

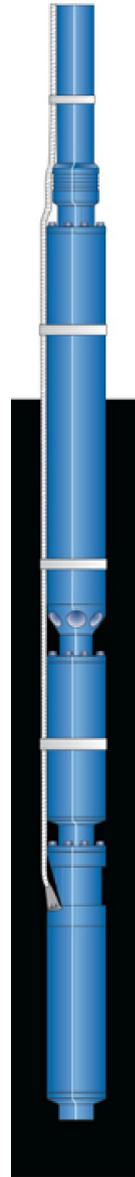
# **Электроцентробежные насосы (ЭЦН)**

# Задачи

- Определить основные подземные части оборудования
- Определить основные наземные части оборудования
- Определить область применения и ограничения

# ЭЦНы

- Эта система используется с погружным электродвигателем, соединенным с насосом, который и поднимает жидкость из скважины на поверхность.
- Защита и кабель являются неотъемлемыми составляющими работы всей системы.



Electric drives and controllers protect systems by shutting off power if normal operating limits are not maintained. A variable-speed drive adjusts pump output by varying motor speed.

Electric transformers convert source voltage to required downhole motor voltage.

Power cables supply electricity to submersible motors through armor-protected, insulated conductors. Cables are round except for a flat section along pumps and motor protectors where space is limited.

Gas separators segregate some free gas from produced fluids into the tubing-casing annulus by fluid reversal or rotary centrifuge before gas enters the pump.

Pump intakes allow fluids to enter the pump and may be part of the gas separator.

Submersible motors are two-pole, three-phase induction motors.

Perforations

Produced fluids

Gas

Pump housings contain multistage rotating impellers and stationary diffusers. The number of centrifugal stages determines rate, pressure and required power.

Motor protectors connect pumps to motors; isolate motors from well fluids; serve as a motor-oil reserve and equalize pressure between wellbore and motor; and allow expansion or contraction of motor oil.

Downhole monitoring tools incorporate pressure and temperature sensing instruments that send signals through the power cable to a surface readout unit.

## Система погружного электроцентробежного насоса

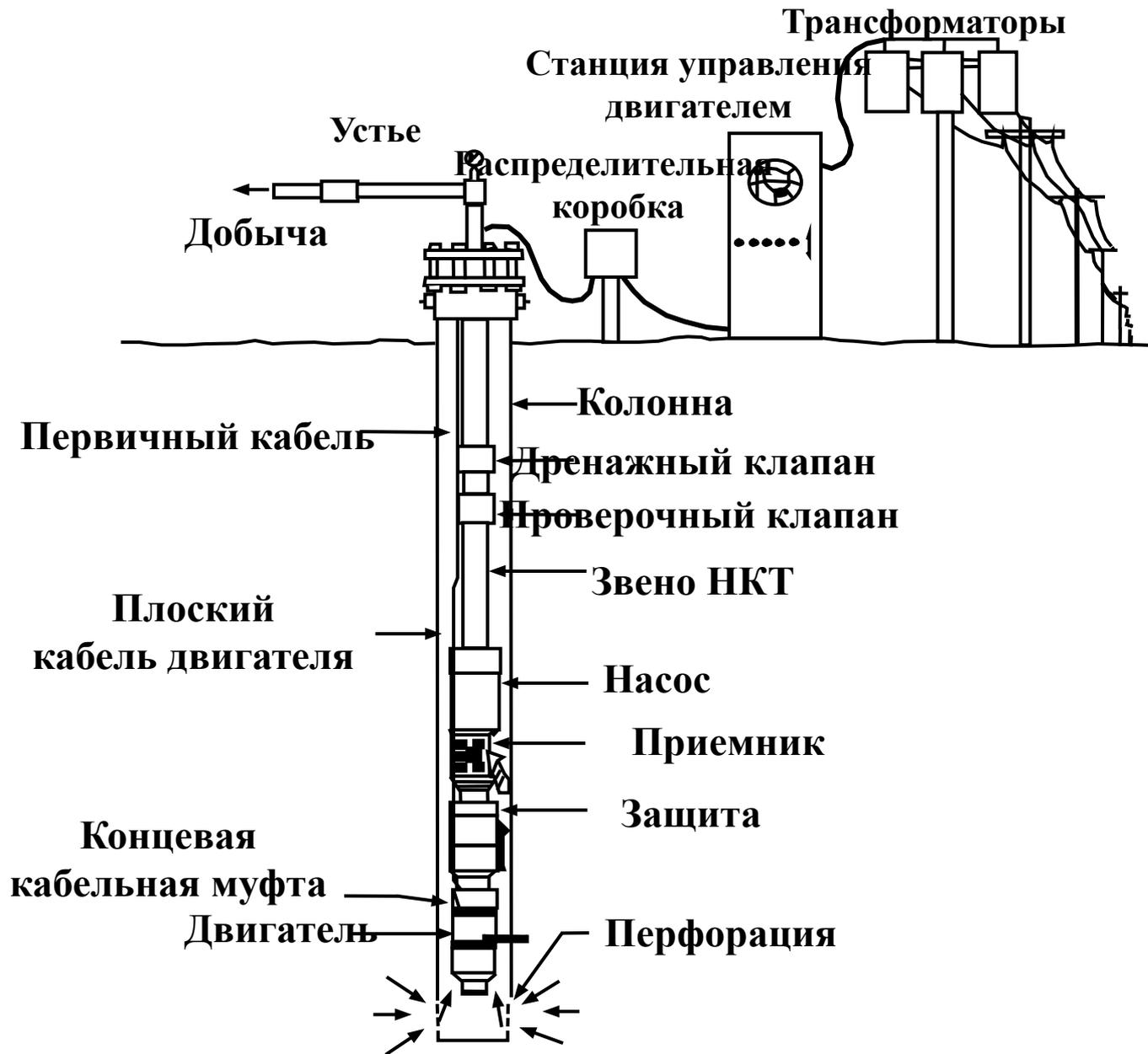
Электропогружная система строится из большого количества ступеней, находящихся одна над другой, защищенных корпусом и прикрепленных к погружному электродвигателю на конце НКТ, управляемых наземными станциями управления и питаемых по специально защищенному кабелю.

# ЭЦНы

- Подземное оборудование
  - Следующее оборудование подбирается и изготавливается как компоненты системы согласно характеристикам скважины.
    - Электромотор
    - Узел защиты (эквалайзер)
    - Приемник насоса
    - Насос
    - Кабель
    - А так же вероятно: газосепаратор, устройство контроля, централизатор, направляющее устройство, отводное устройство

# ЭЦНы

- Наземное оборудование
  - Используются следующие компоненты.
    - Распределительная коробка
    - Станция управления двигателем
    - Система частотного преобразователя
    - Прилагающиеся датчики
    - Трансформаторы
    - Генераторы



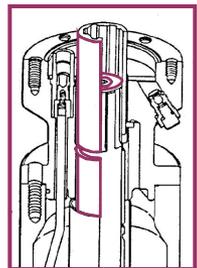
# ЭЦНы

- Погружной электроцентробежный насос.
- Используется с большим количеством ступеней из рабочего колеса и диффузионного аппарата с целью создания необходимого тока и давления (напора) для поднятия жидкости на поверхность.
- Необходимое напряжение доставляется на двигатель по особо защищенному круглому или плоскому, в случае стесненного пространства кабелю, который спускается вдоль НКТ.
- Существует три главных компонента погружного ЭЦН: двигатель, защита и насос.

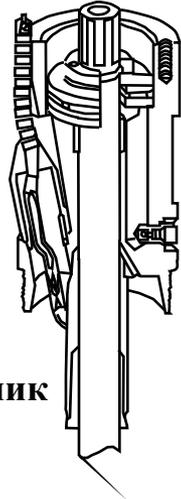
# Двигатель

- Погружные двигатели работают на 3500 об./мин, 60 Гц. (2917 об./мин и 50 Гц); если только не управляются частотным преобразователем.
- В двигатель заливается очищенное минеральное масло, обладающее высокими диэлектрическими и смазывающими свойствами.

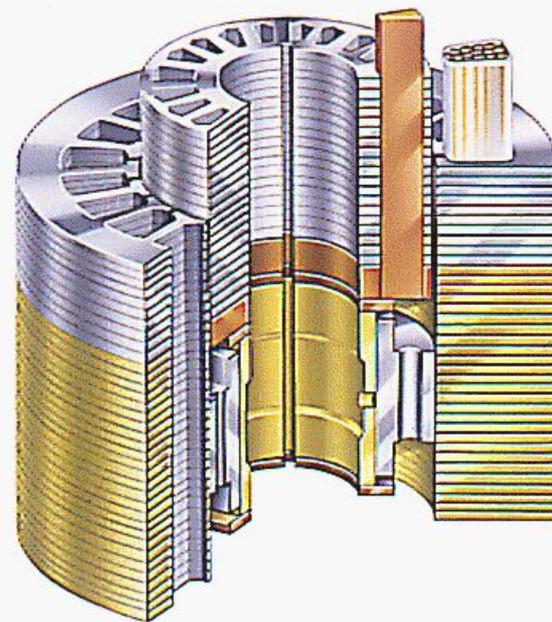
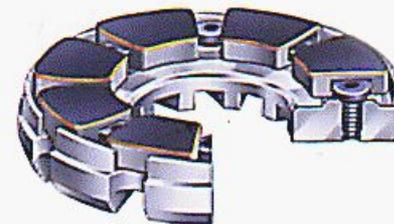
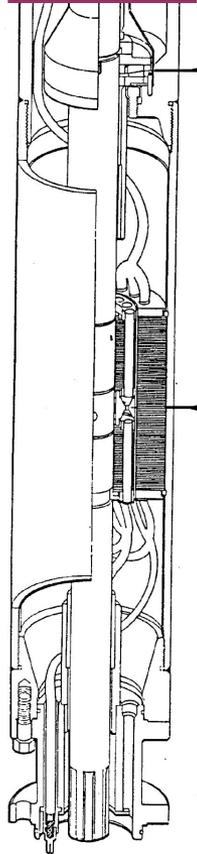
# Двигатель



Компоненты и сборка  
упорного подшипника  
двигателя



Подшипник



# Двигатель

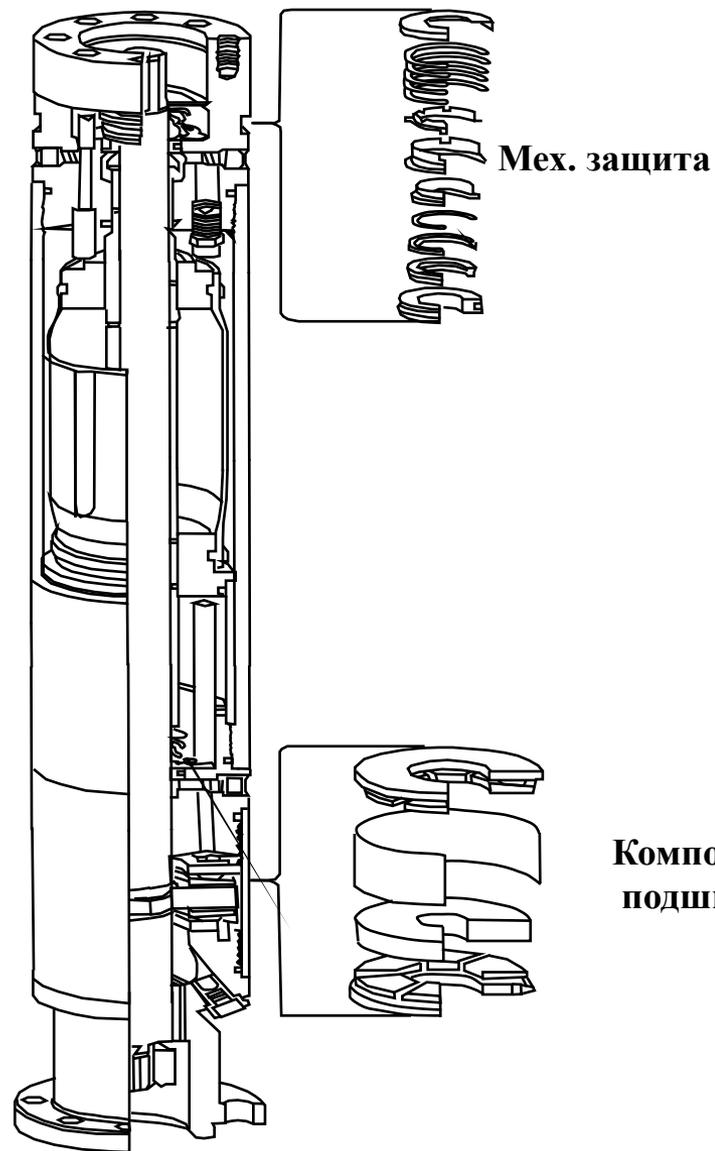
- Диапазон тока варьируется между 14 и 147 ампер
- Диапазон напряжения между 280 и 4250 вольт
- Между 7.5 и 450 л/с
- Дополнительную мощность можно получить используя двигатели в тандеме

# Двигатель

- Плоский свинцовый кабель для двигателя
  - Специальный малогабаритный (плоский) удлинитель, отходящий от кабельной муфты на двигателе и соединяющейся выше насоса с главным кабелем.

# Защита

- Устройство защиты двигателя
  - Сцепляет двигатель с насосом.
  - Имеет упорный подшипник, несущий осевую нагрузку насоса.
  - Предотвращает попадание жидкости в двигатель.
  - Уравнивает давление между двигателем и забоем.
  - Позволяет сбалансировать давление масла в двигателе при его расширении и сжатии.



## Устройство протектора

# Приемник насоса

Может идти в сборе с насосом или отдельно, включая газосепаратор:

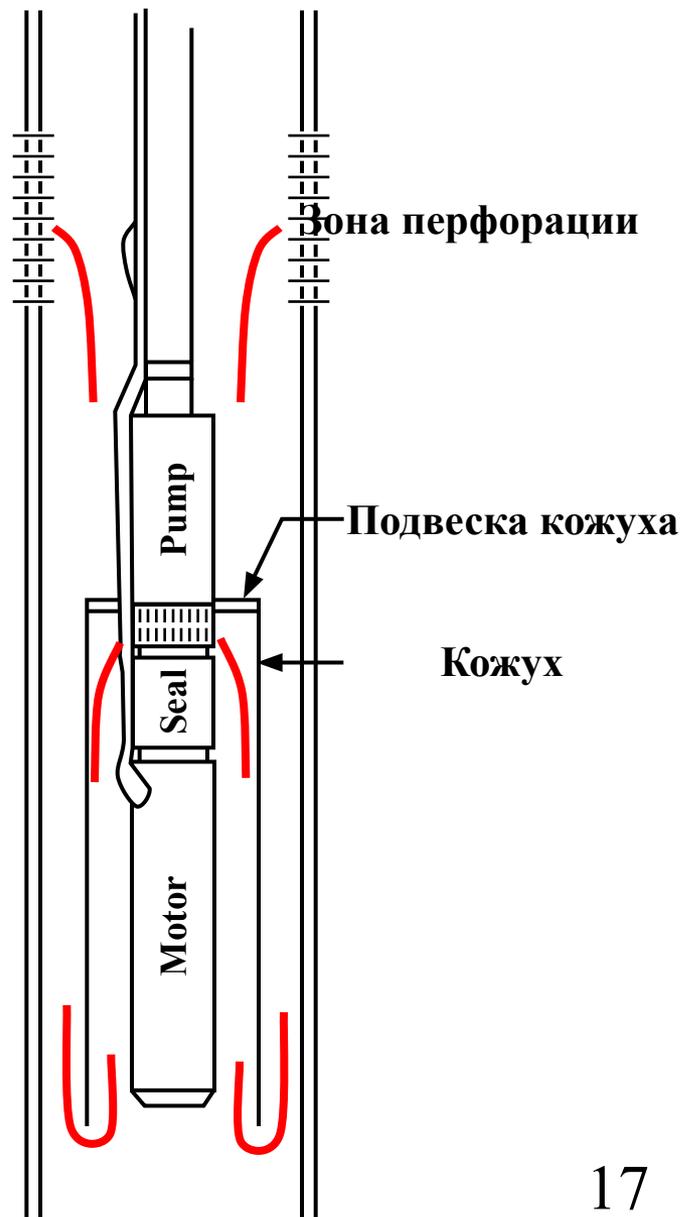
Существует два вида газосепаратора

- Статический, например.
  - Кожух двигателя
- Динамический
  - Роторный газосепаратор

# Кожух

- Кожух на двигателе
  - Предназначен для охлаждения двигателя в случае, когда скорость жидкости ниже минимума. Рекомендуемый уровень – 0,3 м/сек.
  - Используется всегда в тех случаях, когда приемник находится ниже перфорированной зоны.

## ЭЦН с кожухом – перфорация выше приемника



# Входной модуль насоса (приемник)

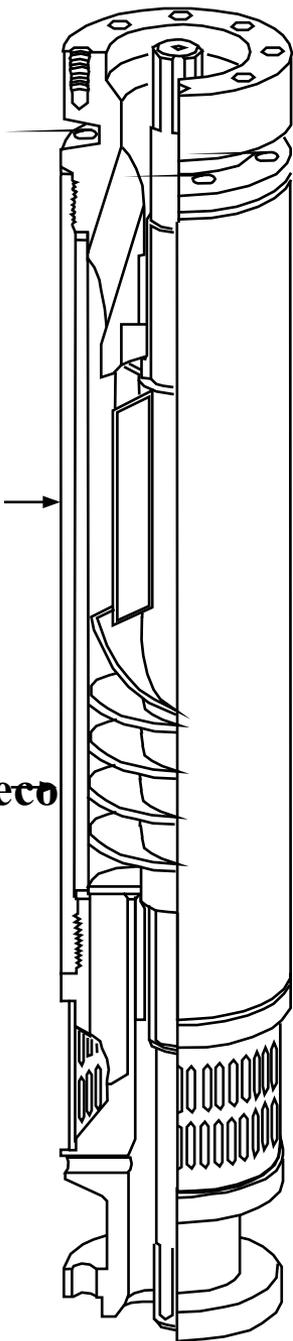
- Роторный газосепаратор
  - Жидкость попадает во вращающуюся центрифугу с лопатками в основе сепаратора. Более тяжелая жидкость двигается наружу, а газ внутрь. Газ проходит через разделитель и попадает в затруб.

**Сборка  
разделительного  
сепаратора**

**Рабочее колесо**

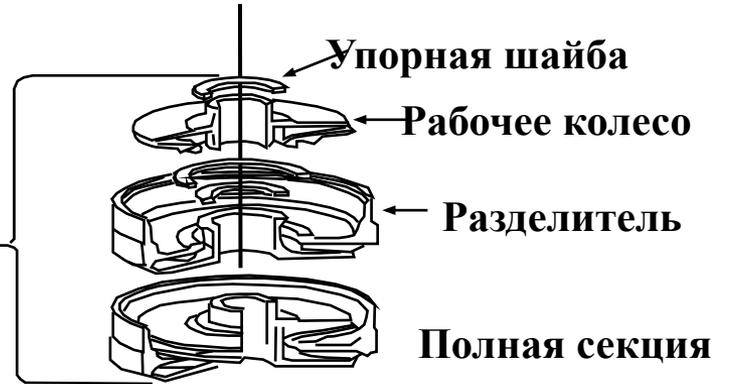
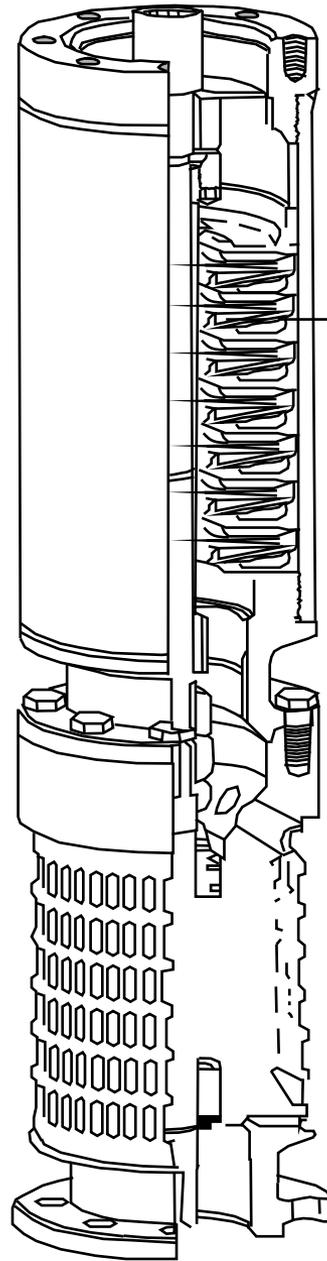
**Решетка**

## **Роторный газосепаратор**





**Секции**  
**насоса**



**Насос и**  
**приемник**

# **Диаграммы насосов**

**Производительность**

**Дебиты**

**Напорные характеристики**

**Необходимое напряжение**



# Кабель

- Включает три проводника, соединяющих двигатель с устьем.
- Крепится к НКТ с помощью бандажа или специальных крепежных деталей.
- Ограничение по габаритам.
- Дорогостоящий компонент.
- Очень тяжелый – 2500 метров #1 свинцовый кабель весит 10.5 тон.

# Кабель

- Компоненты кабеля
  - Оплетка – внешняя защита, стойкая к мех повреждениям.
  - Оболочка – защита изоляции/обмотки.
  - Обмотка – защищает от воздействия газов и реактивов.
  - Изоляция – защита проводника.
  - Проводник – может быть витым или сплошным.



Redalene

# Наземное оборудование

## Распределительная коробка (вентиляционная коробка)

- Соединяет наземный кабель панели управления с устьевым кабелем.
- Вентилирует газ, который может подниматься вверх по кабелю.
- Является легко доступным местом для проведения электрических замеров параметров погружного оборудования.

# Наземное оборудование

Наземный кабель соединяет

распределительную коробку

- Со станцией управления двигателем
- С выходной стороной трансформатора.

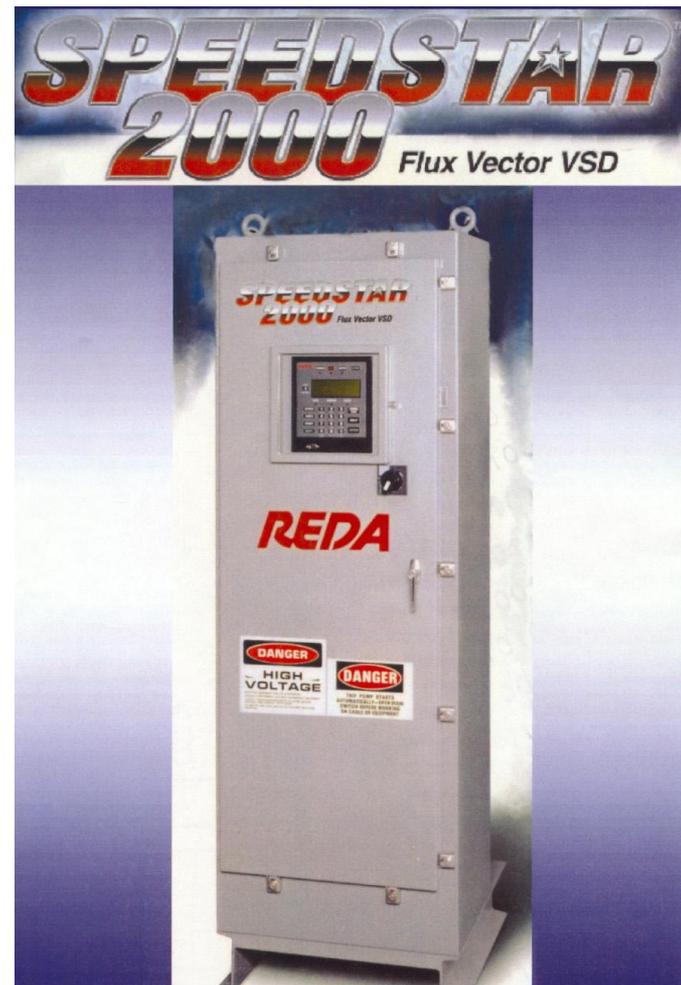
# Наземное оборудование

- Станция управления двигателем – это сочетание
  - Стартера двигателя
  - Устройство защиты от перегрузки/недогрузки
  - Прибор для регистрации данных.

# Наземное оборудование

ЧП – частотные преобразователи

Таким образом выходная мощность двигателя и его скорость может варьироваться для «тонкой настройки» насоса (в пределах допустимой нормы)



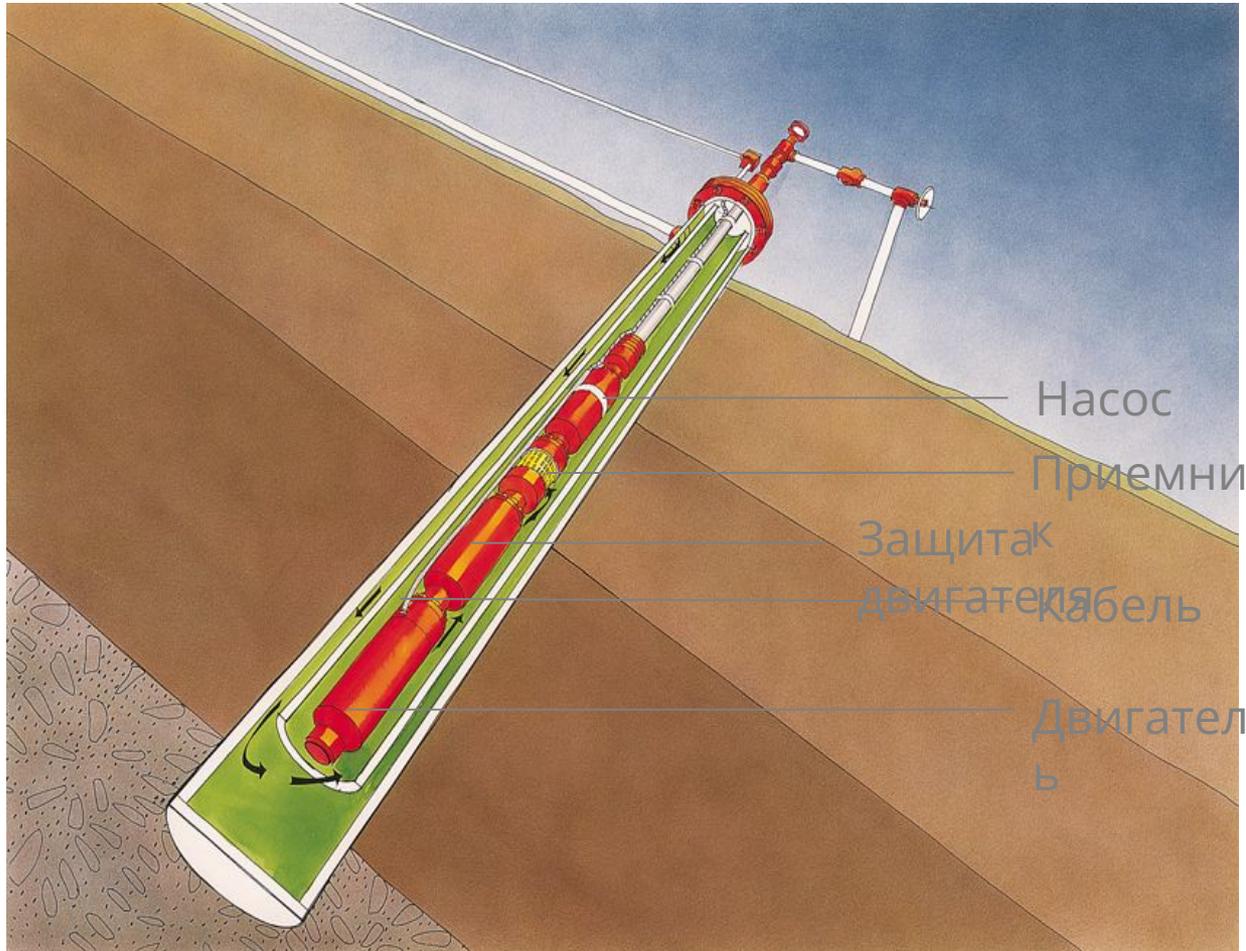
# ЭЦН. Преимущества

- Рассчитан для работы на очень высоком дебита (до 35,000 бар./сут.).
- Можно достичь низкого забойного давления.
- Наземное оборудование сравнительно небольшое – может поместиться в один контейнер.
- Может использоваться на горизонтальных скважинах и скважинах с отклонением.

# ЭЦНы

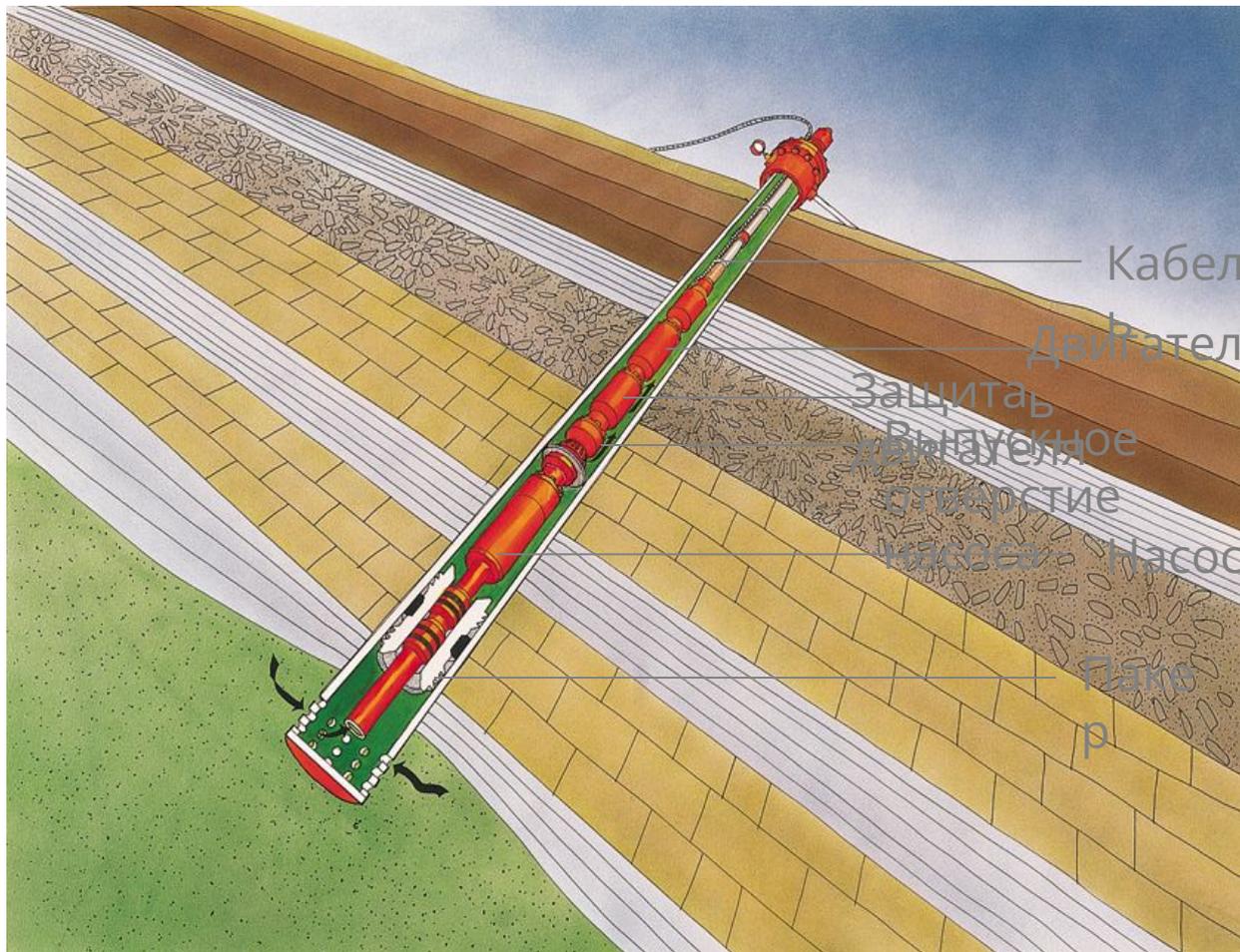
- Основные причины неполадок оборудования
  - Перегрев двигателя
  - Резонанс
  - Попадание песка
  - Клин по газу
  - Клин насоса
  - Отсутствие охлаждения

## Конфигурация погружного насоса для нагнетания



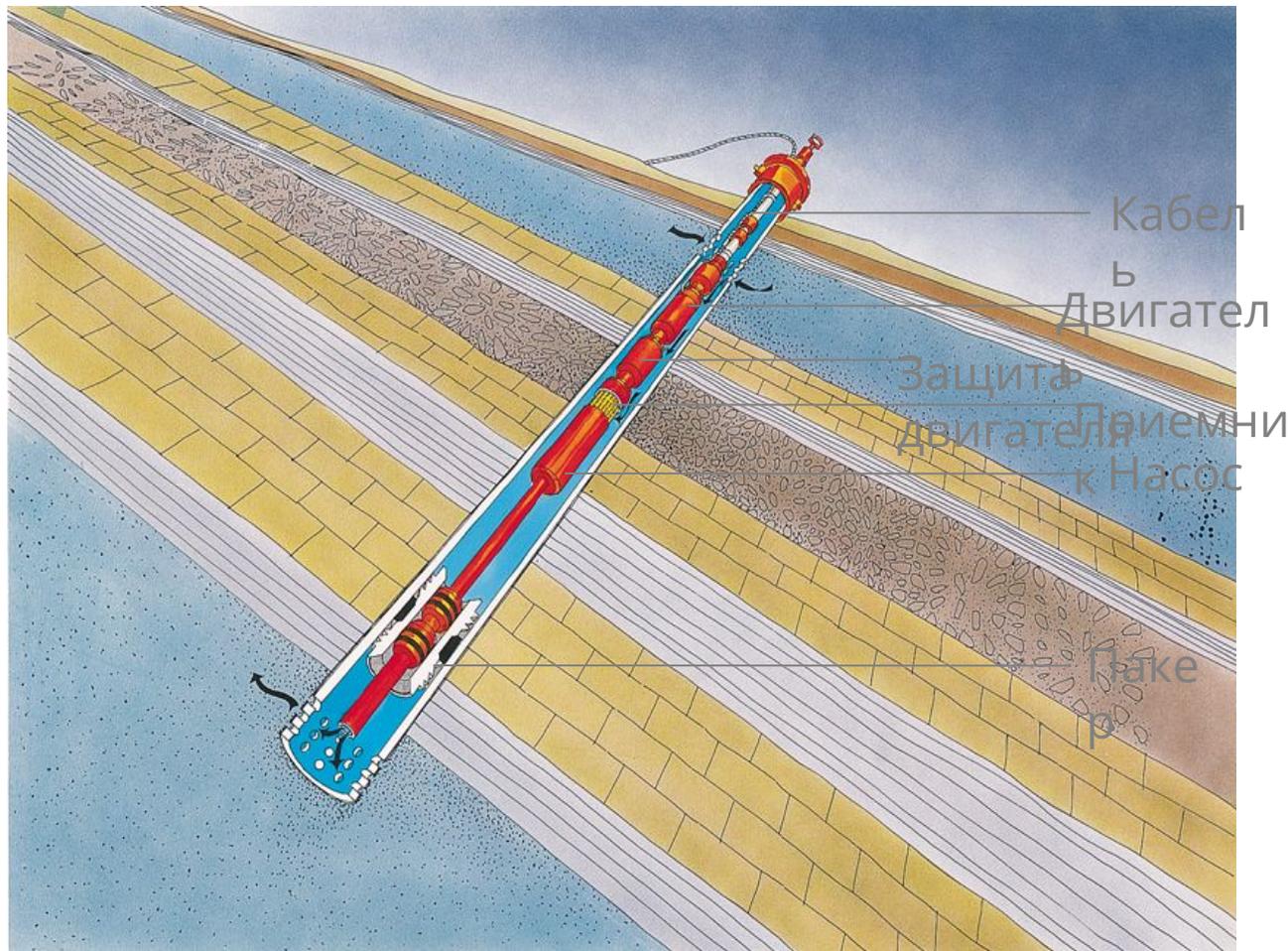
Стандартный насос для нагнетания, защита и двигатель рассчитаны для поднятия жидкости из трубопроводов или других источников и одновременно поддерживать нагнетание при заводнении или в трубопроводы и другого применения.

## Конфигурация погружного насоса для добычи из области забоя



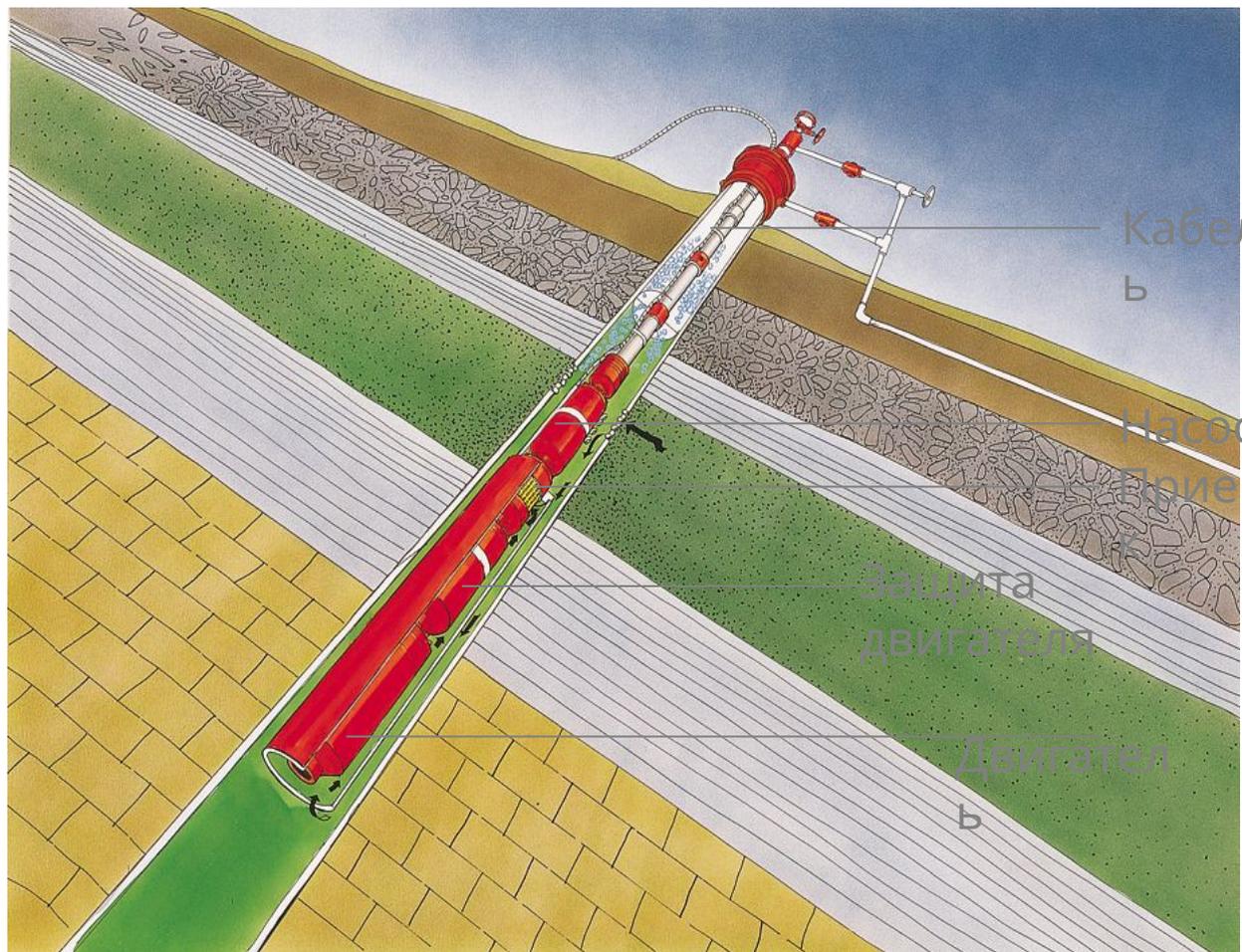
При добычи из области забоя жидкость поступает через дышло в постоянном пакере. Насос и двигатель перевернуты в отличии от нормального исполнения. В этом исполнении установка может висеть на колонне малого диаметра или усиленном кабеле, а так же НКТ или гибких трубах для улучшения отдачи.

## Конфигурация погружного насоса с выбросом на забое



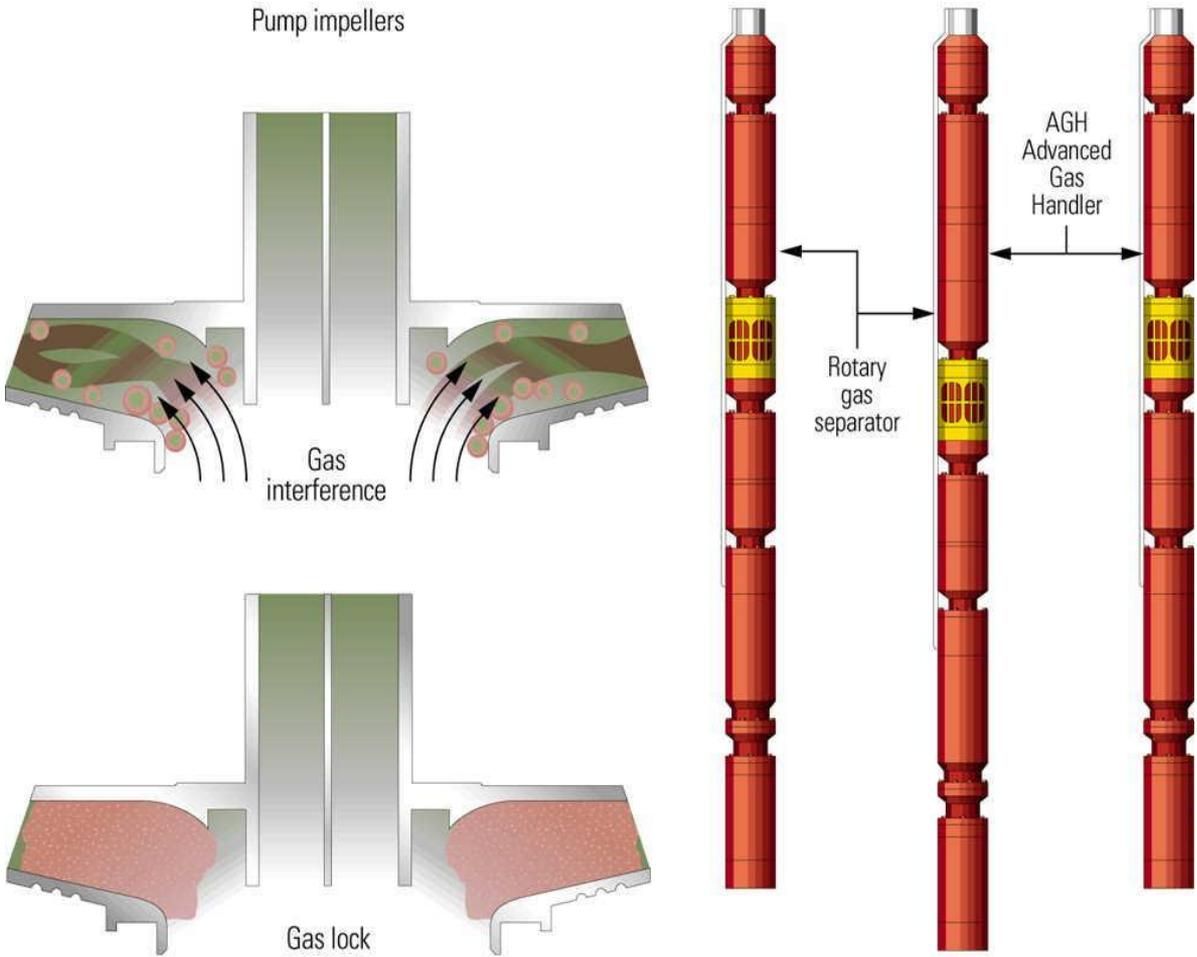
Насос с выбросом на забое используется для нагнетания воды из мелкого водоносного пласта в более глубокую зону добычи

## Конфигурация погружного насоса с кожухом

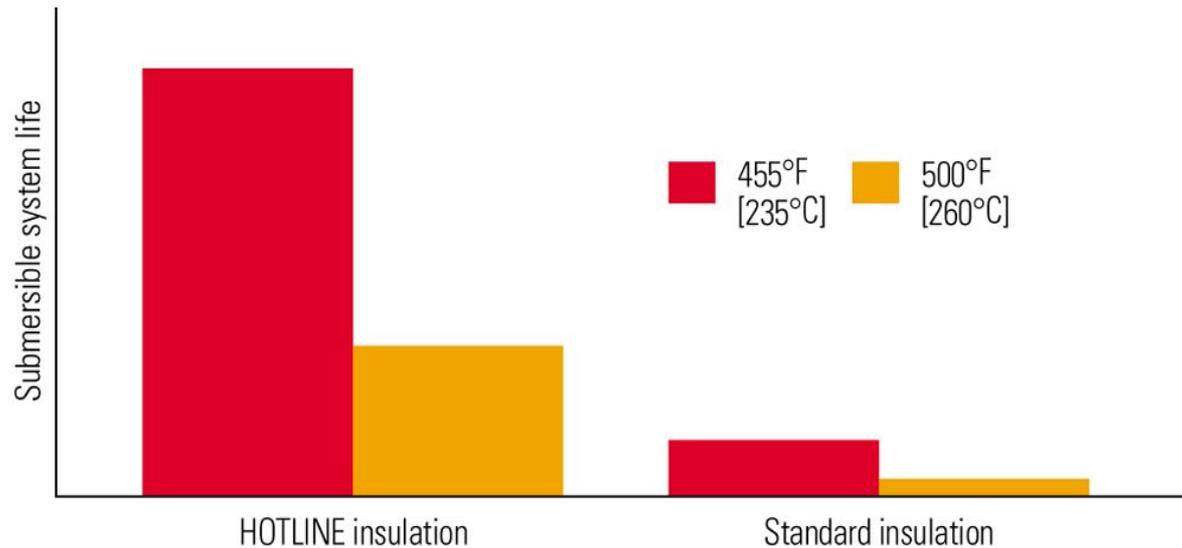


Конфигурация насоса с кожухом направляет жидкость по поверхности двигателя, охлаждая его и позволяет свободному газу отделяться от жидкости выше входного модуля и производить добычу ниже зоны перфорации или продуктивной зоны.

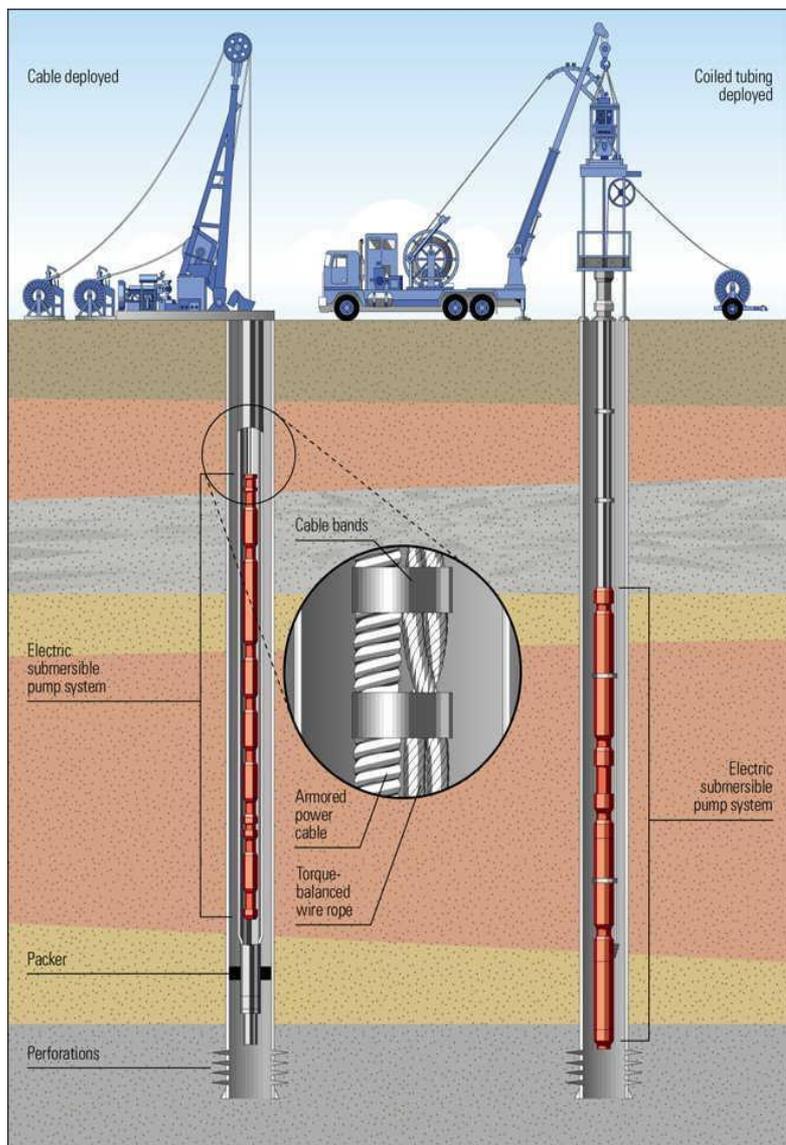
# Производительность погружного насоса в скважинах с высоким газовым фактором



## Производительность высокотемпературных ЭЦН

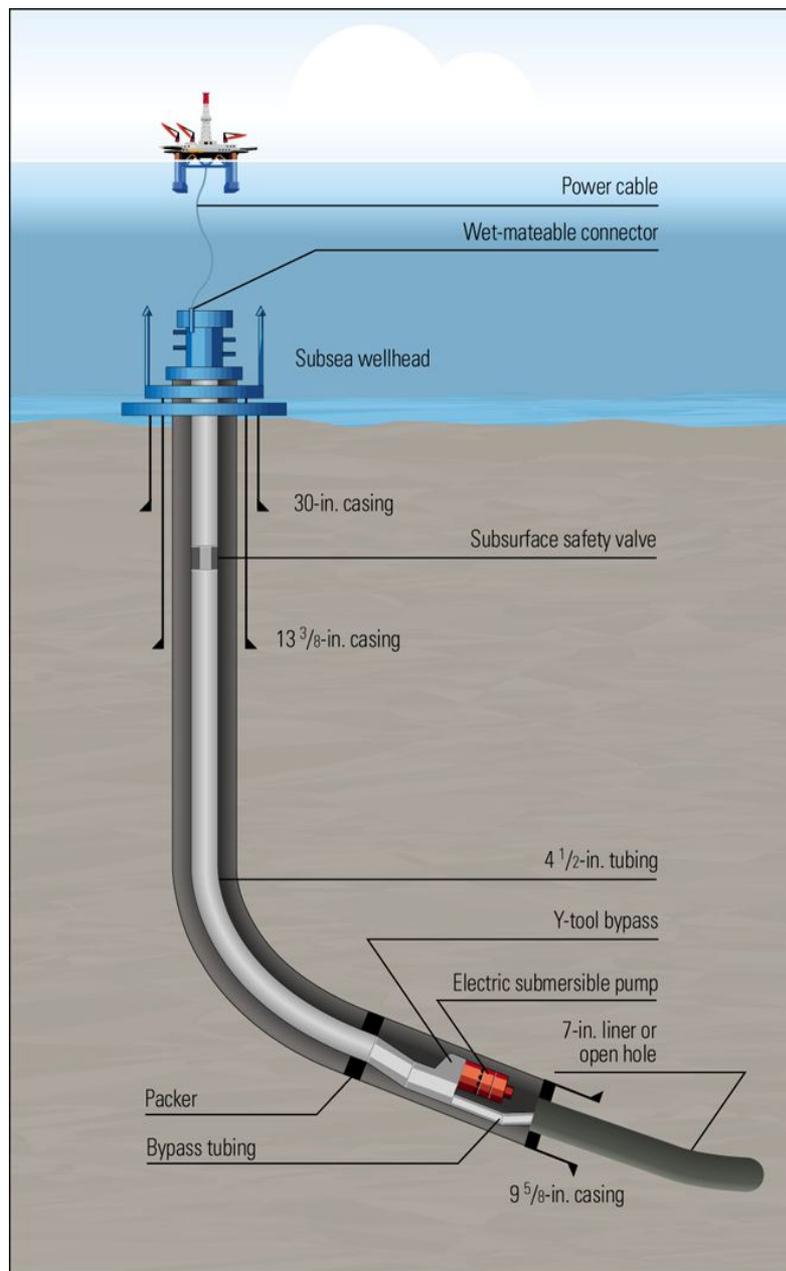


С помощью совершенных материалов технология погружного оборудования достигла в своем развитии способность выдерживать рабочие температуры выше 204°C , но многие факторы, включая типоразмер и установка должны так же приниматься во внимание.



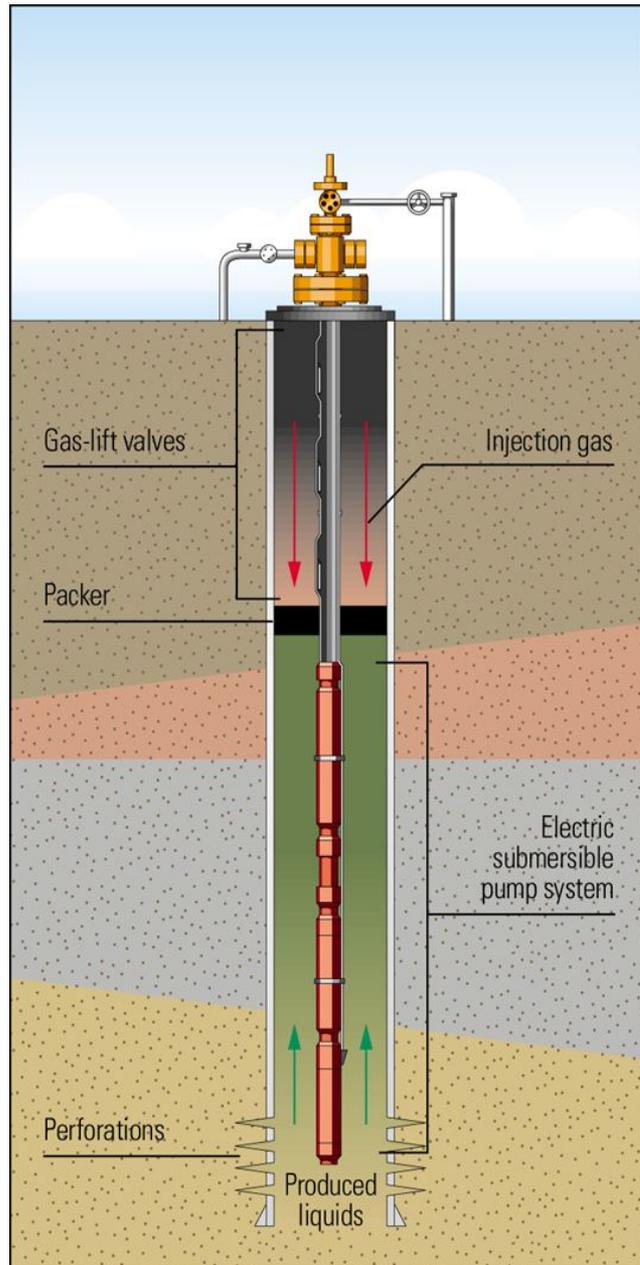
## Альтернативные методы спуска ЭЦН

Спускаемые на кабеле и гибком НКТ насосы рассчитаны на сокращение затрат и времени простоя во время спуска, связанными с удаленностью или дороговизной скважин и шельфовых платформ, где существует ограничение в пространстве или наличие монтажной вышки под вопросом.



## Установка ЭЦН на шельфе

В определенных условиях ЭЦН имеют преимущества перед другими формами мех. добычи на шельфе, включая улучшенную производительность скважины, меньшие затраты, срок разработки, энерго-затраты, а так же щадящее влияние на окружающую среду и более эффективные условия эксплуатации вдали от базы.



## Совмещение газлифта с ЭЦН

Совмещая системы мех.добычи, можно увеличить добычу, уменьшая первичные инвестиции или затраты на эксплуатацию в сравнении с использованием лишь одного из этих методов. Так же это позволяет использовать меньшие типоразмеры насосов или меньшее количество ступеней, а скважины могут эксплуатироваться даже если погружное оборудование выйдет из строя.