

АННОТАЦИЯ

диссертации, представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070800-Нефтегазовое дело
Шарауовой Айзады Балтагалиевны

"Идентификация модели буримости и прогнозирование показателей бурения горных пород (на примере месторождения Узень) долотами PDC"

Общая характеристика диссертационного исследования

Настоящая работа посвящена разработке модели буримости и прогнозированию показателей бурения породоразрушающими инструментами, работающими в режиме резания, с целью оптимизации всего бурового процесса. Выполненные экспериментальные исследования и анализ полученных данных позволили разработать методику определения констант идентификации модели буримости долотами PDC, которые учитывают технологические, технические и конструкторские параметры бурения.

Актуальность исследования заключается в том, что несмотря на резкое повышение технико-экономических показателей буровых работ с применением долот PDC и винтовых забойных двигателей для их вращения, модель буримости, учитывающая горно-геологические условия месторождения и параметры режима бурения, отсутствует. В свою очередь без модели буримости невозможно прогнозировать показатели бурения (скорость углубления забоя в любой момент времени использования инструмента и стойкость последнего). Актуальность исследований в этом направлении не вызывает сомнений, так как они направлены на разработку модели буримости долотами PDC, что позволит оптимизировать буровой процесс, прогнозировать его показатели, снизить стоимость бурения и в целом стоимость сооружения скважин.

Основная идея работы заключается в том, что:

1) при разработке модели буримости учитывался степень уменьшения ресурса каждого долота PDC, который был зарегистрирован ранее при бурении предыдущих интервалов скважин.

2) В связи с большой стойкостью PDC-долот при разработке модели буримости следует учитывать, что одно долото может быть использовано в нескольких скважинах до его полного износа.

Целью диссертационной работы является разработка математической модели буримости PDC-долот на примере её применения на месторождении Узень, и на основе разработанной модели - выдача рекомендаций по прогнозированию показателей и оптимизации бурового процесса.

В рамках настоящего исследования были поставлены и решены следующие задачи:

1. Анализ конструкции, технологии и области применения PDC-долот.
2. Анализ существующих моделей буримости и обоснование выбора метода разработки модели для PDC-долот.
3. Хронометражные наблюдения за производительностью бурения и уменьшением ресурса работы PDC-долот при углублении скважины под

эксплуатационную колонну (наибольший метраж бурения) на месторождении Узень.

4. Группировка данных по производительности PDC-долот в зависимости от времени их использования при бурении. Обработка полученных данных методами математической статистики с определением корреляционной связи между скоростью и временем использования долота.

5. Определение степени уменьшения ресурса работы PDC-долот после бурения каждого интервала под эксплуатационную колонну путем измерения скорости бурения в конце и начале интервала проходки.

6. Построение математической модели буримости PDC-долот для условий бурения скважин на месторождении Узень. С этой целью определяются теоретически и экспериментально начальная скорость бурения, темп ее уменьшения и показатель бурения, в которую возводится время бурения.

7. Разработка методики прогнозирования показателей процесса бурения и его оптимизации при использовании PDC-долот.

8. Совершенствование технологических свойств буровых растворов при использовании долота PDC.

Объект исследования – горно-геологические условия бурения нефтегазовых скважин на месторождении Узень.

Методы решения задач

Для решения поставленных задач был принят комплексный метод исследований, содержащий обобщение и анализ литературных источников, натурные и хронометражные наблюдения, обработка собранных данных об использовании PDC-долот методами математической статистики, методы математического моделирования и оптимизации, технико-экономический анализ, а также экспериментальные исследования технологических свойств буровых растворов, применяемых при бурении долотами PDC.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем

1. Получена теоретическая формула для определения скорости бурения долотом PDC, которая связывает функционально геометрию PDC резцов и размеры инструмента, осевую нагрузку и частоту вращения, а также твердость буримой породы. Выведенная формула получила подтверждение на практике.

2. Резкое снижение скорости бурения долотами PDC на заключительном этапе его уменьшения ресурса работы долота объясняется тем, что площадь контакта вооружения резко возрастает и состоит из площадей сечения алмазного слоя, твердосплавной основы и площадки сечения самого твердосплавного резца, который также начинает изнашиваться.

3. Для месторождения Узень по одной методике разработаны математические модели буримости для долот PDC и ранее применявшихся на месторождения Узень шарошечных долот. Сравнение этих породоразрушающих инструментов по основным показателям показал, что PDC-долота по производительности превышают шарошечные долота в 1,8-2 раза, а по стойкости инструмента – в 7 раз.

Научно-практическая ценность работы состоит в разработке методики моделирования углубления скважины долотами PDC, разработке рекомендаций

по определению степени уменьшения ресурса работы долот и прогнозированию их показателей в зависимости от времени работы на забое скважины, а также в совершенствовании рецептуры буровых растворов, применяемых для промывки скважин на месторождении Узень.

Реализация работы. Рекомендации внедрены для практического применения в технологии сооружения нефтедобывающих скважин на месторождении Узень.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что данная методика определения модели буримости относительно не сложная в вычислении и имеет точность в сравнении с практикой не менее 90%, содержит всего 3 константы идентификации функционально связанные с параметрами бурения и конструкцией PDC долот. На основе данной методики можно в дальнейшем, при появлении новых видов породоразрушающих инструментов, с легкостью составить математическую зависимость углубления скважины с истечением времени и оценить эффективность их работ. Особенностью работы является оптимизация бурового процесса в целом с использованием разработанной модели буримости, показывающий важность правильного использования ресурса долота, что дает не малый экономический эффект.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработана методика определения констант идентификации модели буримости для PDC долот.

2. Минимизация стоимости 1 м скважины для долот PDC достигается поиском оптимума с использованием математической модели буримости для упомянутых долот по критерию удельных эксплуатационных затрат на бурение.

3. Степень износа PDC – долот в однородном разрезе определяется отношением скоростей бурения в конце интервала времени углубления скважины к скорости бурения в начале этого интервала.

Личный вклад автора состоит в практическом выполнении работы по обзору литературы по теме диссертационной работы, постановке задач, выработке стратегии исследовательских работ, аналитических исследований по выявлению теоретических и инженерно-вычислительных решений предлагаемой модели, проведении экспериментальных исследований, обработке и анализу полученных результатов, численных исследований по оптимизации бурового процесса и подсчету соответствующего экономического эффекта.

Апробация Основные положения работы доложены и обсуждены на международных конференциях: в Ташкенте («Инновация-2017») в г.Краснодаре («Булатовские чтения», 2017), Алматы («Сатпаевские чтения», 2017).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 4 – в научных изданиях, рекомендуемых комитетом по контролю в сфере образования и науки, 2 – в научных журналах, входящих в информационную базу компании Scopus, 3 – в материалах международных конференций.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 122 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 4 разделов,

заклучения, списка литературы из 85 наименований, содержит 57 рисунка, 17 таблиц и приложения в виде дополнительных математических формул, таблиц и рисунков.

В первой главе диссертации проведен литературный обзор и анализ научно-исследовательских работ, направленных на изучение долот PDC, их конструкции, принципа работы и области их применения. Согласно проделанному литературному обзору и анализу научно-исследовательских работ авторов из разных стран мира можно сделать вывод о том, что на данный момент стоит проблема создания модели буримости долот PDC, которые стали применяться очень широко взамен шарошечных.

Во второй главе рассмотрены существующие модели буримости и их рациональный выбор для конкретных условий месторождения Узень.

В третьей главе разработана модель буримости долотами PDC при строительстве нефтегазовых скважин на месторождений Узень. Для этого определены соответствующие константы идентификации.

В четвертой обоснован экономический эффект от предложенного наивыгоднейшего времени замены изношенного долота новым. Дана сравнительная экономическая оценка шарошечных долот и долот PDC по стоимости 1 м бурения.