УДК 622.24

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ

METHODS OF DECREASE IN FRICTION FORCES WHEN DEVELOPING FIELDS BY HORIZONTAL WELLS

Резников Андрей Владимирович
студент-бакалавр,
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова
13050465@mail.ru

Онофриенко Сергей Александрович
старший преподаватель,
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова
13050465@mail.ru

Reznikov Andrey Vladimirovich
Student bachelor,
Southern Russian state polytechnical university (NPI) of M.I. Platov
13050465@mail.ru

Onofriyenko Sergey Aleksandrovich
Senior teacher,
Southern Russian state polytechnical university (NPI) of M.I. Platov
13050465@mail.ru

Аннотация. При бурении скважин с горизонтальным окончанием необходимо решать проблемы, связанные с прихвато-опасностью бурильных колонн (БК). В данной статье рассмотрены методы снижения сил трения, которые в свою очередь позволят снизить вероятность прихватов в процессе бурения наклонно-направленных скважин (ННС) с горизонтальным участком. В работе представлена классификация основных методов снижения сил трения БК о стенки промежуточной обсадной колонны (ОК), которая позволяет обосновать с научной точки зрения и выбрать соответствующий метод для снижения сил трения.

Ключевые слова: горизонтальное окончание наклонно-направленных скважин, ННС, ГС, бурильная колонна (БК), силы трения, химические методы снижения сил трения, механические методы снижения сил трения, классификация методов снижения сил трения.

Annotation. At well-drilling it is necessary to solve the problems connected with prikhvato-danger of the boring columns (BC) with the horizontal termination. In this article methods of decrease in friction forces which in turn will allow to reduce probability of holding straps in the course of drilling of the inclined directed wells (IDW) with the horizontal site are considered. In work classification of the main methods of decrease in friction forces of BQ about walls of an intermediate upsetting column is presented (OK) which allows to prove from the scientific point of view and to choose the corresponding method for decrease in friction forces.

Keywords: horizontal termination of the inclined directed wells, NNS, GS, the boring column (BC), friction forces, chemical methods of decrease in friction forces, mechanical methods of decrease in friction forces, classification of methods of decrease in friction forces.

Сейчас самым перспективным и востребованным методом добычи нефти с практически полным ее извлечением из недр земли является разработка месторождений нефти и газа системой горизонтальных скважин. Особую актуальность это приобретает для месторождений со сложным геологическим строением продуктивных залежей и на поздней стадии их разработки. Такая технология добычи соответствует всем требованиям со стороны экологии и охраны окружающей среды, однако, существуют некоторые проблемы, возникающие в процессе бурения горизонтальных участков. Одна из них – увеличение шанса прихватов БК при наклонно-направленном и горизонтальном бурении.

Опыт бурения скважин с горизонтальным окончанием показывает, что одной из основных причин, приводящей к низким ТЭП является зависание бурильной колонны на стенках скважины, вызванное прихватом скважинного инструмента, колонны труб и другого технологического оборудования. Основной фактор, способствующий дифференциальному прихвату – значительная сила трения БК о стенки промежуточной ОК или ствола скважины. По этой причине в некоторых случаях возникают условия, при которых продолжать бурение невозможно и начинаются аварийные работы. [6]

Одним из направлений снижения затрат энергии при СПО, предупреждения затяжек и прихватов бурильных колонн и приборов в скважинах является повышение смазочных свойств буровыхрастворов. Зарубежный и отечественный опыт показывает, что применение промывочных жидкостей с улучшенными антифрикционными (противоприхватными) свойствами оказывает положительное влияние на работоспособность ПРИ, следовательно, влияет на ТЭП бурения.

В таблице 1 представлена классификация методов снижения сил трения БК о стенки скважины в процессе бурения вертикальных, наклонно-направленных скважин, а также горизонтальных скважин.

Таблица 1 – Классификация методов снижения сил трения бурильной колонны о стенки скважины

| Методы снижения сил трения | | |

Также в растворы можно добавлять химические соединения на основе предельных и непредельных карбоновых кислот, а также их производных. Например, СМАД-1, частично омыленные жирные кислоты (ОЖК), омыленные омедненные жирные кислоты (ОЖКМ), СПРИНТ и т.д.

Оптимальное содержание смазочной добавки СМАД-1 в буровом растворе средней плотности – 1–2 %, а в утяжеленном – 2–4 %. В результате проведенных испытаний по применению СМАД-1 был сделан вывод, что эта смазочная добавка позволяет увеличить проходку на долото на 30–40 %, повысить механическую скорость бурения на 25 %, сократить количество прихватов а также время, необходимое для их устранения. Эффективность данного химического реагента увеличивается, если в паре с ним использовать графит. Но, применение СМАД-1 ограничивается высокой температурой застывания реагента, низкой стойкостью к солевой агрессии, щелочностью. Смазочная добавка СПРИНТ, разработанная во ВНИИКРнефть, при введении которой в буровой раствор 0,3...0,5 % достигается снижение коэффициента сдвига корки – 60...80 %, а коэффициента трения – 50...60 %. Основным недостатком смазочной добавки СПРИНТ является снижение плотности бурового раствора из-за пенообразования и необходимость применения антивспенивателей [1, 2].

На сегодняшний день известны смазочные добавки, полученные на основе продуктов растительного и животного происхождения и прошедшие промысловые испытания, такие как: легкое талловое масло (ЛТМ), гудроны соапстока растительных или животных жиров, а также их смеси (СГ), растительное масло борносиликатное (РАМБС), смазочная добавка экологически безвредная (СДЭБ).

Согласно проведенным исследованиям, ЛТМ является хорошей смазочной добавкой, позволяющей снизить липкость фильтрационной корки, а также повысить противоизносные свойства раствора. Концентрация в буровом растворе – 0,5–4 % по объему, в зависимости от типа и плотности бурового раствора и желаемой величины коэффициента трения. По мере углубления скважины часть реагента адсорбируется на поверхности выбуренного шлама и стенках скважины, поэтому требуются периодические дообработки раствора для поддержания требуемой концентрации реагента и смазывающей способности раствора. ЛТМ позволяет снизить коэффициент трения в системе «буровой инструмент – стенки скважины (обсадной колонны)», существенно уменьшает опасность возникновения дифференциальных прихватов, снижает интенсивность сальникообразования, моменты при вращении колонны бурильных труб, облегчает движение бурового инструмента, особенно в субгоризонтальных и горизонтальных участках ствола скважины, увеличивает срок службы буровых долот и обеспечивает рост скоростей бурения. Согласно проведенным промысловым испытаниям было установлено, что применение ЛТМ позволяет снизить коэффициент трения 0,5 %-го водного раствора – не менее 80 %.

Известны смазочные добавки на основе отходов рыбожирового производства. Согласно проведенным исследованиям содержание смазочной добавки в буровом растворе 0,3...1,0 % обеспечивает снижение коэффициента трения на 30...50 % по сравнению с исходным глинистым раствором, что соответствует значениям коэффициента трения при содержании в растворе 5...17 % нефти. Использование РЖС в комбинации с графитом 1:1 позволяет сократить расход РЖС на 30...50 % [2].

Разработаны и прошли промысловые испытания смазочные добавки СДЭБ и РАМБС. Оптимальная величина ввода добавок – 0,5...1 % от объема бурового раствора. Испытания в Тюменской области показали возможность 1,5...2 кратного уменьшения коэффициентов трения при добавке в раствор 0,7…1 % РАМБС-3.

Применение вышеперечисленных смазочных добавок ограничено в связи с экологическими трудностями, то есть загрязнением окружающей среды и шлама углеводородами.

За рубежом наиболее известными являются добавки серии Radeageen бельгийской фирмы «Олеон» – EBL, EME-Sweet, EME salt, DreelFree, K-LUBE и др. Например, добавка DreelFree в количестве 0,5 % об.в глинистый раствор плотностью 1150 кг/м^3 позволяет снизить коэффициент трения до 40 %. Для повышения смазочных и противоприхватных свойств фильтрационной корки в буровых растворах, как за рубежом, так и в России, используется также малотоксичный американский реагент LUBE-167 фирмы M-I DRILLING FLUIDS. Использование реагента LUBE-167 в качестве смазочной добавки к буровым растворам позволяет уменьшить опасность возникновения прихватов до 40 %. Смазочные добавки импортного производства, как правило, удовлетворяют требованиям технологии бурения скважин, но из-за высокой стоимости их применение на территории России ограничено [10].

На основании обобщения применяемых методов снижения коэффициента трения бурильной колонны о стенки скважины предложена их классификация (табл. 1). Химические методы базируются на применении промывочных жидкостей с улучшенными противоприхватными свойствами, достигаемыми вводом в них смазочных добавок. К механическим методам относятся технические устройства, включаемые в компоновку низа бурильной колонны: осцилляторы, вибродемпферы, вибраторы, яссы и т.д. Яссы способствуют безаварийной проходке скважин, ликвидации возникающих прихватов, но из-за высокой стоимости они широкого применения в условиях России не нашли. Центраторы служат для уменьшения прогиба бурильной колонны, площади соприкосновения со стенками скважины и т.д. Но они ориентированы на достаточно протяжённые участки бурильных колонн, а места локальных концентраций напряжений, приводящих к прихватоопасности бурильных труб, остаются не защищёнными. Поэтому необходимы дальнейшие разработки технических устройств с продольными перемещениями для устранения трения и снижения прихватоопасности на проблемных участках.

Выводы

Таким образом, предлагаемая авторами классификация позволяет научно обосновать и выбирать наиболее приемлемый метод для снижения силы трения бурильной колонны о стенки скважины в процессе бурения вертикальных, наклонно-направленных скважин, а также скважин с горизонтальными окончаниями для снижения прихватоопасности бурильных труб.

Литература:

1. А.Я. Третьяк, В.Ф. Чихоткин, Ю.М. Рыбальченко. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие. – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2010. – 270 с.
2. А.Я. Третьяк, Ю.М. Рыбальченко. Теоретические исследования по управлению буровым раствором в осложненных условиях // Изд-во Вузов Сев.-Кавказ. регион. технич. науки. – 2006. – № 7. – С. 61–69.
3. Патент № 2405909 РФ. МПК E21 B31/107. Механический ясс / И.Х. Махмутов, Д.В. Страхов, Р.З. Зиятдинов, М.Ф. Асадуллин, В.Б.Оснос; Заявлено 11.09.2009. Опубликовано 10.12.2010.
4. Патент № 2347796 РФ. МПК C 09 K8/035. Смазочный реагент для буровых промывочных жидкостей «СТ-7» и способ его получения / С.В. Гудин, Е.Б. Годунов // Заявлено 04.05.2007. Опубликовано 27.02.2009.
5. В.В. Попов, И.А. Богуш, А.Я. Третьяк, О.В. Савенок, А.В. Лаврентьев. Поиск, разведка и эксплуатация месторождений нефти и газа : учебник. – ЮРГПУ (НПИ) и КубГТУ, 2015. – 343 с.
6. А.Я. Третьяк, О.В. Савенок, В.В. Швец. Охрана труда и техника безопасности при поисках и эксплуатации месторождений углеводородного сырья : учебник. – ЮРГПУ (НПИ) и КубГТУ, 2016. – 226 с.
7. Патент № 2386656 РФ. МПК C 09 K8/28. Буровой раствор для строительства скважин в осложненных условиях, преимущественно для бурения пологих и горизонтальных скважин / Ю.В. Фефелов, Д.В. Карасев, А.М. Нацепинская, Ф.Н. Гребнева, О.В. Гаршина, И.Л. Некрасова, А.Н. Зубенин, М.Н. Кардышев; Заявлено 13.11.2008. Опубликовано 20.04.2010.
8. Патент № 2105783 РФ. МПК C09 K7/06. Смазочный реагент к буровым растворам / Н.Г. Кашкаров, Н.Н. Верховская, А.А. Рябоконь, А.Н. Гноевых, Е.А. Коновалов, В.И. Вяхирев. Заявлено 30.05.1996. Опубликовано 27.02.1998.
9. Патент № 2186083 РФ. МПК C09 K7/02. Композиционный реагент для буровых растворов / Г.В. Крылов, В.Ф. Штоль, Н.Г. Кашкаров, Е.А. Коновалов, В.А. Бондарь, Н.Н. Верховская, Т.А. Грошева. Заявлено 12.07.2000. Опубликовано 27.07.2002.
10. Петров Н.А., Конесев Г.В., Давыдова И.Н., Кореняко А.В. Исследование реагента LUBE-167 в качестве смазочной добавки к буровым растворам // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2007. – № 1. – С. 9. – URL : http://www.ogbus.ru/authors/PetrovNA/PetrovNA_9.pdf

References:

1. A.Ya. Tretiak, V.F. Chikhotkin, Yu.M. Rybalchenko. Development and operation of oil and gas fields : manual. – Novocherkassk : YuRGPU (NPI), 2010. – 270 p.
2. A.Ya. Tretiak, Yu.M. Rybalchenko. Theoretical researches on management of drilling mud fluid in the complicated conditions // Publishing house of Higher education institutions Sowing. - Caucasus. region. tex. sciences. – 2006. – No. 7. – P. 61–69.
3. Patent № 2405909 of the Russian Federation. MPK E21 B31/107. Mechanical yass / I.H. Makhmutov, D.V. Strakhov, R.Z. Ziyatdinov, M.F. Asadullin, V.B. Osnos; It is declared 9/11/2009. It is published 12/10/2010.
4. Patent № 2347796 of the Russian Federation. MPK C 09 K8/035. Lubricant reagent for boring flushing ST-7 liquids and a way of his receiving / S.V. Gudin, E.B. Godunov // It is declared 5/4/2007. It is published 2/27/2009.
5. V.V. Popov, I.A. Bogush, A.Ya. Tretiak, O.V. Savenok, A.V. Lavrentyev. Search, investigation and operation of oil and gas fields : textbook. – YuRGPU (NPI) and KUBGTU, 2015. – 343 p.
6. A.Ya. Tretiak, O.V. Savenok, V.V. Shvets. Labor protection and safety measures by searches and operation of fields of hydrocarbonic raw materials : textbook. – YuRGPU (NPI) and KUBGTU, 2016. – 226 p.
7. Patent № 2386656 of the Russian Federation. MPK C 09 K8/28. Drilling mud fluid for construction of wells in the complicated conditions, mainly for drilling of flat and horizontal wells / Yu.V. Fefelov, D.V. Karasyov, A.M. Natsepinskaya, F.N. Grebneva, O.V. Garshina, I.L. Nekrasova, A.N. Zubenin, M.N. Kardyshev; It is declared 11/13/2008. It is published 4/20/2010.
8. Patent № 2105783 of the Russian Federation. MPK C09 K7/06. Lubricant reagent to boring solutions / N.G. Kashkarov, N.N. Verkhovskaya, A.A. Ryabokon, A.N. Gnoyevykh, E.A. Konovalov, V.I. Vyakhirev. It is declared 5/30/1996. It is published 2/27/1998.
9. Patent № 2186083 of the Russian Federation. MPK C09 K7/02. Composite reagent for boring solutions / G.V. Krylov, V.F. Shtol, N.G. Kashkarov, E.A. Konovalov, V.A. Bondar, N.N. Verkhovskaya, T.A. Grosheva. It is declared 7/12/2000. It is published 7/27/2002.
10. Petrov N.A., Konesev G.V., Davydova I.N., Korenyako A.V. Issledovaniye of LUBE-167 reagent as lubricant additive to boring solutions // Online scientific magazine «Neftegazovoye Delo». – 2007. – № 1. – P. 9. – URL : http://www.ogbus.ru/authors/PetrovNA/PetrovNA_9.pdf