Содержание

1. Насосные штанги. Назначение, классификация.
2. Центробежные скважинные насосы с электроприводом. Состав оборудования.
3. Насосные штанги. Назначение, классификация.

Прекращение или отсутствие фонтанирования обусловило использование других способов подъема нефти на поверхность, например, посредством штанговых скважинных насосов. Этими насосами в настоящее время оборудовано большинство скважин. Дебит скважин — от десятков килограмм в сутки до нескольких тонн. Насосы опускают на глубину от нескольких десятков метров до 3000 м иногда до 3200 — 3400 м.

**ШСНУ включает:**

а) наземное оборудование — станок-качалка (СК), оборудование устья, блок управления;

б) подземное оборудование — насосно-компрессорные трубы (НКТ), штанги насосные (ШН), штанговый скважинный насос (ШСН) и различные защитные устройства, улучшающие работу установки в осложненных условиях.

Рис. 1. Схема штанговой насосной установки

Штанговая глубинная насосная установка (рисунок 1) состоит из скважинного насоса *2* вставного или невставного типов, насосных штанг *4*, насосно-компрессорных труб *3*, подвешенных на планшайбе или в трубной подвеске *8* устьевой арматуры, сальникового уплотнения *6*, сальникового штока *7*, станка качалки *9*, фундамента *10* и тройника *5*. На приеме скважинного насоса устанавливается защитное приспособление в виде газового или песочного фильтра *1*.

# ШТАНГИ НАСОСНЫЕ (ШН)

Насосные штанги представляют собой стержень круглого поперечного сечения с высаженными концами, на которых располагается участок квадратного сечения и резьба. Резьба служит для соединения штанг с муфтами, а участок квадратного сечения используется для захвата штанги ключом при свинчивании и развинчивании резьбового соединения. ШН предназначены для передачи возвратно-поступательного движения плунжеру насоса. Изготавливаются в основном из легированных сталей круглого сечения длиной 8000 мм и укороченные — 1000 - 1200, 1500, 2000 и 3000 мм как для нормальных, так и для коррозионных условий эксплуатации.

Рисунок 1 — Насосная штанга

Шифр штанг — ШН-22 обозначает: штанга насосная диаметром 22 мм. Марка сталей — сталь 40, 20Н2М, 30ХМА, 15НЗМА и 15Х2НМФ с пределом текучести от 320 до 630 МПа.

Основными характеристиками насосных штанг являются: диаметр по телу штанги d0 и прочностная характеристика штанги - величина приведенного допускаемого напряжения [σ]. У нас в стране штанги выпускаются диаметром 16, 19, 22, 25 мм, а допускаемое напряжение, для наиболее широко распространенных марок сталей, составляет 70...130 МПа. В небольших количествах выпускаются штанги с допускаемыми напряжениями 150 Мпа.

Насосные штанги применяются в виде колонн, составленных из отдельных штанг, соединенных посредством муфт.

Муфты штанговые выпускаются: соединительные типа МШ — для соединения штанг одинакового размера и переводные типа МШП — для соединения штанг разного диаметра.

Рисунок 2 — Соединительная муфта

*а* — исполнение I; *б* — исполнение II

Для соединения штанг применяются муфты — МШ16, МШ19, МШ22, МШ25; цифра означает диаметр соединяемой штанги по телу (мм).

АО «Очерский машиностроительный завод» изготавливает штанги насосные из одноосноориентированного стеклопластика с пределом прочности не менее 80 кгс/мм2. Концы (ниппели) штанг изготавливаются из сталей. Диаметры штанг 19, 22, 25 мм, длина 8000 ÷ 11000 мм.

Преимущества: снижение веса штанг в 3 раза, снижение энергопотребления на 18 ÷ 20 %, повышение коррозионной стойкости при повышенном содержании сероводорода и др. Применяются непрерывные штанги «Кород».

ШТАНГИ НАСОСНЫЕ СТАНДАРТНЫЕ

Предназначены для передачи поступательного или вращательного движения от наземного привода к скважинному насосу при добыче нефти. Штанги представляют собой металлический стержень круглого сечения, на концах которого высажены головки, заканчивающиеся резьбой. Для предохранения от износа штанг, муфт и насосно-компрессорных труб штанги могут оснащаться центраторами различных типов, а для снятия парафиновых отложений дополнительно подвижными скребками. Штанги насосные класса "D" (по спецификации API) обладают павышенными прочностными и антикорозийными свойствами и по своему качеству не уступают продукции известных зарубежных компаний.

 Cтандарт ТУ 3665-007-002175515-98

 Типоразмер ШН 5/8" ШН 3/4" ШН 7/8" ШН 1" ШН 1 1/8"

 Диаметр, мм 15,88 19,05 22,23 25,40 28,58

 Длина, мм 8000, 9140

 Укороченная длина Любая от 500 мм по требованию Заказчика

 Подгоночные штоки, мм менее 500 мм

 Cтандарт API Spec 11B

 Типоразмер ШН 5/8" ШН 3/4" ШН 7/8" ШН 1" ШН 1 1/8"

 Диаметр, мм 15,88 19,05 22,23 25,40 28,58

 Номинальная длина, мм\* 25(7620), 30(9144)

 Длина, мм 7518, 9042

 Укороченная длина\*\* Любая от 500 мм по требованию Заказчика

\* номинальная длина - размер от торца упорного бурта штанги до торца муфты , навинченной на ниппель.

\*\* длина- размер между торцами упорных буртов штанги.

Класс Группа стали Минимальный предел Предел прочности

текучести, МПа

К Никель-молибденовая 414 620...793

C Марганцовистая 414 620...793

D Марганцовистая 586 793...965

Хромомолибденовая 586 793...965

D спец Специальный 630 820...990

никелесодержащий сплав

D супер Хромомолибденовая 720 930...1050

углеродистая

НАСОСНЫЕ ШТАНГИ УТЯЖЕЛЕННЫЕ

Используются для оптимизации нагрузки на привод.

 Cтандарт API Spec 11B

 Типоразмер ШН 1 1/2" ШН 1 5/8" ШН 1 3/4"

 Диаметр, мм 38,1 41,28 44,45

 Типоразмер присоединяемой штанги

ШНУ 3/4 ШН 7/8 ШН 7/8

 Длина, мм 8000

 Масса, кг 70 80 94

Класс Группа стали Минимальный предел

прочности на растяжение, МПа

1 Углеродистая 448

2 Легированная 620

ШТАНГИ НАСОСНЫЕ ШАРНИРНЫЕ

Предназначены для предохранения от развинчивания резьбовых соединений колонны насосных штанг при добыче нефти станками-качалками. Крутящий момент, от движения насосной колонны, компенсируется поворотом деталей шарнирной штанги внутри муфты.

Стандарт ТУ 3665-027-002175515-02

Типоразмер ШНШ.М ¾ ШНШ.М 7/8 ШНШ.М3/4х7/8 ШНШ.М 7/8х1

Наружный диаметр, мм 45 53 53 55,6

 53

Длина, мм 495 507

Разрывное усилие, кгс 14000 20000 20000 20000

20000

Типоразмер ШН 3/4 ШН 7/8 ШН 3/4; ШН7/8; присоединяемой штанги ШН 7/8 ШН 1

Для увеличения долговечности штанг, уменьшения воздействия на них коррозионной среды (пластовой жидкости) они подвергаются термической обработке и упрочнению поверхностного слоя металла. Наиболее часто используется следующий вид термообработки: нормализация, закалка объемная, закалка ТВЧ. Поверхностное упрочнение обеспечивается за счет дробеструйной обработки, обкатки роликом. Основная цель поверхностного упрочнения - создание снимающих напряжений в поверхностном слое материала. Кроме того, поверхность штанг покрывают лаками или металлами, стойкими к воздействию окружающей среды.

Для уменьшения износа штанговой колонны и труб НКТ, на штангах рекомендуется использование центраторов. Центраторы могут быть неподвижными, устанавливаемые непосредственно на тело штанги методом литья под давлением. Центраторы вращающиеся, размещаются между упорами на теле штанги и могут вращаться на теле штанги. Кроме защиты от износа, центраторы препятствуют образованию отложений внутри труб НКТ и повышают межремонтный срок эксплуатации скважины.

Материал центраторов – износостойкий, нейтральный к нефтепродуктам пластик, армированный стекловолокном. Конструкция и размеры скребков защищены Российскими патентами.

Особенностью штанг является накатка резьбы. Для сборки ступенчатой колонны из штанг различных диаметров используют переводные муфты МПШГ, позволяющие соединять штанги диаметрами 16 и 19, 19 и 22, 22 и 25 мм. Соединительные муфты изготавливают с лысками и без лысок.

В зависимости от условий работы применяют штанги, изготовленные из сталей следующих марок:

для легких условий работы - из стали 40, нормализованные;

для средних и среднетяжелых условий работы - из стали 20НM, нормализованные;

для тяжелых условий работы - из стали марки 40, нормализованные с последующим поверхностным упрочнением тела штанги по всей длине токами высокой частоты (ТВЧ) и из стали ЗОХМА, нормализованные с последующим высоким отпуском и упрочнением тела штанги по всей длине ТВЧ;

для особо тяжелых условий работы - из стали 20НМ, нормализованные с последующим упрочнением штанги ТВЧ.

Для регулирования положения плунжера относительно цилиндра скважинного насоса используют короткие штанги - «метровки» длиной 1000...3000 мм. Длина обычной штанги 8000 мм.

Колонна штанг - один из наиболее ответственных элементов установки, работающей в наиболее напряженных условиях. Прочность и долговечность штанг, как правило, обусловливает подачу, как всей установки, так и максимальную глубину спуска насоса. Обрыв штанг вызывает простои и необходимость подземного ремонта. Разрушение колонны штанг происходит, как правило, либо при разрыве тела штанги, либо при разрушении резьбовых соединений.

Наиболее часто обрывы штанг происходят вследствие усталости металла, в результате переменных нагрузок, концентраций напряжений, коррозионности среды. Усталостное разрушение штанг обычно начинается с поверхности образованием микротрещины. Поверхность излома имеет характерный вид: она состоит из двух зон - мелкозернистой и крупнозернистой. Усталостное разрушение штанг ускоряется переменными нагрузками, концентрацией напряжений и воздействием коррозионной среды, поэтому выбор допускаемых напряжений для штанг представляет собой важную задачу.

Необходимо отметить, что наиболее приемлемыми для затяжки резьбовых соединений являются механические ключи с гидро- и электроприводом, позволяющие свинчивать штанги со строго определенным моментом.

Важнейшее условие безаварийной работы колонны штанг - их прямолинейность. Так, при стреле прогиба штанги, равной 0,5d, растягивающие напряжения увеличиваются в 5 раз. Для искривленных и сильно искривленных скважин применяют шарнирные муфты. Благодаря наличию двух шарниров муфта может изгибаться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Применение подобных муфт позволяет уменьшить напряжения, возникающие в результате изгиба, а также нормальные силы, обусловленные трением штанг о насосно-компрессорные трубы.

Помимо штанг со сплошным сечением применяют полые штанги для привода скважинного насоса с использованием внутрискважинной депарафинизации, деэмульсации, ингибирования - в этих случаях по внутренней полости штанг подается с поверхности к насосу соответствующий химический реагент. Кроме того их используют для отбора продукции при одновременно-раздельной эксплуатации пластов, а также при необходимости подъема пластовой жидкости с повышенной скоростью, например для предотвращения образования песчаных пробок.

Наиболее распространена конструкция полых штанг с приваренной головкой, имеющей накатанную резьбу для соединения штанг муфтами.

В настоящее время разработана конструкция полых штанг с наружным диаметром тела - 42 мм, внутренним - 35 мм. Материалы - сталь 45 или 35. Поверхность штанг обрабатывается ТВЧ и имеет твердость HRC 48...53. Головка приваривается к телу штанги.

Применение полых штанг требует применения специального устьевого оборудования: гибких шлангов или коленчатых шарнирных соединений, позволяющих отводить пластовую жидкость из перемещающейся колонны к неподвижному трубопроводу нефтепромыслового коллектора.

Расчет и конструирование колонны штанг

Во время двойного хода (цикла) нагрузка на штанги переменна, поэтому при расчете штанг на прочность исходят не из максимальных напряжений, определяющих статическую прочность, а из «приведенного» напряжения, учитывающего циклический характер приложения нагрузки.

1. Центробежные скважинные насосы с электроприводом(УЭЦН). Состав оборудования.

Состав и комплектность УЭЦН

Установка УЭЦН состоит из погружного насосного агрегата (электродвигателя с гидрозащитой и насоса), кабельной линии (круглого плоского кабеля с муфтой кабельного ввода), колонны НКТ, оборудования устья скважины и наземного электрооборудования: трансформатора и станции управления (комплектного устройства) (см. рисунок 1.1.). Трансформаторная подстанция преобразует напряжение промысловой сети дооптимальной величины на зажимах электродвигателя с учетом потерь напряжения в кабеле. Станция управления обеспечивает управление работой насосных агрегатов и его защиту при оптимальных режимах.

Погружной насосный агрегат, состоящий из насоса и электродвигателя с гидрозащитой и компенсатора, опускается в скважину по НКТ. Кабельная линия обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю. Кабель крепится к НКТ, металлическими колесами. На длине насоса и протектора кабель плоский, прикреплен к ним металлическим колесами и защищен от повреждений кожухами и хомутами. Над секциями насоса устанавливаются обратный и сливной клапаны. Насос откачивает жидкость из скважины и подает ее на поверхность по колонне НКТ (см. рисунок 1.2.)

Оборудование устья скважины обеспечивает подвеску на фланце обсадной колонны НКТ с электронасосом и кабелем, герметизацию труб и кабеля, а также отвод добываемой жидкости в выходной трубопровод.

Насос погружной, центробежный, секционный, многоступенчатый не отличается по принципу действия от обычных центробежный насосов.

Отличие его в том, что он секционный, многоступенчатый, с малым диаметром рабочих ступеней – рабочих колес и направляющих аппаратов. Выпускаемые для нефтяной промышленности погружные насосы содержат от 1300 до 415 ступеней.

Секции насоса, связанные фланцевыми соединениями, представляют собой металлический корпус. Изготовленный из стальной трубы длиной 5500 мм. Длина насоса определяется числом рабочих ступеней, число которых, в свою очередь, определяется основными параметрами насоса. – подачей и напором. Подача и напор ступеней зависят от поперечного сечения и конструкции проточной части (лопаток), а также от частоты вращения. В корпусе секций насоса вставляется пакет ступеней представляющих собой собрание на валу рабочих колес и направляющих аппаратов.

Рабочие колеса устанавливаются на валу на призматической шпонке по ходовой посадке и могут перемещаться в осевом направлении. Направляющие аппараты закреплены от поворота в корпусе ниппеля, расположенным в верхней части насоса. Снизу в корпус ввинчивают основание насоса с приемными отверстиями и фильтром, через которые жидкость из скважины поступает к первой ступени насоса.

Верхний конец вала насоса вращается в подшипниках сальника и заканчивается специальной пяткой, воспринимающей нагрузку на вал и его вес через пружинное кольцо. Радиальные усилия в насосе воспринимаются подшипниками скольжения, устанавливаемыми в основании ниппеля и на валу насоса.

В верхней части насоса находится ловильная головка, в которой устанавливается обратный клапан и к которой крепится НКТ.

Электродвигатель погружной, трехфазовый, асинхронный, маслозаполненный с короткозамкнутым ротором в обычном исполнении и коррозионностойком исполнениях ПЭДУ (ТУ 16-652-029-86). Климатическое исполнение – В, категория размещения – 5 по ГОСТ 15150 – 69. В основании электродвигателя предусмотрены клапан для закачки масла и его слива, а также фильтр для очистки масла от механических примесей.

Гидрозащита ПЭД состоит из протектора и компенсатора. Она предназначена для предохранения внутренней полости электродвигателя от попадания пластовой жидкости, а также компенсации температурных изменений объемов масла и его расхода. (см. рисунок 1.3.)

Протектор двухкамерный, с резиновой диафрагмой и торцевыми уплотнениями вала, компенсатор с резиновой диафрагмой.

Кабель трехжильный с полиэтиленовой изоляцией, бронированный. Кабельная линия, т.е. кабель намотанный на барабан, к основанию которого присоединен удлинитель – плоский кабель с муфтой кабельного ввода. Каждая жила кабеля имеет слой изоляции и оболочку, подушки из прорезиненной ткани и брони. Три изолированные жилы плоского кабеля уложены параллельно в ряд, а круглового скручены по винтовой линии. Кабель в сборе имеет унифицированную муфту кабельного ввода К 38, К 46 круглого типа. В металлическом корпусе муфты герметично заделаны с помощью резинового уплотнения, к токопроводящим жилам прикреплены наконечники.

Конструкция установок УЭЦНК, УЭЦНМ с насосом имеющим вал и ступени, выполненные из коррозионностойких материалов, и УЭЦНИ с насосом, имеющим пластмассовые рабочие колеса и резинометаллические подшипники аналогична конструкция установок УЭЦН.

При большом газовом факторе применяют насосные модули – газосепараторы, предназначенные для уменьшения объемного содержания свободного газа на приеме насоса. Газосепараторы соответствуют группе изделий 5, виду 1 (восстанавливаемые) по РД 50-650-87, климатическое исполнение - В, категория размещения – 5 по ГОСТ 15150-69.

Модули могут быть поставлены в двух исполнениях:

Газосепараторы: 1 МНГ 5, 1 МНГ5а, 1МНГ6 – обычного исполнения;

Газосепараторы 1 МНГК5, МНГ5а – повышенной коррозионной стойкости.

Модули насосные устанавливаются между входным модулем и модулем-секцией погружного насоса.

Погружной насос, электродвигатель, и гидрозащита соединяются между собой фланцами и шпильками. Валы насоса, двигателя и протектора имеют на концах шлицы и соединяются шлицевыми муфтами.

Погружной центробежный насос.

Погружной центробежный насос по принципу действия не отличается от обычных центробежных насосов, применяемых для перекачки жидкости. Отличие в том, что он многосекционный с малым диаметром рабочих ступеней – рабочих колес и направляющих аппаратов. Рабочие колеса и направляющие аппараты насосов обычного исполнения изготавливают из модифицированного серого чугуна, насосов коррозионностойких – чугуна типа «нирезист», износостойких колес – их полиамидных смол.

Насос состоит из секций, число которых зависит от основных параметров насоса – напора, но не более четырех. Длина секции до 5500 метров. У модульных насосов состоит из входного модуля, модуля – секции. Модуль – головки, обратного и спускного клапанов. Соединение модулей между собой и входного модуля с двигателем – фланцевое соединение (кроме входного модуля, двигателем или сепаратором) уплотняются резиновыми манжетами. Соединение валов модулей-секций между собой, модуля-секции с валом входного модуля, вала входного модуля с валом гидрозащиты двигателя осуществляется шлицевыми муфтами. Валы модулей-секций всех групп насосов имеющих одинаковые длины корпусов унифицированы по длине.

Модуль-секция состоит из корпуса, вала, пакета ступеней (рабочих колес и направляющих аппаратов), верхнего и нижнего подшипников, верхней осевой опоры, головки, основания, двух ребер и резиновых колец. Ребра предназначены для защиты плоского кабеля с муфтой от механических повреждений.

Входной модуль состоит из основания с отверстиями для прохода пластовой жидкости, подшипниковых втулок и сетки, вала с защитными втулками и шлицевой муфтой, предназначенной для соединения вала модуля с валом гидрозащиты.

Модуль-головка состоит из корпуса, с одной стороны которого имеется внутренняя коническая резьба для подсоединения обратного клапана, с другой стороны – фланец для подсоединения к модулю-секции, двух ребер и резинового кольца.

В верхней части насоса имеется ловильная головка.

Отечественной промышленностью выпускаются насосы с подачей (м/сут):

Модульные – 50,80,125,200.160,250,400,500,320,800,1000.1250.

Немодульные – 40.80,130.160,100,200,250,360,350,500,700,1000.

Следующих напоров (м) - 700, 800, 900, 1000, 1400, 1700, 1800, 950, 1250, 1050, 1600, 1100, 750, 1150, 1450, 1750, 1800, 1700, 1550, 1300.

Назначение и технические данные УЭЦН.

Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных пластовой жидкости, содержащей нефть, воду и газ, и механические примеси. В зависимости от количества различных компонентов, содержащихся в откачиваемой жидкости, насосы установок имеют исполнение обычное и повышенной корозионно-износостойкости. При работе УЭЦН, где в откачиваемой жидкости концентрация мехпримесей превышает допустимую 0,1 грамм\литр происходит засорение насосов, интенсивной износ рабочих агрегатов. Как следствие, усиливается вибрация, попадание воды в ПЭД по торцевым уплотнениям, происходит перегрев двигателя, что приводит к отказу работы УЭЦН.

Условное обозначение установок:

УЭЦН К 5-180-1200, У 2 ЭЦН И 6-350-1100,

Где У – установка, 2 –вторая модификация, Э – с приводом от погружного электродвигателя, Ц – центробежный, Н – насос, К – повышенный коррозионостойкости, И – повышенной износостойкости, М – модульного исполнения, 6 – группы насосов, 180, 350 – подача м\сут, 1200, 1100 – напор, м.в.ст.

В зависимости от диаметра эксплуатационной колонны, максимального поперечного габарита погружного агрегата, применяют ЭЦН различных групп – 5,5, а 6. Установка группы 5 с поперечным диаметром не менее 121,7 мм. Установки группы 5 а с поперечным габаритом 124 мм – в скважинах внутренним диаметром не менее 148,3 мм. Насосы также подразделяют на три условные группы – 5,5 а, 6. Диаметры корпусов группы 5 – 92 мм, группы 5 а – 103 мм, группы 6 – 114 мм. Технические характеристики насосов типа ЭЦНМ и ЭЦНМК приведены в приложении 1.