

The background features a blue-tinted image of an offshore oil and gas platform. In the foreground, a large white pipe curves across the top. On the left, a wellhead structure is visible. The overall scene is set against a clear blue sky and a dark sea.

***ФОНТАННАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН***

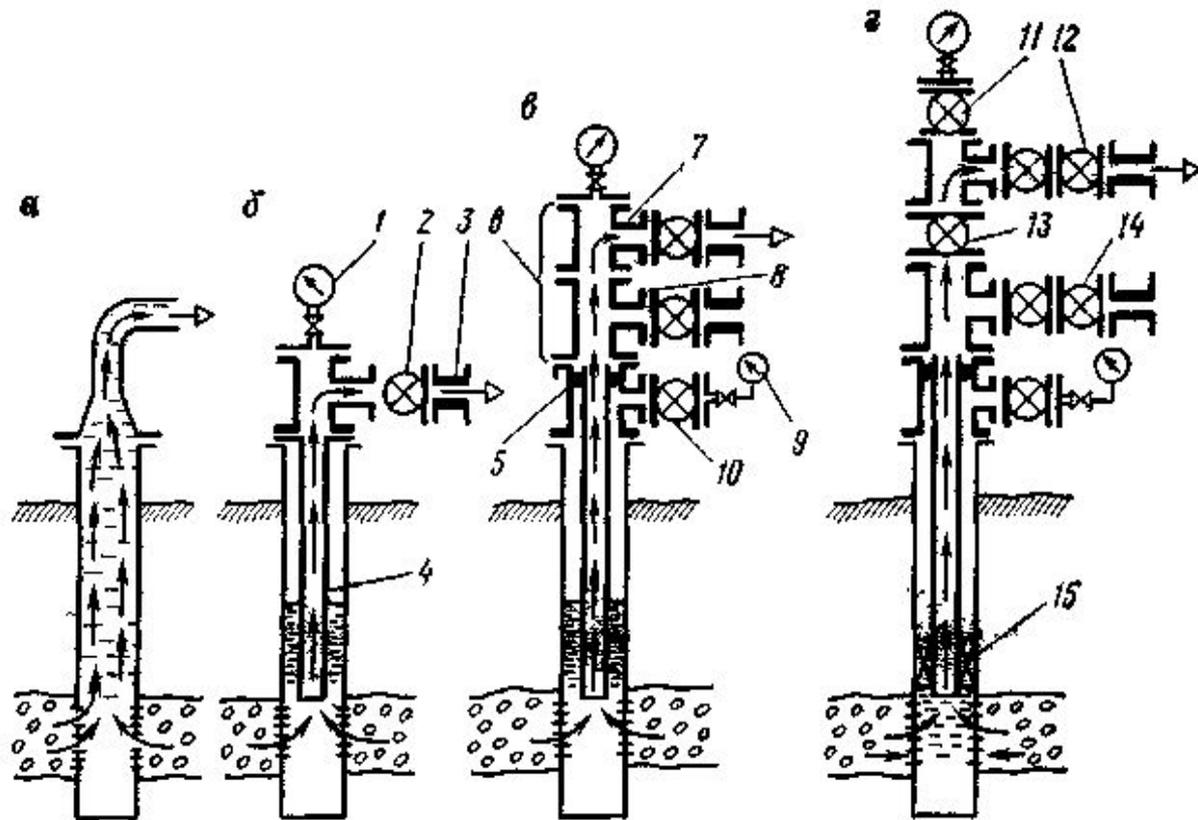
Существуют три основных способа добычи нефти – фонтанный, газлифтный и насосный с применением соответствующих видов оборудования. В нашей стране примерно **90%** скважин эксплуатируются насосными установками, **10 %** фонтанным способом.

На эффективность применения того или иного способа эксплуатации и соответствующего оборудования влияет большое число факторов: глубина скважины, дебит, диаметр колонн, геометрические особенности ствола, климатические условия, навыки персонала, общий технический уровень и организация производства.

Фонтанный способ эксплуатации

Данный способ позволяет добывать из скважины наибольшее количество нефти при наименьших удельных затратах. Важнейшей задачей является обеспечение возможности более длительного фонтанирования скважины, что связано с рациональным использованием энергии пласта путем обеспечения высокого КПД работы фонтанного подъемника.

Этапы совершенствования оборудования для фонтанной добычи



1 — манометр «буферный», 2 — задвижка; 3 — штуцер-дроссель; 4 — фонтанный подъемник, 5 — трубная головка фонтанной арматуры; 6 — елка фонтанной арматуры; 7, 8 — тройник; 9 — манометр, 10, 11 — задвижка; 12, 14 — задвижки дублеры, 13 — задвижка стволовая; 15 — пакер

В прошлом фонтанирование осуществлялось по эксплуатационной колонне ствола скважины. При этом КПД подъемника был низким, расход пластового газа высоким, что привело к сокращению фонтанного периода. Процесс фонтанирования был неконтролируемым и неуправляемым.

На следующем этапе развития оборудования для фонтанной добычи в скважине стали использовать колонну фонтанных труб. Для управления фонтанированием скважины начали применять сменные штуцеры, дроссели, позволяющие изменением отверстия регулировать противодавление на пласт и в следствии этого на дебит жидкости. Для контроля режима работы скважины, стали применять манометр, устанавливаемый на буфере скважины.

Для замены штуцера или выкидной линии перекрывали скважину, что привело к ее остановке. Для обеспечения непрерывности работы начали применять фонтанную арматуру, состоящую из трубной головки фонтанной арматуры и елки, обеспечивающей возможность резервирования выкидных линий.

Для дальнейшего улучшения работы начали использовать двухрядные подшипники из НКТ, а для сокращения расхода газа затрубное пространство скважины стали герметизировать пакером. В результате к настоящему времени оборудование для эксплуатации скважины фонтанным способом состоит из четырех основных частей: колонны труб, оборудования низа колонны, оборудования устья, т.е. фонтанной арматуры и обвязки устьевого оборудования – *манифольда*.

Газлифтный способ эксплуатации

Принцип работы *газлифтного скважинного подъемника* аналогичен фонтанному. Однако, для подъема жидкости недостающую энергию флюиду добавляют путем подачи в скважину сжатого газа.

При газлифте комплекс оборудования для эксплуатации сложнее чем при фонтанной эксплуатации и состоит из компрессорной станции, газораспределительной и газосборной сети, системы подготовки газа и газлифтного оборудования скважин.

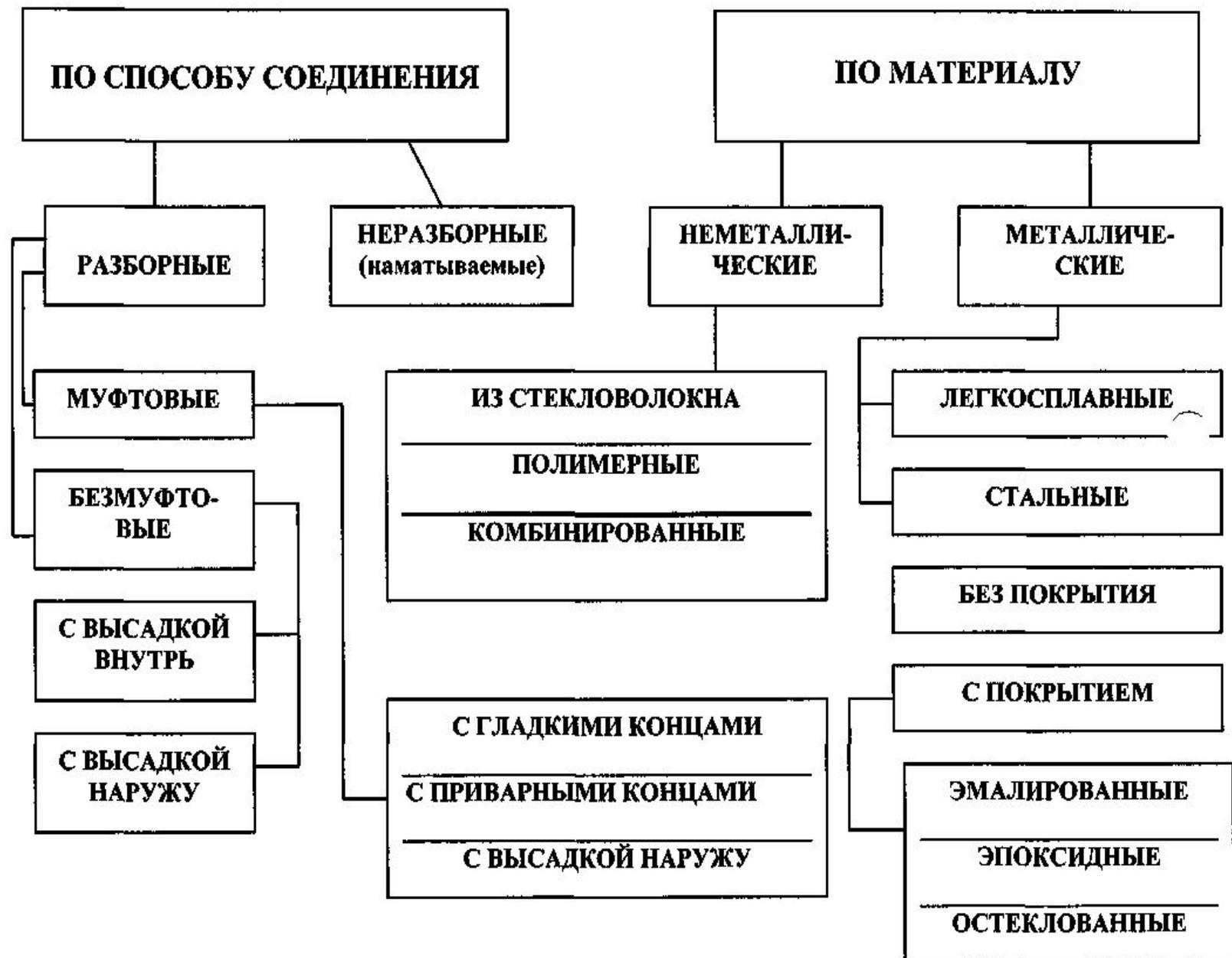
Преимуществом газлифтного способа эксплуатации является в несколько раз больший, чем при других способах, межремонтный период работы внутрискважинного оборудования. Использование этого способа целесообразно на месторождениях с большим дебитами скважин, большим газовым фактором, высокой пластовой энергией, низкой обводненностью.

Насосно-компрессорные трубы для фонтанного и газлифтного подъемников

Для фонтанного и газлифтного подъемников используются насосно-компрессорные трубы. Они характеризуются небольшим диаметром, высокой прочностью. Насосно-компрессорные трубы отличаются материалом, группами прочности, герметичностью, противокоррозийной стойкостью, быстротой стыковки, сопротивлением парафина и солей.



НКТ



Наибольшее применение получили цельнокатаные неравнопрочные НКТ с муфтовыми резьбовыми соединениями.

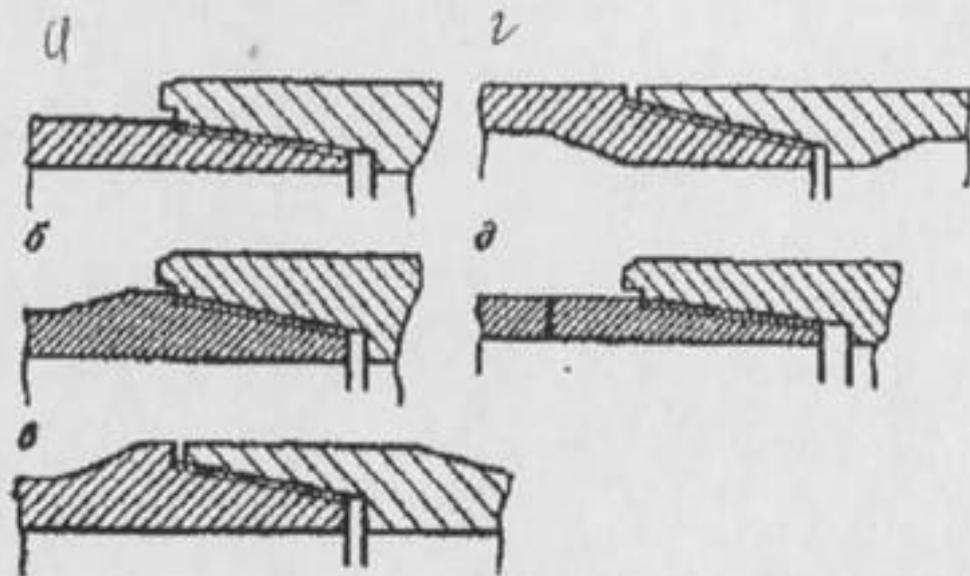


Рис. 4. Схемы типов соединений стальных насосно-компрессорных труб: а — неравнопрочное муфтовое; б — равнопрочное муфтовое с высадкой наружу; в — равнопрочное безмуфтовое с высадкой наружу; г — равнопрочное безмуфтовое с высадкой внутрь; д — равнопрочное муфтовое с приварными резьбовыми концами

Подъемные колонны в глубоких скважинах и при тяжелых условиях работы собираются из равнопрочных НКТ. Все сечение таких труб, включая и резьбовые, имеют примерно равную площадь, а следовательно и одинаковую несущую способность.

Применение равнопрочных НКТ позволяет на 25% сократить расход металла на колонну НКТ по сравнению с неравнопрочными и значительно увеличить max глубины их спуска. Нашими учеными предложена конструкция НКТ с приварными концами с резьбой, но изготовленных из стали большой прочности, что и обеспечивает равнопрочность колонны НКТ.

НКТ изготавливают из углеродистых сталей с пределом текучести =380 МПа. Применяются НКТ из сплавов на алюминиевой основе =300 МПа, =430 МПа.

В последнее время для изготовления НКТ используются полимерные материалы и стекловолокно. Это вызвано их стойкостью по отношению к агрессивным средам H_2S и CO_2 и малым весом. Недостатком является отсутствие возможности обеспечения равнопрочности тела трубы и её стыка.

Принципиально новый вид труб - непрерывные НКТ, изготавливаемые в виде полого стержня, длина которого равна длине всей колонны труб. При монтаже трубы наматываются на барабан.

Это упрощает конструкцию колонны, уменьшает металлоемкость, облегчает и ускоряет спуско-подъемные операции.

Недостаток – сложность выполнения **ЛОВИЛЬНЫХ** работ, сложность сварочных работ при стыковке колонны. Изготовление НКТ регламентируется соответствующими стандартами.

Ряд номинальных наружных диаметров НКТ: 48; 60; 73; 89; 102; 114 мм;

Внутренний диаметр: 40; 50; 59; 62; 76; 88,8; 100,3 мм.

Для уменьшения интенсивности отложений парафина, солей, смол и защиты труб от коррозии применяются различные покрытия НКТ – стеклоэмали, эпоксидные смолы, лаки. Наносятся они на внутренние поверхности труб по специальным технологиям. Эксплуатация таких труб сложнее, что является их недостатком.

Насосно-компрессорные трубы в фонтанных скважинах в зависимости от схемы подъемника подвергаются или растягивающей или сжимающей нагрузкам.

При подвеске колонны НКТ к трубной головке фонтанной арматуры и при незафиксированном низе труб колонна работает на растягивание и там напряжение возникает в верхнем сечении колонны. Усилие, растягивающее колонну НКТ:

$$Q=lqk,$$

где q – вес 1 м труб с муфтами; k –коэффициент учитывающий влияние кривизны скважины; l - длина колонны труб.

Прочность колонны равнопрочных НКТ проверяется определением напряжений от растягивающей силы Q в сечении по телу трубы и сравнении полученной величины напряжения с допустимой

При использовании неравнопрочных труб прочность колонны проверяется по опасному резьбовому соединению. Рассчитывают сдвигающую нагрузку, т.е. усилие при котором резьбовое соединение разрушается

$$P_{СТР} = \frac{\pi D_{CP} \times b \times \sigma_2}{1 + \frac{D_{CP}}{2l} \times ctg(\alpha + \varphi)}$$

D_{CP} – средний диаметр тела трубы по основной плоскости; b – толщина тела трубы по резьбовой части в основной плоскости; предел текучести материала трубы; l – длина резьбы; угол профиля резьбы; угол трения ($8^{\circ} 10^{\circ}$)

Условия прочности изогнутой части колонны НКТ выражаются:

$$P_{1СЖ} \times \left(\frac{1}{F_0} + \frac{r}{2W_0} \right) \leq \frac{\sigma_T}{n_1}$$

где $P_{1СЖ}$ – осевое усилие на изогнутой части колонны труб;

F_0 – площадь поперечного сечения труб;

W_0 – осевой момент сопротивления площади сечения труб;

- предел текучести материала труб;

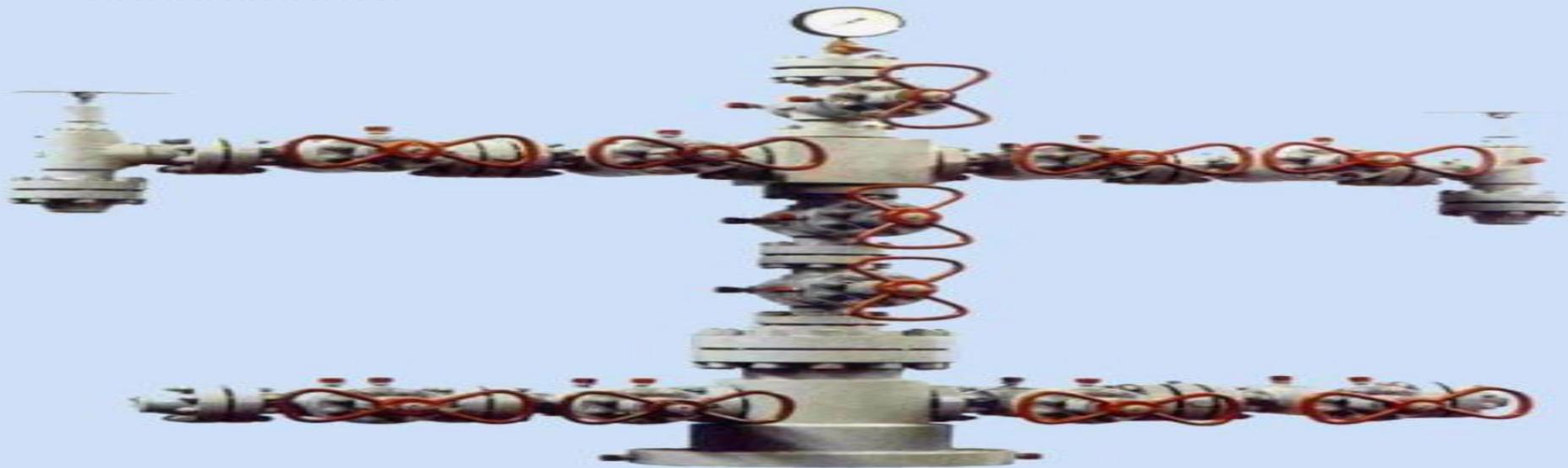
n_1 – 1,5 (запас прочности);

r – зазор между НКТ и эксплуатационной колонной.

Фонтанная арматура

Фонтанная арматура выполняет несколько функций:

- ✓ Удержание на весу колонны НКТ;
- ✓ Герметизация затрубных пространств и их взаимная изоляция;
- ✓ Обеспечение возможности регулирования режима работы скважины в заданных пределах, непрерывности её работы;
- ✓ Исследование скважины путем измерения параметров её работы как внутри скважины, так и на поверхности



Манифольд

Фонтанная арматура скважины соединяется с промышленными коммуникациями сбора пластовой жидкости с помощью **манифольдов**, которые представляют собой сочетание трубопроводов и запорных устройств. Они состоят из нескольких задвижек, крестовиков, тройников и служат для подключения к скважине различных агрегатов. Они служат для подачи в скважину ингибитора, глушителя и продувки скважин и других технологических операций.

