

УДК 622.245.4

А.И. Аджам**A.I. Ajam**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ПРОБЛЕМА ПРИХВАТОВ БУРИЛЬНЫХ И ОБСАДНЫХ КОЛОНН

ANALYSIS OF DRILLING AND CASING COLUMNS

Прихваты трубы – серьезная проблема для нефтяной промышленности, и она усугубляется по мере бурения более сложных горизонтальных и наклонно-направленных скважин. Представлены причины возникновения этой проблемы и способы ее избежать. Основным инструментом для открепления трубы является система ускорителя и ясса, создающая сильный толчок, распространяющийся по бурильной трубе. Одна из основных проблем заключается в том, чтобы над яссом располагается молоток для обеспечения сильного удара. Обычно это делается путем установки тяжелой бурильной трубы между ускорителем и яссом. Статья посвящена анализу эффективности применения яссов в составе КНБК.

Ключевые слова: укрепление скважин, прихваты, бурение, яссы, горизонтальная скважина, наклонно-направленная скважина.

Stuck pipe is a major problem in the oil industry and it gets bigger as more complex horizontal and directional wells are drilled. The causes of this problem and the ways to avoid it are presented. The main tool for detaching the pipe is the accelerator and jar system, which creates a strong push through the drill pipe. One of the main problems is having a hammer above the jar sufficient to provide a strong impact. This is usually done by installing a heavy drill pipe between the booster and the jar. This article is devoted to the analysis of the effectiveness of the use of jars in the BHA.

Keywords: well strengthening, tacking, drilling, jars, horizontal well, directional well.

По данным анализа государственной компании в России, проблемы с прихватами труб составили 38 % незапланированного времени при бурении 206 скважин (рис. 1). Это незапланированное время составляет 25 % от времени бурения и потери 175,0 млн \$ США [1].

Прихват – это невозможность беспрепятственно вращать либо производить спуск, подъем бурильной колонны, возможна потеря циркуляции бурового раствора. При невозможности ликвидации прихвата его осложнения могут привести к потере всей скважины. На появление прихвата влияет множество факторов. Состояние геологических залежей горной породы, ее состав, интервал, на котором получили прихват, вид и тип прихвата также во многом зависят от правильно подобранной буровой жидкости и её рецептуры.

В месте контакта долота возникает большая температура при срезании горной породы, в эти моменты буровой раствор подвергается колоссальным температурным перегрузкам, что пагубно влияет на качество буровой жидкости.

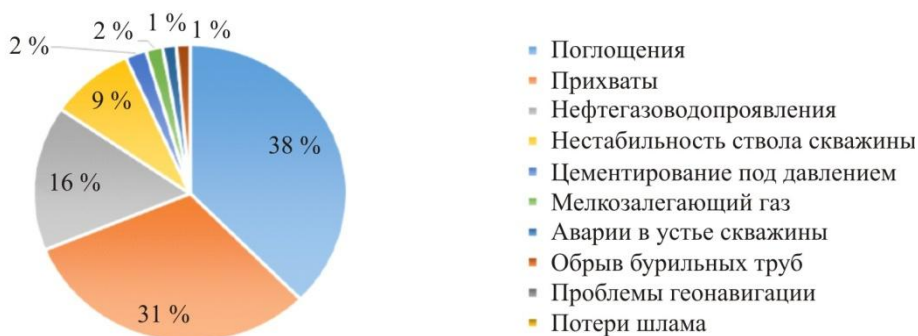


Рис. 1. Аварии на скважинах в 2018 г.

Прихват можно получить при большом угле скважины из-за недостатка или переизбытка смазочных веществ. Немаловажную роль в его появлении играет человеческий фактор. Появлению прихвата при спускоподъёмных операциях предшествуют затяжки, при бурении – увеличение момента на роторе, связаны они между собой обвалами или попаданием инструмента в большие каверны, пробуренные на большом литраже в неустойчивых породах, без соблюдения условий спуска обсадной или бурильной колонны. Каждый прихват индивидуален, ликвидация прихвата и его последствий отличаются друг от друга; это и применение различных инструментов, и химических реагентов путем прокачки химических жидкостей в интервал, определенный расчетным путем. При прихвате на большой глубине нужно учитывать немало факторов (вес на крюке, длина бурильной колонны, состав бурильной колонны, параметры раствора, при котором случился прихват, возможные геологические осложнения на данном интервале и т.д.).

Виды прихватов: дифференциальный, радиальный, механический, геологический.

Дифференциальный прихват

Дифференциальный прихват может возникнуть в зоне проницаемых пород песчаника, продуктивного пласта. Причиной данного прихвата может служить плохое качество или неправильно подобранный буровой раствор в местах с опасностью получения прихвата или с геологическими особенностями месторождения.

Фактором, влияющим на появление дифференциального прихвата, является глинистая корка стенок скважины, большая фильтрационная корка, к которой прижимается буровой инструмент в ходе бурения или спускоподъ-

ёмных операций. Прихват может возникнуть из-за разности давлений между пластовым и забойным. Чем дальше происходит фильтрация бурового раствора, тем больше будет толщина фильтрационной корки и тем больше вероятность получить прихват именно в том месте, где фильтрация была максимальной. При бурении твердых пород в растворе возрастает количество твердой фазы, что в свою очередь влияет на фильтрационную корку, она становится более твердой и проницаемой.

Бурение в интервалах песчаника при большом литраже, неправильно подобранных втулках на насосе может создать мощную фильтрационную корку, и произойдет прихват КНБК при бурении скважины. Варианты ликвидации прихвата: снизить плотность бурового раствора или установить промежуточную колонну, возможна установка потайной колонны (пластырь). Если прихват возник в песчаниках и компоновка остается длительное время без движения, то это значительно ухудшает ситуацию по освобождению компоновки из зоны прихвата. В этой зоне происходит набухание фильтрационной корки, тем самым усложняя степень прихвата зоны бурильной колонны.

Методы устранения дифференциального прихвата. Нарботка высоковязкой пачки для прогонки по стволу скважины служит для вымывания шлама из ствола скважины, для наработки фильтрационной корки ствола. В интервале – установка нефтяных ванн для увеличения смазывающих свойств бурового раствора, частичного разжижения глинистых пород, создания благоприятной среды путем выравнивания давления в зоне прихвата инструмента. Сбивание инструмента путем его резких остановок, что дает инструменту волновые толчки для отлипания в зоне прихвата буровой трубы; шевеление инструмента производится непрерывно в течение определенного времени либо каждые 2–3 минуты производится расхаживание инструмента. Соблюдение режима «СПО». Согласно плану скважины, необходимо соблюдать скорость подъема инструмента, скорость спуска в определенных интервалах скважины для исключения заклинивания инструмента или полной разгрузки инструмента.

Радиальный прихват

Радиальный прихват образуется в тех местах, где угол скважины достаточно сильный, в этой зоне плохо проработали ствол скважины или оставили инструмент без движения на долгое время, что привело к радиальному прихвату. При бурении в глинистых породах возможно прилипание к стенкам скважины буровой колонны, некачественный раствор и его отклонения от проектного могут привести к потере инструмента вплоть до ликвидации всей скважины. Чтобы избежать такого прихвата, нужно следить за параметрами бурового раствора или восстановить его параметры до проектных. Путем расхаживания пытаться извлечь инструмент из опасной зоны. На рис. 2 изображен радиальный прихват.

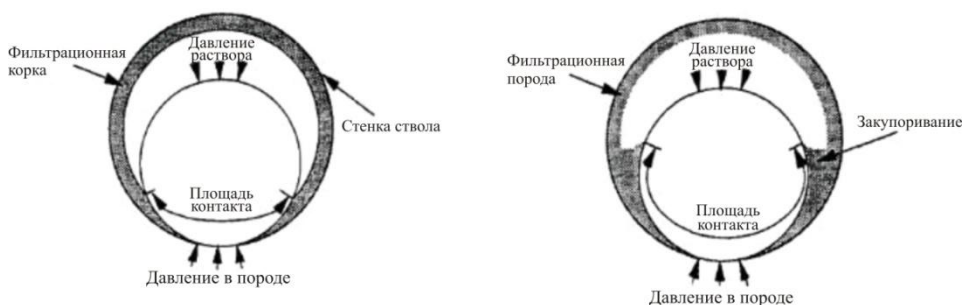


Рис. 2. Радиальный прихват колонны

Возможности определения радиального прихвата: увеличение момента на роторе при бурении скважины; бурильщику нужно внимательно следить за изменяющимися показаниями на мониторе и быть готовым к тому, что сигнал идет с запозданием в зависимости от глубины бурильной колонны. В отличие от других прихватов циркуляция бурового раствора не теряется, и можно практически сразу предугадать характер прихвата [2–5].

Одним из факторов появления прихвата является остановка инструмента на длительное время без движения в нестабильных горных породах. Важным фактором является буровая жидкость, а точнее ее фильтрационная корка, создаваемая буровым раствором. Увеличение водоотдачи влечет за собой увеличение толщины фильтрационной корки и прихвата инструмента. Если инструмент находится в глинистых породах и состояние глинистой корки нехарактерно для данного интервала, то площадь соприкосновения увеличивается и увеличиваются риски прихватопасной зоны. К прилипанию бурильной колонны при перепаде давления приводит бурение на буровом растворе, не соответствующем параметрам геологической зоны скважины (завышена вязкость, плотность, фильтрация, малое содержание противоприхватных добавок, нефти, ПАВ и т.д.).

Установка нефтяных ванн путем прокачки по стволу с промежуточными остановками до вымывания пачки из ствола скважины. Установка кислотных ванн путем прокачки по стволу с промежуточными остановками, но с меньшим временем нахождения в неподвижном состоянии. Сбивание инструмента путем резких его остановок, волновых толчков, отлипания в зоне прихвата буровой трубы, шевеление инструмента непрерывно в течение определенного времени либо расхаживание инструмента каждые 2–3 минуты. Соблюдение режима «СПО». Согласно плану скважины, необходимо соблюдать скорость подъема инструмента, скорость спуска, в определенных интервалах скважины для исключения заклинка инструмента или полной разгрузки инструмента.

Механический прихват

В эту сферу прихватов, входят все известные прихваты. Механический прихват появляется в тех случаях, если плохо проработан ствол скважины и в

суженной его части происходит заклинка инструмента. При несоблюдении скорости (СПО) можно получить более сложные последствия. Если в ствол скважины по неаккуратности или в ходе бурения попадают металлические предметы, это приводит в 99 % к механической заклинке (КНБК). При некачественном цементировании при выходе из закрытого ствола скважин инструмента на большой скорости цементный камень разрушается и обваливается в скважину, возникает заклинка инструмента.

Факторы, влияющие на возникновение механического прихвата: несоблюдение скорости спуска бурильной колонны, заклинка его в набухающих стенках скважины. Если диаметр бурового долота предыдущей колонны был меньше, то при выходе из башмака закрытого ствола может произойти заклинивание инструмента. Также при цементировании промежуточных и эксплуатационных колонн следует учитывать качество цементного камня, который в процессе бурения от вибрационных, разгрузочных, крутящих моментов разрушается большими кусками. При попадании цементного камня между стволом скважины и бурильной колонной происходит заклинка бурового инструмента. Несогласованные действия бурильщика, небольшой опыт буровой бригады, неправильное определение степени прихвата, зоны прихвата приводят к заклиниванию бурового инструмента. Если скорость спускоподъемных операций была нарушена и на полной скорости влетели в место сужения ствола, в некоторых случаях происходит полная разгрузка инструмента. Буровая труба в зависимости от веса колонны, степени твердости горной породы может войти от 3 до 40 м, как показывает практика. Восстановление циркуляции при этом ведет к уплотнению осыпавшихся пород вокруг колонны и к усложнению аварии. Поэтому при заклинивании целесообразно бурильную колонну поднимать не менее чем на свечу и начинать проработку на 12–15 м выше места посадки. Следует отметить, что бурение с эксцентричными переводниками или с шламометаллоуловителями значительно снижает число заклиниваний колонн [6–8].

Геологические осложнения

Геологическими осложнениями являются обвалы горной породы, особенности некоторых месторождений. При бурении наклонно направленной скважины при наборе угла в этих местах происходят осложнения при спуске и подъеме бурильного инструмента в виде врезания инструмента в стенку скважины. При таких осложнениях чаще всего производят проработку данного интервала, чтобы исключить разгрузку или посадку инструмента. Самая большая опасность в таких осложнениях при проработке – забуривание второго ствола, что может привести к перебуриванию скважины с того интервала, с которого началась проработка ствола скважины [1, 8].

Факторы, влияющие на появление геологического прихвата. Геологическое осложнение можно получить из-за некачественного раствора или плохой обработки, которая ведет к обрушению неустойчивых горных пород. Также в более пористых породах мы можем получить поглощение буровой жидкости, что также может являться геологической особенностью скважины, которая может привести к меньшему статическому напряжению на продуктивный пласт и ГНВП. Нарботка высоковязкой пачки для прогонки по стволу скважины служит для вымывания шлама из ствола скважины и наработки фильтрационной корки ствола. В интервале – установка нефтяных ванн для увеличения смазывающих свойств бурового раствора, частичного разжижения глинистых пород, создания благоприятной среды путем выравнивания давления в зоне прихвата инструмента [7].

Анализ эффективности применения яссов. Основным инструментом для открепления трубы является система яссов. Ясс – это устройство, используемое в скважине для создания и доставки удара в точку прихвата путем высвобождения энергии, накопленной в растянутой бурильной колонне. Одна из самых важных вещей при работе с сотрясением – это правильная интерпретация измерений поверхности.

Яссы-ускорители или яссы-усилители используются для повышения эффективности гидравлических яссов. Они запускаются над гидравлическими ящиками с определенным количеством утяжеленных бурильных труб, чтобы получить желаемый вес между ними и гидравлическими ящиками. Они перемещают эту массу вверх намного быстрее при столкновении с гидравлическими ящиками, таким образом, увеличивая удар вверх [1, 3].

Бамперный переводник используется для того, чтобы выдерживать смещения и длительные ударные нагрузки при бурении. Конструкция этих инструментов позволяет выполнять вертикальные движения вниз от 10 до 60 дюймов. Это может повлиять на легкость хода; с другой стороны, ход всегда доступен в инструменте. Для высокого давления циркуляции следует использовать смазываемый бамперный переводник. На рис. 3 показаны компоненты ясса. Бамперные переводники могут помочь освободить утяжеленные бурильные трубы, бурильные трубы, долота и т.д., которые защемляются, застревают. Растяжение бурильной колонны должно использоваться для расчета скорости удара, который используется для наилучшего воздействия.

В банке есть молоток и наковальня для нанесения удара (например, скользящий молоток) и спусковой механизм. Под воздействием приложенной нагрузки (натяжение бурильной колонны или вес бурильной колонны), когда спусковой механизм ясса срабатывает, ударник проходит длину свободного хода ясса вверх или вниз, в зависимости от ситуации, и ударяется о наковальню (рис. 4). Результирующий удар в несколько раз превышает приложенную

нагрузку. Для повторного сотрясения яса повторно взводится, и процедура повторяется до тех пор, пока бурильная колонна не освободится. Определения «механический» или «гидравлический» относятся к спусковому механизму. Помимо спускового крючка, механический и гидравлический ясы очень похожи.

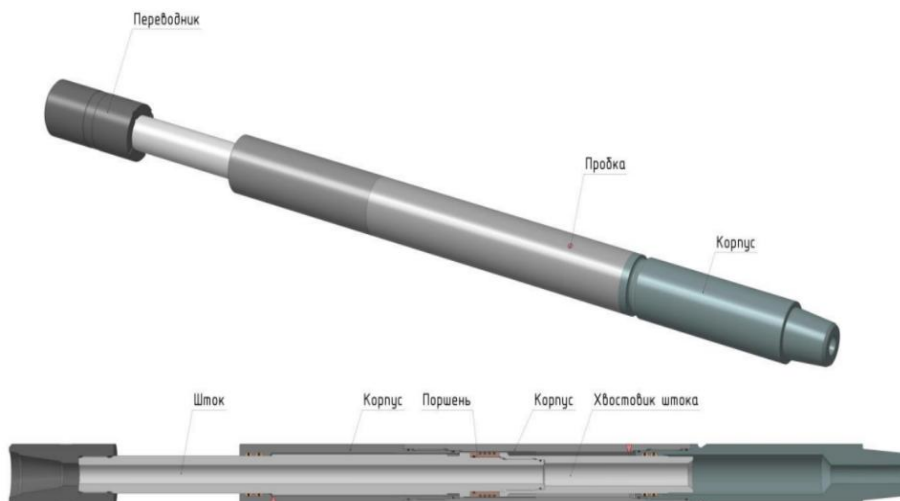


Рис. 3. Основные элементы сборки яса

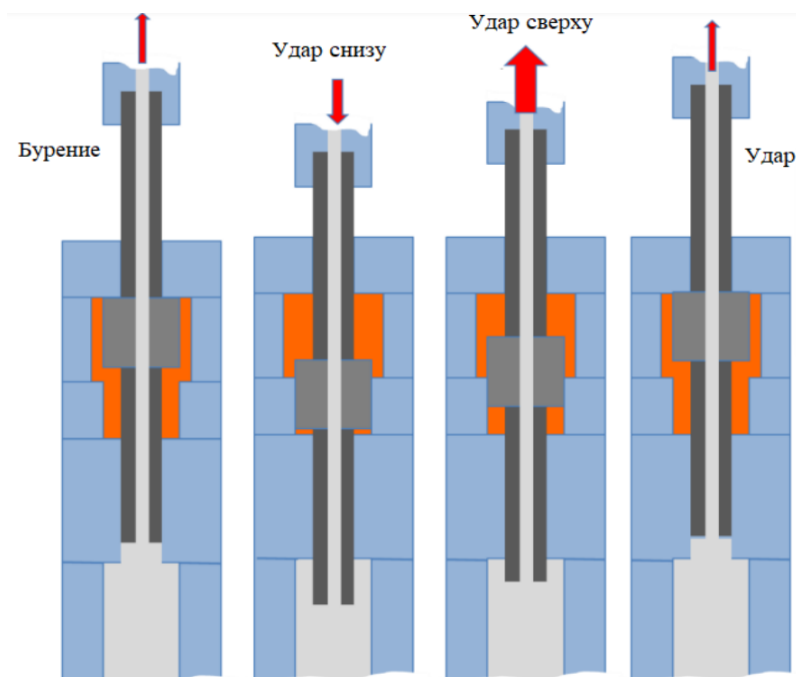


Рис. 4. Принцип работы яса

Заключение

Прихват – это невозможность беспрепятственно вращать либо производить спуск, подъем буровой колонны, возможна потеря циркуляции бурового раствора. При невозможности ликвидации прихвата его осложнения могут привести к потере всей скважины. На возникновение прихвата влияет множество факторов: состояние геологических залежей горной породы, ее состав, интервал, на котором появился прихват, вид и тип прихвата также во многом зависит от правильно подобранной буровой жидкости и её рецептуры.

Включение ясов в КНБК может служить мерой предотвращения повреждения ствола, потери времени и увеличения затрат при застревании трубы. Размещение используемой емкости следует производить на основе тщательного анализа, чтобы можно было полностью реализовать ее потенциал.

Список литературы

1. Al-Shargabi M. A. T. S., A. H. A. Al-Musai. Comparative analysis of programs for assessing the risk of stuck drill pipes in an oil and gas well // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXV междунар. симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова, посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 5–9 апреля 2021 г. – Томск, 2021. – Т. 2. – С. 502–504.

2. Аль-Шаргаби М.А., Альмусаи А.Х., Вазеа А.А. Стадии и механизм набухания глин при бурении скважин // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки. – 2018. – Р. 47–52.

3. Altamirov D. Optimization of jars // Master's Thesis. – University of Stavanger, Norway, 2014.

4. Newman K.R., Procter R. Analysis of hook load forces during jarring, paper SPE/IADC 118435, presented at the SPE/IADC // Drilling Conference and Exhibition, Amsterdam, March 17–19, 2009.

5. Николаев А.В. Способ отдельного проветривания уклонных блоков и подземных горных выработок нефтяной шахты // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15. № 20. – С. 293–300.

6. Jars, Jarring and Jar Placement / D. Adelung, W. Askew, J. Bernardini, A.T. Jr. Campbell, M. Chaffin, R. Hensley, B. Kirton, R. Reese and D. Sparling // Oilfield Review. – October 1991. – Vol. 3, no. 4. – P. 52–61.

7. Низамов А.Я., Логинова М.Е., Хайруллин Ф.З. Применение буровых ясов // Актуальные вопросы современной науки: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф.: в 4-х частях, Томск, 16 декабря 2017 г.; ООО «Дендра». – Томск, 2017. – С. 42–46.

8. Латыпов А.М. Ликвидация прихватов колонны труб установкой ванны с низким значением поверхностного натяжения // Инновационные исследования: опыт, проблемы внедрения результатов и пути решения: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., Киров, 15 ноября 2020 г., ООО «Аэтерна». – Уфа, 2020. – С. 27–31.

Получено 10.12.2021.

Аджам Али Исмаэль – студент, группа РНГС-20-1м, кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин», горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский университет, e-mail: aliejam1996@gmail.com.