

SMITH BITS

A Schlumberger Company



Stinger

Алмазная вставка конической формы



Stinger

Применение

- Широкий диапазон типов пород и сжимающих нагрузок
- Роторные, двигательные и роторные управляемые приводные системы и любые конфигурации КНБК
- Бурение вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных секций

Преимущества

- Повышение эффективности бурения за счет увеличения механической скорости проходки
- Повышение устойчивости долота и уменьшение вибраций
- Увеличение продолжительности работы долот, обеспечивающее сведение к минимуму количества спусков
- Более крупный размер частиц выбуренной породы для более точной оценки коллекторских свойств пласта

Особенности

- Уникальная коническая форма создает концентрированную нагрузку для более эффективного разрушения породы
- Сверхтолстый слой синтетического алмазного материала увеличивает продолжительность работы
- Расположение режущей структуры в центре способствует разрушению породы
- Возможность использования с широким диапазоном размеров и типов долот PDC

За гранью возможностей

Алмазная вставка конической формы Stinger* обеспечивает инновационное улучшение режущей структуры, значительно повышая характеристики долот PDC. Расположенная в центре долота, алмазная вставка создает высокую узконаправленную нагрузку для более эффективного разрушения породы, способствуя увеличению срока службы и механической скорости проходки (МСП) в широком диапазоне геологических структур и параметров эксплуатации. При совместных испытаниях на долговечность с традиционными долотами PDC, долота с алмазной вставкой Stinger продемонстрировали большую устойчивость к износу и ударным воздействиям.

В ходе промысловых испытаний с целью сравнения характеристик традиционных долот PDC и долот PDC со Stinger в различных породах и условиях эксплуатации, долота с алмазной вставкой Stinger продемонстрировали более высокую долговечность и стабильность при увеличении МСП на 46%.



Развитие технологии обеспечивает высокие результаты

ЗАДАЧА



Улучшение рабочих характеристик долот PDC:

- Более эффективное разрушение породы в центре долота
- Предотвращение кернения долота
- Эффективное бурение широкого диапазона пород

ПРОЕКТИРОВАНИЕ



Усиление режущей структуры в центре долота:

- Инновационный режущий элемент конической формы
- Сверхтолстый слой синтетического алмазного материала
- Применимость к режущей структуре долота PDC

МОДЕЛИРОВАНИЕ



Проведение моделирования с помощью интегрированной инженерно-аналитической платформы IDEAS*:

- Размещение алмазной вставки Stinger в центре повышает поперечную устойчивость
- Увеличение механической скорости проходки благодаря повышению эффективности разрушения породы

ОЦЕНКА



Проведение всесторонних лабораторных испытаний:

- Замерить увеличение стабильности и качества ствола скважины
- Составить диаграмму повышения выноса выбуренной породы
- Выполнить анализ более крупных частиц выбуренной породы

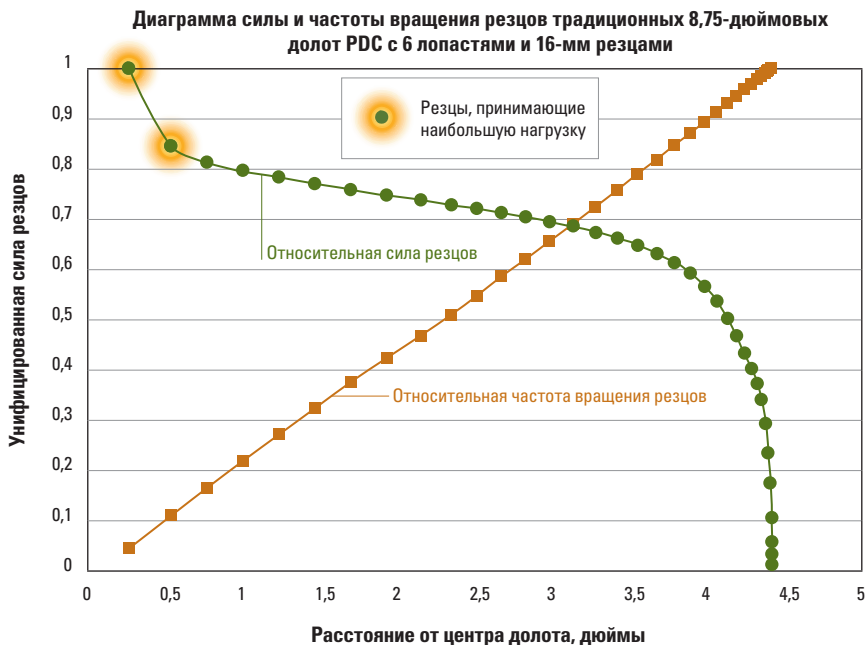
РЕЗУЛЬТАТЫ



Сравнительный анализ долот PDC с алмазной вставкой Stinger и традиционных долот PDC:

- Увеличение механической скорости проходки на 46%
- Повышение срока службы режущей структуры
- Сокращение количества спусков долот

Проблемы центральной части режущей структуры, с которыми сталкиваются традиционные долота PDC



На диаграмме показаны типовые значения силы и частоты вращения резцов, от центра долота к калибрующей поверхности. Резцы, расположенные ближе всего к центру, подвергаются наибольшей нагрузке и обладают наименьшей частотой вращения, что создает для них дополнительное напряжение и снижает эффективность.

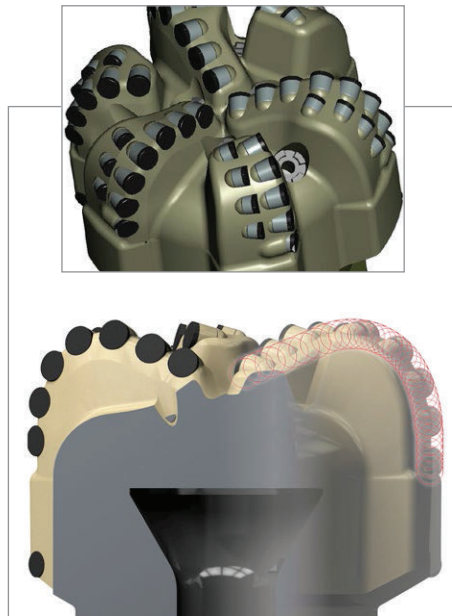
Распространенным недостатком традиционных долот PDC является низкая эффективность удаления выбуренной породы из центральной части режущей структуры. Так как частота вращения резцов снижается по мере их приближения к центру вооружения долота, эффективность удаления породы наиболее близко расположенными к центру долота PDC резцами заметно снижается, особенно при бурении твердых пород.

Так как центральные резцы подвергаются наибольшей нагрузке, разнообразие эксплуатационных параметров и свойств породы может привести к значительным изменениям глубины внедрения резца в породу, вызывая колебания крутящего момента. В результате этого снижается эффективность бурения в центре режущей структуры долота, вызывая снижение механической скорости проходки, разрушительные поперечные колебания и повреждение резцов.

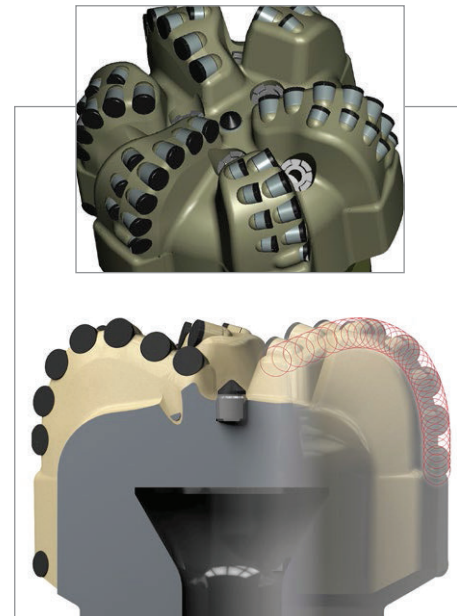
Установленная в центре вставка повышает эффективность долот PDC

Для уменьшения повреждений и повышения эффективности центральной части режущей структуры долот PDC разработчики долот предложили разместить в центре алмазный режущий элемент конической формы.

Для установки элемента в долото разработчики удалили центральные резцы. Отсутствие резцов в центральной части режущей структуры долота приводит к образованию колонки породы (микрокерна), освобожденной от внутреннего напряжения и подверженной более легкому, непрерывному разрушению и дроблению, способствуя повышению эффективности бурения.

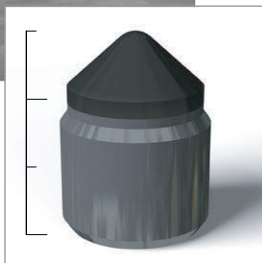


В традиционных долотах PDC резцы располагаются от центра режущей структуры долота до калибрующей поверхности.



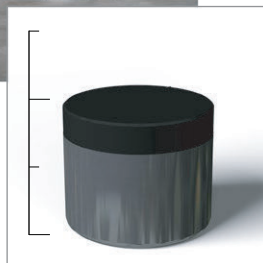
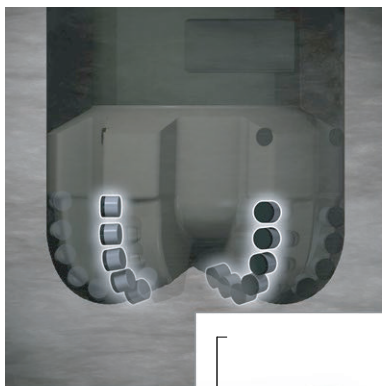
Удаление резцов, расположенных в центре долот PDC, было необходимо для установки алмазной вставки конической формы.

Алмазная вставка конической формы способствует разрушению породы



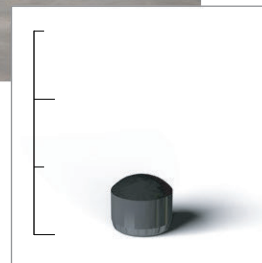
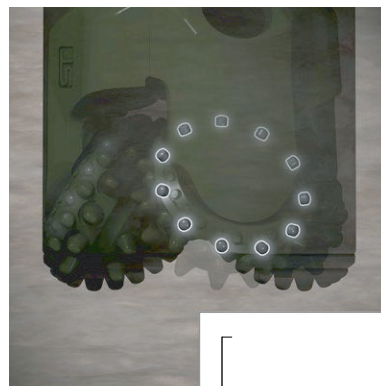
Алмазная вставка Stinger

Алмазная вставка Stinger оказывает на породу разрушающее воздействие в отличие от воздействия стандартных резцов и вставок, используемых в долотах PDC и шарошечных долотах.



Резец PDC

Высокоскоростные резцы PDC, расположенные на лопастях долот, оптимизированы для эффективного внедрения в породу и обеспечивают эффективность бурения.

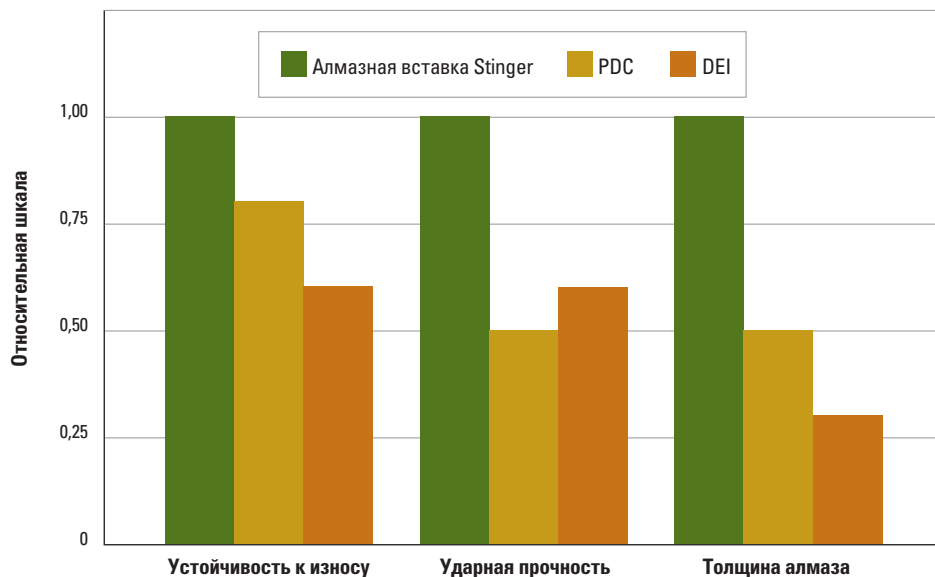


Твердосплавные вставки с алмазным покрытием

Твердосплавные вставки с алмазным покрытием (DEI) используются на калибрующей поверхности и в калибрующем венце шарошечных долот для обеспечения целостности ствола скважины номинального диаметра.

Использование проверенных в эксплуатации материалов обеспечивает увеличение продолжительности работы долот

Вставка Stinger имеет толщину алмазного слоя, вдвое превышающую толщину алмазного слоя традиционных резцов PDC и изготавливается из синтетических алмазов, разработанных для обеспечения высокой ударной прочности и повышенной устойчивости к абразивному износу. Сочетание этой способности с уникальной конической формой вставки Stinger позволяет сформировать режущую структуру, значительно повышающую срок службы долот PDC.

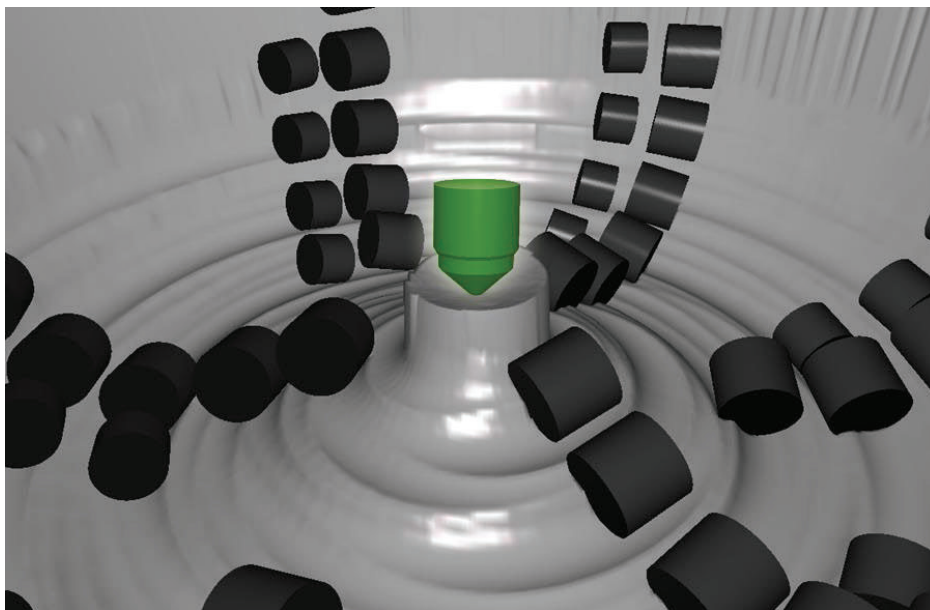


В ходе испытаний долота PDC, оснащенные алмазной вставкой Stinger, продемонстрировали большую устойчивость к износу и ударную прочность, чем долота PDC со стандартными резцами или шарошечные долота со вставками DEI. Слой синтетического алмазного материала вставки Stinger значительно толще аналогичного слоя стандартного резца PDC или DEI.

Платформа для проектирования IDEAS обеспечивает оптимизацию размещения алмазной вставки

Для того чтобы применение алмазной вставки Stinger с долотом PDC позволило максимально повысить эффективность бурения, разработки с помощью интегрированной инженерно-аналитической платформы IDEAS определили два основных способа усиления режущей структуры долот PDC: они укоротили лопасти долот PDC, на которых располагались центральные резцы с низкой частотой вращения, и установили алмазную вставку Stinger в центре режущей структуры долот PDC.

Для оценки эффективности включения алмазной вставки Stinger в измененную режущую структуру долот PDC с помощью системы IDEAS были смоделированы операции бурения в глинистых породах, известняке и песчанике. В ходе данных испытаний долота PDC с алмазной вставкой Stinger продемонстрировали увеличение механической скорости проходки на 18%.



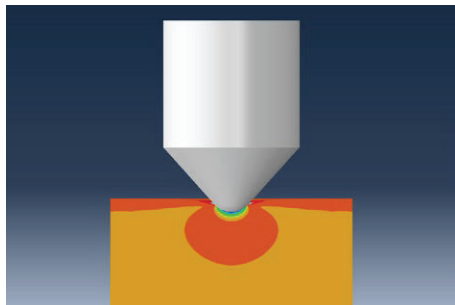
Благодаря усилению долота при помощи алмазной вставки Stinger в центральной части режущей структуры обеспечивается образование колонки породы, подверженной непрерывному разрушению и дроблению, способствуя повышению эффективности бурения.

Высокоэффективные средства моделирования обеспечивают оптимизацию режущей структуры

Моделирование методом конечных элементов (FEA)

Благодаря применению программного обеспечения для моделирования методом конечных элементов (FEA) разработчики определили точное расположение точки внедрения кончика алмазной вставки Stinger в поле механических напряжений породы.

Анализ показал, что для разрушения породы требуется приложение значительно меньшей нагрузки при условии ее концентрации в одной точке.



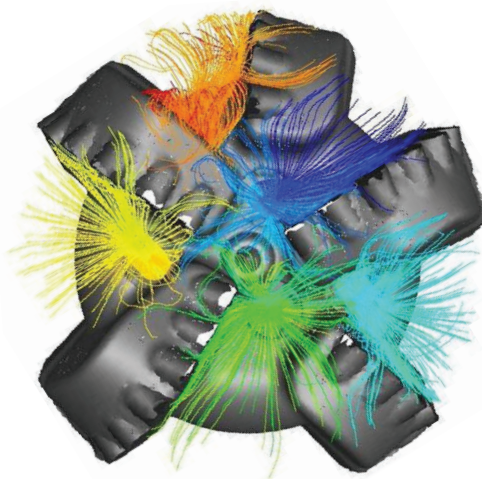
Программа для моделирования FEA была использована для изучения механики разрушения породы в точке внедрения алмазной вставки Stinger в породу.

Эффект концентрации нагрузки в одной точке усиливается алмазной вставкой Stinger, так как при ее применении порода в центральной части профиля забоя изолируется и лишается связи с остальной породой, что облегчает ее разрушение. Благодаря данному эффекту также повышается устойчивость и сокращаются вибрации долота.

Точное размещение насадок для очистки

Размещение алмазной вставки Stinger в центре режущей структуры обусловило необходимость изменения ориентации насадок и последующего распределения потока. Это должно обеспечить эффективную очистку и охлаждение алмазной вставки Stinger.

Для точного моделирования потока вокруг алмазной вставки Stinger был выполнен подробный гидравлический анализ с помощью передового программного обеспечения для гидродинамического моделирования (CFD). При разработке каждого нового долота положение насадок тщательно регулируется для максимальной очистки алмазной вставки Stinger и забоя вокруг центра долота.

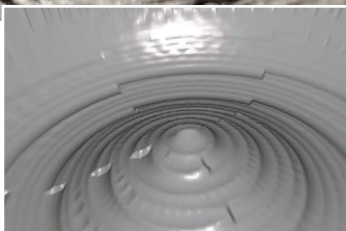


Оптимизированное размещение насадок – перекрещивающиеся потоки и увеличенная скорость потока для улучшения очистки и выноса шлама.

Оценка забоя подтверждает повышение эффективности разрушения породы

В ходе контролируемых испытаний стандартное долото PDC и долото PDC с алмазной вставкой Stinger были подвержены воздействию ограничивающего внутрискважинного давления, после чего был определен профиль забоя для каждого долота.

Долотом с алмазной вставкой Stinger был сформирован четкий профиль забоя строго по центру долота, зеркально отображающий его режущую структуру. В породе имелись явные трещины, подтверждающие разрушение породы алмазной вставкой конической формы с образованием более крупных фрагментов.



Профиль забоя, образованный стандартным долотом PDC в ходе испытаний (вверху) и во время моделирования в системе IDEAS (внизу).



Профиль забоя, образованный долотом PDC с алмазной вставкой Stinger в ходе испытаний (вверху) и во время моделирования в системе IDEAS (внизу).

Повышение точности геологических оценок

Долота PDC со стандартной режущей структурой оказывают на породу режуще-скалывающее воздействие, при этом образуются фрагменты выбуренной породы, размер которых слишком мал для точной оценки коллекторских свойств пласта.

Долото PDC с алмазной вставкой Stinger оказывает разрушающее воздействие, которое приводит к выносу из центра профиля забоя более крупных фрагментов выбуренной породы. Полученные фрагменты более крупного размера позволяют промышленным геологам точнее определить свойства породы, характеризующие коллектор, и траекторию ствола скважины.



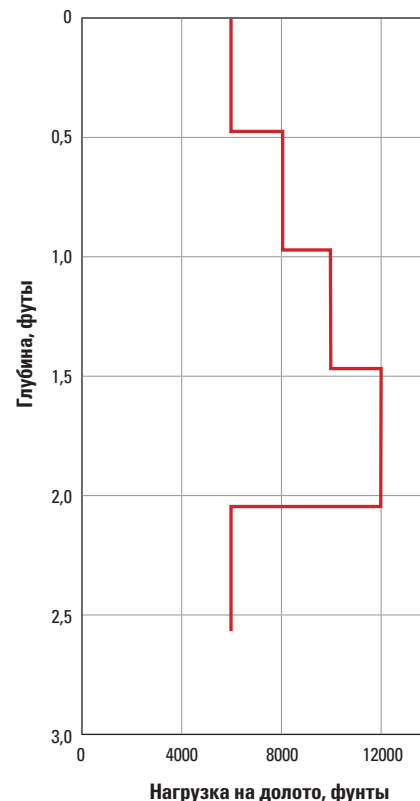
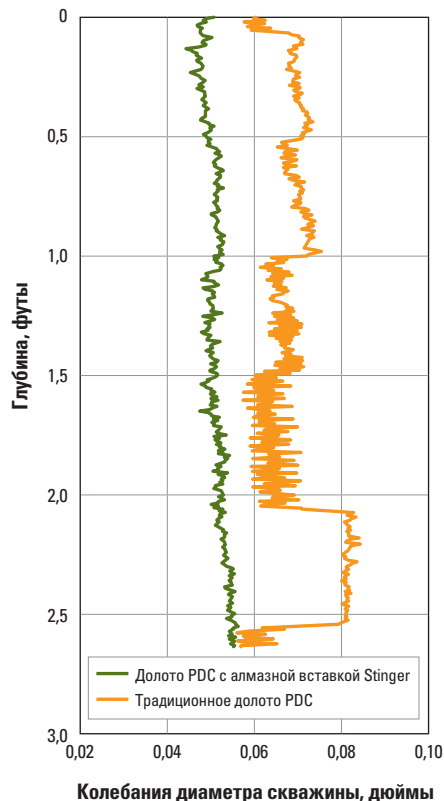
При сравнении фрагментов выбуренной породы, полученных в ходе моделирования бурения, частицы, полученные при использовании стандартного долота PDC, были меньше (слева) частиц, полученных при использовании долота PDC с алмазной вставкой Stinger (справа).

Повышение устойчивости для улучшения качества ствола скважины

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.

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.

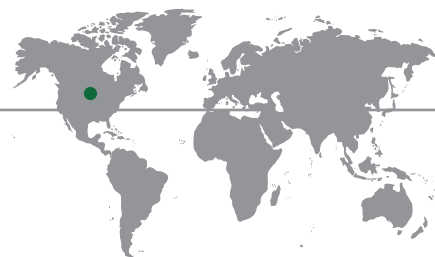
Устойчивость, продемонстрированная долотами с алмазной вставкой Stinger, создает положительную динамику, повышающую качество ствола скважины и сокращающую нагрузку на компоненты бурильной колонны, увеличивая надежность КНБК.





SMITHBITS
A Schlumberger Company

LAWRENCE



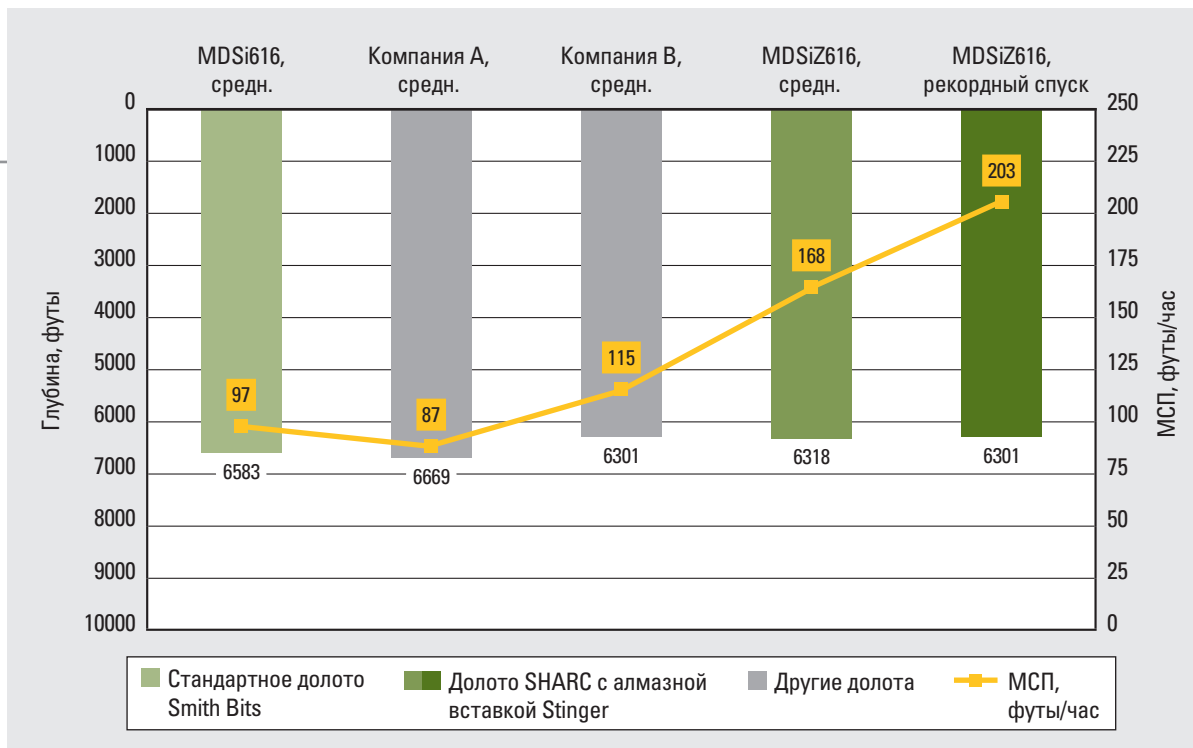
Долото SHARC с алмазной вставкой Stinger обеспечило повышение механической скорости проходки на 46% на месторождении Bakken в Северной Дакоте

Задача повышения продолжительности работы и механической скорости проходки при бурении твердых пород

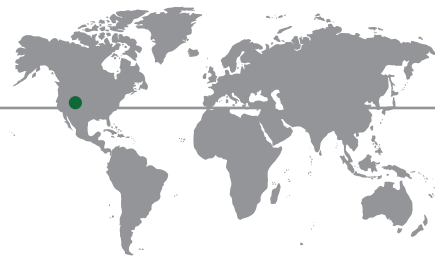
Для повышения МСП и уменьшения количества долот, используемых при бурении 8¾-дюймовых вертикальных секций в твердых, абразивных и переслаивающихся породах в бассейне Bakken в Северной Дакоте, специалисты Smith Bits установили алмазную вставку Stinger на стандартное долото PDC SHARC*, присвоив ему наименование MDSiZ616.

Алмазная вставка Stinger значительно повышает эффективность бурения

Долота PDC SHARC были оснащены 16-мм резцами и алмазной вставкой Stinger; долота были использованы в составе КНБК для наклонно-направленного бурения. С их помощью были пробурены 8¾-дюймовые вертикальные секции между отметками 6209 и 6477 футов за одно долбление. Средняя механическая скорость проходки для долот составила 168 футов/час, включая рекордный спуск со средней МСП 203 фута/час. При сравнении с наилучшими средними показателями МСП, полученными с использованием других долот на соседних скважинах, долота SHARC с алмазной вставкой Stinger продемонстрировали повышение средних значений МСП на 46%.



По сравнению со вторым наилучшим средним значением МСП 115 футов/час, полученным при использовании других долот, долота PDC SHARC с алмазной вставкой Stinger на месторождении Bakken в Северной Дакоте показали среднее значение МСП 168 футов/час, в том числе рекордный спуск с МСП 203 фута/час, т.е. повышение среднего значения МСП составило 46%.



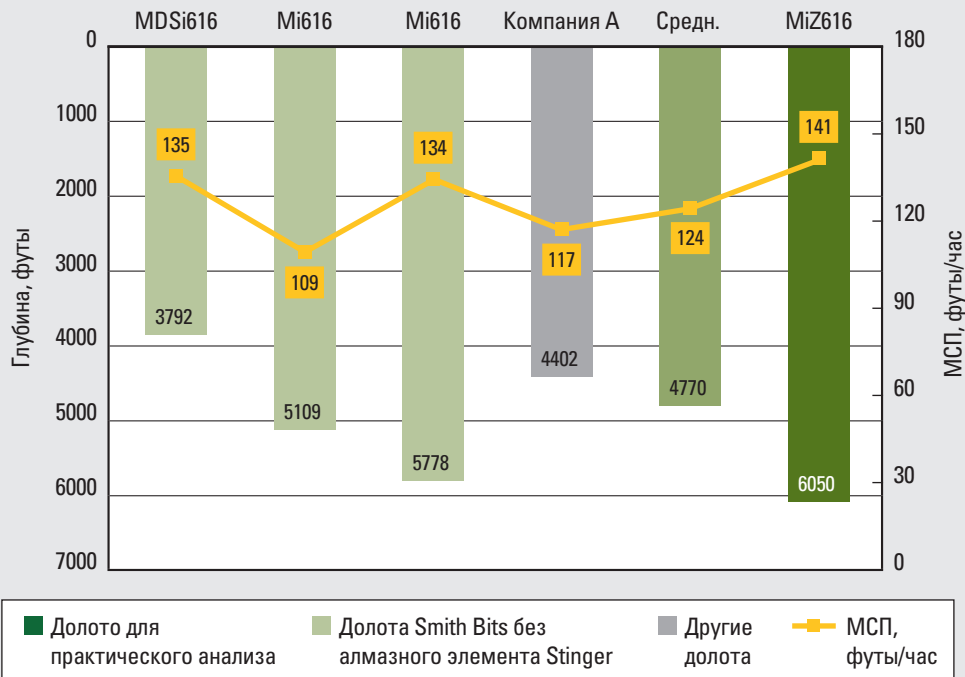
Долото PDC с алмазной вставкой Stinger обеспечило повышение МСП на 14% на месторождении Wasatch в Юте

Сложные условия применения требуют повышения продолжительности работы

Для геологического строения месторождения Wasatch в северной части Юты характерны переслаивающиеся песчаные и глинистые пласты с прочностью на сжатие (UCS) от 2000 до 30000 фунтов/кв. дюйм. Для бурения в данных условиях было выбрано 7 $\frac{7}{8}$ -дюймовое долото MiZ616 PDC с алмазной вставкой Stinger. Долото было использовано в составе КНБК для наклонно-направленного бурения, включающей винтовой забойный двигатель (ВЗД) с углом изгиба 1,5° для достижения следующих целей: повышение МСП, увеличение продолжительности работы режущей структуры в условиях высоких нагрузок на долото (от 30000 до 50000 фунтов) и достижение проектной глубины секции за одно долбление.

Долото PDC, усиленное алмазной вставкой Stinger, обеспечивает повышение продолжительности работы и механической скорости проходки

Применение долота PDC с алмазной вставкой Stinger позволило пробурить 6050 футовую секцию диаметром 7 $\frac{7}{8}$ -дюйма до проектной глубины за одно долбление. Долото было поднято на поверхность в отличном состоянии сработки: 1-2-VT-C-X-IN-WT-TD. По сравнению с результатами других долот, показавших наибольшие средние значения МСП на других скважинах, показатели МСП долота PDC с алмазной вставкой Stinger были лучше на 14%.



По сравнению с долотами, показавшими наилучшие средние значения МСП на четырех соседних скважинах, долото PDC с алмазной вставкой Stinger продемонстрировало повышение МСП на 14% при увеличении проходки.

Справочная информация

Номенклатура

Обозначение долот PDC, оснащенных центральной алмазной вставкой конической формы Stinger включает букву 'Z' в обозначении типа долота, непосредственно перед числом лопастей и диаметром резцов.

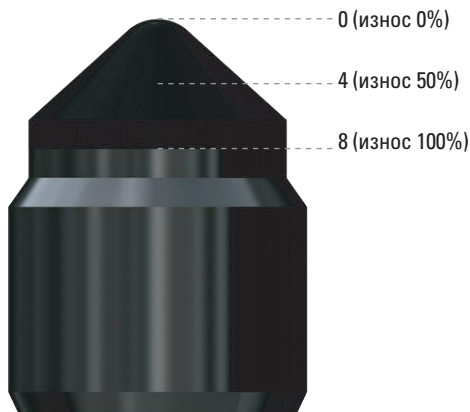


Примеры

- MDSiZ616
- SDiZ513
- MiZ613

Классификация сработки

Уникальная коническая форма алмазной вставки Stinger требует внесения изменений в систему классификации сработки резцов с тем, чтобы определить степень ущерба (потеря, износ или слом). Используется та же шкала степени износа (от 0 до 8), что и для стандартных резцов PDC.



Компания Smith Bits предлагает заказчикам карту определения износа для точного определения степени износа центральной алмазной вставки Stinger в промышленных условиях.

Примеры классификации сработки алмазной вставки Stinger



Алмазная вставка Stinger со степенью износа 0 (0%); отсутствие следов износа или скалывания.



Stinger



Более подробную информацию об алмазной вставке конической формы Stinger можно найти на странице www.slb.com/Stinger.

Видеоролик

В видеоролике показано повышение эффективности разрушения породы долотом PDC, оснащенным алмазной вставкой Stinger.

Практический анализ

- Долота PDC SHARC, оснащенные алмазными вставками Stinger, обеспечили бурение 8¾-дюймовых вертикальных секций на месторождении Bakken в Северной Дакоте за одно долбление, в том числе рекордный спуск со средней МСП 203 футов/час. Данный результат превосходит средние значения МСП, полученные с использованием других долот на соседних скважинах, на 46%.
- Применение долота PDC с алмазной вставкой Stinger обеспечило бурение секции длиной 6050 футов и диаметром 7⅞ дюйма на месторождении Wasatch в Юте за одно долбление, увеличение МСП составило 14%, степень сработки долота после подъема была отличной.

ONYX II

Резцы PDC, обладающие большей устойчивостью к износу и долговечностью для максимального повышения механической скорости проходки www.slb.com/ONYXII

IDEAS

Интегрированная инженерно-аналитическая платформа www.slb.com/IDEAS

www.slb.com/Stinger

SMITH BITS

A Schlumberger Company