ЮГОРСКИЙ государственный университет

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Освоение и эксплуатация скважин УЭЦН

Наземное и подземное оборудование скважин

Освоение эксплуатационных скважин

Освоение скважины - комплекс технологических операций по вызову притока и обеспечению ее продуктивности или приемистости, соответствующей локальным возможностям пласта.

После проводки скважины, вскрытия пласта и перфорации обсадной колонны, которую иногда называют вторичным вскрытием пласта, призабойная зона и, особенно, поверхность вскрытого пласта бывают загрязнены тонкой глинистой взвесью или глинистой коркой. Кроме того, воздействие на породу ударных волн широкого диапазона частот при перфорации вызывает иногда необратимые физико-химические процессы в пограничных слоях пористой среды, в результате образуется зона с пониженной проницаемостью или с полным ее отсутствием.

Освоение скважины оборудованием УЭЦН после подземного ремонта - основная технологическая операция в процессе эксплуатации.

От правильного выполнения этой операции зависит межремонтный период работы скважины, продолжительность работы глубинного оборудования и кабеля. ЭЦН в период освоения скважин работает в осложненных условиях, т.к. в скважине находится жидкость глушения с высоким удельным весом. При глушение задавочная жидкость проникает в ПЗ скважин образуя водонефтяную эмульсию водность которой в несколько раз выше вязкости нефти.

Водо-нефтяная эмульсия снижает приток жидкости из пласта в скважину в период вывода ЭЦН на заданный технологический режим работы.

Большая загрузка электродвигателя по мощности в следствии откачки задавочной жидкости имеющий высокий удельный вес и низкие смазовающие свойства.

Из-за остаточной водо-нефтяной эмульсии в стволе скважин остающийся после глушения в некоторых случаях происходит срыв подачи насоса при сравнительно высоком динамическом уровне в скважине - вероятность работы насоса с обратным вращением.

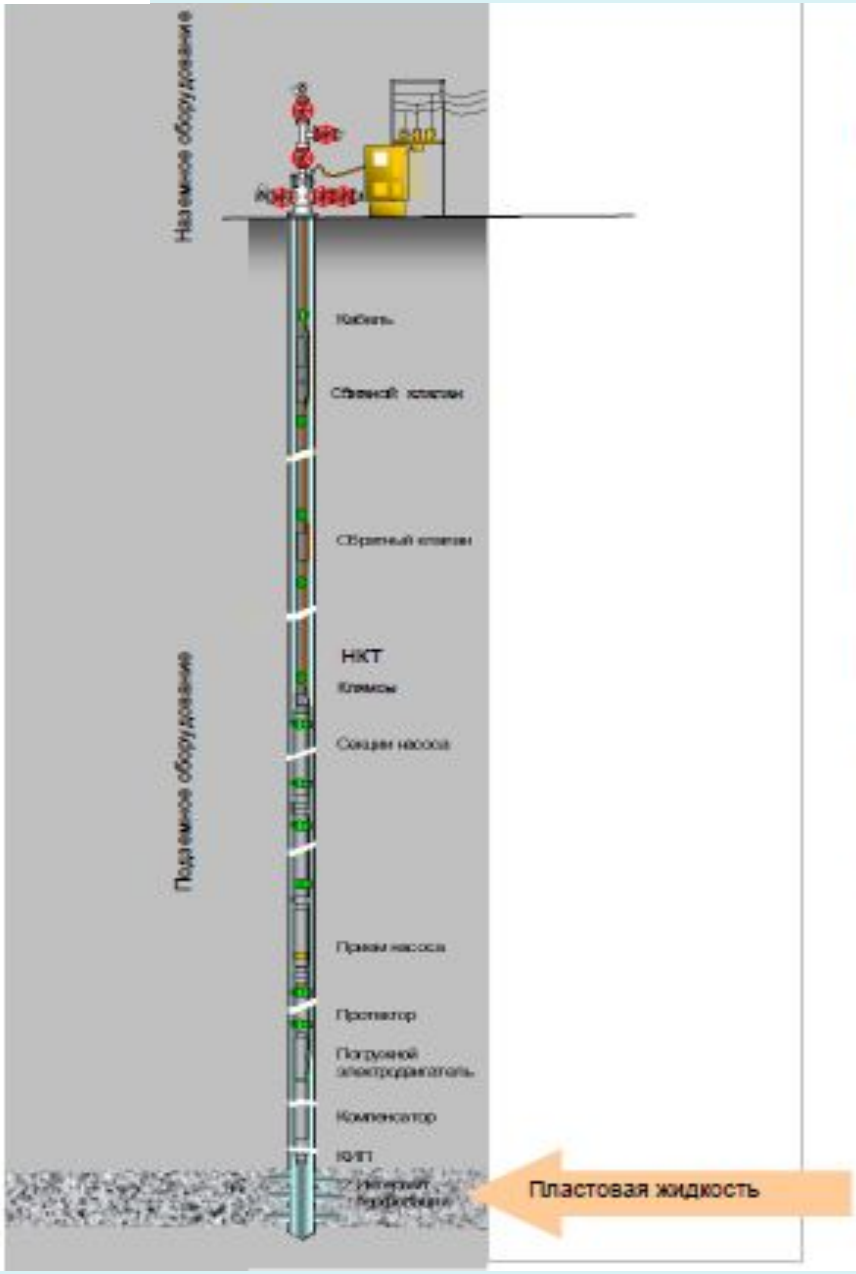
Пуск установок в работу без учета перечисленных фактов, осложняющих условия работы ЭЦН в первоначальный период, приводит к выходу их из строя за несколько часов или суток работы.

Двигатель, изоляция которого была перегрета при освоении, снижает продолжительность срока службы в несколько раз.

Для исключения вышеизложенного устанавливаются дополнительные требования и запуску скважины после подземного ремонта, что является основной технической операцией по работе с УЭЦН после подземного ремонта.

Работы выполняются согласно внутреннего регламента предприятия

УСТАНОВКА ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА (УЭЦН)



Установка погружного центробежного насоса включает в себя наземное и подземное оборудование.

В **наземное оборудование** входит: фонтанная арматура, оборудованная кабельным вводом, сборные манифольды, замерная установка, а также наземное электрооборудование, включающее в себя станцию управления, трансформатор, клеммную коробку, кабельные линии.

Наземное электрооборудование служит для электроснабжения, управления и защиты электронасосов

Фонтанная арматура позволяет контролировать, регулировать и направлять поток скважинной жидкости через манифольды в замерную установку, где производится определение объема добываемой продукции.

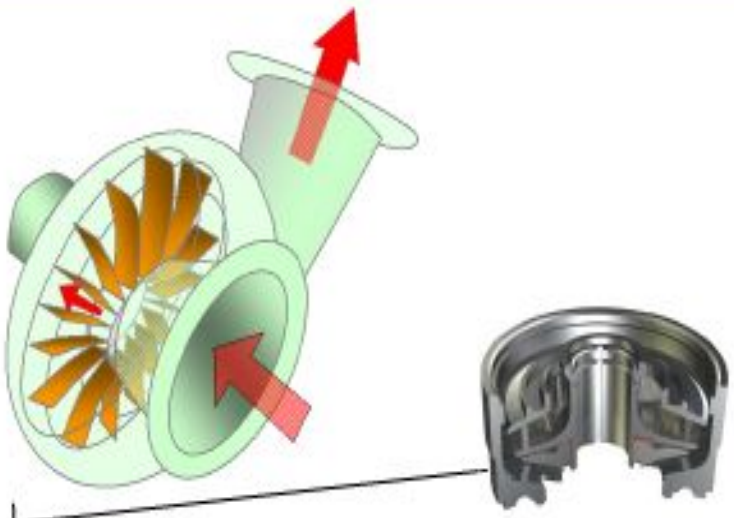
Подземное оборудование включает в себя: погружной центробежный насос с электродвигателем, кабельную линию, колонну насосно-компрессорных труб и другое дополнительное оборудование.

Колонна насосно-компрессорных труб обеспечивает подъем скважинной жидкости на поверхность

В корпусе **насоса** установлены ступени, каждая из которых состоит из вращающегося рабочего колеса и неподвижного направляющего аппарата. Число ступеней определяет его подачу, давление и потребляемую мощность

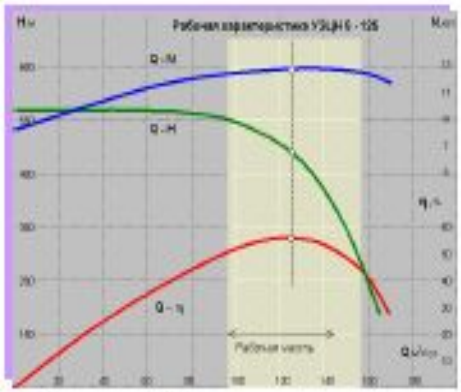
В состав **погружного электродвигателя** входит ПЭД и гидрозащита, состоящая из протектора и компенсатора. Электроэнергия с поверхности передается через бронированный **трехжильный кабель**, который крепится к телу труб при помощи **поясов**.

Скважинные **КИП** представляют собой датчики температуры и давления, которые генерируют сигналы, передаваемые по силовому кабелю на установленное на поверхности считывающее устройство



В условиях скважины радиус рабочего колеса ограничен, частота вращения 3000 об/мин. Поэтому для определенной подачи применяются рабочие колеса определенной геометрии

Установленные последовательно ступени насоса позволяют достичь необходимого напора



Максимальный КПД достигается в узкой зоне, так называемой рабочей зоне

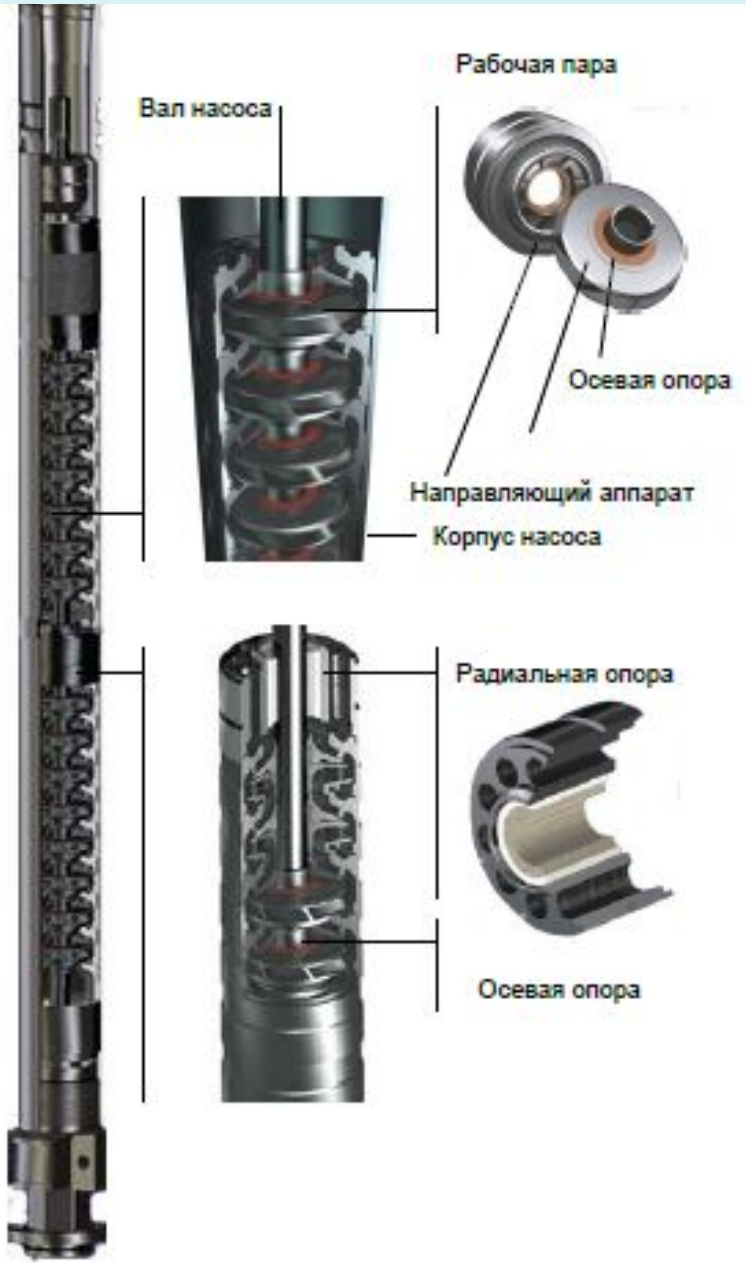
Центробежный насос – динамический насос, в котором движение жидкости происходит за счет центробежной силы.

Жидкость поступает к центральной части рабочего колеса (крыльчатки) в этом первая особенность центробежных насосов – для нормальной работы ЦН требуется **подпор** – дополнительное давление для подачи жидкости в насос.

Крыльчатка, установленная на валу в корпусе и приводящаяся во вращение электрическим двигателем разгоняет жидкость по спирали, что обеспечивает подачу насоса. **Подача насоса** зависит от частоты вращения, радиуса крыльчатки, количества лопастей и их формы и наклона, т.е. от ее **геометрических параметров**. Это вторая особенность центробежного насоса. Под действием центробежной силы жидкость выходит через выходной патрубок. Патрубок имеет расширяющуюся форму; скорость потока в нем падает, и часть кинетической энергии жидкости, приобретенной в рабочем колесе насоса, преобразуется в потенциальную энергию давления (**напора**). Устанавливая последовательно ряд аппаратов можно достичь необходимого напора.

При заданной частоте вращения центробежный насос, показанный на рисунке, работает с максимальным КПД **только при расчетных значениях расхода и давления**. Перекачка жидкости с минимальными затратами энергии требует правильного выбора типа насоса, тщательного проектирования и согласования его характеристик с характеристиками системы в целом. Это третье отличительное свойство центробежного насоса.

Четвертая особенность заключается в том, что если в «улитке» собирается **газ**, то для жидкости в этой зоне не будет возникать центробежная сила и насос не сможет работать.



Погружные центробежные насосы применяются для подъема пластовой жидкости. В России они производятся 5, 5А и 6 габарита для скважин соответственно с 5 и 6 дюймовой эксплуатационной колонной. Производительность насосов (подача) от 10 до 2000 $м^3$ в сутки, напор – до 3000м

Пример условного обозначения установки: ***УЭЦНМ5-125-1200***
где ***У*** *- установка;* ***Э*** *- привод от погружного электродвигателя;* ***Ц*** *- центробежный;* ***Н*** *- насос;* ***М*** *- модульный;* ***5*** *- габарит насоса;* ***125*** *- подача,* $м^3$*/сут:* ***1200*** *- напор, м;*
Для установок коррозионностойкого исполнения перед обозначением группы насоса добавляется буква «К».

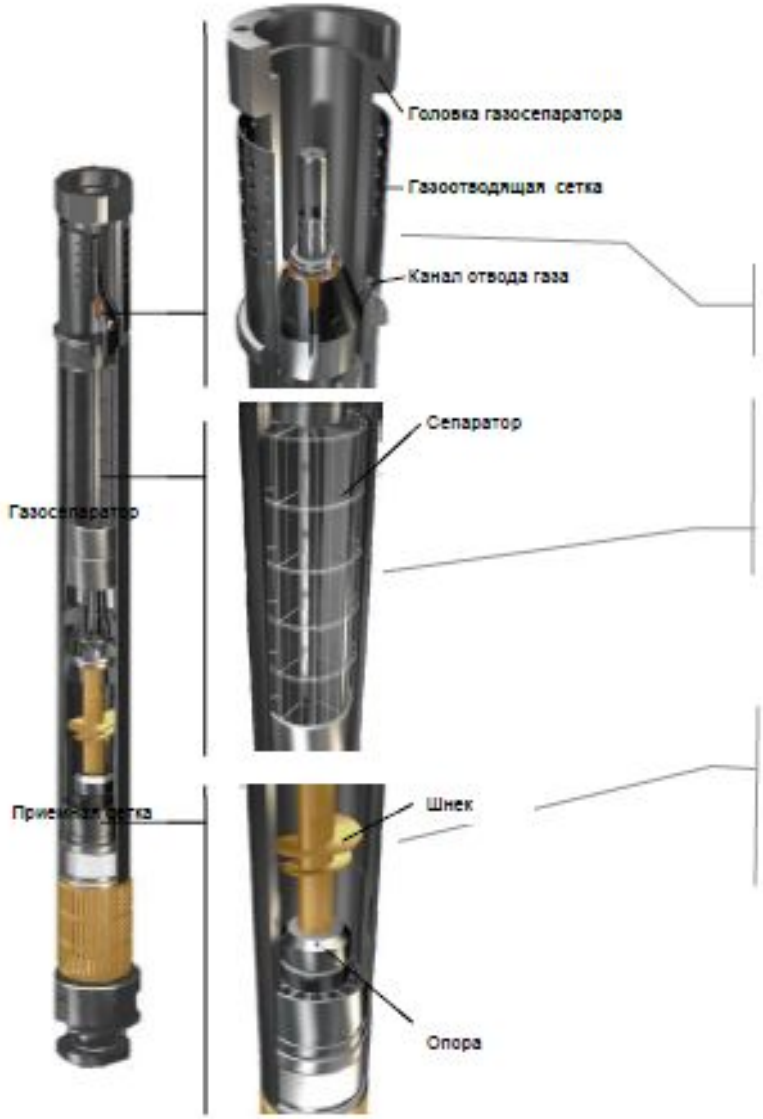
Вращательное движение от двигателя через вал и установленные на него рабочие колеса разгоняет жидкость. Кинетическая энергия потока в направляющем аппарате преображается в потенциальную энергию напора. Каждая рабочая пара (ступень) развивает около 5 метров напора. Набор последовательно установленных ступеней позволяет нам развить необходимый напор.

Осевая и радиальная нагрузка распределяются на осевые и радиальные опоры. Радиальные опоры установлены в верхней, средней и нижней части корпуса насоса. Осевые опоры представляют собой текстолитовые подшипники скольжения и установлены на рабочих колесах

ЮГОРСКИЙ государственный университет

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Приемный модуль и газосепаратор



Пластовая жидкость через приемный модуль попадает в насос. Свободный газ до 25 -27% существенного влияния на работу насоса не оказывает. Однако при больших значениях необходимо устанавливать газосепаратор или газодиспергатор, который разбивает пузыри, делая их более мелкими.

Жидкость продолжает движение на рабочие аппараты насоса, а газ удаляется в затрубное пространство

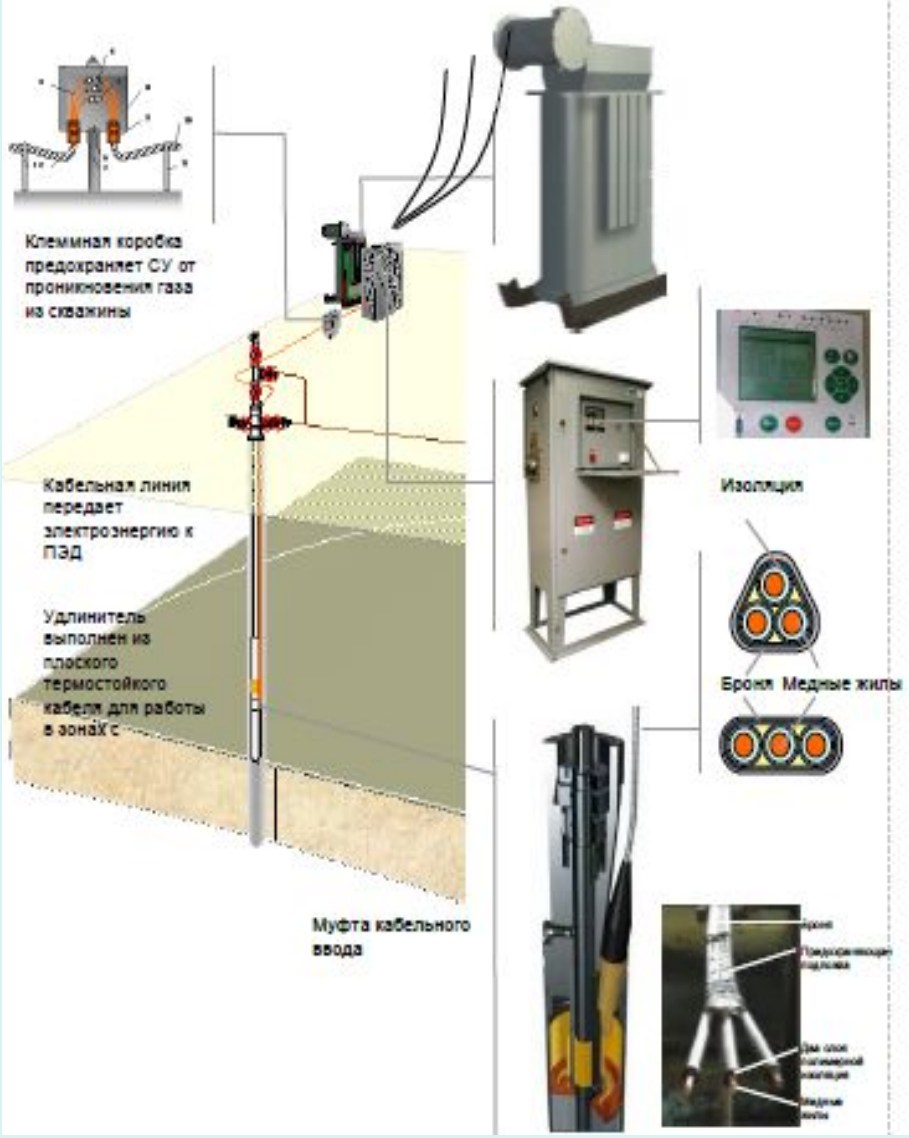
Газожидкостная смесь попадает в камеру вращающихся сепараторов. Здесь под действием центробежных сил жидкость отделяется от газа. Жидкость, как более тяжелая, движется по внешней стороне сепаратора, а газ собирается и движется внутри пазов сепаратора.

Через сетку приемного модуля скважинная жидкость поступает в на ступени насоса, при повышенном газовом факторе приемный модуль совмещается с газосепаратором, в котором шнек придает флюиду центробежную силу

ЮГОРСКИЙ государственный университет

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Система энергообеспечения УЭ



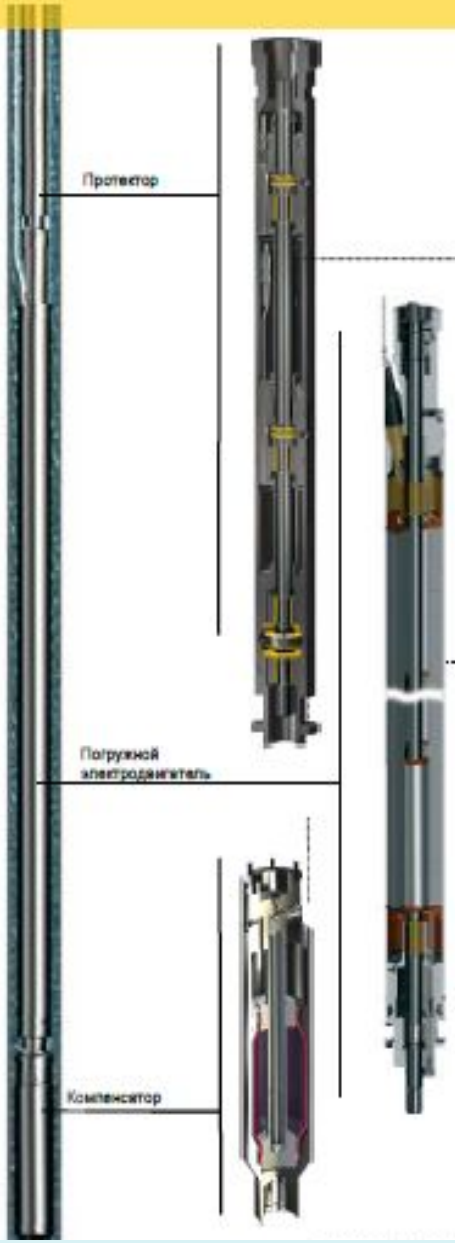
Для обеспечения электроэнергией погружного электродвигателя, приводящего в действие насос, применяется система энергообеспечения, которая включает в себя: трансформатор, станцию управления, кабельную линию, муфта кабельного ввода

Трансформатор служит для повышения напряжения до величины рабочего напряжения ПЭД с учётом потерь в кабеле. **Станция управления** предназначена для пуска и остановки насоса, контроля за работой установки, а также для защиты от аварийных режимов.

Для предотвращения прохода газа по кабелю в помещение станции управления в состав установки входит специальная соединительная **вентиляционная (клеммная) коробка**. Газ, проникший по кабелю, выходит наружу через трубку отвода газа.

Для подачи переменного тока к погружному электродвигателю служит **кабельная линия**, состоящая из основного питающего кабеля (круглого или плоского) и плоского кабеля-удлинителя с муфтой кабельного ввода. Соединение основного кабеля с кабелем-удлинителем обеспечивается неразъёмной соединительной сросткой. Для крепления кабеля к телу трубы применяеются крепежные пояса (клямсы)

Погружной электродвигатель



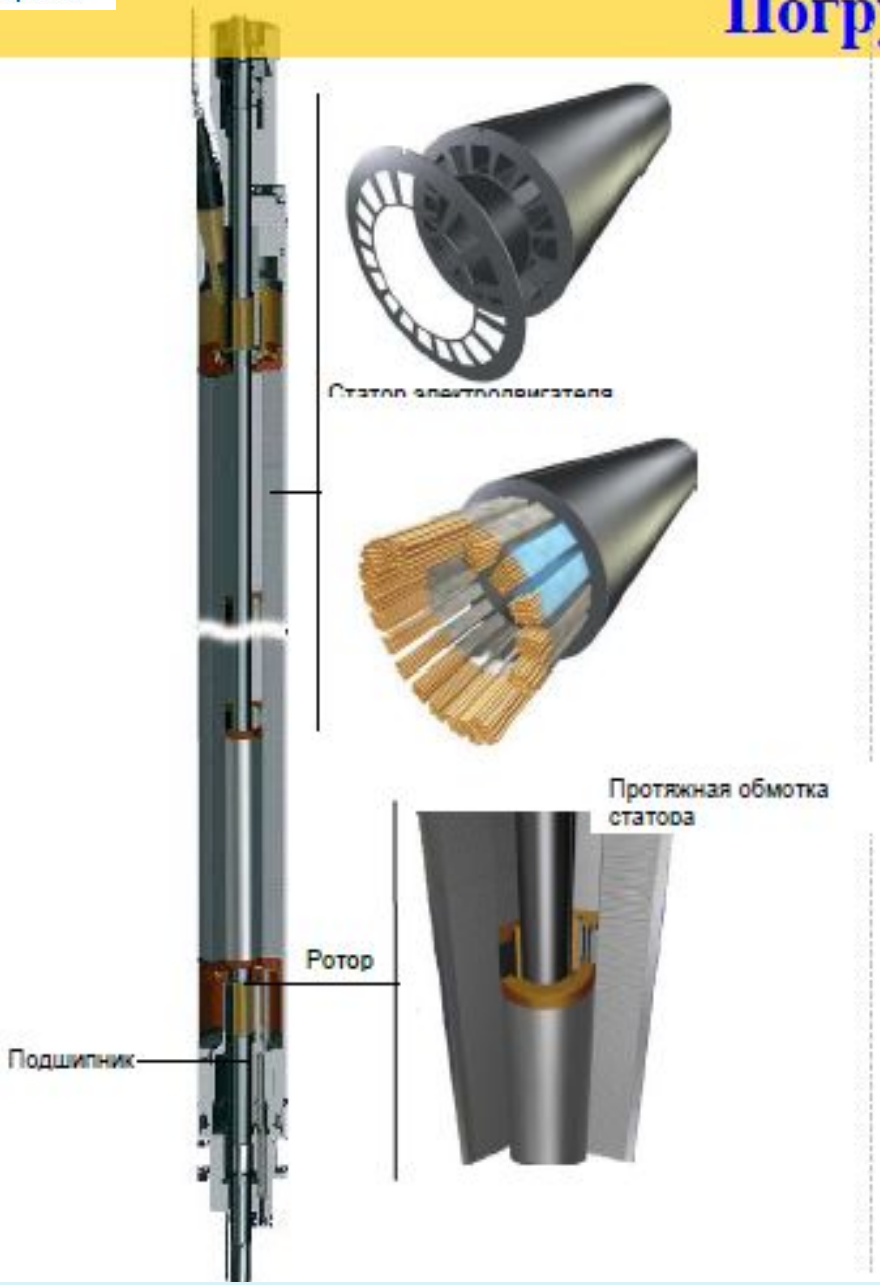
Погружные асинхронные двигатели (ПЭД) в зависимости от мощности изготавливаются одно- и двухсекционными. Для различных типоразмеров питание электродвигателя осуществляется напряжением от 380 до 2300 В. Рабочая частота переменного тока составляет 50 Гц. При использовании регулятора частоты допускается работа двигателя при частоте тока от 40 до 60 Гц. В состав погружного электродвигателя (ПЭД) входят: двигатель и гидрозащита, состоящая из протектора и компенсатора

Протектор предназначен для защиты от попадания пластовой жидкости в маслонаполненный электродвигатель и предотвращает утечки масла при передаче вращения от электродвигателя к насосу

Погружной электродвигатель (ПЭД) – трёхфазный, асинхронный с короткозамкнутым ротором, маслозаполненный и герметичный. Электроэнергия на двигатель подается через специальный бронированный кабель

Компенсатор предназначен для выравнивания давления масла в двигателе с давлением жидкости в скважине и пополнения объема масла в двигателе

Погружной электродвигатель ПЭД



Работа асинхронного электродвигателя основана на том, что при подаче переменного трехфазного тока на протяжную обмотку статора возникает магнитное поле, под воздействием которого, ротор начинает вращаться вокруг своей оси.

Статор выполнен из трубы, в которую запрессован магнитопровод, изготовленный из листовой электротехнической стали. Статор магнитомягкий по всей длине. В пазы статора уложена трехфазная протяжная обмотка из специального обмоточного провода. Фазы обмотки соединены в звезду.

Внутри статора размещается ротор, представляющий из себя набор пакетов, разделенных между собой промежуточными подшипниками и последовательно надетыми на вал. Вал ротора выполнен пустотелым для обеспечения циркуляции масла. Пакеты ротора набраны из листовой электротехнической стали. В пазы пакетов вставлены медные стержни, сваренные по торцам с короткозамкнутыми медными кольцами.

ЮГОРСКИЙ государственный университет

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Гидрозащита электродвигателя

Применение электродвигателя в скважине возможно при обеспечении герметичности маслонаполненного электродвигателя. Для предохранения от попадания во внутреннюю полость ПЭД пластовой жидкости служит гидрозащита. Гидрозащита состоит из компенсатора и протектора

Протектор устанавливается над двигателем и служит для обеспечения герметичности электродвигателя при передаче вращательного движения от двигателя к насосу.

Верхнее торцевое уплотнение предназначено для герметизации внутреннего пространства электродвигателя.

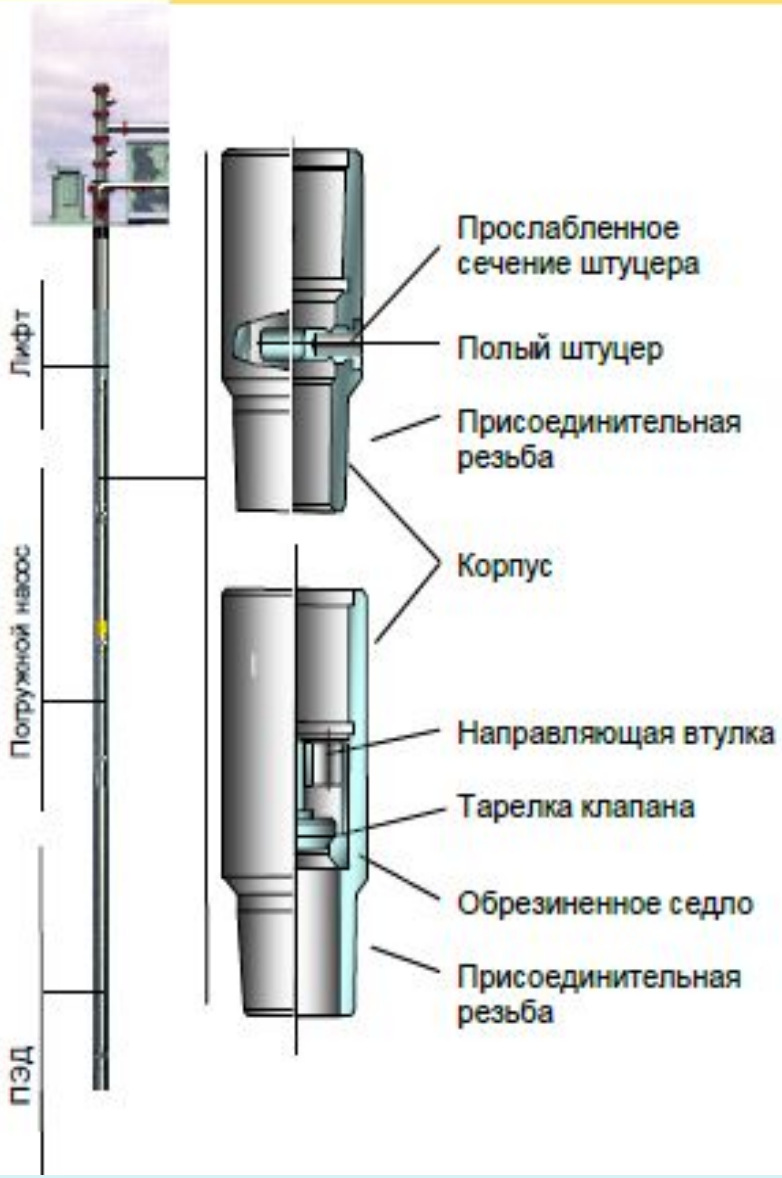
Нижний конец вала соединяется с валом электродвигателя, верхний конец - с валом насоса при монтаже на скважине.

В протекторе расположен узел пяты, который воспринимает осевые нагрузки, действующие на вал при работе насоса. Он расположен в нижней части протектора, что исключает работу без масла и его перегрев

Компенсатор обеспечивает передачу и уравнивание давления пластовой жидкости в зоне подвески двигателя с давлением масла в двигателе, а также изменением своего объема компенсирует тепловые изменения объема масла в двигателе в процессе его работы

Внутренняя полость диафрагмы сообщается с внутренней полостью электродвигателя и заполняется маслом при монтаже двигателя. Это масло служит запасом для компенсации его естественного расхода через нижнее торцовое уплотнение, герметизирующее вращающийся вал.

Обратный и сливной клапаны



Спускной (сбивной, сливной) клапан предназначен для слива жидкости из лифта (колонны насосно-компрессорных труб) при подъеме насоса из скважины.

В корпус **спускного клапана** ввернут штуцер. Перед подъемом насоса из скважины конец штуцера сбивается (обламывается) специальным инструментом (например, ломом, сбрасываемым в НКТ), и жидкость из колонны НКТ вытекает через отверстие в штуцере в затрубное пространство

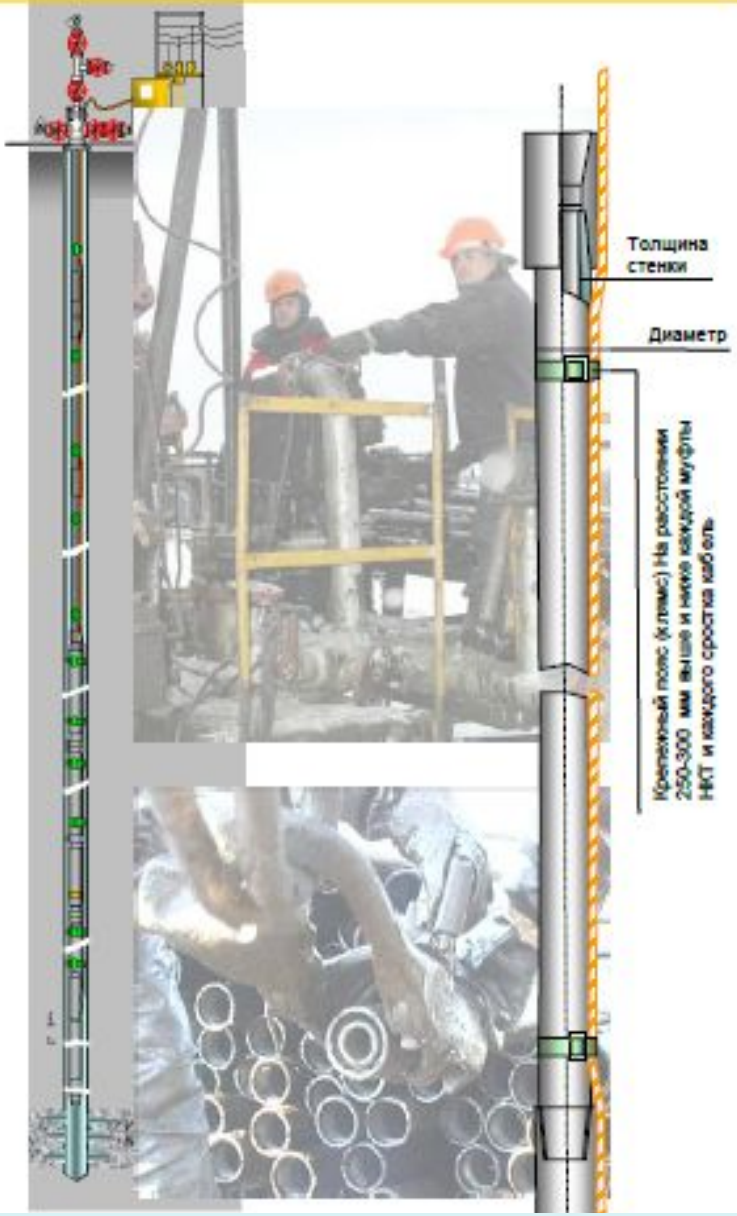
Обратный клапан предназначен для предотвращения обратного вращения рабочих колес насоса под воздействием выравнивания столба жидкости в НКТ и затрубном пространстве при остановках насоса и облегчения повторного запуска насоса

Под воздействием потока перекачиваемой жидкости тарелка поднимается, открывая клапан. При остановке насоса тарелка опускается на седло под воздействием столба жидкости в напорном трубопроводе, т.е. клапан закрывается

ЮГОРСКИЙ государственный университет

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Насосно-компрессорные трубы



Для обеспечения подъема пластовой жидкости и газа на поверхность при эксплуатации скважин УЭЦН применяются насосно-компрессорные трубы. Как правило, на промыслах России используются трубы диаметром 60, 73, 89 мм (соответственно 2", 2,5" и 3"). Трубы последовательно соединяются на резьбе, составляя колонну НКТ (лифт).

Условное обозначение труб включает: тип трубы (кроме гладких труб), условный диаметр трубы, толщину стенки, группу прочности, например: **НКТ 73 – 5.5 Д**

Для крепления кабельной линии при спуске УЭЦН в скважину применяют пояса крепления, а в скважинах с осложненной траекторией спуска (высокая степень искривленности ствола скважины) для защиты кабеля от повреждений применяют протекторы.

На скважину завозится НКТ необходимой проектной длины. В качестве запаса предусматривается 5% от общей длины труб. Длина одной НКТ примерно 9 метров.