

**ИННОВАЦИОННОЕ ДОЛОТО С РЕЗЦАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ГРЕБНЕОБРАЗНОЙ
ФОРМЫ AXEBLADE****Апрелев Антон Сергеевич**

магистрант Тюменского Индустриального Университета РФ, г. Тюмень

Компания «Шлюмберже» - мировой лидер по производству нефтяного оборудования, предлагает широкий диапазон высокотехнологичных, динамических буровых долот, рассчитанных на бурение наиболее твердых пород, применение самых сложных траекторий бурения и на самые тяжелые внутрискважинные условия. Одним из инновационных открытий стала разработка долота с резцами нового поколения гребнеобразной формы AxeBlade

Специально спроектированные режущие структуры обладают возможностями, недоступными стандартным резцам PDC — бурение продолжительных интервалов в породах, включающих кремний и пирит; вращение на 360° для равномерного распределения износа и тепла; а также разрушение породы с одновременной проработкой ствола скважины.

Инновационные PDC резцы нового поколения гребнеобразной формы значительно повышают ударную прочность долота и механическую скорость проходки.



Рисунок. 1 Алмазный резец Ахе

Подразделение Smith Bits, компании «Шлюмберже», разработало уникальные алмазные резцы гребнеобразной формы — Ахе (рис. 1), сочетающие срезывающее действие стандартного резца PDC и дробящее действие зубка из карбида вольфрама. Резцы Ахе расположены по всему профилю, так рождается долото AxeBlade.

До появления долот StingBlade с уникальными алмазными вставками конической формы, повышение производительности долот PDC достигалось за счет улучшения материалов и изменения способов их обработки. Новейшая форма резца Ахе повышает эффективность режущей силы и теплоотдачу при более высоком сопротивлении фронтальным нагрузкам на

резец, что обеспечивается за счет увеличения толщины алмазного слоя, комбинации различных размеров гранул поликристаллических алмазов и оптимизации применяемых материалов. Повышение эффективности разрушения породы ведет к мгновенному увеличению механической скорости проходки.

Резцы Ахе имеют уникальную форму, которая разрушает породу уникальным способом, сочетая срезывающий и дробящий механизм. При этом глубина проникновения резца в породу повышается, по крайней мере, на 22%. Благодаря этому удаляется больше породы, что ведет к повышению мгновенной механической скорости проходки по сравнению со стандартными долотами PDC при одинаковой нагрузке и частоте вращения.

Полевые испытания долота AcheBlade показали увеличение механической скорости проходки в среднем на 29%, по сравнению с стандартными долотами PDC при схожих дизайнах долота, что позволяет сократить время бурения и снизить расходы на строительство скважин.

Улучшенная управляемость в наклонно-направленном бурении

Уменьшение усилия на резец для достижения той же скорости проходки ведет к более стабильному и меньшему крутящему моменту, и улучшенному контролю ориентации долота при наклонно-направленном бурении. Это преимущество позволяет увеличивать интенсивность набора зенитного угла при более высокой механической скорости проходки, тем самым увеличивая интервал продуктивной зоны и минимизирует непродуктивное время, выдерживая более точную траекторию скважины.

Высокая эффективность бурения твердых пород

Благодаря высокой устойчивости вставок Stinger к ударным нагрузкам и износу долота StingBlade обеспечивают увеличение проходки и МСП, одновременно поддерживая улучшенное выставление направления и минимизируя ударные нагрузки в сложных условиях бурения, вызывающих динамические повреждения стандартных долот.

В ходе полевых испытаний было выполнено более 750 СПО в 14 различных странах, долота StingBlade обеспечили увеличение проходки в среднем на 55% и повышение МСП на 30% по сравнению с соседними скважинами.

Точная оценка коллекторских свойств пласта на поверхности

Концентрированное точечное приложение нагрузки алмазных вставок Stinger позволяет долотам StingBlade получать более крупные фрагменты породы, для точного определения минералогического состава, пористости, проницаемости и проявлений углеводородов на месте бурения. В Казахстане, помимо сокращения количества операций замещения бурового раствора и поддержания оптимальной скорости бурения, применение долот StingBlade позволило полевым геологам получить более крупные фрагменты твердых карбонатных пород с содержанием кремния для определения литологических типов и свойств.

Уникальные трехмерные характеристики алмазной вставки конической формы Stinger обеспечивают повышение производительности долот в широком диапазоне пород и рабочих параметров. Размещение алмазных вставок Stinger на поверхности долота обеспечивает качественное изменение эффективности бурения и разрушения породы.

Долота с алмазными вставками конической формы StingBlade обладают многочисленными преимуществами по сравнению с традиционными долотами PDC (Рис. 2). Значительное увеличение проходки и МСП. Более высокие темпы набора угла в сочетании с улучшенным выставлением направления. Повышение устойчивости долота для снижения ударных и вибрационных нагрузок на КНБК. Извлечение более крупных фрагментов шлама для улучшения оценки свойств пород на буровой площадке.



Рисунок. 2 Сравнительная характеристика долота PDC и долота со вставками Stinger

Алмазные вставки Stinger создают значительно более высокую концентрированную нагрузку на породу, а более толстый алмазный слой вставок повышает ударную прочность и износостойкость. Такое сочетание позволяет значительно увеличить проходку и механическую скорость проходки (МСП) при использовании долот StingBlade в сложных условиях бурения, включая бурение твердых, переслаивающихся, конгломератных пород и пород с содержанием кремния и пирита. Традиционные буровые долота в этих условиях подвержены повреждениям при ударных нагрузках.

Эффективное разрушение породы Инженеры Smith Bits оптимизировали трехмерные конические характеристики алмазной вставки Stinger с помощью метода конечных элементов (FEA) для точного моделирования точки контакта алмазной вставки с породой. Результатом является ультравысокая концентрация силы, более эффективно разрушающая породы с высокой прочностью на сжатие.

Ударная прочность

Алмазные вставки Stinger оснащены более толстым алмазным слоем по сравнению с резцами PDC, что значительно повышает их ударную прочность. При ударе по поверхности из закаленной стали с нагрузкой 18000 фунтов во время имитации бурения карбонатных пород с высокой прочностью на сжатие при МСП 60 футов/ч традиционный резец PDC полностью разрушился после первого удара, в то время как алмазная вставка Stinger выдержала более 100 ударов без повреждений.

Износостойкость

Алмазная вставка Stinger, включающая передовой состав поликристаллических алмазных материалов и обладающая уникальной конической формой, более эффективно рассеивает ударную энергию для повышения износостойкости, чем традиционные резцы PDC. Во время испытаний алмазной вставки Stinger и резца PDC бурением гранитной породы плотностью 30000 фунтов/кв. дюйм алмазная вставка Stinger обеспечила проходку на 30% больше по сравнению с резцами PDC без разрушения своей режущей кромки.

В ходе лабораторных испытаний при бурении твердого гранита алмазная вставка Stinger постоянно демонстрировала большую износостойкость, чем резцы PDC. В ходе сравнительных испытаний при нагрузке 18000 фунтов резец PDC (слева) сломался при первом ударе; алмазная вставка Stinger (справа) выдержала более 100 ударов (Рис. 3)

Снижение ударных и вибрационных нагрузок на КНБК

Ударные и вибрационные нагрузки могут привести к снижению МСП и поломкам внутрискважинных инструментов, что повлечет дополнительные затраты. Благодаря более сбалансированной режущей структуре алмазных вставок **Stinger** долота **StingBlade** обеспечивают снижение ударных и вибрационных нагрузок. Данная особенность позволяет повысить эффективность бурения, увеличить проходку при более высокой МСП, а также повысить эксплуатационный ресурс долот и других компонентов КНБК.

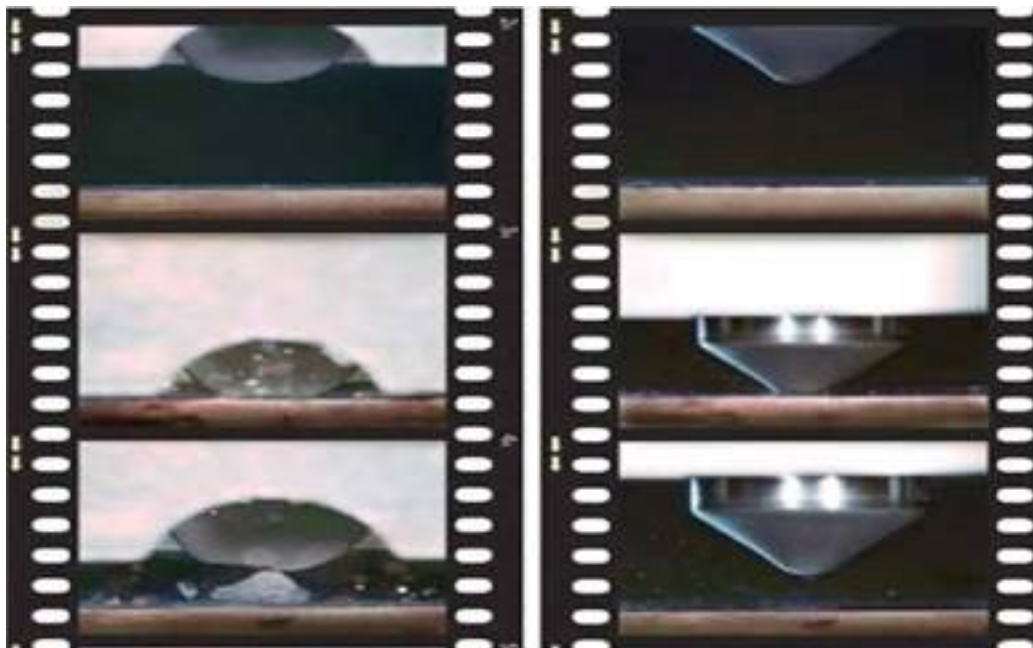


Рисунок. 3 Испытания износостойкости долот

Поперечные нагрузки могут вызвать вибрации КНБК. Моделирование с использованием платформы IDEAS демонстрирует, что поперечные нагрузки, возникающие при использовании резцов PDC, значительно выше, чем у алмазных вставок Stinger при воздействии на режущую структуру.

В ходе моделирования бурения песчаника (давление 30000 фунтов/кв. дюйм, нагрузка на долото 20000 фунтов, скорость 175 об/мин) поперечные вибрации при использовании долота **StingBlade** (зеленый) оказались на 86% ниже аналогичного показателя традиционного долота PDC (серый). Долото **StingBlade** обеспечивает стабильное и эффективное бурение вертикальных секций в переслаивающихся породах (Рис. 4).

Было произведено испытание с целью сравнения качества ствола скважины, пробуренного при использовании стандартного долота PDC и ствола, пробуренного с помощью долота PDC с алмазной вставкой Stinger при изменении нагрузки на долото.

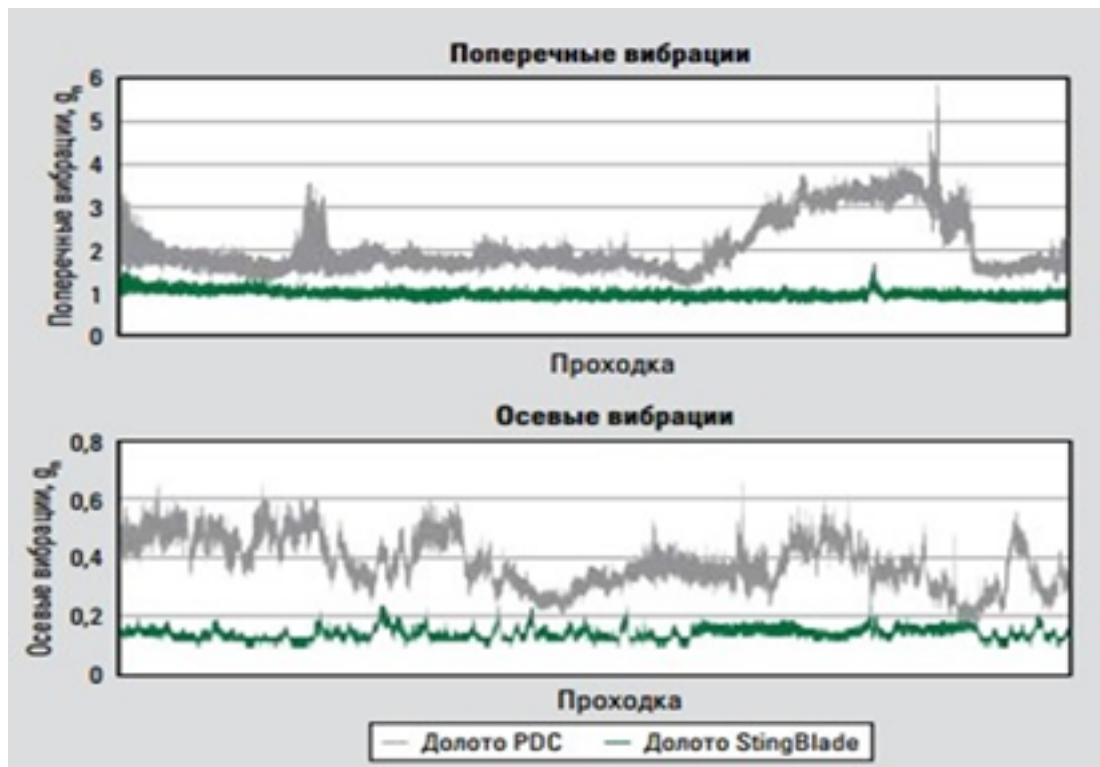


Рисунок 4. Диаграмма вибрационной устойчивости

Испытание было проведено в твердом среднезернистом песчанике при прочности на сжатие (UCS) 9000 фунтов/кв. дюйм. Частота вращения обоих долот поддерживалась на уровне 85 об/мин для контроля отклонений. Скважина, пробуренная с помощью долота PDC с алмазной вставкой Stinger, продемонстрировала наименьшее значение отклонения диаметра скважины, что указывает на более стабильную режущую структуру, менее подверженную поперечным и осевым шокам и вибрациям. Устойчивость, продемонстрированная долотами с алмазной вставкой Stinger, создает положительную динамику, повышающую качество ствола скважины и сокращающую нагрузку на компоненты буровой колонны, увеличивая надежность КНБК.

Извлечение более крупных фрагментов шлама для улучшения оценки свойств пород на буровой площадке

Концентрированное точечное приложение нагрузки алмазных вставок **Stinger** позволяет долотам **StingBlade** производить более крупные фрагменты шлама. В ходе полевых испытаний долота **StingBlade** произвели значительный объем фрагментов шлама размером > 2 мм по сравнению с долотами PDC, использованными в аналогичных породах. Анализ данного объема крупных фрагментов шлама с целью определения свойств пород дает возможность более точно определить минералогические свойства, пористость, проницаемость, геомеханические напряжения и проявления углеводородов на месте бурения. Раннее получение надежных и воспроизводимых результатов измерений обеспечивает быстрое и точное определение типов и литологических свойств пород. Данная информация позволяет компаниям-операторам оптимизировать траекторию скважины, определять зоны ГИС и заканчивания, улучшать корреляцию разрезов скважин и проверять результаты внутрискважинных измерений.

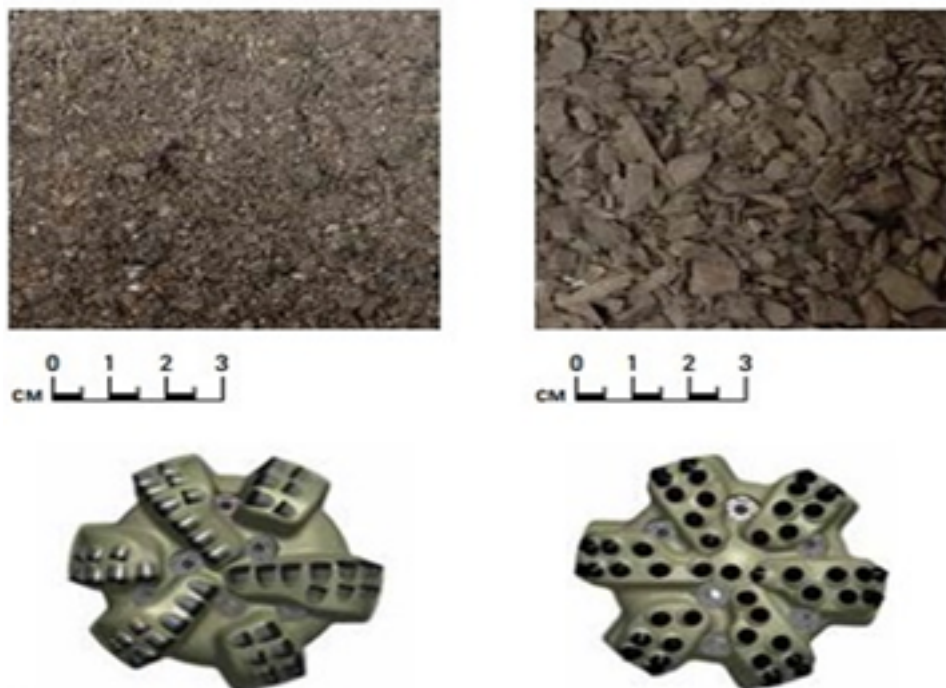


Рис. 5 Фрагменты шлама

Применение алмазных ставок Stinger по данным опытных испытаний на месторождении Bakken в Северной Дакоте увеличило механическую скорость проходки в среднем на 20 %.

Список литературы:

1. Сайт компании Schlumberger <http://www.slb.com>
2. <https://ppt-online.org/73596>
3. <https://burneft.ru/archive/issues/2015-03/40>
4. <http://naukarus.com/revolyutsionnaya-tehnologiya-stingblade-dolota-s-almaznymi-konicheskimi-elementami-stinger-uspeshno-rabotayut-vo-vseh-reg>