



УДК 622.24

## ВЫЗОВ ПРИТОКА И ОСВОЕНИЕ СКВАЖИН КОЛОННОЙ ГИБКИХ ТРУБ (КОЛТЮБИНГОМ)

### CALL OF INFLOW AND DEVELOPMENT OF WELLS BY A COLUMN OF FLEXIBLE PIPES (COILED TUBING)

**Рыбальченко Юрий Михайлович**

доцент, кандидат технических наук,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
13050465@mail.ru

**Беляев Кирилл Вячеславович**

студент-бакалавр,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
arted-1@yandex.ru

**Рыбалко Денис Сергеевич**

студент-бакалавр,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
13050465@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается метод освоения скважин азотом с применения колтюбинга, его технологические параметры и оборудование. Объясняется технологическая и экономическая эффективности. Рассмотрены преимущества использования колтюбинга, а также один из методов по интенсификации притока в скважине – соляно-кислотная обработка пласта (СКО).

**Ключевые слова:** колтюбинг, освоение азотом, ГРП, СКО, интенсификация притока, депрессия, технологические параметры.

**Rybalchenko Yuri Mikhailovich**

Associate Professor,  
Candidate of Technical Sciences,  
South Russian State Polytechnic University  
named after M.I. Platov  
13050465@mail.ru

**Belyaev Kirill Vyacheslavovich**

Bachelor Student,  
South Russian State Polytechnic University  
named after M.I. Platov  
arted-1@yandex.ru

**Rybalko Denis Sergeevich**

Bachelor Student,  
South Russian State Polytechnic University  
named after M.I. Platov  
13050465@mail.ru

**Annotation.** The article discusses the method of developing wells with nitrogen using coiled tubing, its technological parameters and equipment. Technological and economic efficiency is explained. The advantages of using coiled tubing are considered, as well as one of the methods for intensifying the inflow in the well – hydrochloric acid treatment of the formation (SKO).

**Keywords:** coiled tubing, nitrogen development, hydraulic fracturing, SKO, inflow intensification, depression, technological parameters.

Целью внедрения колтюбинговых технологий является снижение себестоимости добываемой нефти и полная доработка всех существующих месторождений, поскольку переход к новым, даже самым заманчивым технологиям, требует миллиарды долларов. В настоящее время интенсификация добычи углеводородного сырья из уже работающих, истощенных месторождений становится всё более актуальной, так как открытие новых месторождений происходит не часто. В данной ситуации возникает вопрос в необходимости разработки новых методов эксплуатации и освоения скважин.

Существование различных способов освоения нефтяных и газовых скважин обусловлено тем, что в современной нефтяной и газовой промышленности существует огромное разнообразие технико-геологических условий, для которых не существует однозначного экономического и технологического оптимума. Одним из таких методов является освоение скважин азотом с применением колтюбинга. Тем не менее, данная технология не имеет конкурентов в плане минимизации негативных влияний на пласт и имеет преимущество перед другими технологическими подходами при освоении скважин на месторождениях с низкими пластовыми давлениями. А в некоторых случаях, например при освоении после ГРП, колтюбинг является единственным наиболее приемлемым технологическим решением при освоении еще и с точки зрения последующей эксплуатации скважины электроцентробежными насосами [2].

Преимуществами колтюбинга являются:

- обеспечение возможности доставки приборов в любую точку горизонтальной скважины;
- высокая надежность линии связи со спускаемыми приборами;
- отсутствие необходимости глушения скважины и, как одно из следствий – не ухудшаются коллекторские свойства призабойной зоны продуктивного пласта;
- уменьшается период подготовительных и заключительных операций при разворачивании и свертывании агрегата;
- исключается загрязнение окружающей среды технологической и пластовой жидкостями;



- исключается возникновение ситуаций, связанных с внезапными выбросами, открытым фонтанированием;
- обеспечивается возможность бурения с использованием в качестве бурового раствора нефти или продуктов ее переработки (это позволяет осуществлять вскрытие продуктивного пласта оптимальным образом и совмещать процесс бурения с отбором пластовой жидкости);
- становится возможным выполнять разрушение пород в условиях депрессии;
- обеспечивается эффективное бурение горизонтальных участков скважин;
- становится возможным применение устройств, информирующие бурильщика о режимах бурения и оперативное управление процессом проводки скважины. Реализуется «эффект присутствия» оператора на забое [3].

В частности, колтюбинг применяется при ремонте скважин после ГРП. Преимущественное использование колтюбинга после ГРП обусловлено экономически и технологически, так как колтюбинг позволяет очищать и осваивать скважину за одну скважинную операцию, что позволяет снизить негативное влияние на пласт, поскольку колтюбинг может работать на «живой» скважине и СПО занимают меньше времени. Такой подход особенно важен при освоении пластов после проведения работ по стимуляции притока – соляно-кислотных обработок (СКО) и ГРП.

Одним из видов стимуляции притока, которому также очень часто сопутствует азотное освоение колтюбингом, является СКО. Преимуществом этого способа является, что технология колтюбинга позволяет проводить СКО и освоение за одну скважинную операцию без глушения, обеспечивая минимальный вред, наносимый продуктивному пласту. Колтюбинг также позволяет проводить СКО максимально эффективно за счет того, что непрерывная труба может двигаться в процессе проведения операции, обрабатывая пласты большой мощности и обеспечивая высокую эффективность, так как гидромониторная насадка колтюбинга, через которую выходит реагент, обрабатывает пласт по всей его мощности [1].

Центральным звеном всей системы при азотном освоении является азотная компрессорная установка (газификатор). Они бывают двух типов – установки, преобразующие жидкий азот в газ при помощи тепла, и установки – мини-заводы, получающие азот из воздуха.

Важным элементом освоения скважин с помощью колтюбинга являются технологические параметры и средства их контроля. От них зависят насколько эффективно будет проведена данная операция, а также риски для персонала, скважины и оборудования. Стандартный набор для освоения азотом с помощью колтюбинга состоит из следующего оборудования: колтюбинговая установка, газификатор, криогенные емкости с жидким азотом, обратная емкость для приема флюида, насосный аппарат (в случае освоения газированной жидкостью или пеной), нагнетательные линии от азотной и насосной установок к колтюбингу и обратную линию от устья к обратной емкости.

На рисунке 1 линии низкого давления показаны зеленым цветом, а линии высокого давления – красным. От колтюбинга 1 к скважине, оборудованной инжектором и ПВО 8, черным показана труба колтюбинга.

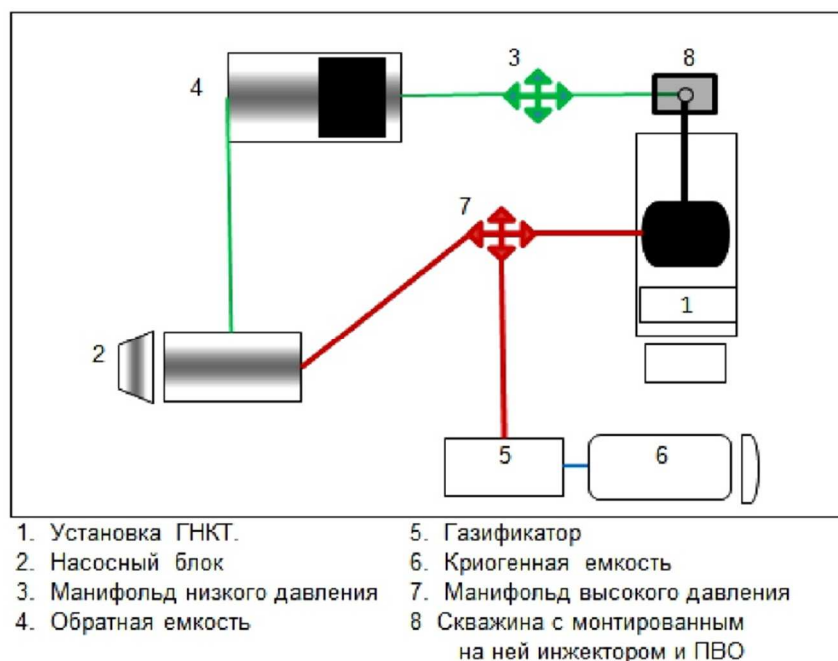


Рисунок 1 – Пример схемы оборудования при проведении азотного освоения колтюбингом



Схема заключается в следующем: жидкий азот из криогенной емкости 6 поступает в газификатор 5, там он под воздействием тепла переходит в газ. С заданным расходом и под необходимым давлением по линии высокого давления поступает в манифольд 7. Далее азот поступает в трубу колтюбинга через вертлюг. Труба колтюбинга спускается на заданную глубину с помощью инжектора 8. Поступая в ствол скважины, азот газифицирует флюид, тем самым облегчая и вытесняя его. Флюид выходит на поверхность под действием депрессии. Поток из скважины можно регулировать штуцерами на манифольде низкого давления 3. Далее флюид отправляется в технологические емкости, либо идет в линию транспортировки продукции скважины.

Основные технологические параметры азотного освоения с помощью колтюбинга [4]:

- темп закачки азота;
- оценка потребного количества азота на месте проведения операции;
- оценка минимального расхода азота, при котором будет получен стабильный приток;
- глубина спуска ГНКТ для закачки азота;
- свойства закачиваемого рабочего агента;
- движение колтюбинга во время проведения операции;
- забойное давление.

Одним из важнейших технологических факторов при работе колтюбингом является – депрессия. При освоении к ней предъявляются серьезные требования. Депрессия оказывает огромное влияние на последующую эксплуатацию скважины. Так, при проведении освоения после ГРП, за счет создания необходимой депрессии незакрепленные частицы, оставшиеся в скважине, выносятся и дальнейшая эксплуатация скважины проводится без осложнений, связанных с высоким коэффициентом выноса частиц. При этом значение депрессии не должно быть большим, так как после проведения операций по увеличению притока, таких как ГРП или СКО, пласт изменяет свои характеристики и из-за создания большой депрессии может быть подвергнут разрушению. В то же время стоит учитывать, что создание не достаточной депрессии может привести к тому, что из пласта будет выкачан не весь флюид, и скважина останется недосвоенной, и как следствие уменьшается коэффициент продуктивности скважины и снижается дебит.

С учетом проведенного анализа материала, изложенного в технической литературе, а также обобщения промысловых работ по вопросу применения колтюбинга, можно сделать следующие выводы:

- Использование гибкой безмуфтовой непрерывной трубы вместо традиционной колонны составных бурильных труб имеет ряд экономических и технологических преимуществ.
- На сегодняшний день колтюбинг является одной из наиболее современных технологий для доразработки зрелых месторождений, вовлечения в разработку трудно извлекаемых запасов (ТРИЗ), а также реконструкции и восстановления старого фонда скважин.
- Освоение скважин азотом с помощью колтюбинга – метод, который является технологически и экономически эффективным, оказывает минимальное негативное воздействие на пласт, что приводит к высокой продуктивности скважин.
- Освоение азотом с помощью колтюбинга экономически выгодно и требует меньшего времени для выполнения всех необходимых операций после ГРП и СКО. Эффективным является применение колтюбинга в пластах с низким пластовым давлением.

### Литература:

1. Водорезов Д.Д. Разработка и исследование методов проектирования и контроля процесса освоения скважин с применением азота. – Тюмень, 2015.
2. Анализ эффективности технологии очистки освоения скважин с помощью колтюбинга в условиях месторождений Западной Сибири / А. Рудник [и др.] // Нефтегазовое обозрение. – 2005, Осень.
3. Третьяк А.Я., Сердюк Н.И., Кравченко А.Е. Технология применения колтюбинга: учебное пособие // Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ). – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2011 – 368 с.
4. Pinpointing Water Entries in Dead Horizontal Wells / Nawawi A. Ahmad [et al.] // Saudi Aramco Journal of Technology. – 2012, Spring.
5. Савич И., Телков В.П., Ламбин Д.Н. Комплексный подход к оптимизации процесса освоения скважин нагнетанием азота с помощью колтюбинговой установки // НТЖ: «Нефтепромысловое дело». – 2019. – № 2.

### References:

1. Vodorezov D.D. Development and study of methods for designing and controlling the process of well development using nitrogen. – Tyumen, 2015.
2. Analysis of efficiency of well development cleaning technology with coiled tubing in conditions of West siberian fields / A. Rudnik [et al.] // Neftegazovoye obozreniye. – 2005, Autumn.
3. Tretiak A.Y., Serdyuk N.I., Kravchenko A.E. Coiled Tubing Application Technology: manual / South Russian State Polytechnic University. – Novocherkassk : NRHPU (NPI), 2011 – 368 p.
4. Pinpointing Water Entries in Dead Horizontal Wells / Nawawi A. Ahmad [et al.] // Saudi Aramco Journal of Technology. – 2012, Spring.
5. Savich I., Telkov V.P., Lambin D.N. Complex approach to optimization of well development by nitrogen injection using coiled tubing unit // NTJ: Oilfield Business. – 2019. – № 2.