

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ДИНАМИКИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Тошов Ж.Б.

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент, Узбекистан

В работе даётся анализ современного состояния вопроса динамики промывочной жидкости в процессе бурения скважин, рассмотрены вопросы оптимизации процесса разрушения горной породы и вынос образуемого шлама на дневную поверхность, так как с увеличением глубин скважин эти условия все более усложняются и приводят к падению механических скоростей бурения, уменьшению проходок на долото, учащением аварийных ситуаций в форме затяжек и прихватов буровых инструментов в забоях скважине.

In the article the analysis of the current state of the problem of dynamics of the washing liquid in the process of drilling, examined the optimization of the rock breaking and removal of sludge formed to the surface, so as to increase the depth of the wells, these conditions become more complex and lead to a drop in drilling, a decrease penetrations on the bit, increase of accidents in the form of puffs and sticking drilling tools downhole.

По определению современные технологические процессы характеризуются сложностью и многообразием операций и оборудования обычно они многостадийные, протекающие с высокими скоростями, при высоких температурах и давлениях в многофазных средах [1].

Все это в полной мере относится к процессу бурения скважин. Тем не менее, бурение при сравнении с другими технологическими процессами имеет свои особенности, которые выводят этот процесс в разряд наисложнейших. И в первую очередь это обстоятельство обусловлено тем, что процесс разрушения горной породы и вынос образуемого шлама на дневную поверхность происходит в немоделируемых экспериментальных условиях. Известно лишь то, что по мере увеличения глубин

скважин эти условия все более усложняются. Последнее подтверждается падением механических скоростей бурения, уменьшением проходок на долото, учащением аварийных ситуаций в форме затяжек и прихватов буровых инструментов в забоях скважине. В этом плане весьма вероятны и ошибки в оптимизации этого процесса, что приводит к чрезмерным энергетическим и, следовательно, экономическим затратам. Вся сложность при минимизации процесса бурения в упомянутых аспектах заключается на сегодняшний день еще и в том, что он не поддается пока и математическому моделированию в целом.

В общем же случае любой технологический процесс может быть условно представлен следующими математическими выражениями (рис. 1.1)

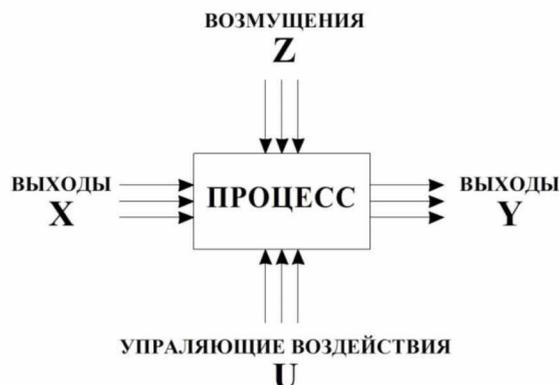


Рис. 1.1. Схема выделения основных групп, определяющих состояние процесса

$$Y = f(X, Z, U) \quad (1.1)$$

где $Y - y_1, y_2, \dots, y_n$ (выходные параметры);

$X - x_1, x_2, \dots, x_n$ (входные параметры);

$Z - z_1, z_2, \dots, z_n$ (возмущающие факторы);

$U - u_1, u_2, \dots, u_n$ (управляющие параметры).

Входные параметры измеряемы, контролируемы, но воздействовать на них нельзя. Значение их не зависит от режимных параметров процесса: например, физико-механические свойства горной породы, на забое в условиях бурения скважины.

На эти параметры можно воздействовать для управления процессом: например, параметры режима бурения.

Возмущающие факторы случайным образом изменяются во времени и не поддаются измерению, например, те же самые физико-механические свойства горных пород, внешний облик буровых долот изменяемый из-за абразивного износа их элементов, поперечных и продольных колебаний буровых инструментов, природа которых до сих пор изучена недостаточно.

Выходные параметры являются критериями оптимизации. Для процесса при сравнительном анализе работоспособности буровых долот бурения наиболее значительным и употребляемым является уже классическим критерий стоимости метра проходки в форме [2].

Но по вполне объективным причинам до 70-х годов прошлого столетия динамика буровых долот отождествлялась с динамикой вооружения. Действительно, при достаточно малых глубинах скважин динамика вооружения и являлась основой динамики буровых долот. А вследствие этого внимание исследований в основном было сосредоточено на поисках функциональных зависимостей между физико-механическими свойствами горных пород и динамикой вооружения.

Начиная с работ школ В.С. Федорова, Л.А. Шрейнера, Р.М. Эйгелеса и до настоящего времени аналитическая структура формулы механической скорости бурения от параметров режимов бурения.

$$V_M = f(P, n, Q) \quad (1.2)$$

где V_M – механическая скорость бурения, м/час;

P – осевая нагрузка на долото, тс;

n – число оборотов в минуту, об/мин;

Q – количество промывочной жидкости, л/сек.

Строилась при условии идеальной очистки забоя скважины. Считалось при этом, что промывку всегда можно обеспечить путем увеличения количества промывочной жидкости. Как правило, функциональные зависимости (1.2) строились эмпирическими методами и без учета условий на забое скважин, т.е. в условиях дневной поверхности. Естественно при этом в научных исследованиях в динамике промывочной жидкости нужды не было, т.е. она не рассматривалась как элемент общей динамики буровых долот. А в противном случае означало бы, что промывочную жидкость необходимо рассматривать как многофазную среду в контексте гидродинамических законов или искать иные пути учета влияния динамики промывочной жидкости на процессы происходящие на забое скважины, в том числе во взаимосвязи с процессом разрушения горной породы; т.е. во взаимосвязи с динамикой вооружения, являющейся функционально связанной в явной форме с конструктивными параметрами буровых долот. А, следовательно, и методология решения обратных оптимизационных задач должна была бы строиться на двух составляющих динамики буровых долот: на динамике вооружения и на динамике промывочной жидкости. Однако так вопрос не ставился и не решался, хотя гидродинамическим вопросам в процессе бурения уделялось, и особенно в последнее десятилетие уделяется достаточно много внимания. Ниже мы остановимся на этих вопросах более детально.

Восходящие потоки промывочной жидкости представляют из себя многофазные среды. В общем случае многофазные среды очень разнообразны по структуре: жидкость+жидкость, жидкость+твердые частицы, жидкость+твердые частицы+различные включения. Для нашего случая, естественно, наибольший интерес представляет многофазная среда жидкость+твердые частицы.

В многофазных средах жидкость+различные твердые и жидкие включения, при воздействии силы гравитации, течение происходит с осаждением, а также с

разделением по фазе и фракционному составу. При таких течениях профиль скоростей и концентрация характеризуются асимметричным распределением по сечению трубы.

На основании характера распределения концентрации по сечению трубы наблюдаются следующие структуры течения смесей:

1) раздельное: а) выше поверхности раздела течет одна смесь, ниже – другая с различными физико-механическими параметрами; б) сверху течет однофазная среда, снизу смесь или наоборот, например, сверху – вода, снизу – вода с твердыми частицами. Течение нефтяных смесей в нефтепроводах: легкая фаза – сверху, тяжелая – снизу;

2) кольцевое при котором на границе твердой системы образуется менее вязкая или идеальная, в ядре смесь.

На практике разделение течения имеют место в круглых, овальных и эллипсоидных трубах. Поверхность раздела между средами может иметь постоянные, переменные, волнообразные и другие формы.

После перераспределения концентрации твердых частиц по поперечному сечению трубы структура течения меняется.

Вот собственно, что показывают эксперименты. Безусловно, эти и другие, визуально наблюдаемые явления сами по себе представляют определенный интерес при сознательном поддержании гидродинамической картины процесса промывки буримой скважины.

При анализе современного состояния вопросов связанных с решением задач по оптимизации процесса промывки скважин исследователи исходят, в первую очередь, в каждом конкретном случае от назначения буровых растворов, от природы и состава буровых растворов. Если говорить о назначении

буровых растворов, то принято считать и иметь в виду при этом непрерывную очистку забоя скважины от шлама и удаление его из рабочего пространства породоразрушающего инструмента, обеспечивая максимальную возможность для разрушения горной породы, охлаждение и смазка долота и колонны бурильных труб.

Немаловажную роль играют специальные буровые растворы для кольматации стенок скважин в рыхлых породах.

Исходя из сложности, уже на стадии постановки оптимизационных задач гидродинамического процесса, очистки скважин от выбуренного шлама постоянно ведется поиск путей их решения как на фундаментальном, так и на прикладном уровнях.

Наиболее интересными в этом плане представляются исследования на базе, так называемых, вторичных эффектов и в аспекте экспериментальных наработок относительно конструкций промывочных узлов и каналов.

Литература:

1. Стеглянов Б.Л., Совершенствование методики анализа работоспособности буровых долот. - Сб. науч. тр. ВНИИЭгазпрома, Вопросы бурения скважин, разведки и разработки месторождений Северного Кавказа и Узбекистана, 1981, с. 83-86.

2. Абрамсон М.Г., Гянджумянцев П.А., Никитин С.В. Экспресс-метод сравнительной оценки показателей надежности и эффективности работы породоразрушающих буровых инструментов. РНТС, серия «Бурение», М., 1981, вып. II, с. 15-19.

3. Виноградов В.Н. и др. О взаимодействии зубьев шарошек бурового долота с забоем скважины. Труды МИНХ и ГП, «Бурение скважин малого диаметра». Гостопиздат. 1961, вып.35 с. 8-14.