



МОРСКИЕ
ГРП

МОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
● ТРУБОПРОВОДНОГО
ТРАНСПОРТА

● ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ
ОЧИСТКА ДИЗЕЛЬНОГО
ТОПЛИВА

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

Neftegaz.RU

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

8 [128] 2022

С Днем нефтяника!



Входит в перечень ВАК

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПРИХВАТОВ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

в процессе строительства скважин в сложных горно-геологических условиях

НЕ СМОТЯ НА ТО, ЧТО ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ БУРОВАЯ ТЕХНИКА СТАЛА БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ, НЕФТЯНЫЕ КОМПАНИИ ПРОДОЛЖАЮТ НЕСТИ ВРЕМЕННЫЕ И ФИНАНСОВЫЕ ЗАТРАТЫ, ВЫЗВАННЫЕ ТАКИМИ ПРОБЛЕМАМИ, КАК ПРИХВАТЫ ТРУБ, ПОТЕРЯ ОБОРУДОВАНИЯ ИЛИ БУРОВОГО РАСТВОРА. СОКРАТИТЬ ЭТИ ИЗДЕРЖКИ МОЖНО БЛАГОДАРЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИМАЛЬНОГО СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ БУРЕНИЯ

ALTHOUGH DRILLING TECHNOLOGY HAS BECOME MORE EFFICIENT OVER THE PAST 20 YEARS, OIL COMPANIES CONTINUE TO INCUR TIME AND COST LOSSES CAUSED BY PROBLEMS SUCH AS PIPE STICKING, LOSS OF EQUIPMENT OR DRILLING FLUID. THESE COSTS CAN BE REDUCED BY PREDICTING THROUGH THE OPTIMAL COLLECTION AND ANALYSIS OF DRILLING DATA

Ключевые слова: бурение, прихват бурильных труб, строительство скважины, сложные горно-геологические условия, снижение рисков.

Кузнецова Дарья Александровна
студент

Фролова Мария Сагитовна
и.о. проректора по учебной работе, к.т.н.

Щербакова Ксения Олеговна
преподаватель кафедры СТБС

Овезов Батыр Аннамухаммедович
преподаватель кафедры СТБС

ФГБОУ ВО «Российский геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

Проблемы, связанные с прихватом бурильных и обсадных труб, являются наиболее частыми в процессе бурения и требуют больше времени для исправления. Признаки, указывающие на возможные проблемы, проявляются уже в процессе бурения. Эти сигналы возникают до того, как проблема станет очевидной, что дает возможность ее предотвратить.

Осложнения, вызванные прихватом труб, могут быть как незначительными, ведущими

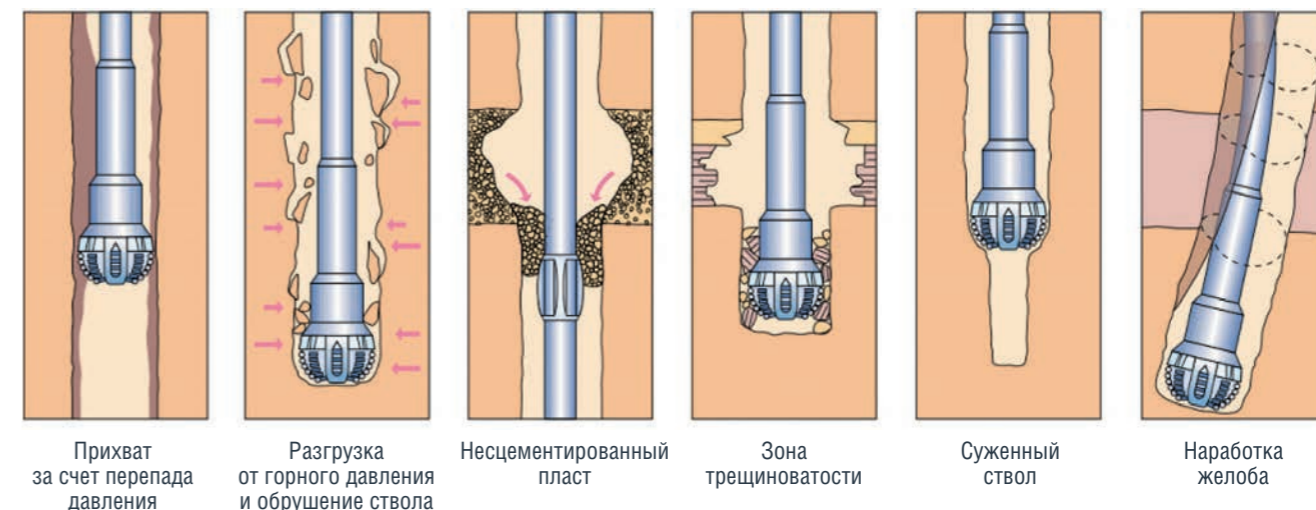
лишь к небольшому увеличению стоимости бурения, так и серьезными, которые могут стать причиной потери бурильного инструмента или привести к ликвидации самой скважины.

Способ ликвидации прихвата зависит от вида прихвата и обусловлен причинами возникновения данного осложнения, поэтому для выбора правильного способа ликвидации прихвата ликвидации, важно разобраться в причинах осложнения (рис. 1) [2].

Сегодня существует несколько точек зрения на природу возникновения прихвата. В своих опытах В.С. Баранов исследовал кинетику изменения прочности и влажности фильтрационной корки в зоне сдвига и установил, что нижние слои корки (прилегающие к поверхности, на которой отлагается корка) обладают большей плотностью и прочностью, чем верхние. В нижних слоях корки непрерывное постепенное уплотнение и отжимание содержащейся в них воды обуславливает не только резкое уменьшение проницаемости при высоких перепадах давления и под действием фактора времени, но и увеличивает их сопротивление сдвигу.

УДК 622.24.053.6

РИС. 1. Осложнения и аварии



Верхняя же часть корки остается более обводненной, обладает весьма малой механической прочностью и меньшим сопротивлением сдвигу [3].

Нарушение устойчивости горных пород, помимо непосредственного вызова неожиданного или мгновенного прихвата (например, при сильных осыпях, обвалах, вытекания горных пород), может косвенно способствовать прихвату инструмента, вызывая, с течением времени, набухание или сужение ствола, осыпи, образование каверн и т.д. Незначительные, труднофиксируемые осыпи пород при недостаточной очистке бурового раствора могут приводить к его загрязнению, а плохие реологические свойства – к ухудшению очистки ствола и забоя скважины, что опосредованно увеличивает вероятность возникновения и силу прихвата, особенно в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах. Поэтому вопрос качественной очистки скважин от шлама и предупреждения, тем самым, осложнений и прихватов бурильных труб и инструмента уделяется большое внимание.

Многие исследователи возникновения прихвата связывают с перепадом давления, обусловленным разностью между гидростатическим давлением столба бурового раствора и пластовым давлением в интервалах залегания проницаемых пород. В некоторых работах высказывается мнение, что прихваты возникают путем воздействия на трубы полной величины гидростатического давления при их полном контакте

со стенками скважины (явление, подобное прижатию подводной лодки ко дну океана). Контакт колонны трубы с фильтрационной коркой вызывает ее деформацию с течением времени под действием прижимающих сил, возникающих от нормальной составляющей веса колонны к плоскости контакта, и, особенно, перепада давления. Деформация корки также будет происходить из-за увеличения абсолютного значения гидростатического давления в скважине. Это означает, что начальная плотность корок, отложившихся на большей глубине, будет выше.

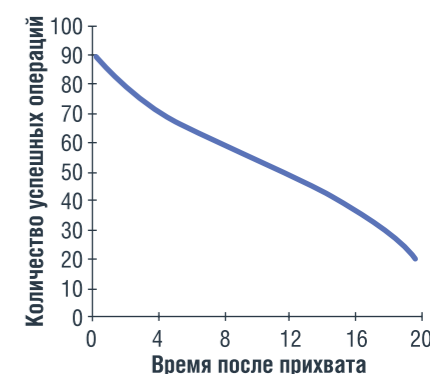
Степень деформации фильтрационной корки, согласно экспериментальным данным, закономерно меняется в зависимости от нагрузки и времени. Наибольшая деформация корки происходит в первые 15–20 минут контакта с трубой. В дальнейшем интенсивность деформации снижается и максимальное вдавливание достигается уже через 60 минут контакта. Повышение ΔP до 5 МПа и более существенно не укрепляет структуру корки. Следовательно, в этой области перепадов давления достигается близкое к предельному уплотнению корки [4].

Для быстрой ликвидации возникшего прихвата и предупреждения осложнений при проходке прихватоопасных интервалов рекомендуется включать в КНБК специальный ясс – гидроударник, приводимый в действие в случае возникновения прихвата.

Яссы предназначены для освобождения прихваченного в скважине бурового инструмента. Освобождение происходит в результате нанесения ударов по месту прихвата.

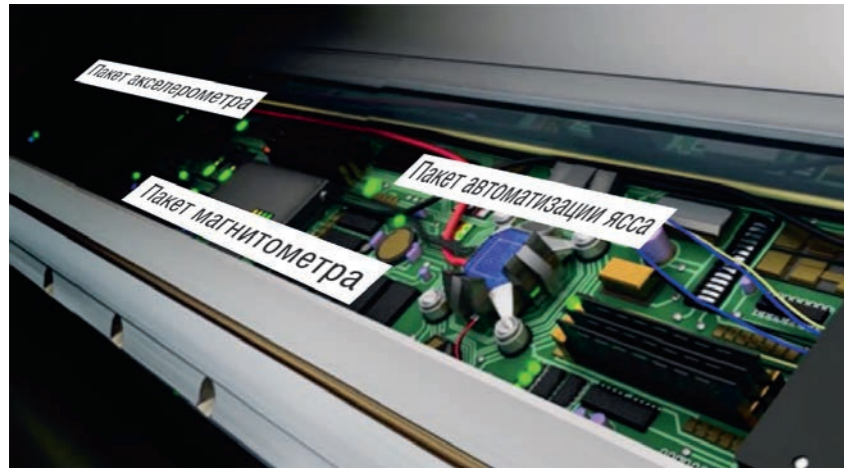
Для получения максимальной эффективности, ясс необходимо размещать как можно ближе к месту ожидаемого прихвата, но не менее чем в двух УБТ (утяжеленные бурильные трубы) над верхним стабилизатором. При прихвате под воздействием перепада давлений ясс устанавливают как можно выше в КНБК.

РИС. 2. Эффективность применения яссов



Яссы, конечно, не уменьшают количество прихватов, но они оказывают непосредственное влияние на застрявшую область. Согласно результатам исследований, в период от 0 до 6 часов после прилипания колонна была выпущена в 57% случаев. В период с 6 до 18 часов успешный исход снижается до 39% (рис. 2).

РИС. 3. Автоматическое принятие решений в процессе бурения



Также необходимо учитывать геологические условия и угол кривизны скважины. Все это говорит о перспективе внедрения автоматического принятия решения для активизации ясса (рис. 3). Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с причинами возникновения осложнений. Эти признаки возникают до прихвата и могут быть использованы для принятия решения до возникновения аварийной ситуации.

Предлагается применять метод FMEA (англ. Failure Mode and Effects Analysis), который был разработан в 50-х годах XX века и сначала применялся для авиационной и космической техники. В настоящее время он широко используется в секторах с высоким уровнем риска, таких как аэрокосмическая и оборонная промышленность.

FMEA – это процедура, с помощью которой проводится анализ всех возможных ошибок системы и определения результатов или эффектов на систему с целью классификации всех ошибок относительно их критичности для работы системы.

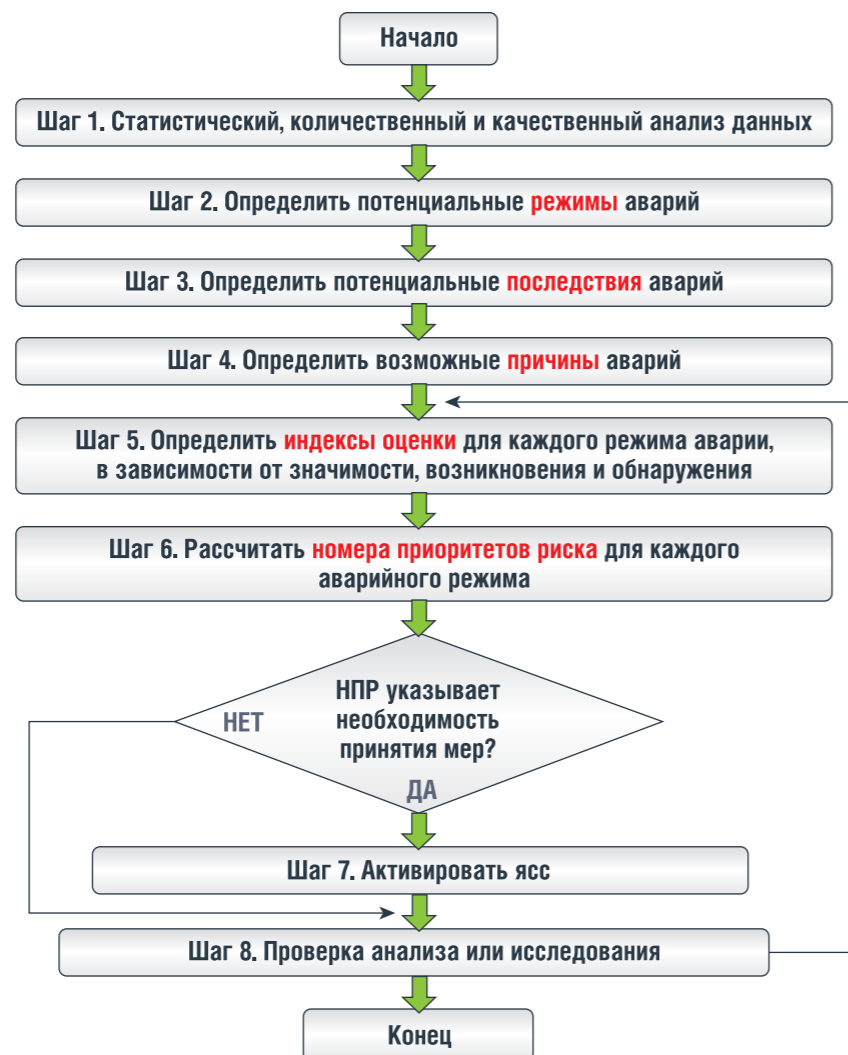
Количественные оценки значимости, возникновения и обнаружения потенциальных несоответствий или их причин определяются на основе статистических данных с помощью соответствующих типовых шкал (от 1 до 10).

Расчет числа приоритетов риска для каждого аварийного режима используется следующий алгоритм:

$$НПР = 3 * В * О$$

Номер приоритета риска (НПР): это математический продукт между индексом значимости (З), возникновения (В) и обнаружения (О). Результирующее значение может варьироваться от 1 до 1000, где 1000 соответствует

РИС. 4. Блок-схема методологии FMEA



наибольшему потенциалу риска. С помощью этого метода можно создать структурные связи причин и следствий для каждого из признаков, в результате можно определить сигналы, которые в наибольшей степени связаны с каждым типом проблемы прихвата труб. Схема процедуры для метода FMEA показана ниже.

Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с причинами и следствием определенных проблем и осложнений, эти сигналы возникают до самой проблемы и могут быть исправлены до возникновения опасной ситуации. Таким образом, чтобы связать эти сигналы с наиболее вероятным типом проблемы, будем использовать метод FMEA, аналогично с целью прогнозирования осложнения на основе идентифицированных сигналов, будем применять метод ARIMA.

Модель ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) – это один из наиболее распространенных методов анализа и прогнозирования временных рядов. Эта модель позволяет обработать данные временного ряда, чтобы лучше понять этот ряд или предсказать его развитие.

ARIMA использует три основных параметра (p, d, q), которые выражаются целыми числами. Потому модель также записывается как ARIMA (p, d, q). Вместе эти три параметра учитывают периодичность, тенденцию в наборах данных.

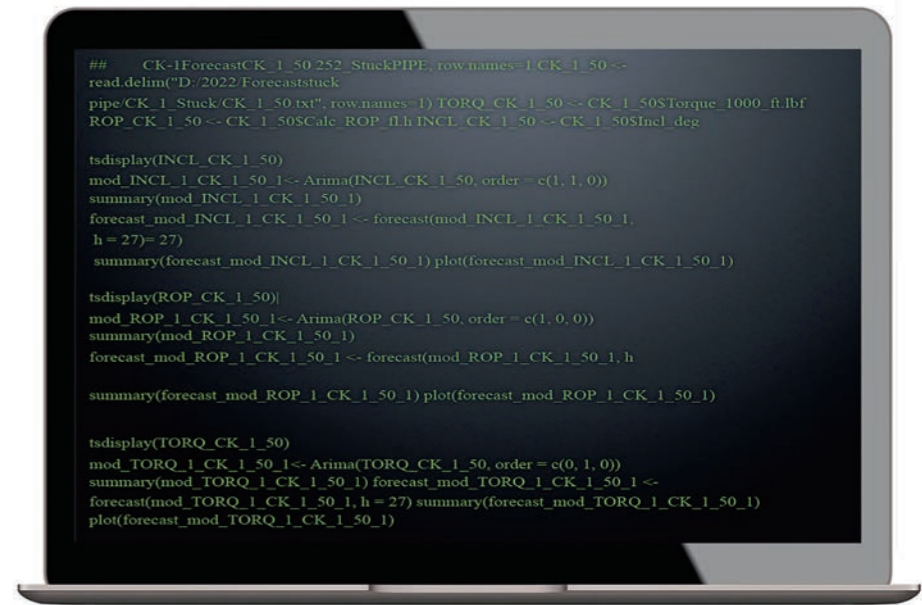
Для отслеживания периодичности используется периодическая модель ARIMA – ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) s. Здесь (p, d, q) – непериодические параметры, а (P, D, Q) применяются к периодической составляющей временного ряда. Параметр s определяет периодичность временного ряда.

Процедура анализа по методу ARIMA состоит из следующих этапов:

- сбор данных по времени;
- предварительный исследовательский анализ и выбор параметров исследования;
- моделирование параметров (рис. 5);
- оценка и анализ результатов. Моделирование информации выполняется с помощью программы Rstudio.

Можно предсказать поведение скважины задолго до начала осложнений. С применением метода FMEA осложнения прихвата бурильных труб были разделены на 7 подкатегорий в зависимости от типа причины, кроме того, установлено

РИС. 5. Код программирования ARIMA



33 признака, связанных с причиной и следствием определенных осложнений (таб. 1).

По данным уровням риска можно принять решение, когда необходимо активировать ясс.

Лучшим способом предотвращения риска прихвата труб является использование двух методов, потому что благодаря результатам метода FMEA возможно идентифицировать признаки и прогнозировать тип осложнений, которые могут возникнуть с применением модели ARIMA.

Грамотная оценка риска потенциальных осложнений сводит возникновение прихватов к минимуму. Благодаря революции больших данных, оптимизация затрат по-прежнему имеет большой потенциал в буровых работах.

Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с возникновением аварийных ситуаций. Эти признаки возникают до прихвата и могут быть использованы для принятия решения до возникновения аварийной ситуации. ●

Литература

1. Абатуров В.Г. Бурение в сложных геологических условиях. Часть 1. Аварии, их предупреждение и ликвидация: курс лекций. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1995. – 60 с.
2. Предупреждение и ликвидация осложнений, аварий и брака при строительстве скважин. И.Г. Яковлев, В.П. Овчинников, А.Ф. Семенов, Т.М. Семенов, – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014
3. Баранов В.С. Глинистые растворы для бурения скважин в осложненных условиях. М.: Гостехиздат, 1955. – 552 с.
4. Основа нефтегазопромыслового дела: Учебник для вузов обучение по направлению «Нефтегазовое дело», рек. МО РФ В.И. Кудинов – М.: Ижевск: ин-т компьютерных исследований: УдГУ, 2004 – 727 с.
5. Нескоромных В.В. Бурение скважин: учеб. пособие для вузов / В.В. Нескоромных. М-во образования и науки РФ. Сиб. федер. ун-т, Сиб. эксперт. клуб. – М.: ИНФРА-М, Красноярск: СФУ, 2015. – 351 с.
6. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: учебник для вузов, обуч. по спец. «Бурение нефтяных и газовых скважин». Рек. МО РФ А.Н. Попов, А.И. Спивак, Т.О. Акбулатов [и др.]: под общ. ред. А.И. Спивакова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 2007.

ТАБЛИЦА 1. Оповещения по уровню риска

| Рассчитанное изменение | УРОВЕНЬ РИСКА | | |
|------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| | низкий | средний | высокий |
| ROP | менее 1 | от 1 до 3 | больше 3 |
| TORQUE | менее 0,96 | от 0,96 до 1,05 | больше 1,05 |
| INCL | менее 0,9 | от 0,9 до 1 | больше 1 |

KEYWORDS: drilling, taking drill pipes, well construction, difficult mining and geological conditions, risk reduction.