

Центробежные насосы

Гидромашины могут быть двух типов:
гидродинамические и *объемные*.

В гидродинамических приводах и нагнетательных машинах используется в основном кинетическая энергия потока жидкости.

В объемных – потенциальная энергия давления рабочей жидкости.

Динамические гидромашины характеризуются высокими скоростями движения их рабочих органов.

В объемных же гидромашинах большие скорости рабочих органов не обязательны, т.к. главную роль в их рабочем процессе играет давление жидкой среды.

К динамическим насосам относятся лопастные насосы (жидкая среда перемещается путем обтекания лопасти):

- Центробежные – жидкость перемещается от центра к периферии (центробежные силы)
- Осевые – жидкость перемещается через рабочее колесо в направлении его оси.

Объемные насосы:

- Зубчатые (или шестеренные) – перемещение жидкой среды осуществляется в плоскости, перпендикулярной оси вращения рабочих органов;
- Винтовые – перемещение жидкой среды вдоль оси рабочих органов;
- Роторно-поступательные (плунжерные, или поршневые)

В центробежных насосах жидкость перемещается от сечения с меньшим давлением к сечению с большим давлением центробежной силой, возникающей при вращении рабочего колеса с профильными лопатками.

Классификация ЦБН.

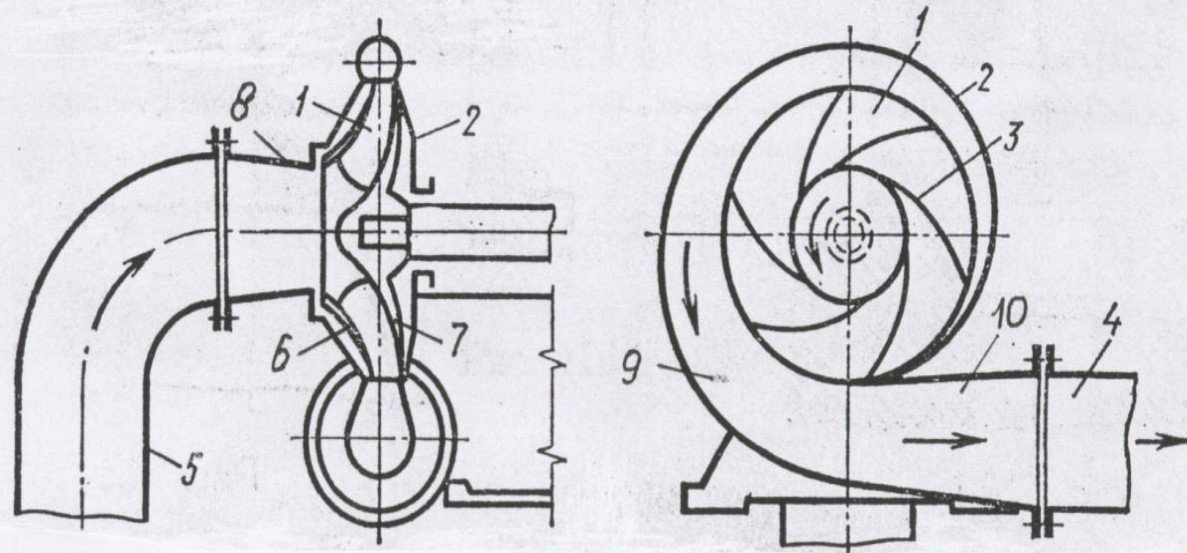
По конструкции рабочего колеса:

- консольный с подшипниковым кронштейном (с колесом одностороннего входа);
- с колесом двустороннего входа.

По числу рабочих колес:

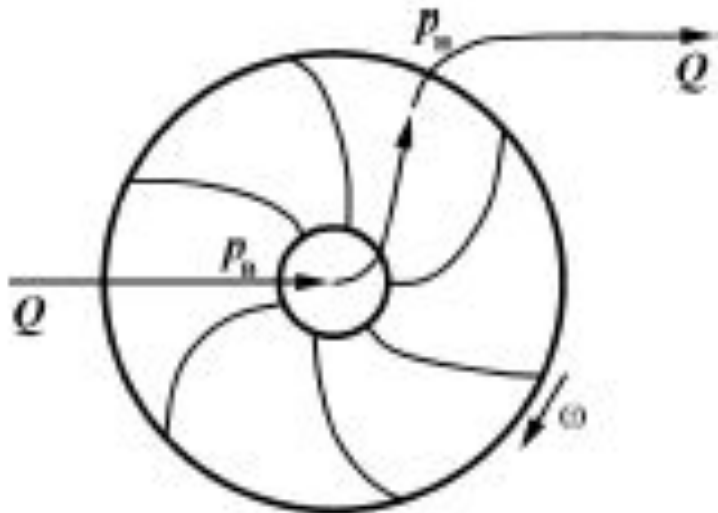
- с одним рабочим колесом;
- секционный.

Принцип действия и устройство центробежных насосов

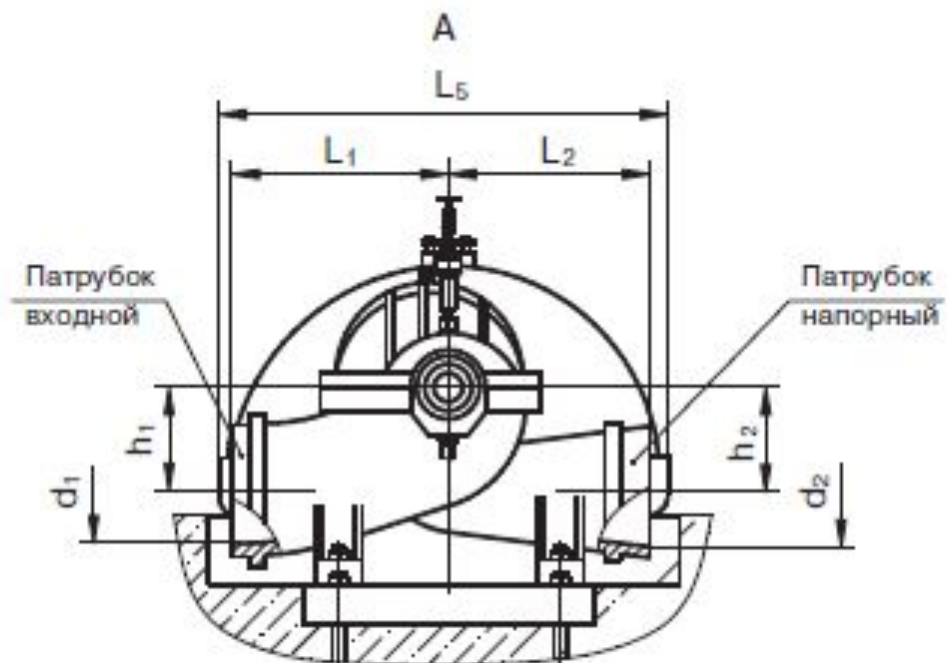
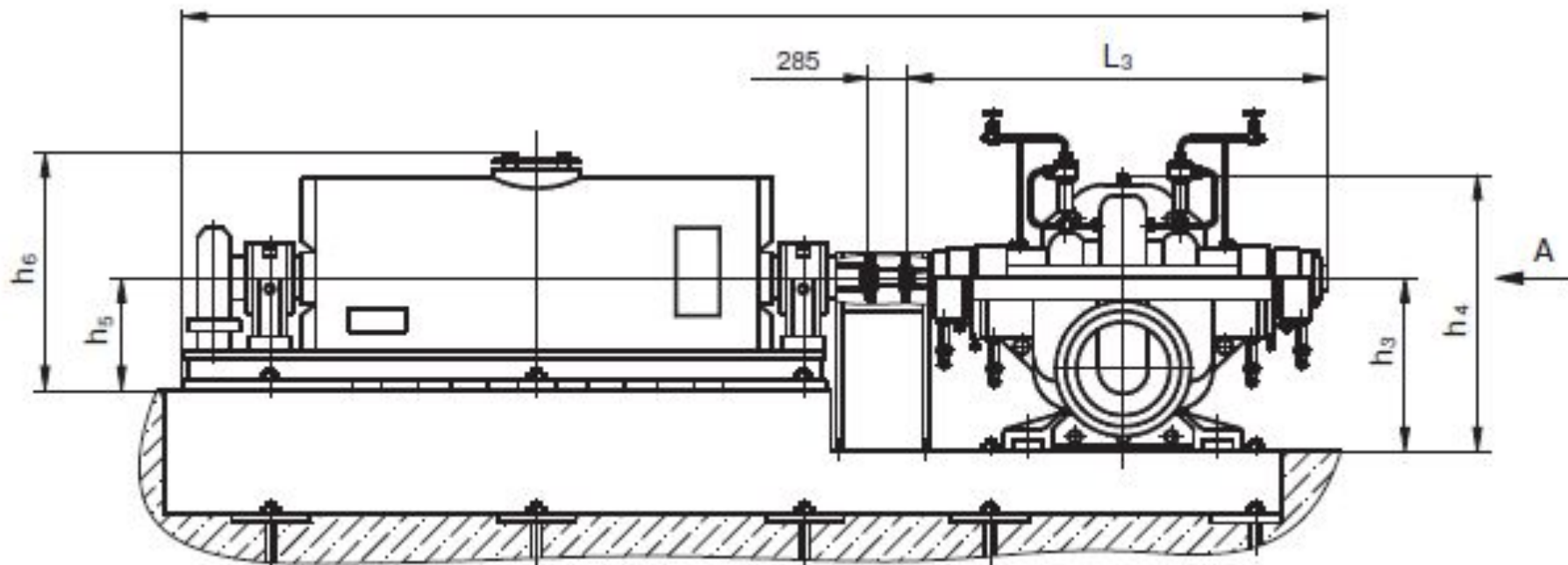


Основным рабочим органом центробежного насоса является рабочее колесо 1 (см. рис. 2.2), закрепленное на валу и свободно вращающееся внутри корпуса 2 насоса. Рабочее колесо одностороннего входа жидкости состоит из двух дисков: ведомого 6 и ведущего 7, с помощью которого рабочее колесо крепится на валу посредством шпонки. Между дисками располагаются лопатки 3, изогнутые в сторону, противоположную вращению

Центробежная сила заставляет жидкость двигаться вдоль лопаток колеса от центра к периферии. Та часть насосного агрегата, в которой находится рабочее колесо, называется центробежным нагнетателем, или насосом, а та часть, которая создает вращение вала с рабочим колесом – приводом.

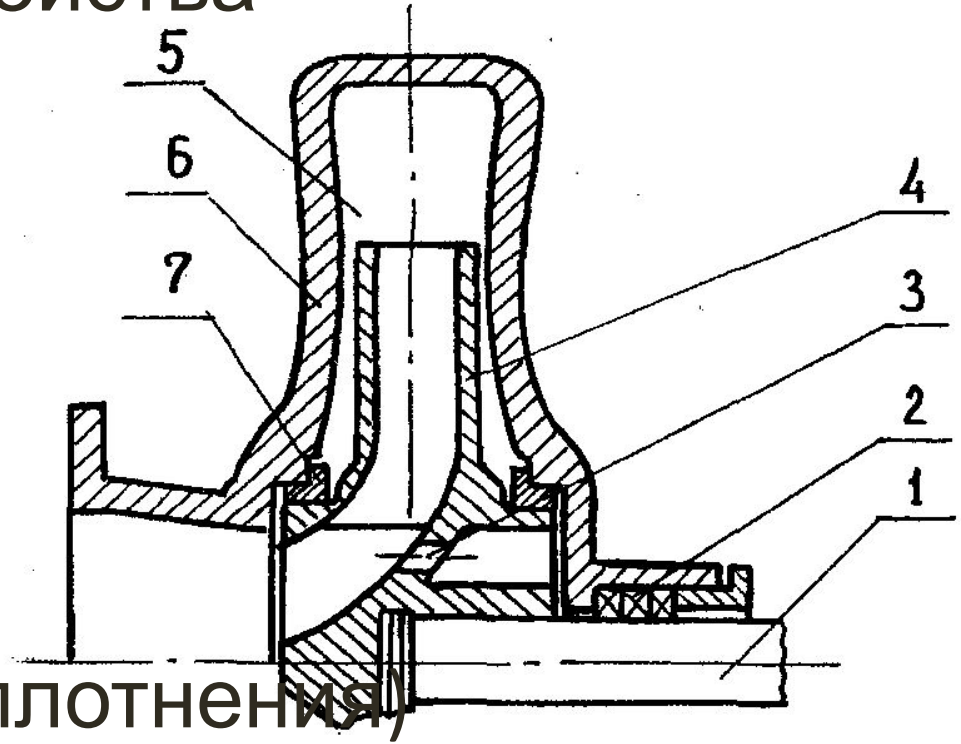


Приводом насоса м.б. электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания или иное механическое устройство.

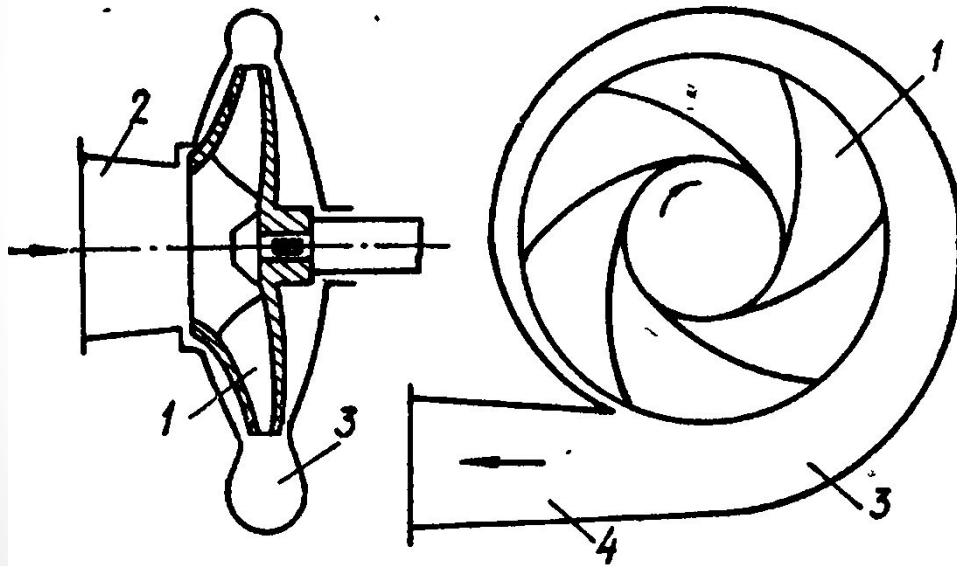


Конструкция ЦБН

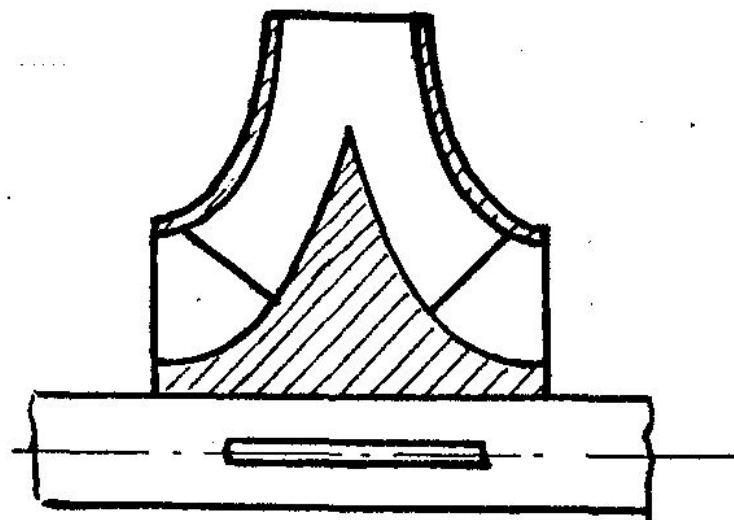
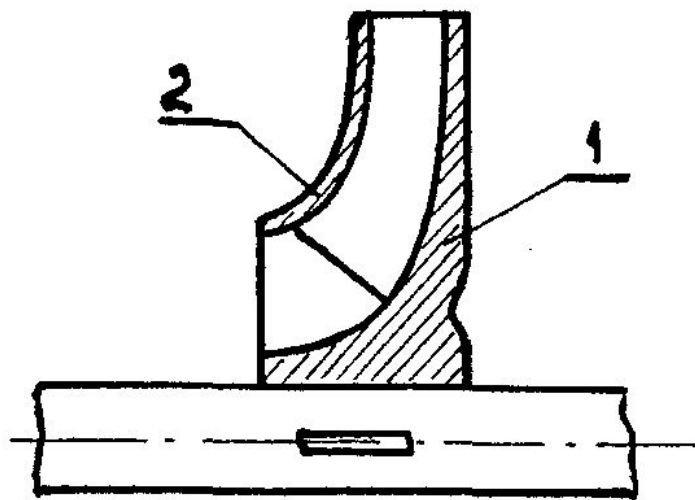
1. Вал
2. Концевые уплотнения
3. Разгрузочные устройства
4. Рабочее колесо
5. Спиральный отвод
(диффузор)
6. Корпус
7. Уплотняющие кольца (кольцевые уплотнения)



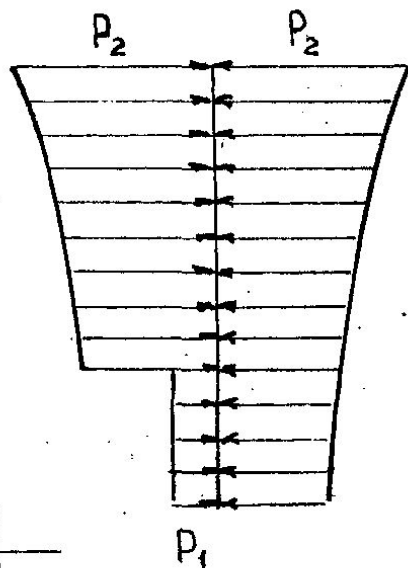
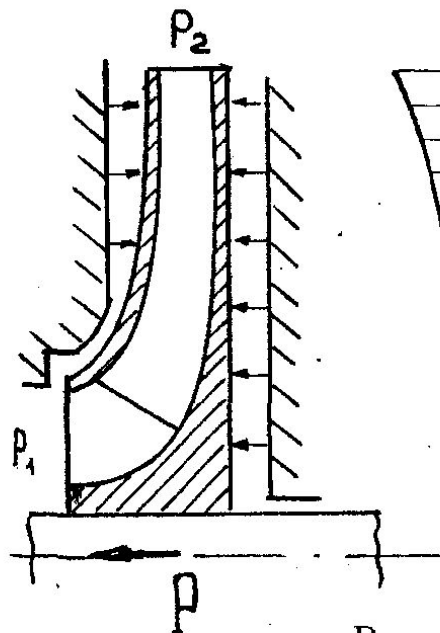
Проточная часть состоит из рабочего колеса 1, подвода 2 и спирального отвода 3. По подводу жидкость поступает в рабочее колесо из всасывающего трубопровода.

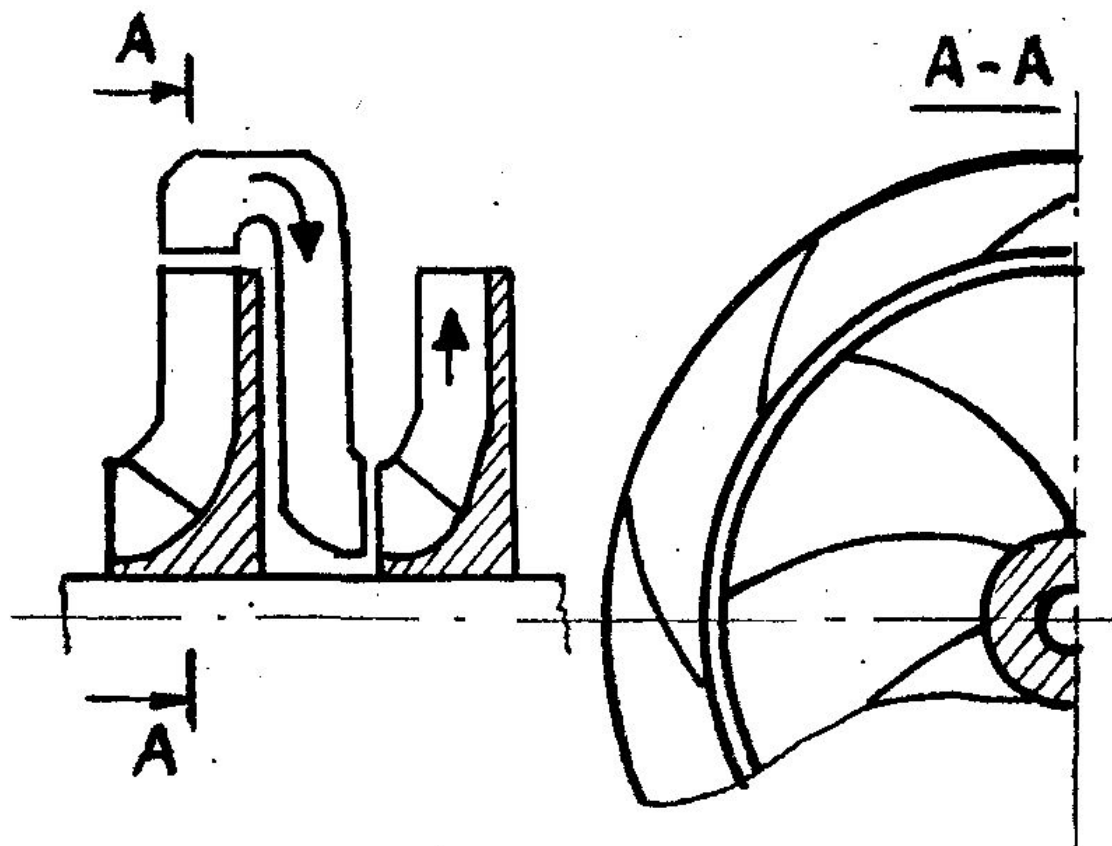
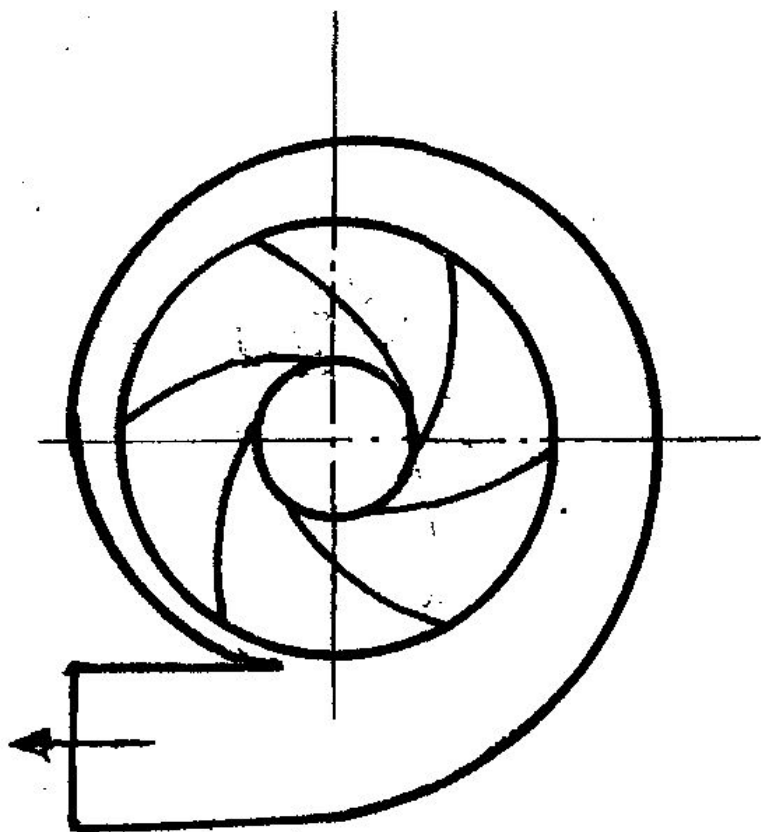


Рабочее колесо состоит из двух дисков, между которыми находятся лопасти, изогнутые в сторону, противоположную направлению вращения колеса.



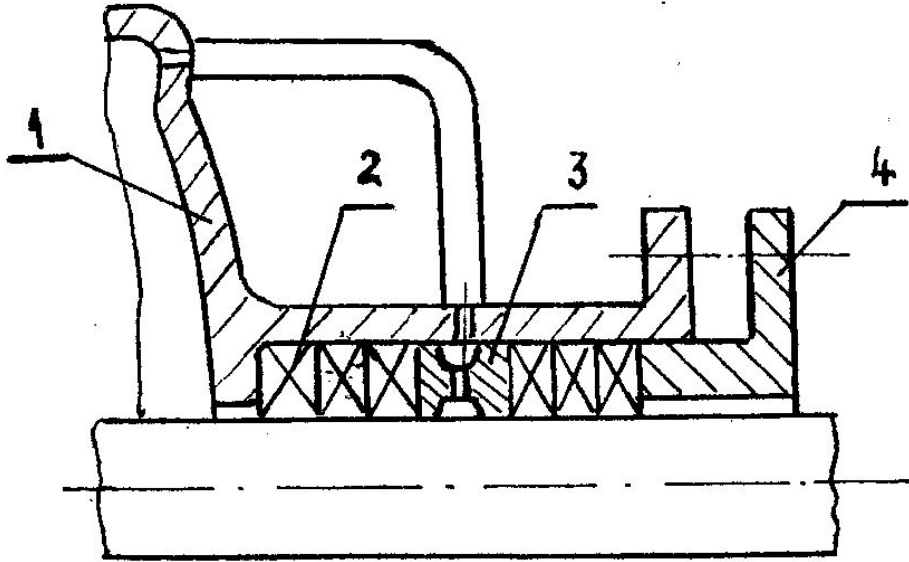
1 – ведущий диск; 2 – ведомый диск.



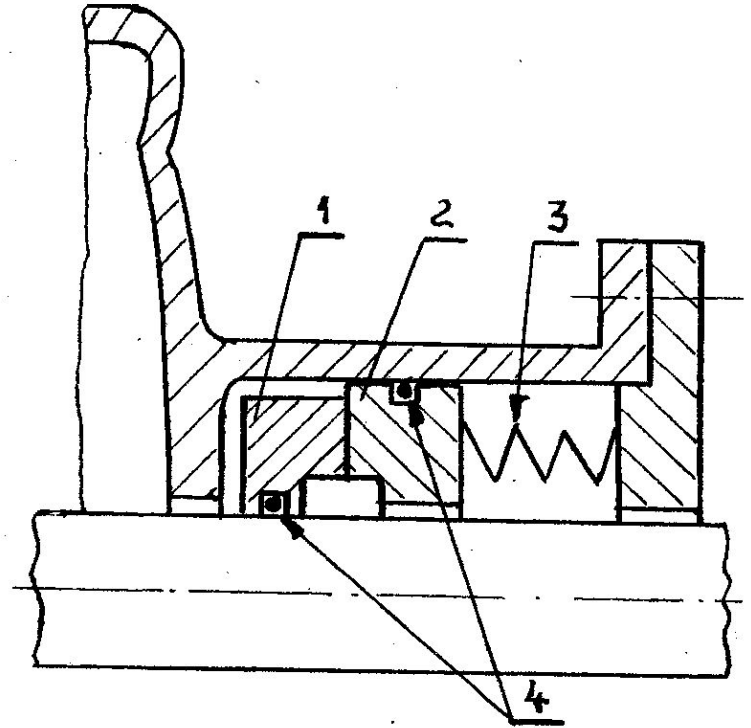


Спиральная камера. Лопастные направляющие аппараты
(в секционных насосах)

Концевые уплотнения

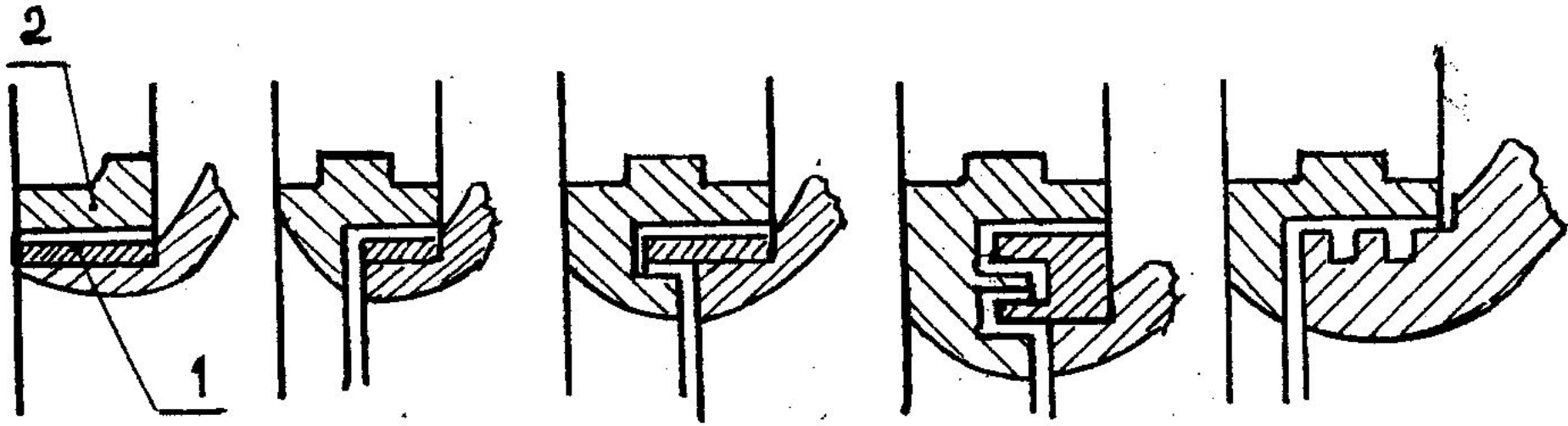


С мягкой набивкой



Торцовое

Кольцевые уплотнения (бесконтактные уплотнения)

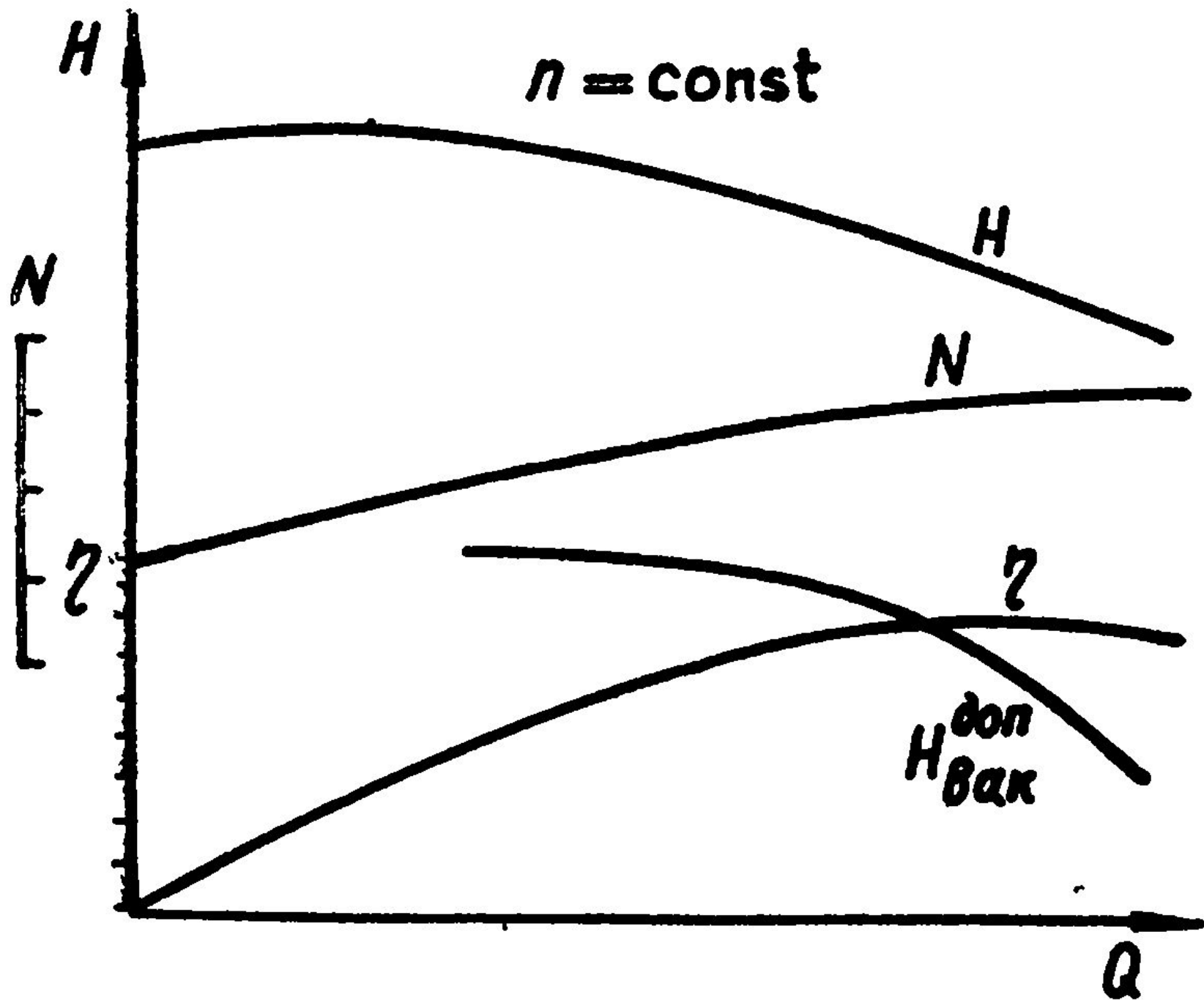


Преимущества ЦБН:

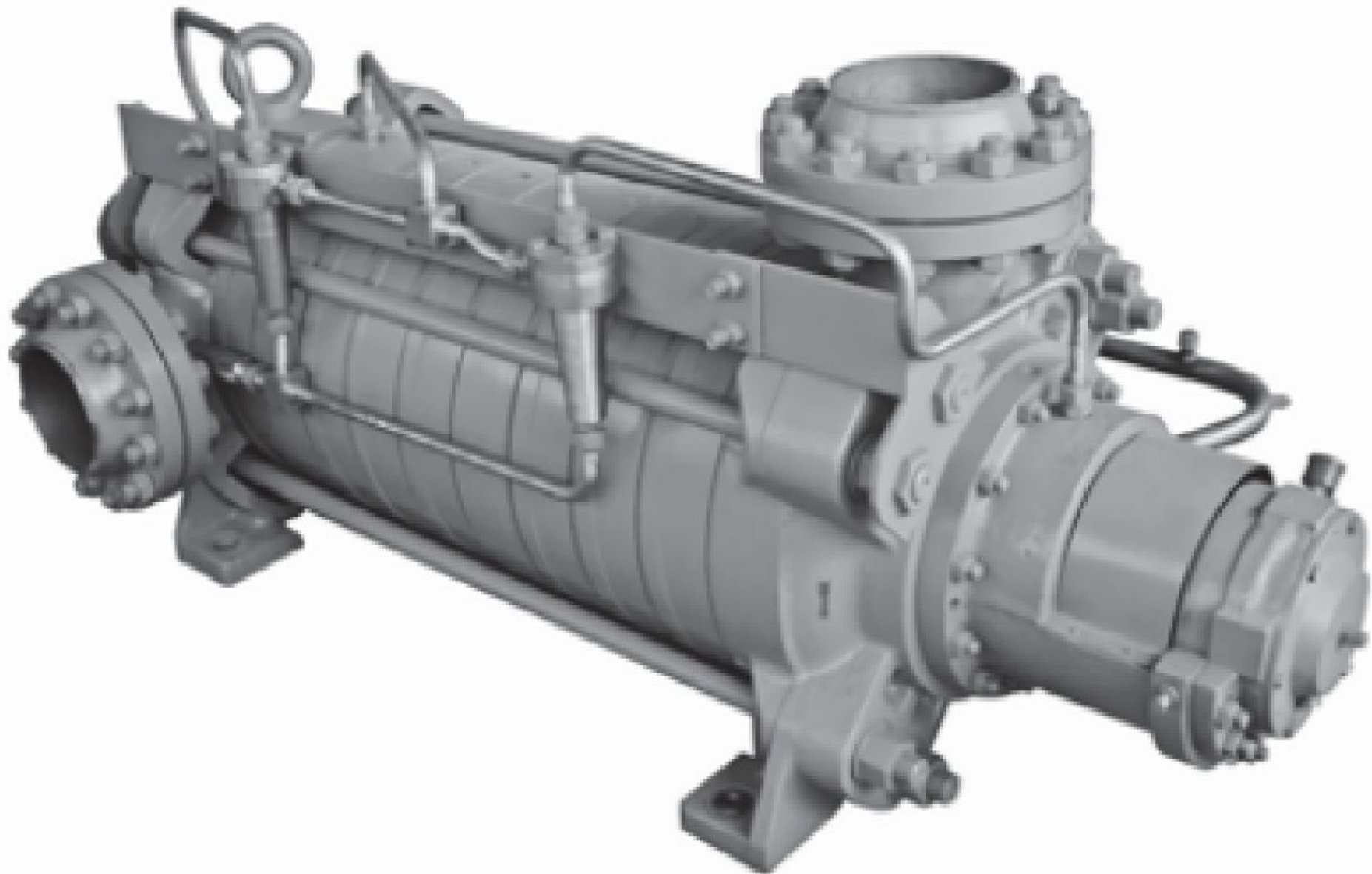
- равномерность подачи жидкости;
- малые габаритные размеры при большой производительности;
- удобство непосредственного соединения с двигателями (электромотором или турбиной);
- простота обслуживания и ремонта.

Недостатки:

- перед пуском насос необходимо заполнять жидкостью, так как разрежение, создаваемое при вращении рабочего колеса в воздушной среде, недостаточно для подъема воды во всасывающую полость насоса из-за большой разности плотностей жидкости и воздуха;
- зависимость напора от скорости вращения ротора;
- невозможность варьировать производительность без изменения напора;
- сравнительно невысокий КПД (для насосов небольшой производительности);
- снижение КПД с увеличением вязкости перекачиваемой жидкости.



ЦНСН



марка насоса	подача, м ³ /ч	напор, м	синхронная частота вращения, об/мин	мощность, кВт	допускаемый кавитационный запас, м, не более	КПД, % не менее
ЦНСн 315-126	315	126	1475	143	5	75
ЦНСн 315-189		189		210		77
ЦНСн 315-252		252		276		78
ЦНСн 315-315		315		341		79
ЦНСн 315-378		378		404		80
ЦНСн 315-441		441		471		80
ЦНСн 315-504		504		539		80
ЦНСн 315-567		567		599		80
ЦНСн 315-630		630		665		81
ЦНСн 500-160	500	160	1475	307	5 (3*)	75
ЦНСн 500-240		240		461		77
ЦНСн 500-320		320		614		79
ЦНСн 500-400		400		767		80
ЦНСн 500-480		480		921		80
ЦНСн 500-560		560		1074		80
ЦНСн 500-640		640		1228		80
ЦНСн 500-720		720		1381		80
ЦНСн 500-800		800		1534		80
ЦНСн 500-880		880		1688		80
ЦНСн 500-960		960		1920		80

* 3 м — с предвключенным шнеком, 5 м — без предвключенного шнека.

2.1.4 Магистральные насосы НПС

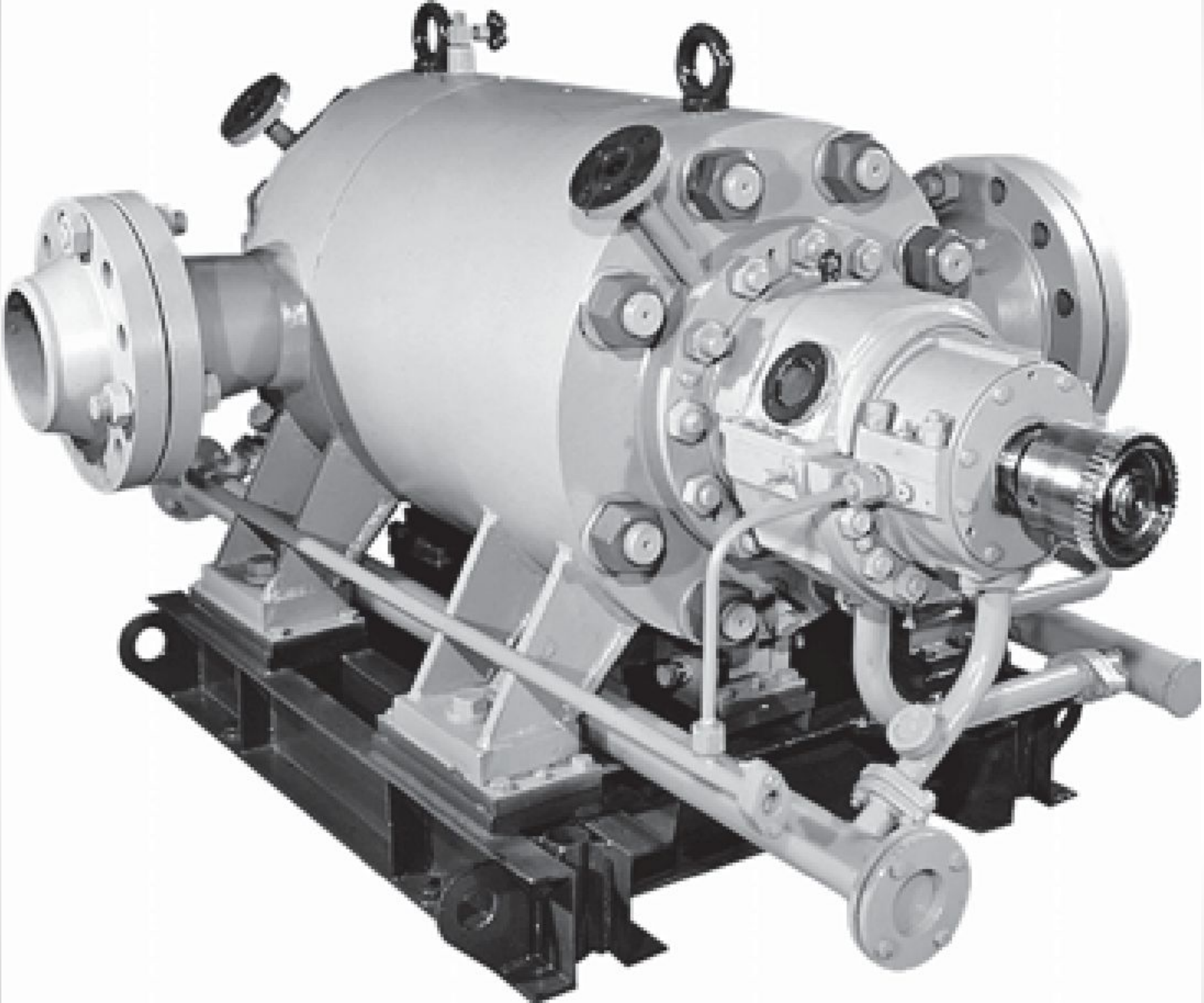
В практике трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов в качестве основных (магистральных) насосов используются центробежные насосы преимущественно типа НМ. Центробежные магистральные насосы типа НМ делятся на секционные и спиральные.

Марка насоса означает: Н – нефтяной, М – магистральный, цифры после букв – подача ($\text{м}^3/\text{ч}$), цифры после тире – напор (м).

Секционные насосы типа НМ имеют сравнительно невысокую подачу (до 710 м³/ч), но довольно высокий напор (до 550 м). Они рассчитаны на работу одним, двумя или тремя последовательно соединенными насосами. Секционные насосы применяются в трубопроводах с диаметром до 530 мм.

Таблица 2.1 – Технические характеристики
секционных насосов типа НМ

Типоразмер насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Доп. кавитационный запас, м	К.п.д., %	Масса, кг
НМ 125-550	125	550	2980	4,0	72	1950
НМ 180-500	180	500	2980	4,0	74	1950
НМ 250-475	250	475	2980	4,5	77	3100
НМ 360-460	360	460	2980	4,5	80	3200
НМ 500-300	500	300	2980	4,5	80	2800



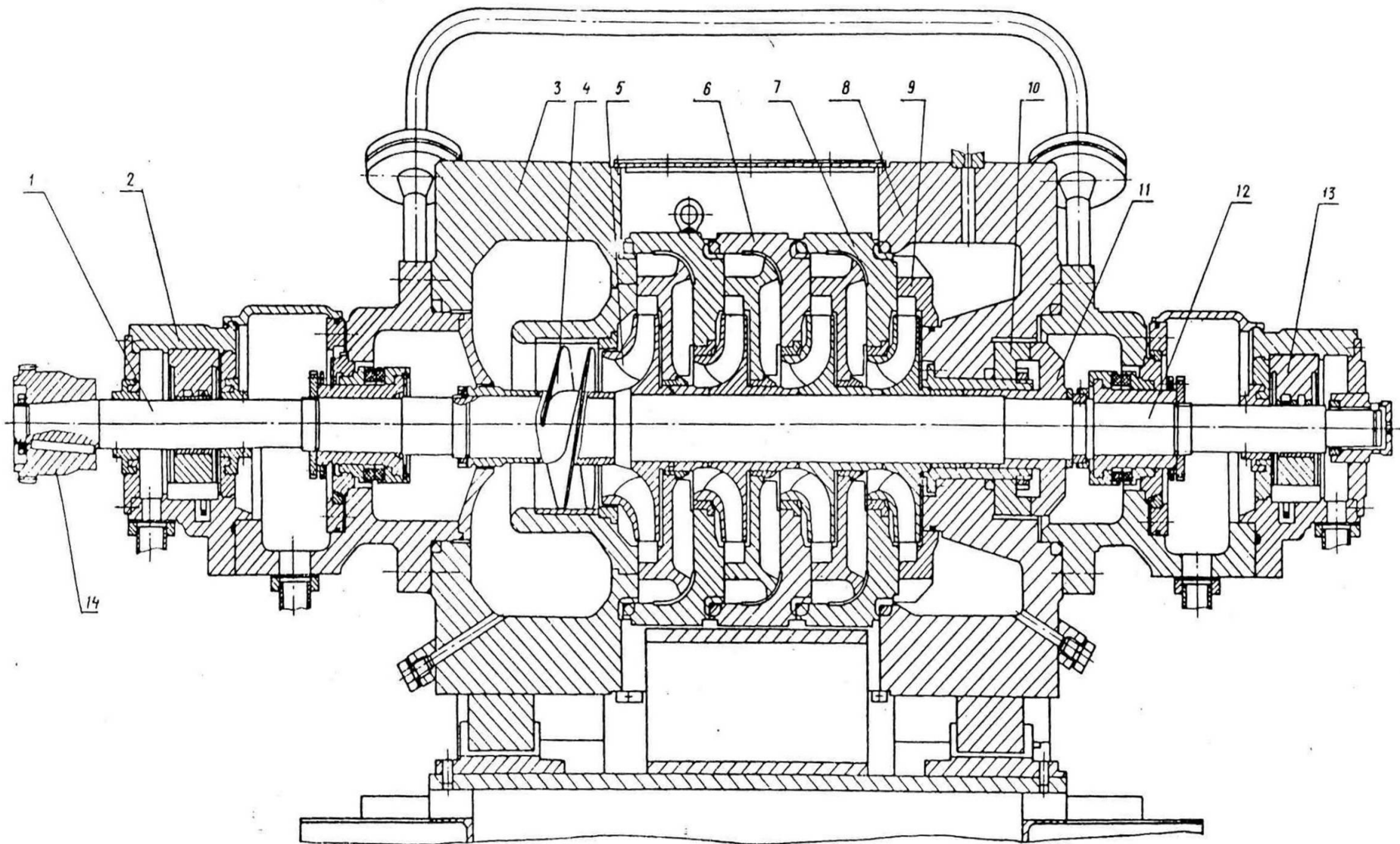


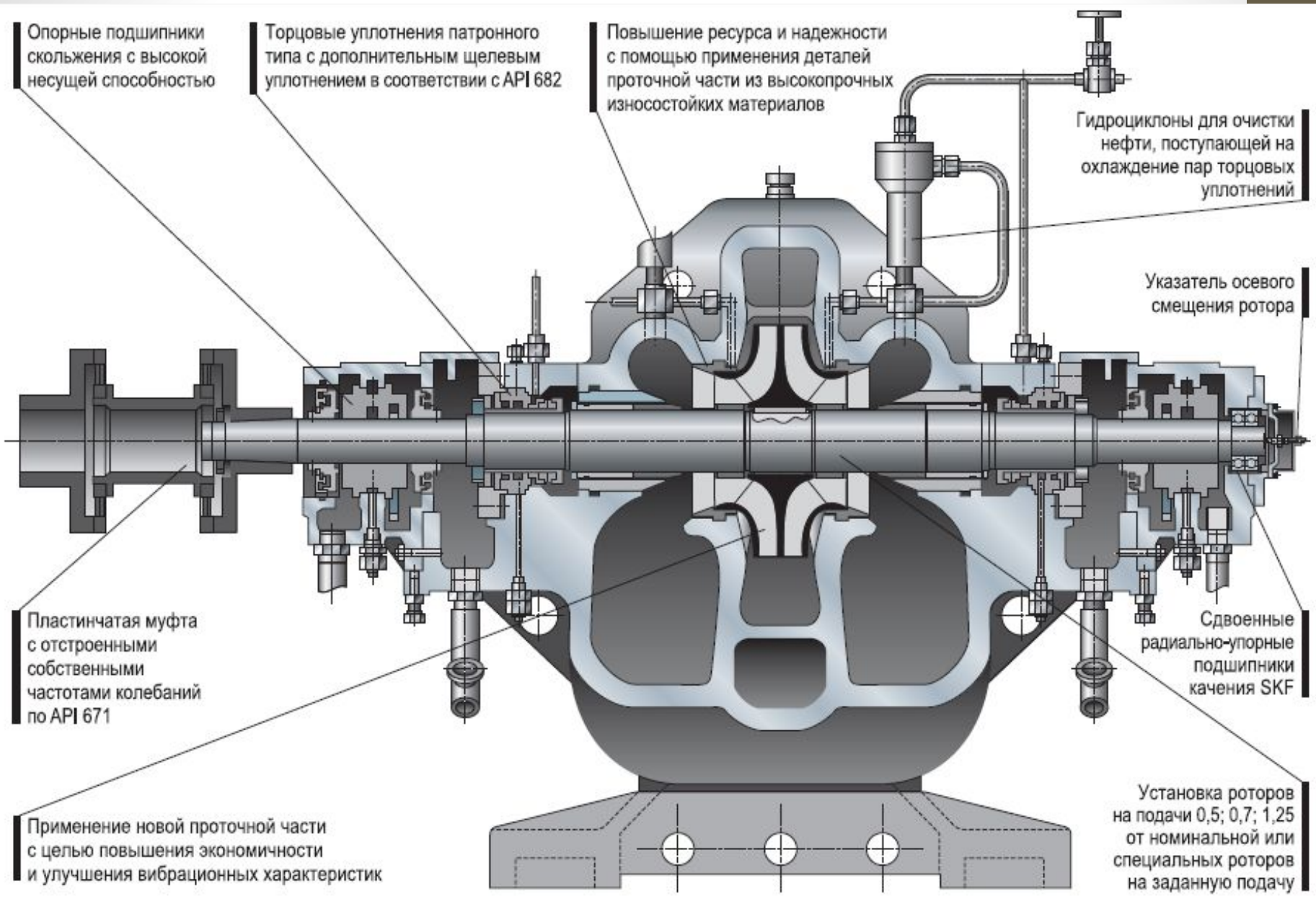
Рис. 2.3 – Разрез секционного насоса типа НМ

Это насос многоступенчатый, горизонтальный, в однокорпусном секционном исполнении с рабочими колёсами одностороннего входа 5. Разгрузка осевого усилия осуществляется гидравлической пятой, состоящей из подушки пяты 11 и разгрузочного диска. Колёса соединяются последовательно, что наращивает напор пропорционально количеству ступеней (до 5). Опорами ротора служат подшипники скольжения. Концевые уплотнения ротора - торцовые, рассчитаны на рабочее давление до 5 МПа. Для передачи вращения от

Таблица 2.2 - Технические характеристики спиральных насосов типа НМ

Типоразмер насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	Доп. кавитац. запас, м	К.п.д., %	Масса, кг
НМ 1250-260	1250	260	3000	20	80	2800
НМ 1800-240	1800	240		3500		
НМ 2500-230	2500	230		32	86	3920
НМ 3600-230	3600	230		38	87	4490
НМ 5000-210	5000	210		42	88	4600
НМ 7000-210	7000	210		52	89	6125
НМ 10000-210	10000	210		65	89	9795
НМ 10000-210 со сменным ротором на 12500 м ³ /ч	12500	210		87	87	9795

В спиральных насосах типа НМ установлено рабочее колесо с двухсторонним входом жидкости. Такое колесо в осевом направлении уравновешено, поэтому насосы не имеют гидравлической пяты, вызывающей большие потери мощности. Небольшие осевые нагрузки при динамических усилиях, связанных с пуском и остановкой насосов, воспринимаются радиально-упорным шариковым подшипником.



Опорные подшипники скольжения с высокой несущей способностью

Торцевые уплотнения патронного типа с дополнительным щелевым уплотнением в соответствии с API 682

Повышение ресурса и надежности с помощью применения деталей проточной части из высокопрочных износостойких материалов

Гидроциклоны для очистки нефти, поступающей на охлаждение пар торцевых уплотнений

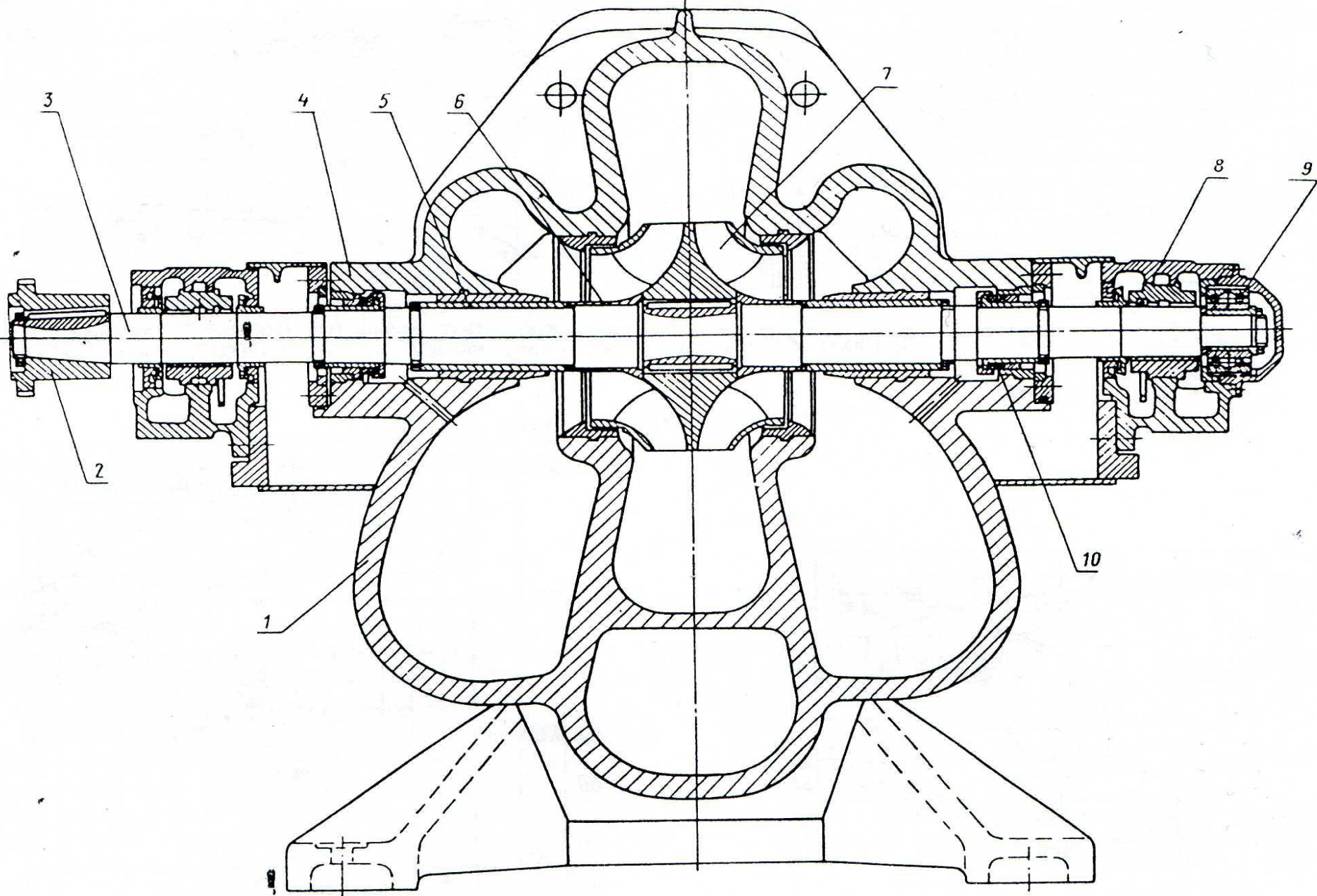
Указатель осевого смещения ротора

Пластинчатая муфта с отстроенными собственными частотами колебаний по API 671

Сдвоенные радиально-упорные подшипники качения SKF

Применение новой проточной части с целью повышения экономичности и улучшения вибрационных характеристик

Установка роторов на подачи 0,5; 0,7; 1,25 от номинальной или специальных роторов на заданную подачу



Разрез насоса

На рис 2.4 представлена схема основного спирального магистрального насоса с колесом двустороннего входа 5, насаженном на вал 2 и установленном в корпусе 3. Корпус имеет подвод 7 и отвод 6 перекачиваемой жидкости. Щелевые уплотнения 4 осуществляют разделение области нагнетания от области всасывания насоса, предотвращая перетекание жидкости между корпусом и колесом. Торцовые уплотнения 9 предотвращают выход жидкости по валу в окружающую среду.

В насосах НМ 2500-230, НМ 3600-230, НМ 7000-210 и НМ10000-210

предусматривается применение сменных роторов с рабочими колесами на подачу 0,5 и 0,7 номинальной. Насос НМ 1250-260 комплектуют одним сменным ротором на подачу 0,7 номинальной. В насосах НМ 2500-230, НМ 3600-230, НМ 10000-210 предусмотрен сменный ротор на подачу 1,25 номинальной.

Кроме насосов типа НМ в настоящее время на НПС в качестве основных используются в эксплуатации и насосы, снятые с производства: 6 Н-10х4, 10 Н-8х4, 14 Н-12х2, 8 НД-6х3, 8 НД-9х2, 8 НД-10х5, 10 НД-10х5, 16 НД-10х1, 20 НД-12х1, 24 НД-14х1. Первое число марки насоса означает диаметр всасывающего патрубка в дюймах, буква Н – нефтяной, Д - колесо с двухсторонним входом жидкости, число после тире – коэффициент быстроходности насоса, уменьшенный в 10 раз, последняя цифра – число ступеней.

2.1.5 Подпорные насосы НПС

Подпорные насосы служат для создания необходимого на входе основного насоса напора, обеспечивающего его бескавитационную работу. Кавитационный запас основных магистральных насосов составляет величину от 4 до 65 м, а для более распространенных спиральных насосов типа НМ - от 25 до 65 м. Высокий кавитационный запас основных насосов и определяет необходимость установки подпорных насосов, которые имеют хорошую всасывающую способность. Кавитационный запас подпорных насосов

В настоящее время подпорные насосы изготавливаются в вертикальном исполнении. Они не требуют специальной насосной, что приводит к экономии капитальных затрат. Диапазон подачи подпорных насосов от 150 до 5000 м³/ч и напоров от 60 до 120 м, марка НПВ. Насосы типа НПВ опускают в колодец, заполненный нефтью или нефтепродуктом.

Упругая пластинчатая муфта

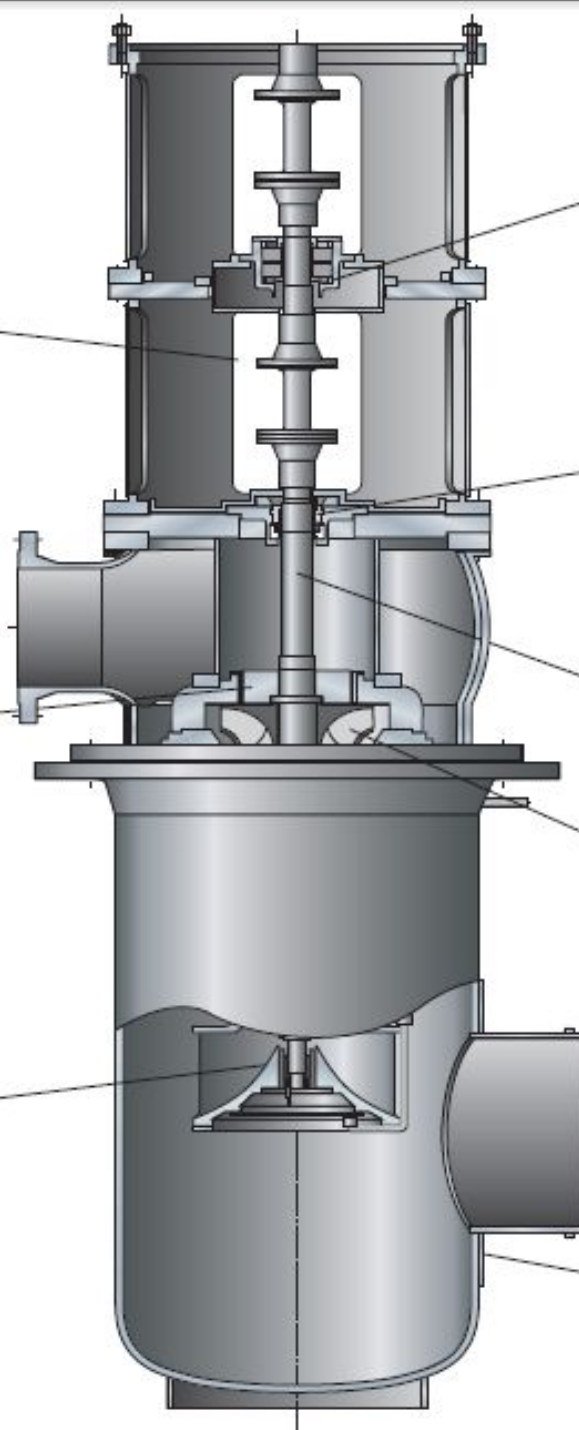
- Допускает сравнительно большие смещения валов при малых нагрузках на подшипниковые опоры;
- Обладает отличными виброизолирующими свойствами - снижает виброактивность агрегата;
- Не требует смазки

Выемная часть (катридж)

- Меньшие габариты и масса по сравнению с существующими НПВ значительно упрощают техническое обслуживание и ремонт, сокращается время на их выполнение;
- Снижается трудоемкость изготовления, повышается качество вследствие более технологичной конструкции деталей и сборочных единиц

Нижний опорный подшипник

Высокая надежность и долговечность обеспечивается за счет применения новых износостойких материалов с низким коэффициентом трения



Подшипник опорно-упорный

Увеличенный ресурс за счет применения подшипников фирмы SKF повышенной грузоподъемности

Уплотнение вала

- Патронного типа с дополнительным щелевым уплотнением в соответствии с API 682
- Низкое давление (по сравнению с напором насоса) в камере уплотнения.

Вал

«Жесткий» вал обеспечивает высокую надежность в широком диапазоне режимов эксплуатации

Проточная часть

- Увеличенная экономичность по сравнению с существующими НПВ
- Высокие кавитационные качества

Стакан

Уменьшенные (по сравнению с существующими насосами НПВ) габариты и масса обеспечивают снижение себестоимости строительства НПС

марка насоса	подача, м ³ /ч	напор, м	синх. частота вращения, об/мин	мощность, кВт	допускаемый кавит. запас*, м, не более	КПД, %
НПВ 150-60 (Q=150 м ³ /ч, H=90м)	150	90	2975	34	3	50
НПВ 150-60		60	2975	34	3	72
НПВ 300-60	300	60	2975	65	4	75
НПВ 600-60	600	60	1485	127,4	4	77
НПВ 1250-60-М	1250	60	990	271,5	2,2	82
НПВ 1250-30-М		30	990	138	2,2	80
НПВ 1250-110-М		110	990	490,1	2,2	82
НПВ 2500-120-М	2500	120	990	993,7	2,8	84
НПВ 2500-120а-М		110	990	897,7	2,8	84
НПВ 2500-80-М		80	990	662,5	2,8	84
НПВ 2500-40-М		40	990	338,6	2,8	82
НПВ 3600-135-М	3600	135	990	1616	3,2	84
НПВ 3600-135а-М		120	990	1411,2	3,2	84
НПВ 3600-90-М		90	990	1085	3,2	84
НПВ 3600-45-М		45	990	590,2	3,2	81
НПВ 5000-120-М	5000	120	990	1993,9	5,0	85
НПВ 5000-60-М		60	990	1070,3	5,0	83

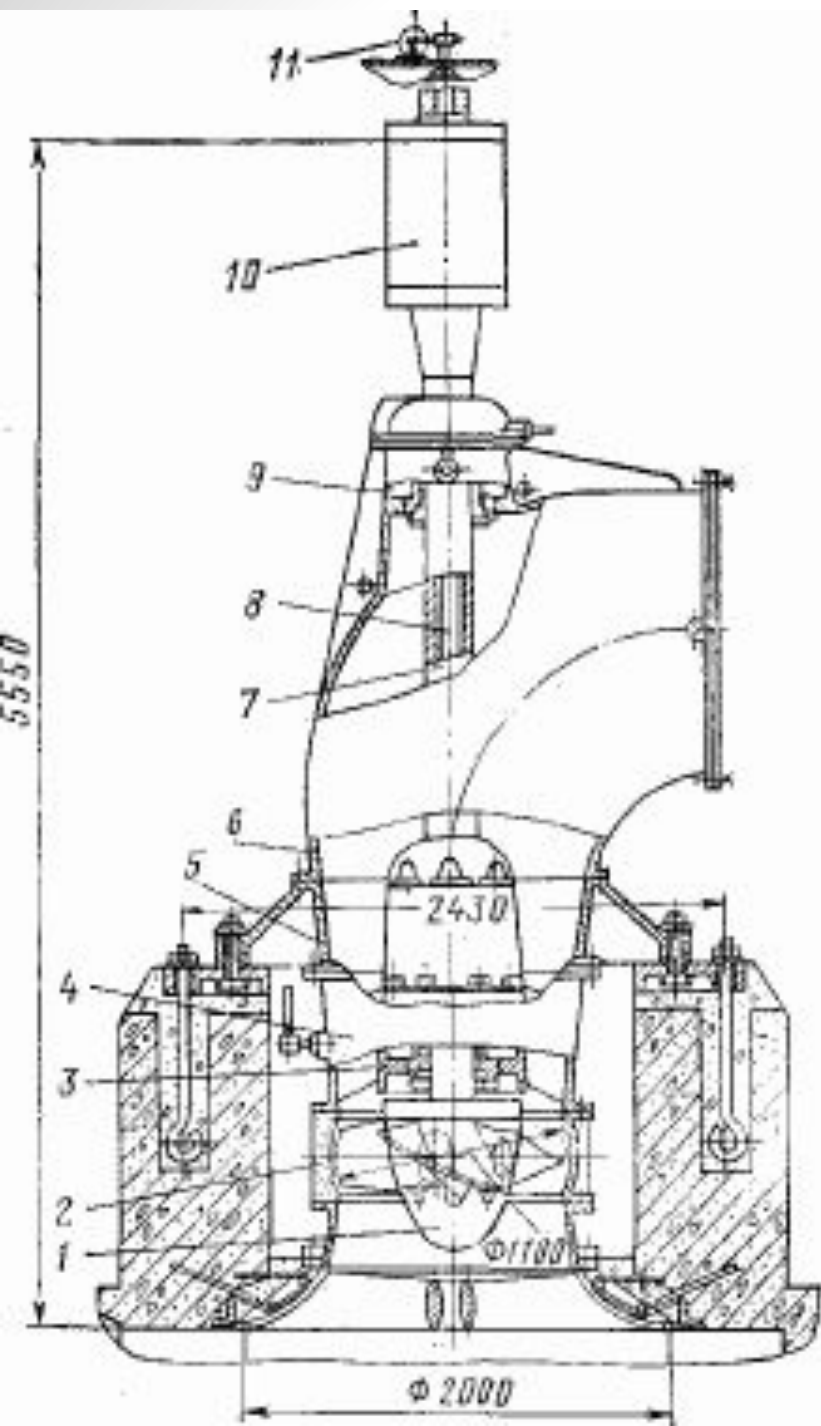
На насосных станциях до настоящего времени используются подпорные насосы типа НМП – насосы магистральные подпорные. Эти насосы горизонтальные одноступенчатые с колесом двустороннего входа. Устанавливаются они в специальных помещениях, имеющих заглубления до 5 м. Кроме этого на некоторых перекачивающих станциях имеются снятые с производства подпорные насосы "Вортингтон 26QLCM/2", 18 DVS-F, 12 НДсН ... 20 НДсН, 5НДв, 6НДв и 8НДв, конструктивно схожие с насосами НМП.

Марка насосов означает, например 14
НДсН: первое число – диаметр
всасывающего патрубка, уменьшенный в
25 раз; буква Н – нефтяной, буква Д –
колесо с двухсторонним входом жидкости,
буква с – средненапорный, в –
высоконапорный, буква Н – нефтяной.

Осевой насос

Работа осевых насосов основана на силовом взаимодействии лопасти с обтекающим ее потоком. В осевых насосах поток жидкости параллелен оси вращения лопастного колеса. Осевой насос состоит из корпуса и свободно вращающегося в нем лопастного колеса. При вращении колеса в потоке жидкости возникает разность давлений по обе стороны каждой лопасти и, следовательно, силовое взаимодействие потока с лопастным колесом.

Силы давления лопастей на поток создают вынужденное вращательное и поступательное движение жидкости, увеличивая ее давление и скорость, то есть механическую энергию. Удельное приращение энергии потока жидкости в лопастном колесе зависит от сочетания скоростей протекания потока, скорости вращения колеса, его размеров и формы, то есть от сочетания конструкции, размеров, числа оборотов и подачи насоса.



1 — рабочее колесо; 2 — камера; 3 — нижний подшипник; 4 — выправляющий аппарат; 5 — диффузор; 6 — отвод; 7 — вал; 8 — шток управления поворотом лопастей; 9 — верхний подшипник; 10 — электропривод механизма поворота лопастей; 11 — указатель угла разворота лопастей

Рис. 2.7
Открытая
Подпорная
насосная







Рис. 2.8 Открытая насосная (электродвигатели находятся под навесами)



Рис.2.9 Насосный цех закрытого типа с объединенным залом



Рис.2.10 Насосный цех с электродвигателем под навесом