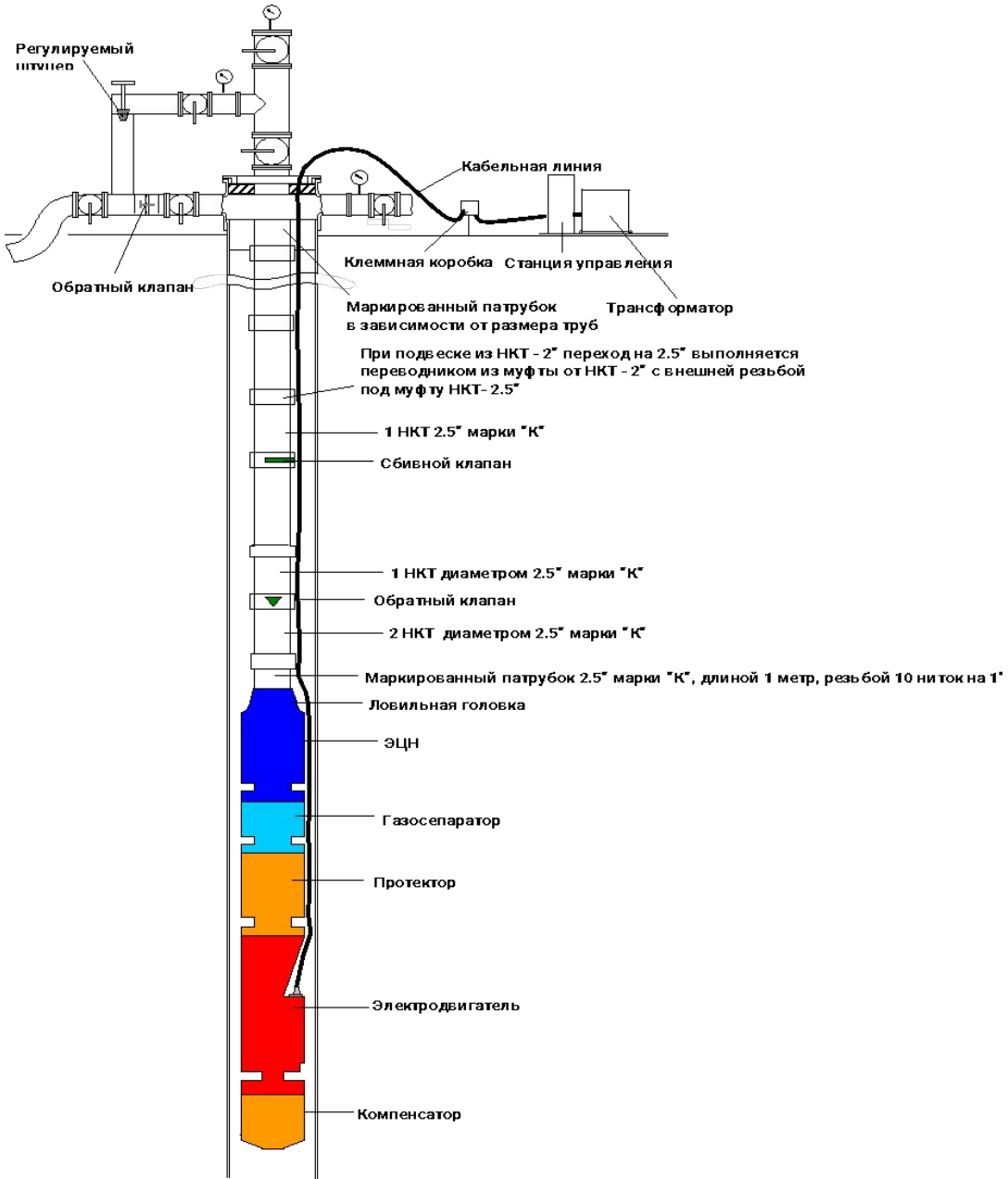
ННОУ ИПК «НКИ»

Оборудование УЭЦН

2011г.

Схема компоновки УЭЦН на скважине



Центробежные насосы - Определение

Центробежным насосом называется машина, которая перемещает флюид посредством ее вращения, которое создается рабочим колесом, установленным в диффузоре. В колесе имеется центральное впускное отверстие и выпускное отверстие, расположенное по касательной к окружности колеса. Флюид двигается по расширяющейся спирали от центра к краю колеса и дальше по касательной к окружности колеса в диффузор. Давление (напор) создается внутренними стенками диффузора, поскольку криволинейные стенки диффузора заставляют флюид двигаться по круговой траектории преобразуя скоростной напор в давление (напор насоса).

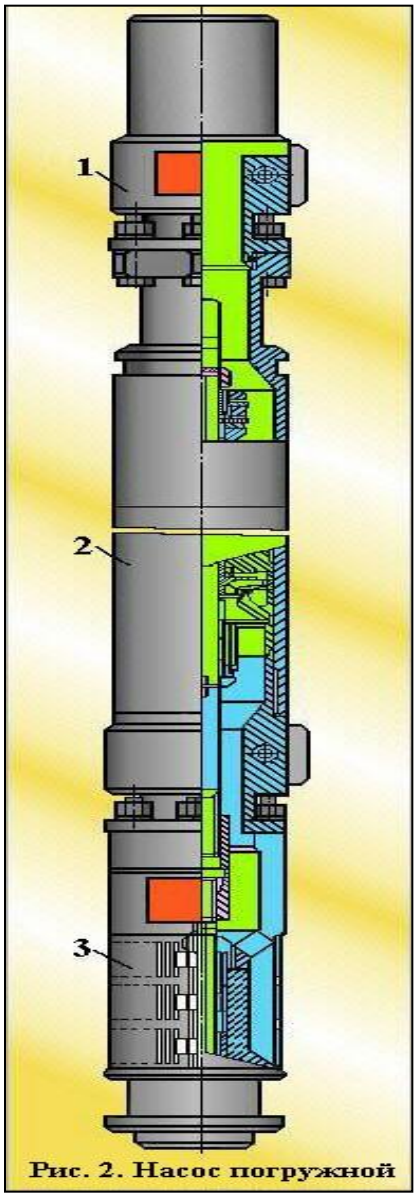
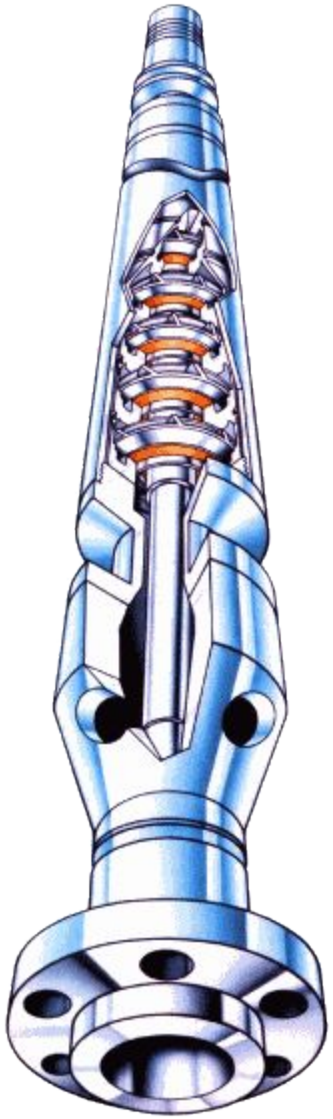


Рис. 2. Насос погружной

<u>Насос</u> состоит из **входного модуля 3, модуля-секции 2** (модулей-секций), **модуля-головки 1, обратного и спускного клапанов.**

Модуль - насос



Модуль-головка состоит из корпуса, с одной стороны которого имеется внутренняя коническая резьба для подсоединения обратного клапана (насосно-компрессорной трубы), с другой стороны - фланец для подсоединения к модулю-секции двух ребер и резинового кольца. Ребра прикреплены к корпусу модуля-головки болтом с гайкой и пружинной шайбой. Резиновое кольцо герметизирует соединение модуля-головки с модулем-секцией.

Модуль-секция состоит из корпуса, вала, пакета ступеней (рабочих колес и направляющих аппаратов), верхнего подшипника, нижнего подшипника, верхней осевой опоры, головки, основания, двух ребер и резиновых колец. Число ступеней в модулях-секциях указано в табл. 1. Соединение модулей-секций между собой, а также резьбовые соединения и зазор между корпусом и пакетом ступеней герметизируются резиновыми кольцами.

Входной модуль состоит из основания с отверстиями для прохода пластовой жидкости, подшипниковых втулок и сетки, вала с защитными втулками и шлицовой муфты для соединения вала модуля с валом гидрозащиты. При помощи шпилек модуль верхним концом подсоединяется к модулю-секции. Нижний конец входного модуля присоединяется к гидрозащите двигателя.

Электроцентробежный насос (ЭЦН)

Пример условного обозначения ЭЦН:

2УЭЦНМ (К,И,Д,Т) 5-125-1800

Где:

2 - модификация насоса;

У - установка;

Э - электропривод от погружного двигателя;

Ц - центробежный;

Н - насос;

М - модульный;

К, И, Д, Т – соответственно в корозионно-стойком, износостойком, двухопорном и термостойком исполнении. Отсутствие их означает обычное исполнение.

5 – габарит насоса. Выпускаются ЭЦН габарита 5, 5А, 6 для эксплуатации в скважинах с внутренним диаметром соответственно 121,7; 130 и 144 мм;

125 – подача ЭЦН, м3/сут;

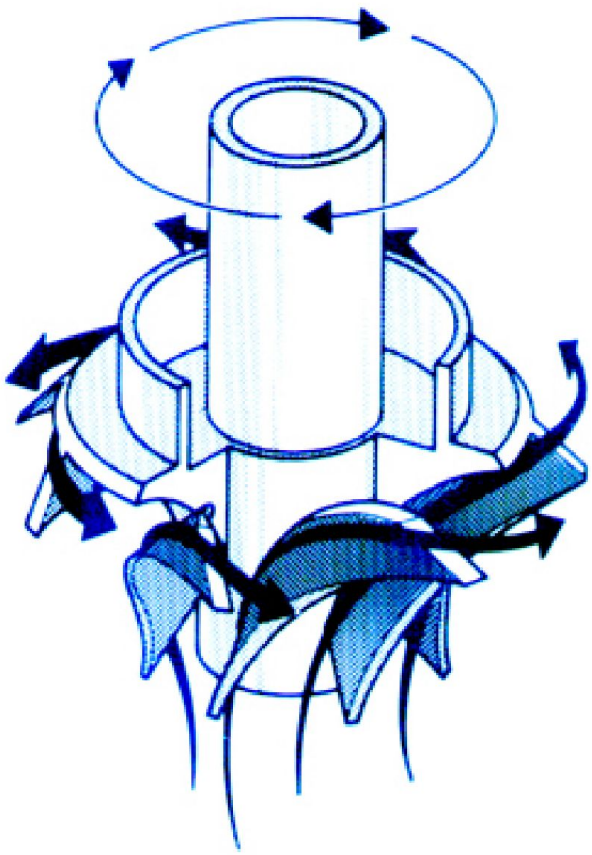
1800 – напор, м.

Типы рабочих колес ЭЦН

Существует два типа рабочих колес, которые определяют объем рабочего потока для той или иной конструкции

Центробежные насосы

Разница между двумя типами заключается в том, что лопасти рабочего колеса располагаются под различными углами и каналы прохода жидкости имеют различные размеры и форму.



Центробежные насосы

Лопасти рабочего колеса для смешанного потока наклонены под углом, близким к 45º, поэтому они применяются в насосах большой производительности.

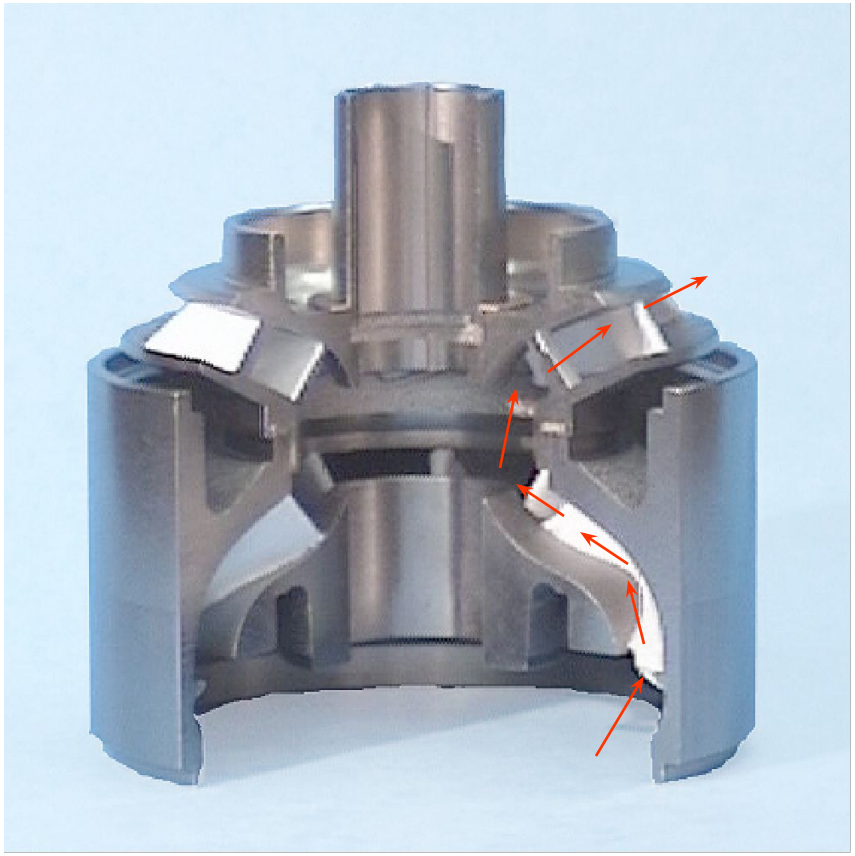
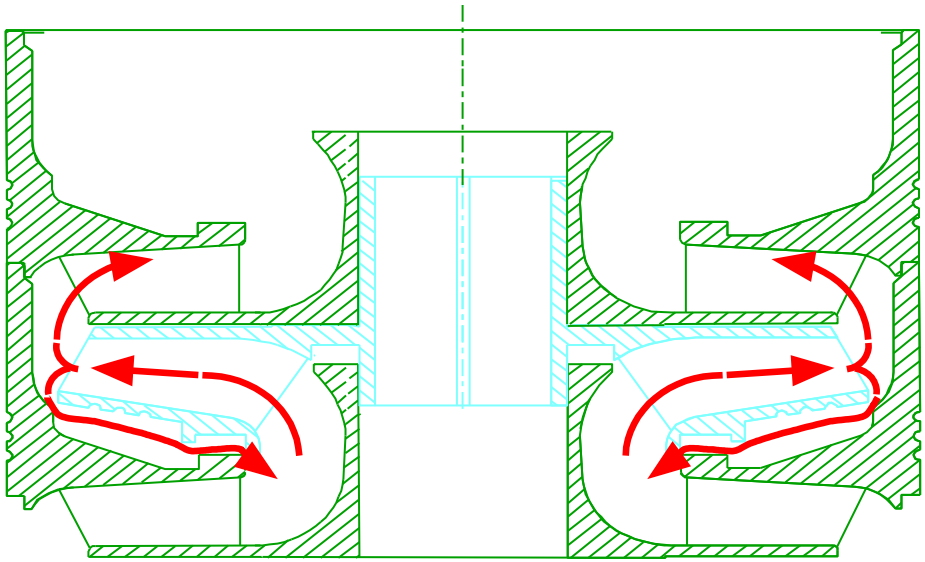


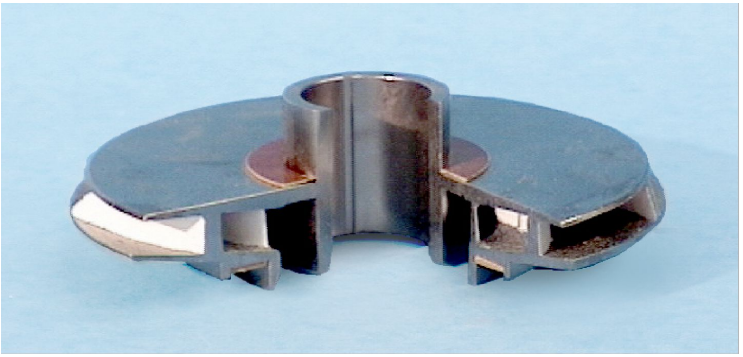
Схема потока в рабочей ступени ЭЦН

Вращение колеса с высокой скоростью выбрасывает жидкость в корпус диффузора.



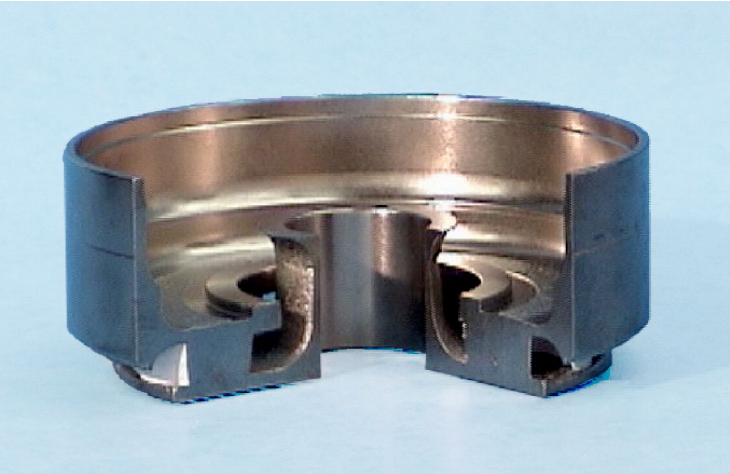
Рабочее колесо ЭЦН

Центробежный насос создает давление при вращении ряда лопастей рабочего колеса.



При движении рабочего колеса в его всасывающем отверстии создается частичный вакуум (разрежение).

Направляющий аппарат ЭЦН



Диффузор затем преобразует эту кинетическую энергию в потенциальную, создавая давление на выходе насоса.

Центробежные насосы

У рабочего колеса с радиальным потоком (блинообразное колесо) лопасти расположены под углом, близким к 90º, поэтому они применяются в насосах небольшой производительности.

Центробежные насосы

Центробежный насос является многоступенчатым, содержащим определенное количество (в зависимости от применения) рабочих колес с лопастями, расположенных в диффузоре с малым зазором и последовательно смонтированных на валу, с приводом от электродвигателя.

Электрические погружные насосы

- Широкий ряд рабочих характеристик и универсальность
- Возможность работы в наклонных и горизонтальных скважинах
- Наиболее эффективный и экономичный способ по себестоимости нефти

- Необходимость извлечения НКТ при замене или ремонте насоса
- Ограничения по глубине, газовому фактору и рабочему к.п.д.
- Большие объемы газа могут заблокировать насос

Погружные электродвигатели

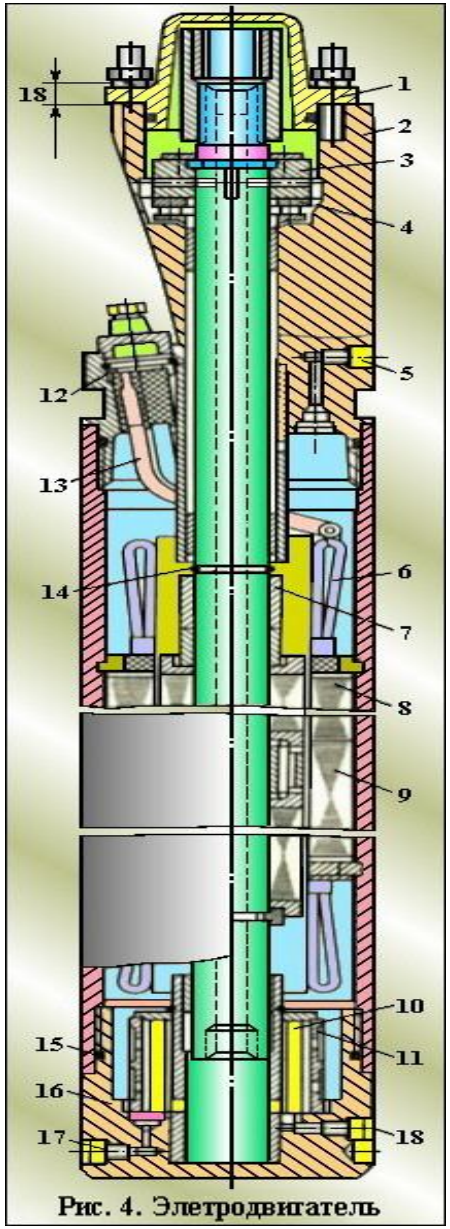


Рис. 4. Элетродвигатель

Погружные двигатели состоят из электродвигателя и **гидрозащиты**.

Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые двухполюсные погружные унифицированной серии ПЭД в нормальном и коррозионностойком исполнениях, климатического исполнения В, категории размещения 5 работают от сети переменного тока частотой 50 Гц.

Двигатели предназначены для работы в среде пластовой жидкости (смесь нефти и попутной воды в любых пропорциях) с температурой до 110 °С, содержащей:

механические примеси с относительной твердостью частиц не более 5 баллов по шкале Мооса - не более 0,5 г/л;

сероводород: для нормального исполнения - не более 0,01 г/л; для коррозионностойкого исполнения - не более . 1,25 г/л;

свободный газ (по объему) - не более 50%. Гидростатическое давление в зоне работы двигателя не более 20 МПа.

1 - крышка; 2 - головка; 3 - пята; 4 - подпятник; 5 - пробка; 6 - обмотка статора; 7 - втулка; 8 - ротор; 9 - статор; 10 - магнит; 11- фильтр; 12 - колодка; 13 - кабель с наконечником; 14 - кольцо; 15 - кольцо уплотнительное; 16 - корпус; 17,18 - пробка.

Погружные электродвигатели (ПЭД)

ПЭД – маслонаполненные трехфазные асинхронные короткозамкнутые – обычного и корозионно-стойкого исполнения, являются приводом ЭЦН.

Пример условного обозначения ПЭД:

ПЭДУСК-125-117

Где:

ПЭДУ – погруной электродвигатель унифицированный;

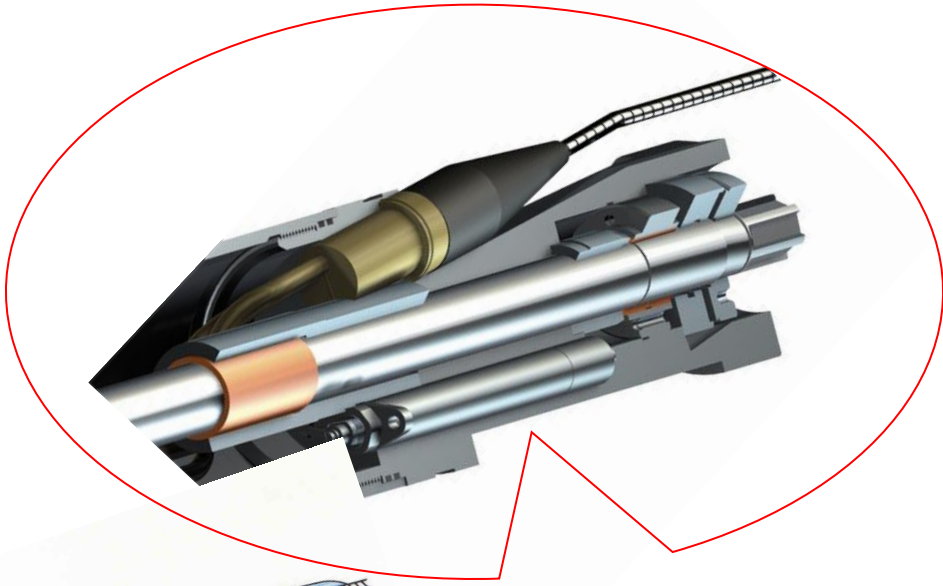
С - секционный;

К – корозионностойкий, (при отсутствии – обычное исполнение);

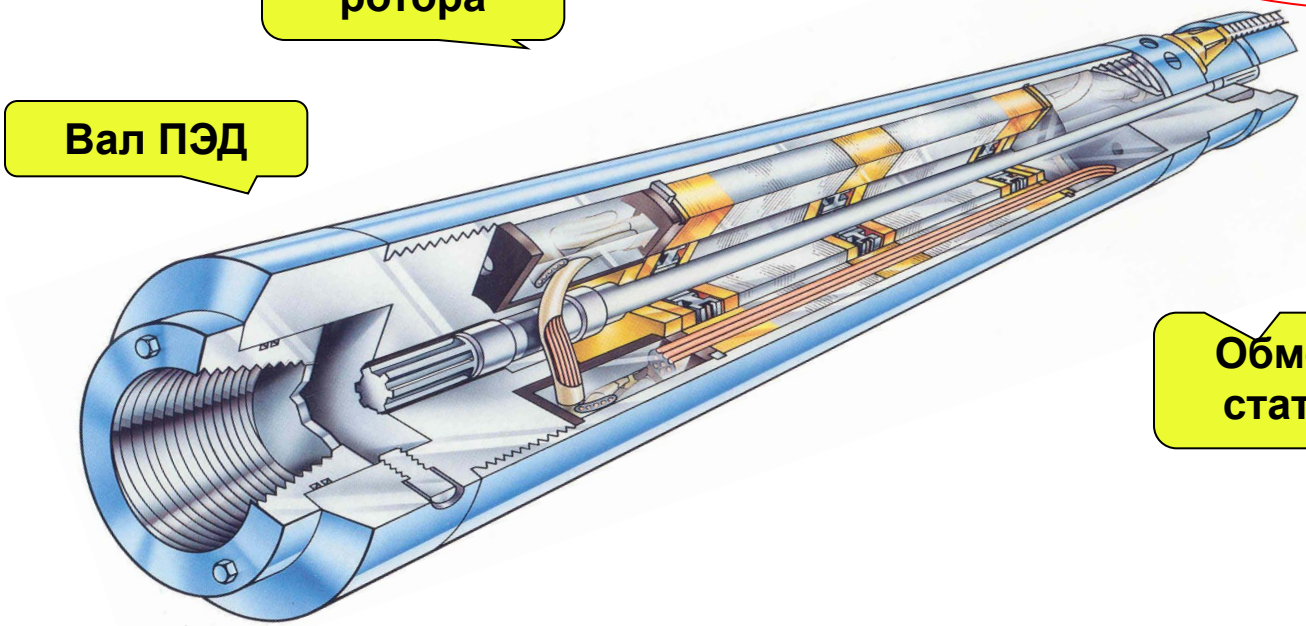
125 – мощность двигателя, кВт;

117 – габарит ПЭД, (наружный диаметр корпуса);

Погружной электродвигатель (ПЭД)



Кабельный ввод с колодкой токоввода



Гидрозащита

Предназначена:

- для предотвращения проникновения пластовой жидкости в полость ПЭД
- Компенсации изменения объема масла во внутренней полости от температуры электродвигателя
- Передачи крутящего момента от вала ПЭД к насосу

Гидрозащита погружных электродвигателей

Гидрозащита предназначена для предотвращения проникновения пластовой жидкости во внутреннюю полость электродвигателя, компенсации изменения объема масла во внутренней полости от температуры электродвигателя и передачи крутящего момента от вала электродвигателя к валу насоса. Разработано два варианта конструкций гидрозащит для двигателей унифицированной серии:

- открытого типа - П92; ПК92; П114; ПК114 и
- закрытого типа - П92Д; ПК92Д; (с диафрагмой) П114Д; ПК114Д.

Гидрозащиту выпускают обычного и коррозионностойкого исполнений.

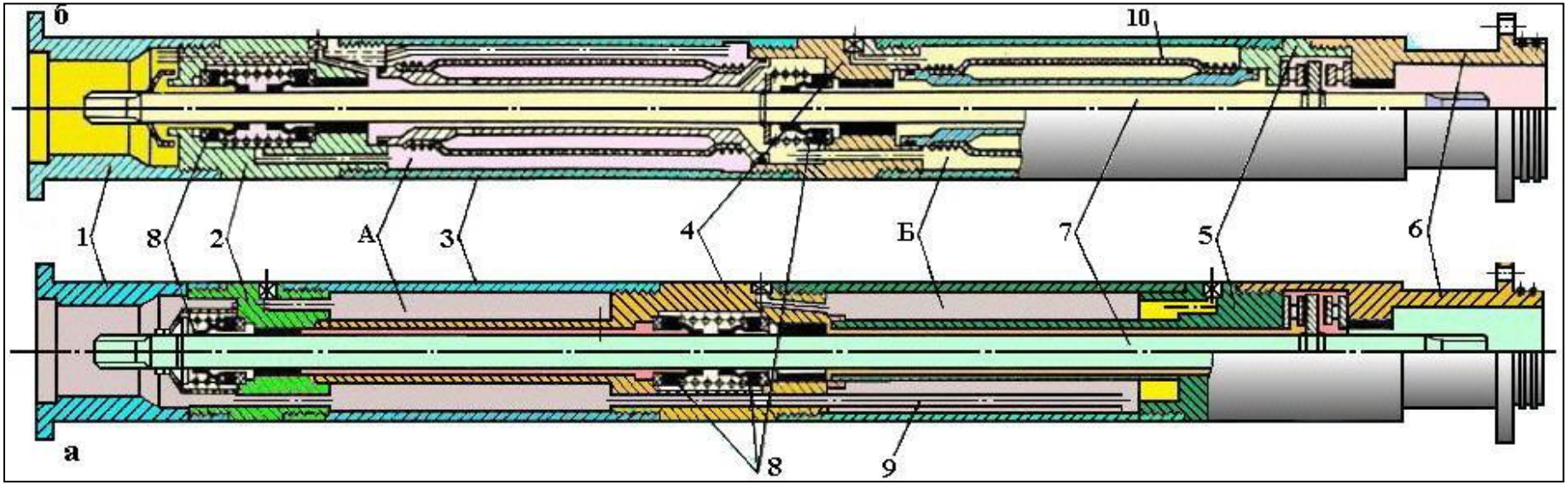


Рис. 5. Гидрозащита открытого (а) и закрытого (б) типов: А - верхняя камера; Б - нижняя камера; 1- головка; 2- верхний ниппель; 3- корпус; 4- средний ниппель; 5- нижний ниппель; 6- основание; 7 - вал; 8 -торцовое уплотнение; 9- соединительная трубка; 10 - диафрагма.

Газосепаратор

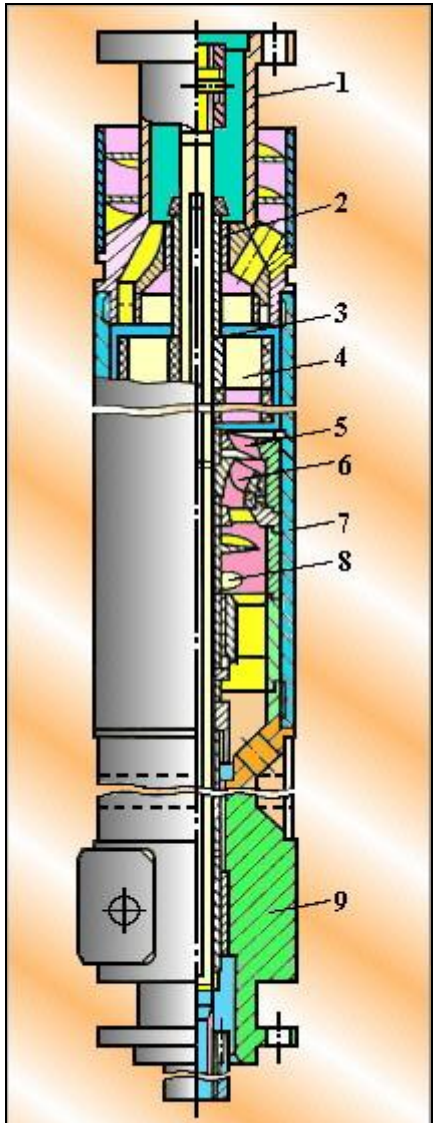


Рис. 3. Газосепаратор:

Для откачивания пластовой жидкости, содержащей от 25 до 55% (по объему) свободного газа у приемной сетки входного модуля, к насосу подключают **модуль - газосепаратор**. Газосепаратор устанавливается между входным модулем и модулем -секцией.

Наиболее известны две конструкции газосепараторов:

- газосепараторы с противотоком;
- центробежные или роторные газосепараторы.

Для первого типа, применяемого в некоторых насосах Reda, при попадании жидкости в газосепаратор, она вынуждена резко менять направление движения. Некоторые газовые пузырьки сепарируются уже на входе в насос. Другая часть, попадая в газосепаратор, поднимается внутри его и выходит из корпуса.

В отечественных установках, а также насосах фирмы Centrilift и Reda, используются роторные газосепараторы, которые работают аналогично центрифуге. Лопатки центрифуги, вращающиеся с частотой 3500 об/мин, вытесняют более тяжелые жидкости на периферию, и далее через переходной канал вверх в насос, тогда как более легкая жидкость (пар) остается около центра и выходит через переходной канал и выпускные каналы обратно в скважину.

1-головка; 2-втулка радиального подшипника; 3- вал; 4- сепаратор; 5-направляющие аппараты; 6-рабочие колеса; 7-корпус; 8-шнек; 9-основание.

Газосепаратор

Осложнения, вызванные наличием газа на приеме насоса

- **Пар может создавать в насосе газовую пробку, что приводит к скачкам давления и выходу насоса из строя.**
- **Пар не смазывает подшипники в достаточной степени.**
- **КПД насоса снижается**
- **Если приходится сепарировать газ, то общий КПД лифта скважины уменьшается, поскольку наличие газа существенно повышает КПД НКТ.**

Современные центробежные сепараторы обеспечивают эффективное отделение до 90% несвязанного газа прежде, чем он достигнет насосного блока, что снижает кавитацию в насосе и колебания нагрузки электродвигателя.

Газосепаратор фирмы Centrilift
A Baker Hughes Company

Кабельная линия

Состоит из основного кабеля и присоединенного к нему удлинителя с муфтой кабельного ввода.

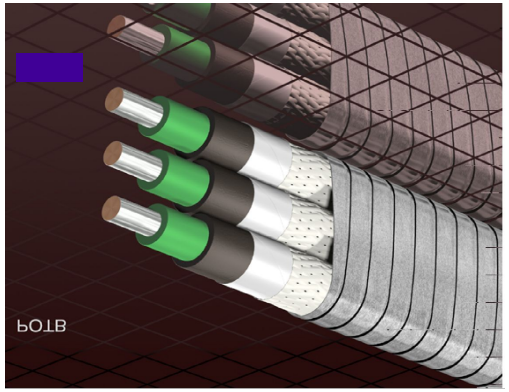
В качестве основного используют кабель марки КПБ(П, К) - кабель полиэтиленовый бронированный плоский и круглый соответственно

В качестве удлинителя – плоский кабель

Конструкция кабеля

При конструировании и производстве электрических погружных кабелей учитываются различные факторы:

- ✔ Электрические характеристики
- ✔ Физические размеры
- ✔ Устойчивость к воздействию окружающей среды
- ✔ Механическая прочность
- ✔ Температура
- ✔ Условия обращения

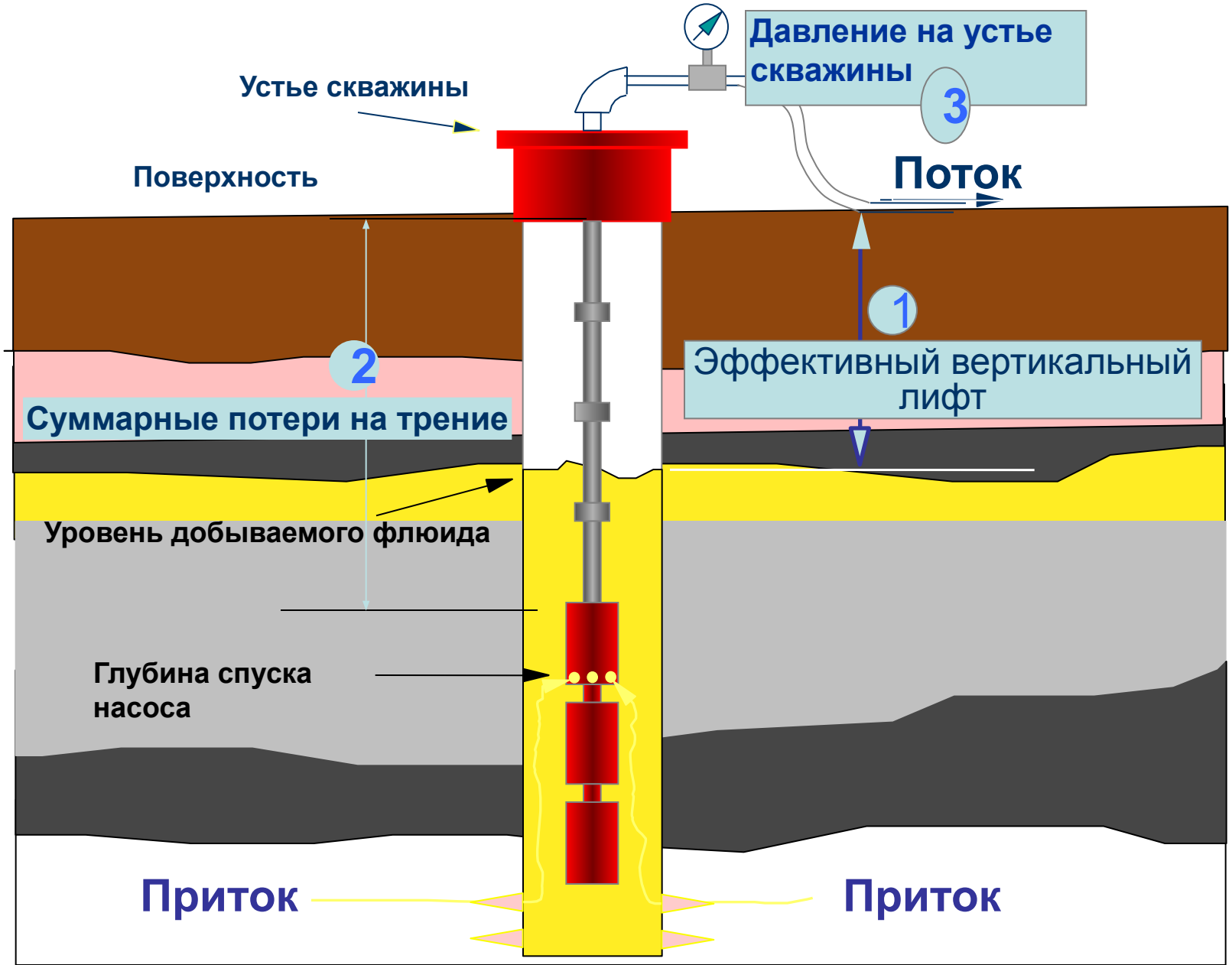


Выбор кабеля

- ✔ Выбор наиболее пригодного типа кабеля осуществляется с учетом условий, в которых он будет использоваться и под воздействием которых он будет находиться.
- ✔ Очень важно изучить все данные и сопоставить их с конкретным режимом каждой скважины с тем, чтобы обеспечить соответствие характеристик выбранного кабеля условиям окружающей среды в скважине.
- ✔ Наиболее критическими параметрами при выборе кабеля являются температурный режим и состав флюида.

Осложнения при эксплуатации насосов

- Скважинные насосы выходят из строя по следующим причинам:
  - Истирание твердой фазой
  - Коррозия (щелочная, хрупкость под действием H_2S или кислот)
  - Скопление окалины
  - Нормальный износ — уплотнения и клапаны
  - Закупорка газом
  - Нагрузка из-за гидравлических ударов в плунжере
  - Обрыв насосной штанги
  - Заклинивание плунжера


Давление на устье скважины
3
Устье скважины
Поверхность
Поток
1
2
Эффективный вертикальный лифт
Суммарные потери на трение
Уровень добываемого флюида
Глубина спуска насоса
Приток
Приток

Факторы, влияющие на работоспособность УЭЦН, делятся на две основные группы:

Факторы, влияющие на работоспособность УЭЦН, делятся на две основные группы:

- Факторы, зависящие от скважинных условий эксплуатации.
- Организационные факторы, связанные с контролем работы установки при эксплуатации.
- МРП погружного оборудования для добычи нефти, в данном случае – установок электроцентробежных насосов, напрямую зависит от условий, в которых они работают.

Факторы, снижающие надежность УЭЦН

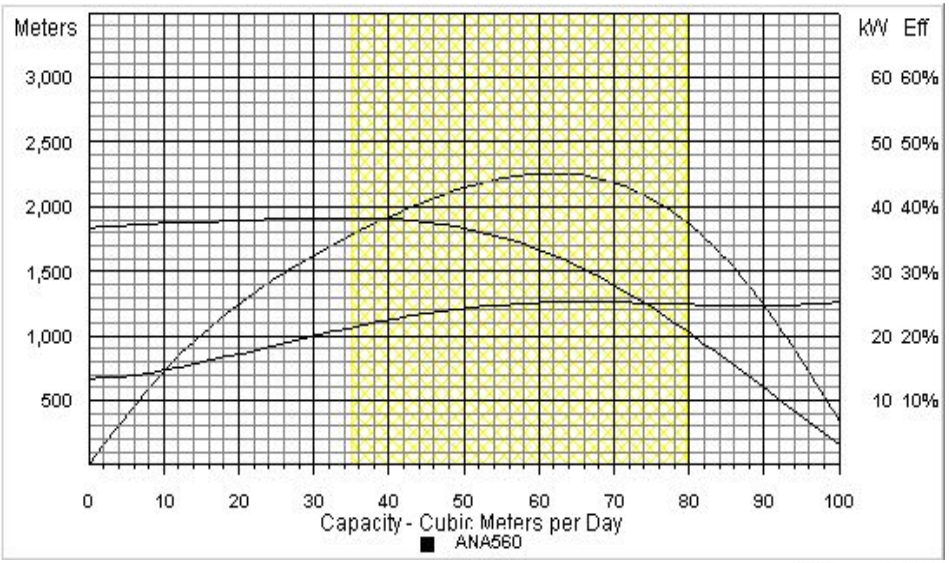
- Мехпримеси
- Солеотложения
- Температура
- Кривизна
- Газосодержание
- Парафиноотложения
- Контроль за эксплуатацией

Рабочая зона некоторых типоразмеров УЭЦН при частоте 50Гц (при 60Гц для импортных УЭЦН)

Типоразмер УЭЦН	Рабочая зона(min-max)	Номинал
ЭЦН 18	12-30	18
ЭЦН-20	15-25	20
ЭЦН-25	15-35	25
ЭЦН-30	20-40	30
ЭЦН-35	15-60	35
ЭЦН-40	30-50	40
ЭЦН-45	12-70	45
ЭЦН-50	25-70	50
ЭЦН-60	33-75	60
ЭЦН-80	60-115	80
ЭЦН-100	80-130	100
ЭЦН-125	102-166	125
ЭЦН-160	125-210	160
ЭЦН-200	150-270	200
ЭЦН-250	200-325	250
ЭЦН-400	300-430	400
ЭЦН-500	430-570	500
ЭЦН-800	550-920	800
ЭЦН-1000	840-1190	1000
ЭЦН-1250	1100-1500	1250
ВНН-25	15-35	25
ВНН-50	25-70	50
ВНН-59	30-80	59
ВНН-80	60-115	80
ВНН-125	80-160	125
ВНН-159	90-220	159
ВНН-199	120-260	199
ВНН-240	160-300	240
ВНН-280	170-360	280
ВНН-124	70-170	124

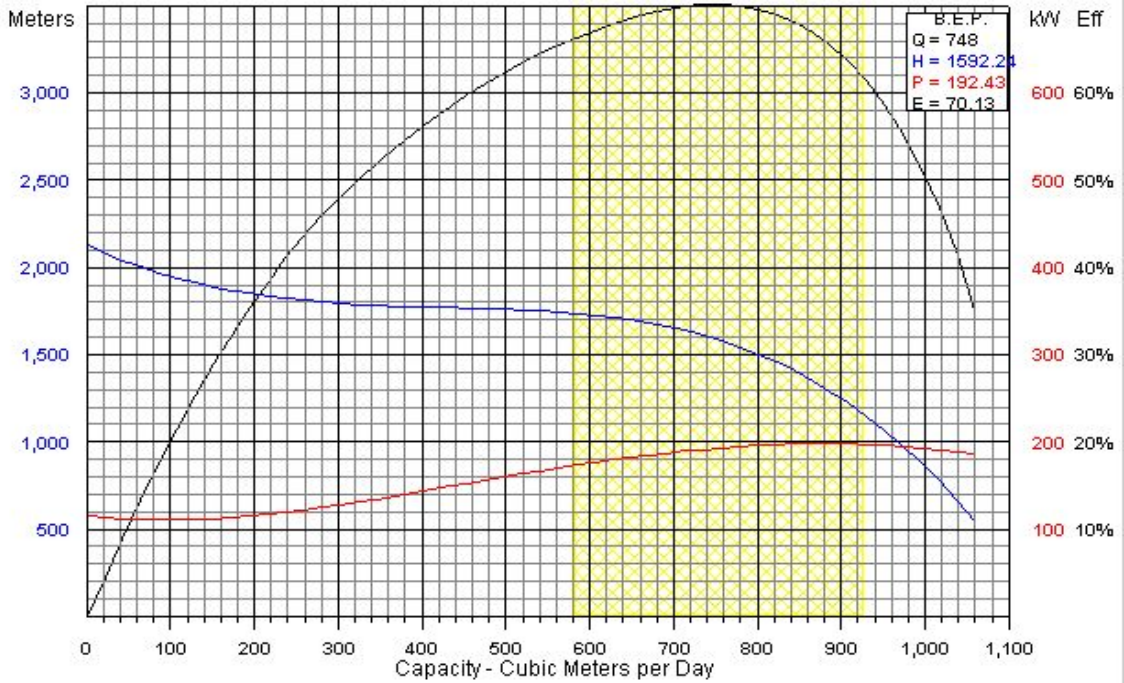
Типоразмер УЭЦН	Рабочая зона(min-max)	Номинал
DN-280	13-66 (16-80)	50 (60)
DN-440	13-73 (16-88)	55 (66)
DN-610	45-100 (55-120)	81 (97)
DN-675	42-112 (50-132)	91 (109)
DN-800	45-130 (63-150)	94 (113)
DN-1000	74-165 (95-200)	127 (152)
DN-1100	40-180 (48-215)	139 (166)
DN-1300	125-217 (150-260)	170 (204)
DN-1750	160-270 (190-328)	238 (286)
DN-3000	278-485 (330-585)	365 (438)
DN-3100	290-520 (333-620)	413 (496)
DN-4300	460-720 (550-860)	563 (675)
DN-5800	580-925 (700-1120)	748 (897)
SN-8500	790-1450 (950-1750)	1167 (1401)
GN-10000	920-1600 (1100-1900)	1283 (1540)
JN-21000	2100-3300 (2500-4000)	2569 (3083)
HN-21000	2300-3200 (2770-3800)	2483 (2979)
FC-6000	475-900 (570-1080)	688 (825)
FC-4300	425-715(510-858)	565 (678)
GC-8200	580-1320 (696-1584)	950 (1140)
GC-6100	480-1070 (576-1284)	775 (930)
GC-4100	330-660 (396-792)	495 (594)

Сравнение рабочих характеристик УЭЦН



Рабочие характеристики ЭЦНА500-1800

Рабочие характеристики DN5800 (335ст)



КПД отечественного и импортного оборудования

КПД, %	Отечественные		Импортные	
	от	до	от	до
ЭЦН	35	60	45	63
ПЭД	84	85		