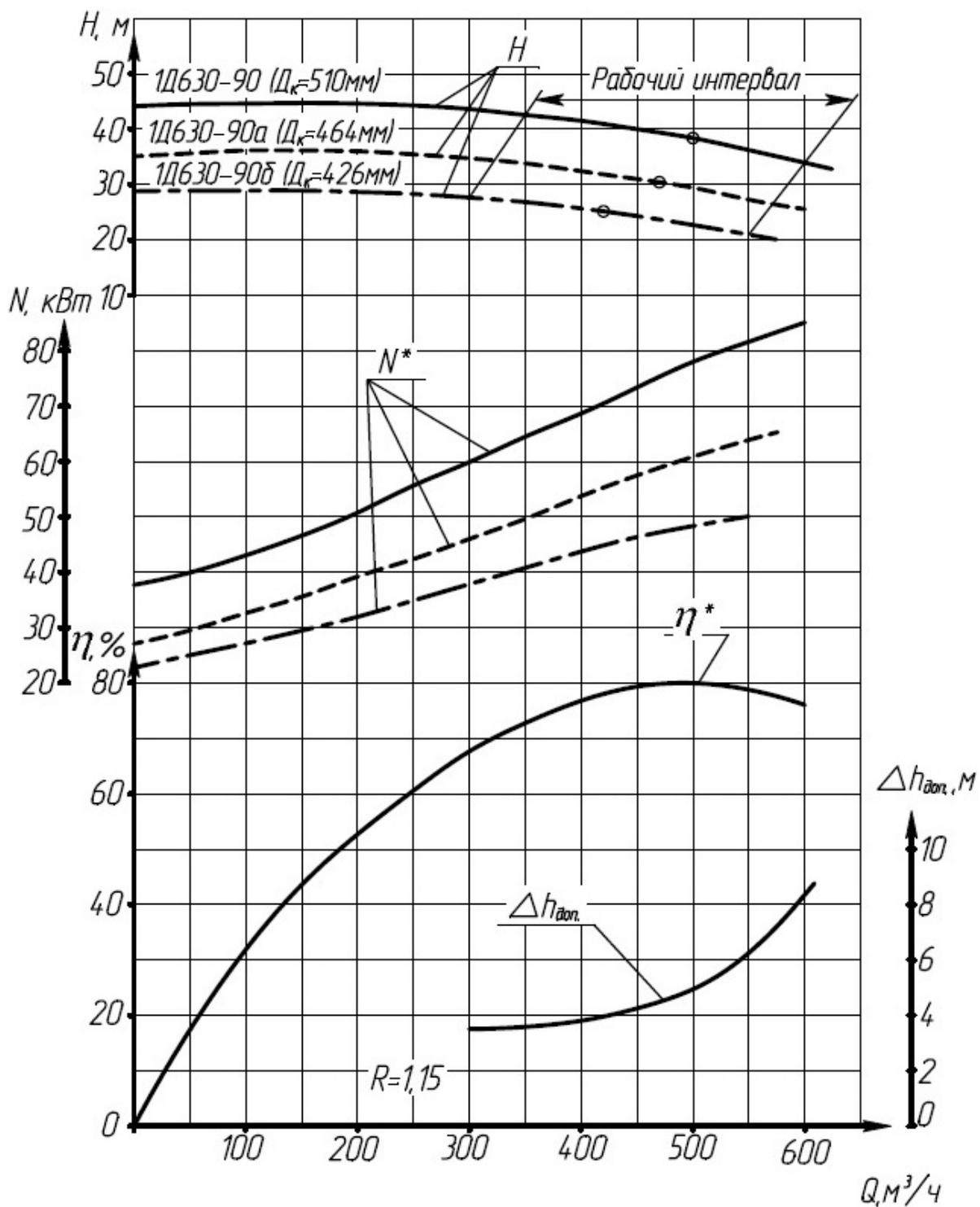
Характеристика насоса 1Д500-63 ($n=1450$ об/мин)



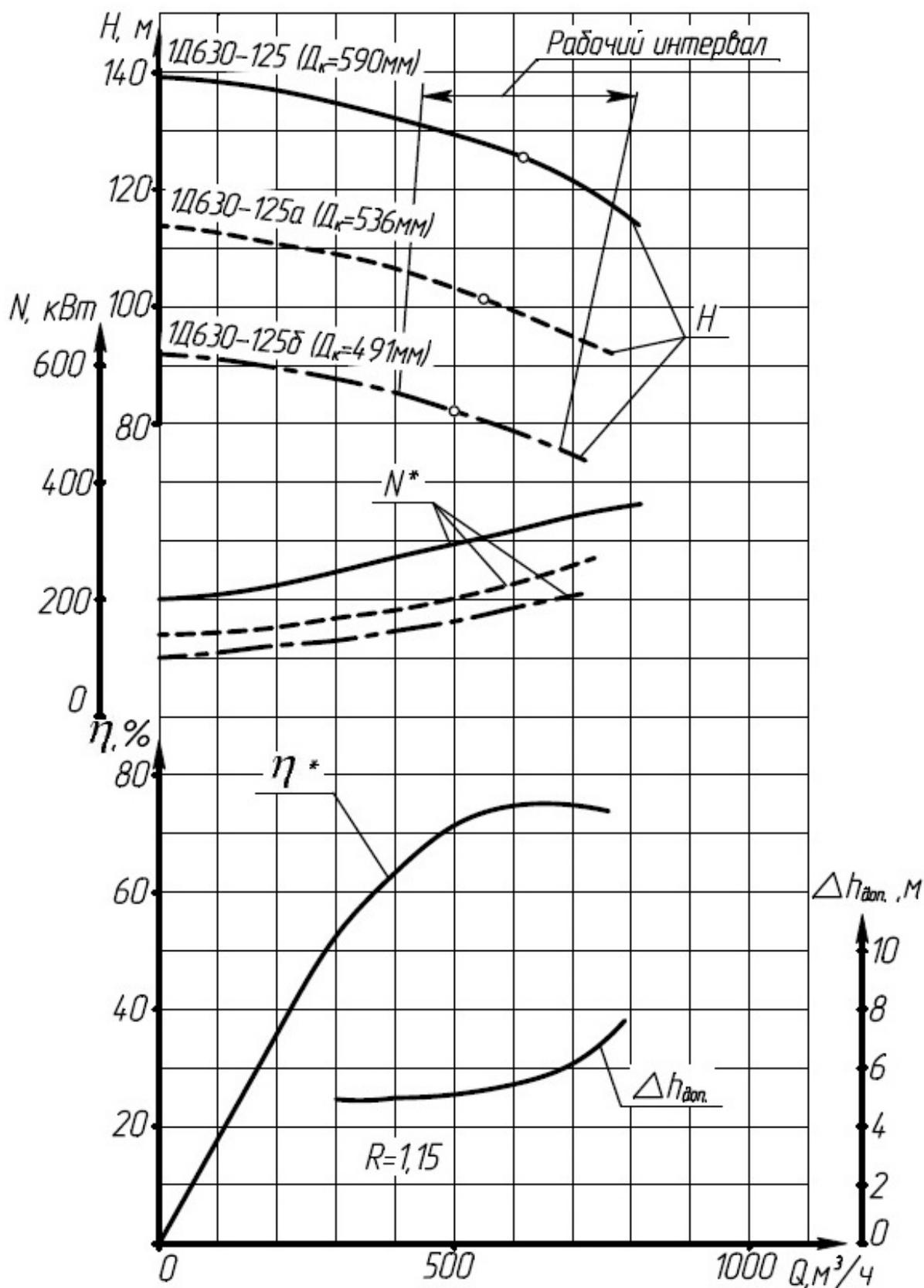
Характеристика насоса 1D500-63 ($n=980$ об/мин)



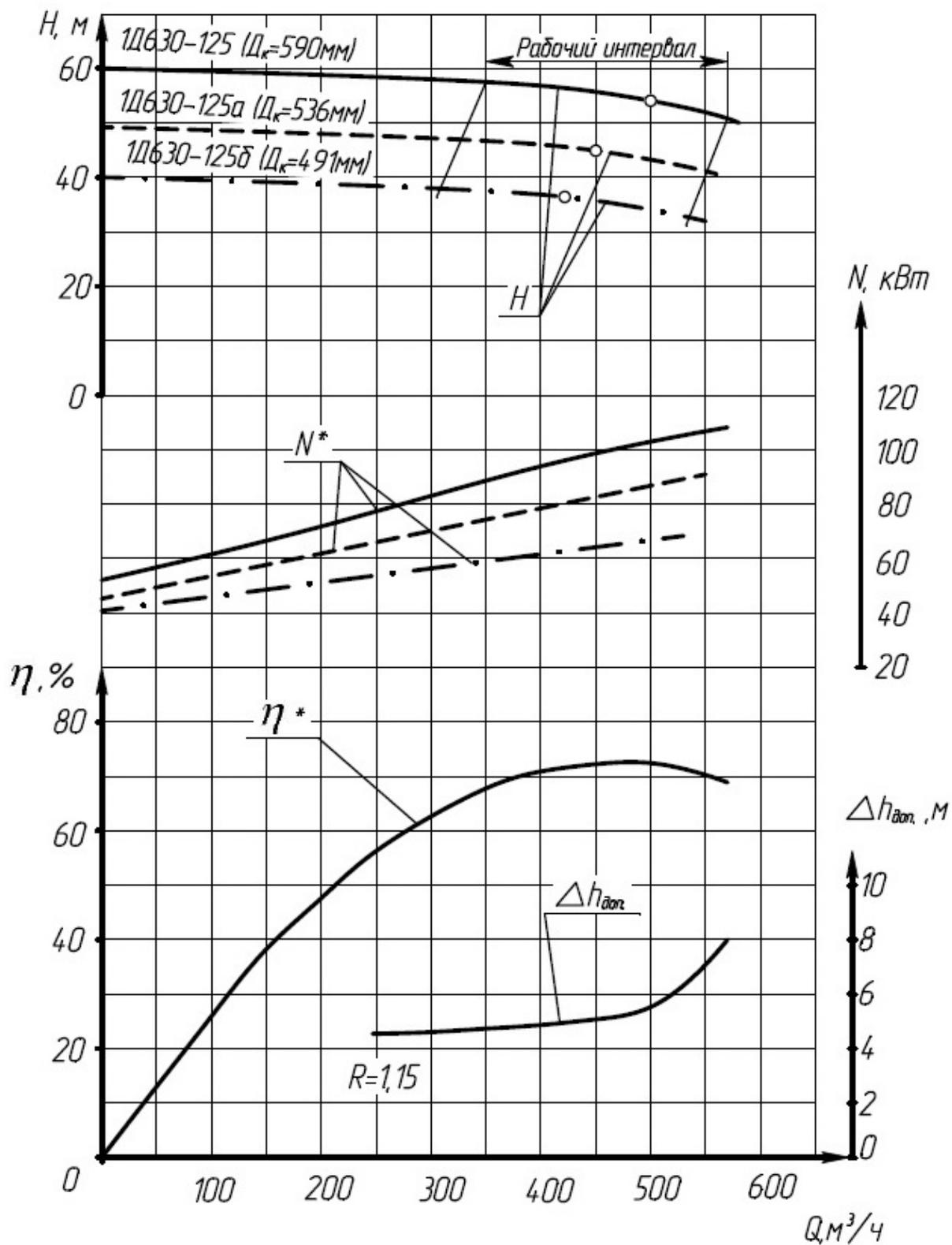
Характеристика насоса 1Д630-90 ($n=1450$ об/мин)



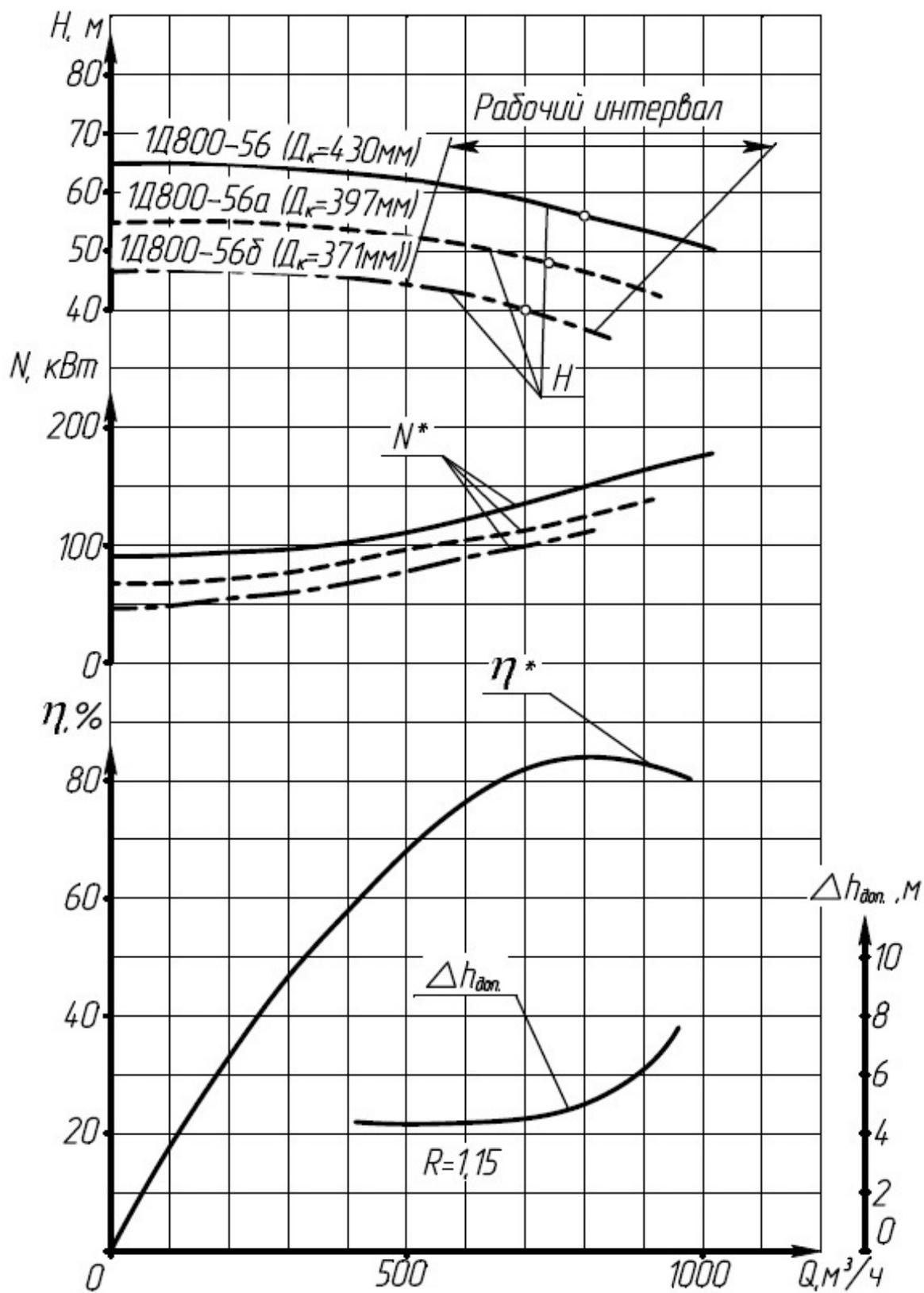
Характеристика насоса 1Д630-90 ($n=980$ об/мин)



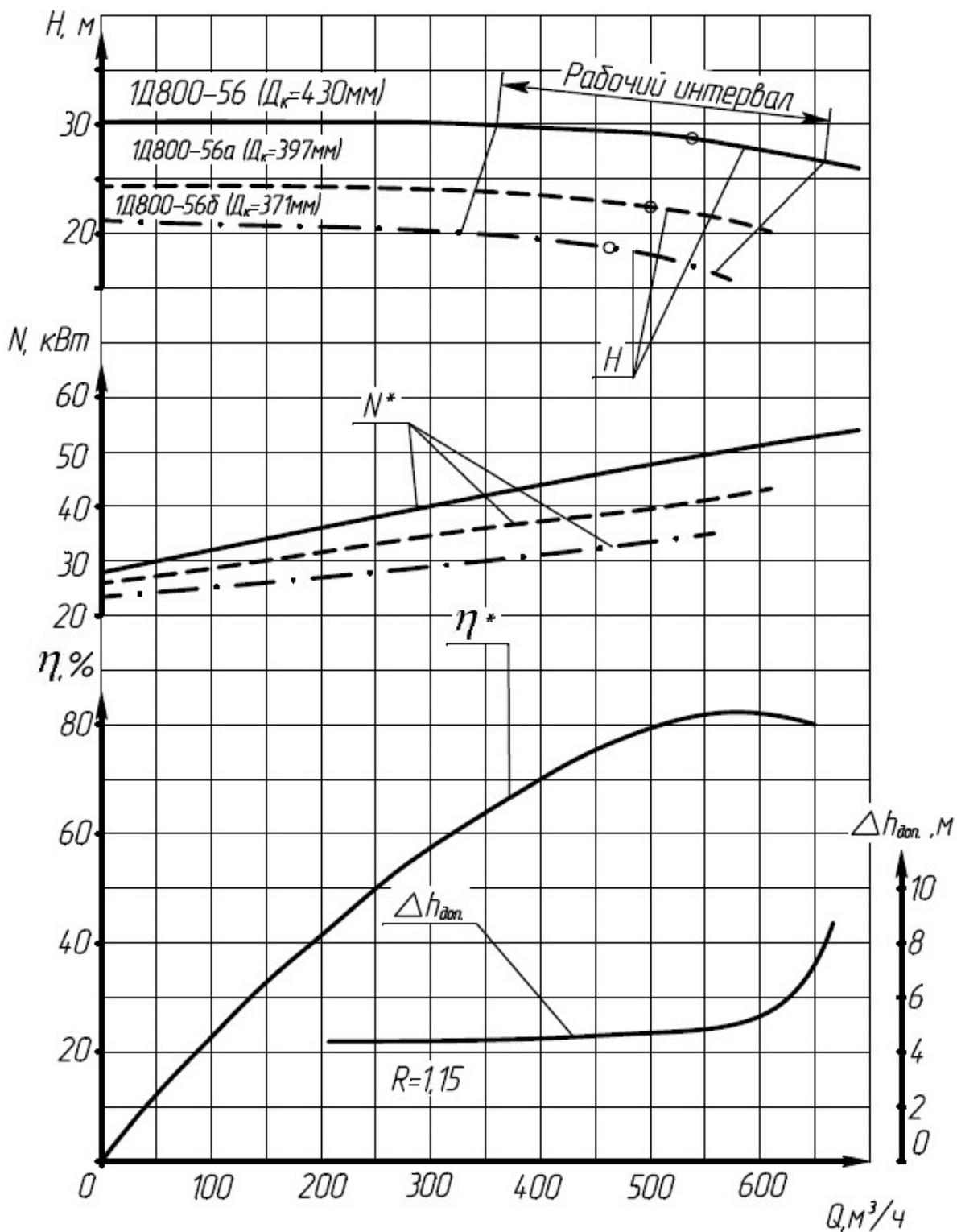
Характеристика насоса 1Д630-125 ($n=1450$ об/мин)



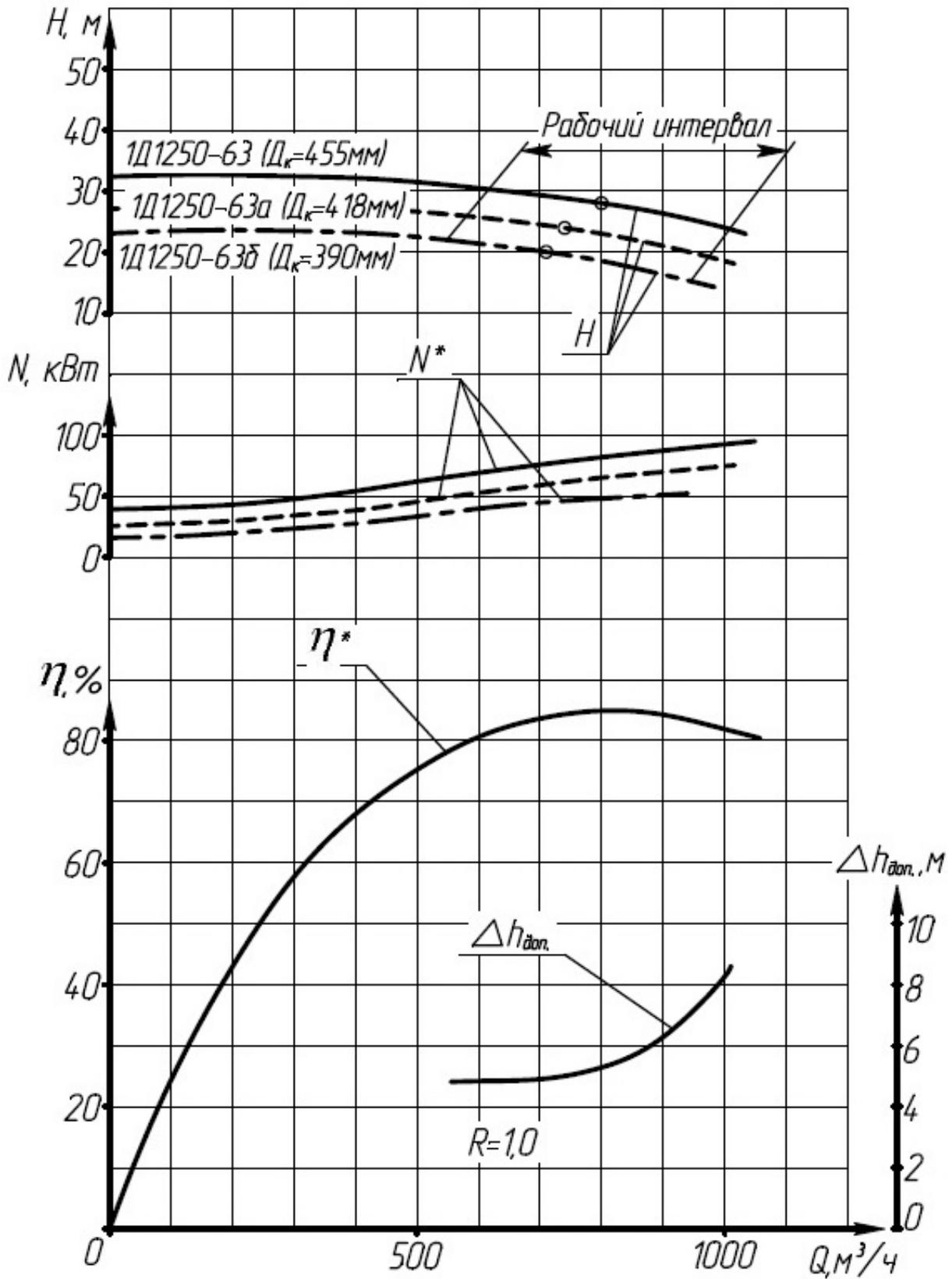
Характеристика насоса 1Д630-125 ($n=980$ об/мин)



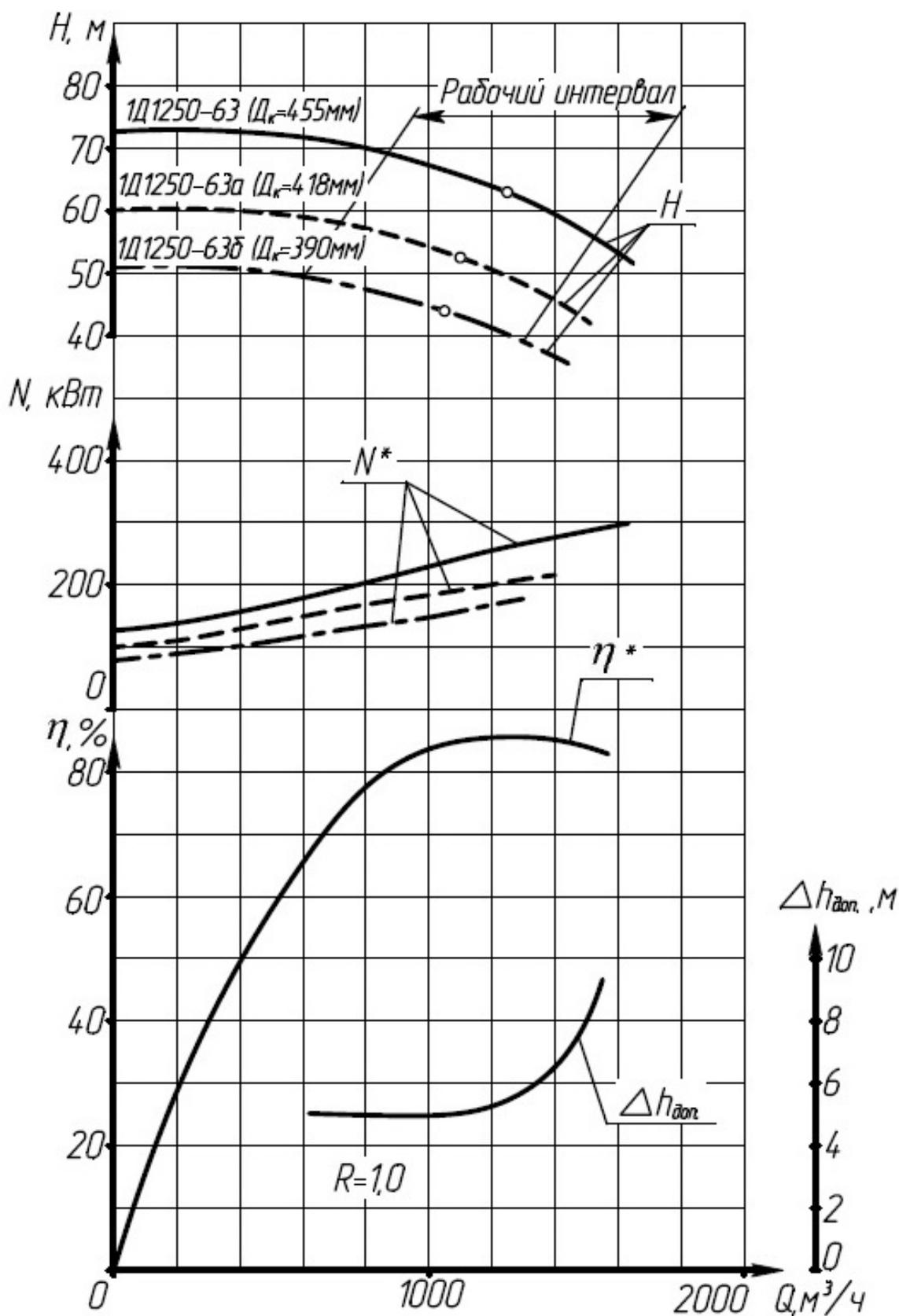
Характеристика насоса 1Д800-56 ($n=1450$ об/мин)



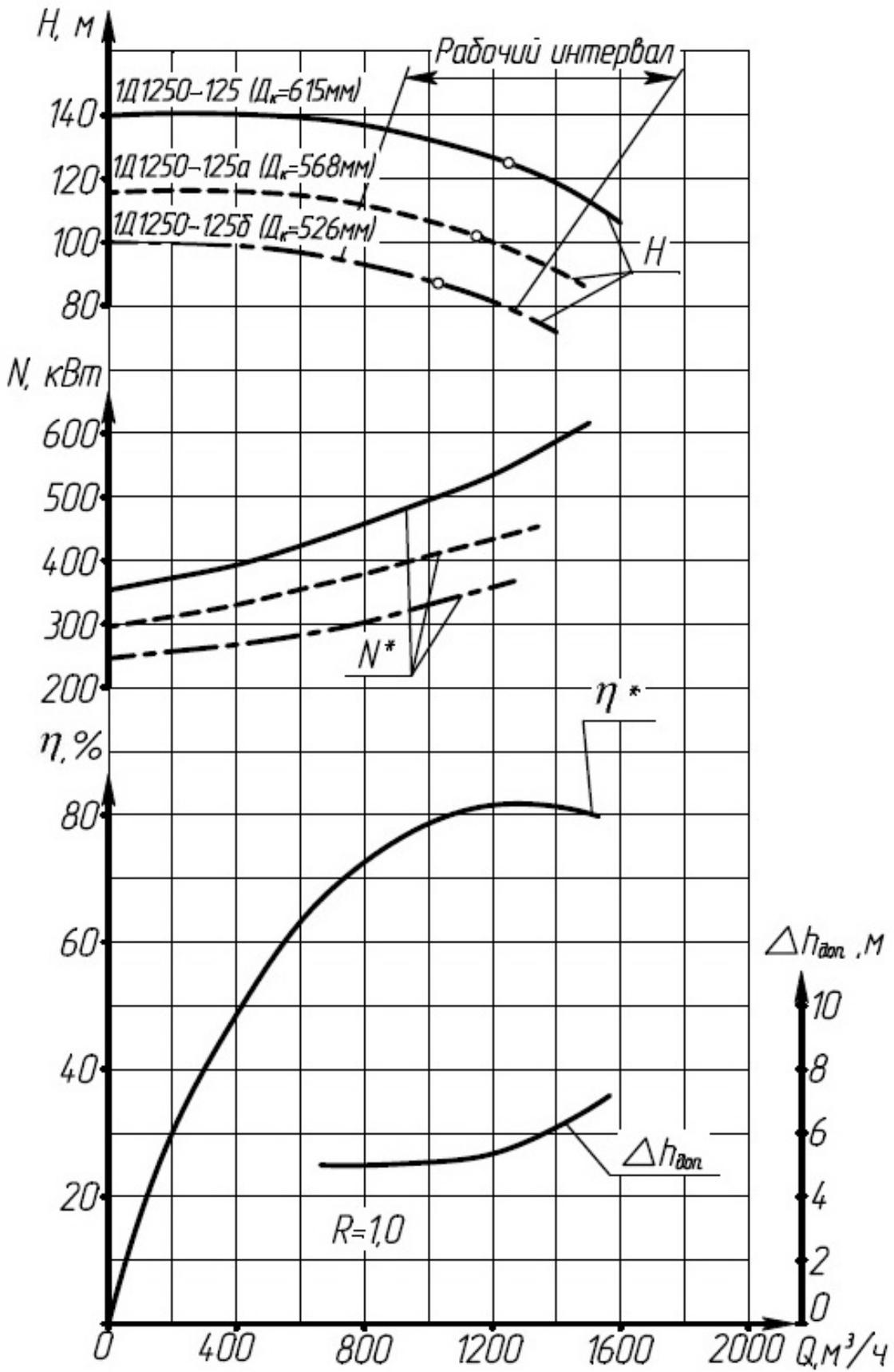
Характеристика насоса 1D800-56 ($n=980$ об/мин)



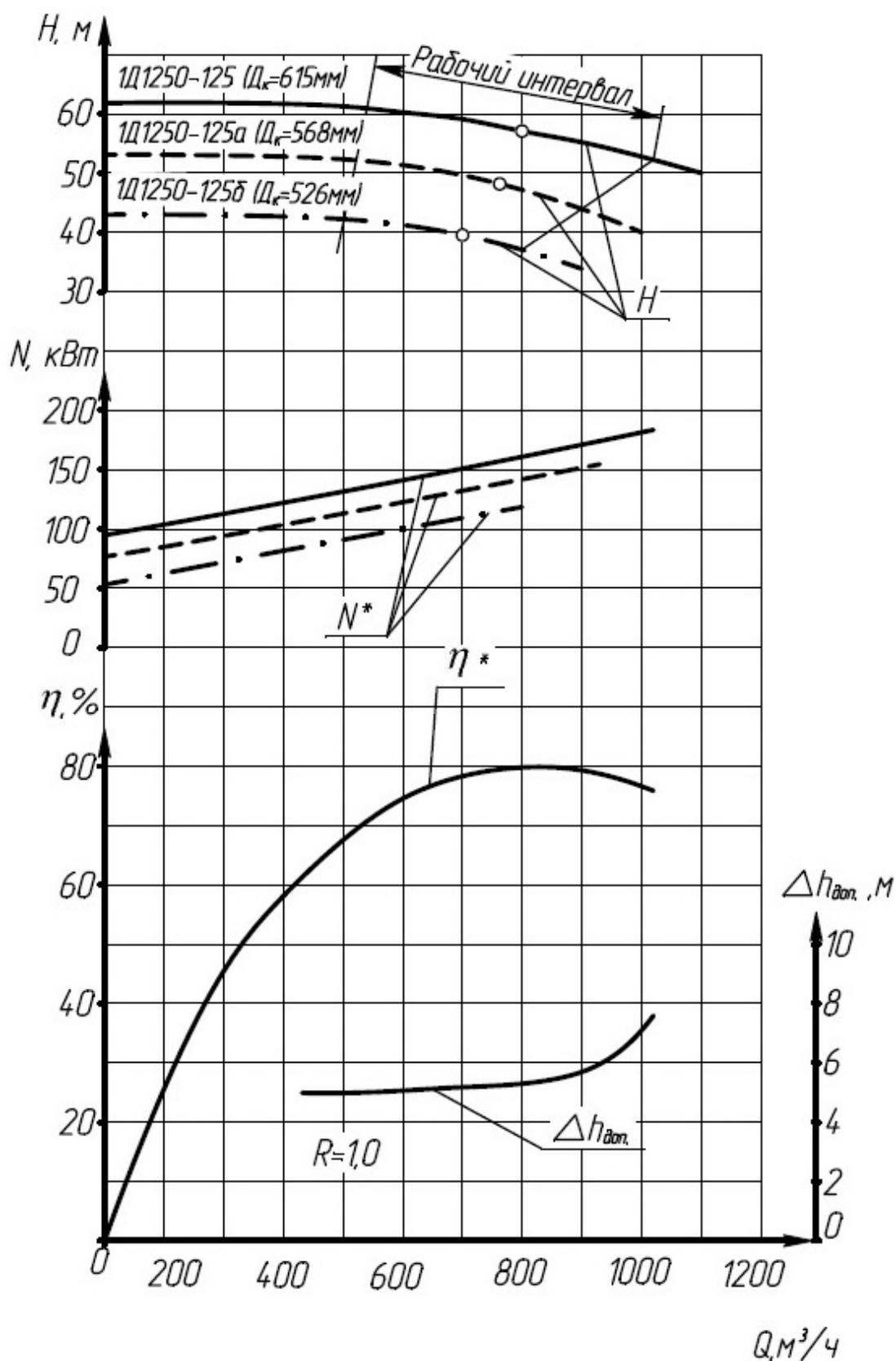
Характеристика насоса 1Д1250-63 ($n=1450$ об/мин)



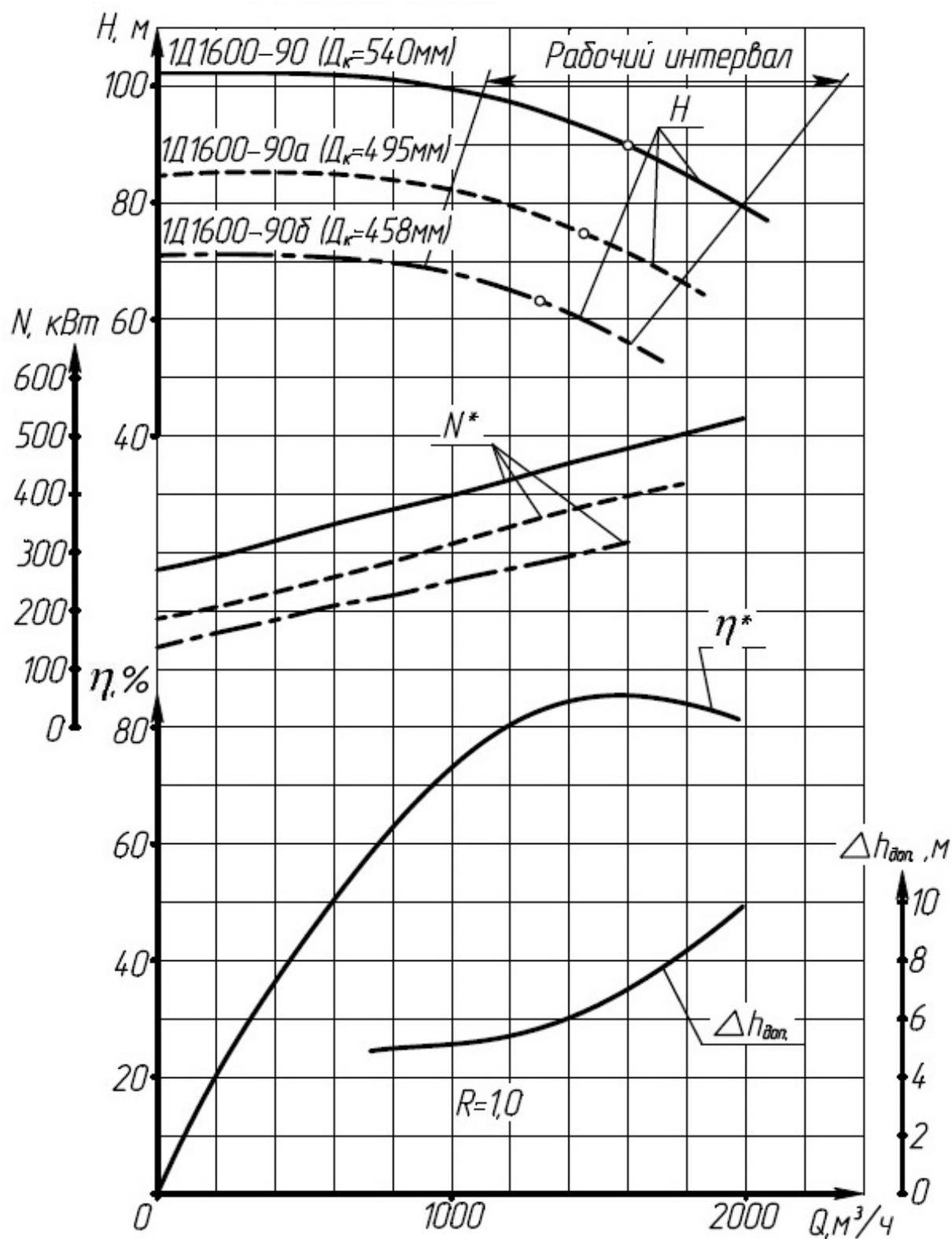
Характеристика насоса 1Д1250-63 ($n=980$ об/мин)



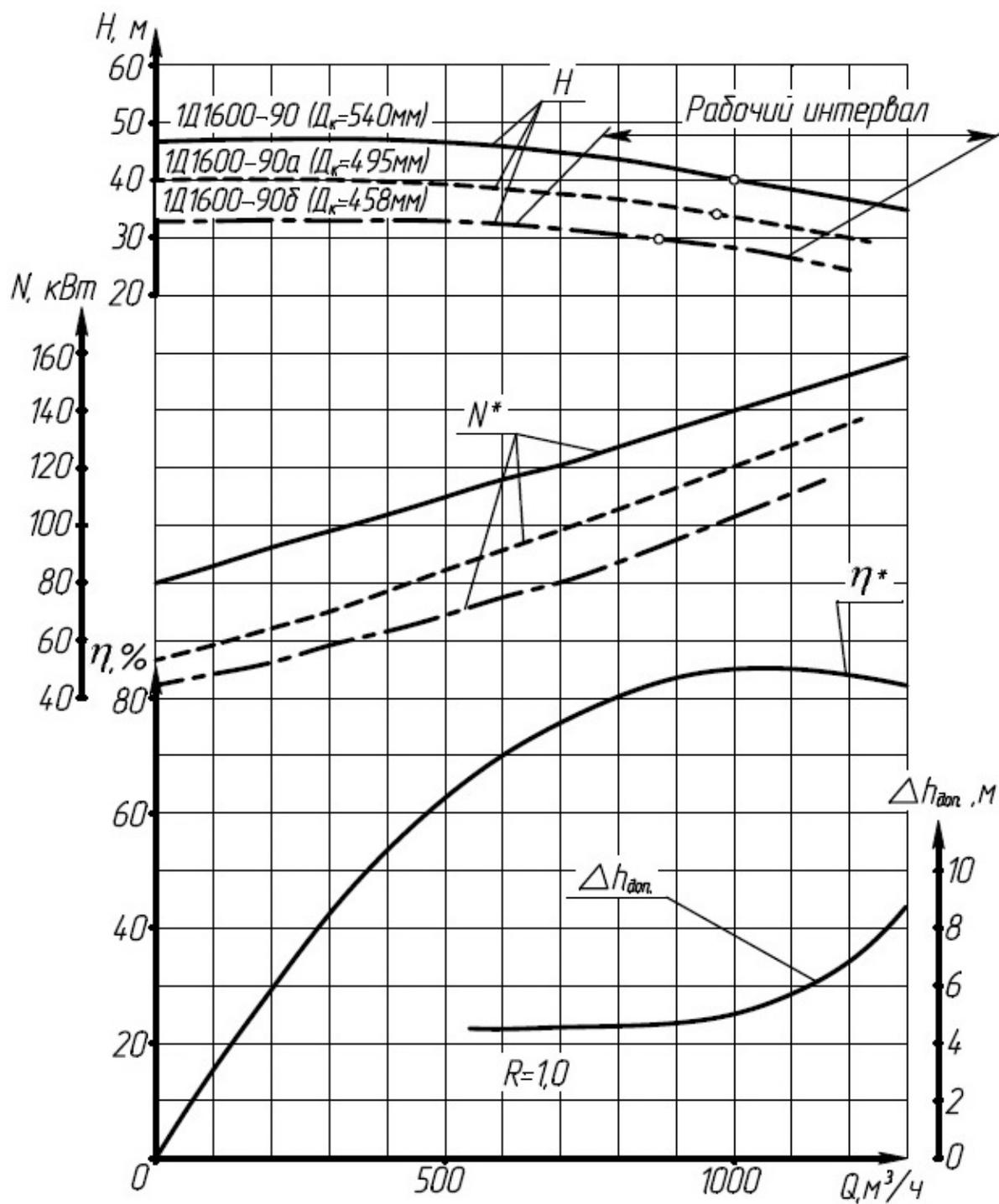
Характеристика насоса 1Д1250-125 ($n=1450$ об/мин)



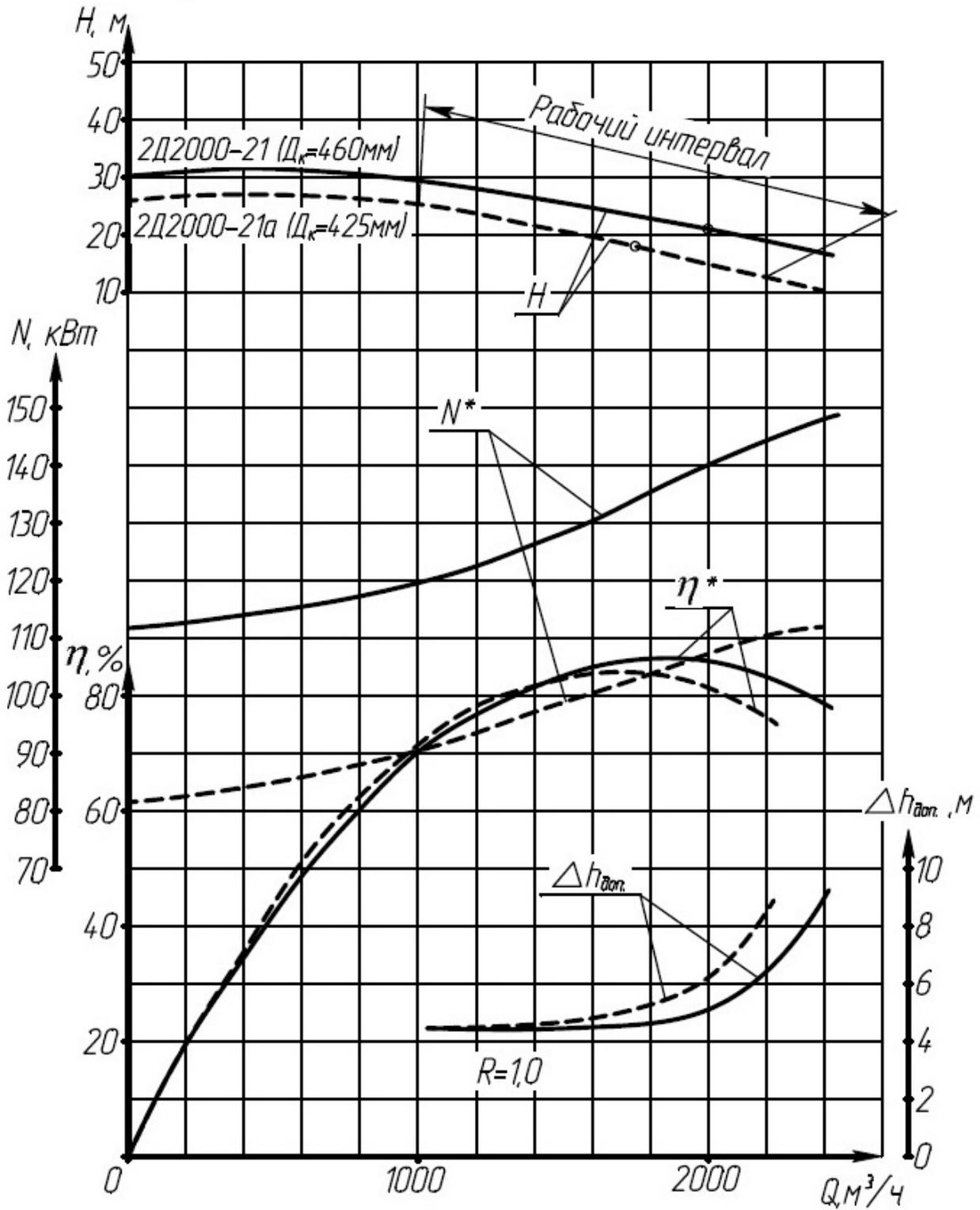
Характеристика насоса 1Д1250-125 ($n=980$ об/мин)



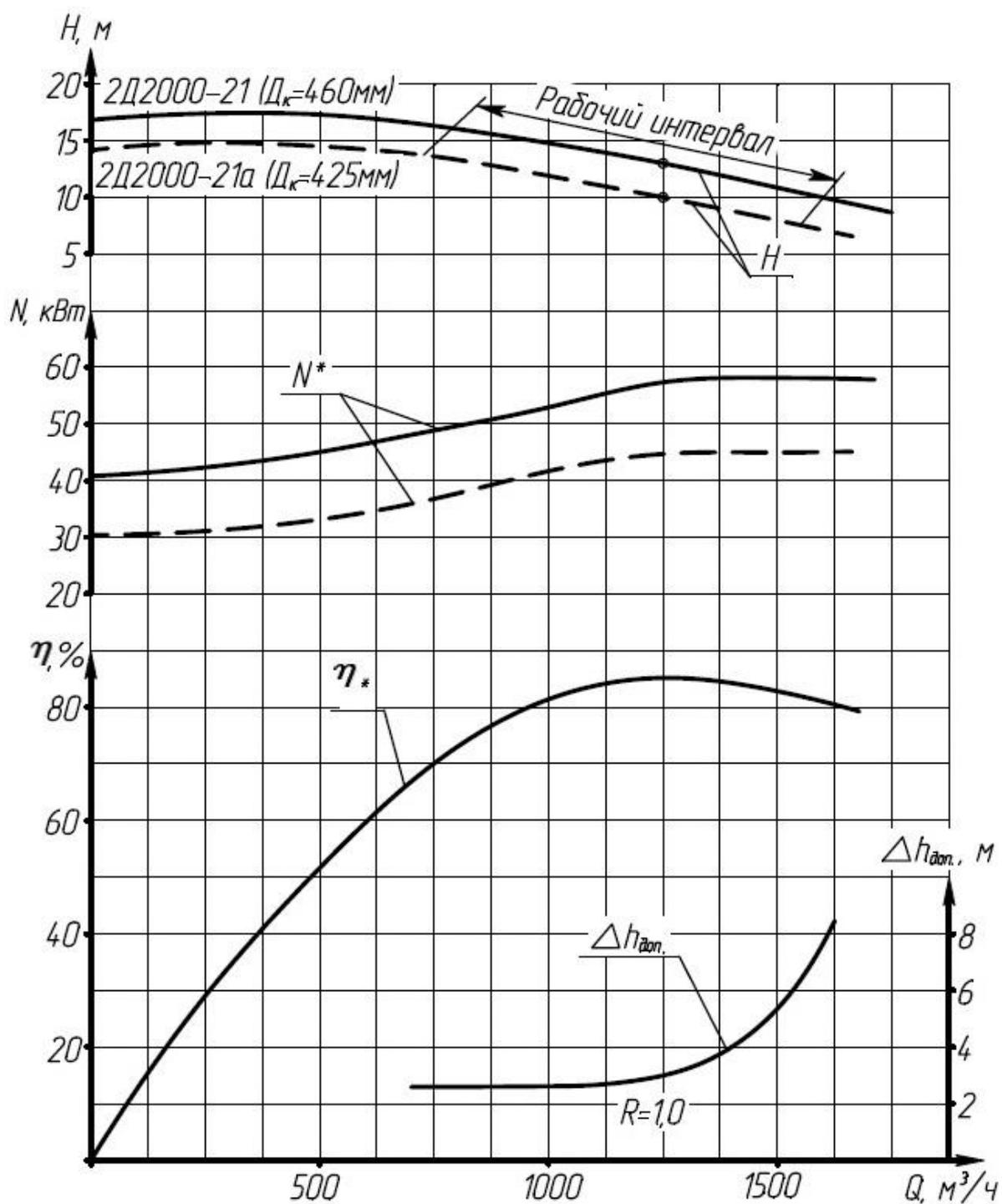
Характеристика насоса 1Д1600-90 ($n=1450$ об/мин)



Характеристика насоса 1Д1600-90 ($n=980$ об/мин)



Характеристика насоса 2Д2000-21 ($n=980$ об/мин)



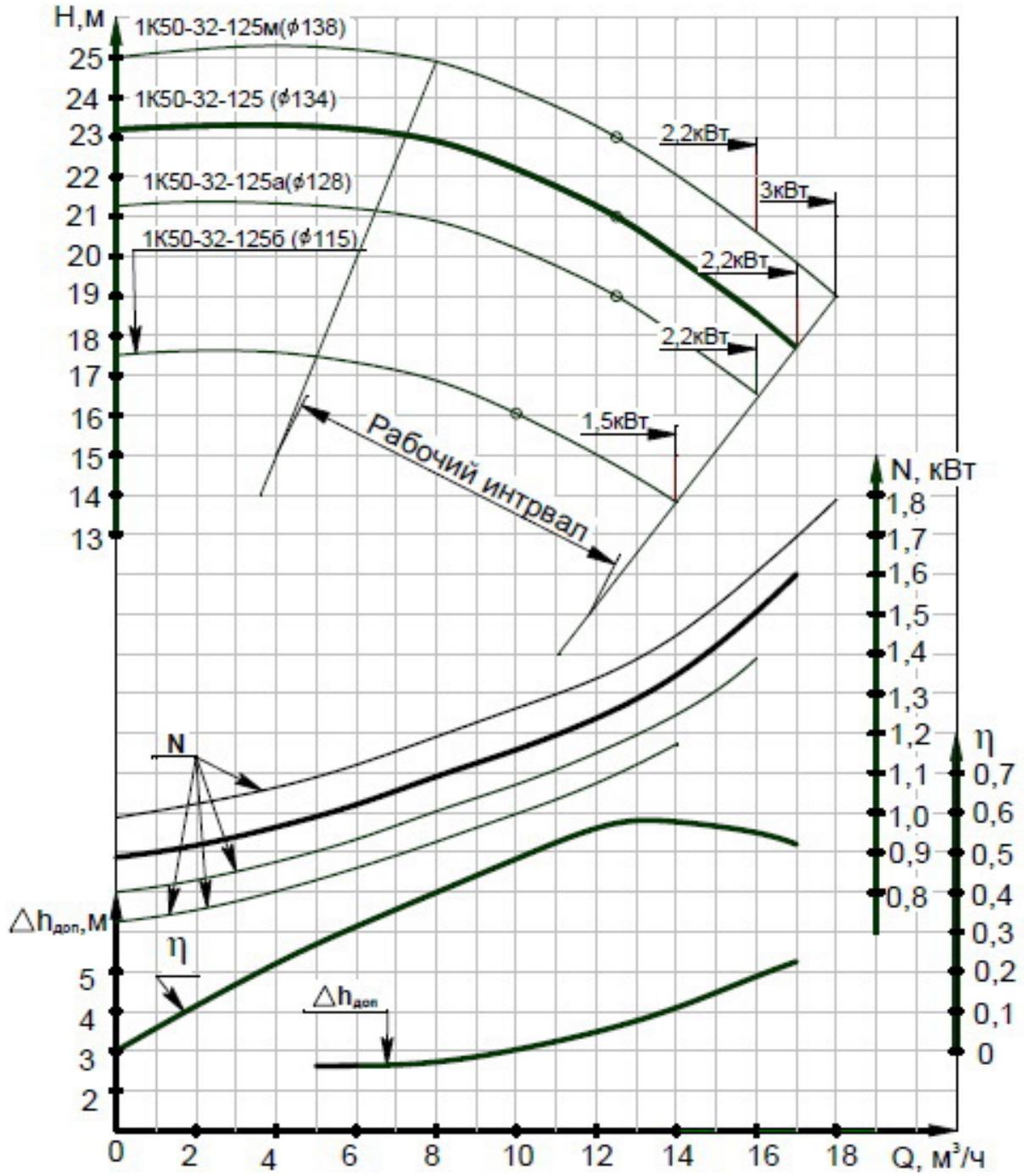
Характеристика насоса 2Д2000-21 ($n=730$ об/мин)

Продолжение прил. 1

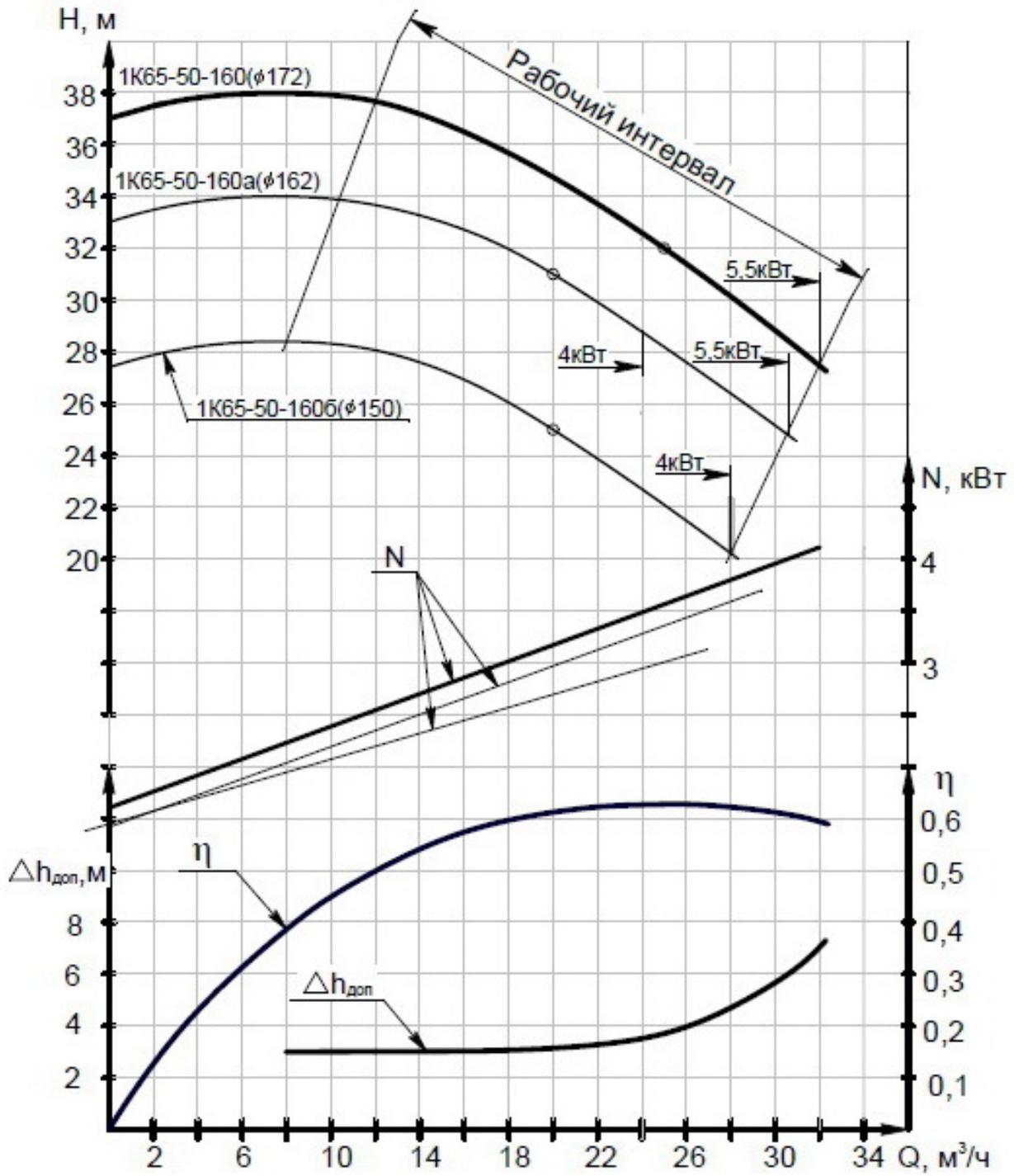
Таблица II

Технические характеристики насосов марки К.

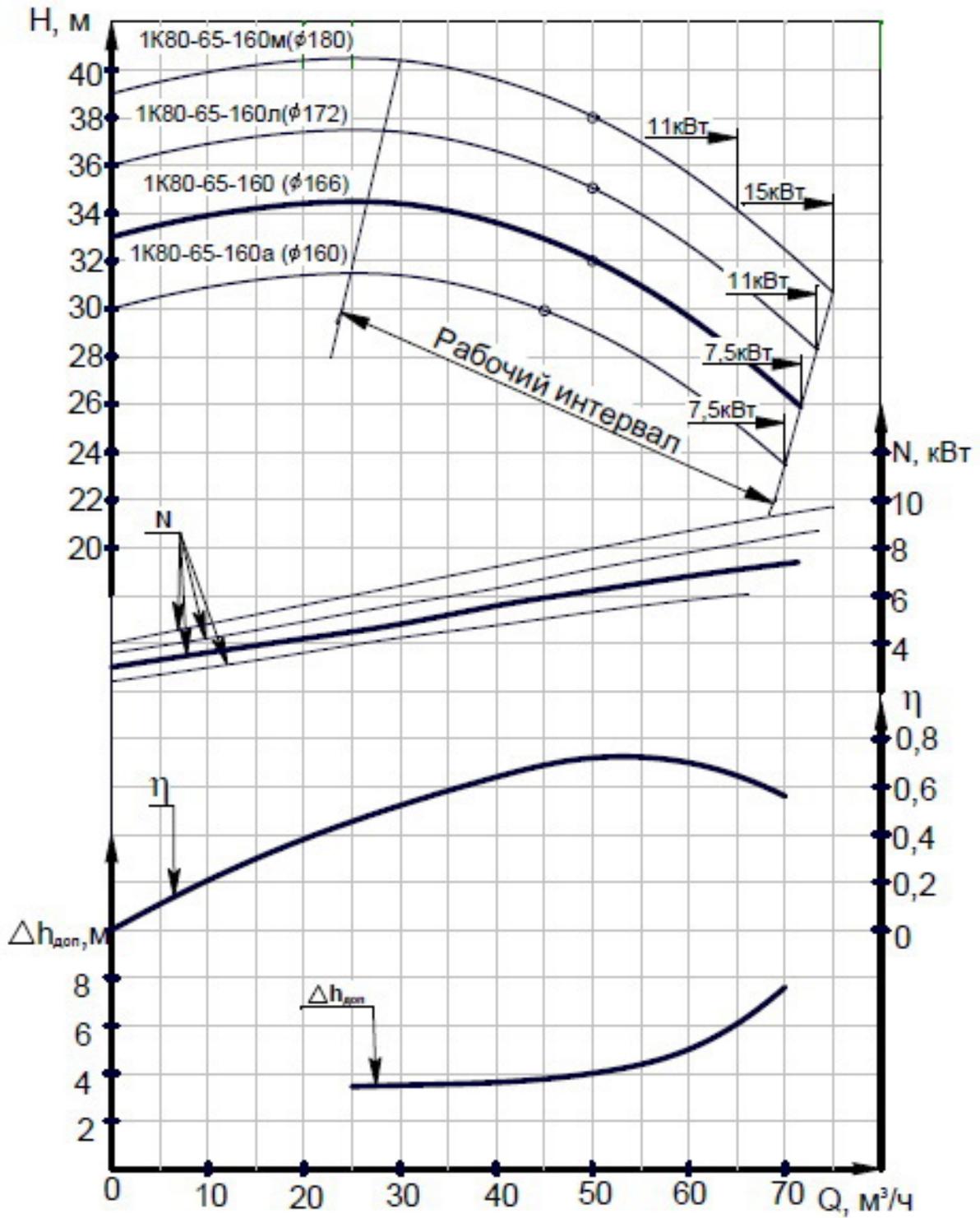
Марки	Подача (номин.), м ³ /ч	Напор, м	Мощность потребляемая насосом, кВт. (номин.)	Частота вращения,		КПД насоса, %
				об/мин	с ⁻¹	
1	2	3	4	5	6	7
1К50-32-125м	12.5	22	1.8	2900	48,3	58
1К50-32-125	12.5	20	1.6			
1К50-32-125а	12.5	18	1.4			
1К50-32-125б	10	16	1.1			
1К65-50-160	25	32	4.2	2900	48,3	62
1К65-50-160а	19	31	3.8			
1К65-50-160б	19	25	3.0			
1К80-65-160м	50	38	11.2	2900	48,3	72
1К80-65-160	50	35	9.1			
1К80-65-160а	45	30	6.5			
1К80-50-200м	50	58	16.0	2900	48,3	65
1К80-50-200	50	50	15.0			
1К80-50-200а	45	50	12.0			
1К80-50-200б	40	35	10.0			
1К100-80-160	100	34	14.0	2900	48,3	79
1К100-80-160а	90	28	12.0			
1К100-80-160б	80	22	10.0			
1К100-65-200м	100	55	25.0	2900	48,3	70
1К100-65-200	100	50	22.5			
1К100-65-200а	90	45	18.0			
1К100-65-200б	90	40	15.0			
1К100-65-250м	100	90	47.0	2900	48,3	67
1К100-65-250	100	80	40.0			
1К100-65-250а	80	70	33.0			
1К100-65-250б	80	60	25.0			
1К150-125-315	200	32	30.0	1450	24,2	76
1К150-125-315а	200	25	22.5			
1К150-125-315б	200	20	18.5			
2К80-65-160м	50	38	9.5	2900	48,3	72
2К80-65-160л	50	35	8,2			
2К80-65-160	50	32	7,0			
2К80-65-160а	45	30	6.5			
2К100-80-160м	100	38	14.0	2900	48,3	80
2К100-80-160	100	34	13.0			
2К100-80-160а	90	28	11.0			
2К100-80-160б	90	25	9.5			
2К100-80-160в	80	23	9.0			



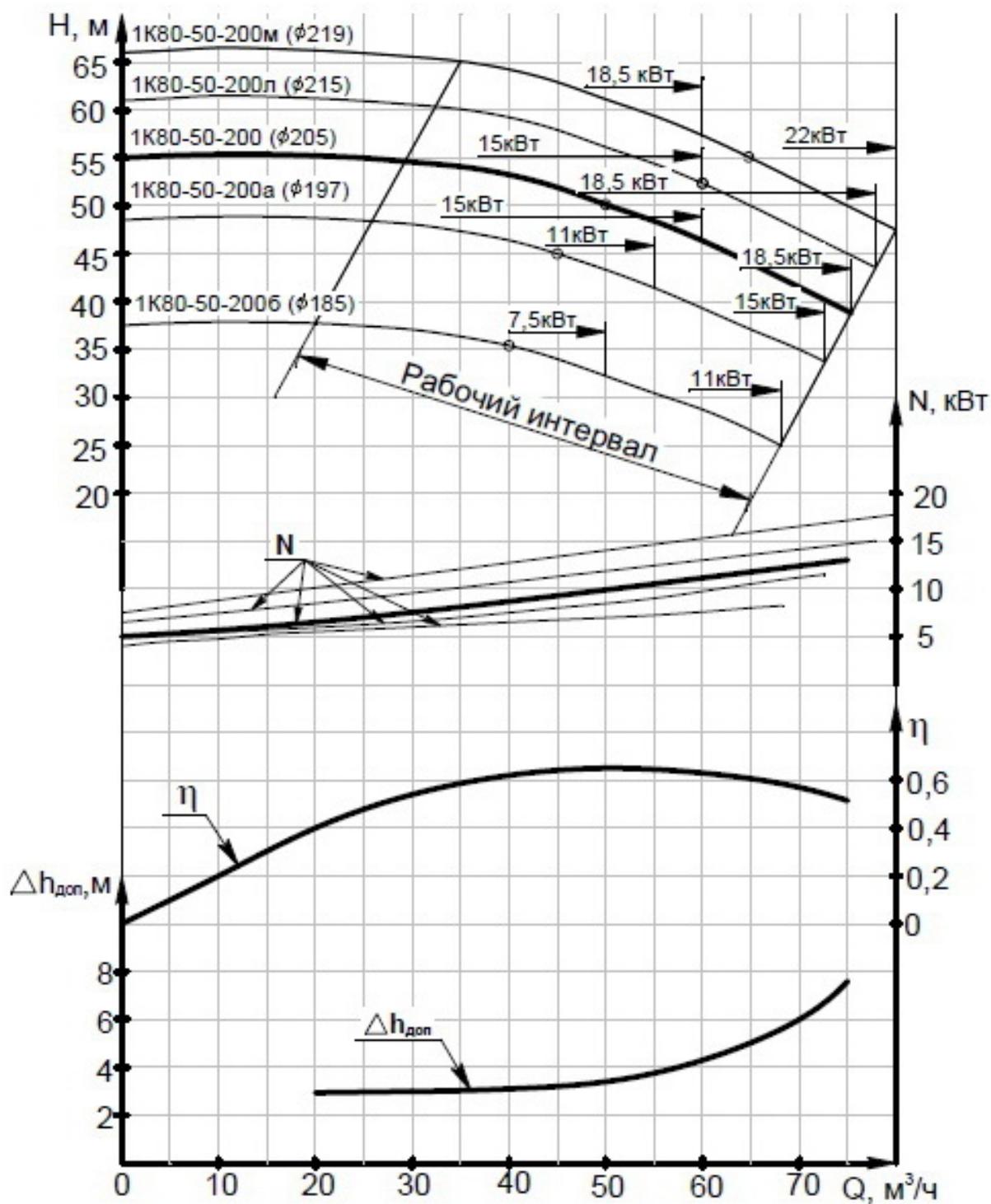
Характеристика насоса 1K50-32-125 ($n=2900$ об/мин)



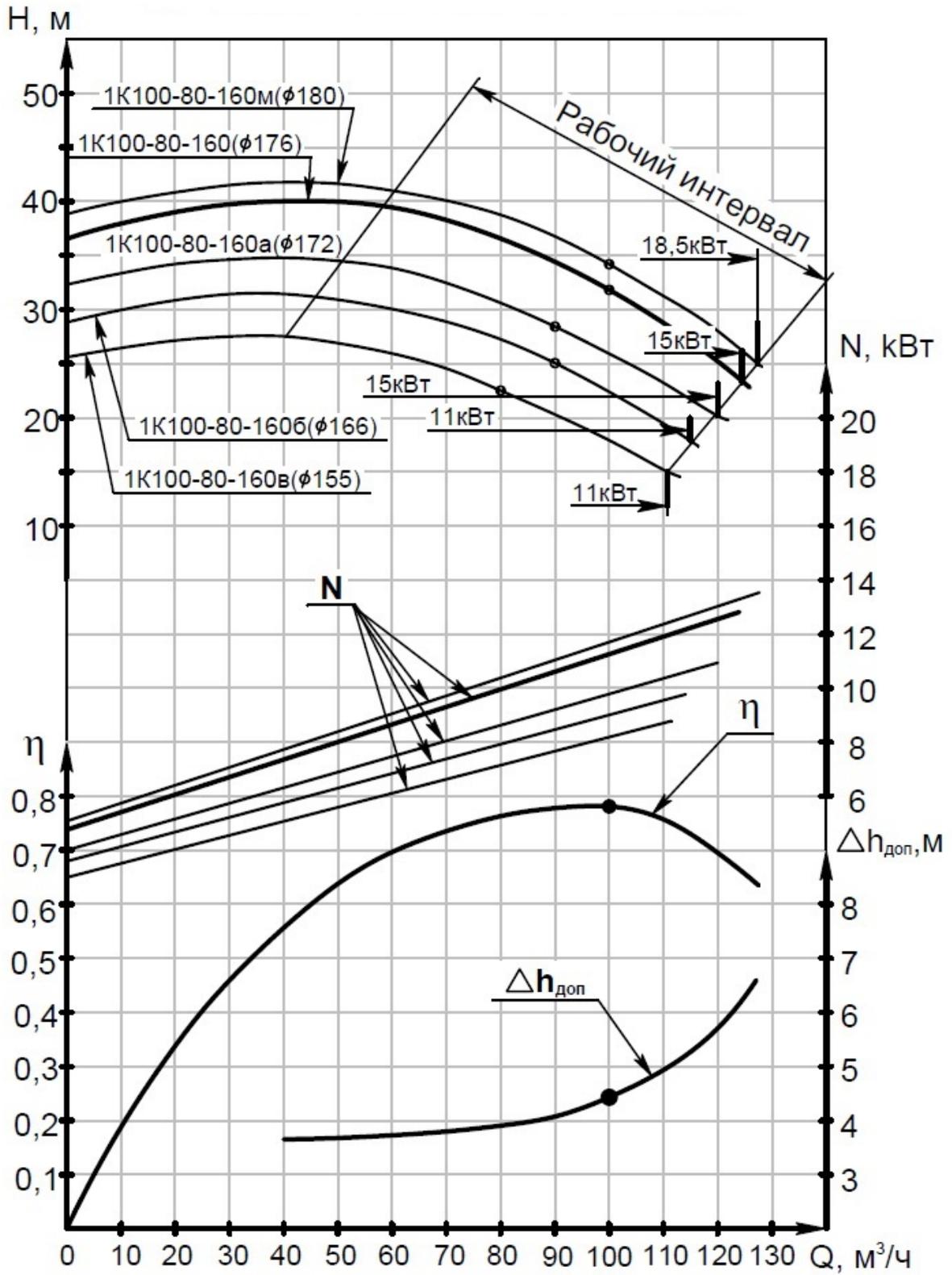
Характеристика насоса 1К65-50-160 ($n=2900$ об/мин)



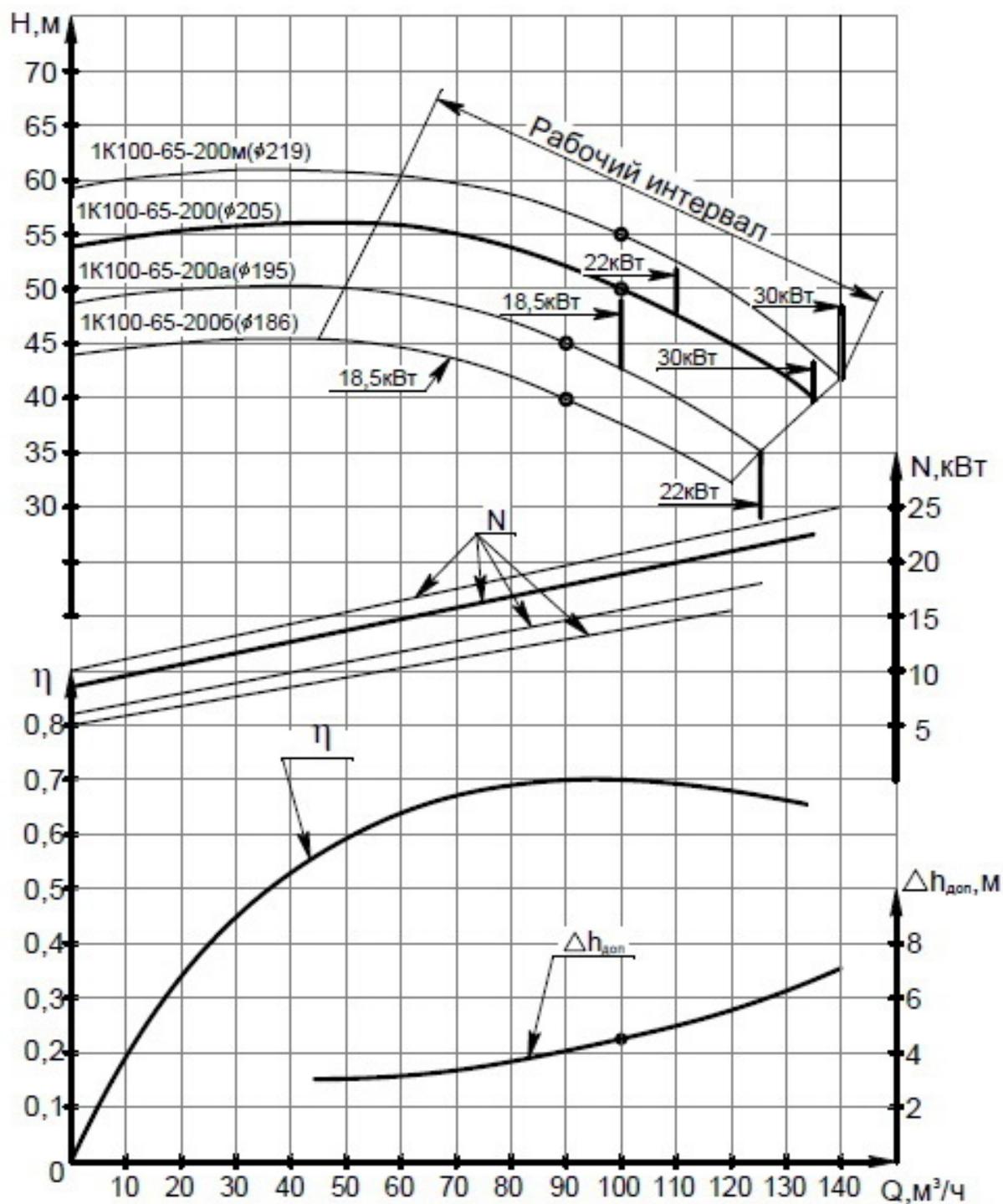
Характеристика насоса 1K80-65-160 ($n=2900$ об/мин)



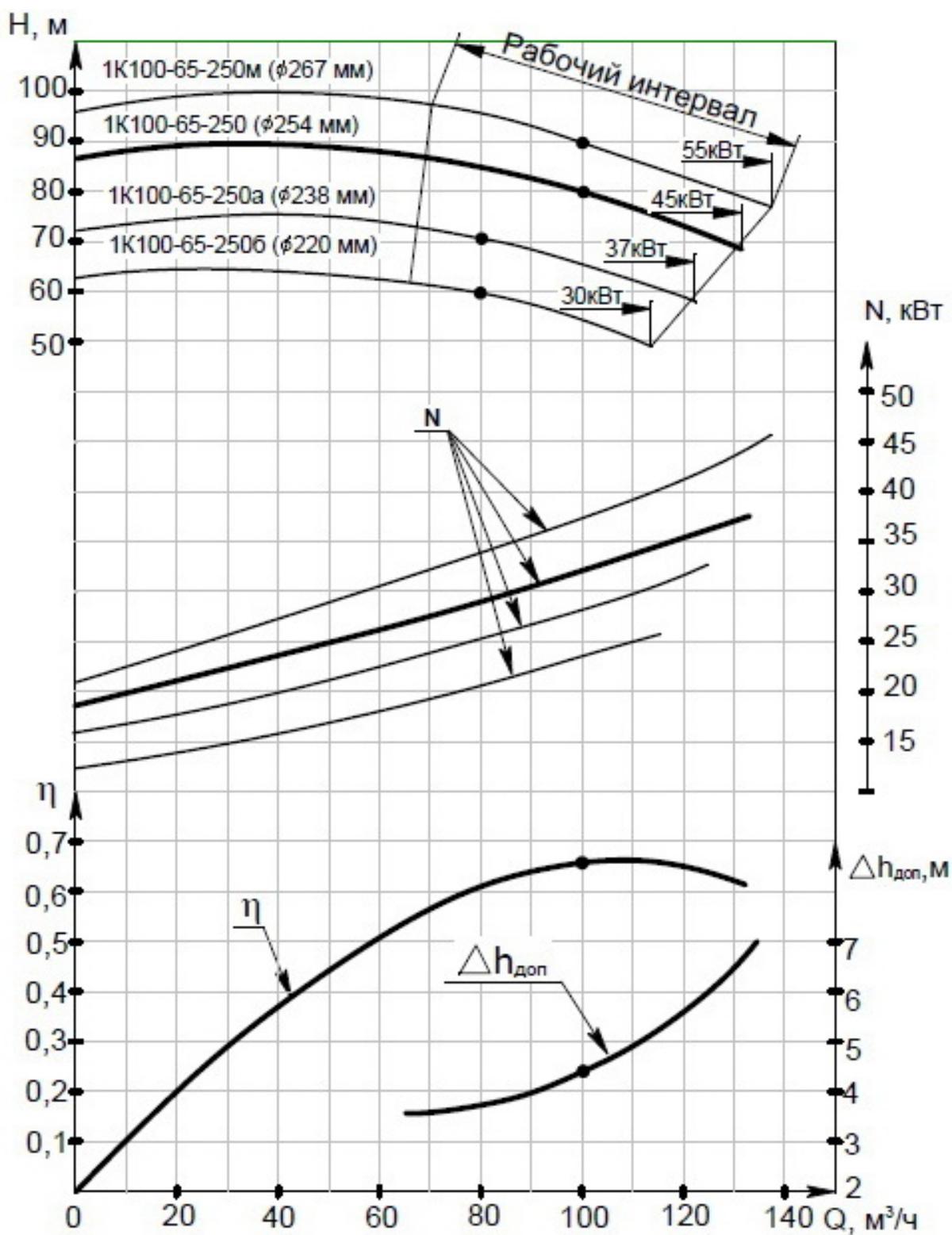
Характеристика насоса 1K80-50-200 ($n=2900$ об/мин)



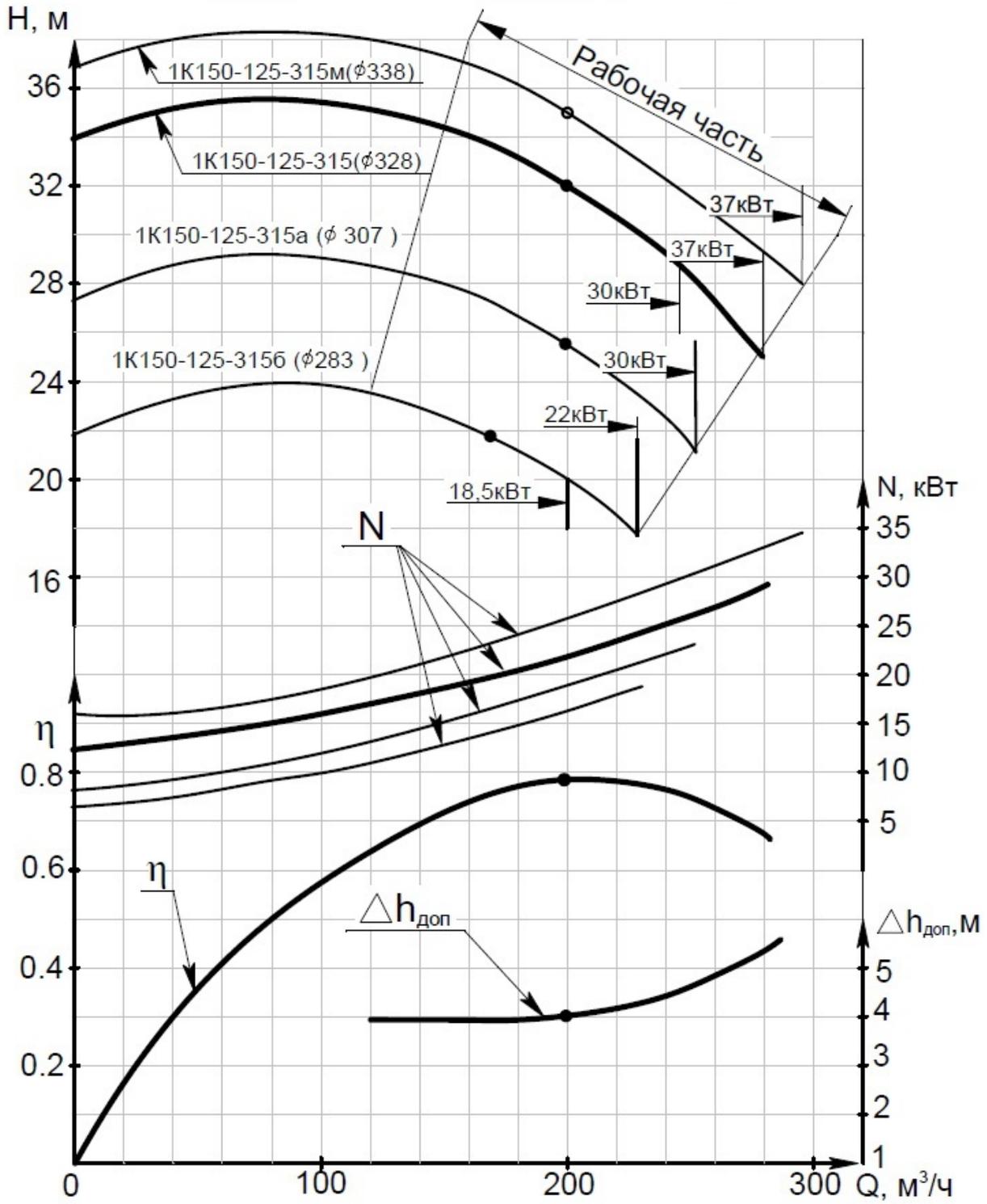
Характеристика насоса 1K100-80-160 ($n=2900$ об/мин)



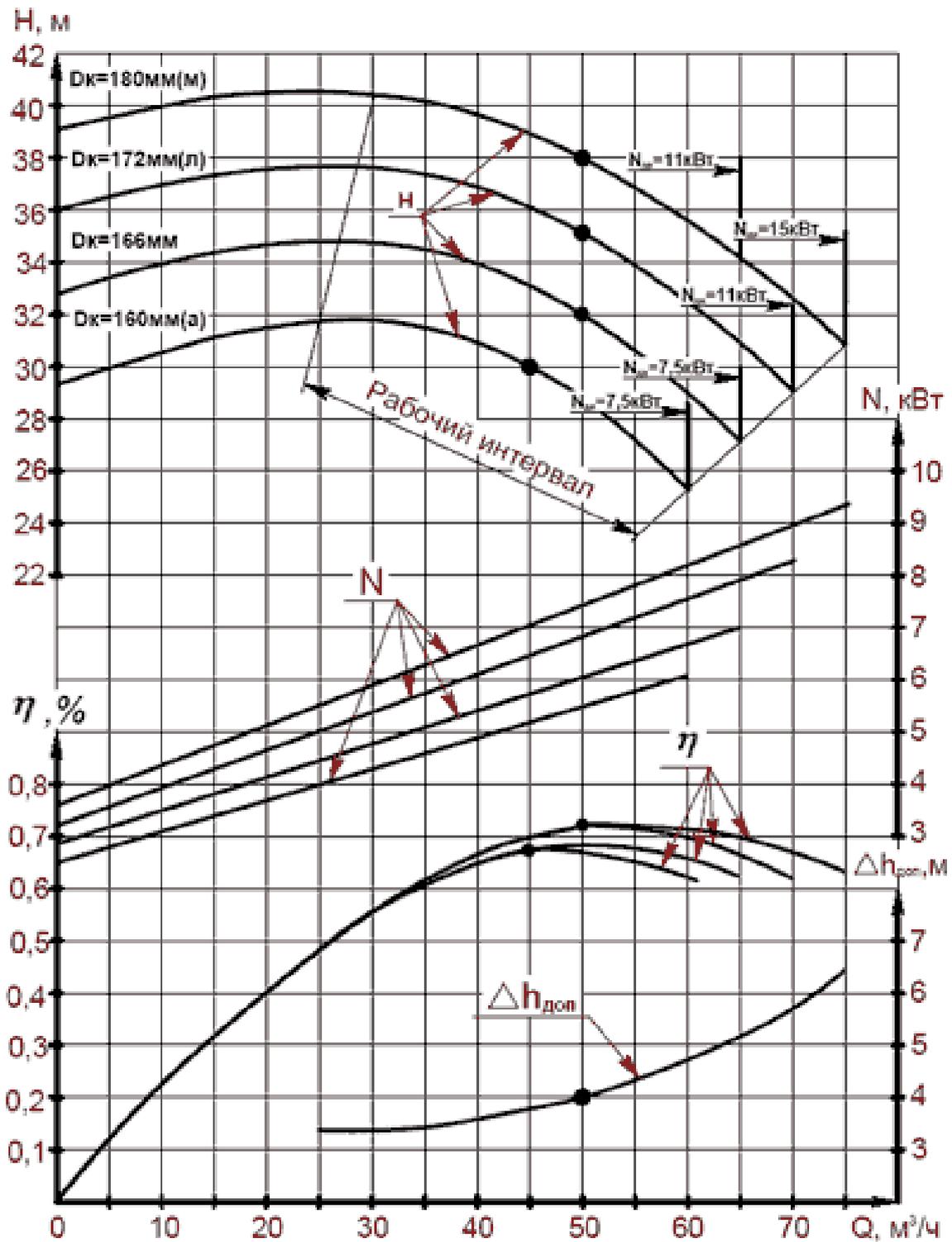
Характеристика насоса 1K100-65-200 ($n=2900$ об/мин)



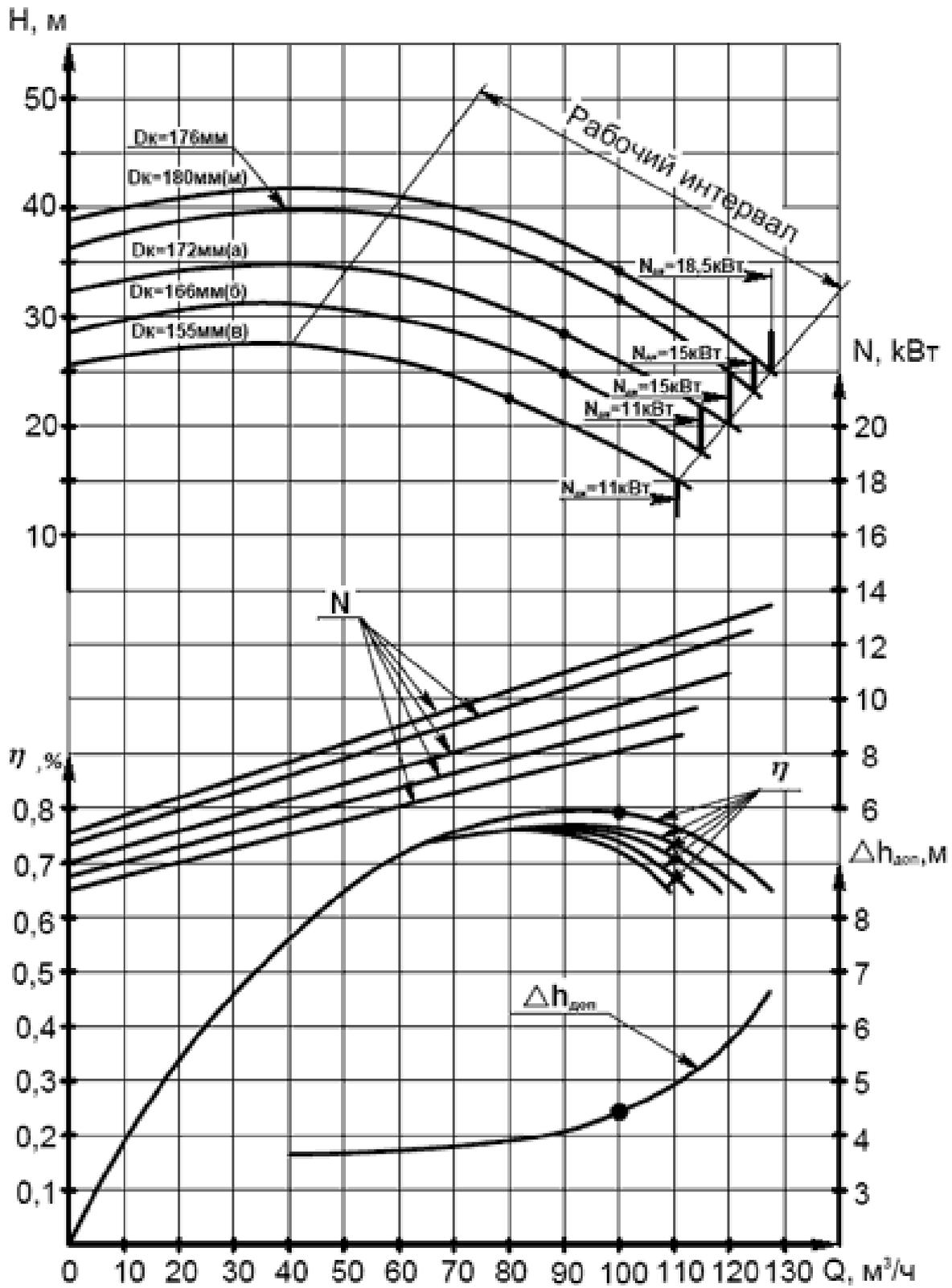
Характеристика насоса 1K100-65-250 ($n=2900$ об/мин)



Характеристика насоса 1K150-125-315 ($n=1450$ об/мин)



Характеристика насоса 2K80-65-160 ($n=2900$ об/мин)

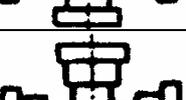
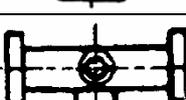
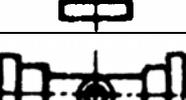
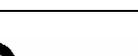


Характеристика насоса 2К100-80-160 ($n=2900$ об/мин)

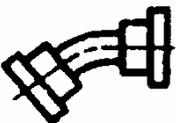
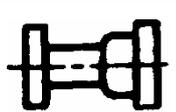
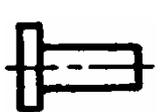
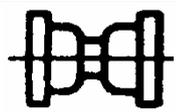
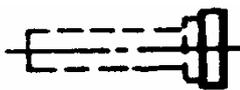
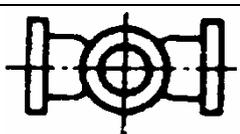
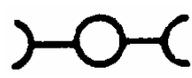
Приложение 2

Таблица I

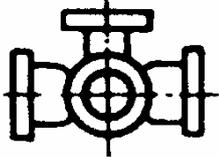
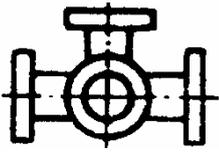
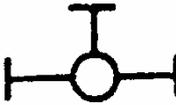
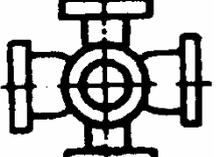
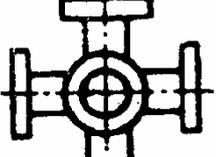
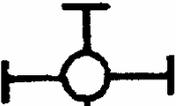
Фасонные части чугунных водопроводных труб

Наименование	Эскиз	Обозначение на схемах	Обозначение в документах
1	2	3	4
1. Тройник фланцевый			ТФ
2. Тройник раструбный			ТР
3. Тройник раструб – фланец			ТРФ
4. Крест фланцевый			КФ
5. Крест раструбный			КР
6. Крест раструб – фланец			КРФ
7. Выпуск фланцевый			ВФ
8. Выпуск раструбный			ВР
9. Колено фланцевое			УФ

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. I

1	2	3	4
10. Колено рас- трубное			УР
11. Колено рас- труб – гладкий конец			УРГ
12. Отвод рас- трубный			ОР
13. Отвод раст- руб – гладкий конец			ОРГ
14. Переход фланцевый			ХФ
15. Переход раструб – фланец			ХРФ
16. Переход раструбный			ХР
17. Переход раструб – гладкий конец			ХРГ
18. Патрубок фланец – раструб			ПФР
19. Патрубок фланец – глад- кий конец			ПФГ
20. Двойной раструб			ДР
21. Заглушка фланцевая			ЗФ
22. Пожарная подставка раструбная			ППР

Продолжение прил. 2
Окончание табл. I

1	2	3	4
23. Тройник раструб – фланец с пожарной под- ставкой			ППТРФ
24. Тройник фланцевый с пожарной подставкой			ППТФ
25. Крест фла- нец – раструб с пожарной под- ставкой			ППКРФ
26. Крест фланцевый с пожарной подставкой			ППКФ

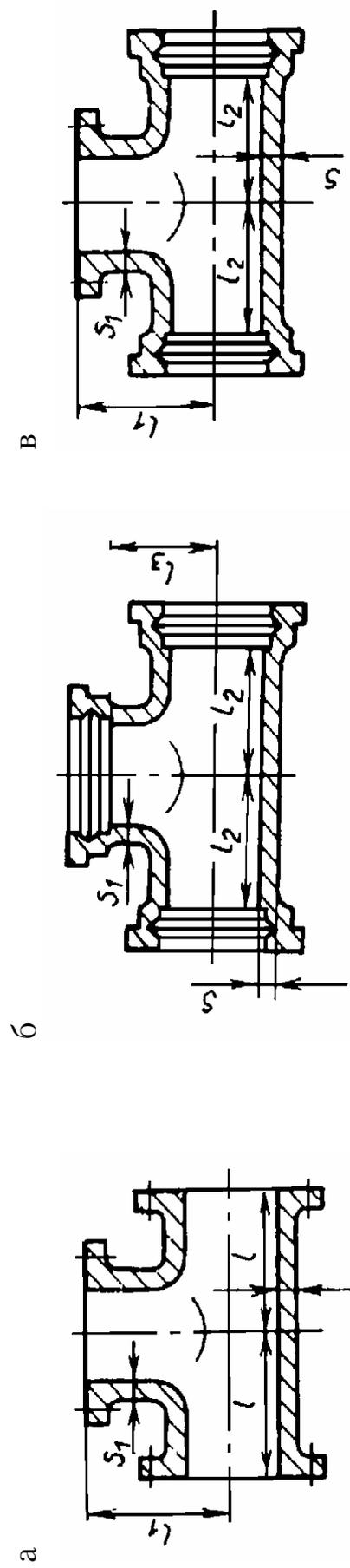


Рис. I. Условные размеры тройников: а – фланцевый; б – раструбный; в – раструб – фланец

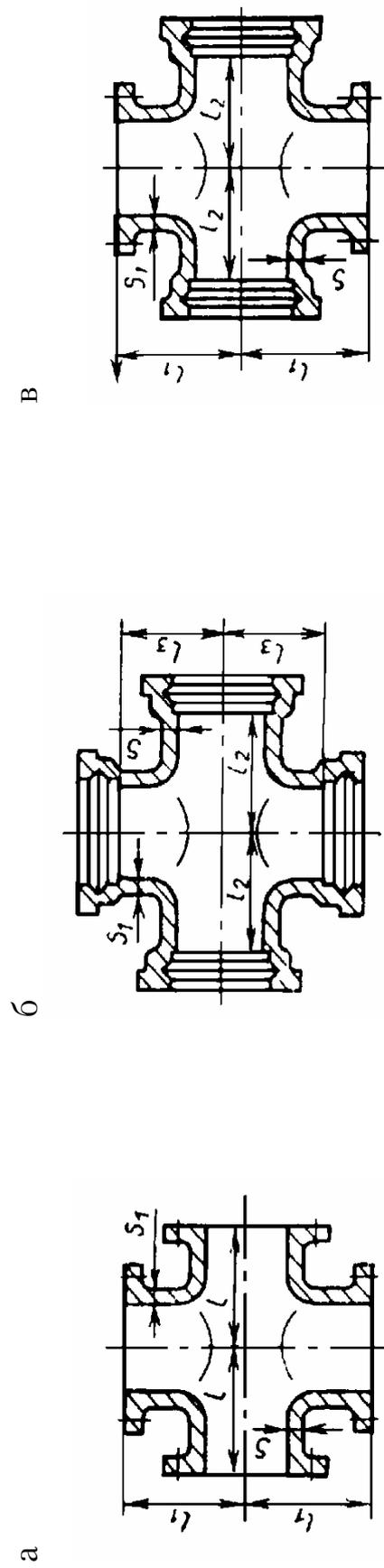


Рис. II. Условные размеры крестов: а – фланцевый; б – раструбный; в – раструб – фланец

Продолжение прил. 2
Таблица II

Размеры тройников и крестов

Условный проход стволы D_0 , мм	Обозначение размеров	Условный проход отрезка d_0 , мм																Наружный диаметр стволы D_H	Толщина стенки стволы S						
		65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900			1000	1200				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
65	l	140																							
	l_1	140																							
	l_2	115																							
	l_3	115																							
	S_1	9																							
80	l	150	150																						
	l_1	150	150																						
	l_2	125	125																						
	l_3	115	125																						
	S_1	9	10																						
100	l	200	200	200																					
	l_1	150	175	200																					
	l_2	125	125	150																					
	l_3	125	125	150																					
	S_1	9	10	10																					

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
125	<i>l</i>	225	225	225	225																	
	<i>l</i> ₁	175	175	175	225															144		
	<i>l</i> ₂	140	150	150	200																	11
	<i>l</i> ₃	140	150	150	200																	
	<i>S</i> ₁	9	10	10	11																	
150	<i>l</i>	250	250	250	250	250																
	<i>l</i> ₁	200	200	200	200	250														170		11
	<i>l</i> ₂	140	150	150	200	200																
	<i>l</i> ₃	150	150	150	200	200																
	<i>S</i> ₁	9	10	10	11	11																
200	<i>l</i>	300	300	300	300	300	300															
	<i>l</i> ₁	225	225	225	225	225	300													222		13
	<i>l</i> ₂	140	150	200	200	200	250															
	<i>l</i> ₃	200	200	200	200	200	250															
	<i>S</i> ₁	9	10	10	11	11	13															
250	<i>l</i>		300	300	300	300	300	300														
	<i>l</i> ₁		250	250	250	250	275	300														
	<i>l</i> ₂		150	200	200	200	250	250														
	<i>l</i> ₃		200	200	250	250	250	250														
	<i>S</i> ₁		10	10	11	11	13	14													274	14
300	<i>l</i>		300	300	300	300	300	300	300													
	<i>l</i> ₁		275	275	275	275	300	300	300													
	<i>l</i> ₂		150	200	200	200	250	250	300													
	<i>l</i> ₃		250	250	250	250	250	250	300													
	<i>S</i> ₁		10	10	11	11	13	14	15												326	15

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
350	<i>l</i>			300	300	300	300	300	350	350											
	<i>l</i> ₁			300	300	300	300	325	325	350										378	
	<i>l</i> ₂			200	200	200	250	250	300	300											16
	<i>l</i> ₃			250	300	300	300	300	300	300											
	<i>S</i> ₁			10	11	11	13	14	15	16											
400	<i>l</i>			300	300	300	300	300	400	400	400										
	<i>l</i> ₁			325	325	325	350	350	350	375	400									429	17
	<i>l</i> ₂			200	200	250	250	250	300	300	300										
	<i>l</i> ₃			300	300	300	300	300	300	350	350										
	<i>S</i> ₁			10	11	11	13	14	15	16	17										
450	<i>l</i>			300	300	300	300	300	400	400	400	450									
	<i>l</i> ₁			350	350	350	375	375	400	400	400	450								480	18
	<i>l</i> ₂			200	200	250	250	250	300	300	400	400									
	<i>l</i> ₃			300	350	350	350	350	350	350	350	400									
	<i>S</i> ₁			10	11	11	13	14	15	16	17	18									
500	<i>l</i>			300	300	300	300	400	400	400	400	500	500								
	<i>l</i> ₁			375	375	375	400	400	425	425	425	450	500							532	19
	<i>l</i> ₂			200	200	250	250	250	300	300	400	400	400								
	<i>l</i> ₃			350	350	350	350	350	350	400	400	400	400								
	<i>S</i> ₁			12	12	12	13	14	15	16	17	18	19								
600	<i>l</i>					300	300	400	400	400	400	500	500	550							
	<i>l</i> ₁				450	450	450	450	475	475	475	500	500	550						635	21
	<i>l</i> ₂				250	250	250	300	300	400	400	400	400	450							
	<i>l</i> ₃				400	400	400	400	400	450	450	450	450	450							
	<i>S</i> ₁				14	14	14	14	15	16	17	18	19	21							

Продолжение прил. 2
Окончание табл. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
700	l					400	400	400	400	400	500	500	500	600	600							
	l_1					500	500	500	525	525	525	550	550	550	600					738		
	l_2					250	300	300	300	400	400	450	400	400	500							24
	l_3					450	450	450	450	500	500	500	500	500	550							
	S_1					16	16	16	16	16	17	18	19	19	21	24						
800	l					400	400	400	400	500	500	500	500	700	700	700						
	l_1					550	550	575	575	575	575	600	600	625	625	700					842	26
	l_2					300	300	300	300	400	400	400	500	500	600							
	l_3					500	500	550	550	550	550	550	550	550	550	600						
	S_1					18	18	18	18	18	18	18	19	19	21	24	26					
900	l					400	400	400	400	500	500	500	500	700	700	700	750					
	l_1					600	625	625	625	625	650	650	650	675	675	700	750				945	28
	l_2					300	300	300	300	400	400	400	500	500	600							
	l_3					550	550	600	600	600	600	600	600	600	600	600	650					
	S_1					20	20	20	20	20	20	20	20	21	24	26	28					
1000	l						500	500	500	500	500	500	700	700	700	700	800	800	800			
	l_1						675	675	675	675	700	700	700	725	750	800	800	800	800		1048	30
	l_2						400	400	400	400	400	400	500	500	600							
	l_3						600	650	650	650	650	650	650	650	650	700	700	700	700			
	S_1						21	21	21	21	21	21	21	21	24	26	28	30				
1200	l						500	500	500	500	500	700	700	700	700	800	800	1000	1000			
	l_1						800	800	800	800	800	800	825	825	850	900	900	900	1000		1256	34
	l_2						400	400	400	400	400	400	500	500	600							
	l_3						750	750	750	750	750	750	750	750	750	800	800	800	850			
	S_1						24	24	24	24	24	24	24	24	24	26	28	30	34			

Примечания: 1. Размеры тройников и крестов указаны в мм.

2. Обозначения размеров следует увязывать с рис. I и II.

Продолжение прил. 2
Таблица III

Масса тройников и крестов

1	2	Масса тройников и крестов, кг, при условном проходе отрезка d_0 , мм																				
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
65	ТФ	15,2																				
	ТРФ	16,7																				
	ТР	17,4																				
	КФ	19,7																				
	КРФ	21,2																				
	КР	22,6																				
80	ТФ	18,6	20,0																			
	ТРФ	19,9	21,3																			
	ТР	20,5	22,0																			
	КФ	23,1	25,9																			
	КРФ	24,4	27,2																			
	КР	25,6	28,8																			
100	ТФ	23,5	25,0	26,6																		
	ТРФ	23,7	25,4	28,3																		
	ТР	24,5	25,6	29,1																		
	КФ	27,4	31,2	34,3																		
	КРФ	28,1	31,6	36,0																		
	КР	29,6	31,9	37,6																		

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. III

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
125	ТФ	31,5	32,8	33,6	37,6														
	ТРФ	31,7	33,6	34,4	41,7														
	ТР	32,3	34,3	35,9	43,8														
	КФ	36,1	38,7	40,4	48,3														
	КРФ	36,3	39,5	41,2	52,4														
	КР	37,4	40,8	44,1	56,6														
150	ТФ	39,2	40,8	41,7	44,0	48,0													
	ТРФ	37,2	39,4	40,3	46,6	50,6													
	ТР	37,6	39,5	41,1	49,5	51,9													
	КФ	44,1	46,8	48,6	53,3	59,0													
	КРФ	42,0	45,4	47,2	55,9	63,9													
	КР	42,7	45,8	48,9	61,7	66,6													
200	ТФ	62,4	63,6	64,4	66,7	68,5	78,3												
	ТРФ	51,2	53,6	60,6	62,9	64,7	80,7												
	ТР	51,9	54,4	62,5	65,4	67,5	81,9												
	КФ	67,1	69,6	71,3	75,7	79,4	98,9												
	КРФ	55,9	59,6	67,5	71,9	75,6	101												
	КР	57,4	61,0	70,4	76,1	80,2	104												
250	ТФ		82,2	83,0	85,1	86,9	93,2	101											
	ТРФ		71,5	80,6	82,8	83,6	99,1	107											
	ТР		71,7	81,4	85,7	87,8	102	110											
	КФ		88,1	89,7	94,0	97,5	110	125											
	КРФ		77,4	86,5	91,4	94,0	116	132											
	КР		77,7	88,4	97,4	102	122	137											
300	ТФ		100	101	103	105	111	116	120										
	ТРФ		90,7	102	105	106	123	128	143										
	ТР		91,7	104	107	109	124	131	155										
	КФ		106	108	112	115	127	137	147										
	КРФ		96,9	108	113	116	139	149	169										
	КР		98,2	112	117	121	142	155	192										

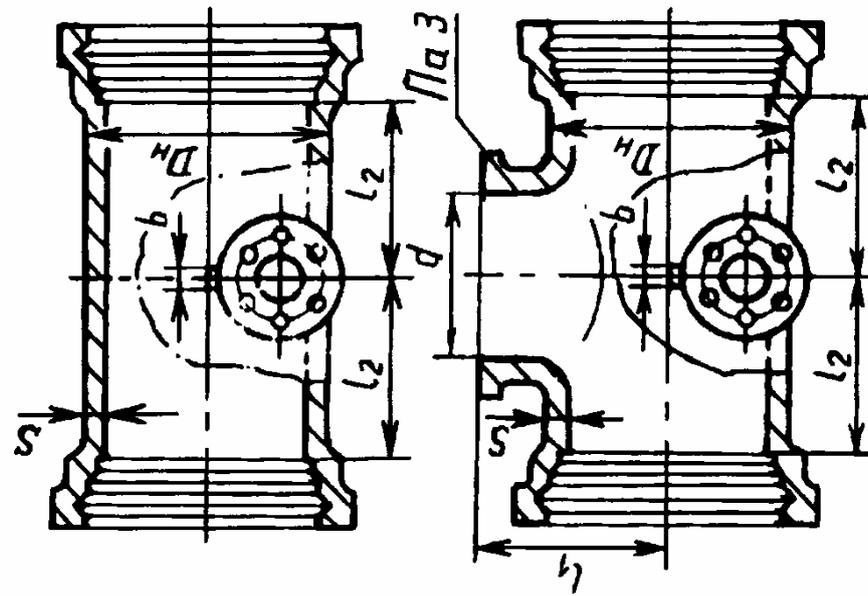
Продолжение прил. 2
Продолжение табл. III

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
350	ТФ			126	128	130	134	140	157	168									
	ТРФ			127	129	130	148	154	172	183									
	ТР			128	132	134	153	160	181	190									
	КФ			132	136	140	148	161	182	204									
	КРФ			134	138	141	162	175	196	216									
400	КР			135	143	148	171	185	214	233									
	ТФ			153	156	157	162	167	202	213	226								
	ТРФ			155	156	174	179	185	204	214	243								
	ТР			156	157	175	180	186	209	224	252								
	КФ			159	163	166	178	187	226	247	273								
450	КРФ			160	164	184	195	204	228	247	290								
	КР			162	167	186	196	208	239	267	307								
	ТФ			175	177	179	184	188	233	240	248	283							
	ТРФ			182	184	204	210	214	238	246	294	308							
	ТР			182	186	207	212	219	245	253	301	321							
500	КФ			182	186	188	200	208	258	273	289	340							
	КРФ			188	192	214	223	234	265	279	334	364							
	КР			188	192	220	229	243	276	292	348	389							
	ТФ			206	208	209	214	261	272	274	283	337	359						
	ТРФ			217	219	243	247	251	280	286	339	349	370						
600	ТР			219	221	245	249	254	283	297	351	362	376						
	КФ			213	216	219	229	281	293	306	322	386	430						
	КРФ			224	228	253	263	271	305	318	378	398	442						
	ТФ					273	277	338	343	353	357	425	434	498					
	ТРФ					324	328	360	365	430	437	448	455	520					
600	ТР					329	334	367	374	446	453	462	477	525					
	КФ					285	287	357	367	379	394	470	489	583					
	КРФ					336	343	378	388	440	474	490	510	609					
	КР					338	345	384	395	481	499	517	544	630					

Продолжение прил. 2
Окончание табл. III

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
700	ТФ					440	442	447	451	455	539	548	555	649	699				
	ТРФ					431	435	476	481	563	569	578	585	679	768				
	ТР					432	435	479	484	574	582	590	602	704	803				
	КФ					453	459	465	473	482	572	588	603	713	814				
	КРФ					443	450	495	503	590	603	618	633	743	883				
	КР					445	452	500	510	611	627	644	667	794	952				
800	ТФ						562	566	570	672	675	681	689	901	930	1003			
	ТРФ						592	595	597	701	705	707	812	833	960	1033			
	ТР						592	597	608	712	718	724	831	853	985	1048			
	КФ						579	585	594	700	708	719	731	966	1024	1171			
	КРФ						609	615	617	729	738	739	857	897	1054	1201			
	КР						609	618	641	750	762	774	891	935	1103	1230			
900	ТФ						672	678	680	801	809	811	814	1064	1090	1134	1254		
	ТРФ						737	744	745	867	874	876	996	1013	1155	1199	1320		
	ТР						736	742	753	876	881	888	1012	1030	1180	1214	1352		
	КФ						689	702	705	830	847	850	857	1123	1177	1262	1445		
	КРФ						755	768	770	896	912	915	1039	1071	1239	1327	1500		
	КР						753	764	786	916	927	939	1072	1107	1289	1357	1560		
1000	ТФ							956	958	962	971	972	1253	1264	1297	1351	1523	1570	
	ТРФ							1056	1058	1062	1071	1073	1214	1225	1397	1451	1623	1670	
	ТР							1054	1065	1071	1079	1083	1230	1243	1412	1467	1655	1725	
	КФ							980	983	990	1010	1011	1295	1317	1392	1491	1695	1784	
	КРФ							1080	1083	1090	1110	1111	1256	1278	1481	1591	1794	1882	
	КР							1076	1097	1110	1124	1134	1288	1314	1511	1621	1860	1984	
1200	ТФ								1311	1314	1318	1698	1707	1712	1729	1966	1989	2409	2603
	ТРФ								1427	1430	1434	1435	1633	1638	1844	1885	2105	2146	2624
	ТР								1430	1434	1440	1444	1640	1654	1860	1908	2137	2196	2935
	КФ								1343	1348	1357	1736	1755	1765	1798	2085	2130	2591	2960
	КРФ								1459	1464	1473	1473	1681	1691	1914	2012	2246	2328	3001
	КР								1464	1472	1484	1494	1695	1721	1944	2042	2311	2428	2998

б



а

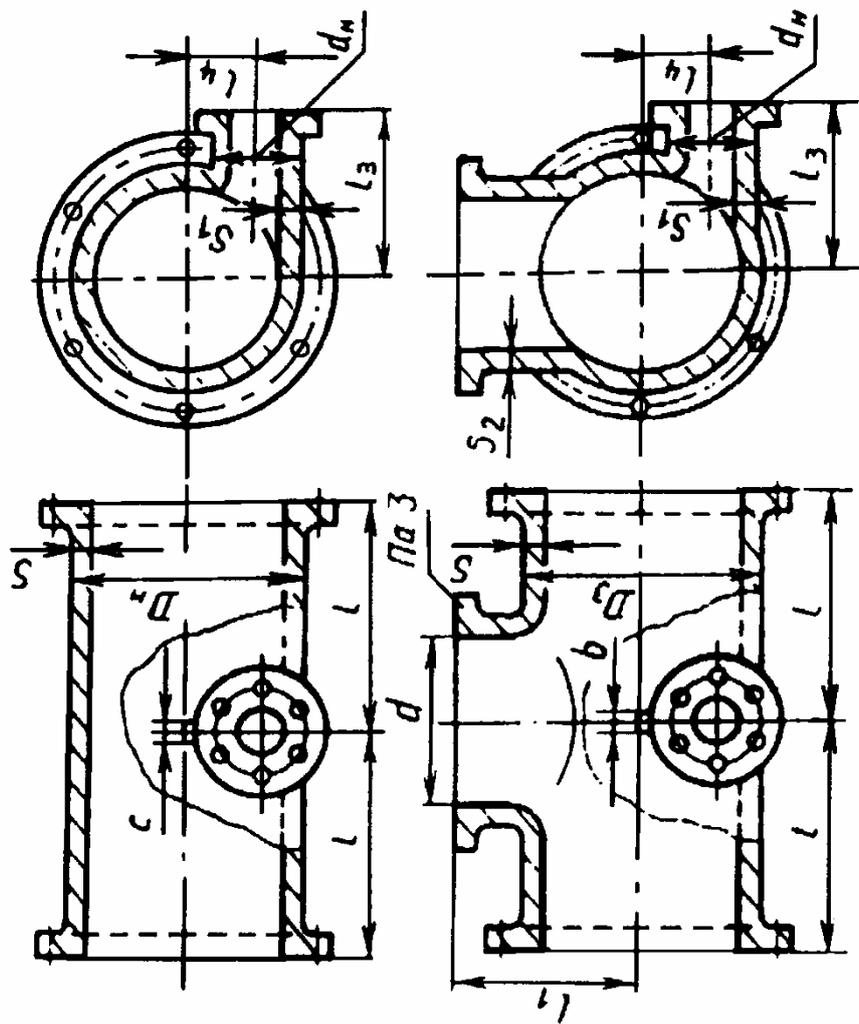


Рис. III. Условные размеры выпусков:
а – фланцевого; б – раструбного

Продолжение прил. 2
Таблица IV

Размеры и масса выпусков

Условный проход, мм	Размеры выпуска, мм													Масса выпуска, кг		
	стволом D_o	отростка d_o	d	D_n	d_n	S	S_1	S_2	l	l_1	l_2	l_3	l_4	b	фланцевого	раструбного
250	100		-	274	118	14	10		300		250	250	75	14	83,1	80,6
	150			274	170	14	11	-	300		250	250	50	14	86,8	84,2
300	100		-	326	118	15	10		300		250	275	100	15	101	103
	150			326	170	15	11	-	300		250	275	75	15	104	107
350	100		-	378	118	16	10		300		250	300	124	16	125	128
	150			378	170	16	11	-	300		250	300	99	16	128	131
400	100		-	429	118	17	10		300		250	325	149	17	153	153
	150			429	170	17	11	-	300		250	325	124	17	156	172
450	100		-	480	118	18	10		300		250	350	174	18	175	182
	150			480	170	18	11	-	300		250	375	149	18	178	203
500	100		500	532	118	19	12	19	500	500	400	375	201	19	264	276
	150			532	170	19	12	19	500	500	400	425	175	19	267	301
600	150		600	635	170	21	14	21	550	550	450	425	227	20	331	382
	200			635	222	21	14	21	550	550	450	450	201	20	334	385
700	150		600	738	170	24	16	21	600	550	500	450	279	20	475	467
	200			738	222	24	16	21	600	550	500	500	253	20	478	471
800	200		600	842	222	26	18	21	700	625	500	525	305	22	580	617
	300			842	326	26	18	21	700	625	500	575	353	25	585	624
900	200		600	945	222	28	20	21	700	675	500	575	356	24	670	751
	300			945	326	28	20	21	700	675	500	625	304	26	675	756
1000	300		600	1048	326	30	21	21	700	725	500	675	326	26	918	1047
	400			1048	429	30	21	21	700	725	500	700	304	26	927	1055
1200	300		600	1256	326	34	24	24	700	825	500	750	460	26	1215	1388
	400			1256	429	34	24	24	700	825	500	800	408	28	1221	1394

Примечание. Обозначения размеров выпусков следует увязывать с рис. III.

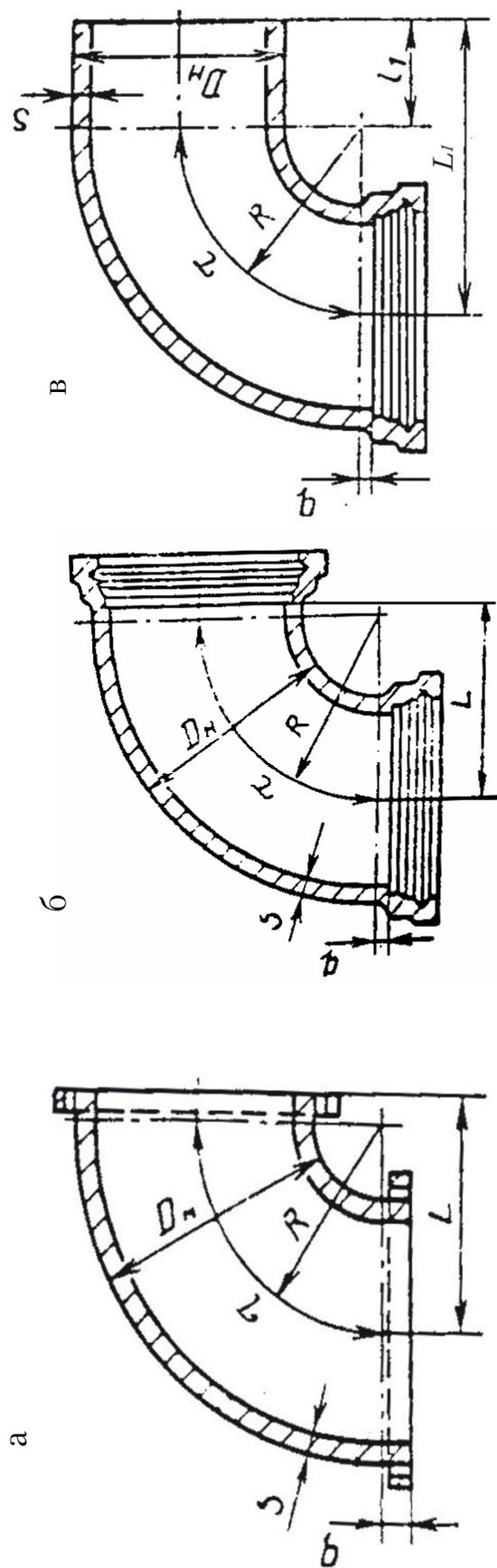


Рис. IV. Условные размеры колен:
 а – колено фланцевое; б – колено раструбное; в – колено раструб – гладкий конец

Продолжение прил. 2
Таблица V

Размеры и масса колен

Условный проход $D_{\text{ор}}$ мм	Размеры колена, мм											Масса колена, кг		
	S	$D_{\text{н}}$	r	q	L	L_1	l	l_1	$2q+l$	$q+l+l_1$	флан- цевого	раструб- ного	раструба – гладкого конца	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
65	9	81	108	30	138	338	168	230	228	428	10,4	12,6	11,3	
80	10	98	120	30	150	350	188	230	248	448	13,0	15,5	14,2	
100	10	118	160	40	200	400	251	240	331	531	17,2	21,4	19,6	
125	11	144	185	40	225	425	291	240	371	571	24,3	30,1	27,9	
150	11	170	210	40	250	450	330	240	410	610	31,1	37,7	35,0	
200	13	222	260	40	300	500	408	240	488	688	50,8	59,4	57,2	
250	14	275	260	40	300	500	408	240	488	688	67,1	81,3	77,5	
300	15	326	260	40	300	500	408	240	488	688	82,5	105	99,8	
350	16	378	300	50	350	550	471	250	571	771	115	143	136	
400	17	429	350	50	400	600	550	250	650	850	155	188	178	
450	18	480	400	50	450	650	628	250	728	928	193	237	226	
500	19	532	450	50	500	700	707	250	807	1007	245	301	284	
600	21	635	490	60	550	850	770	360	890	1190	347	427	432	
700	24	738	540	60	600	900	848	360	968	1268	494	602	607	
800	26	842	640	60	700	1000	1005	360	1125	1425	704	831	830	
900	28	945	680	70	750	1050	1068	370	1208	1508	893	1076	1067	
1000	30	1048	730	70	800	1100	1147	370	1287	1587	1133	1872	1340	
1200	34	1256	920	80	1000	1300	1445	380	1605	1905	1852	2137	2121	

Примечание. Обозначения размеров колен следует увязывать с рис. IV.

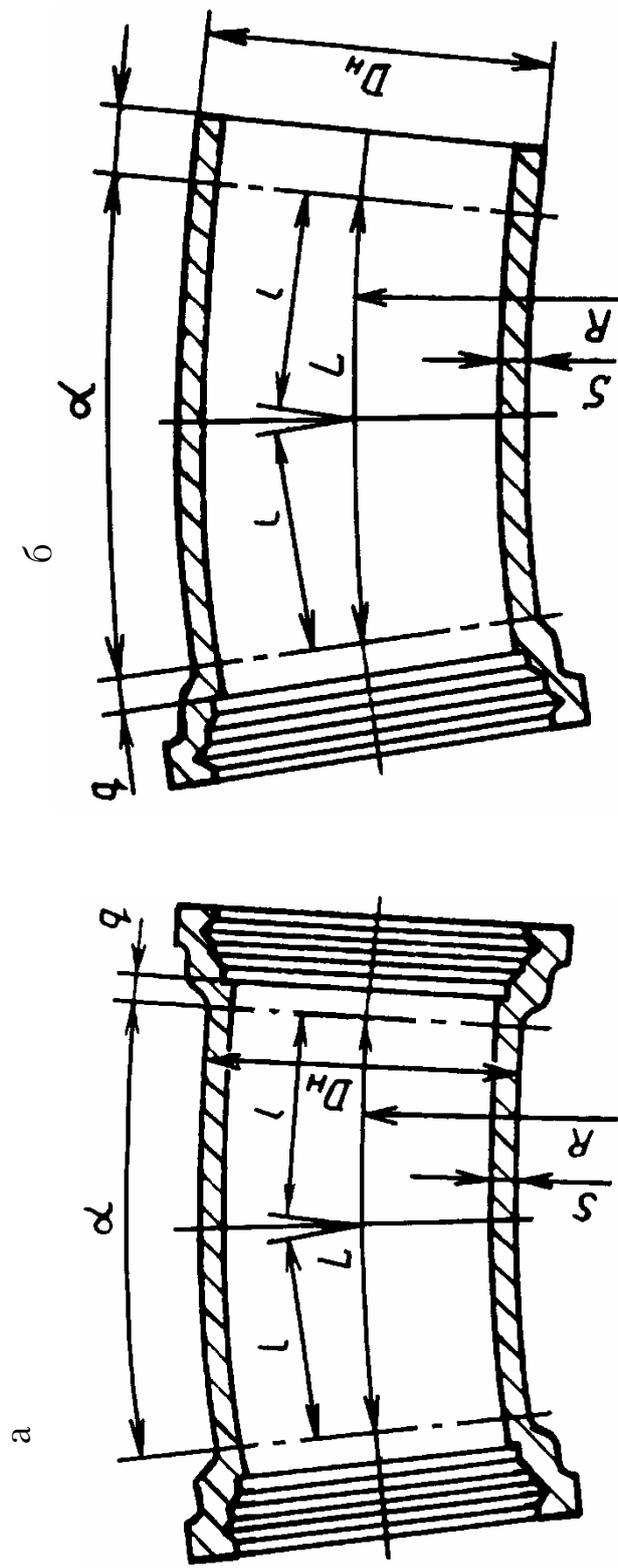


Рис. V. Условные размеры отводов:
а – раструбный; б – раструб – гладкий конец

Продолжение прил. 2
Таблица VI

Размеры и масса отводов

Условный проход D_o , мм	Размеры отвода, мм															Масса отвода, кг	
	S	D_n	q	l_1	Отвод $\alpha=10^\circ$		Отвод $\alpha=30^\circ$		Отвод $\alpha=45^\circ$		L	$2q+L$	$q+L+l_1$	раструб-ного	раструба – гладкого конца		
					r	l	r	l	r	l							
																r	l
65	9	81	30	75	918	85	645	323	86	215	89	168	228	278	12,6	8,9	
80	10	98	30	75	1080	95	720	360	96	240	99	188	248	293	15,4	11,1	
100	10	118	40	80	1440	126	960	480	129	320	132	251	331	371	21,4	15,7	
125	11	144	40	80	1665	146	1110	555	149	370	153	291	371	411	30,1	22,6	
150	11	170	40	85	1890	165	1260	630	169	420	174	330	410	455	37,7	28,8	
200	13	222	40	85	2340	205	1560	780	209	520	215	408	488	533	59,4	47,5	
250	14	274	40	90	2340	205	1560	780	209	520	215	408	488	538	81,3	65,0	
300	15	326	40	95	2340	205	1560	780	209	520	215	408	488	543	105	84,4	
350	16	378	50	100	2700	236	1800	900	241	600	248	471	571	621	143	116	
400	17	429	50	100	3150	276	2100	1050	281	700	290	550	650	700	188	154	
450	18	480	50	105	3600	315	2400	1200	322	800	331	628	728	783	237	198	
500	19	532	60	105	4050	354	2700	1350	362	900	373	707	807	862	301	252	
600	21	635	60	115	4410	386	2940	1470	394	980	406	770	890	945	427	360	
700	24	738	60	120	4860	425	3240	1620	434	1080	447	848	968	1028	602	513	
800	26	842	60	130	5750	504	3840	1920	515	1280	530	1005	1125	1195	831	720	
900	28	945	70	135	6120	536	4080	2040	547	1360	563	1068	1208	1273	1076	930	
1000	30	1048	70	145	6570	575	4380	2190	587	1460	604	1147	1287	1362	1372	1186	
1200	34	1256	80	155	8280	725	5520	2760	740	1840	762	1445	1605	1680	2157	1910	

Примечание. Обозначения размеров отводов следует увязывать с рис. V.

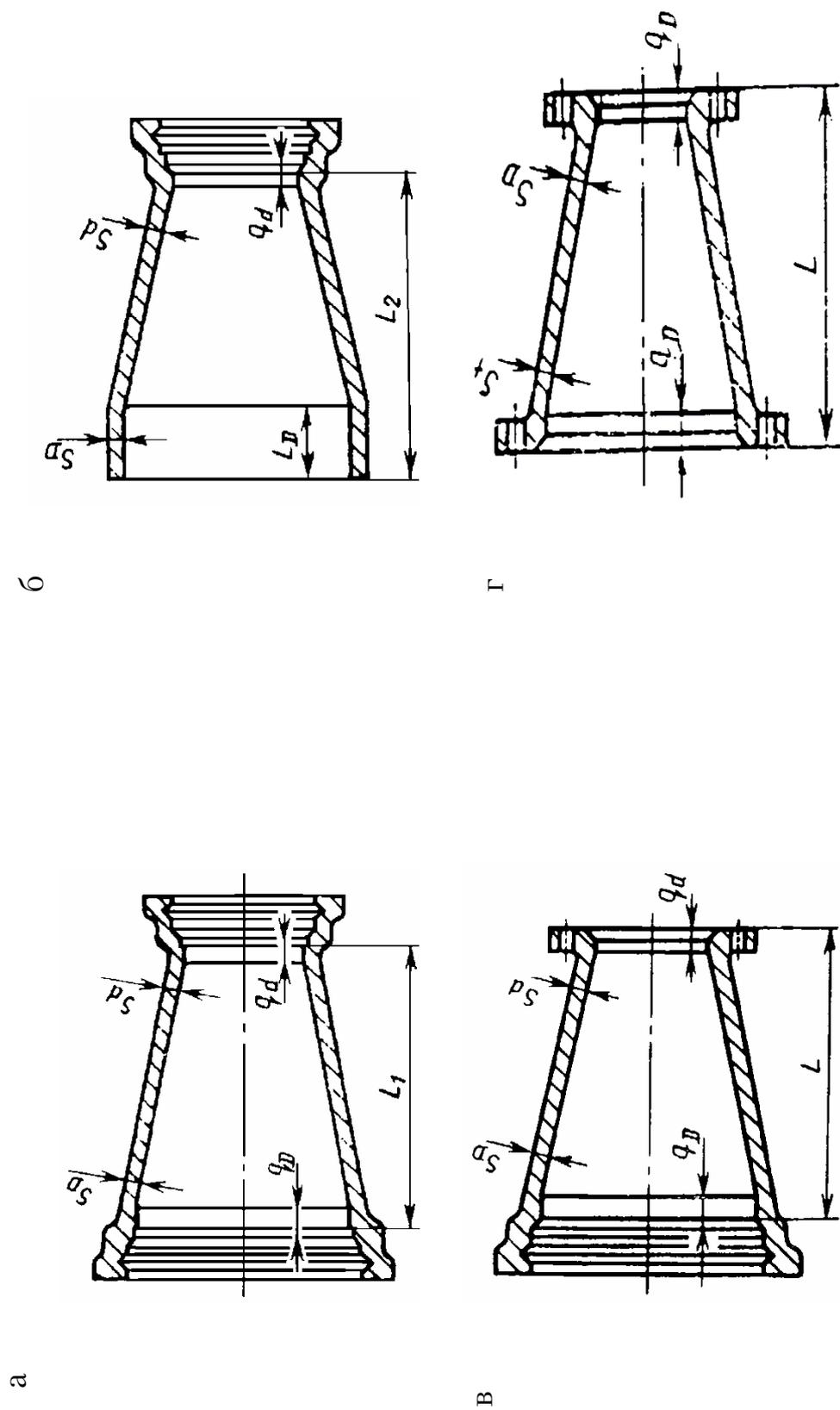


Рис. VI. Условные размеры переходов:
 а – переход раструбный; б – переход раструб – фланец; в – переход раструб – гладкий конец; г – переход раструб – фланец; г – переход фланцевый

Продолжение прил. 2
Таблица VII

Размеры переходов

Условный про- ход D_0 , мм	Обозначение размеров	Условный проход d_0 , мм																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
80	L	200																
	L_1	200																
	L_2	250																
100	L	250	200															
	L_1	250	200															
	L_2	300	250															
125	L	300	250	200														
	L_1	300	250	200														
	L_2	350	300	250														
150	L		300	250	200													
	L_1		300	250	200													
	L_2		350	300	250													
200	L		400	350	300	250												
	L_1		400	350	300	250												
	L_2		450	400	350	300												
250	L			450	400	350	300	250										
	L_1			450	400	350	300	250										
	L_2			500	450	400	350	300										

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. VII

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
300	L				500	450	350	250										
	L ₁				500	450	350	250										
	L ₂				550	500	400	300										
350	L					550	450	350	250									
	L ₁					550	450	350	250									
	L ₂					600	500	400	300									
400	L						550	450	350	250								
	L ₁						550	450	350	250								
	L ₂						600	500	400	300								
450	L						650	550	450	350	250							
	L ₁						700	600	500	400	300							
	L ₂						750	650	550	450	350							
500	L							650	550	450	350	250						
	L ₁							700	600	500	400	300						
	L ₂							750	650	550	450	350						
600	L								750	650	550	450	350					
	L ₁								800	700	600	500	400					
	L ₂								850	750	650	500	450					
700	L									850	750	650	550	350				
	L ₁									900	800	700	600	400				
	L ₂									950	850	750	650	450				
800	L										950	850	750	550	350			
	L ₁										1000	900	800	600	400			
	L ₂										1050	950	850	650	450			

Продолжение прил. 2
Окончание табл. VII

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
900	L												950	750	550	350		
	L_1												1000	800	600	400		
	L_2												1050	850	650	450		
1000	L													950	750	550	350	
	L_1													1000	800	600	400	
	L_2													1050	850	650	450	
1200	L															950	750	550
	L_1															1000	800	600
	L_2															1050	850	650

Примечания: 1. Размеры переходов указаны в мм.

2. Обозначения размеров переходов следует увязывать с рис. VI.

Продолжение прил. 2
Таблица VIII

Масса переходов

Условный проход D_0 , мм	Обозначение перехода	Масса переходов, кг, при условном проходе d_0 , мм																		
		65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000		
80	XPФ	11,35																		
	XФ	11,25																		
	XPI	8,3																		
	XP	12,5																		
100	XPФ	14,05	15,1																	
	XФ	11,95	13,0																	
	XPI	9,9	10,9																	
	XP	15,2	16,3																	
125	XPФ	18,65	19,6	19,2																
	XФ	15,75	16,7	16,3																
	XPI	12,6	13,6	14,1																
	XP	19,8	20,8	21,3																
150	XPФ		23,7	23,2	23,9															
	XФ		20,3	19,9	20,6															
	XPI		16,2	16,7	18,2															
	XP		24,8	25,3	26,8															
200	XPФ		34,5	33,9	34,7	34,6														
	XФ		30,2	29,6	30,4	30,3														
	XPI		24,6	25,1	26,3	26,6														
	XP		35,7	36,0	37,6	37,9														

Продолжение прил. 2
Продолжение табл. VIII

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
250	ХРФ			48,1	49,1	48,9	48,8											
	ХФ			41,0	42,0	41,8	42,7											
	ХРГ			35,0	36,2	36,4	37,0											
	ХР			50,2	52,0	52,2	53,1											
300	ХРФ				66,4	66,0	66,2	63,6										
	ХФ				55,0	54,6	54,8	52,2										
	ХРГ				48,4	48,5	49,4	49,1										
	ХР				69,3	69,3	70,5	70,7										
350	ХРФ					86,1	87,4	84,4	79,2									
	ХФ					72,3	73,6	71,0	65,4									
	ХРГ					63,2	64,9	65,5	63,4									
	ХР					89,4	91,7	91,9	90,6									
400	ХРФ						112	109	104	98								
	ХФ						94,4	92,6	87,2	81,9								
	ХРГ						83,0	83,3	81,5	78,5								
	ХР						116	116	115	112								
450	ХРФ						138	137	131	126	119							
	ХФ						116	115	109	104	96,6							
	ХРГ						115	115	113	110	105							
	ХР						149	151	150	148	144							
500	ХРФ							172	165	160	153	140						
	ХФ							144	138	132	125	112						
	ХРГ							142	139	136	131	124						
	ХР							186	186	183	179	173						
600	ХРФ								244	238	232	219	206					
	ХФ								204	199	192	179	166					
	ХРГ								205	202	196	189	181					
	ХР								266	263	265	253	247					

Продолжение прил. 2
Окончание табл. VIII

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
700	ХРФ									346	338	325	312	275				
	ХФ									292	284	271	257	220				
	ХРГ									294	285	277	269	243				
	ХР									373	368	361	354	331				
800	ХРФ										463	449	434	397	364			
	ХФ										400	385	371	334	291			
	ХРГ										388	380	372	346	314			
	ХР										494	487	480	457	430			
900	ХРФ											589	589	552	508	452		
	ХФ											498	498	461	417	361		
	ХРГ											492	492	471	441	390		
	ХР											620	620	613	588	542		
1000	ХРФ													740	700	642	556	
	ХФ													620	581	522	436	
	ХРГ													617	589	539	480	
	ХР													804	780	734	679	
1200	ХРФ															1073	984	889
	ХФ															920	831	787
	ХРГ															917	956	788
	ХР															1169	1112	1060

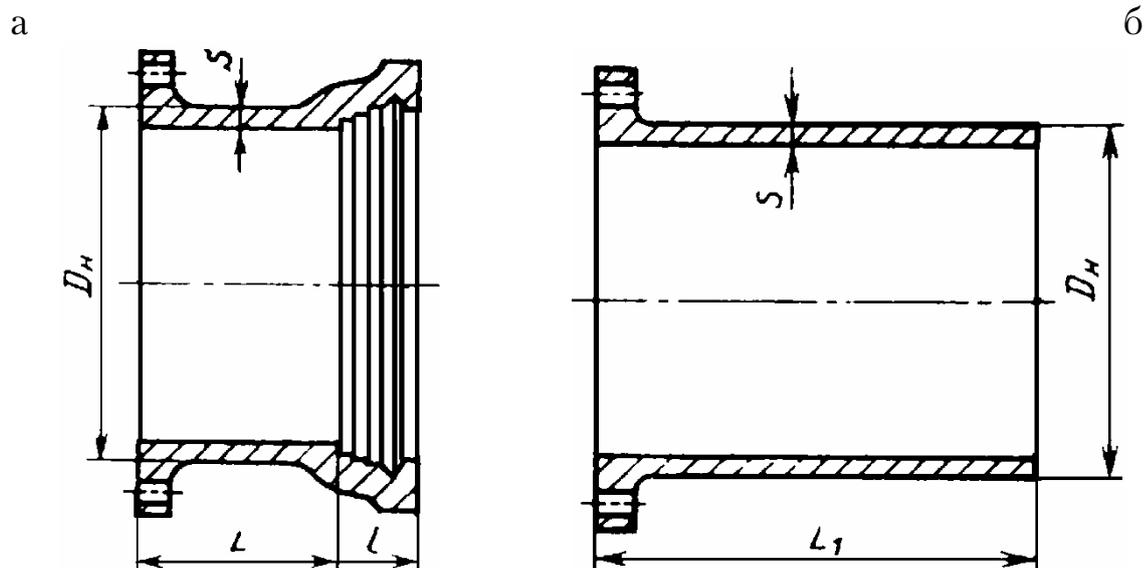


Рис. VII. Условные размеры патрубков:
а – патрубок фланец – растроб; б – патрубок фланец – гладкий конец

Т а б л и ц а I X

Размеры и масса патрубков

Условный проход D_0 , мм	Размеры патрубков, мм					Масса патрубка, кг	
	S	D_n	l	L	L_1	фланца – растроба	фланца – гладкого конца
65	9	81	75	100	300 и 1200	9,2	8,1 и 22,5
80	10	98	75	100	300 и 1200	11,2	10,0 и 28,1
100	10	118	80	100	350 и 1200	13,6	13,1 и 34,0
125	11	144	80	100	350 и 1200	18,2	17,7 и 46,0
150	11	170	85	100	350 и 1200	22,1	21,3 и 55,2
200	13	222	85	100	350 и 1200	31,1	32,0 и 84,5
250	14	274	90	150	350 и 1200	46,2	42,3 и 113
300	15	326	95	150	400 и 1200	58,0	57,8 и 143
350	16	378	100	150	400 и 1200	73,8	72,8 и 178
400	17	429	100	150	400 и 1200	91,2	89,2 и 217
450	18	480	105	150	450 и 1200	106	113 и 255
500	19	532	105	150	450 и 1200	127	133 и 299
600	21	635	115	250	500 и 1200	200	190 и 395
700	24	738	120	250	500 и 1200	268	253 и 526
800	26	842	130	250	600 и 1200	345	370 и 660
900	28	945	135	300	600 и 1200	453	444 и 795
1000	30	1048	145	300	600 и 1200	566	536 и 953
1200	34	1256	155	300	600 и 1200	770	734 и 1302

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. VII.

Двойной раструб

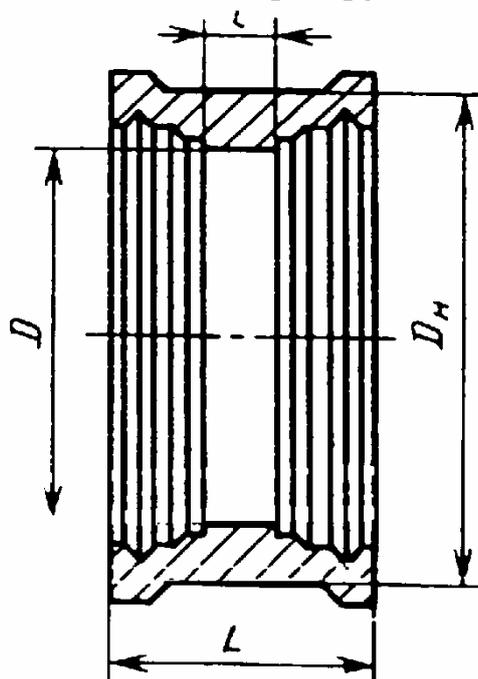


Рис. VIII. Условные размеры двойного раструба

Таблица X

Размеры и масса двойного раструба

Условный проход D_0 , мм	Размеры двойного раструба, мм				Масса, кг
	D	D_n	l	L	
65	71	122	20	170	9,5
80	85	140	20	170	11,0
100	106	163	20	180	14,8
125	130	194	20	180	18,9
150	156	220	20	190	23,2
200	206	276	20	190	31,7
250	260	330	20	200	42,5
300	310	385	20	210	55,1
350	360	438	20	220	66,0
400	410	492	20	220	76,0
450	460	546	20	230	93,8
500	510	600	30	240	115
600	600	710	30	260	156
700	710	822	30	270	210
800	810	930	30	290	259
900	920	1040	40	310	345
1000	1020	1150	40	330	415
1200	1230	1370	50	350	658

Примечание. Обозначения размеров следует увязывать с рис. VIII.

Продолжение прил. 2
Пожарная подставка раструбная

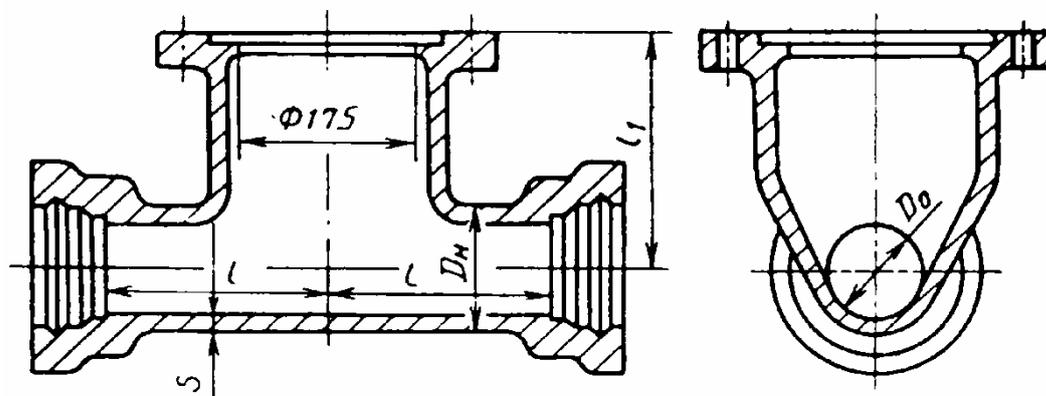


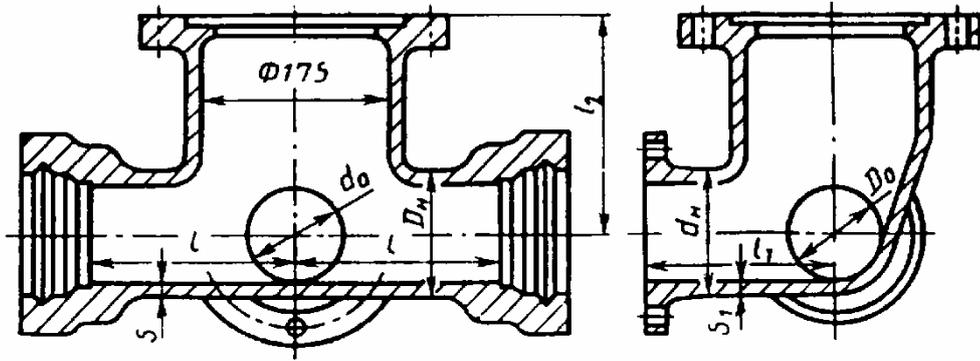
Рис. IX. Условные размеры пожарной подставки

Таблица XI
Размеры и масса пожарной подставки

Условный проход ствола D_o , мм	Размеры пожарной подставки, мм				Масса, кг
	D_n	S	l	l_1	
100	118	10	200	225	38,0
125	144	11	200	250	48,0
150	170	11	200	250	52,5
200	222	13	250	275	75,0
250	274	14	250	300	97,0
300	326	15	250	325	121

Примечание. Обозначения размеров следует увязывать с рис. 9.

а



б

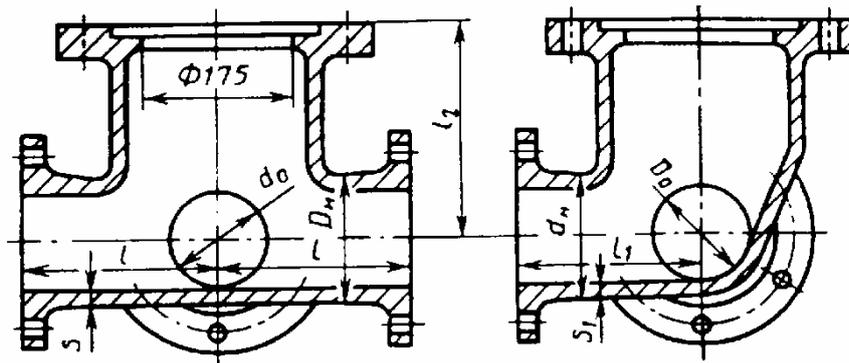


Рис. X. Условные размеры тройников с пожарной подставкой:
 а – тройник раструб – фланец с пожарной подставкой;
 б – тройник фланцевый с пожарной подставкой

Таблица XII

Размеры и масса тройника раструб – фланец с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола D_o	отростка d_o	D_n	d_n	S	S_1	l	l_1	l_2	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	46,0
150	100	170	118	11	10	200	200	250	55,5
150	150	170	170	11	11	200	250	250	65,0
200	100	222	118	13	10	200	225	275	76,0
200	150	222	170	13	11	200	225	275	79,0
200	200	222	222	13	13	250	300	275	94,0
250	150	274	170	14	11	200	250	300	99,0
250	200	274	222	14	13	250	275	300	112
250	250	274	274	14	14	250	300	300	127
300	200	326	222	15	13	250	300	325	137
300	250	326	274	15	14	250	300	325	141
300	300	326	326	15	15	300	300	325	154

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. X, а.

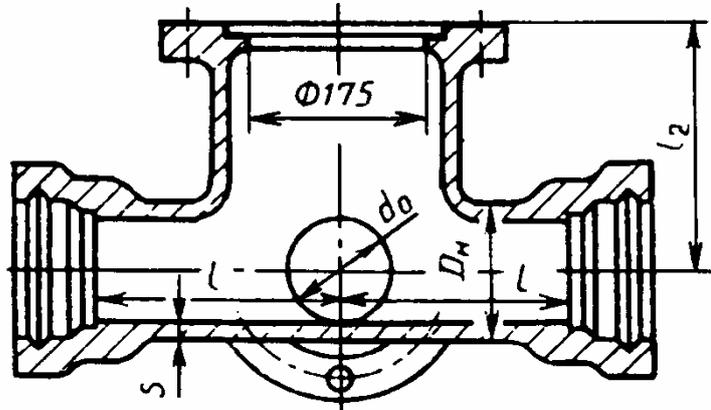
Таблица XIII

Размеры и масса тройника фланцевого с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола D_o	отростка d_o	D_n	d_n	S	S_1	l	l_1	l_2	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	42
150	100	170	118	11	10	250	200	250	57
150	150	170	170	11	11	250	250	250	62
200	100	222	118	13	10	300	225	275	79
200	150	222	170	13	11	300	225	275	83
200	200	222	222	13	13	300	300	275	92
250	150	274	170	14	11	300	250	300	103
250	200	274	222	14	13	300	275	300	108
250	250	274	274	14	14	300	300	300	111
300	200	326	222	15	13	300	300	325	124
300	250	326	274	15	14	300	300	325	128
300	300	326	326	15	15	300	300	325	131

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. X, б.

а



б

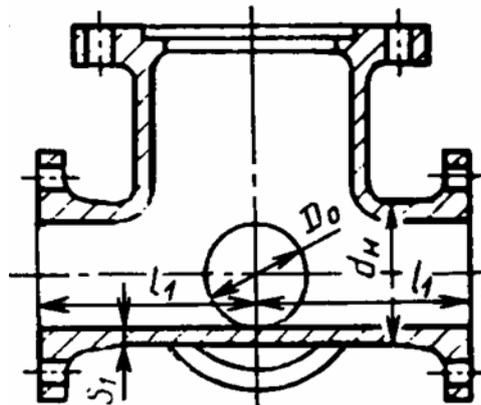


Рис. XI. Условные размеры крестов с пожарной подставкой:
а – крест фланец – раструб с пожарной подставкой;
б – крест фланцевый с пожарной подставкой

Продолжение прил. 2
Таблица XIV

Размеры и масса креста фланец – раструб с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола D_o	отростка d_o	D_n	d_n	S	S_1	l	l_1	l_2	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	50,5
150	100	170	118	11	10	200	200	250	62,5
150	150	170	170	11	11	200	250	250	77,5
200	100	222	118	13	10	200	225	275	83,0
200	150	222	170	13	11	200	225	275	90,0
200	200	222	222	13	13	250	300	275	113
250	150	274	170	14	11	200	250	300	100
250	200	274	222	14	13	250	275	300	128
250	250	274	274	14	14	250	300	300	137
300	200	326	222	15	13	250	300	325	137
300	250	326	274	15	14	250	300	325	160
300	300	326	326	15	15	300	300	325	177

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. XI,а.

Таблица XV

Размеры и масса креста фланцевого с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола D_o	отростка d_o	D_n	d_n	S	S_1	l	l_1	l_2	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	53
125	125	144	144	11	11	225	225	250	75
150	100	170	118	11	10	250	200	250	63
150	150	170	170	11	11	250	250	250	79
200	150	222	170	13	11	300	225	275	94
200	200	222	222	13	13	300	300	275	111
250	150	274	170	14	11	300	250	300	111
250	200	274	222	14	13	300	275	300	124
250	250	274	274	14	14	300	300	300	131
300	200	326	222	15	13	300	300	325	140
300	250	326	274	15	14	300	300	325	148
300	300	326	326	15	15	300	300	325	154

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. XI,б.

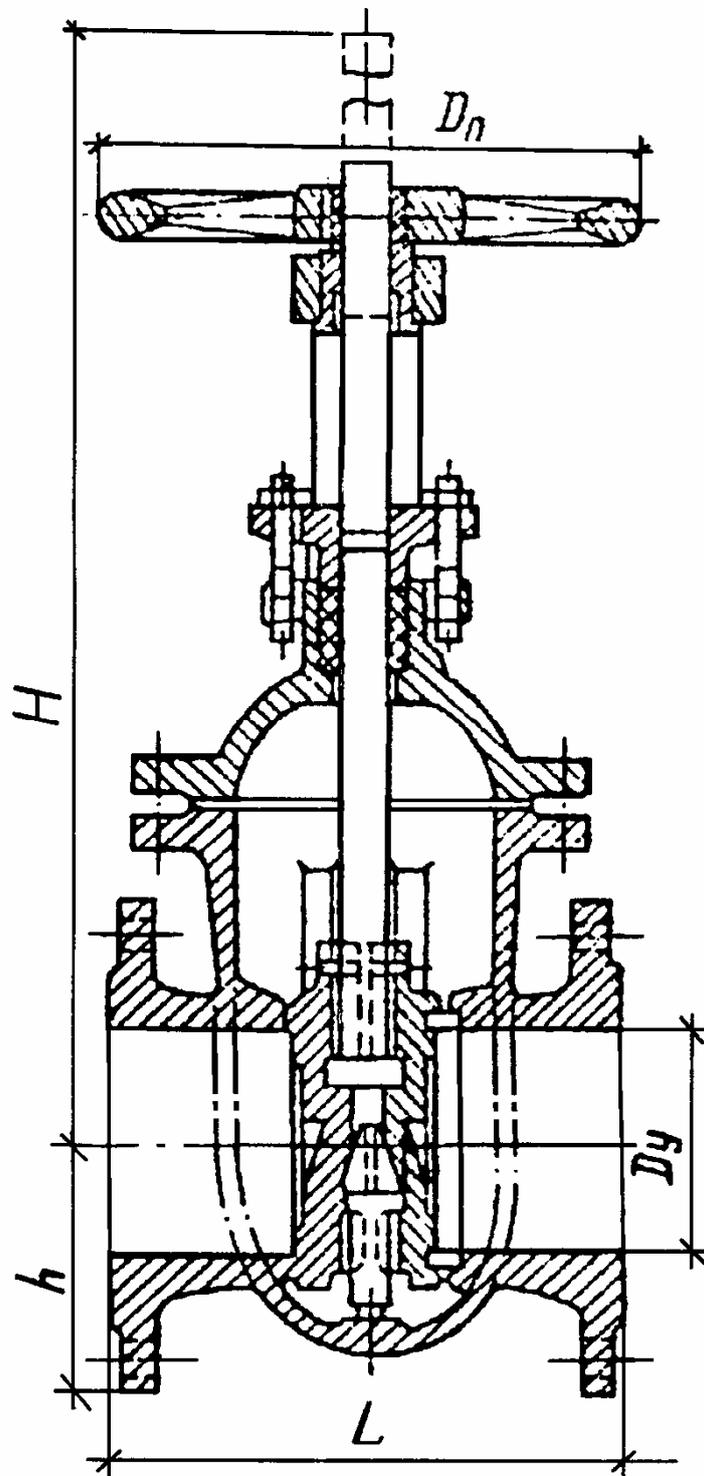


Рис. XII. Условные размеры задвижки

Таблица XVI

Строительная длина литых задвижек из чугуна и стали по ГОСТ 3706-83*

D_y , мм	Строительная длина L задвижек, мм											
	чугунных						стальных					
	при P_y , МПа											
	0,1; 0,25	0,6	1	1,6	2,5	1	1,6	2,5	1,6	2,5	4	6,4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
50	150	150 (180)	180	250	250	180	180 (250)	250	180 (250)	250	250	250
65	170	170	200	270	290	200	200 (270)	270	200 (270)	270	290	290
80	180	180 (210)	210	280	300	210	210 (280)	280	210 (280)	280	310	310
100	190	190 (230)	230	330	-	230	230 (300)	300	230 (300)	300	350	350
125	200	200 (255)	255	360	-	255	255 (325)	325	255 (325)	325	400	400
150	210	210 (280)	280	400	-	280	280 (350)	350	280 (350)	350	450	450
200	230	230 (330)	330	460	-	330	330 (400)	400	330 (400)	400	550	550
250	250	250 (450)	450	530	-	450	450	450	450	450	650	650
300	270	500	500	630	-	500	500	500	500	500	750	750
350	290	550	550	700	-	550	550	550	550	550	850	850
400	310	600	600	750	-	600	600	600	600	600	950	950
500	350	700	700	800	-	700	700	700	700	700 1150*	1150	1150
600	390	800	800	1000	-	800	800	800	800	800 1350*	1350	1350
800	470	1000	1000	1250	-	1000	1000	1000	1000	1000 1750*	1750	-
1000	550	1200	1200	1500	-	1200	1200	1200	1200	1900	2150	-
1200	700 630**	1400	1400	-	-	1400	1400	2200	1400	2200	-	-

Продолжение прил. 2
Окончание табл. XVI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1400	900 710**	1600	1900	-	-	1600	1600	2500	-	-
1600	1000 790**	1800	2200	-	-	1800	1800	-	-	-
2000	1500 950**	2200	2900	-	-	2900	-	-	-	-

Примечания: 1. Длины, указанные в скобках, при новом проектировании не применять.

2. Длины, отмеченные одной звездочкой, принимаются только для задвижек с круглым корпусом, двумя звездочками – для задвижек с сужением в затворе.
3. Допускается применять строительные длины стальных задвижек на $P_y < 1,6$ МПа по данным, установленным для чугунных фланцевых задвижек на то же давление.
4. По ГОСТ 3706-83* не нормируются задвижки для трубопроводов специального назначения.
5. Строительные длины задвижек на $P_y = 2,5$ МПа из высокопрочного чугуна (ГОСТ 7293-85) допускается принимать равными строительным длинам стальных фланцевых задвижек на $P_y = 2,5$ МПа.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лекция 1. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВСЕХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПО РАСХОДАМ И НАПОРАМ	5
Лекция 2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ЕЕ ТРАССИРОВКЕ	16
Лекция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ВЫБОРЕ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	29
Лекция 4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ПРИ ЕЁ ДЕТАЛИРОВКЕ	37
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	46
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	48
Приложение 1	49
Приложение 2.....	89

Учебное издание

Ишева Наталья Игоревна
Гришин Борис Михайлович
Бикунова Марина Викторовна
Кочергин Александр Сергеевич

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ КОНСПЕНКТ ЛЕКЦИЙ

Учебное пособие

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 01.07.14. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 7,21. Уч.-изд.л. 7,75. Тираж 80 экз.
Заказ №219.



Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.