УДК 550.822.622.24

ПРИЧИНА ПОГЛОЩЕНИЙ И ПОТЕРЬ ЦИРКУЛЯЦИИ БУРОВОГО РАСТВОРА НА НЕФТЯНЫХ ПЛОЩАДЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

♦♦♦♦♦

THE CAUSE OF ABSORPTION AND CIRCULATION LOSSES OF DRILLING MUD IN THE OIL FIELDS OF AZERBAIJAN

Ибрагимов Рафик Салман оглы
кандидат технических наук,
доцент,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Бахшалиуева Ширин Октай кызы
доктор философии,
Азербайджанский государственнвй
университет нефти и промышленности
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Махмудова Вафа Зейнал кызы
младший научный сотрудник
НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии»
Азербайджанского государственного
университета нефти и промышленности
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Аннотация. В статье указано, что одним из серьезных осложнений при бурении месторождения Азербайджана является поглощение бурового раствора. Поглощения и потери циркуляции можно объяснить самопроизвольным гидравлическим разрывом вследствие действия на стенки сквжаины значительных величин гидродинамического давения, превышающего давление гидравлического разрыва. Поглощение бурового раствора наблюдается, в основном, при восстановлении циркуляции бурового раствора после спуска бурильного инструмента, при проработке ствола скважины, а иногда и в процессе бурения. Цель работы выяснить причина поглощений и потерь циркуляции бурового раствора на нефтяных скважинах Азербайджана. В статье указано, что продолжая спуск инструмента на малой скорости до забоя, при небольшом расходе насосов можно восстановливать циркуляцию. По-видимому, потеря циркуляции при спуске инструмента можеть быть вызвана образованием сальника на долоте или же большой скоростью спуска инструмента. Предложен, регулирования параметров бурового раствора, главным образом, снижения предельного папряжения сдвига.

Ключевые слова: бурение скважин, буровые растворы, гидродинамического давения, поглощение, проработка ствола, осложнение, удельный вес, утяжеления.

Ibragimov Rafik Salman
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Azerbaijan State University
of Oil and Industry
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Bakshaliuova Shirin Oktay
Doctor of Philosophy,
Azerbaijan State University of Oil
and Industry
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Mahmudova Vafa Zeynal
Junior Researcher Research Institute
of Geotechnological Problems of Oil,
Gas and Chemistry
Azerbaijan State University of Oil
and Industry
rafiq.ibrahimov@yahoo.com

Annotation. The article indicates that one of the serious complications during drilling of the Azerbaijan field is the absorption of drilling fluid. Absorption and loss of circulation can be explained by spontaneous hydraulic fracturing due to the action on the well walls of significant values of hydrodynamic pressure exceeding the hydraulic fracture pressure. Absorption of drilling fluid is observed mainly when restoring the circulation of drilling fluid after lowering the drilling tool, when working the wellbore, and sometimes during drilling. The purpose of the work is to find out the cause of absorption and loss of circulation of drilling fluid in oil wells of Azerbaijan. The article indicates that by continuing to lower the tool at a low speed to the bottom, with a small pump flow rate, it is possible to restore circulation. Apparently, the loss of circulation when lowering the tool can be caused by the formation of a seal on the bit or a high speed of lowering the tool. It is proposed to regulate the parameters of the drilling fluid, mainly by reducing the ultimate shear stress.

Keywords: well drilling, drilling fluids, hydrodynamic pressure, absorption, wellbore reaming, complication, specific gravity, weighting.

Введение. За последние годы в Азербайджане бурение скважин малых диаметров находит все более широкое распротранение. В связи с этим наблюдается тенденция к уменьшению зазоров между спускаемыми обсадными колоннами и стенками скважины.

Эти скважины пробурены на осложненных площадях, где применяются буровые растворы большого удельного веса с высокмими структурно-механическими свойствами. По нашему мнению, указанные случаи поглощения и потери циркуляции можно

объяснить самопроизвольным гидравлическим разрывом вследствие действия на стенки скважины значительных величин гидродинамического давения, превышающего давление гидравлического разрыва [1, 3, 9, 11].

Цель работы. Выяснить причина поглощений и потерь циркуляции бурового раствора на нефтяных скважинах Азербайджана.

Материалы и методы. Одним из серьезных осложнений при бурении месторождения Азербайджана является поглощение бурового раствора. В период 2000–2015 гг. наблюдалось поглощение бурового раствора в 65 скважинах.

Установено, что потери циркуляции приурочены к балаханской свите, свите «I перерыва» и НКП свите. Эти пласты характеризуются развитой системой трещиноватости. Установлено, что все скважины, в которых наблюдались поглощения, расположены в зонах нарушения [12].

Поглощение бурового раствора наблюдается, в основном, при восстановлении циркуляции бурового раствора после спуска бурильного инструмента, при проработке ствола скважины, а иногда и в процессе бурения. Имеются случаи поглощения в скважинах во время спуска бурильного интсрумента на большой скорости, при этом оно выражается в том, что при спуске из скважины буровой раствор совсем не выходит или же выходит частично [7, 8, 11].

Ниже приводятся некоторые данные по нескольким скважинам, в которых наблюдались поглощения. Скважина № 656 до глубины 804 м пробурена без каких-либо осложнений. На глубине 804 м, при прохождении свиты «I перерыва» произошла потеря циркуляции. Буровой раствор имел удельный вес 1,42 г/см^3, вязкость – 130 сек по СПВ-5.

Уход произошел во время бурения при давлении на насосе 8,0–9,0 МПа

Несмотря на неоднократную заливку, при переходе на роторное бурение наблюдалось сильное поглощение раствора – интенсивность 20 м^3/сут. Поглощение раствора при проработке отмечено в скважинах № 656, 379, 519, 593, 520, 416 и других. Например, в скважине № 623 во время проработки в интервале 600–1192 м произошел уход ратсвора при удельном весе 1,60 г/см^3, чего не наблюдалось во время других работ.

При проработке скважины № 623 величина гидродинамического давления достигла 220,7 кг/см^2, что соответствует удельному весу бурового раствора 1,94 г/см^3 и может привести к разрыву пласта балаханской свиты.

Характерна скважина № 546, если в процессе бурения поглощение происходило при удельном весе бурового раствора 1,44–1,48 г/см^3, то при проработке ствола в тех же интервалах, при которых в процессе бурения наблюдалось поглощение, уход возник при удельном весе бурового раствора 1,40–1,42 г/см^3 почти при одинаковых других параметрах.

Такое же положение наблюдалось в скважине № 445, при проводке которой с глубины 585 м произошло поглощение при удельном весе бурового раствора 1,38 г/см^3. В дальнейшем удельный вес бурового раствора был увеличен до 1,48 г/см^3, что привело к росту интенсивности поглощения. В последствие, при проработке роторным способом в интервале 535–935 м, для подготовки ствола скважины под забойную заливку, отмечалось сильное поглощение.

Несмотря на снижение удельного веса бурового раствора до 1,30 г/см^3 существенного изменения интенсивности поглощения не произошло.

В ряде скважин (№ 379, 756, 623, 520 и других) поглощение наблюдалось при восстановлении циркуляции после спуска инструмента.

В скважине № 379 после спуска инструмента до забоя во время продавки раствора при давлении 8,5–9,0 МПа началось поглощение. Пришлось инструмент поднять в башмак. Второй раз поглощение в этой скважине наблюдалось после спуска инструмента на глубину 1200 м во время продавки для восстановления циркуляции при удельном весе раствора 1,54 г/см^3 и давлении 6,0 МПа. Всего было поглощено 20 м^3 раствра.

Сильные уходы происходили при бурении долотом диаметром 215,9 мм применением турбобуров ТС 5А-7 1/2" и 5 9/16" бурильного инструмента.

Отмечено, что интенсивность поглощения с увеличением механической скорости растет. Это вполне естественно, т.к. с увеличением скорости бурения повышается гидродинамическое давление [13, 14].

Аналогичные уходы и поглощения наблюдаются при бурении на площади Мишовдаг Азербайджана. Здесь поглощения в основном имеют место при восстановлении циркуляции после спуска инструмента в скважину, при расширении и проработке ствола, при повышенных значениях раствора, при уменьшении зазора между стенками скважины и колонной труб, спускаемой в скважину, а также при наматывании на долото сальника [2, 10]. Поглощающие пласты залегают до глубины 600 м.

На глубину 300 м спускается 10 3/4" кондуктор, после спуска которого интервал в 300–600 м, состоящий из трещиноватых пород, остается неперекрытым.

Поглощение наблюдается после утяжеления глинистого раствора до 1,50 г/см^3 и выше. Приведем несколько примеров.

В скважине № 174 10 3/4" кондуктор был спущен на глубину 278 м, при забое скважины 1310 м и параметрах бурового раствора γ=1,60 г/см^3, вязкости 80 сек по СПВ-5. Во время продавки для восстановления циркуляции после спуска инструмента при давлении на выкиде бурового насоса 7,0–8,0 МПа наблюдалось поглощение.

В скважине № 220 10 3/4", кондуктор был спущен на глубину до 278 м при забое 1359 м. После спуска инструмента (давление 7,0 МПа) при продавке наблюдалось поглощение бурового раствора при γ = 1,54 г/см^3, вязкости «нетекучей». Закачав 120 м^3 бурового раствора и одновременно вращая инструмент, восстановили циркуляцию.

В скважине № 177 10 3/4" кондуктор был спущен на глубину 300 м при забое 1242 м параметрах бурового раствора: γ = 1,64 г/см^3, вязкости 110 сек по СПВ-5. Во время спуска инструмента, не доходя 5 свечей до забоя, выход бурового раствора из скважины прекратился. Путем расхаживания и вращения бурильной колонны и закачки раствора в скважину удалось восстановить циркуляцию. Продолжая спуск инструмента на малой скорости до забоя, при небольшом расходе насосов продавили и восстановили циркуляцию. В дальнейшем в этой скважине поглощения не наблюдалось.

По-видимому, потеря циркуляции при спуске инструмента была вызвана образованием сальника на долоте или же большой скоростью спуска. Аналогичные случаи поглощения бурового раствора при спуске инструмента, восстановлении циркуляции после спуска и при проработке имели место и в других скважинах [4, 8].

Характерным примером гидроразрыва вследствие увеличения гидродинамического давления из-за уменьшения зазора может служить скважина № 45 (Мишовдаг).

Проводка этой скважины после спуска 11 3/4" технической колонны на глубину 1986 м осуществлена без каких-либо осложнений.

В результате начавшихся газопроявлений удельный вес бурового раствора постепенно повышали. Несмотря на это, на глубине 2557 м во время бурения раствор перебило газом и удельный вес его снизился с 2,03 до 1,76 г/см^3, что вынудило увеличить удельный вес бурового раствора до 2,14–2,20 г/см^3.

Интервал 2560–2578 м пробурили с раствором удельного веса 2,34 г/см^3, вязкостью «нетекучей», τ_0 = 200 мг/см^2. Во время проработки интервала 2500–2578 м в скважине было незначительное поглощение. Это привело к некоторому снижению удельного веса бурового раствора – до 2,22–2,28 г/см^3. При этом компоновка низа была следующей: долото трехшарошечное диаметром 269,9 мм, УБТ-176 мм 2 свечи и 5 9/16" бурильные трубы.

При бурении этого интервала осложнения, главным образом, заключались в выходе пачек перебитого газом бурового раствора в процессе восставноления циркуляции после подъема и спуска бурильного инструмента.

Интервал 3103–3320 м пробурен при γ = 2,30 г/см^3, вязкости 130 сек по СПВ-5, τ_0 = 200 мг/см^2. На этой глубине скважина была закончена и в нее спустили 6 5/8" эксплуатационную колонну. При спуске эксплуатационной колонны после выхода из-под башмака циркуляции не было; восстановить ее на забое, как и следовало ожидать, не удалось.

Результаты и обсуждение. Закачиваемый раствор вначале при давлении 13,0 МПа, потом 9,0 МПа, поглощало, в результате чего обсадную колонну зацементировать не удалось.

Как видно, при бурении величина гидродинамического давления была близка к градиенту геостатического давления [5, 6].

Иногда эквивалентный удельный вес бурового раствора превышает величину градиента геостатического давления, в некоторых же случаях он несколько меньше давления разрыва. Поглощения и уходы в этих скважинах, по всей вероятности, связаны с перемещением жидкости из скважины в трещины, что в основном имеет место в том случае, когда трещины насыщены газом и в результате сжимаемости последнего происходит перемещение. Поглощения и уходы могут происходить при меньшем давлении, в случаях, когда имеет место повторный гидравлический разрыв пластов [9].

Выводы.

Для предупреждения резкого повышения гидродинамического давления на стенки скважины при восставнолении циркуляции бурового раствора после спуска интсрумента, при проработке ствола и расширении в тех районах, где увеличение гидродинамического давления ведет к гидравлическому разрыву вести нижеперечисленные работы:

1) регулирования параметров бурового раствора, главным образом, снижения предельного папряжения сдвига;

2) регулирования величины гидродинамического давления на стенки скважины путем подъема, опускания или же вращения бурильного инструмента, изменения скорости спуска, более плавного запуска насосов, изменением количества подаваемой в скважину жидкости и т.д.;

3) определения зазоров между стенками скважины и турбобуром, утяжеленными и обычными бурильными трубами и обсадными колоннами.

Литература

1. Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С.А. Шаманов. – 2003.
2. Воларович М.П. К вопросу о течении вязкопластических жидкостей / М.П. Воларович, А.М. Гуткин. – М. : Недра, 1971. – С. 230.
3. Ильницкая Е.И. Свойства горных пород и методы их определения. – М. : Недра, 1973.
4. Овчинников В.П. Современные составы буровых растворов. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 156 с.
5. Кистре Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. – М. : Недра, 1972. – С. 392.
6. Спивак А.И. Разрушение горных пород при бурении скважин / А.И. Спивак, А.Н. Попов. – М. : Недра, 1994.
7. Сидоров Н.А. Осложнения при бурении скважин / Н.А. Сидоров, Г.А. Ковтунов. – М. : Гостоптехиздат, 1959.
8. Руководство по технологии бурения, предупреждению аварии и осложнение при проводке скважин (РД39-0147213-017-91) / М.К. Сеид-Рза [и др.]. – Баку : АзНИПИнефть, 1991.
9. Ржевский В.В. Основы физики горных пород / В.В. Ржевский, Г.Я. Новик. – М. : Недра, 1978. – 390 с.
10. Норман Дж. Хайн. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 752 с.
11. Миловзоров А.Г. Бурение скважин малым диаметром // Мат. Всерос. науч. конф. – 2019. – С. 93–99.
12. Мирзаджанзаде А.Х. Временная инструкция по предупреждению осложнений, связанных с изменением гидродинамических давлений при бурении нефтяных и газовых скважин / А.Х. Мирзаджанзаде, А.А. Мовсумов, Я.И. Сафаров. – Баку : АзНИИбурнефть, 1970.
13. Бурение нефтяных и газовых скважин / Р.А. Шацов [и др.] // Гостоптехиздат. – 1980. – С. 219.
14. Шищенко Р.И. Гидравлика глинистых растворов. – Баку : Азернефтиздат, 1951.

References

1. Bulatov A.I. Engineering and Technology of Drilling Oil and Gas Wells / A.I. Bulatov, Yu.M. Proselkov, S.A. Shamanov. – 2003.

2. Volarovich M.P. On the Flow of Viscoplastic Fluids / M.P. Volarovich, A.M. Gutkin. – M. : Nedra, 1971. – P. 230.
3. Ilnitskaya E.I. Properties of Rocks and Methods for Their Determination. – M. : Nedra, 1973.
4. Ovchinnikov V.P. Modern Compositions of Drilling Fluids. – Tyumen : Tyumen State Oil and Gas University, 2013. – 156 p.
5. Kistre E.G. Chemical treatment of drilling fluids. – M. : Nedra, 1972. – P. 392.
6. Spivak A.I. Destruction of rocks during well drilling / A.I. Spivak, A.N. Popov. – M. : Nedra, 1994.
7. Sidorov N.A. Complications during well drilling / N.A. Sidorov, G.A. Kovtunov. – M. : Gostoptekhizdat, 1959.
8. Guide to drilling technology, accident prevention and complications during well drilling (RD39-0147213-017-91) / M.K. Seid-Rza [et al.]. – Baku : AzNIPIneft, 1991.
9. Rzhevsky V.V. Fundamentals of rock physics / V.V. Rzhevsky, G.Ya. Novik. – M. : Nedra, 1978. – 390 p.
10. Norman J. Hein. Geology, Exploration, Drilling and Production of Oil. – M. : Olimp-Business JSC, 2008. – 752 p.
11. Milovzorov A.G. Drilling Small-Diameter Wells // Proceedings of the All-Russian Scientific Conference. 2019. – P. 93–99.
12. Mirzajanzade A.Kh. Temporary Instructions for the Prevention of Complications Associated with Changes in Hydrodynamic Pressures During Drilling Oil and Gas Wells / A.Kh. Mirzajanzade, A.A. Movsumov, Ya.I. Safarov. – Baku : AzNIIburneft, 1970.
13. Drilling Oil and Gas Wells / R.A. Shatsov et al. // Gostoptekhizdat. – 1980. – P. 219.
14. Shishchenko R.I. Hydraulics of clay solutions. – Baku : Azerneftizdat, 1951.