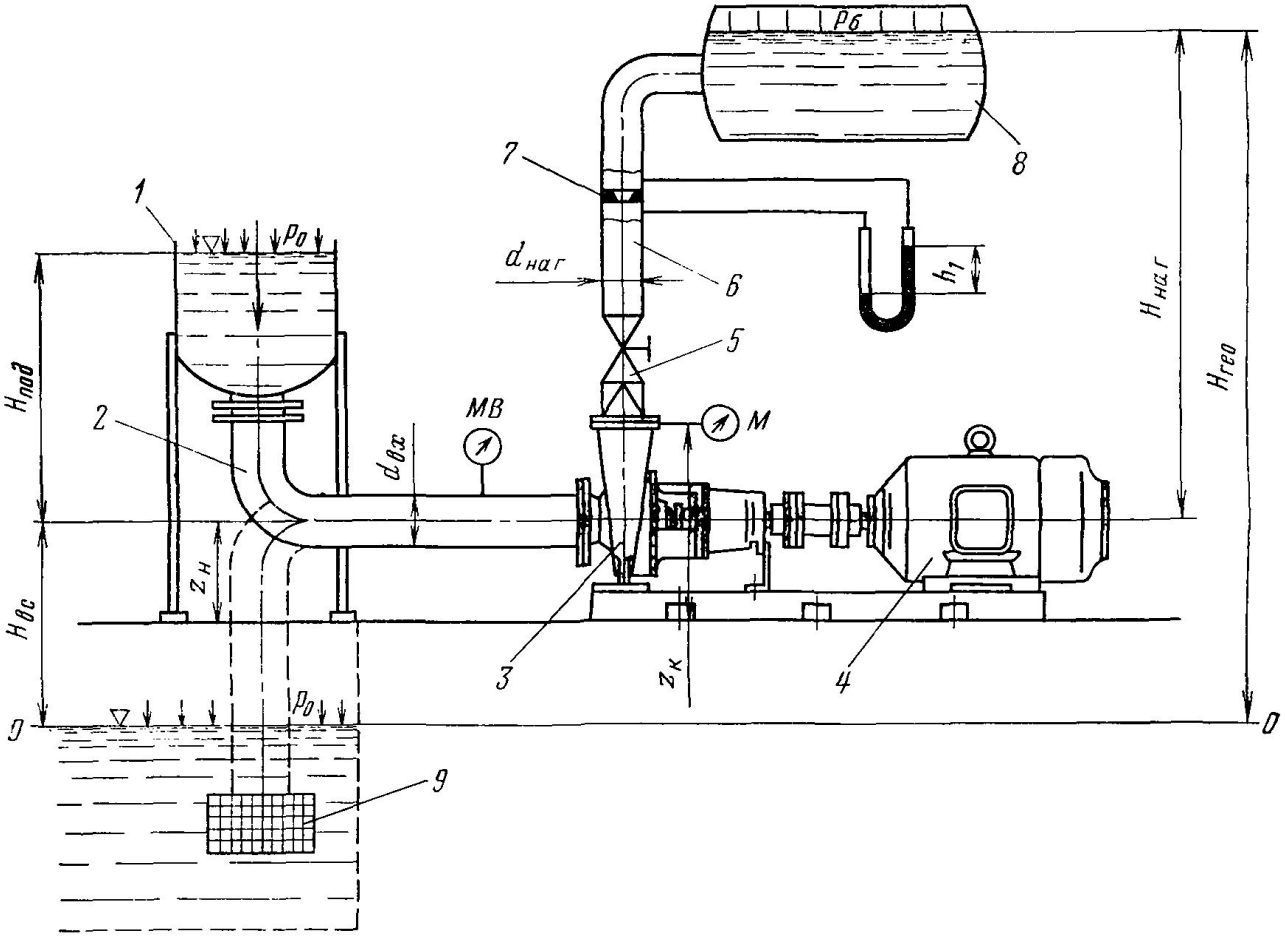
Нагнетатели

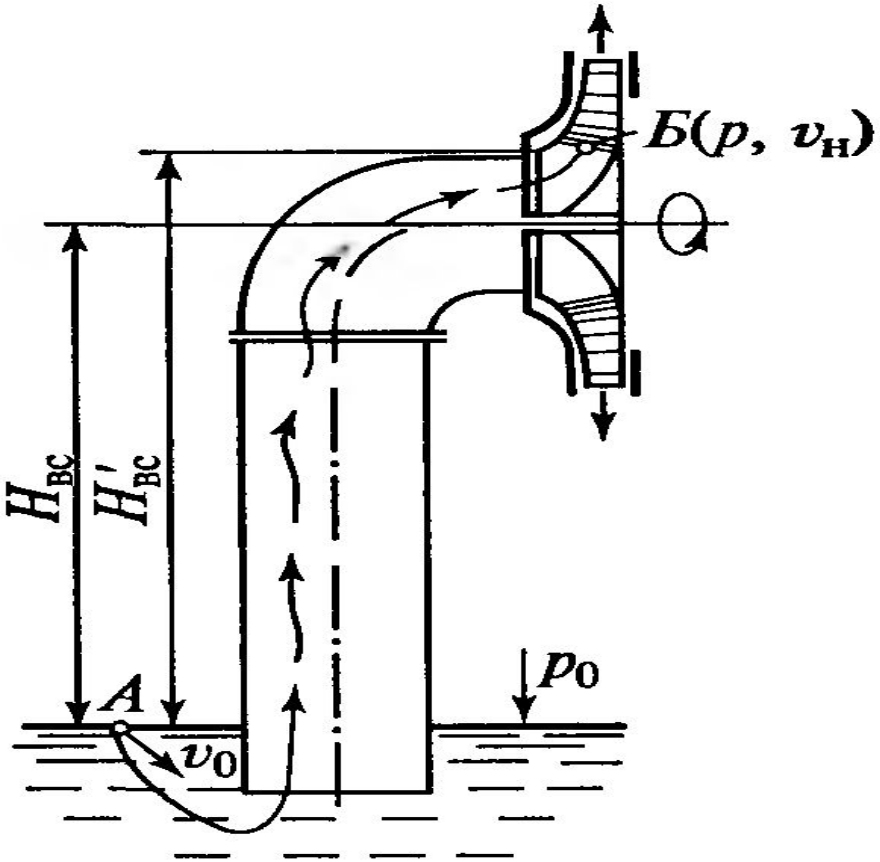
Насосы и ТДМ

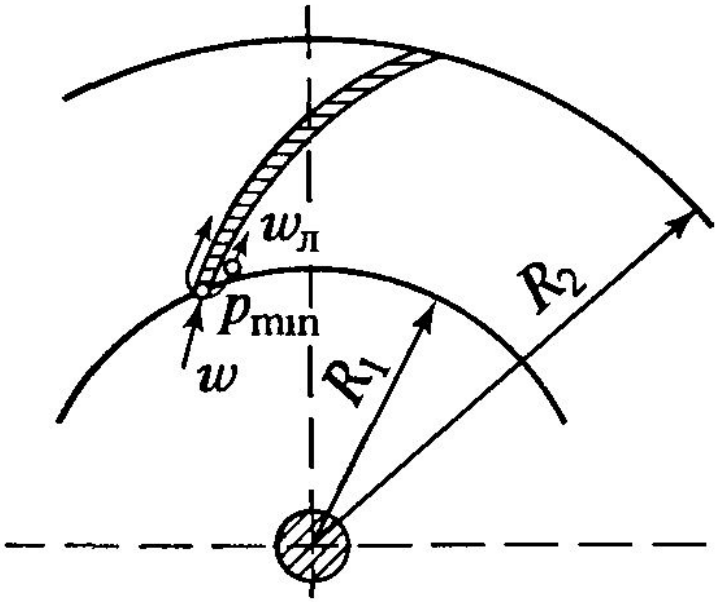
Схема насосной установки



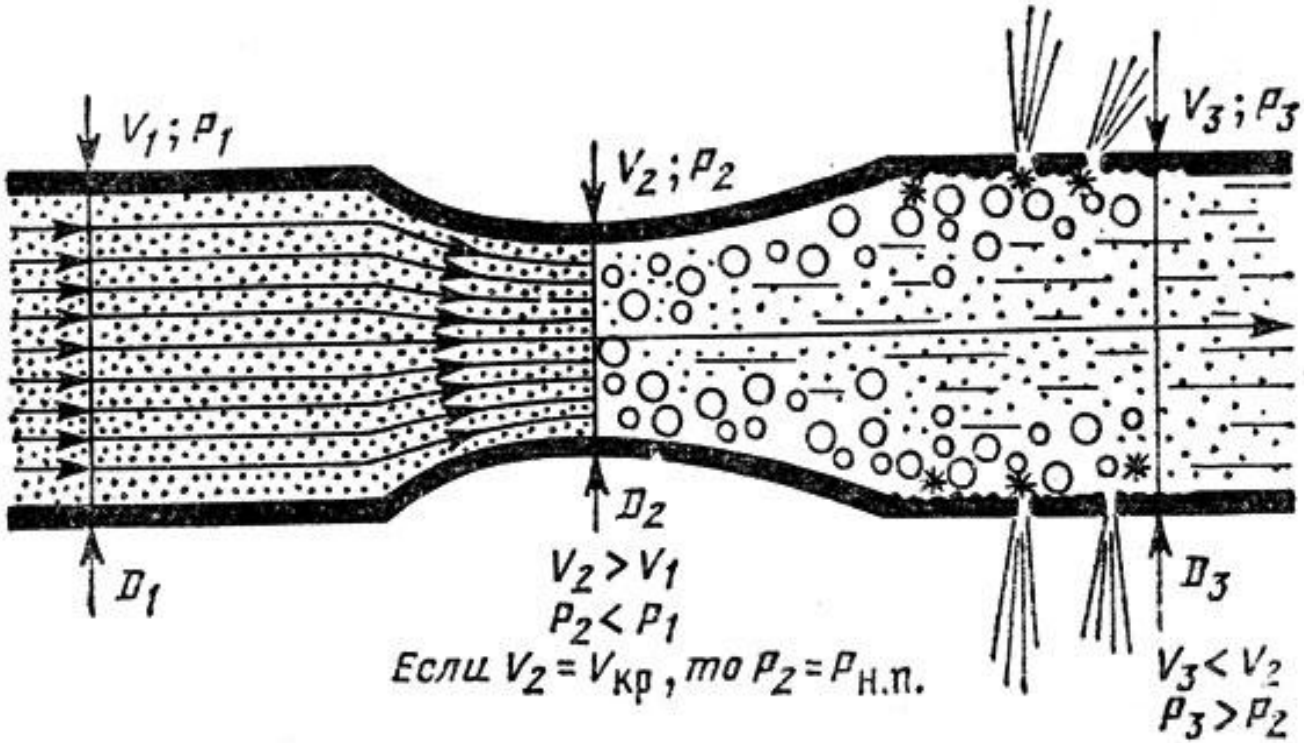
1,9 - приемный резервуар; *2* – подводящий трубопровод; *3*- насос; *4* – электродвигатель; *5* – задвижка;
6 – напорный трубопровод; *7* – сужающее устройство; *8* – напорный резервуар

Схема всасывания центробежного насоса

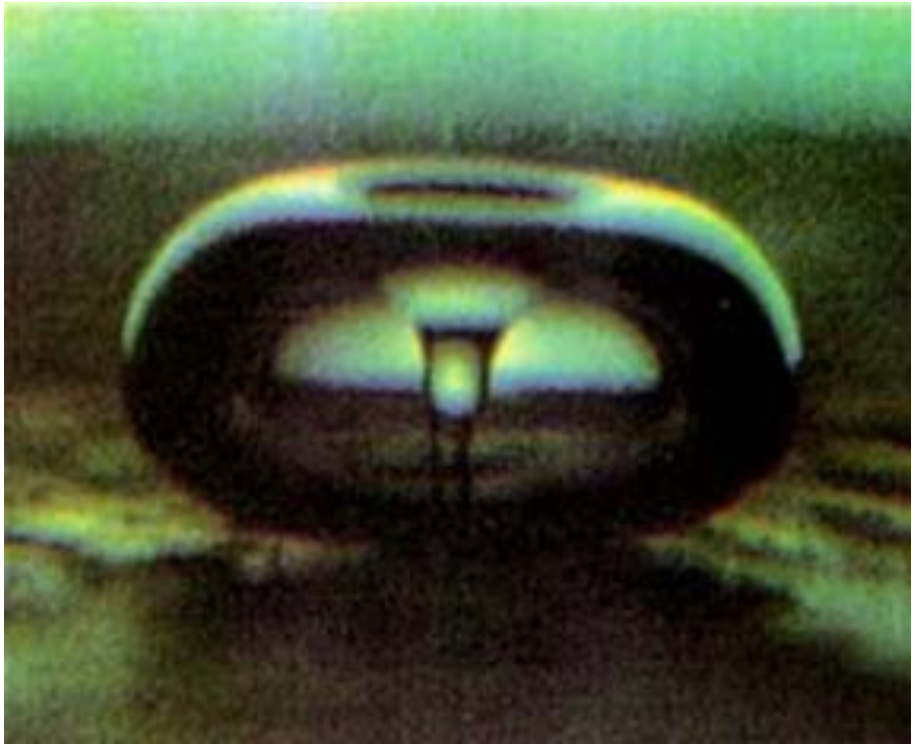




Возникновение кавитации в канале переменного сечения



Образование кумулятивной струи



Питтинг

Кавитационное разрушение центробежных колес

Кавитационный запас высоты

$$\Delta h = \frac{P_н + \rho \frac{v_н^2}{2} - P_п}{\rho g},$$

где $P_н$ – давление на входе в насос, Па;

ρ – плотность жидкой среды, кг/м3;

$v_н$ – скорость жидкой среды на входе в насос, м/с;

$P_п$ – давление паров жидкой среды, Па;

Δh – кавитационный запас, м

Вакууметрическая высота всысывания

$$H_в = \frac{P_о - \left(P_н + \rho \frac{v_н^2}{2}\right)}{\rho g},$$

где $P_о$ – давление окружающей среды, Па;

$P_н$ – давление на входе в насос, Па;

ρ – плотность жидкой среды, кг/м3;

$v_н$ – скорость жидкой среды на входе в насос, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с2;

$H_в$ – вакуумметрическая высота всасывания, м

Критическая высота всасывания

- Кавитация наступает по достижении критической высоты всасывания, рассчитываемой по формуле Руднева.
- Критическая высота всасывания:

$$H_{\text{вс}}^{\text{кр}} = h_{\text{кав}} - 10\left(\frac{n\sqrt{Q}}{C}\right)^{\frac{4}{3}},$$

где $C(Q) = 900 - 1500$ – кавитационный коэффициент быстроходности (определяется по номограммам)

- Допустимая высота всасывания должна отличаться от критической не менее, чем на 25%.

Классификация насосов

- По назначению насосы, применяемые в теплоэнергетике, подразделяют на:
- - насосы общего назначения;
- - энергетические (тепловых электростанций);
- - вспомогательного назначения.
- Среди насосов общего назначения наибольшее применение находят одноступенчатые (консольные, двухстороннего всасывания, вертикальные) и многоступенчатые (центробежные секционные).

Насосы центробежные консольные для воды

ГОСТ 22247-96 распространяется на центробежные консольные насосы для воды (далее — насосы) с подачей от 5 до 400 м³/ч (от 1,4 до 111 л/с) и напором от 10 до 90 м, предназначенные для перекачивания в стационарных условиях воды (кроме морской) с pH 6—9, содержащей механические примеси не более 0,1 % по объему и размером частиц не более 0,2 мм, и устанавливает основные параметры и размеры насосов. Допускается перекачивание других жидкостей, сходных с водой по плотности, вязкости и химической активности.

Насосы с одинарным сальниковым, торцовым сальниковым и одинарным торцовым механическим уплотнениями вала применяют для перекачивания воды температурой от 0 до 85 °С и при отсутствии вакуума на всасывании; насосы с двойным сальниковым уплотнением вала — для перекачивания воды температурой от 0 до 105 °С, а также при вакууме на всасывании

Насосы центробежные консольные для воды

Насосы могут быть следующих конструктивных исполнений:

К — консольные горизонтальные;

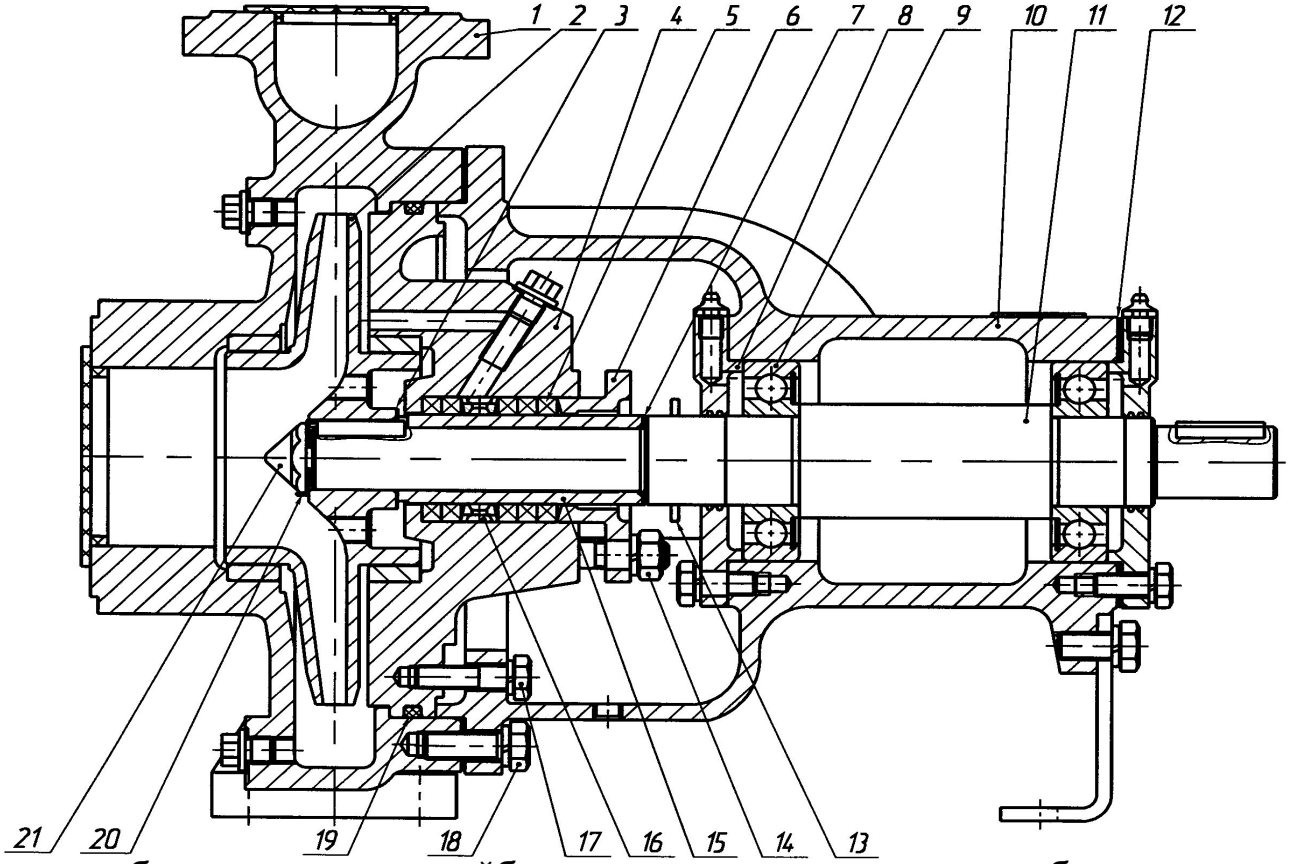
КМ — моноблочные горизонтальные;

КМП — моноблочные повысительные горизонтальные (для работы с повышенным давлением на входе);

КМЛ — моноблочные линейные вертикальные (с расположением осей всасывающего и напорного патрубков в линию).

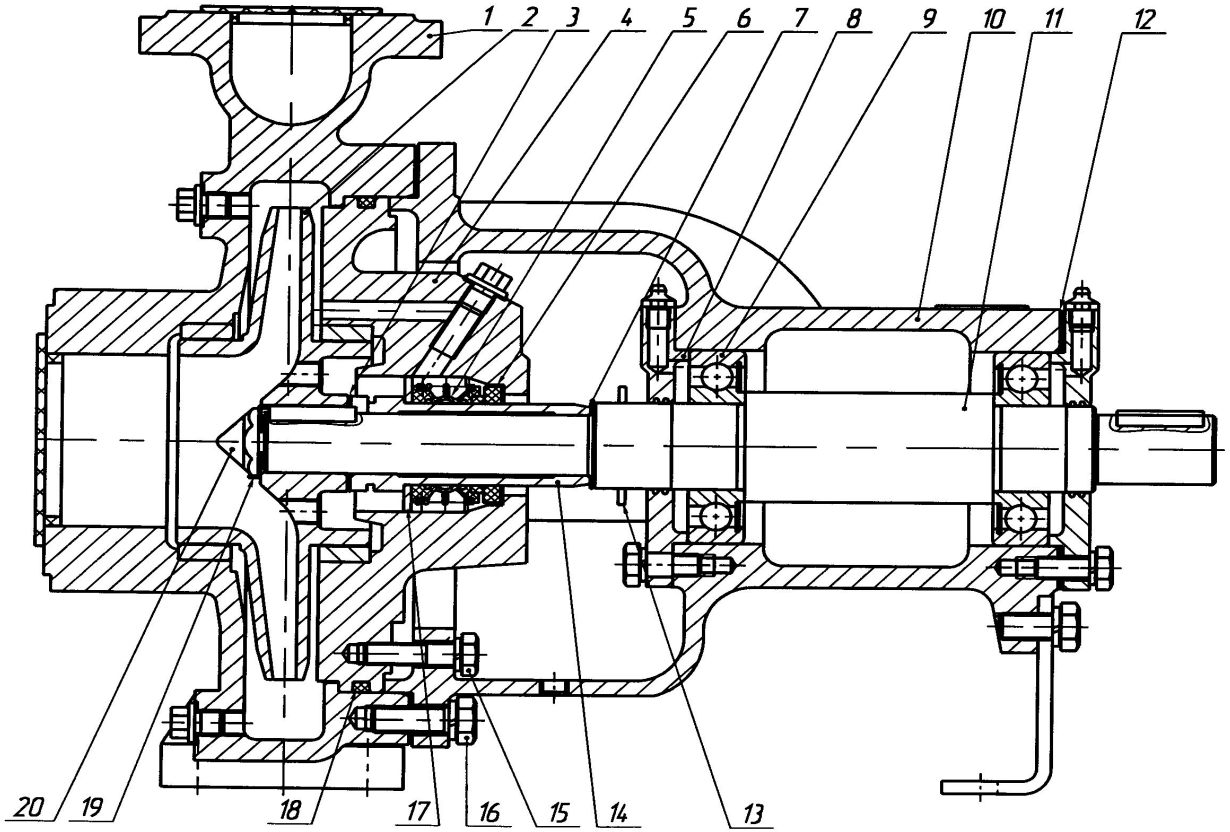
Допускаемое избыточное давление перекачиваемой жидкости на входе в консольные насосы с сальниковым уплотнением, моноблочные горизонтальные и линейные насосы не должно быть более 0,35 МПа (3,5 кг/см^2), а на входе в консольные горизонтальные с торцовым уплотнением и повысительные насосы — 0,6 МПа (6,0 кг/см^2).

Консольный насос с сальниковым уплотнением



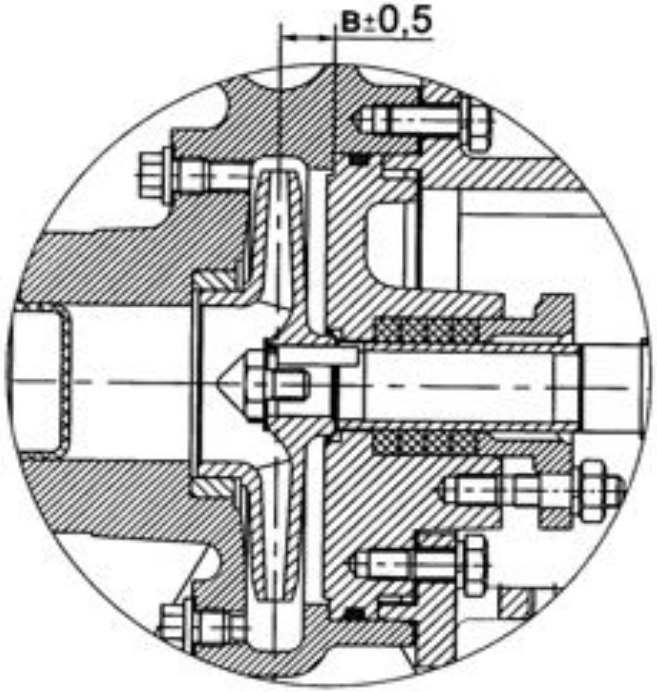
1 – корпус; *2* – рабочее колесо; *3* - шайба; *4* – корпус уплотнения; *5* – набивка сальника; *6* – сальник;
7 – прокладка регулирующая; *8* – крышка подшипника; *9* –подшипник; *10* –кронштейн; *11* – вал; *12* – прокладка крышки подшипника; *13* – отбойное кольцо; *14* – гайка; *15* – защитная втулка; *16* – кольцо сальника; *17* – болт; *18* – гайка; *19* – уплотнительное кольцо; *20* – шайба; 21 – обтекатель;

Консольный насос с торцовым уплотнением

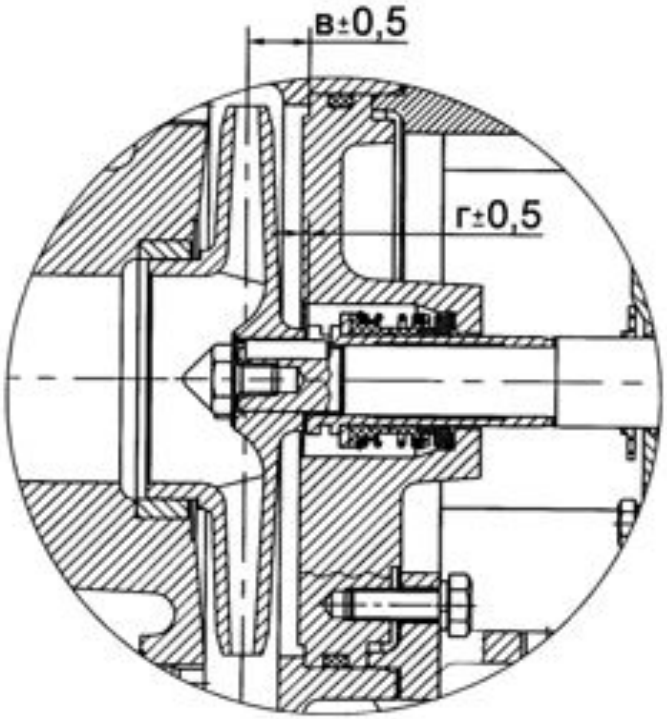


1 – корпус; *2* – рабочее колесо; *3* - шайба; *4* – корпус уплотнения; *5* – подвижная часть торцового уплотнения; *6* – сальник; *7* – прокладка регулирующая; *8* – крышка подшипника; *9* –подшипник; *10* – кронштейн; *11* – вал; *12* – прокладка крышки подшипника; *13* – отбойное кольцо; *14* – защитная втулка; *15* – болт; *16* – гайка; *17* – уплотнительное кольцо; *18* – уплотнительное кольцо; *19* – шайба; *20* – обтекатель

Схемы уплотнений

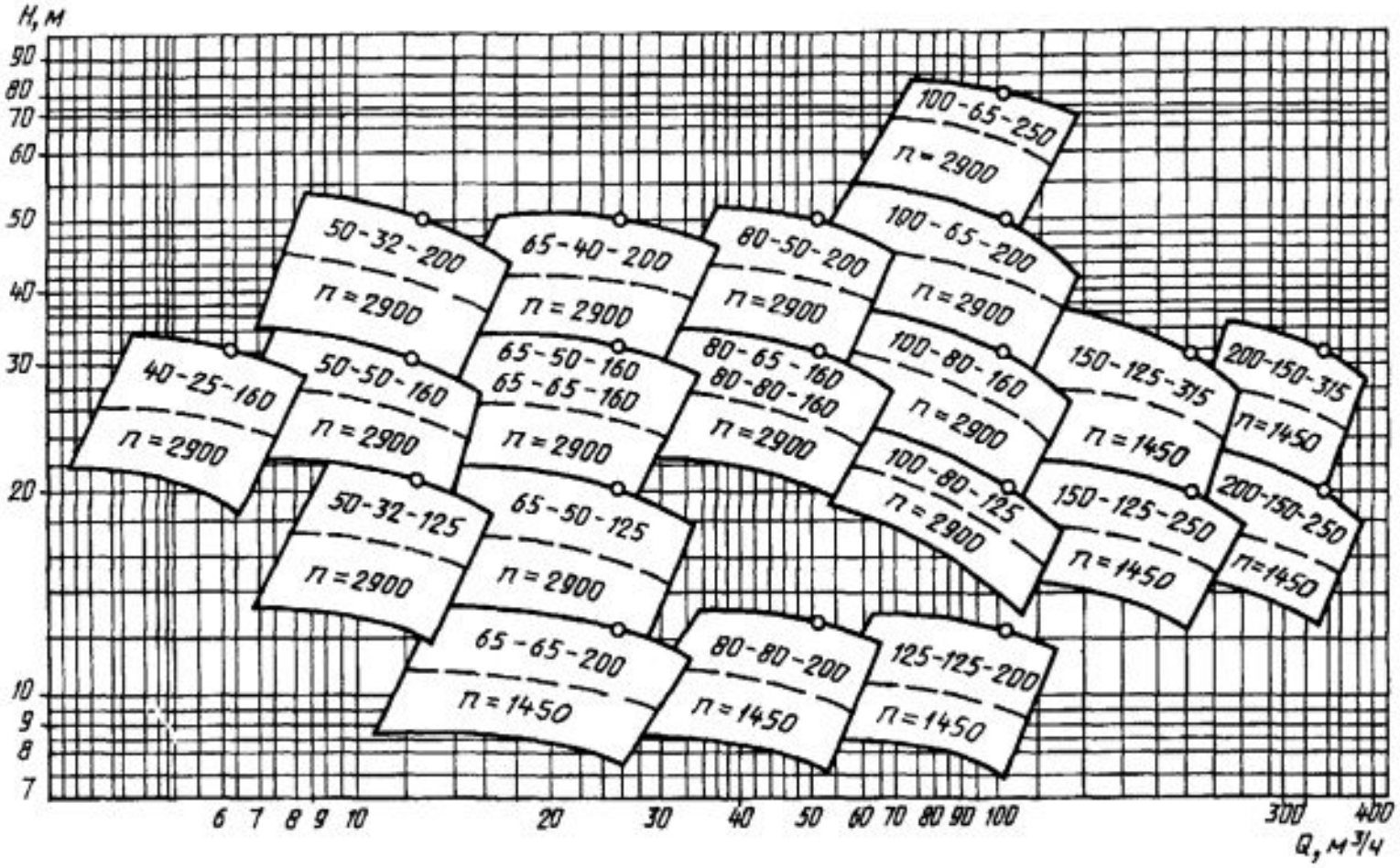


сальниковое



торцовое

Область работы консольных насосов

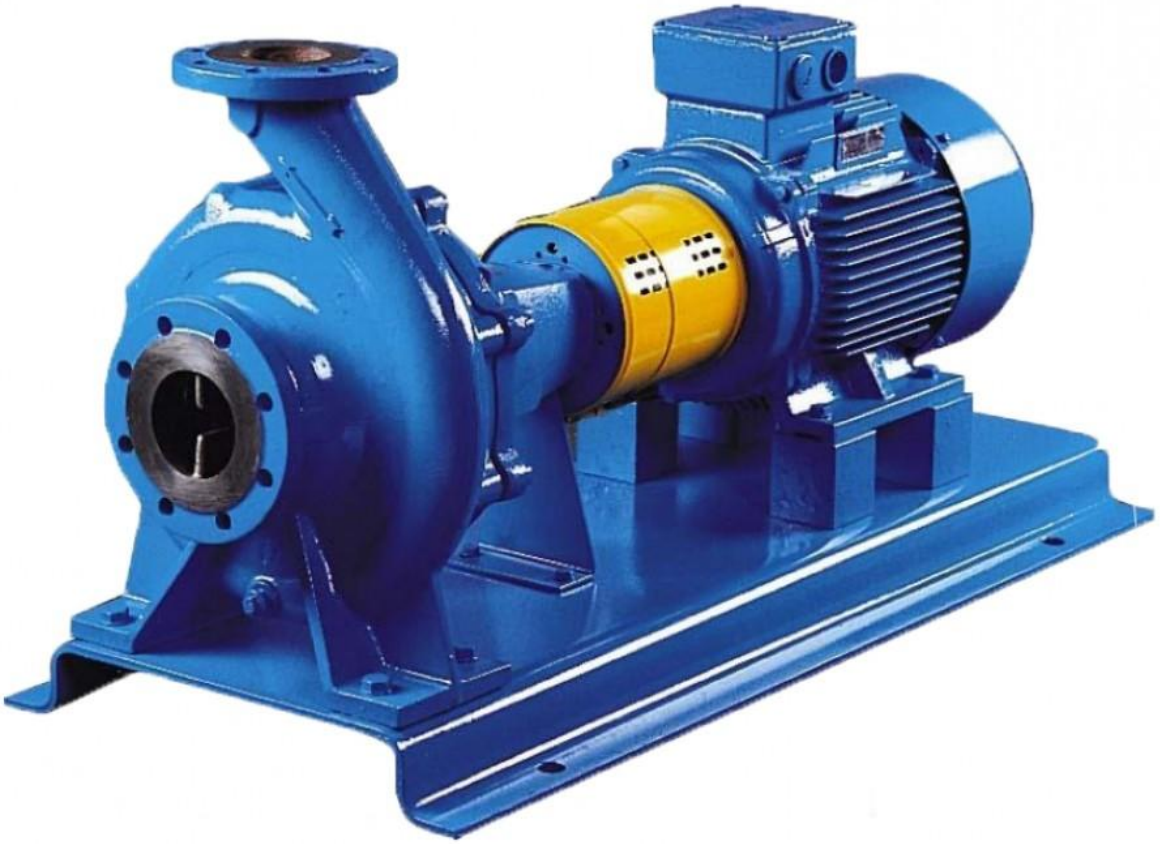


Маркировка

- Пример обозначения:
- *К100–80–160 (а, б) — С (СД, 5) — УХЛ 4*
- *К* Тип насоса — консольный;
  100 Диаметр всасывающего патрубка, мм;
  80 Диаметр напорного патрубка, мм;
  160 Номинальный диаметр рабочего колеса, мм;
  а, б Обточки рабочего колеса, мм;
  С Тип уплотнения (одинарное сальниковое);
  СД Двойной мягкий сальник;
  5 Одинарное торцовое уплотнение;
  УХЛ Климатическое исполнение (районы с умеренным
  и холодным климатом);
  4 Категория размещения при эксплуатации.

Консольный моноблочный насос КМ

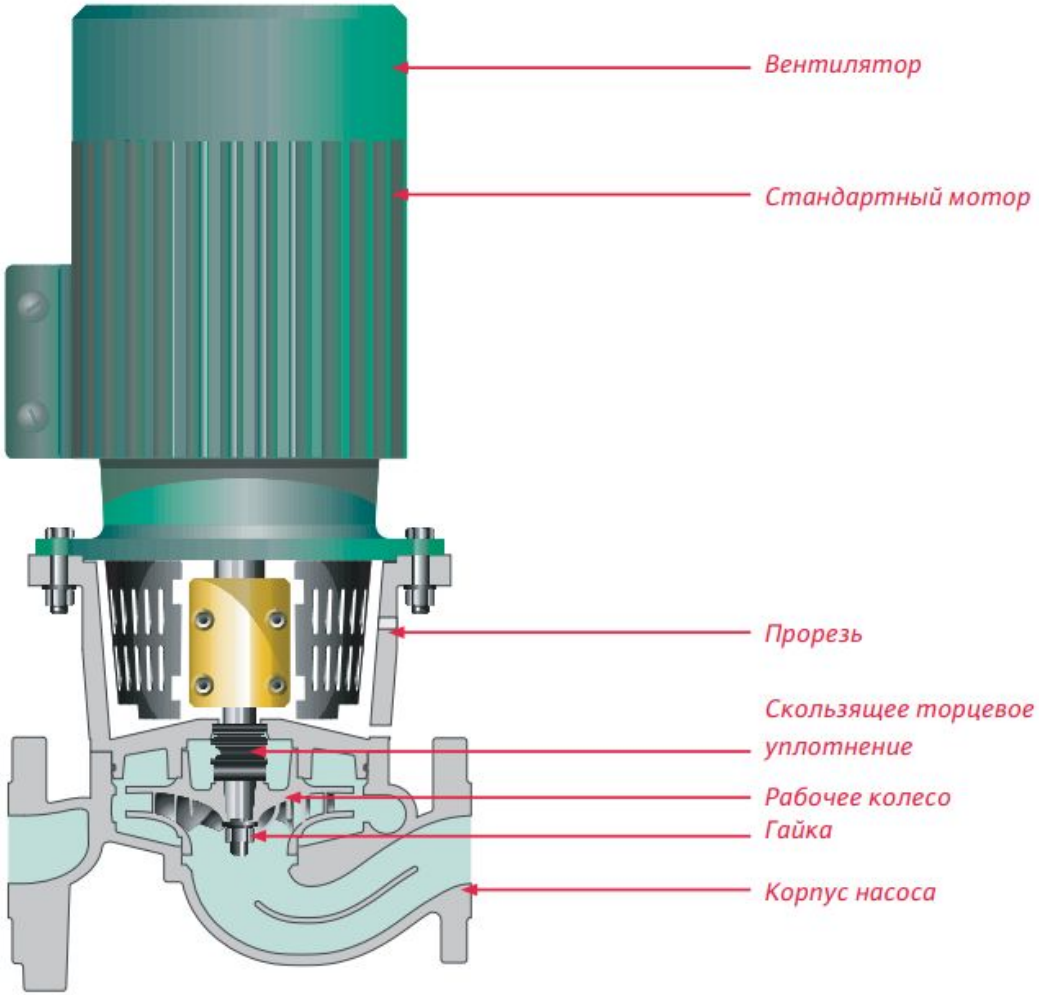
Консольный насос с ходовой частью К



Консольный насос линейный КМЛ

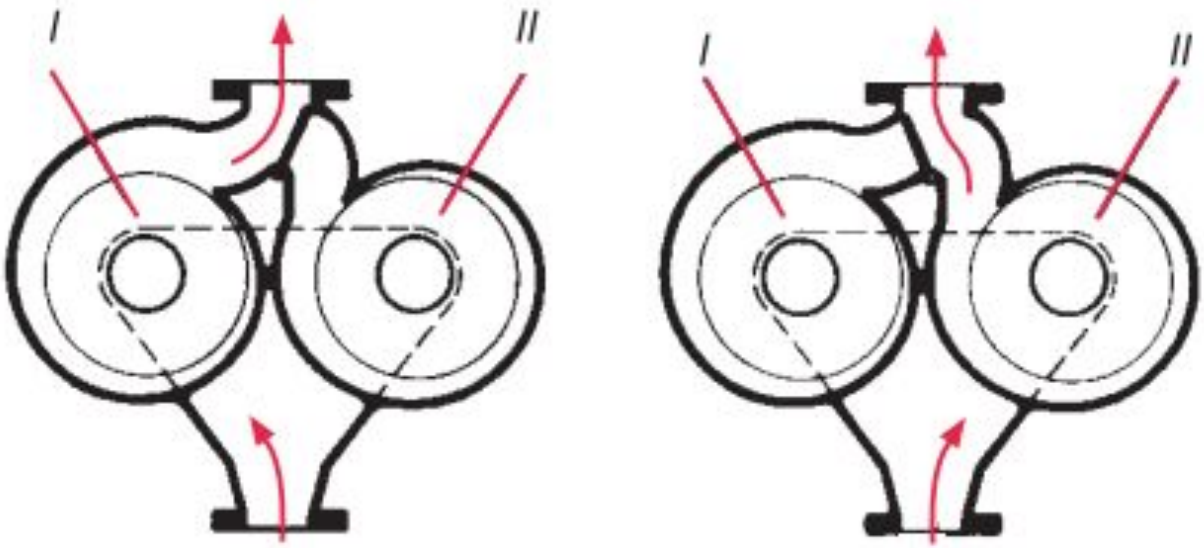
Схема насоса с сухим ротором in line

Конструкция in-line насоса с сухим ротором



Сдвоенный насос с «сухим» ротором in line

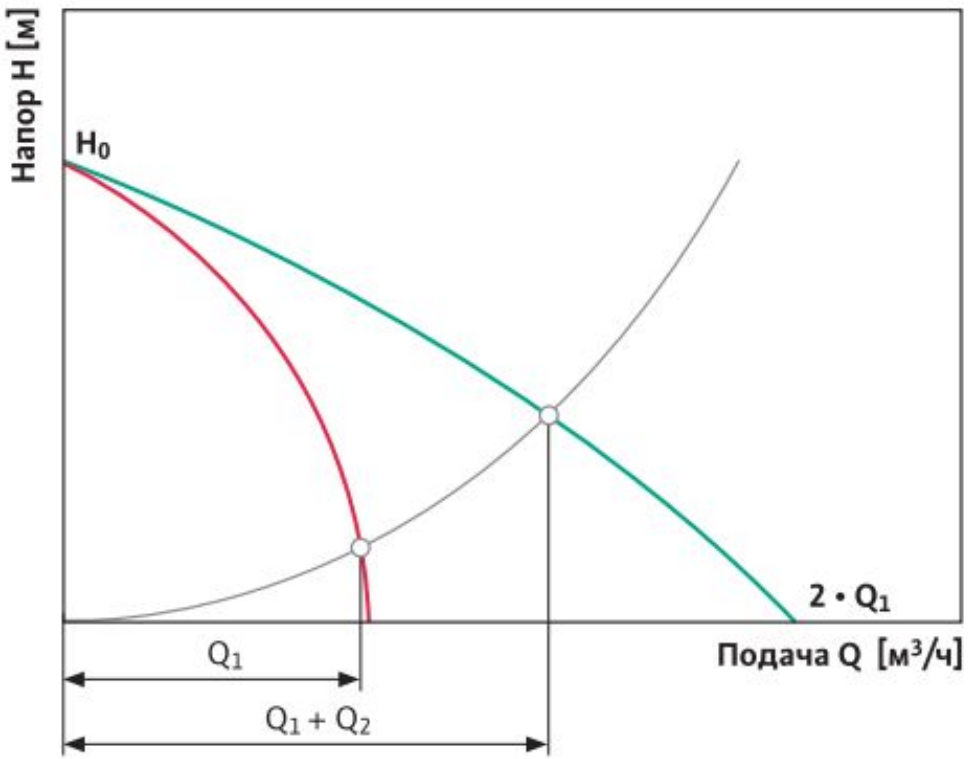
Раздельная работа насосов

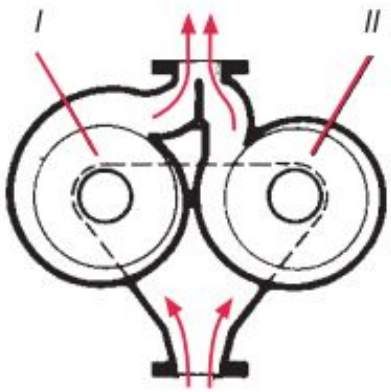


В работе насос I или насос II

Параллельная работа насосов

Характеристики насосов при параллельном включении





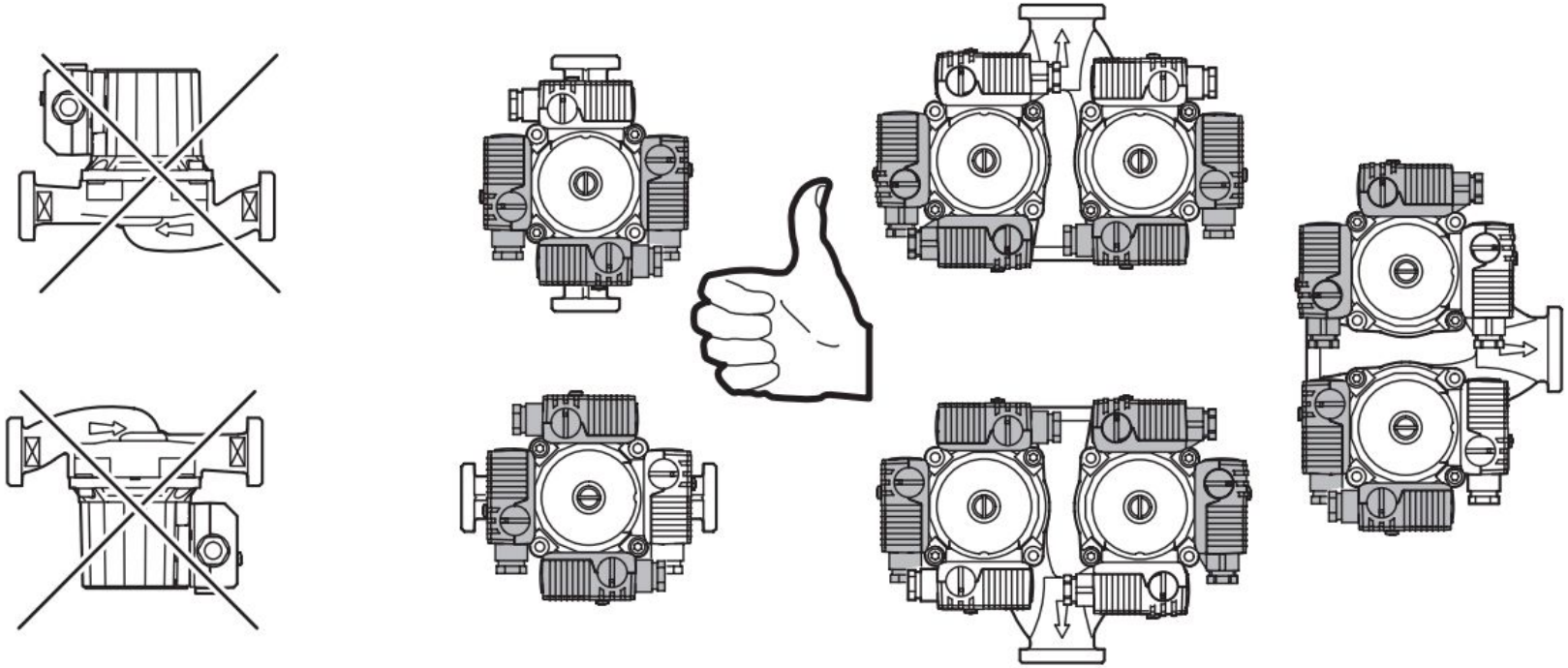
В работе оба насоса

Параллельное включение двух насосов одинаковой мощности

Скользящее торцовое уплотнение

СТУ насоса с сухим ротором

Схема установки насосов с «мокрым» ротором



Установка насоса с «мокрым» ротором

Консольный линейный (in line) насос с «мокрым» ротором

Движение потока в in line - схеме

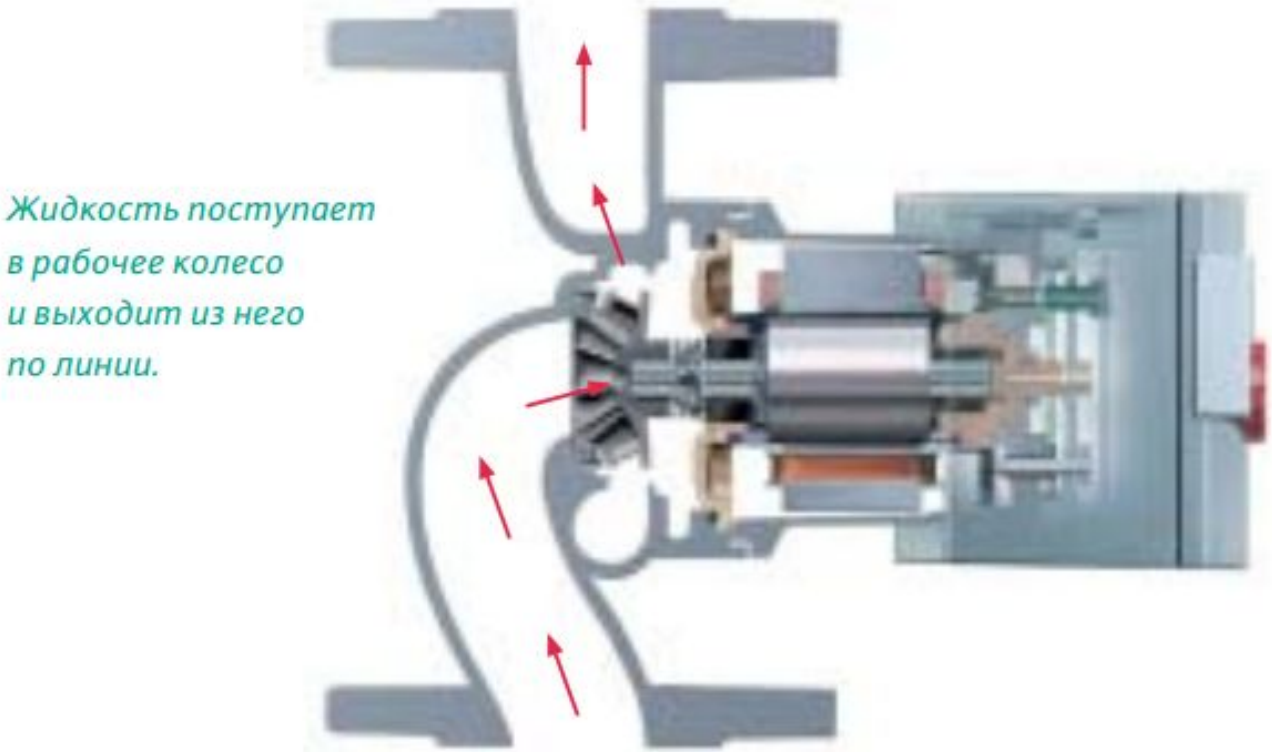
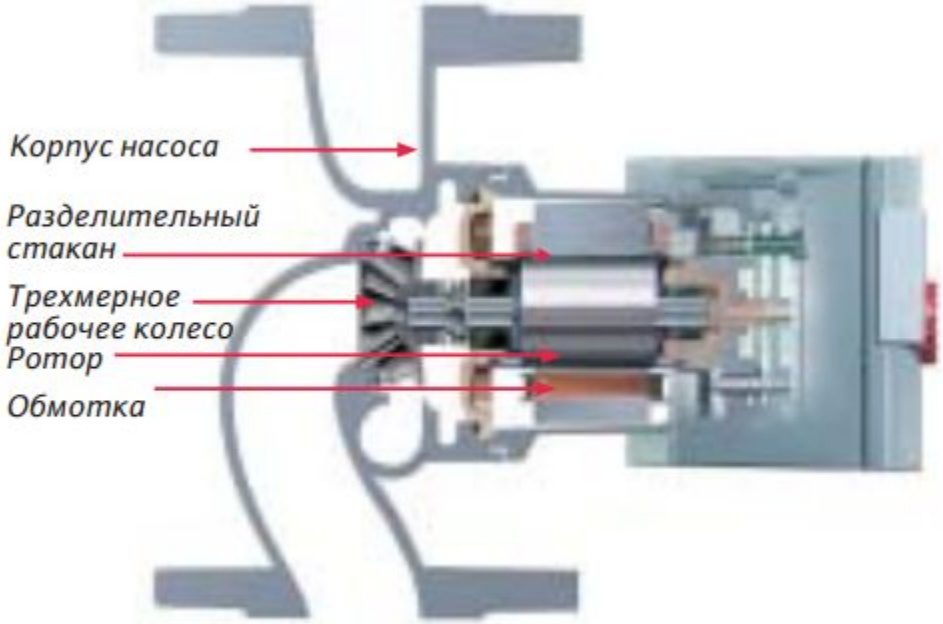
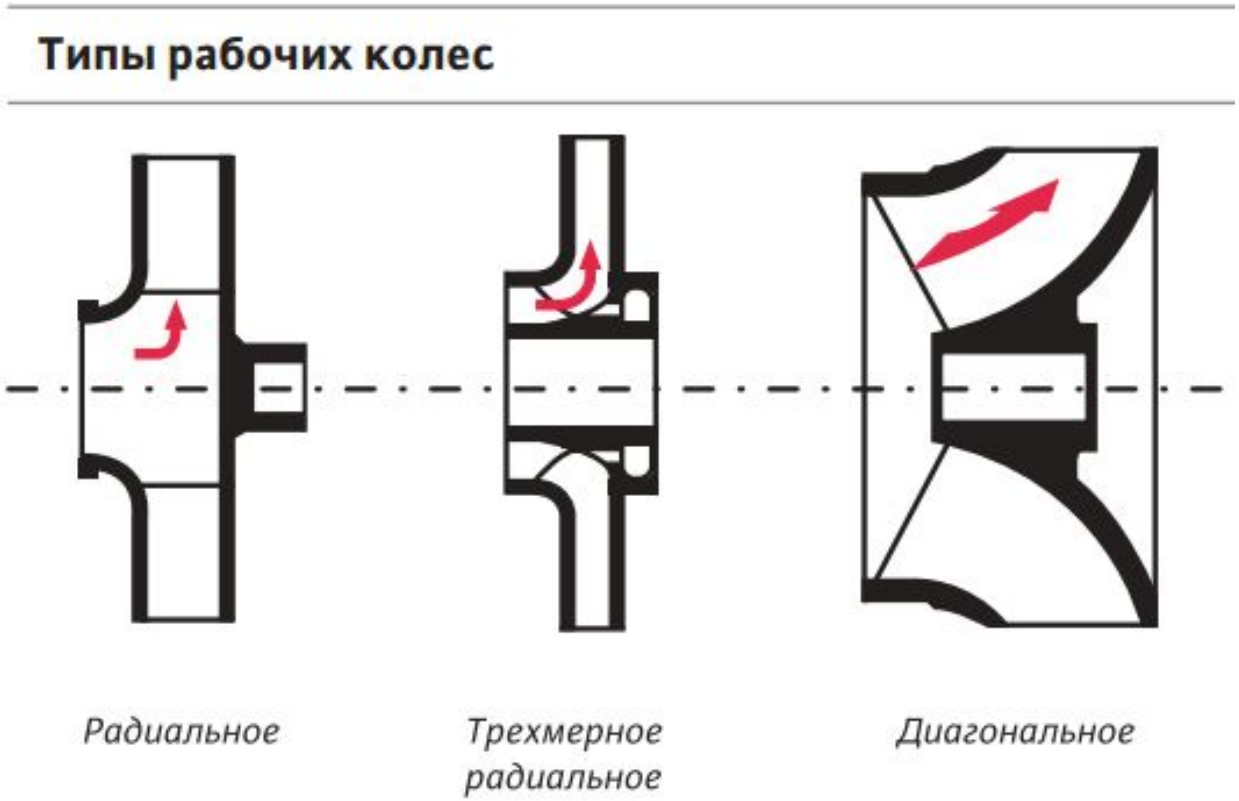


Схема насоса с «мокрым» ротором



Типы рабочих колес



Насос с «мокрым» ротором и ступенчатым регулированием

Сдвоенный насос с «мокрым» ротором и ступенчатым регулированием

Насос с «мокрым» ротором и плавным регулированием

Сдвоенный насос с «мокрым» ротором и плавным регулированием

Сдвоенный насос с «мокрым» ротором программируемый

Проверка включения насоса с «мокрым» ротором

Насосы центробежные двухстороннего входа Д

ГОСТ 10272-87 распространяется на горизонтальные одноступенчатые центробежные насосы (далее — насосы) с полуспиральным подводом двустороннего входа с подачей от 65 до 13 500 м³/ч (от 18 до 3750 л/с) и напором от 10 до 130 м, предназначенные для перекачивания воды и жидкостей, имеющих сходные с водой свойства по вязкости и химической активности, температурой до 358 К (85°С), не содержащих твердых включений по массе более 0,05%, размеру более 0,2 мм и микротвердостью более 6,5 ГПа (650 кгс/мм²).

Структурная схема обозначения насосов Д

X X XXX — XXX —X — X — X X

Обозначение модернизации насоса *

Тип насоса

Подача

Напор

Обозначение вариантов обточки рабочего колеса, обеспечивающей работу в средней и нижней части поля $Q - H$, буквами соответственно а и б

Исполнение по материалу проточной части: чугун, алюминий, углеродистая сталь — не обозначается;
бронза — Б;
хромоникелевая сталь — К

Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69

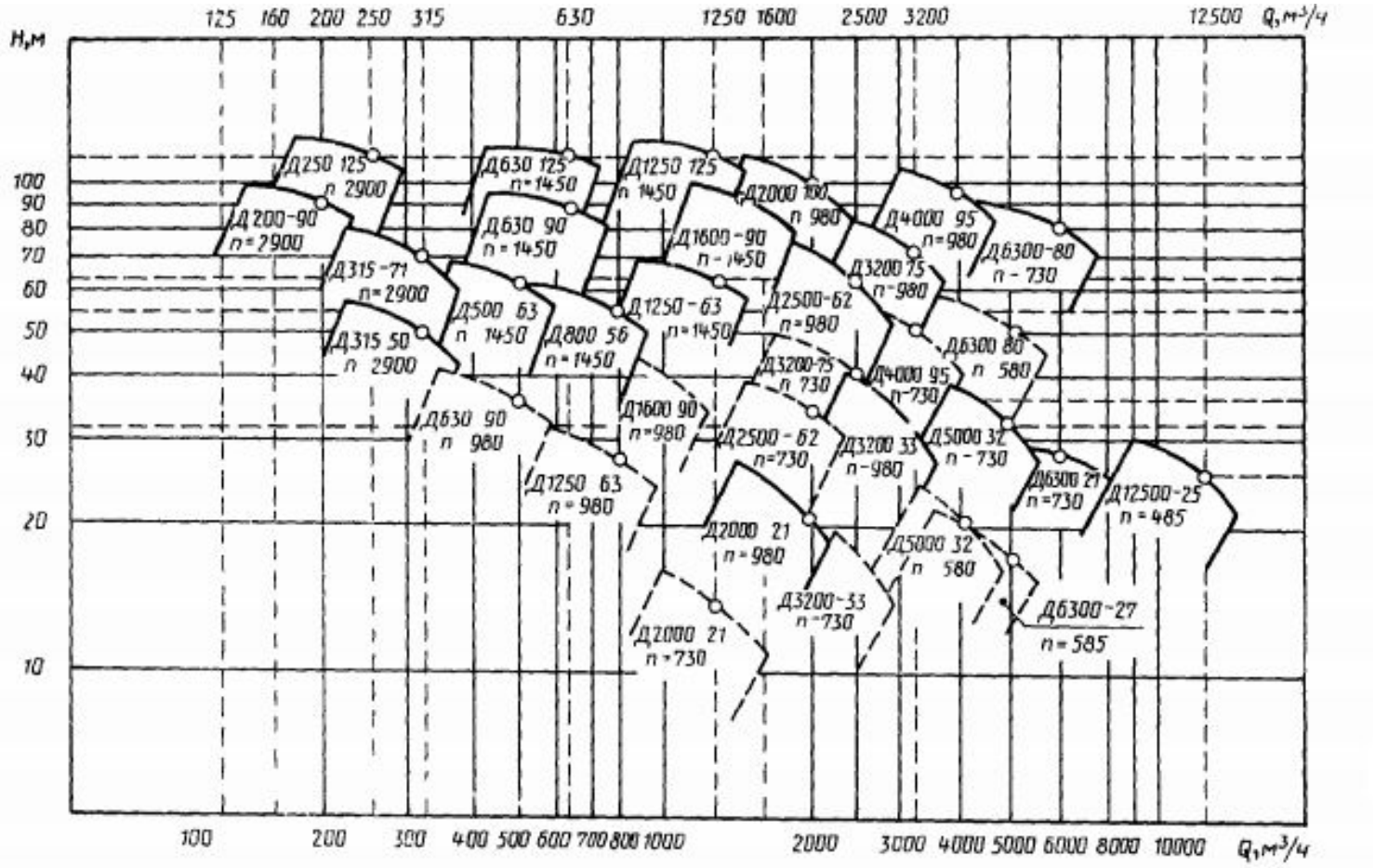
Обозначение настоящего стандарта

Пример обозначения насосов Д

Пример условного обозначения насоса типа Д, модернизации 1, с подачей 200 м³/ч, напором 90 м, со второй обточкой рабочего колеса, материалом проточной части из бронзы, климатического исполнения и категории размещения УЗ:

Насос 1Д 200—90—б—Б—УЗ ГОСТ 10272—87

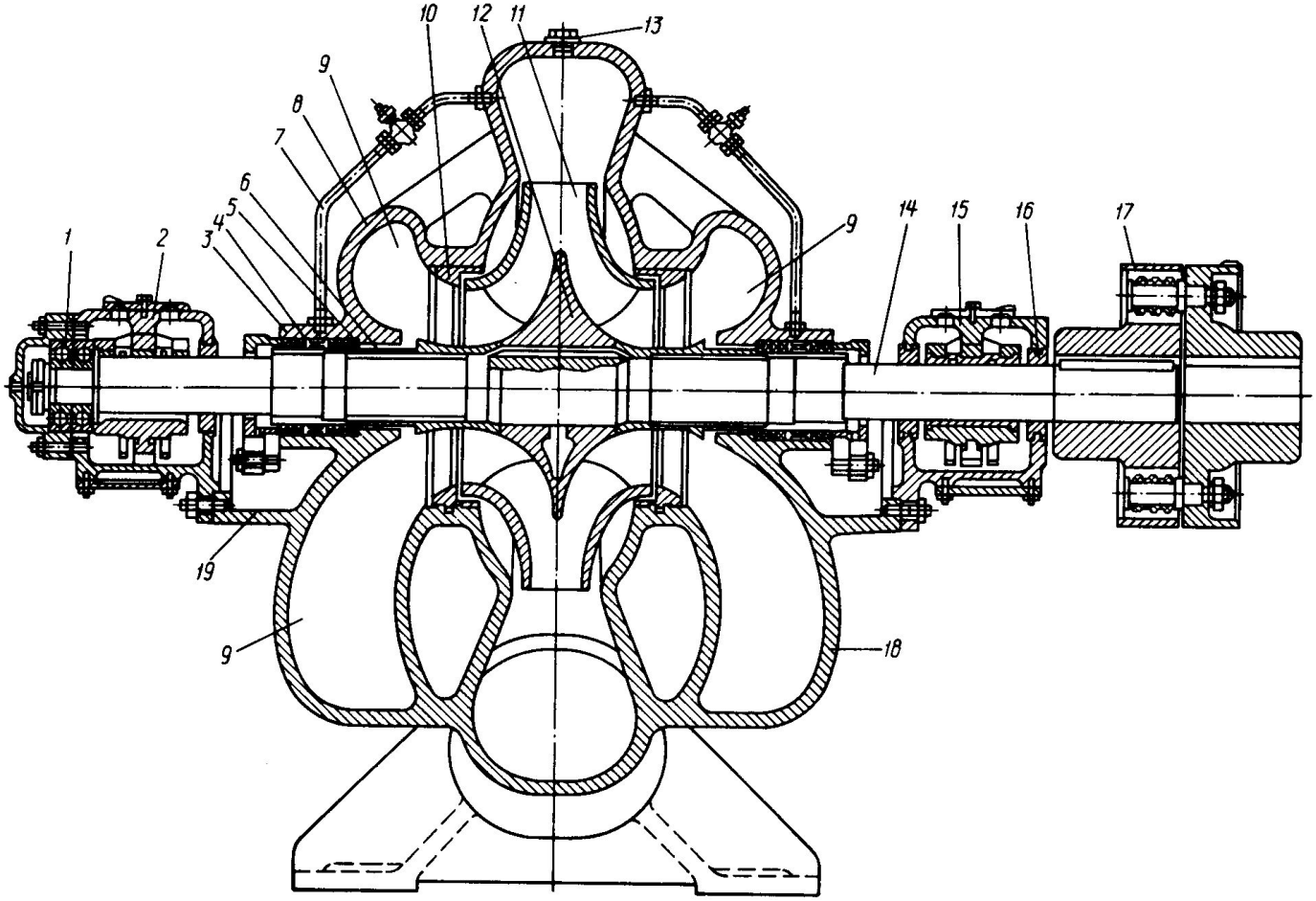
Область работы насосов Д



Частота вращения об/мин

Примечание Пунктиром отмечены области работы насосов при пониженной частоте вращения»

Горизонтальный центробежный насос двухстороннего всасывания типа Д



1 – радиально-осе ıус сальника; 4 – гайка; *5* – грундбукса; *6* – защитно-упорные втулки; *7* – трубки гидравлического уплотнения; *8* – крышка корпуса;
9 – улитка; *10* – защитно уплотняющие кольца; *11* – рабочее колесо; *12* – втулка рабочего колеса;
13 – отверстие для

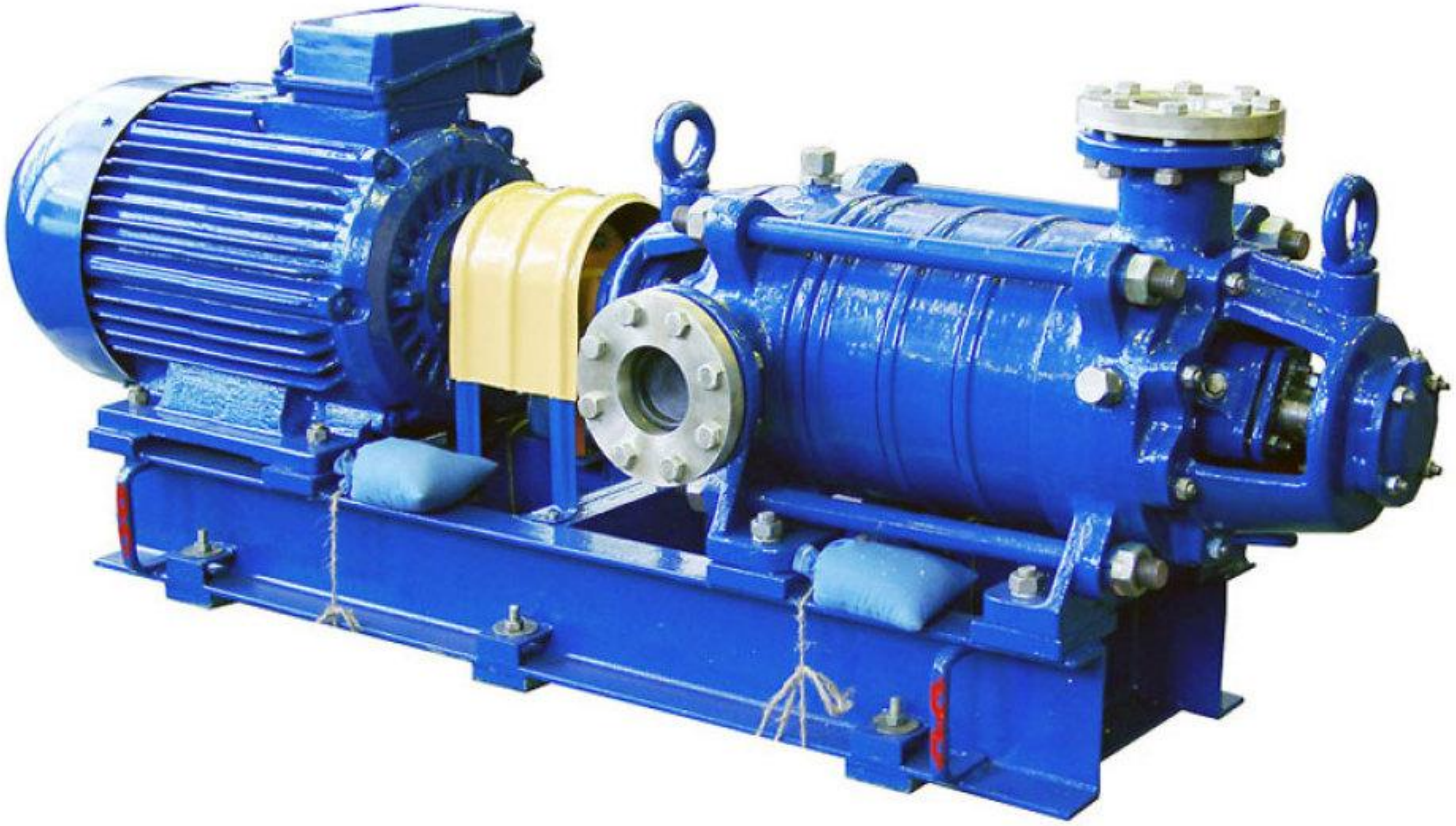
Центробежный насос двухстороннего всасывания типа Д

Насосная станция

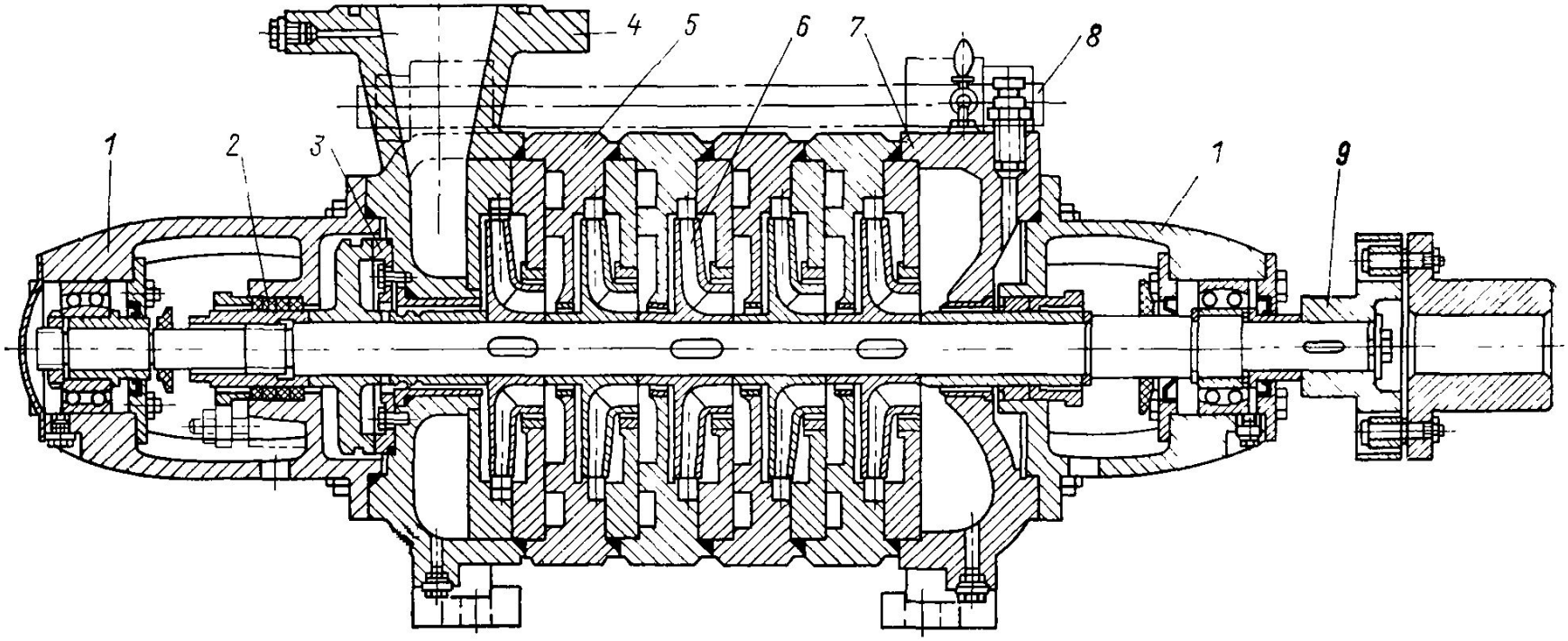
Центробежные многоступенчатые секционные насосы

- ГОСТ 10407-88
- ЦНС - насосы для перекачивания воды, имеющей водородный показатель pH 7 - 8,5, с массовой долей механических примесей не более 0,1 %, размером твердых частиц не более 0,1 мм, микротвердостью не более 1,47 ГПа, температурой не более 318 К (45 °С);
- ЦНСг - то же, с температурой не более 378 К (105 °С);

Центробежный насос секционный для горячей воды ЦНСг



Насос секционный ЦНСг



Структурная схема условного обозначения насосов ЦНС

$$\frac{XXXX}{1} \qquad \frac{XXX}{2} \qquad \frac{\cdot XXXX}{3} \qquad \frac{\cdot X}{4}$$

1 - тип насоса;
2 - подача насоса, $м^3/ч$;
3 - напор насоса, м;
4 - порядковый номер модернизации.

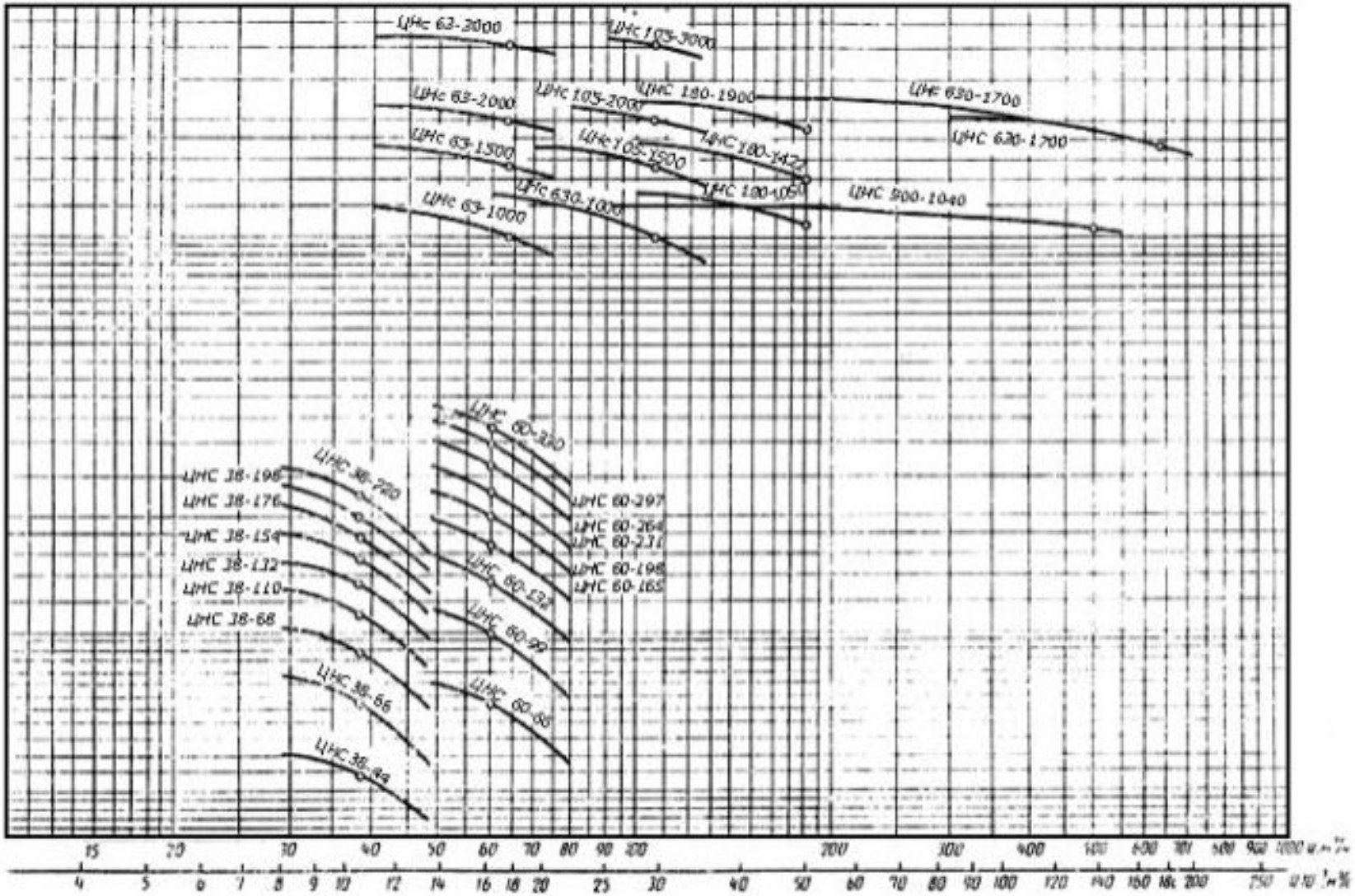
Пример условного обозначения центробежного многоступенчатого секционного насоса для перекачивания агрессивных нефтепромысловых вод, в том числе сероводородосодержащих, с подачей 0,05 $м^3/с$ (180 $м^3/ч$) и напором 1900 м:

Насос ЦНСс 180-1900

То же, с первой модернизацией:

ЦНСс 180-1900-1.

Область работы секционных насосов



Многоступенчатый in line насос с сухим ротором

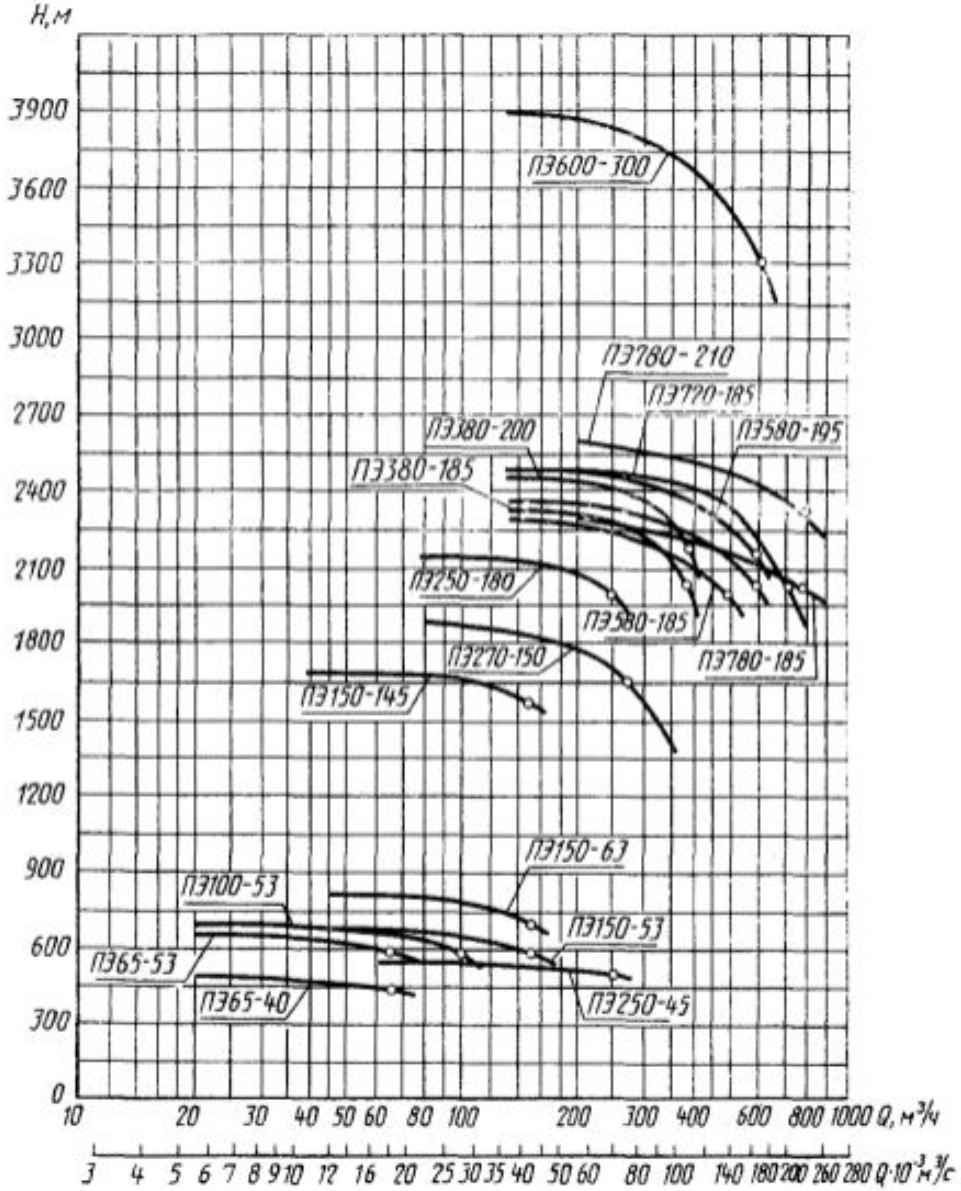
Классификация насосов

- К энергетическим насосам относятся:
- - питательные;
- - конденсатные;
- - сетевые (магистральных тепловых сетей).
- Работу конденсационных установок паровых турбин обеспечивают циркуляционные насосы. В качестве циркуляционных обычно используют осевые (осевые вертикальные) насосы общего назначения.
- Центробежные насосы двухстороннего всасывания используют в оборотных системах водоснабжения промпредприятий.

Насосы центробежные питательные

- ГОСТ 22337-77 распространяется на многоступенчатые, секционные, горизонтальные питательные центробежные насосы (ПЭ) с приводом от электродвигателя с синхронной частотой вращения 50 с-1 (3000 об/мин), предназначенные для питания водой стационарных паровых котлов с абсолютным давлением пара 3,9; 9,8; 13,7; 25 МПа (40, 100, 140, 255 кгс/ см^2).
- Вода должна иметь водородный показатель pH 7 - 9,2, температуру не более 438 К (165°С) и не содержать твердых частиц.
- Для насосов с подачей 0,105 м^3/с (380 м^3/ч) и выше допускается применять гидромуфты.

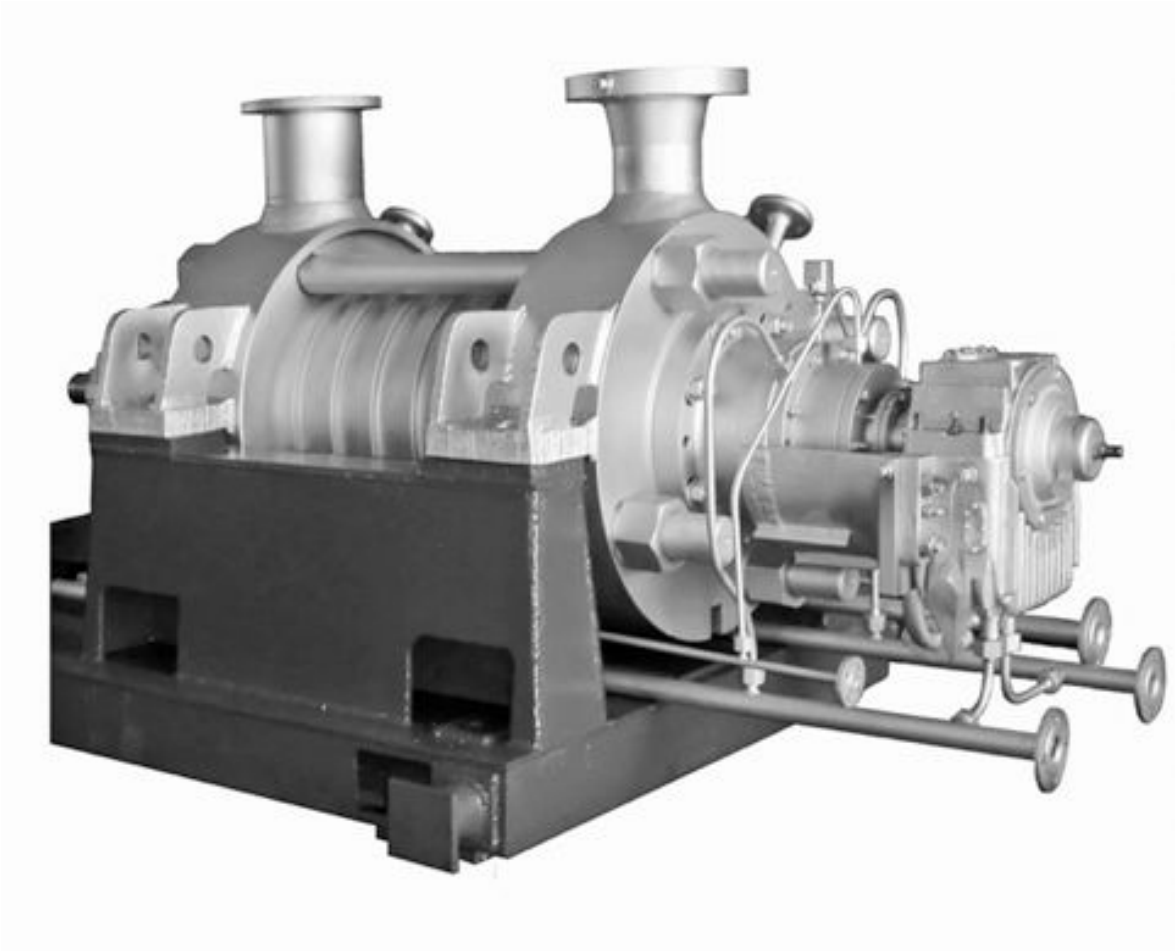
Область применения питательных насосов



Пример условного обозначения

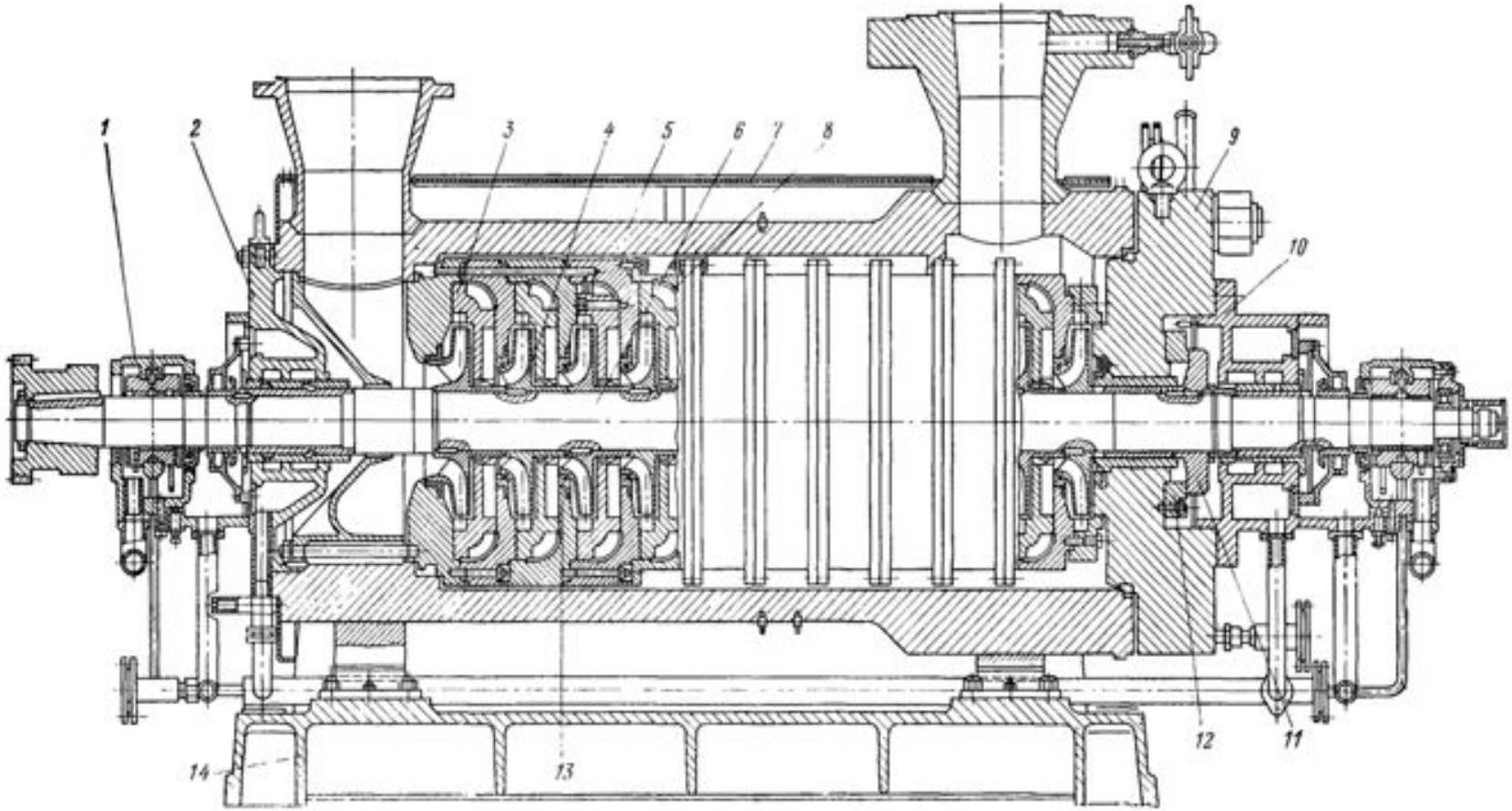
- Пример условного обозначения центробежного питательного насоса ПЭ с подачей 0,105 м3 /с (380 м3 /ч) и давлением 18,1 МПа (185 кгс/см2):
- Насос ПЭ 380-185 ГОСТ 22337-77.

Питательный насос без тепловой изоляции



Питательный насос с электроприводом ПЭ

Питательный двухкорпусной электронасос ПЭ



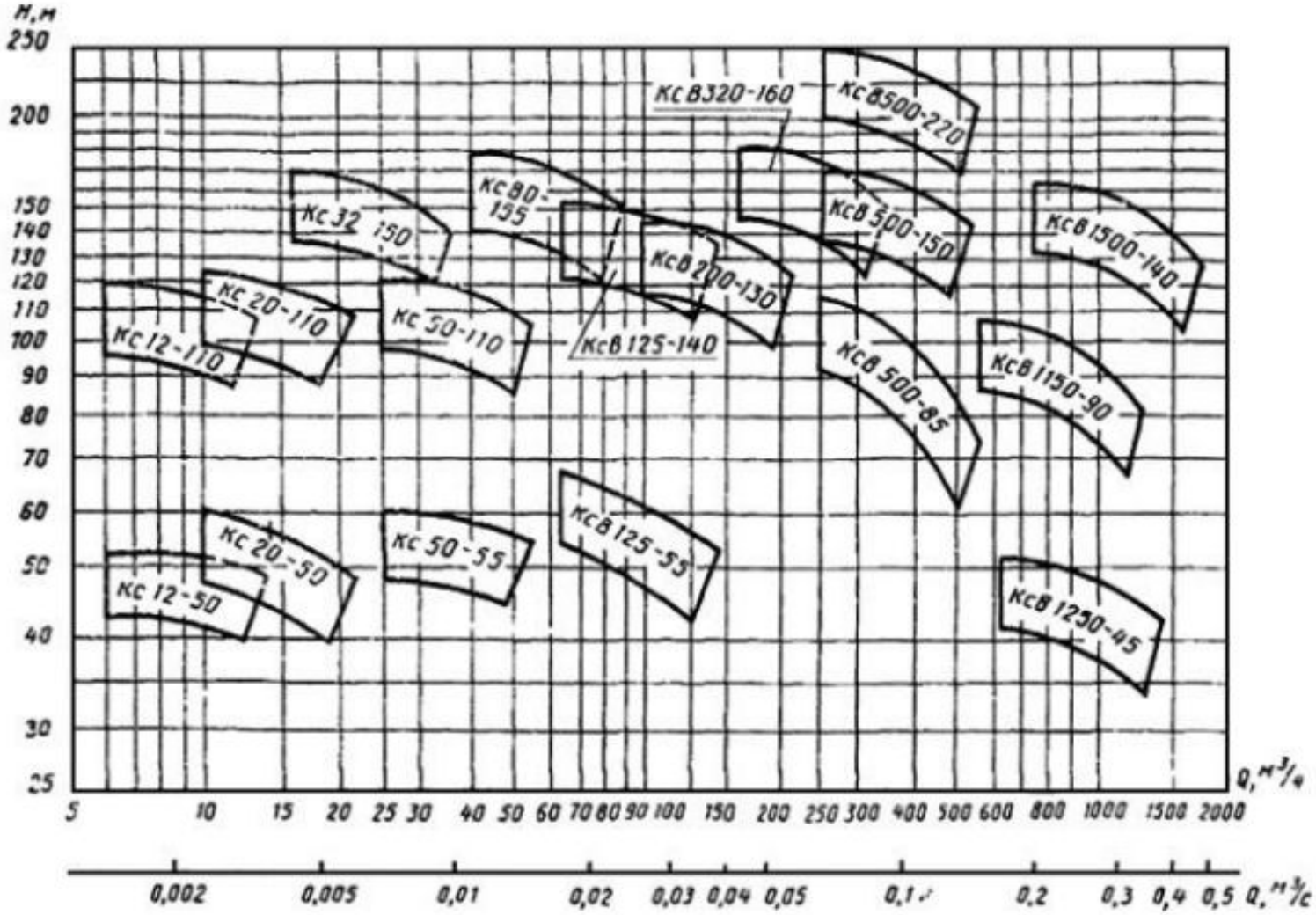
1 – подшипник скольжения; 2 – входная крышка; 3 – направляющий аппарат; 4 – рабочее колесо; 5 – наружный корпус; 6 – вал; 7 – кожух; 8 внутренний корпус; 9 – напорная крышка; 10 – концевое уплотнение; 11 – разгрузочный диск; 12 – подушка гидропяты; 13 – промежуточная ступень; 14 – плита

Питательный турбонасос ПТН

Насосы центробежные конденсатные

- ГОСТ 6000-88 распространяется на центробежные конденсатные насосы (далее - насосы) горизонтального (Кс) или вертикального (КсВ) исполнения, предназначенные для перекачивания конденсата в пароводяных сетях электростанций, работающих на органическом топливе, а также жидкостей, сходных с конденсатом по вязкости, химической активности и содержанию твердых частиц Конденсат должен иметь водородный показатель 6,8-9,2 и не должен содержать твердых частиц размером более 0,1 мм и концентрацией не более 5 мг/л.

Область применения конденсатных насосов

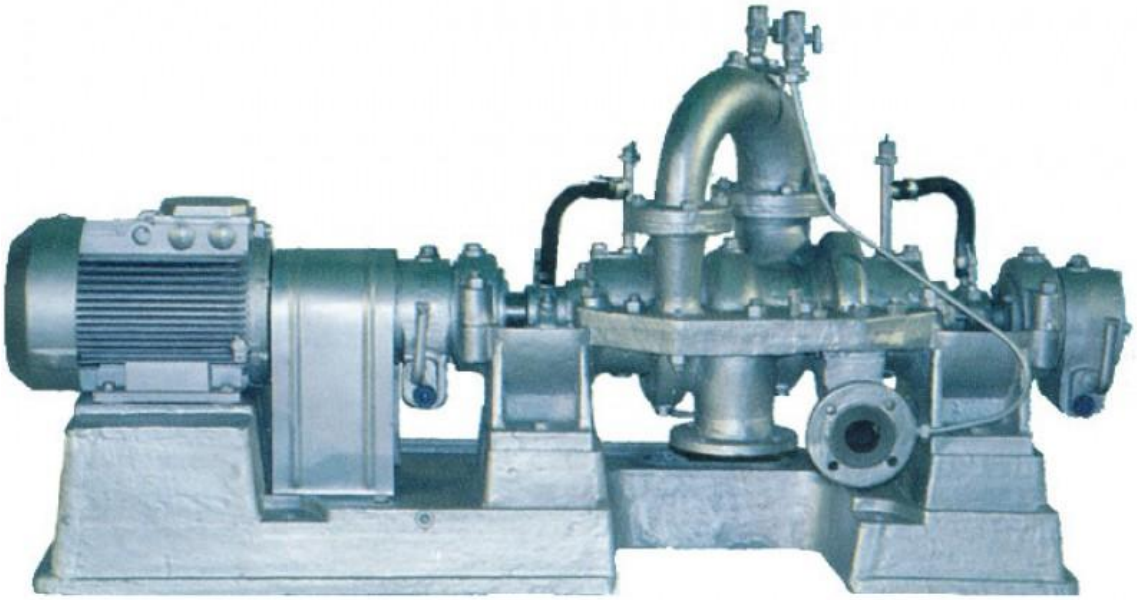


Структурная схема обозначения конденсатного насоса

Маркировка конденсатных насосов

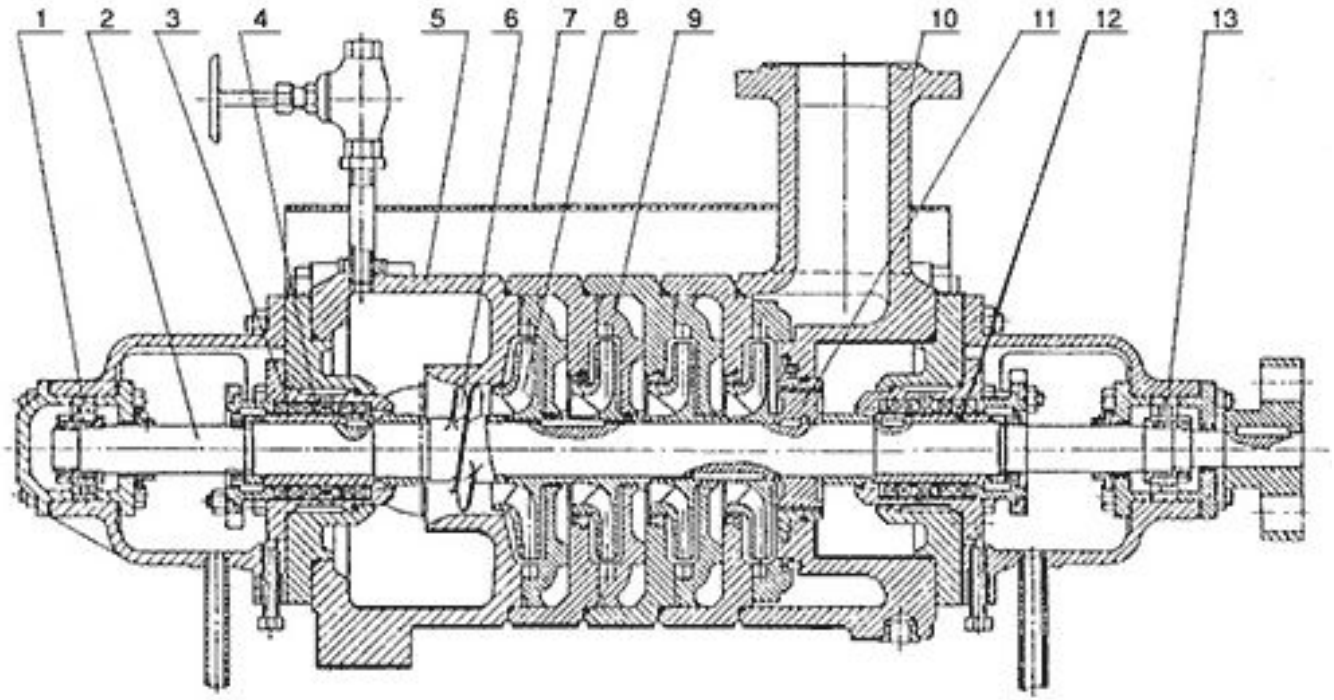
- Пример условного обозначения насоса центробежного конденсатного вертикального исполнения с подачей 0,056 $м^3/с$ (200 $м^3/ч$, напором 130 м: КсВ 200-130; то же, с первой обточкой рабочего колеса и первой модернизацией: КсВ 200-130а-1.
- Пример условного обозначения насоса центробежного конденсатного горизонтального исполнения с подачей 0,006 $м^3/с$ (20 $м^3/ч$), напором 50 м: Кс 20-50 то же, со второй обточкой рабочего колеса и второй модернизацией: Кс 20-50б-2.

Конденсатный насос Кс спиральный



Конденсатный насос секционный горизонтальный Кс

Чертеж конденсатного насоса Кс 32-150



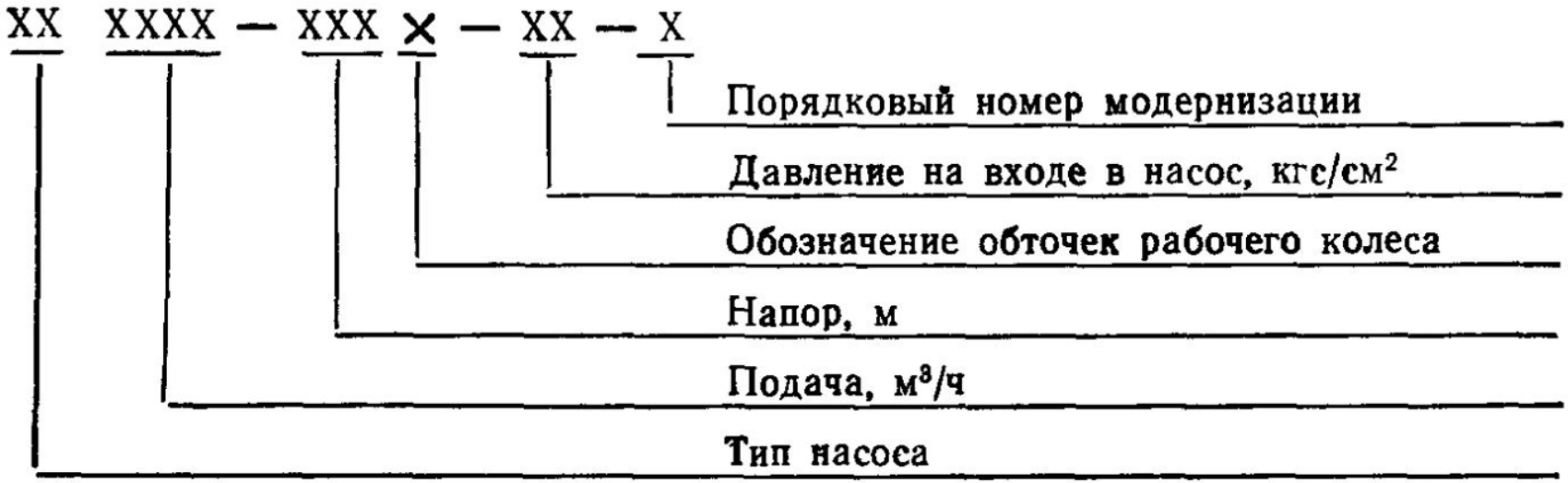
1 - подшипник;
2 - вал;
3 - сальниковая набивка;
4 - кольцо сальника;
5 - входная крышка;
6 - предвключенное колесо;
7 - кожух;
8 - колесо рабочее;
9 - направляющий аппарат;
10 - напорная крышка;
11 - барабан;
12 - втулка защитная;
13 - подшипник.

Конденсатный насос вертикальный КсВ

Насосы центробежные сетевые

- ГОСТ 22465-88 распространяется на сетевые центробежные насосы с приводом от электродвигателя, предназначенные для перекачивания воды в тепловых сетях с водородным показателем pH 6,5-9,5, содержанием твердых частиц размером не более 0,2 мм и массовой концентрации не более 5 мг/л.

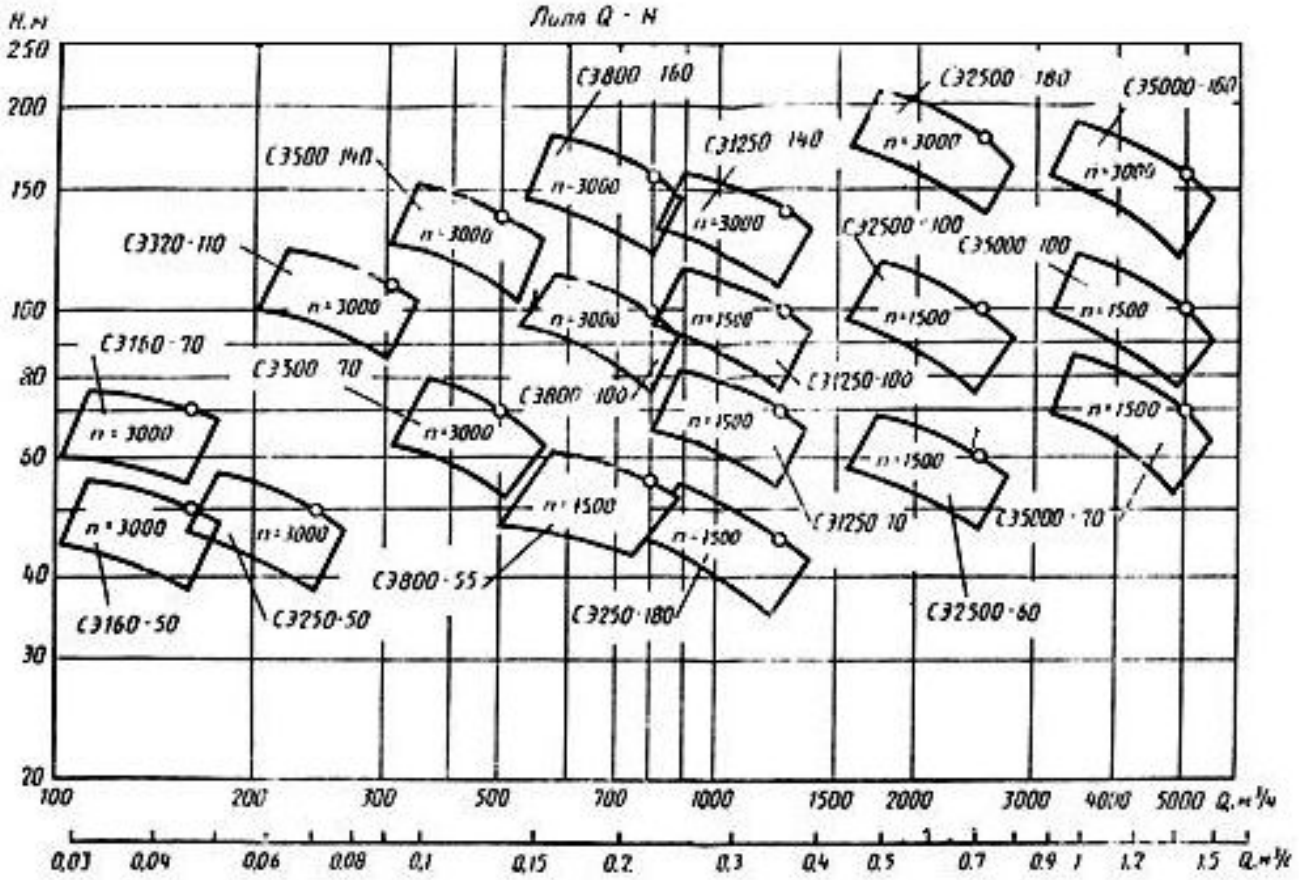
Структурная схема обозначения сетевого насоса



Маркировка сетевых насосов

- Пример условного обозначения сетевого центробежного насоса с подачей 0,347 $м^3/с$ (1250 $м^3/ч$), напором 140 м и давлением на входе 0,78 МПа (8 $кгс/см^2$):
- *Насос СЭ 1250-140-8*
- То же, в первой обточкой рабочего колеса и с первой модернизацией:
- *Насос СЭ 1250-140а-8-1*

Область применения сетевых насосов



Сетевой электронасос одноступенчатый СЭ

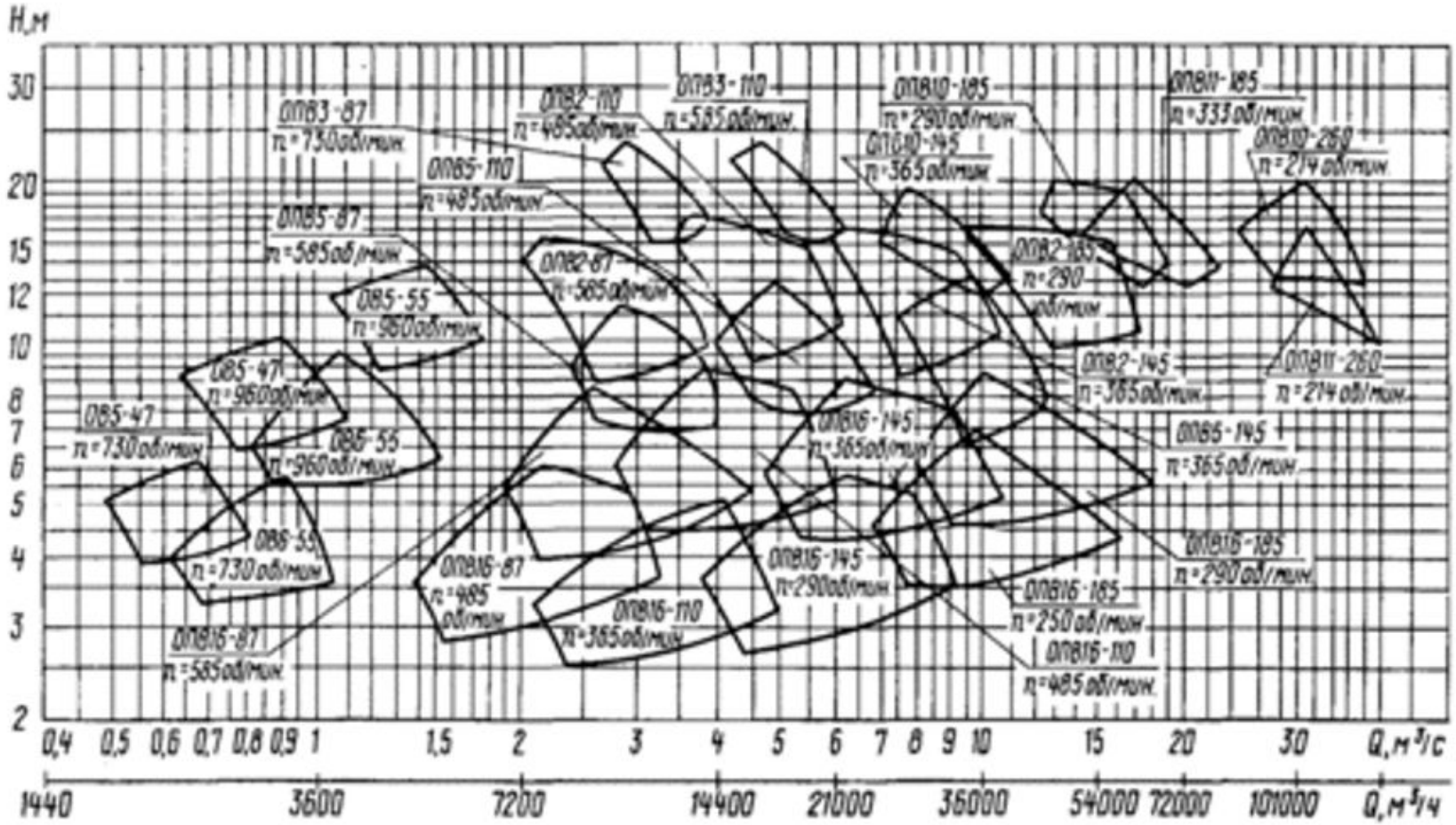
Сетевой электронасос двухступенчатый СЭ

Осевые вертикальные насосы

Насосы типов ОВ и ОПВ — осевые вертикальные с трех-шестилопастным рабочим колесом; изготовляются как с жестким (основное исполнение), так и с поворотным креплением лопастей рабочего колеса и в зависимости от этого называются осевыми вертикальными (тип ОВ) или осевыми поворотно-лопастными вертикальными (тип ОПВ).

Насосы типов ОВ и ОПВ предназначены для перекачивания воды с содержанием взвешенных частиц не более 3 г/л, размером не более 0,1 мм (из них абразивных частиц не более 2%) при температуре не более 308 К (35° С). Насосы применяются для циркуляционного водоснабжения тепловых и атомных электростанций.

Область применения осевых вертикальных насосов



Условное обозначение осевых вертикальных насосов

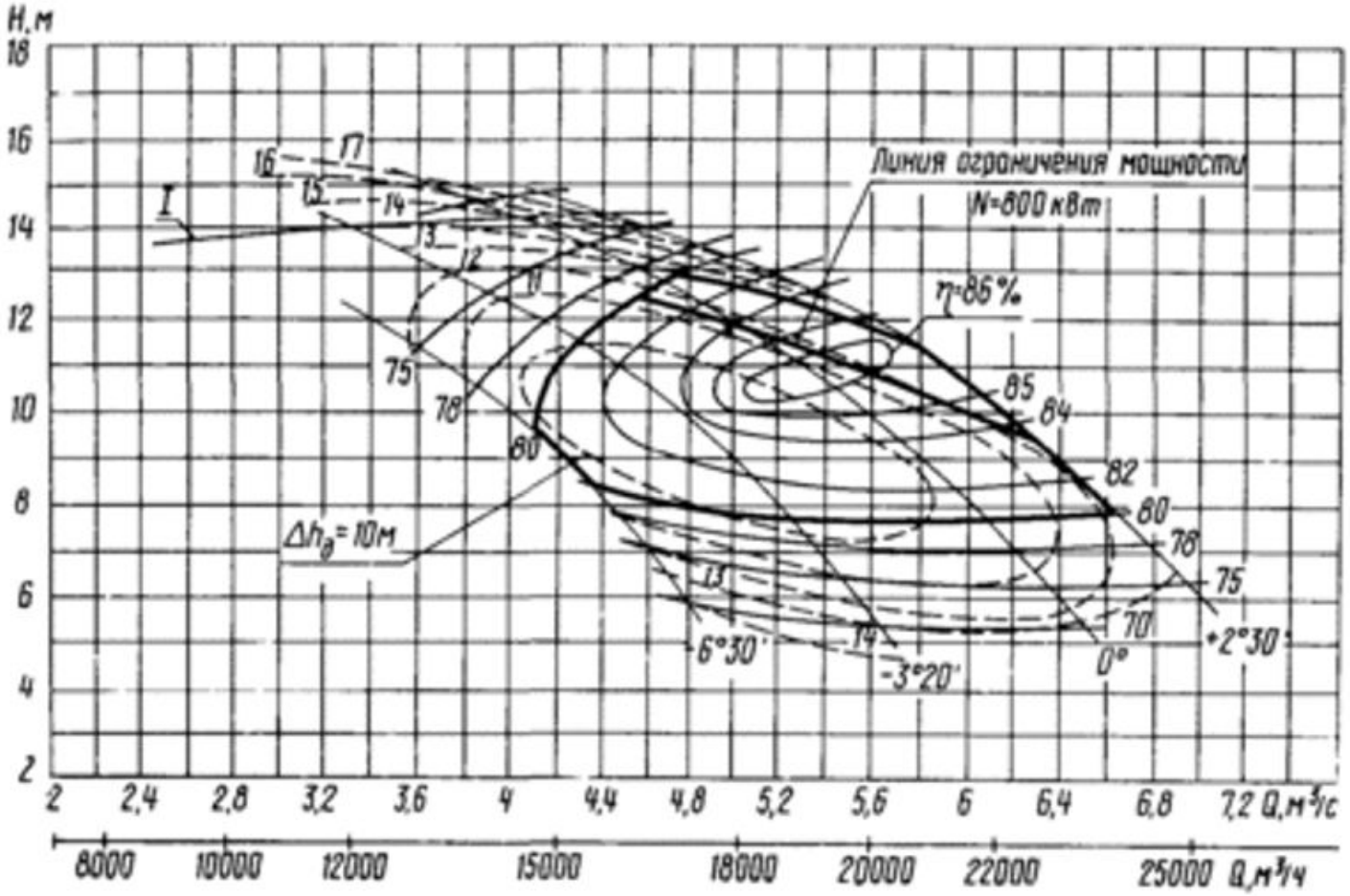
ОВ — осевой вертикальный насос с жестко закрепленными лопастями рабочего колеса; ОПВ — осевой вертикальный насос с ручным приводом поворота лопастей рабочего колеса; цифра после буквы — модель типового колеса (2, 3, 5, 6, 10, 11 и 16); следующая цифра — диаметр рабочего колеса (см); буквы после цифр — модификация насоса: К — с подводом камерного типа; Э — с электроприводом поворота лопастей; КЭ — с подводом камерного типа и электроприводом поворота лопастей; МК — малогабаритный с подводом камерного типа; МКЭ — малогабаритный с подводом камерного типа и электроприводом поворота лопастей; МБ — моноблочный; ЭГ — с электрогидроприводом поворота лопастей; МБК — моноблочный с подводом камерного типа; последние буква и цифра — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150—69.

Маркировка вертикальных осевых насосов

Пример условного обозначения вертикального насоса типа ОПВ модели 2, с рабочим колесом диаметром 110 см, с ручным механизмом поворота лопастей, с изогнутой всасывающей трубой, климатического исполнения У, категории размещения 3: *Насос ОПВ2-110-У3.*

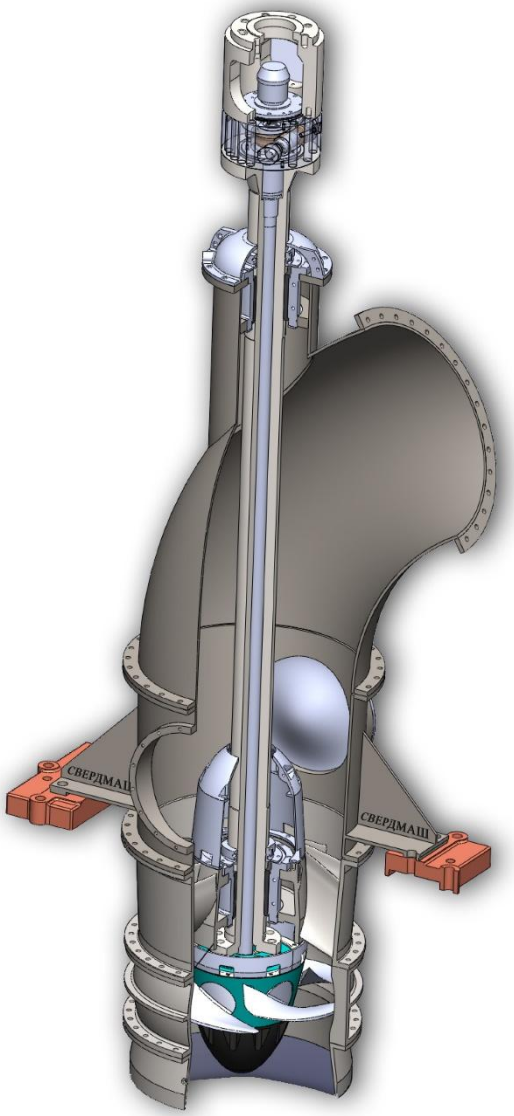
То же, с электроприводом поворота лопастей: *Насос ОПВ2-110Э-У3.*

Характеристики вертикальных осевых насосов

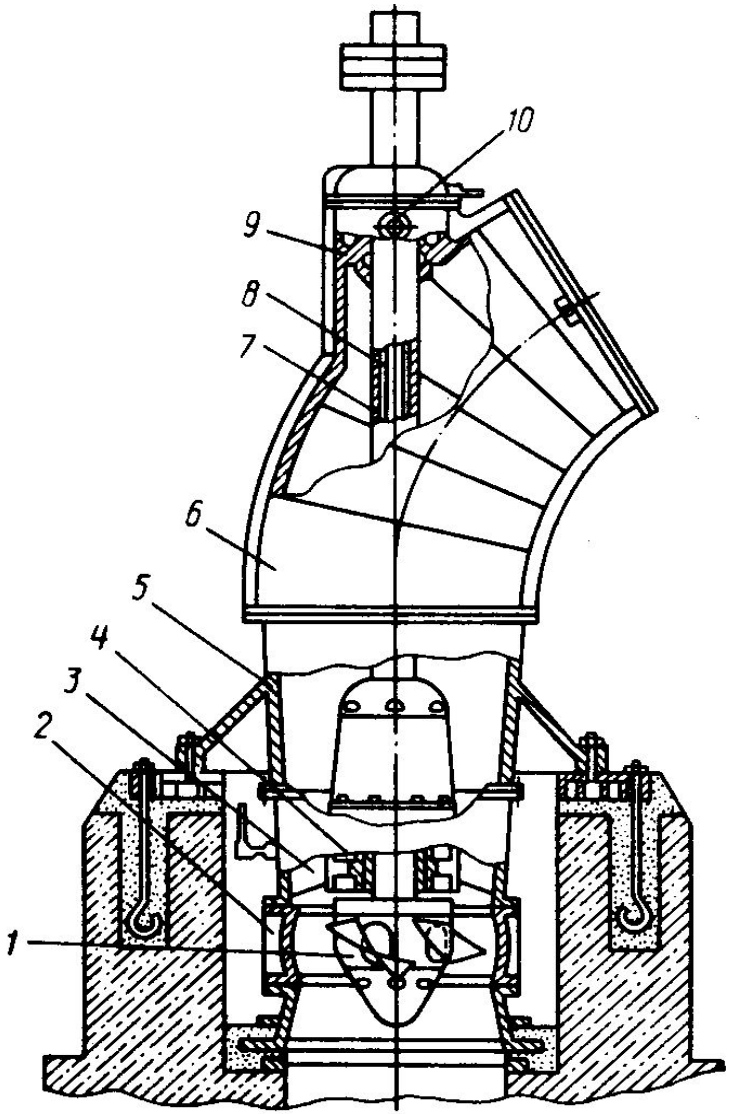


Характеристика насоса ОПВ5-110;
$n = 485$ об/мин; $D_{р.к} = 1100$ мм

Осевой вертикальный насос с поворотными лопастями ОПВ

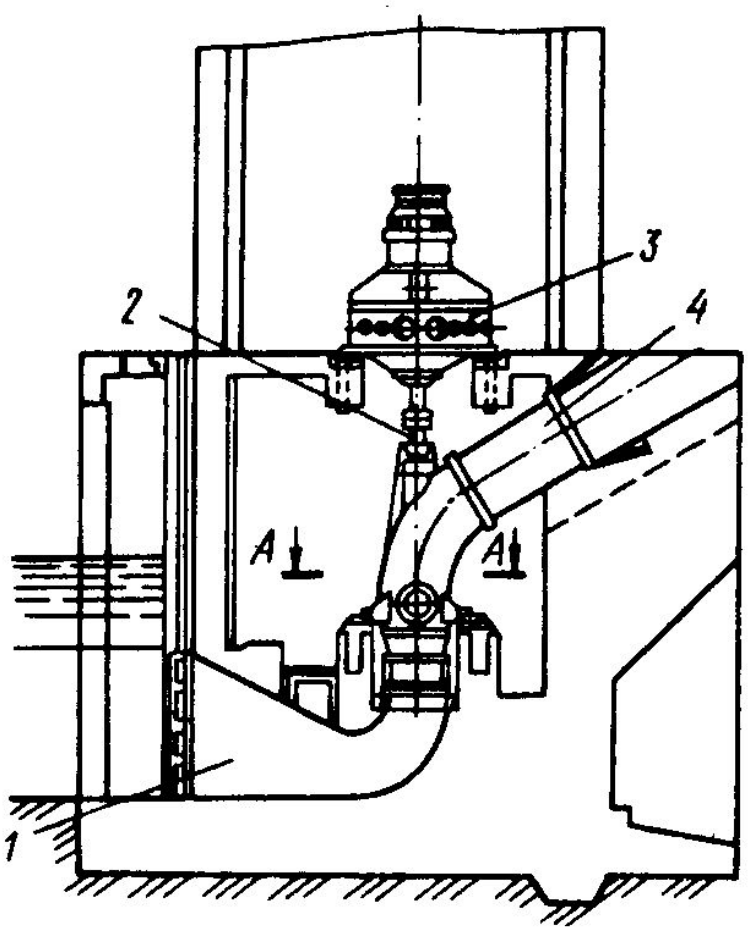


Осевой вертикальный насос с поворотными лопастями ОПВ



1 – рабочее колесо с поворотными лопастями;
2 – сферическая камера;
3 – спрямляющий аппарат;
4 – нижняя опора вала;
5 – диффузор с лапами для крепления к фундаментным плитам;
6 – корпус насоса;
7 – полый вал; *8* - шток привода механизма разворота лопастей;
9 – верхний направляющий подшипник; *10* – механизм поворота лопастей с ручным приводом

Установочный чертеж насоса ОПВ



1 – бетонная всасывающая труба; *2* – вал; 3 – электродвигатель; *4* –напорная труба

Багерные насосы

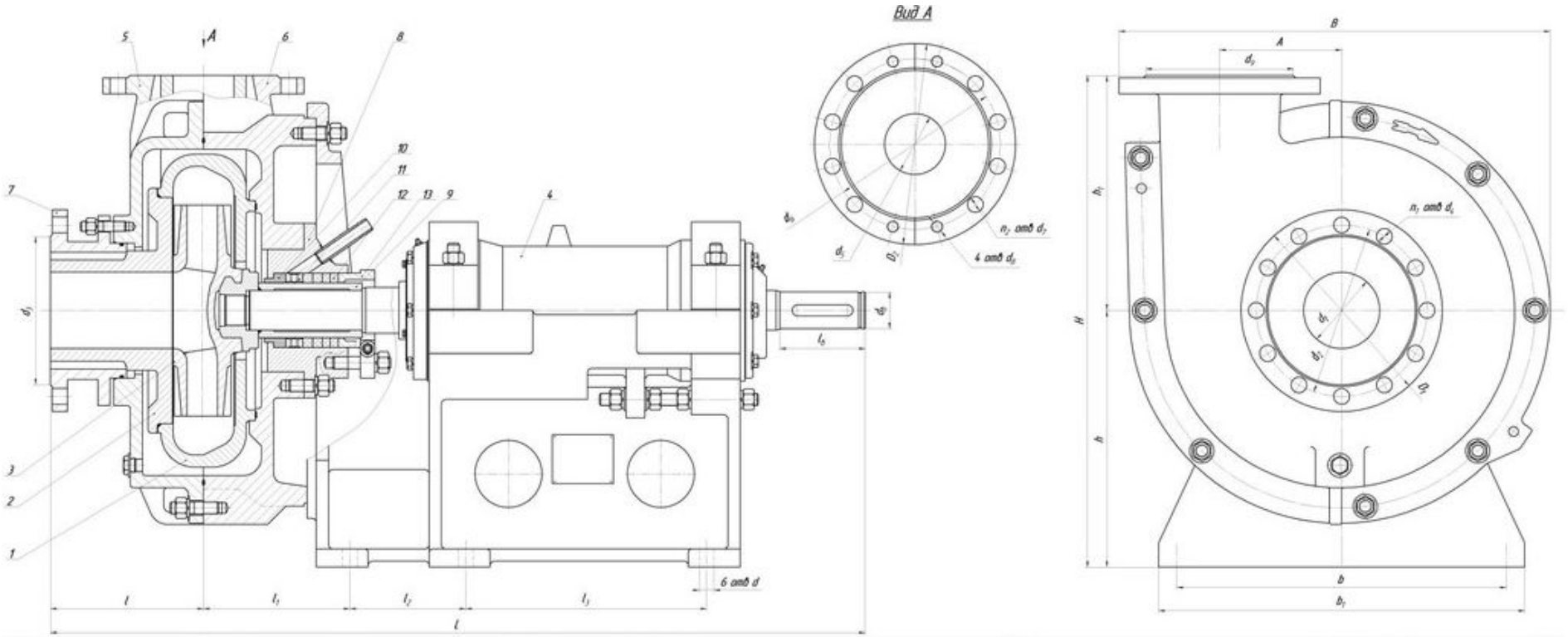
- Багерные насосы предназначены для перекачивания высокоабразивных смесей в системах мокрого золошлакоудаления угольных ТЭС.
- Рабочая среда – гидросмесь (золошлак).
- Подготовка гидросмеси: размол шлака, смешивание шлака с золой и водой.
- Багерные насосы устанавливаются на багерных насосных станциях по схеме: рабочий-резерный-в ремонте.
- Золошлак в виде пульпы подается багерными насосами на хранение в золоотвал.
- В качестве багерных чаще всего применяют насосы общепромышленного назначения – грунтовые.

Багерный насос

Багерные насосы

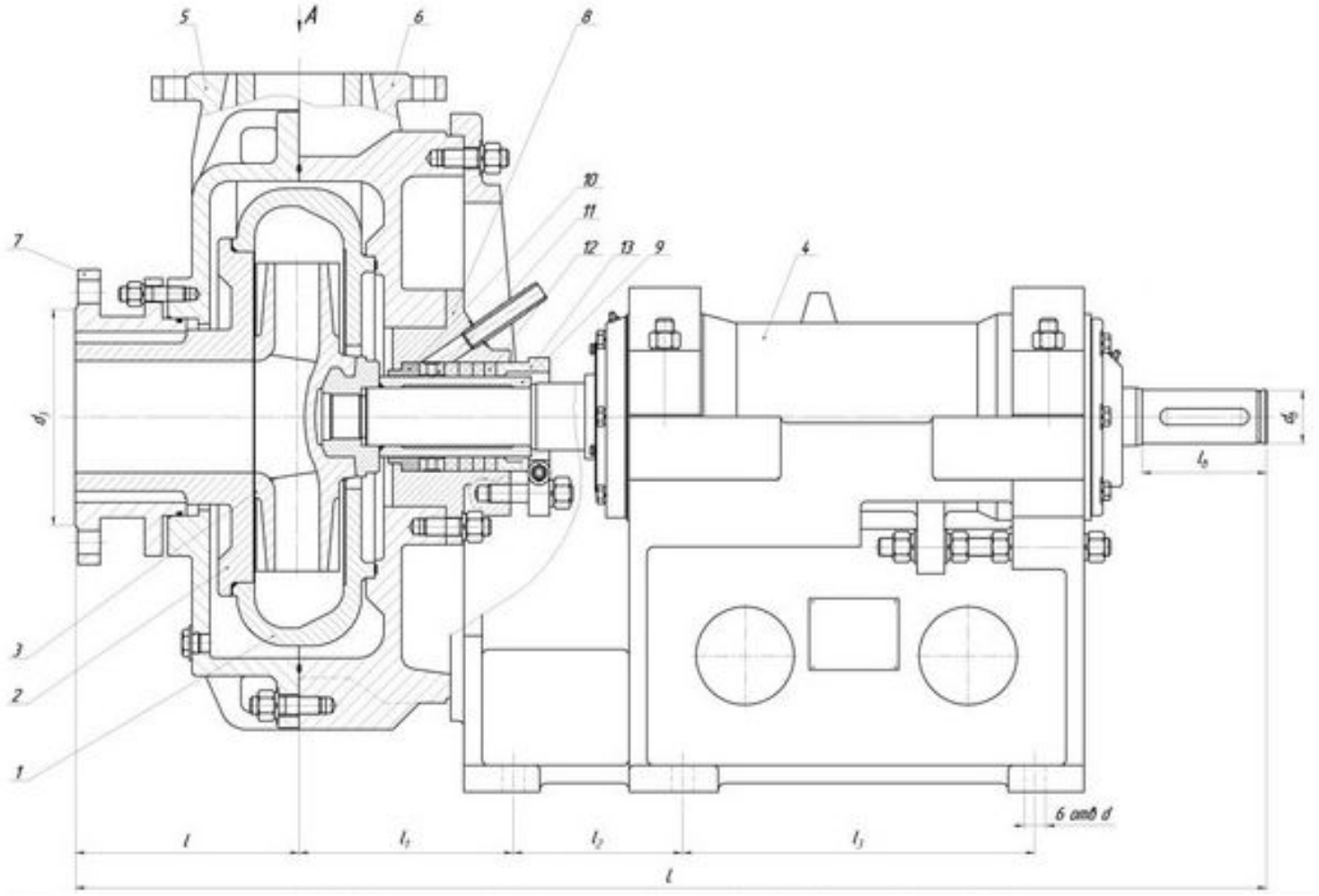
- Насосы ГрАТ, ГрАК и ГрАР центробежные горизонтальные консольные, с рабочим колесом закрытого типа и осевым входом перекачиваемой среды.
- Предназначены для перекачивания абразивных гидросмесей плотностью до 2200 кг/м³, объемной концентрацией твердых включений до 30%. Температура перекачиваемой среды от +5 до +70°С. Максимальный размер твердых включений для насосов ГрАТ – 6мм, для насосов ГрАК – 1 мм.
- Насосы имеют широкие проходные сечения, пониженное число лопаток, защиту от абразивного износа и работают на пониженных частотах вращения.
- Уплотнение: мягкий сальник с подачей промывочной воды.
- Ном. подача, м³/ч: 56÷1400
- Ном. напор, м вод. ст.: 17÷67
- Частота вращения, об/мин: 600÷1500

Багерный насос с тяжелым корпусом ГрАТ



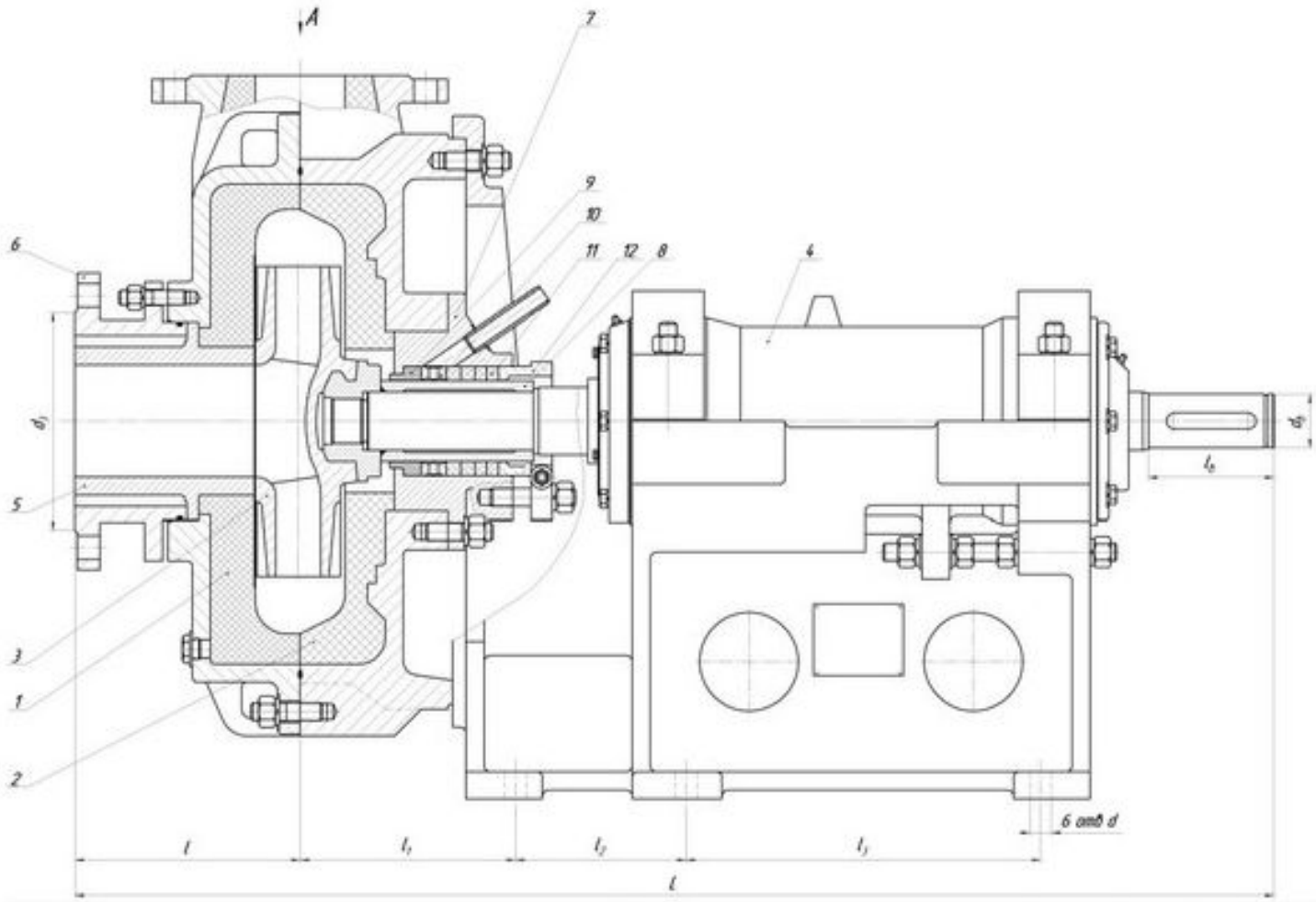
1.Корпус внутренний, 2.Бронедиск, 3.Колесо рабочее, 4.Стойка в сборе, 5.Корпус насоса передняя половина, 6.Корпус насоса задняя половина, 7.Патрубок всасывающий, 8.Корпус сальника, 9.Втулка защитная, 10.Втулка сальника, 11.Кольцо сальника, 12 Набивка многослойная плетеная, 13. Крышка сальника.

Багерный насос с тяжелым корпусом ГрАТ



1.Корпус внутренний, 2.Бронедиск, 3.Колесо рабочее, 4.Стойка в сборе, 5.Корпус насоса передняя половина, 6.Корпус насоса задняя половина, 7.Патрубок всасывающий, 8.Корпус сальника, 9.Втулка защитная, 10.Втулка сальника, 11.Кольцо сальника, 12 Набивка многослойная плетеная, 13. Крышка сальника.

Багерный насос с футеровкой корундом ГрАК



1.Футеровка корпуса передняя (корунд), 2.Футеровка корпуса задняя (корунд), 3.Колесо рабочее, 4.Стойка в сборе, 5.Втулка защитная всасывающего патрубка, 6.Патрубок всасывающий, 7.Корпус сальника, 8.Втулка защитная, 9.Втулка сальника, 10.Кольцо сальника, 11.Набивка многослойная плетеная, 12.Крышка сальника

Маркировка

- Пример обозначения: ГрАТ(К) 170/40/I-20-1,6-К

- 1. ГрА – грунтовый однокорпусный насос
- 2. Варианты исполнения насоса:
  «Т» – двухкорпусный насос с внутренним корпусом из износостойкого сплава ИЧХ 28М2
  «К» – однокорпусный насос с футеровкой корпуса абразивным материалом (корунд)
  «Р» – однокорпусный насос с футеровкой корпуса резиной
- 3. Номинальная подача, м³/ч
- 4. Номинальный напор, м
- 5. Номер опорной стойки (0, I, II, III, IV)
- 6. Условное обозначение пониженной частоты вращения:
  без цифры – номинальная частота вращения
- 7. Максимальная плотность перекачиваемой гидросмеси, т/м³
- 8. Способ соединения насоса с электродвигателем:
  без буквы – с помощью упругой муфты
  «К» - при помощи клиноременной передачи

Классификация ТДМ

- По служебному назначению ТДМ подразделяют на:
- - вентиляторы общего назначения;
- -дутьевые вентиляторы;
- - вентиляторы горячего дутья;
- - мельничные вентиляторы;
- - дымососы;
- - вентиляторы специальных типов.

Радиальные вентиляторы общего назначения

ГОСТ 5976-90

распространяется на радиальные вентиляторы общего назначения для обычных сред, одноступенчатые, с горизонтально расположенной осью вращения, со спиральными корпусами, с рабочими колесами диаметром от 200 до 3150 мм, создающие полные давления до 12000 Па при плотности перемещаемой газообразной среды 1,2 кг/м³ и предназначенные для перемещения воздуха и других газовых смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха, с температурой до 80 °С, не содержащих липких веществ, волокнистых материалов, с содержанием пыли и других твердых примесей не более 100 мг/м³. Для вентиляторов двустороннего всасывания (двусторонних) с расположением ременной передачи в перемещаемой среде температура перемещаемой среды не должна превышать 60 °С.

Радиальные вентиляторы общего назначения

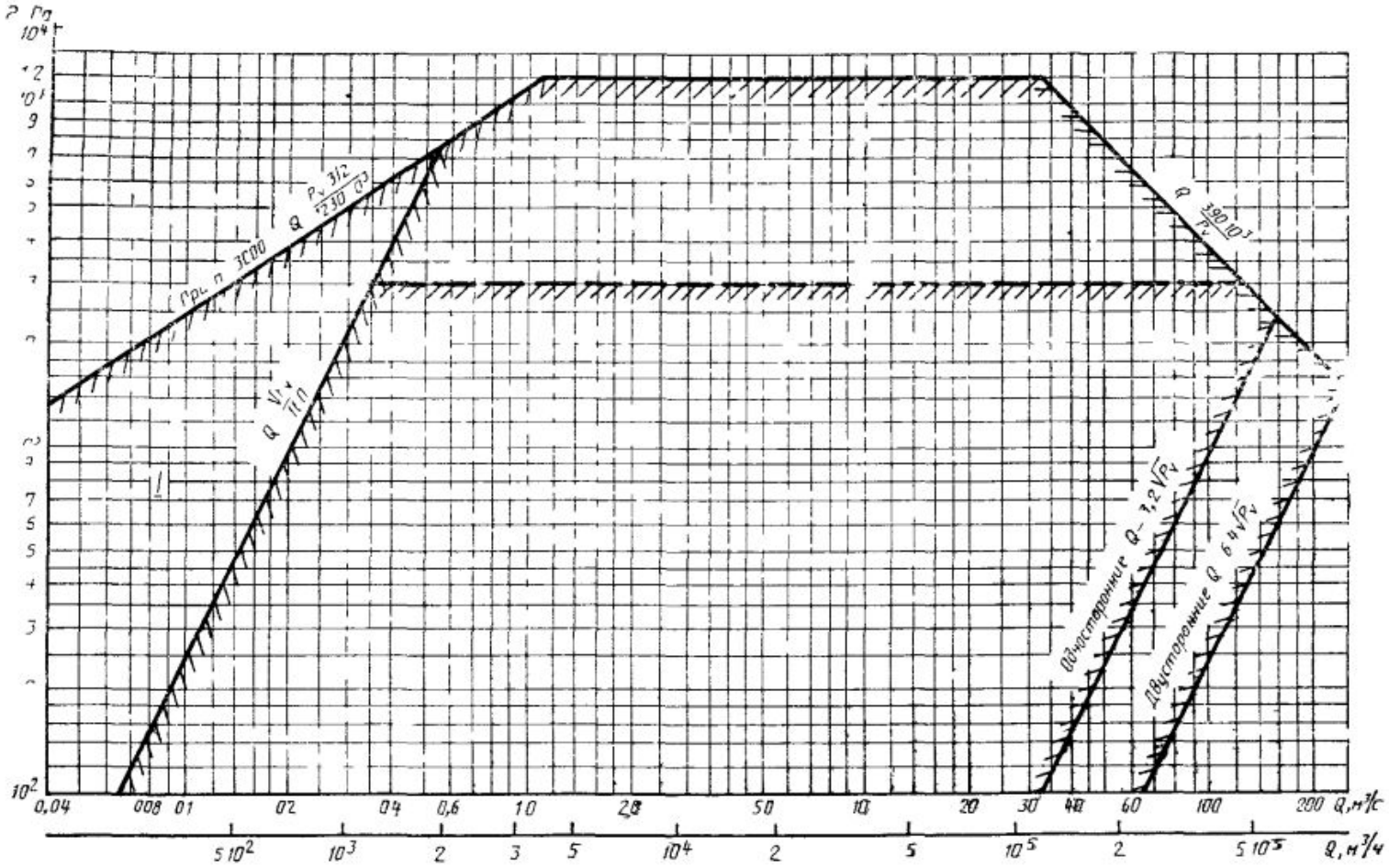
Вентиляторы разделяют на вентиляторы низкого, среднего и высокого давления в зависимости от величины полного давления, создаваемого на номинальном режиме.

Вентиляторы низкого давления должны создавать полное давление до 1000 Па, вентиляторы среднего давления — свыше 1000 до 3000 Па, вентиляторы высокого давления — свыше 3000 до 12000 Па.

Указанная на черт. область I может обслуживаться вентиляторами высокого давления, работающими на режимах, соответствующих среднему давлению.

Примечание За номинальный принят режим, соответствующий максимальному значению полного КПД

Область применения радиальных вентиляторов общего назначения



Радиальные вентиляторы общего назначения

Обозначение типа вентилятора должно состоять из:

1) буквы В — вентилятор;
2) буквы Р — радиальный;
3) стократной величины коэффициента полного давления на режиме максимального полного КПД, округленной до целого числа;
4) величины быстроходности n_y на режиме максимального полного КПД, округленной до целого числа.

Тип вентилятора обозначают по величинам коэффициента полного давления ψ и быстроходности n_y вентиляторов номеров 5 или 6,3 и окружной скорости рабочего колеса выше 20 м/с. При отсутствии в типоразмерном ряду номеров 5 или 6,3 обозначение типа присваивают по ближайшему к ним номеру вентилятора.

Маркировка радиальных вентиляторов общего назначения

Пример обозначения типа радиального вентилятора с коэффициентом полного давления, равным 0,875 (на режиме максимального полного КПД), и быстроходностью, равной 71,5: (ВР 88—72).

Вентиляторы центробежные дутьевые котельные

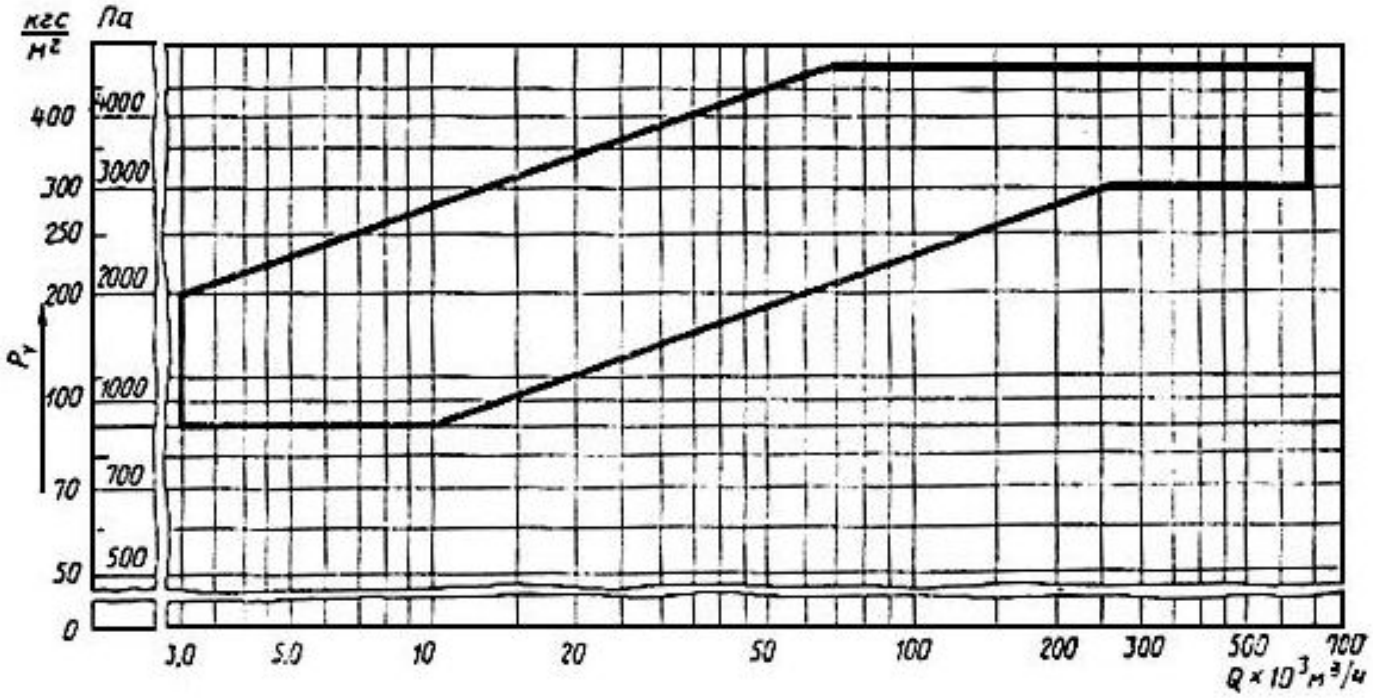
- ГОСТ 9725-82 распространяется на радиальные (центробежные) дутьевые котельные вентиляторы одностороннего всасывания с загнутыми назад лопатками рабочего колеса, предназначенные для подачи чистого воздуха в топки стационарных паровых котлов с уравновешенной тягой паропроизводительностью от 2 до 950 т/ч при температуре перемещаемого воздуха не ниже минус 30°С.
- Вентиляторы должны допускать установку спирального корпуса с углами разворота в пределах 0-270° через каждые 15°.

Маркировка

- Пример условного обозначения дутьевого вентилятора с загнутыми назад лопатками, диаметром рабочего колеса 1500 мм:

- *ВДН 15 ТУ 108.757.78*

Область применения центробежных дутьевых вентиляторов



Значения максимального и средневзвешенного КПД дутьевых вентиляторов

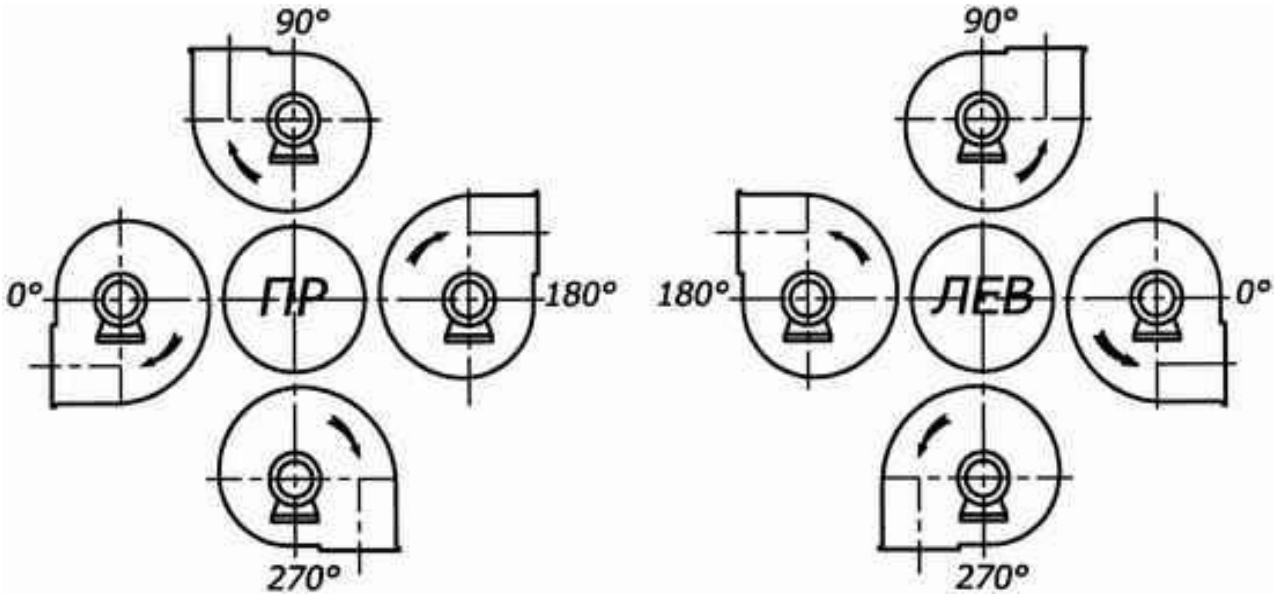
Диаметр рабочего колеса, мм	Максимальный КПД вентиляторов (по аэродинамической характеристике), %	Средневзвешенный КПД, %		
		при односкоростном электродвигателе	при двухскоростном электродвигателе	при плавном регулировании скорости вращения
До 1320	83	63	73	75
От 1400 до 2000	84			
От 2200 до 2800	86			
Св. 3150	87			

Классификация ТДМ

- По создаваемому давлению подразделяют на:
- - вентиляторы низкого давления (до 1 кПа);
- - вентиляторы среднего давления (до 3 кПа);
- - вентиляторы высокого давления (до 12 кПа).
- По быстроходности вентиляторы подразделяют на:
- - вентиляторы тихоходные ($11 < n_s < 30$);
- - вентиляторы средней быстроходности ($30 < n_s < 60$);
- - вентиляторы быстроходные ($60 < n_s < 80$).

Компоновка энергетических ТДМ

Разворот улитки ВДН и ДН



Улитка тягодутьевых машин типа ВДН и ДН изготовляется с углом разворота от 0° до 270° через каждые 15°, при этом ребра улитки, мешающие установке, подрезаются.

Схема углов разворота улитки ТДМ (правое исполнение)

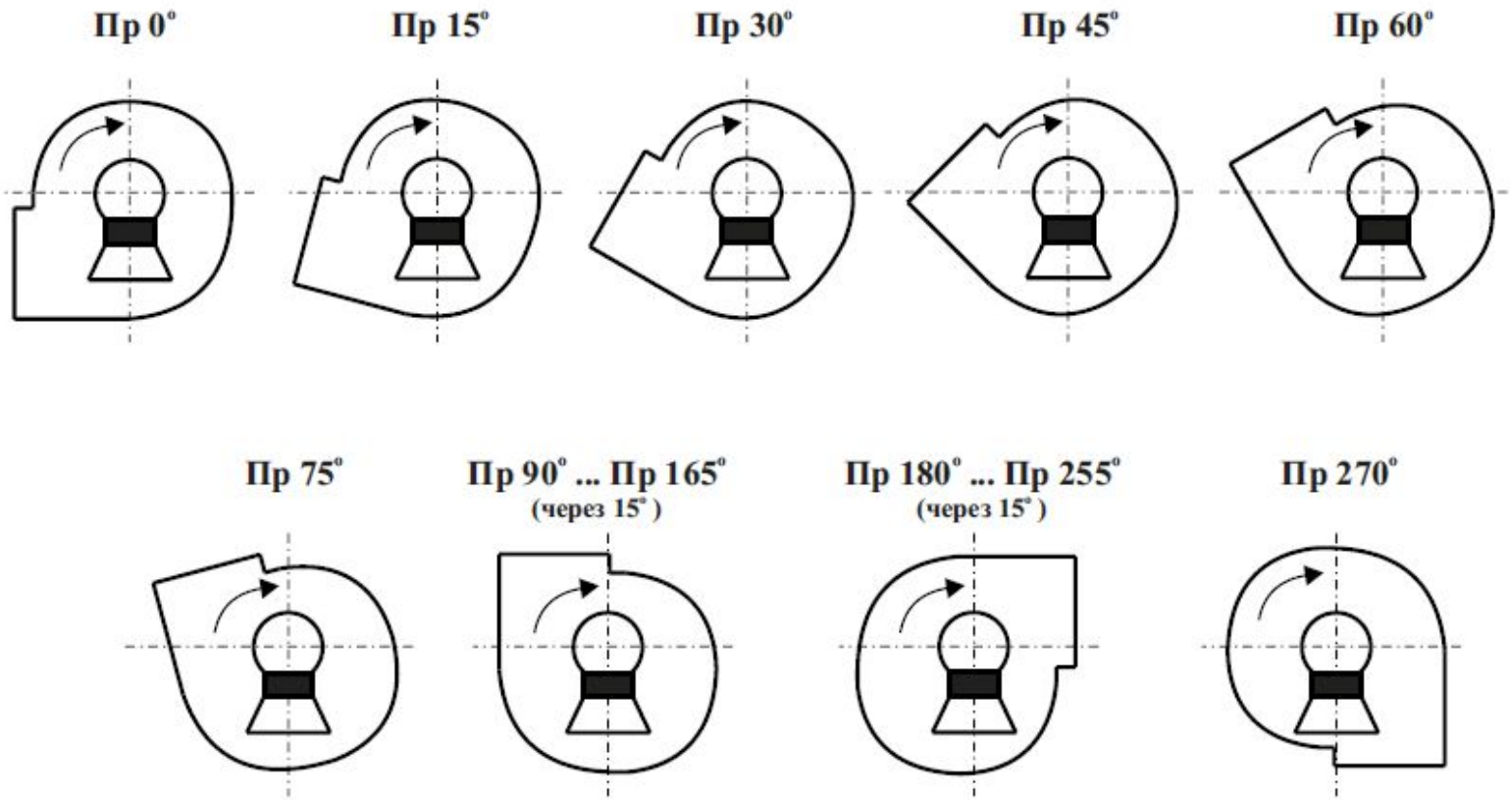
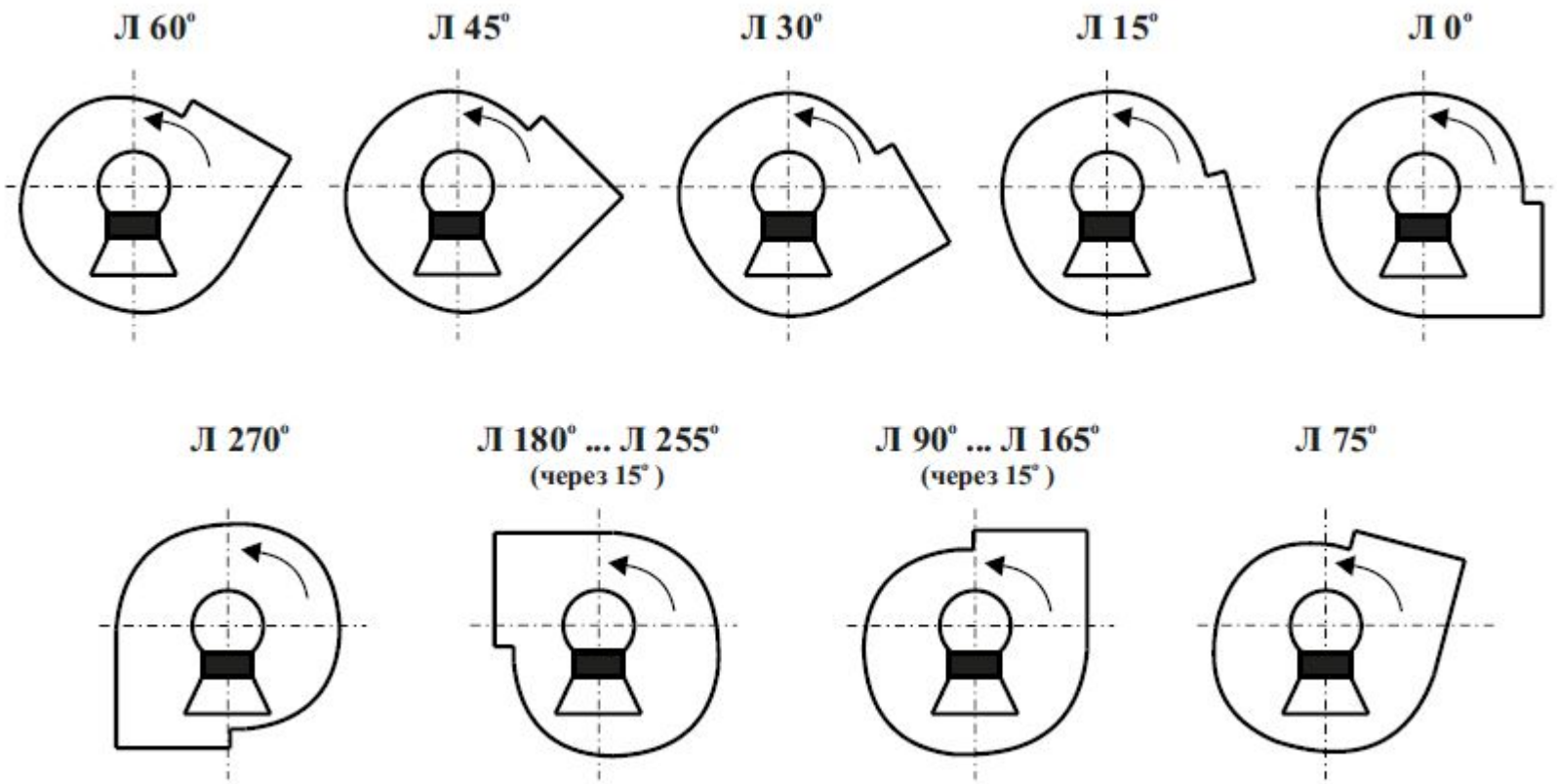
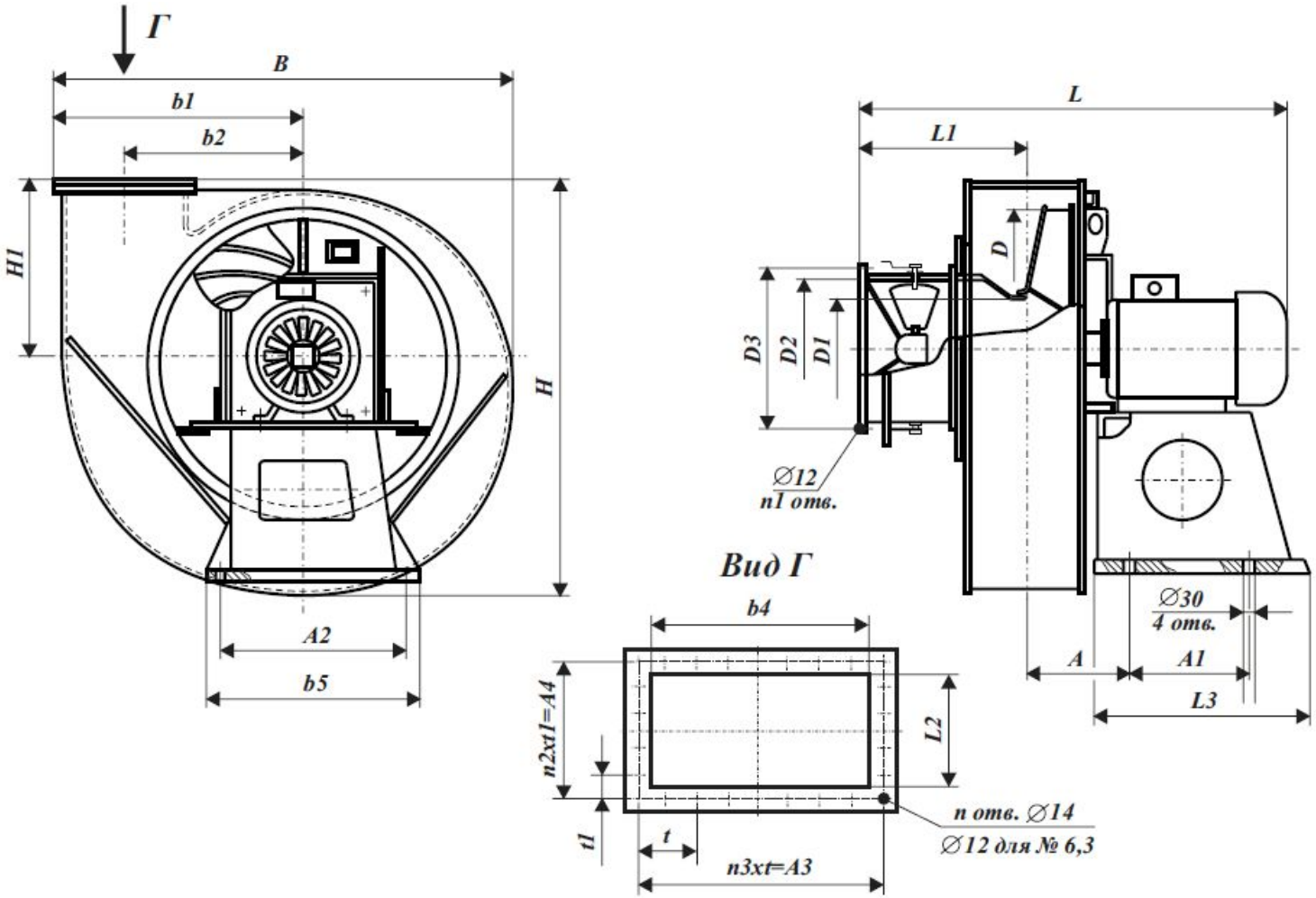


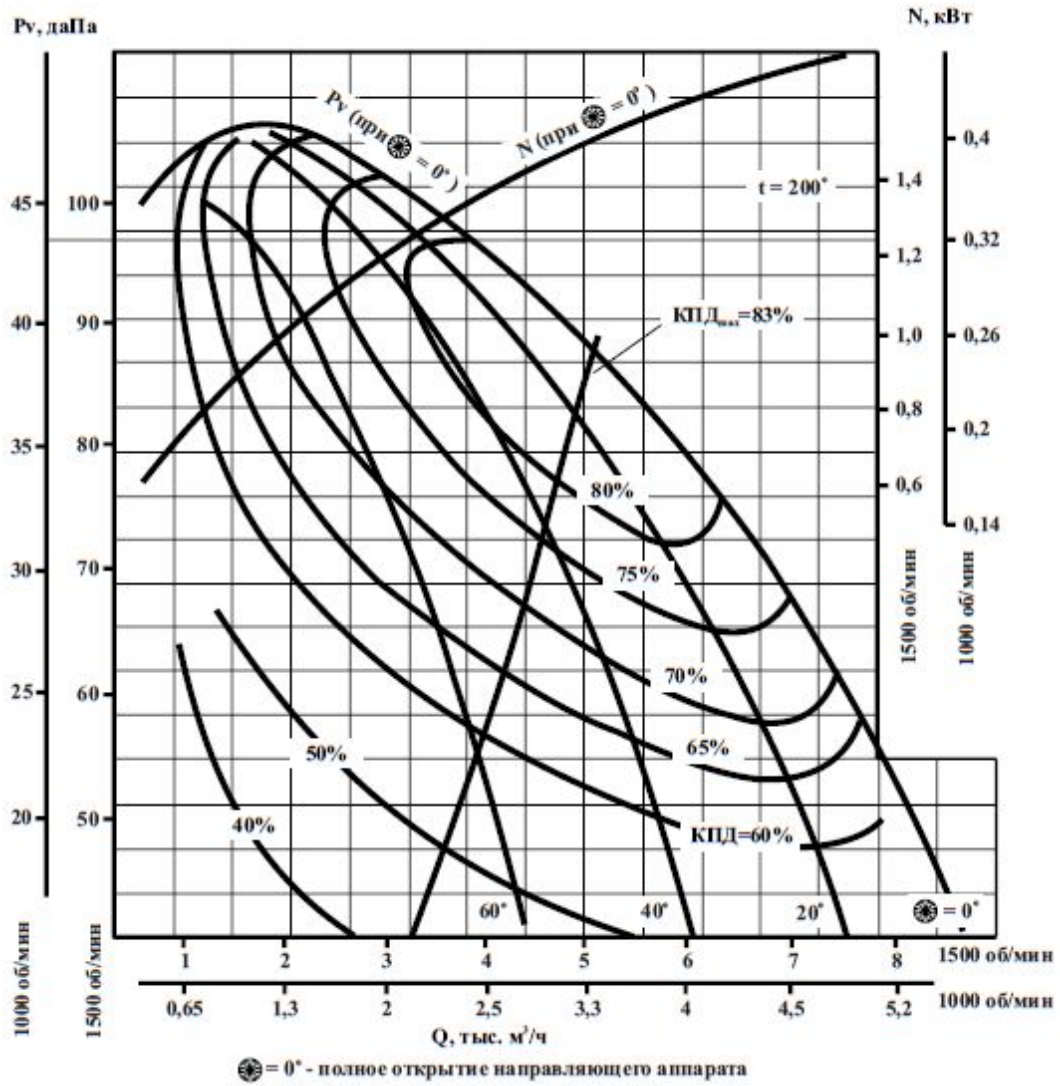
Схема углов разворота улитки ТДМ (левое исполнение)



ВДН № 6,3÷12,5


Г
B
b1
b2
H1
H
A2
b5
L
L1
D
D3
D2
D1
∅12
n1 отв.
∅30
4 отв.
A
A1
L3
Вид Г
b4
n2xt1=A4
L2
t1
t
n3xt=A3
n отв. ∅14
∅12 для № 6,3

Аэродинамические характеристики ВДН-6,3



Комплектация стальных водогрейных котлов КВ-ГМ тягодутьевыми установками

Марка котла	Вентилятор		Дымосос	
	Марка	Электродвигатель	Марка	Электродвигатель
КВ-ГМ-4	ВДН-9	4А-160S-6-У3 (11 кВт)	ДН-9	4А-160S-6-У3 (11 кВт)
КВ-ГМ-6,5	ВДН-10	4А-160S-6-У3 (11 кВт)	ДН-10	4А-160S-6-У3 (11 кВт)
КВ-ГМ-10	ВДН-10	4А-160S-6-У3 (11 кВт)	ДН-12,5	4А-200S-6-У3 (30 кВт)
КВ-ГМ-20	ВДН-12,5	4А-200S-6-У3 (30 кВт)	ДН-17	АО-2-92-8 (55 кВт) 4А-280-8 (55 кВт)
КВ-ГМ-30	ВДН-15	АО2-92-6 (75 кВт) 4А-280S-6 (75 кВт)	ДН-17	АО2-92-8 (55 кВт) 4А-180-8 (55 кВт)
КВ-ГМ-50	ВДН-15	АО2-92-6 (75 кВт) 4А-280S-6 (75 кВт)	ДН-21ГМ	4А-356S-1093 (90 кВт)
КВ-ГМ-100	ВДН-18	АО3-400М-6-У2(200 кВт) 4А-355М-6У3 (200 кВт)	ДН-22 × × 2-0,62ГМ	ДА304-450Х-10-У1 (250 кВт)

Комплектация паровых котлов ДЕ тягодутьевыми установками

Марка котла	Исходные данные		Дымосос			Вентилятор		
	Топливо	Расчетная паропроизводительность, т/ч	Марка	Электродвигатель		Марка	Электродвигатель	
				Марка	Мощность, кВт		Тип	Мощность, кВт
ДЕ-4-14ГМ	Газ, мазут	4,0	ВДН-9	4А-160S-6	11	ВДН-8	4А-160S-6	11
ДЕ-6,5-14ГМ	Газ, мазут	6,5	ВДН-11,2	4А-200М-6	22	ВДН-9	4А-160S-6	11
ДЕ-10-14ГМ ДЕ-10-24ГМ	Газ, мазут	10	ВДН-10	4А-180М-4	30	ВДН-10	4А-160S-6	11
ДЕ-16-14ГМ	Газ, мазут	16	ДН-11,2	4А-200L-4	45	ВДН-9	4А-160S-4	15
ДЕ-25-14 ДЕ-25-14ГМ ДЕ-25-24ГМ	Газ, мазут	25	ДН-12,5	4А-250S-4	75	ВДН-11,2	4А-200L-4	45

Тягодутьевые машины котельных установок

- Совместная работа воздушного и газового тракта котла обеспечивается тягодутьевыми машинами.
- Дутьевой вентилятор нагнетает воздух, забираемый из верхней части котельной, через воздухоподогреватель (ВЗП) к горелкам. Расчетная температура всасываемого вентилятором воздуха принимается равной 30°С.
- Давление дутьевых вентиляторов котельных обычно не превышает 5,0 кПа (500 мм вод. ст.).
- При работе котла под наддувом, когда в топке поддерживается избыточное давление, транспорт воздуха и дымовых газов обеспечивается только высоконапорными дутьевыми вентиляторами.

Тягодутьевые машины (наддув)

Тягодутьевые машины котельных установок

- При работе котла с уравновешенной тягой дымовые газы из топки отводятся дымососом. При этом топка и газоходы находятся под разрежением. Согласование работы вентилятора и дымососа при такой схеме работы по величине разрежения в верхней части топки 20÷40 Па (2÷4 мм вод. ст.). Разрежение поддерживается автоматически ВНА дымососа. При уравновешенной тяге в газовый тракт через неплотности присасывается атмосферный воздух, что увеличивает объем перемещаемых дымососом газов в среднем на 20÷30 % по отношению к объему газов, образующихся в топке.
- Напор (разрежение) дымососов котельных обычно не превышает 5,0 кПа (500 мм вод. ст.).

Самотяга вентиляционной системы

- Вентиляционная система, имеющая существенную разницу геодезических отметок оказывает влияние на работу ТДМ. Наиболее характерный пример – совместная работа дымососа и дымовой трубы.
- Перепад барометрического давления между подошвой и устьем дымовой трубы способствует перетоку дымовых газов, имеющих к тому же меньшую по сравнению с атмосферным воздухом плотность, в вертикальном направлении.
- Максимальная температура уходящих дымовых газов в энергетических котлах составляет 130-140°С, в водогрейных газотрубных до 180-190°С. Таким образом, под действием архимедовой силы нагретые дымовые газы «всплывают» в атмосферном воздухе, что обусловливает появление самотяги вентиляционной системы.

Самотяга вентиляционной системы

- В первом приближении самотяга вентиляционной системы может быть оценена по простому соотношению:

$$\Delta P = gH_{тр}\left(\rho_в - \rho_г\right), \ [Па]$$

- где $H_{тр}$ - высота дымовой трубы [м], $\rho_в$ и $\rho_г$ [кг/м^3] - плотность атмосферного воздуха и дымовых газов
- Точные расчеты выполняются в соответствии Нормативным методом расчета котельных установок (аэродинамический расчет).

Самотяга газового тракта

2-45. Величина самотяги (в *мм вод. ст.*) любого участка газового тракта, включая и дымовую трубу при искусственной тяге, вычисляется по формуле:

$$h_c = \pm Hg\left(0{,}123 - p\rho_0 \frac{273}{273+\vartheta}\right).$$

где H — расстояние по вертикали между серединами конечного и начального сечений данного участка тракта, *м*; p — абсолютное среднее давление газов на участке, *кгс/см*^{2}; при $p \leqslant 1{,}08$ *кгс/см*^{2}, т. е. при избыточном давлении меньше 500 *мм вод. ст.*, значение p принимается равным 1; ρ_0 — плотность дымовых газов при 760 *мм рт. ст.* и 0° С, (*кгс·сек*^{2})/*м*^{4}; ϑ — средняя температура газового потока на данном участке, °С; 0,123 (*кгс·сек*^{2})/*м*^{4} — плотность наружного воздуха при 760 *мм рт. ст.* и температуре 20° С.

Самотяга газового тракта

При расчете самотяги по температуре наружного воздуха, отличающейся от 20° С более чем на 10° С, вместо значения 0,123 подставляется соответствующее значение плотности воздуха. В частности, расчет самотяги дымовых труб пиковых котлов ведется по температуре наружного воздуха в зимние месяцы.

При направлении потока вверх самотяга положительна (знак плюс), вниз — отрицательна.

Самотяга дымовой трубы

- Пример (энергетический котел):
- Высота дымовой трубы 177 м.
- Диаметр устья 6,55 м.
- Температура уходящих газов 121°С.
- Сопротивление дымовой трубы 36,2 мм вод. ст.
- Самотяга дымовой трубы 55,7 мм вод. ст.
- Пример (водогрейный газотрубный котел):
- Высота дымовой трубы 20 м.
- Диаметр трубы 325 мм.
- Температура уходящих газов 170°С.
- Сопротивление газового тракта 2,25 мм вод. ст.
- Самотяга дымовой трубы 7,4 мм вод. ст.

Самотяга воздушного тракта

3-20. Самотяга (в *мм вод. ст.*) любого участка воздушного тракта высотой H, *м*, рассчитывается по формуле:

$$h_c = \pm Hg\left(0{,}123 - 0{,}132p\frac{273}{273 + t_{пот}}\right).$$

При расчетной температуре наружного воздуха, не равной 20° С, вместо значения 0,123 подставляется соответствующее значение плотности воздуха при 760 *мм рт. ст.*

На участках тракта со средним избыточным давлением, меньшим 500 *мм вод. ст.* ($p < 1{,}08$ *кгс/см*^{2}), повышение плотности воздуха не учитывается и принимается абсолютное давление $p = 1{,}0$ *кгс/см*^{2}.

Самотяга на 1 *м* высоты при $p = 1{,}0$ *кгс/см*^{2} и $t = 20°$ С определяется по рис. VII-26.

Самотяга воздушного тракта

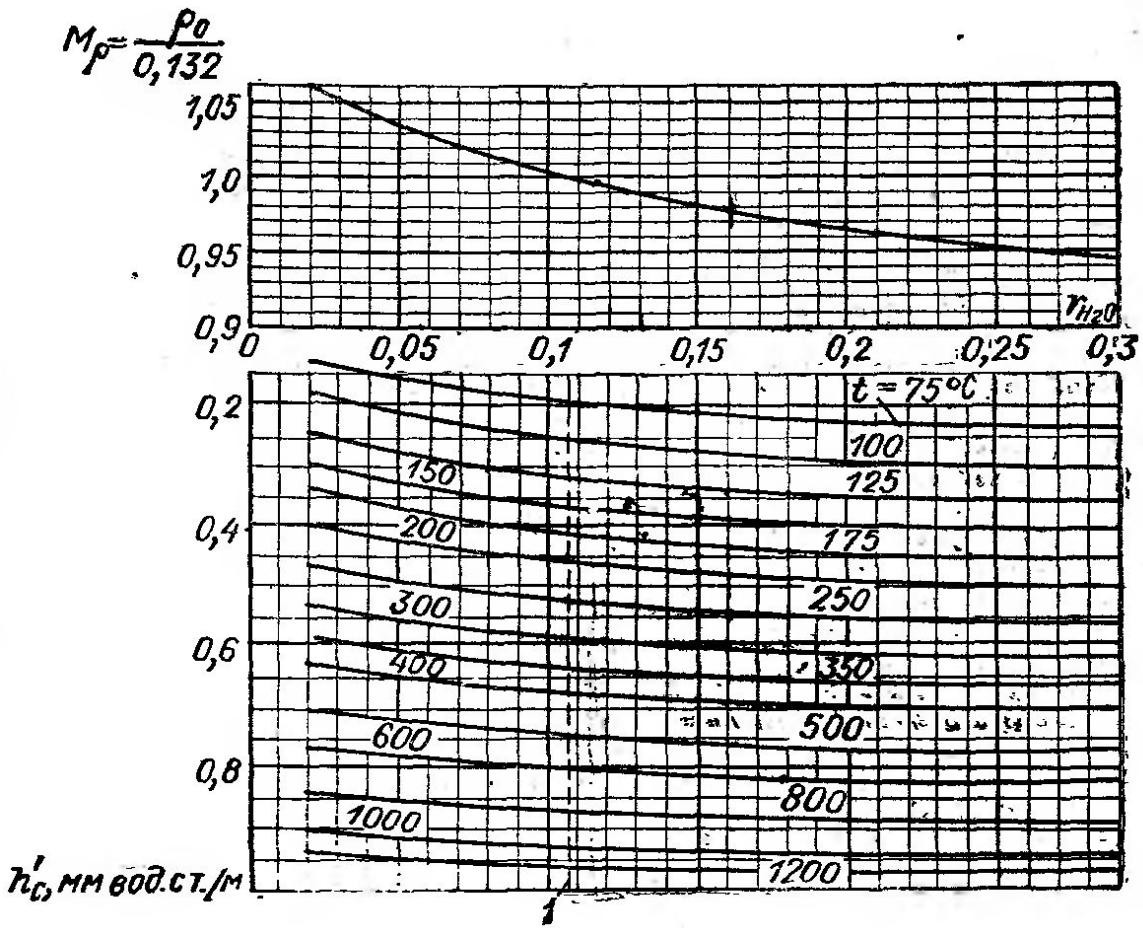


Рис. VII-26. Приведенная плотность дымовыхгазов (в *кгс·сек²/м⁴*) и самотяга (в *мм вод. ст.*)

$\rho^0 = 0.132 M_\rho$, $h_c = h'_c H$.

h'_c для воздуха определяется вдоль штриховой линии *1*

Установка моноблочного дутьевого вентилятора в котельной

ВНА дутьевого вентилятора

Установка дымососа с ходовой частью в котельной

Установка дымососа моноблочной конструкции в котельной