



university

Тюменский
индустриальный
университет

УСТАНОВКИ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ (УЭЦН)

(ЧАСТЬ 1)

www.tyuiu.ru

НАЗНАЧЕНИЕ И КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ УЭЦН

Установки погружных центробежных насосов предназначены для откачки из нефтяных скважин, в том числе и наклонных, пластовой жидкости, содержащей нефть, воду, газ, механические примеси со следующими показателями:

- максимальная кинематическая вязкость однофазной жидкости - $1 \text{ мм}^2/\text{сут}$;
- водородный показатель попутной воды pH 6,0-8,5;
- максимальное массовое содержание твердых частиц - 0,01% (0,1 г/л);
- микротвердость частиц - не более 7 баллов по Моосу;
- максимальное содержание попутной воды - 99%;
- максимальное содержание свободного газа у основания двигателя - 25%, с насосными модулями - газосепараторами (по вариантам комплектации) - 55%;
- максимальная концентрация сероводорода: для установок обычного исполнения - 0,001% (0,01 г/л); для установок коррозионностойкого исполнения - 0,125% (1,25 г/л);
- температура перекачиваемой жидкости в зоне работы погружного агрегата - не более 90°C .

Разработка бесштанговых насосов в нашей стране началась в начале XX века, когда А.С. Арутюнов вместе с В.К. Долговым разработали скважинный агрегат, в котором центробежный насос приводился в действие погружным электродвигателем. Впоследствии А.С. Арутюнов создал всемирно известную фирму «REDA» – «Русский электродвигатель Арутюнова».

Советские инженеры, начиная с 20-х годов, предлагали разработку поршневых насосов с поршневым пневматическим двигателем. Одним из первых такие насосы разработал М.И. Марцишевский.

Разработка скважинного насоса с пневмодвигателем была продолжена в Азинмаше В.И.Документовым. скважинные центробежные насосы с электроприводом разрабатывались в предвоенный период А.А.Богдановым, А.В. Крыловым, Л.И. Штурман.

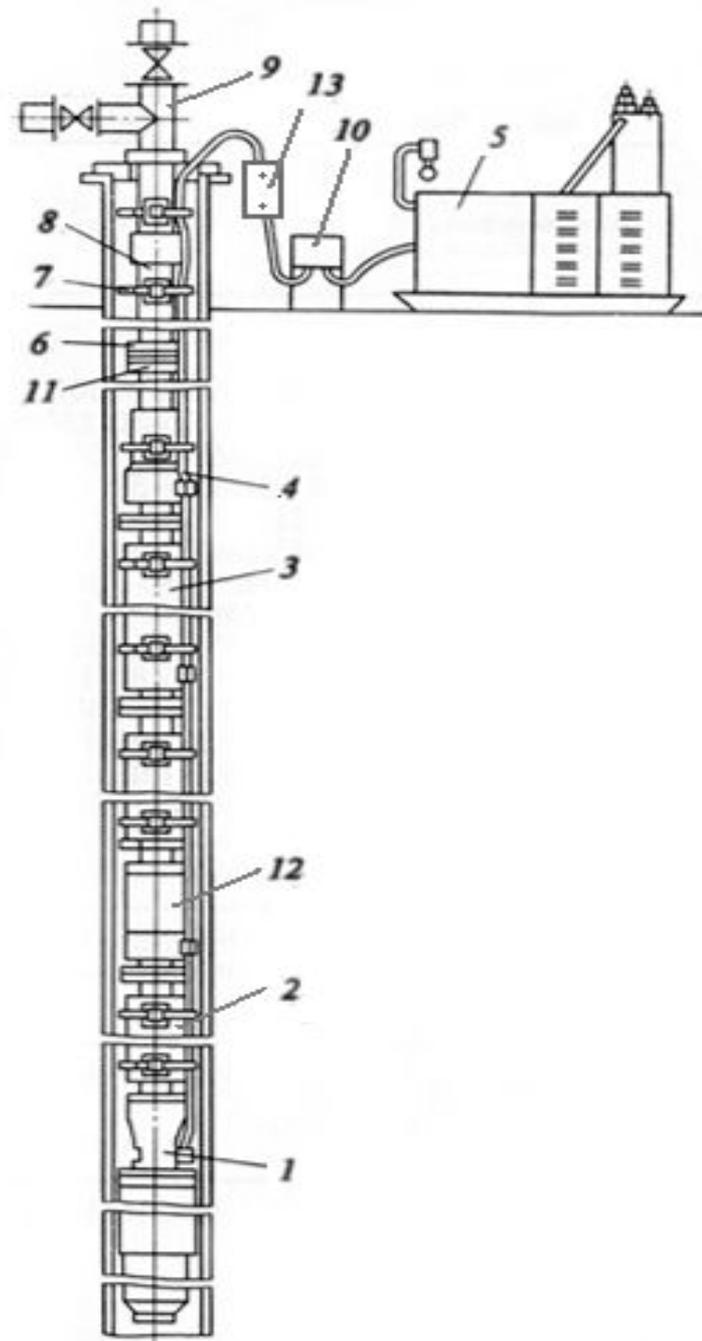
Промышленные образцы центробежных насосов с электроприводом были разработаны в особом конструкторском бюро по бесштанговым насосам. Эта организация ведет все работы по скважинным бесштанговым насосам, в том числе и по винтовым, диафрагменным и др.

В настоящее время на территории Западной Сибири применяют УЭЦН с насосами типа ЭЦНМ, ЭЦНД следующих отечественных изготовителей: фирма «Алнас» (г. Альметьевск, Татарстан), АО «Лемаз» (г. Лебедянь Курской обл.), АО «Борец» (г. Москва), АО «Новомет» (г. Москва).

Среди зарубежных фирм, выпускающих УЭЦН, наиболее авторитетными являются фирмы «REDA», «Centrilift», «ODI», «ESP». Некоторые фирмы в Китае и Восточной Европе выпускают ЭЦН по лицензиям вышеназванных фирм (в основном – «REDA»).

СОСТАВ УЭЦН

- 1 – электродвигатель;
- 2 – гидрозащита;
- 3 – насос;
- 4 – кабельная линия;
- 5 – комплексное трансформаторное устройство;
- 6 – клапан спускной;
- 7 – пояс;
- 8 – НКТ;
- 9 – оборудование устья скважины;
- 10 – станция управления;
- 11 – клапан обратный;
- 12 – газосепаратор;
- 13 – клемная коробка.



КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ УЭЦН Электродвигатель

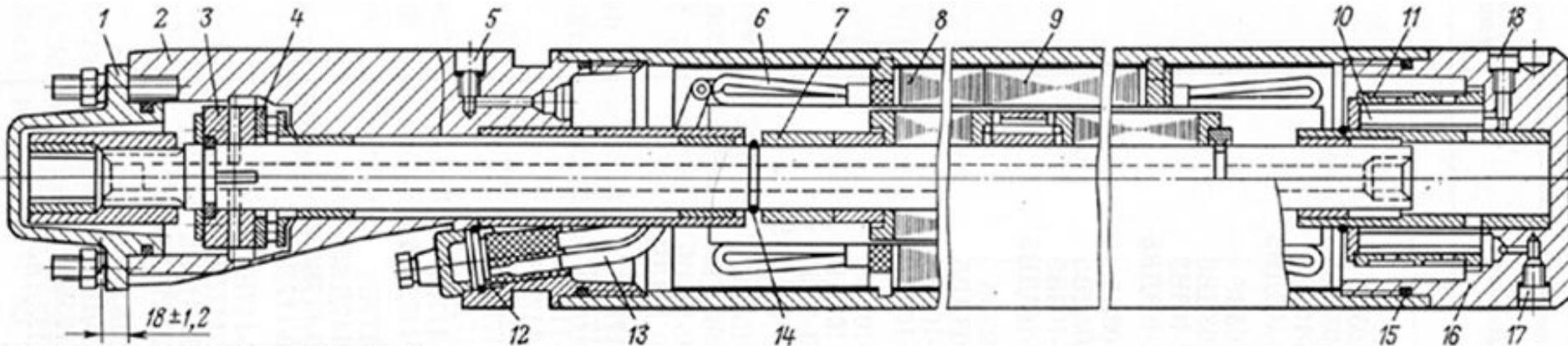
В качестве привода насоса используются трехфазные асинхронные короткозамкнутые двухполюсные погружные двигатели унифицированной серии ПЭД в нормальном и коррозионностойком исполнениях, климатического исполнения В.

Двигатель состоит из одного или нескольких электродвигателей

Электродвигатель состоит из статора, ротора, головки с токовводом и корпуса.

Статор выполнен из трубы, в которую запрессован магнитопровод, изготовленный из листовой электротехнической стали.

Обмотка статора – однослойная протяжная катушечная. Фазы обмотки соединены в звезду.



Электродвигатель односекционный:

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

Ротор короткозамкнутый, многосекционный. В состав ротора входят вал, сердечники, радиальные опоры (подшипники скольжения), втулка. В центральное отверстие вала ротора верхнего и среднего электродвигателей ввинчены две специальные гайки, между которыми помещен шарик, перекрывающий слив масла из электродвигателя при монтаже.

Сердечники выполнены из листовой электротехнической стали. В пазы сердечников уложены медные стержни, сваренные по торцам с короткозамыкающими кольцами. Сердечники набираются на вал, чередуясь с радиальными подшипниками. Набор сердечников на валу зафиксирован с одной стороны разрезным вкладышем, а с другой – пружинным кольцом.

Головка представляет собой сборочную единицу, монтируемую в верхней части электродвигателя (над статором). В головке расположен узел упорного подшипника, состоящий из пяты и подпятника, крайние радиальные подшипники ротора, узел токоввода (для несекционных электродвигателей) или узел электрического соединения электродвигателей (для секционных электродвигателей).



Токоввод – изоляционная колодка, в пазы которой вставлены кабели с наконечниками.

В корпусе, находящемся в нижней части электродвигателя (под статором), расположены радиальный подшипник ротора и пробки. Через отверстия под пробку проводят закачку и слив масла в электродвигатель.

В корпусе электродвигателей имеется фильтр для очистки масла. Электродвигатели заполняются маслом МА-ПЭД с пробивным напряжением не менее 30 кВ.

В шифре двигателя **ПЭДУСК-125-117ДВ5** приняты следующие обозначения:

ПЭДУ – погружной электродвигатель унифицированный;

С – секционный (отсутствие буквы – несекционный);

К – коррозионностойкий (отсутствие буквы – нормальное); **125** – мощность, кВт;

117 – диаметр корпуса, мм;

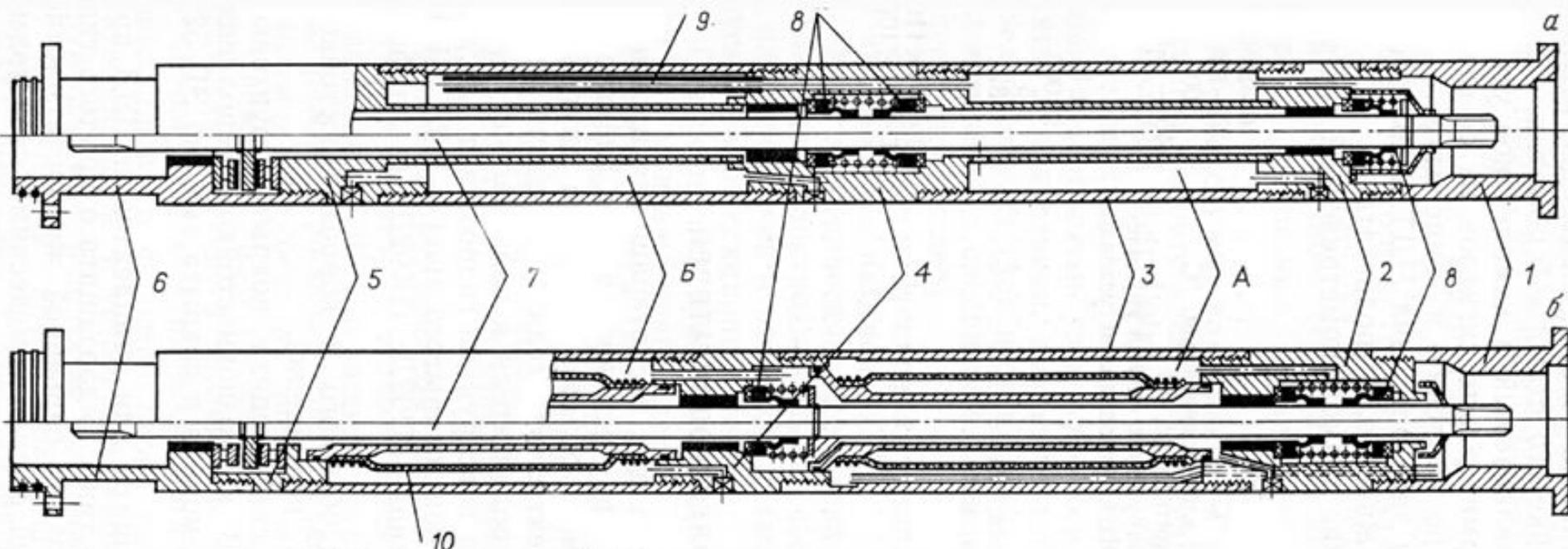
Д – шифр модернизации гидрозащиты (отсутствие буквы – основная модель);

В5



Гидрозащита

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.



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



Разработано два варианта конструкций гидрозащит для двигателей унифицированной серии: открытого типа – П92; ПК92; П114; ПКП4 и закрытого типа – П92Д; ПК92Д; (с диафрагмой) П114Д; ПКП4Д.

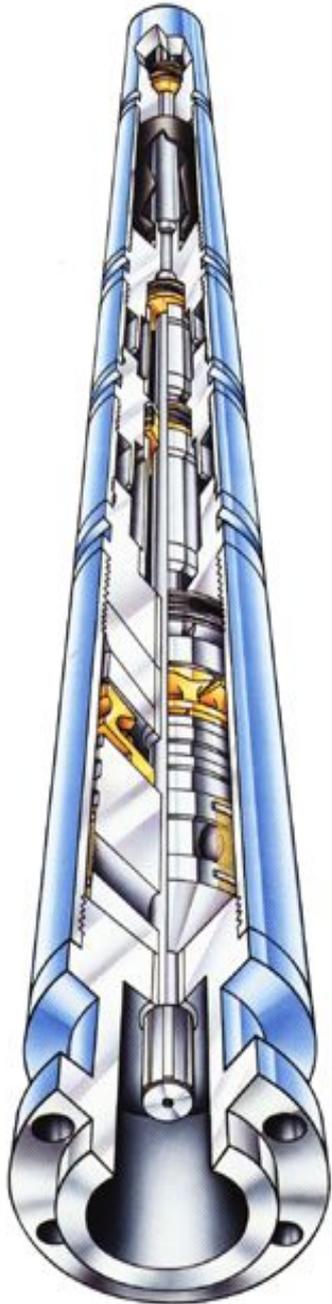
Гидрозащиту выпускают обычного и коррозионностойкого (буква К – в обозначении) исполнений.

Гидрозащита состоит из протектора, устанавливаемого между насосом и электродвигателем, и компенсатора, присоединяемого к нижней части ПЭД.

Протектор обеспечивает смазку упорного подшипника, который воспринимает осевую нагрузку от вала ЭЦН, и защищает ПЭД от проникновения в его полость скважинной жидкости. Выравнивание давления в протекторе и в скважине обеспечивается обратным клапаном, расположенным в нижней части протектора.

Компенсатор защищает ПЭД от проникновения в его полость скважинной жидкости.

В гидрозащитах закрытого типа применяются резиновые диафрагмы, их эластичность компенсирует изменение объема жидкого диэлектрика в двигателе.



Основным типом гидрозащиты для комплектации ПЭД принята гидрозащита открытого типа. Гидрозащита открытого типа требует применения специальной барьерной жидкости плотностью до 21 г/см^3 , обладающей физико-химическими свойствами, которые исключают ее перемешивание с пластовой жидкостью скважины и маслом в полости электродвигателя.

Протектор этого типа гидрозащиты состоит из двух камер. Верхняя камера заполнена барьерной жидкостью, нижняя – диэлектрическим маслом. Камеры сообщены трубкой. Изменения объемов жидкого диэлектрика в двигателе компенсируются за счет перетока барьерной жидкости в гидрозащите из одной камеры в другую.

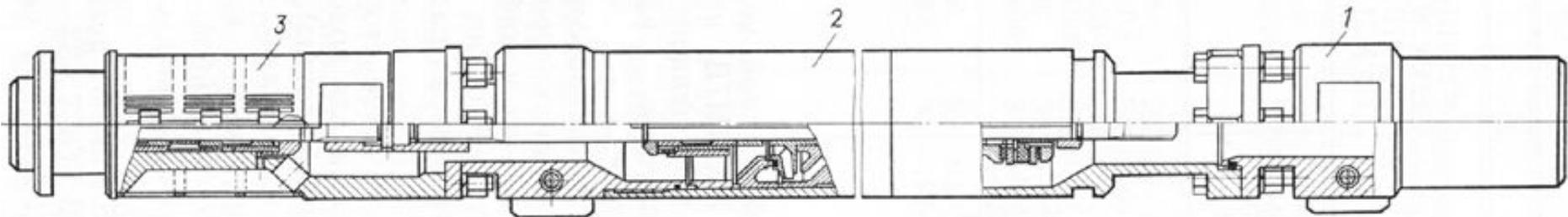
Центробежный электронасос

Погружной центробежный модульный насос – многоступенчатый вертикального исполнения. Число ступеней колеблется от 127 до 413. Насос состоит из входного модуля, модуля-секции (модулей-секций), модуля-головки, обратного и спускного клапанов.

Соединение модулей между собой и входного модуля с двигателем – фланцевое. Соединения (кроме соединений входного модуля с двигателем и входного модуля с газосепаратором) уплотняются резиновыми кольцами.

Соединение валов модулей-секций между собой, модуля-секции с валом входного модуля, вала входного модуля с валом гидрозащиты двигателя осуществляется шлицевыми муфтами.

Модуль-головка состоит из корпуса, с одной стороны которого имеется внутренняя коническая резьба для подсоединения обратного клапана (насосно-компрессорной трубы), с другой стороны – фланец.



Насос погружной: 1 – модуль-головка; 2 – модуль-секция; 3 – модуль входной

Насос погружной ЭЦНМ



Фланец предназначен 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.

Ребра предназначены для защиты плоского кабеля с муфтой от механических повреждений о стенку обсадной колонны при спуске и подъеме насосного агрегата. Ребра прикреплены к основанию модуля-секции болтом с гайкой и пружинной шайбой.

Входной модуль состоит из основания с отверстиями для прохода пластовой жидкости, подшипниковых втулок и сетки, вала с защитными втулками и шлицевой 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.



Обратный клапан предназначен для удержания откачиваемой жидкости в подъёмных трубах при остановке насоса. Благодаря этому клапану насос запускают в режиме, близком к режиму насоса при закрытой задвижке, что уменьшает пусковую мощность. Кроме того, при кратковременных остановках исключается возможность запуска насоса при обратном вращении вала, а это может произойти, если жидкость будет сливаться из труб. Обратный клапан ввинчен в модуль – головку насоса.

Сливной клапан устанавливается над обратным клапаном в колонне подъёмных труб. Предназначен для спуска жидкости из труб при подъёме их на поверхность. При необходимости подъёма насосного агрегата, в трубы сбрасывают металлический стержень, который, ударя по удлинённому концу штуцера сливного клапана, отламывает его в месте надреза. В результате открывается отверстие для слива жидкости из НКТ.

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.

Газосепаратор

Большое количество свободного газа, попадающего в скважину непосредственно из пласта, либо выделяющегося из нефти сильно затрудняет эксплуатацию скважин погружными центробежными насосами.

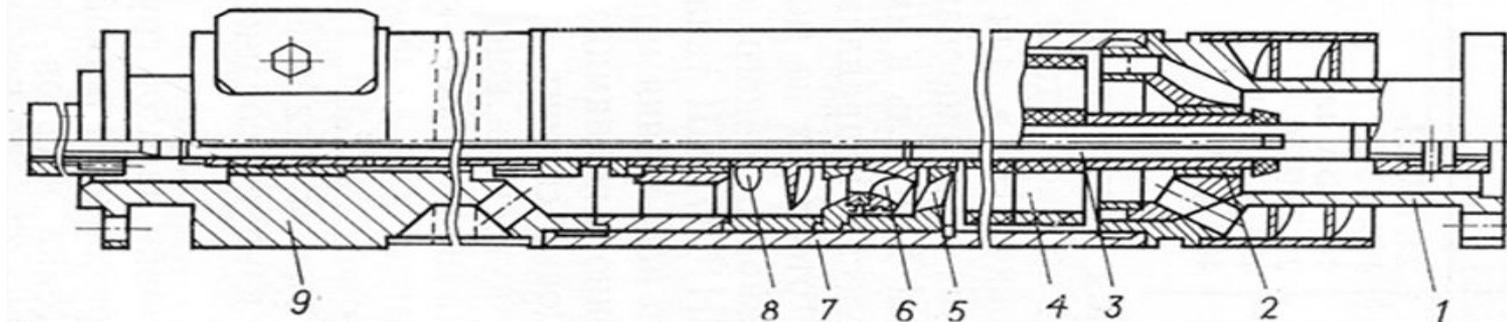
Присутствие свободного газа в жидкости вредно влияет на работу любого насоса, в особенности центробежного: попадание газа в него заметно ухудшает его работу, коренным образом изменяет условия преобразования механической энергии рабочего колеса в гидравлическую – с увеличением количества свободного газа к. п. д. этого преобразования снижается. В связи с этим резко ухудшается характеристика насоса; снижаются его подача, напор и к. п. д.

На характеристику центробежного насоса имеет определенное влияние плотность жидкости, с увеличением количества газа этот показатель ухудшается, работа насоса становится неустойчивой.

Для устранения вредного влияния газа на работу насоса применяют газосепараторы



Газосепаратор применяют для откачивания пластовой жидкости, содержащей у сетки входного модуля насоса свыше 25 % (по объему) свободного газа. Он устанавливается между входным модулем и модулем-секцией (у приемной сетки входного модуля) насоса. Этим обеспечивается отделение несвязанного газа от жидкости прежде, чем он достигнет насосного блока всасывания, что снижает кавитацию в насосе и колебания нагрузки электродвигателя. Газосепараторы снабжены защитной гильзой, предохраняющей корпус газосепаратора от гидроабразивного износа. Газосепараторы с буквой "К" в обозначении выпускаются в коррозионностойком исполнении.



Газосепаратор: 1 — головка; 2 — втулка радиального подшипника; 3 — вал; 4 — сепаратор; 5 — направляющие аппараты; 6 — рабочее колесо; 7 — корпус; 8 — шнек; 9 — основание