

Тема 4. Способы эксплуатации нефтяных скважин

Лекция 8. Механизированная
добыча нефти
ШСНУ, ШВНУ, УЭЦН, УЭВН

Большинство скважин эксплуатируется насосами

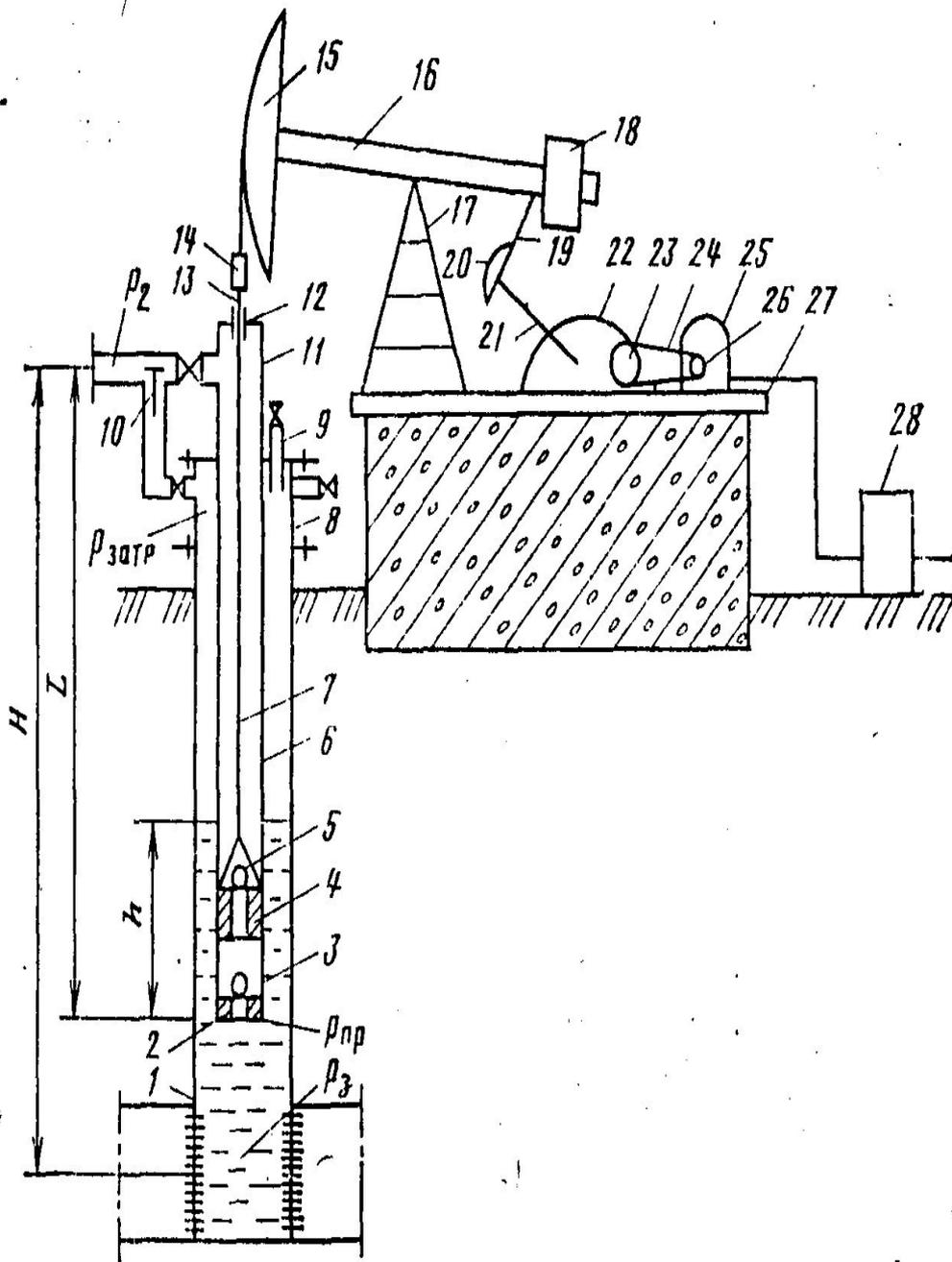
По типу передачи энергии от привода скважинному глубинному насосу применяют насосные установки *штанговые* и *бесштанговые*

По принципу действия различают насосы поршневые, центробежные, винтовые, струйные, диафрагменные, вибрационные, роторные

Тип установки и скважинного насоса обусловлены глубиной и дебитом скважины, составом и свойствами добываемой продукции

**Штанговыми установками
извлекают нефть на
скважинах с малым и
средним дебитом (до 30 - 40
т/сут) с глубины до 3000 м**

**ШСНУ состоит из
подземного (ШГН, колонна НКТ
и колонна штанг) и наземного
оборудования (привод — СК и
приводные механизмы с цепной передачей-
оборудование) и устьевое**



1 – ЭК, 2 – всасывающий клапан;
 3 – цилиндр насоса; 4 – плунжер;
 5 – нагнетательный клапан;
 6 – НКТ; 7 – штанги; 8 – крестовина;
 9 – устьевой патрубков; 10 – обратный клапан для перепуска газа;
 11 – тройник; 12 – устьевой сальник;
 13 – полированный шток;
 14 – канатная подвеска;
 15 – головка балансира; 16 – балансир; 17 – стойка; 18 – балансирный груз; 19 – шатун; 20 – кривошипный груз; 21 – кривошип;
 22 – редуктор; 23 – ведомый шкив
 24 – клиноременная передача; 25 – электродвигатель; 26 – ведущий шкив; 27 – рама; 28 – блок управления.

Теоретическая подача ШН равна объему цилиндра, описываемому плунжером, за один двойной ход (вверх, вниз)

$$V = F S_{пл}$$

F - площадь сечения плунжера, S - длина хода плунжера

минутная подача - произведение подачи за один двойной ход на число двойных ходов плунжера n в минуту: $V = F S_{пл} n$

Суточная теоретическая подача $Q_{теор} = 1440 F S_{пл} n$

Фактическая подача $Q_{факт} < Q_{теор}$, т.к.

- длина хода плунжера $S_{пл}$ меньше длины хода полированного штока S
- Возможны различные утечки жидкости в результате:

а) нарушения герметичности НКТ

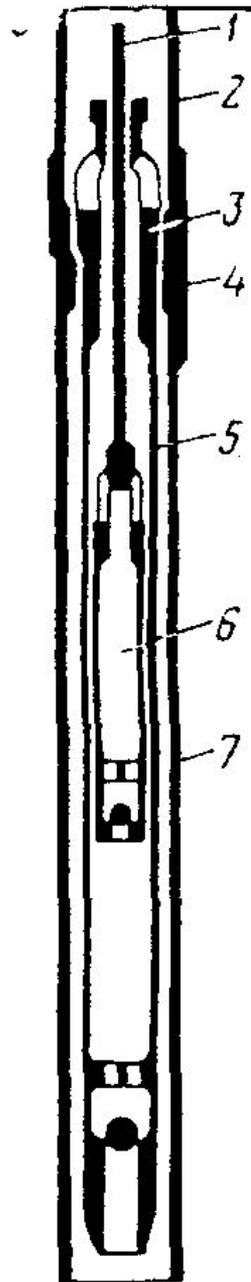
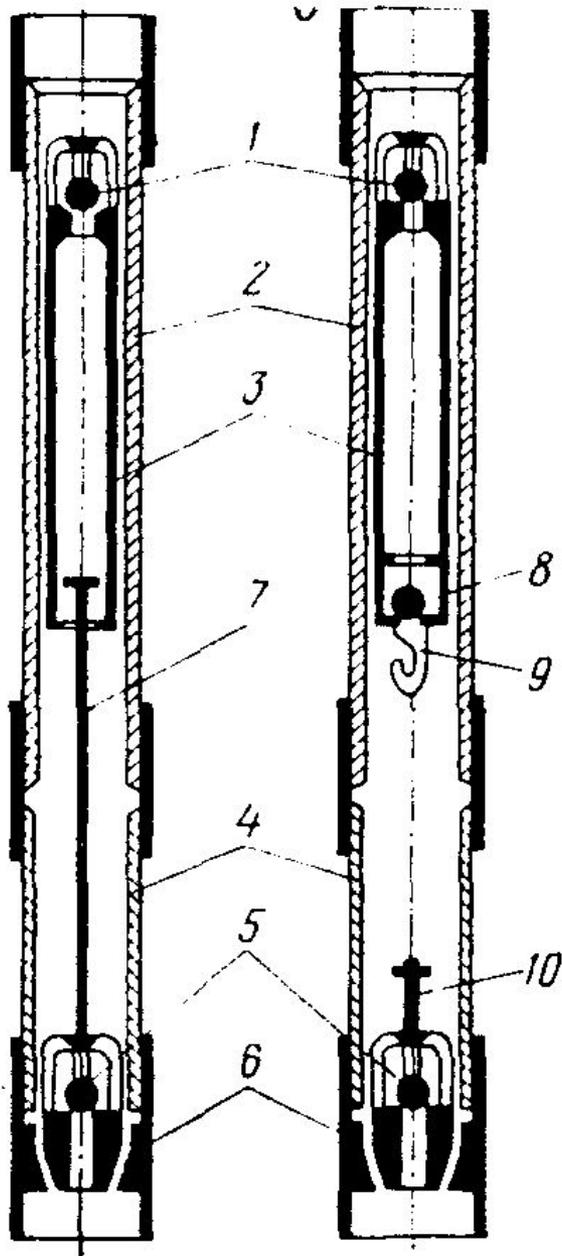
б) наличие утечек между плунжером и цилиндром

Основные узлы насоса – цилиндр и плунжер

ШГН по конструкции и способу установки: *трубные* и *вставные*

Трубный насос спускают в скважину по частям – цилиндр на колонне НКТ, а плунжер на колонне штанг. Подъем в том же порядке

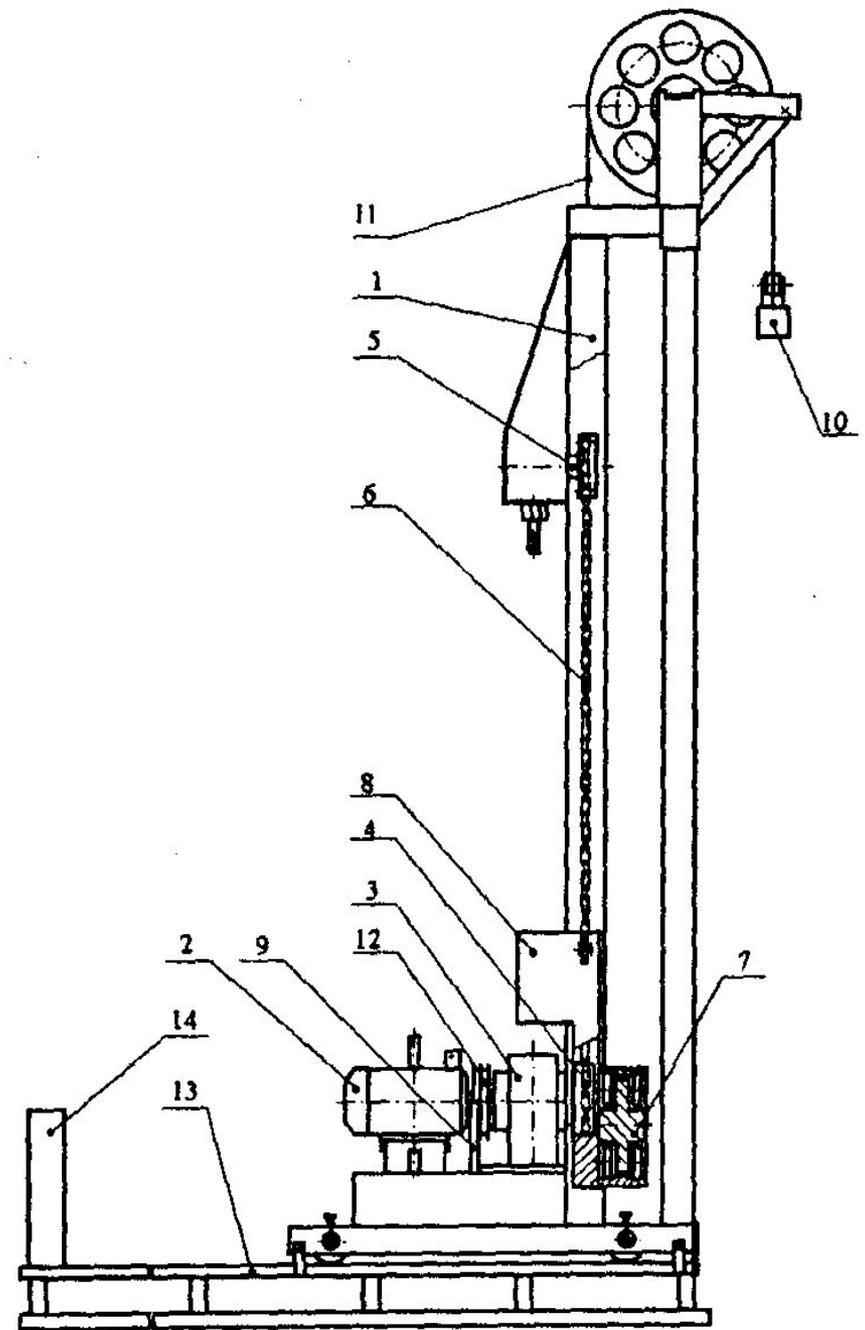
Вставной насос спускают в скважину и поднимают из скважины в собранном виде (цилиндр вместе с плунжером) на штангах. Насос закрепляют с помощью замкового соединения, заранее установленного в колонне НКТ. Для



- а – трубный насос со штоком типа НГН-1;**
б – трубный насос с ловителем типа НГН-2:
 1 – нагнетательный клапан;
 2 – цилиндры; 3 – плунжеры;
 4 – патрубок-удлиннитель;
 5 – всасывающие клапаны;
 6 – седла конусов;
 7 – захватный шток;
 8 – второй нагнетательный клапан; 9 – ловитель;
 10 – наконечник для захвата клапана;
- в – вставной насос типа НГВ-1:**
 1 – штанга; 2 – НКТ;
 3 – посадочный конус;
 4 – замковая опора; 5 – цилиндр;
 6 – плунжер;
 7 – направляющая трубка

Общий вид привода ПЦ 60-3-0,5/2,5

- 1 – корпус; 2 – электродвигатель;
3 – редуктор; 4, 5 – звездочки;
6 – цепь; 7 – каретка;
8 – уравнивающий груз;
9 – тормоз; 10 – подвеска; 11 – канат;
12 – клиноременная передача;
13 – основание; 14 – станция управления



Недостатки ШСНУ:

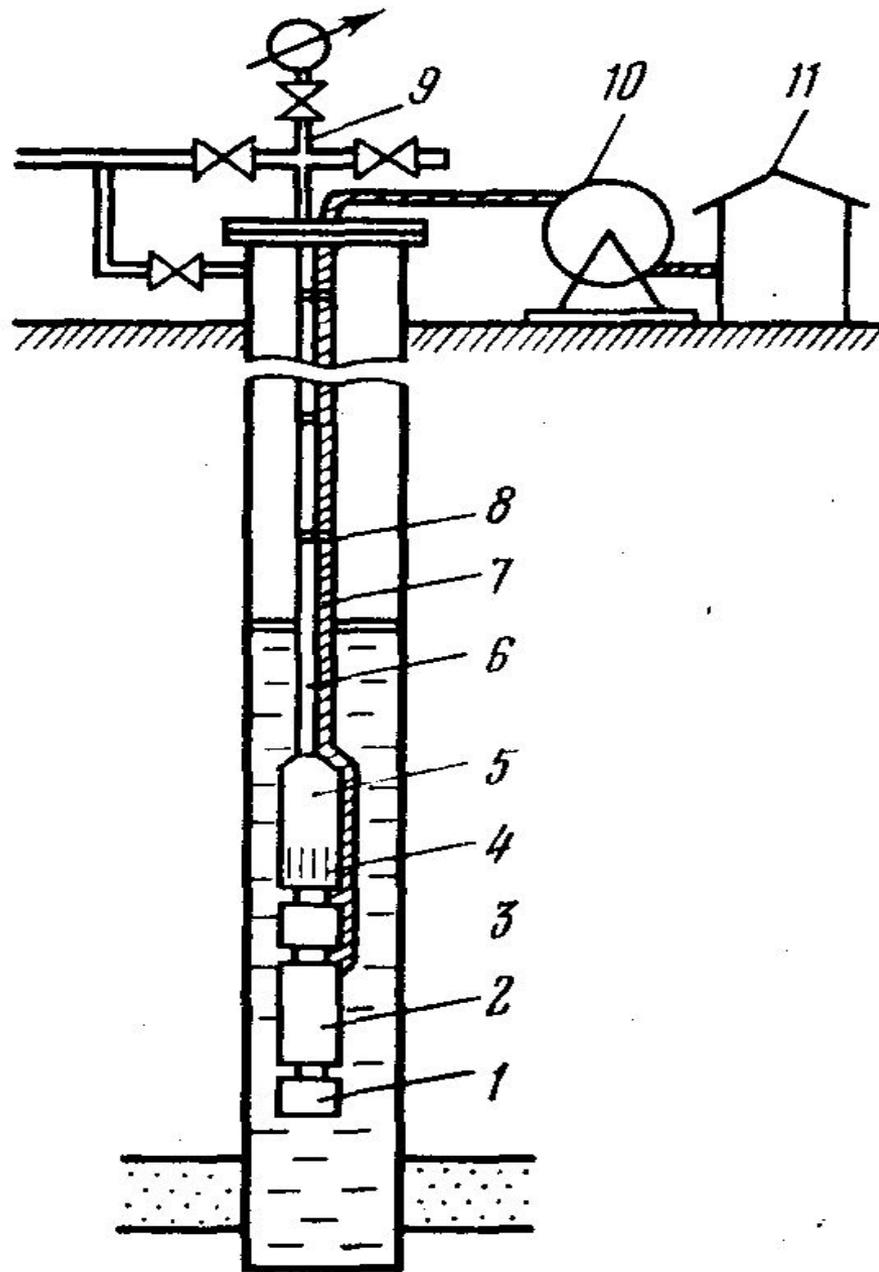
- громоздкость
- опасность обрыва штанг
- ограниченность применения в наклонных и глубоких скважинах
- недостаточно высокая подача, что ограничивает область их применения

В связи с этим на промыслах широко применяются бесштанговые насосы. Наиболее распространены УПЭЦН

УПЭЦН могут развивать подачу от 40 до 3000 м³/сут

Схема компоновки УПЭЦН

- 1 – компенсатор,
- 2 – электродвигатель,
- 3 – протектор,
- 4 – приемная сетка,
- 5 – ЭЦН,
- 6 – колонна НКТ,
- 7 – электрокабель,
- 8 – пояски крепления,
- 9 – устьевая арматура, 10 – барабан для кабеля, 11 – станция управления



ПЭЦН - многоступенчатый, секционный. Ступень состоит из направляющего аппарата и рабочего колеса, насаженных на общий вал. Число ступеней может достигать 400

ПЭД - асинхронный трехфазного тока с короткозамкнутым ротором, специальной конструкции вертикального исполнения, длиной 4.2 – 8.2 м

Протектор – предохраняет полость электродвигателя от проникновения пластовой жидкости

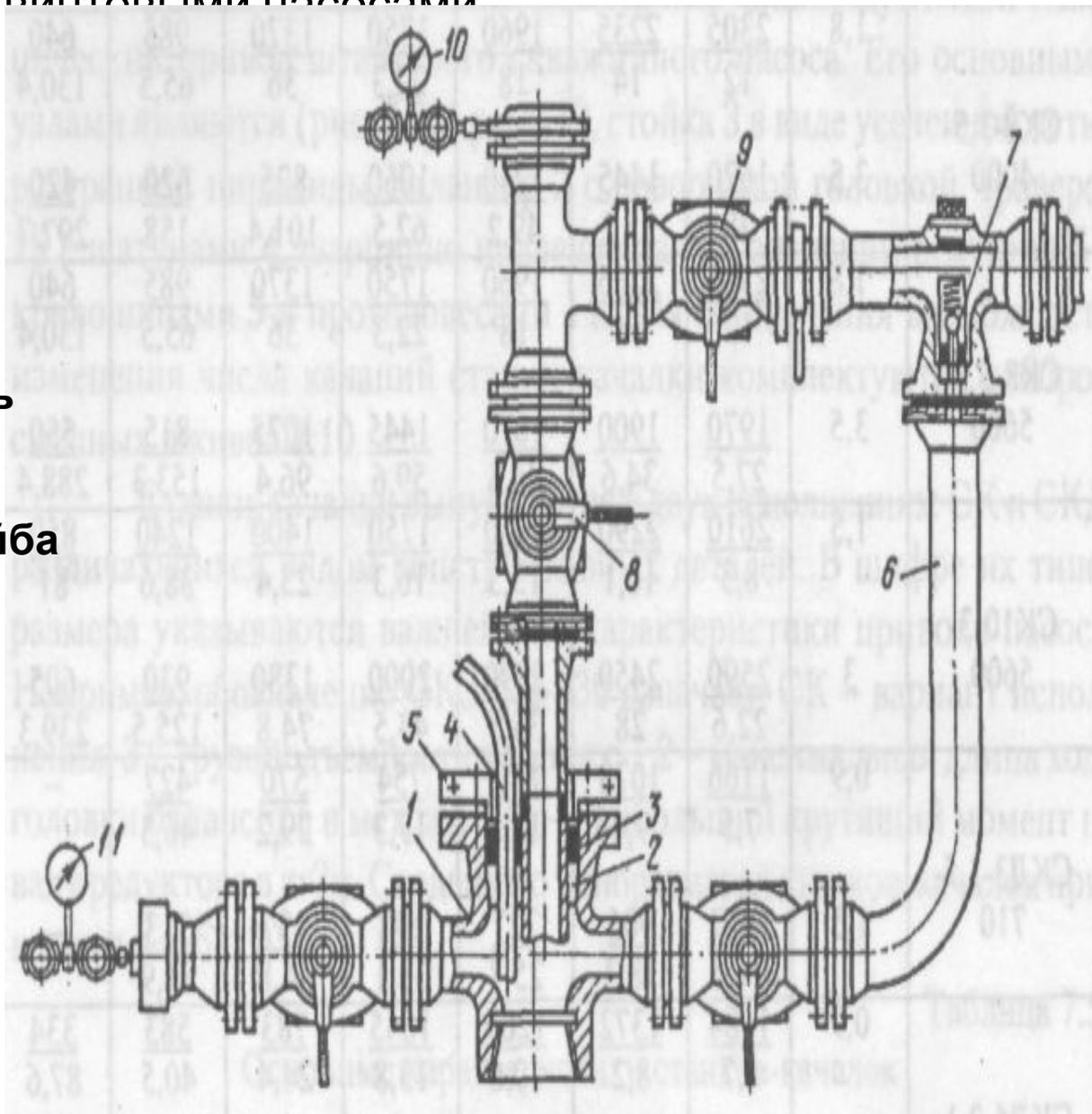
Компенсатор – регулирует объем масла в ПЭД

Станция управления обеспечивает контроль и регулирование работы установки, автоматическое включение, выключение ее в зависимости от давления в коллекторе

Кабель для подвода электроэнергии с поверхности к электродвигателю (специальный бронированный с резиновой или полиэтиленовой изоляцией круглого и плоского сечения)

Оборудование устья скважины, эксплуатируемой центробежными или плунжерными насосами

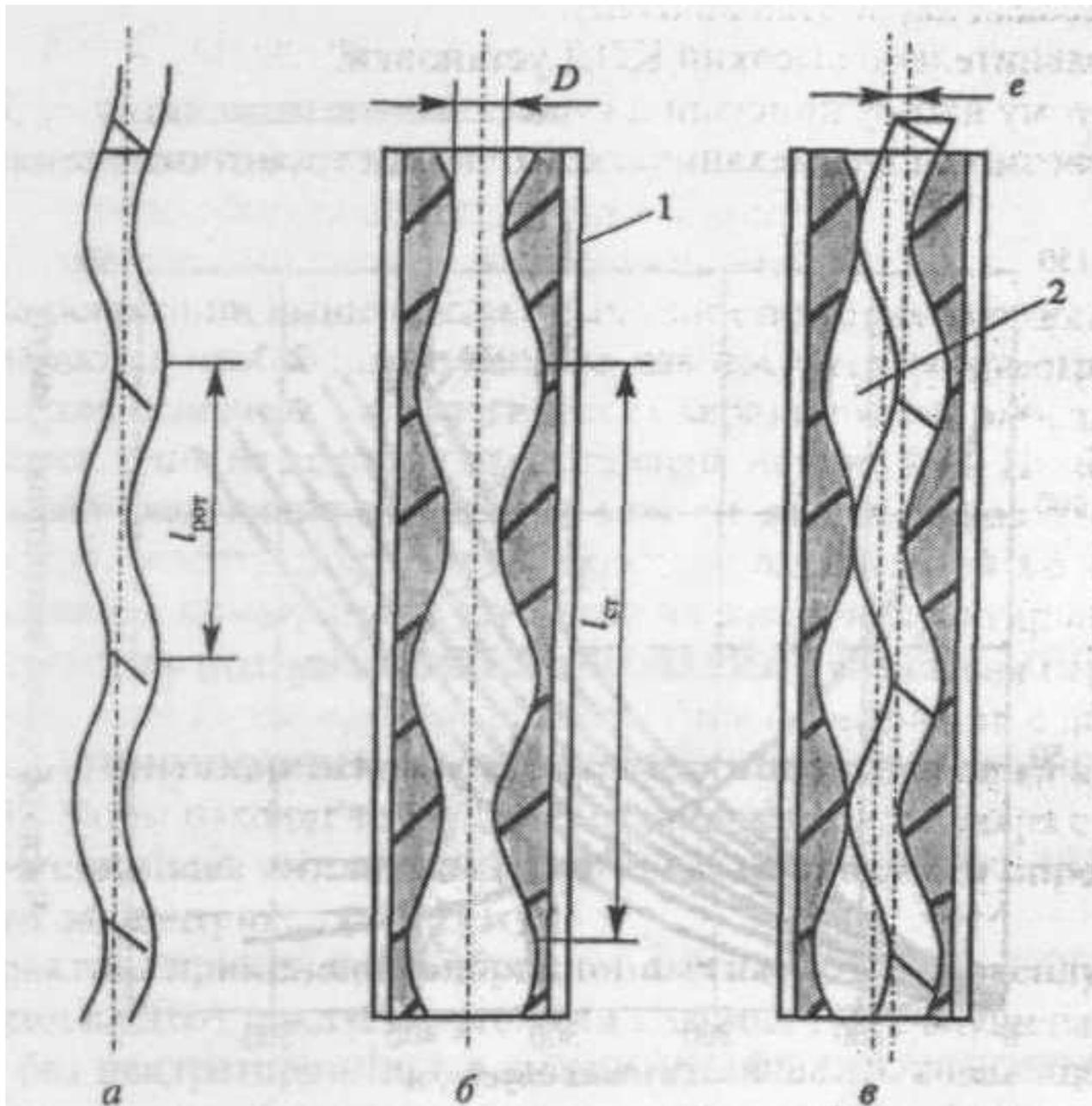
- 1 – крестовина
- 2 – разъемный корпус
- 3 – резиновый уплотнитель
- 4 – кабель
- 5 – эксцентричная планшайба
- 6 – выкидная линия
- 7 – обратный клапан
- 8, 9 – задвижки
- 10, 11 – манометры



Для добычи нефти высокой вязкости используют винтовые насосы, производительностью 40, 80 и 100 м³/сут

Рабочий орган винтового насоса однозаходный винт (ротор), вращающийся в обойме (статор), внутренняя полость которой представляет собой двухзаходную винтовую поверхность с шагом в два раза большим шага винта

Ротор изготавливается из высокопрочной стали, статор из резины или пластического материала



Винтовой насос

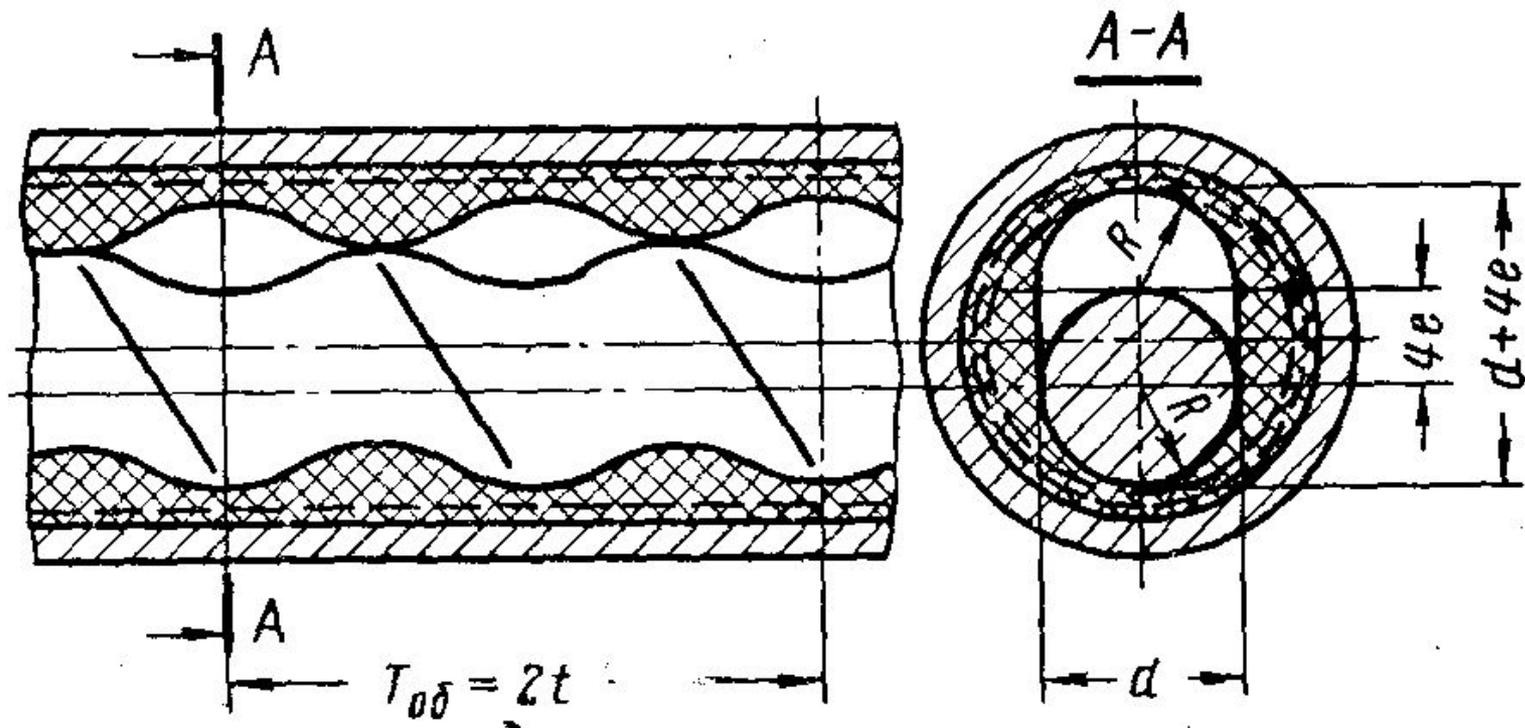
- а) ротор,
 б) статор,
 в) насос в сборе:

1 – корпус насоса

2 – полость между статором и ротором

$l_{рот}$ – шаг винта

$l_{ст}$ – шаг обоймы



Рабочие органы одновинтового насоса (обойма и винт):

d – диаметр поперечного сечения винта;

e – эксцентриситет винта;

T – шаг винтовой спирали = l_{cm} обоймы, равный двум шагам $2t$ винтовой спирали винта

Подача винтового насоса прямо пропорциональна частоте вращения винта

При вращении винт и его обойма образуют по всей длине ряд замкнутых полостей, которые передвигаются от приема к его выкиду. Вместе с ними перемещается и откачиваемая жидкость

В любом поперечном сечении ротора центр кругового сечения смещен от оси вращения на расстояние (e) - эксцентриситет

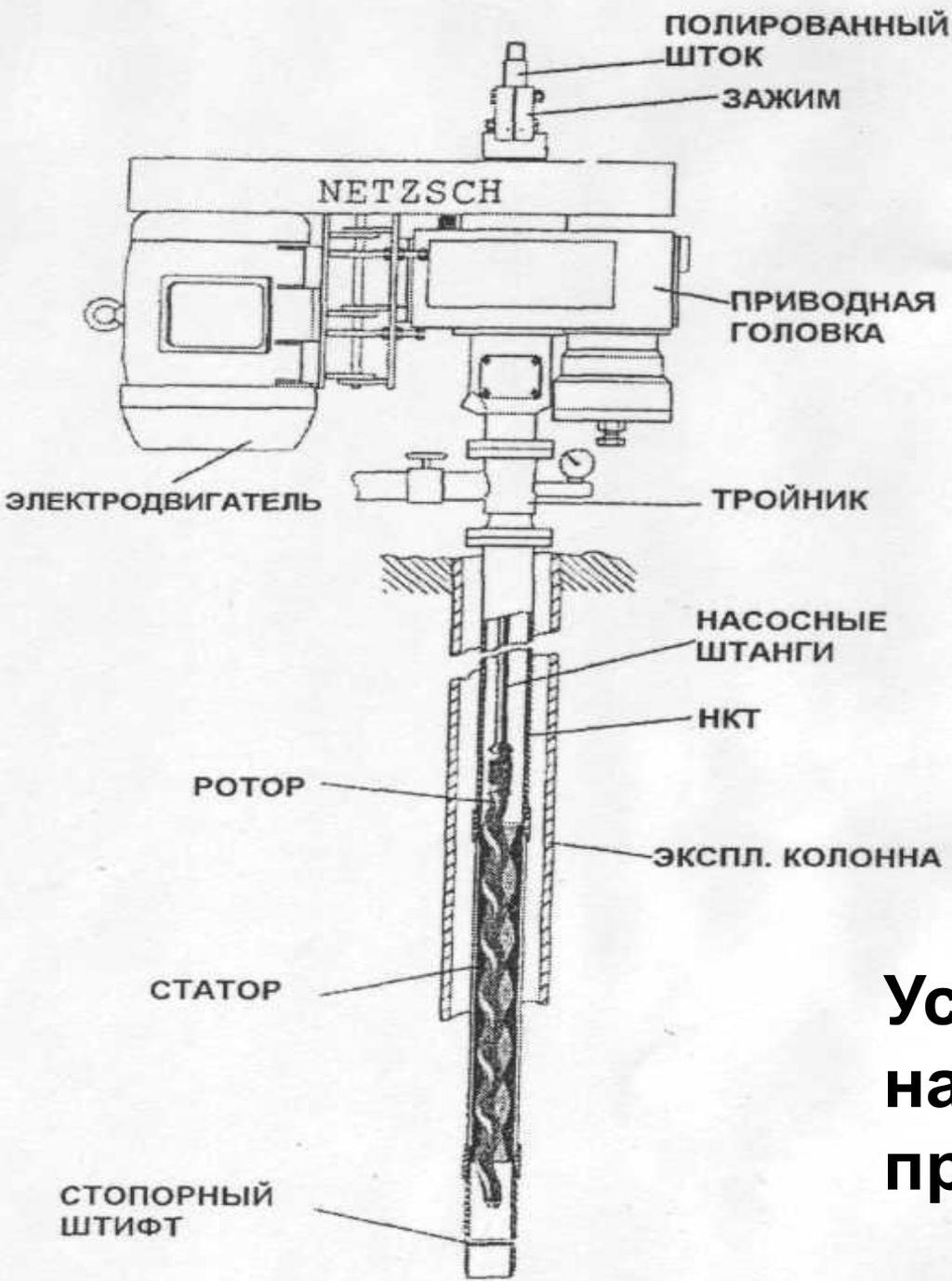
Подача насоса за сутки $Q = 1440 \cdot 4e \cdot d \cdot l_{cm} \cdot n \cdot$

n

**Для уравнивания
нагрузки на промислах
применяются винтовые
насосы, в которых
предусмотрено 2 винта,
вращающихся в одну и ту же
сторону, но имеющие разные
(левое и правое) направление
спирали**

Приводы винтовых насосов могут быть погружными или верхними. В первом случае установка винтового погружного насоса (УЭВН) состоит из тех же узлов, что и центробежного, за исключением самого насоса

Верхний электропривод расположен у устья скважины. Вращательный момент винту насоса передается посредством колонны штанг, размещенной внутри колонны НКТ и оборудованной специальными центраторами



Установка винтового насоса с верхним приводом

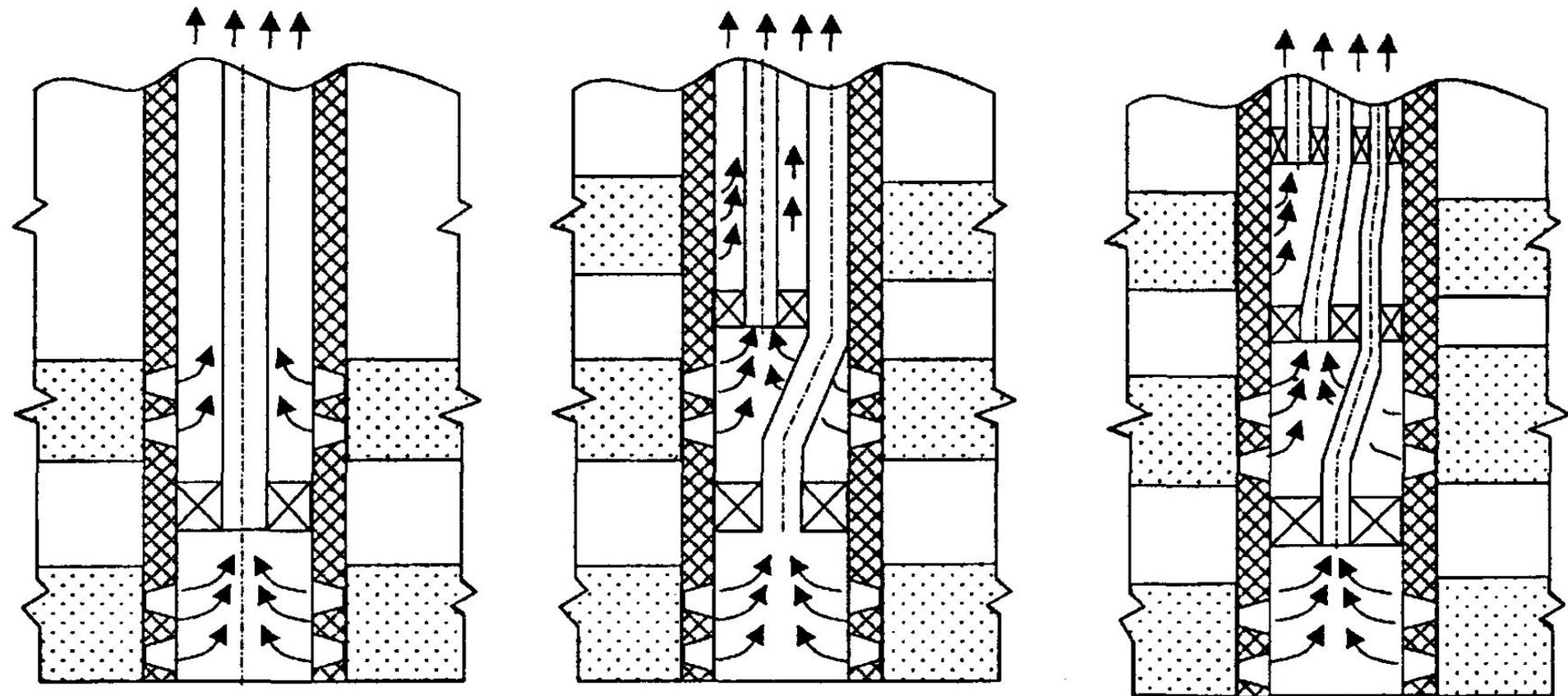
К бесштанговым погружным насосам относятся также насосы гидропоршневые, вибрационные, диафрагменные, струйные

Извлечение жидкости возможно также методом свабирования, аналогично технологиям вызова притока из пласта в насосном режиме

Большинство нефтяных месторождений многопластовые, на которых выделенные эксплуатационные объекты разрабатывают самостоятельными системами

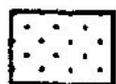
Метод раздельной эксплуатации (ОРЭ) заключается в том, что объекты в скважине разобщаются и для каждого из них создаются отдельные каналы, обустроенные специальным оборудованием для подъема продукции на поверхность

Для ОРЭ двух объектов их разделяют друг от друга пакером. В скважину спускают одну или две подъемные колонны из НКТ



Принципиальная схема ОРЭ

- а) эксплуатация двух пластов с одним пакером;
- б) эксплуатация трех пластов с двумя пакерами;
- в) эксплуатация трех пластов с тремя пакерами



**продуктивный
пласт**



**цементный
камень**



пакер

Продукция отдельных объектов доставляется на поверхность отдельно, что позволяет их не смешивать

Возможно одновременное использование одного объекта для нагнетания, а другого для добычи. Различными могут быть и способы эксплуатации разных объектов

По терминологии технологических схем ОРЭ именуют название способа эксплуатации сначала нижнего, затем верхнего объекта (*насос-фонтан*)

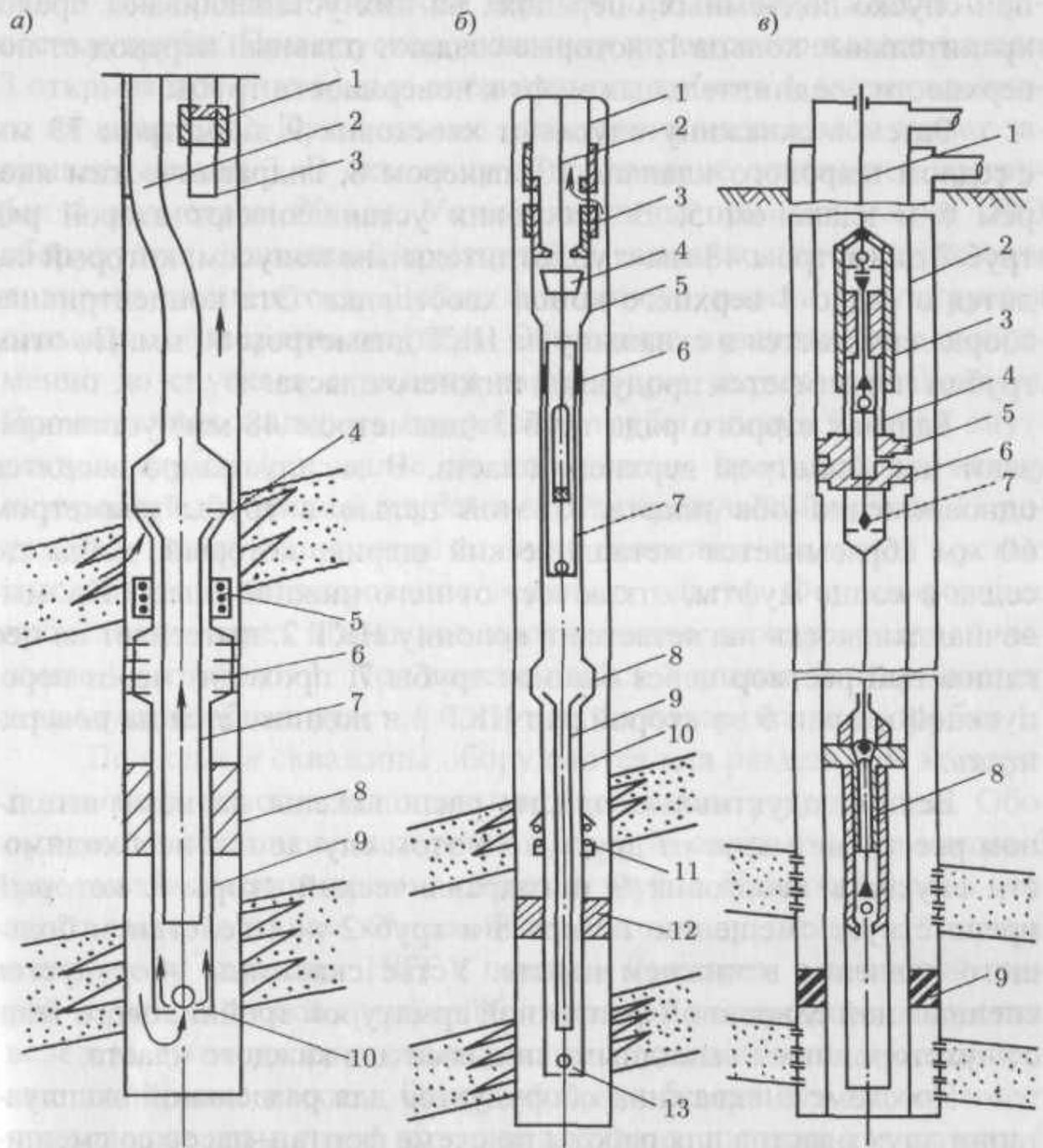


Схема подземного оборудования скважин для ОРЭ

- а) фонтан – фонтан
- б) насос - фонтан
- в) ШГН - ШГН

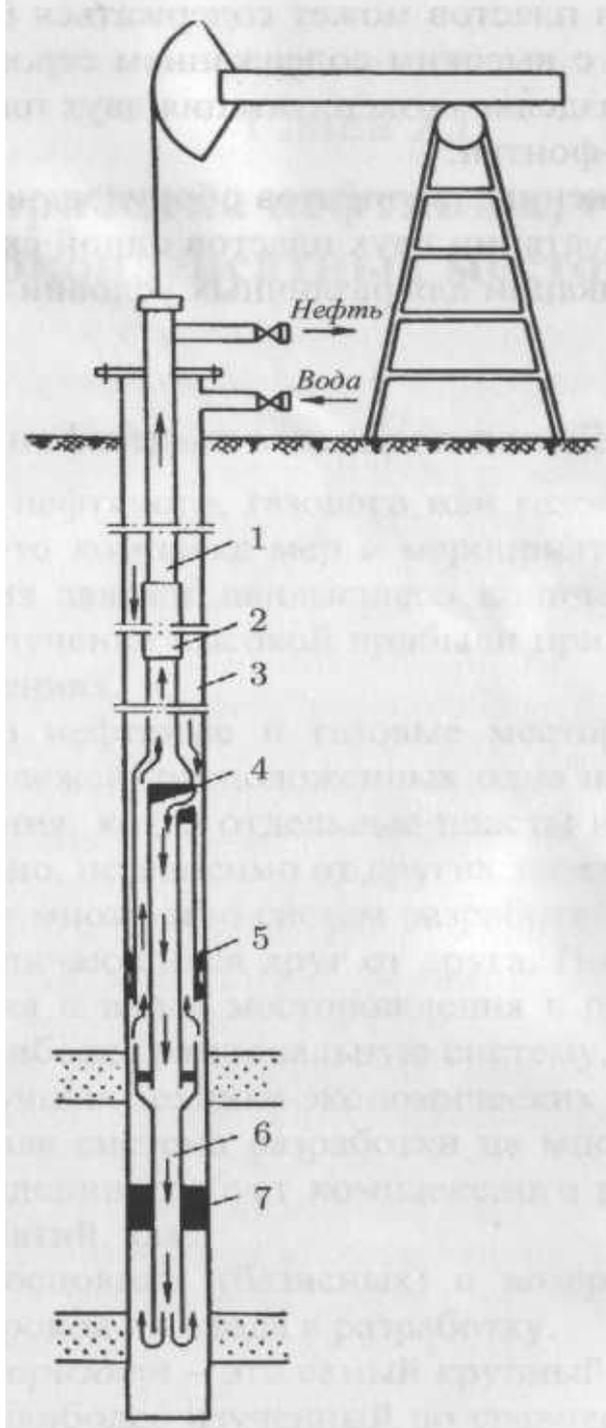
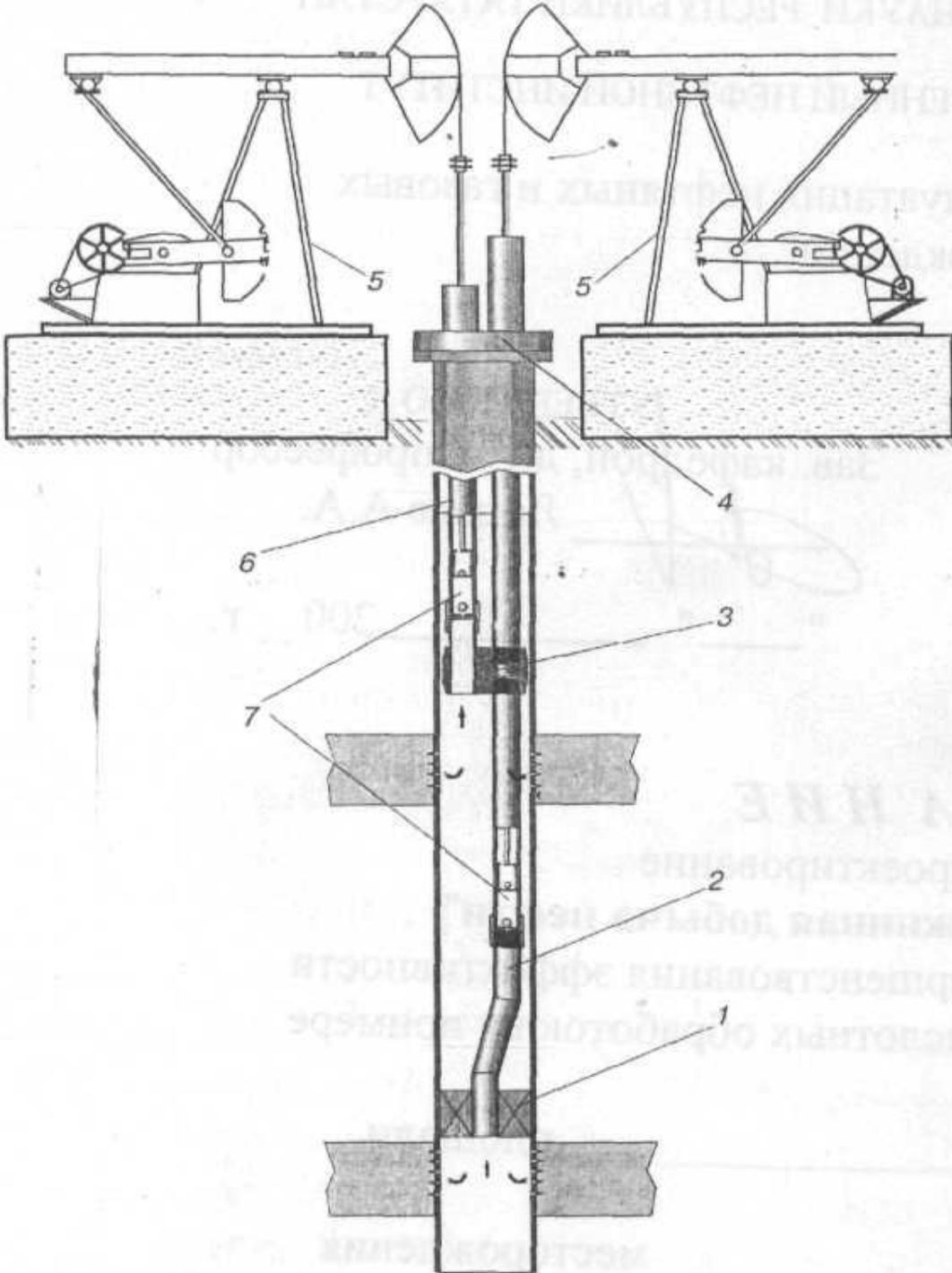
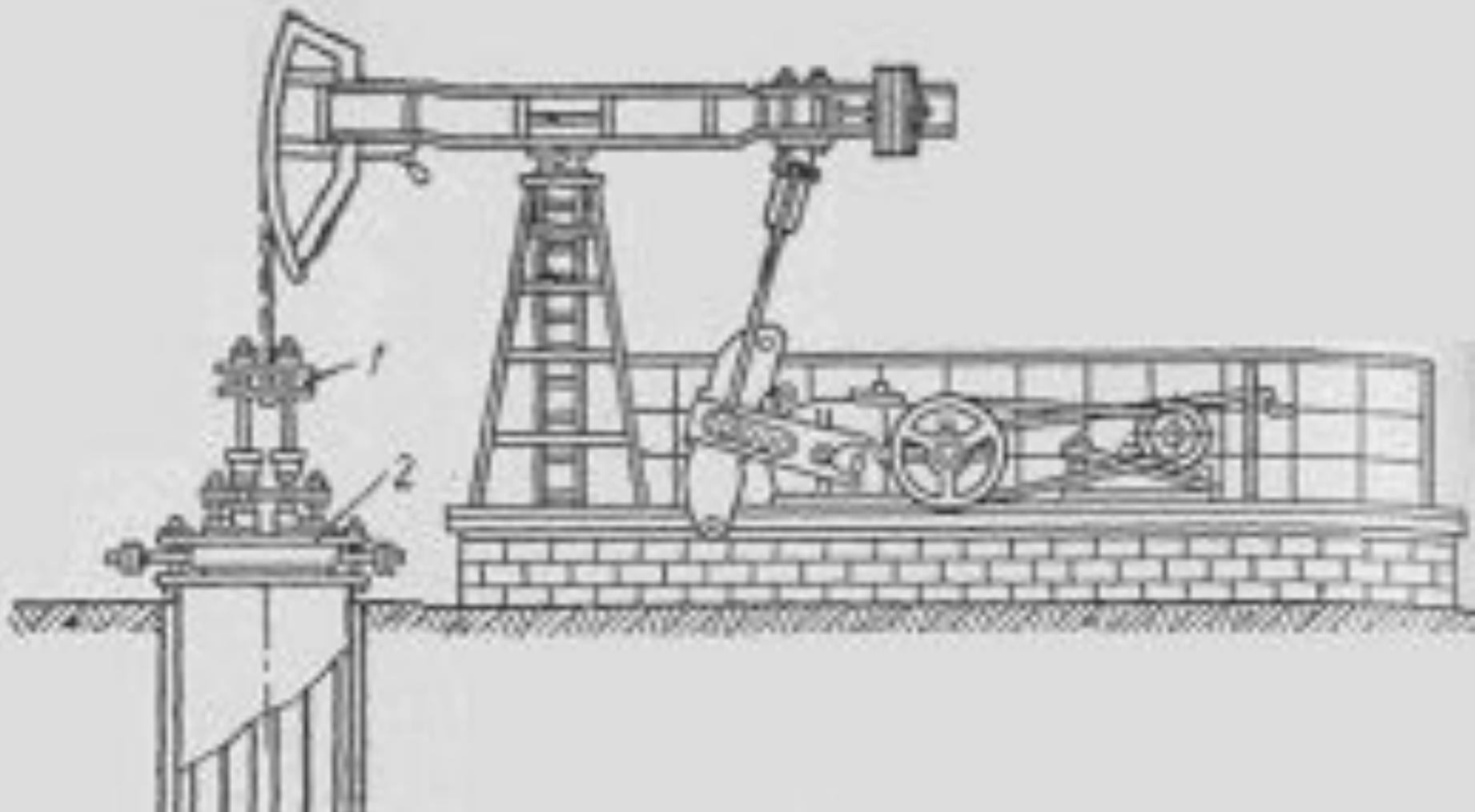


Схема оборудования скважин для одновременной добычи и закачки воды



- 1 – пакер;
- 2 – длинная колонна НКТ;
- 3 – якорь;
- 4 – устьевая арматура;
- 5 – станки-качалки;
- 6 – короткая колонна НКТ;
- 7 – штанговые насосы.



1 – канатная подвеска;
2 – арматура устья;

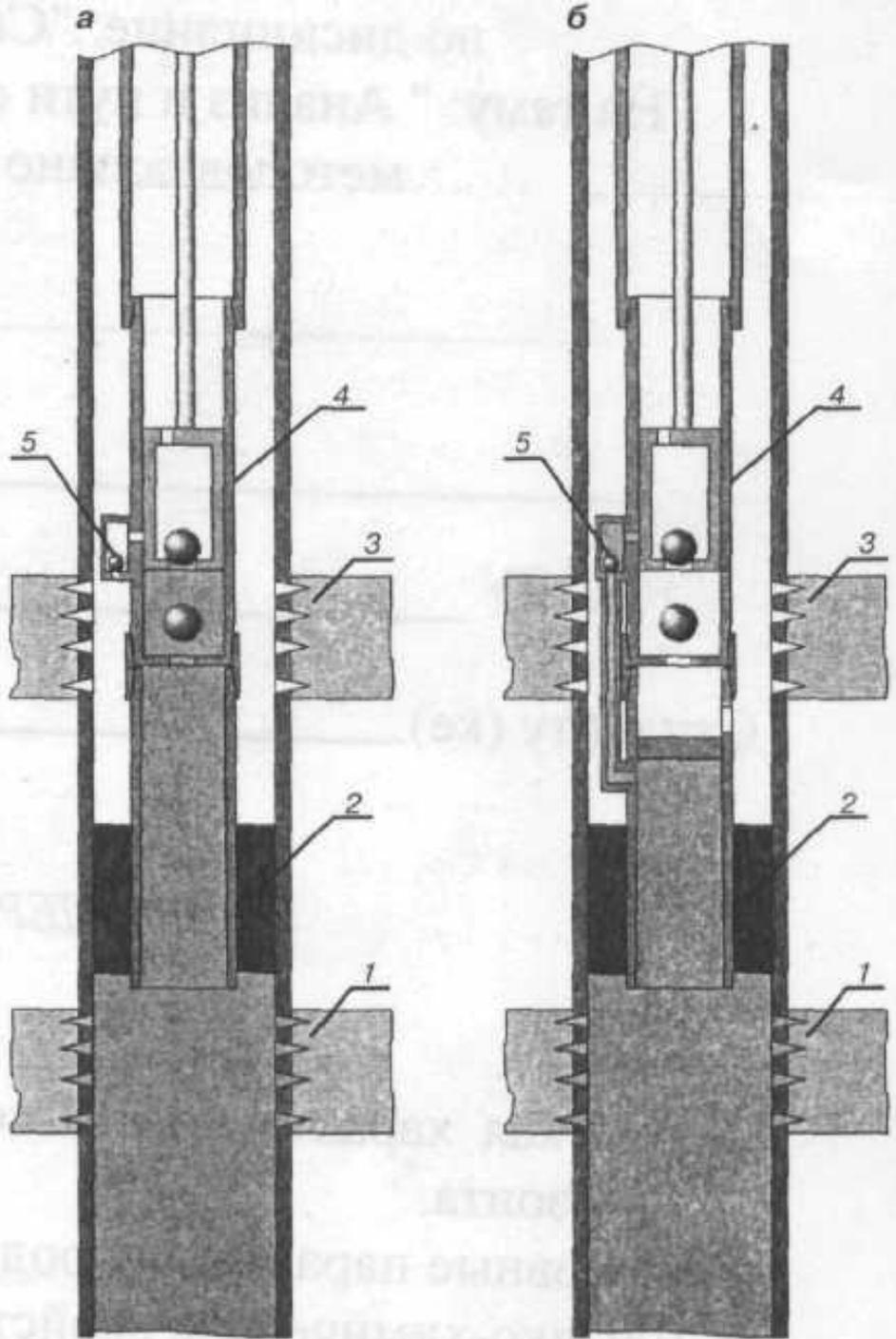


Схема
однолифтовой
установки для ОРЭ
при $p_{пр.в} > p_{пр.н}$ (а) и $p_{пр.в} < p_{пр.н}$ (б)

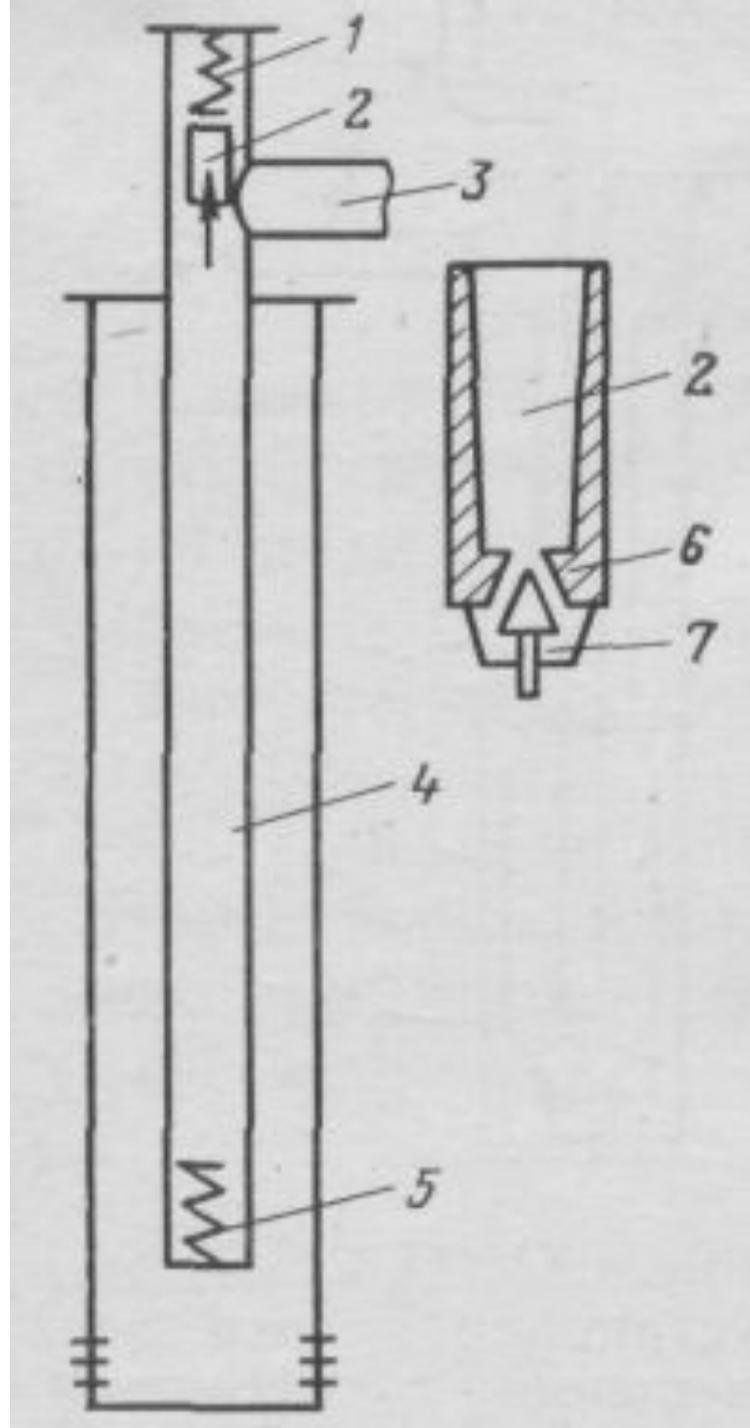
Газовые скважины эксплуатируют фонтанным способом. Газовая скважина постоянно находится под избыточным давлением

По мере истощения газовых месторождений добыча скважин уменьшается, начинается их обводнение и энергии пласта для выноса воды может быть недостаточно

Накопленную пластовую воду, поступающую вместе с газом в скважины, удаляют при помощи плунжерного лифта, глубинных насосов, автоматизированной продувкой, вспениванием пенообразователями или автоматическим поддержанием режима эксплуатации, при котором вода на забое не скапливается

Плунжерный лифт для извлечения воды из газовой скважины – разновидность лифта газового. В колонну подъемных труб вводится плунжер, который при движении вверх отделяет жидкость от газа. Плунжер падает вниз с открытым клапаном и поднимающийся навстречу газ и жидкость свободно проходит через него. По достижению низа колонны от удара клапан закрывается и на него снизу начинает давить газ. Плунжер двигается вверх, толкая впереди себя имеющуюся над ним воду с достижением устья, а клапан плунжера от удара открывается, плунжер падает снова вниз и цикл повторяется

В скважинах с большими дебитами на фонтанных трубах ниже устья скважины либо на забое устанавливают клапаны-отсекатели



Принципиальная схема работы плунжерного подъемника

1. амортизатор верхний
2. плунжер
3. выкидная линия
4. подъемные трубы
5. амортизатор нижний
6. седло
7. обратный клапан