

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕФТИ И ГАЗА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ) ИМЕНИ И.М.ГУБКИНА

ФАКУЛЬТЕТ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

КАФЕДРА БУРЕНИЯ

РЕФЕРАТ

на тему:

«Особенности бурения на обсадной колонне»

Студента группы РБ-19-01

Тюнина Николая Александровича

Научный руководитель:

Доцент, кандидат технических наук –

Шуть Константин Фёдорович

Москва 2022

Оглавление

Введение	3
Бурение на обсадной колонне, преимущества и недостатки.....	4
Особенности бурения на обсадной колонне.....	8
Устройства для БОК.....	13
История бурения с обсаживанием.....	27
Заключение	44
Список использованных источников.....	45

Введение

В современных условиях применение классических систем разработки нефтяных и стандартных технологий строительства скважин становится всё более сложной задачей. Существенное число месторождений характеризуется проблемами несовместимости давлений в скважине – «узкое окно бурения», неустойчивость стенок скважины, опасности прихвата бурильной колонны. Становится все меньше и меньше месторождений, позволяющих строить скважины без риска осложнений. Поскольку стремительный рост объемом бурения и добычи привели к тому, что большинство разбуриваемых площадей имеют такие проблемы, как повышенные разности давлений в системе «скважина-пласт», зоны интенсивных поглощений, вероятности осыпей и обвалов, прихваты инструмента в скважине и истощенность пластов. А борьба с этими проблемами становится неэффективной и требует все больших денежных и временных затрат. Чтобы быстро и качественно решить данные проблемы, нефтегазовые компании внедряют новейшие разработки в сфере строительства скважин.

Одной из таковых является технология бурения на обсадной колонне (БОК) или в частном случае – на хвостовике (БХВ). Разбуривание ствола скважины идет параллельно с обсаживанием, исключается потребность проведения операций для спуска обсадной колонны, за счет этого идет снижение показателей непроизводительного времени, и как следствие, наблюдается рост показателей экономической эффективности. К тому же, упрощенный процесс бурения снижает вероятность возникновения рисков, обусловленных влиянием человеческого фактора, так как на роторном столе буровой установки находится меньшее количество работников.

Бурение на обсадной колонне, преимущества и недостатки

Технология БОК на сегодняшний день получила широкое применение. Поэтому, для более детального рассмотрения, необходимо классифицировать различные системы БОК.

Кроме того, стоит отдельно рассмотреть технологию бурения на хвостовике, как одну из наиболее перспективных и бурно развивающихся направлений сферы БОК.

Годы развития БОК показали, что эта технология стала достаточно эффективной и позволяющей решать определенные задачи в бурении. Преимущества метода, как доказанные практикой, так и расчетные включают в себя:

- возможность снижения мощности буровой установки;
- сокращение инцидентов на буровой;
- возможно сокращение числа обсадных колонн;
- башмак колонны можно установить глубже;
- общее время бурения снижается;
- улучшается прямолинейность ствола скважины;
- возможно уменьшение членов буровой бригады;
- не нужен подъем труб по окончании бурения интервала;
- колонна уже у цели и готова к цементированию;
- снижение общих затрат на строительство скважины. [1]

Классификационные признаки систем БОК целесообразно разделить на устройства наземной и подземной его частей. Наземная часть содержит силовые приводы для обсадной колонны и оборудование для спуска и подъема (СПО) извлекаемой компоновки (ИК). Поэтому предлагается следующая классификация.

По способу передачи вращения и соответственно момента:

- 1) при бурении на хвостовике – ротор или верхний привод;
- 2) при бурении на обсадной колонне – ротор или верхний привод;

По способу СПО ИК:

- 1) На трубах с применением стандартного комплекса СПО на буровой:
- 2) С применением специальной канатной или кабельной лебедки:
- 3) С помощью гибких труб на барабане (ГНКТ):

Для подземной части одним из основных критериев является возможность контроля направления бурения. По этому признаку системы делятся на три группы:

- 1) Неуправляемые системы.
- 2) Управляемые системы с неизвлекаемой (одноразовой) буровой компоновкой.
- 3) Управляемые системы с извлекаемой буровой компоновкой.

Приведенный обзор и анализ существующих технологических схем позволяют сделать следующие выводы относительно рациональных областей применения БОК:

- 1) Технология с извлекаемой компоновкой может быть эффективной в скважинах, стоимость которых выше средней.
- 2) Технология с неизвлекаемой компоновкой может быть эффективной в скважинах любой ценовой категории.
- 3) Технология с разбуриваемым долотом-башмаком эффективна в скважинах средней и выше средней ценовых категорий. [1]

Обсадная колонна в рассматриваемом методе строительства скважин служит, непосредственно, инструментом для бурения, и наряду с этим обсаживает ствол скважины без проведения отдельных спускоподъемных операций. Также в это время происходит ротация обсадной колонны, уменьшающая площадь поперечного сечения кольцевого пространства, приводя к кольматации частиц горной породы, способствующей к укреплению стенок скважины.

Бурение на обсадной колонне эффективно применяется при проходке различных сложных участков с точки зрения геологии. Постоянной проблемой, присущей всем месторождениям, является разность пластовых давлений.

Например, для достижения нижней части продуктивного горизонта с высоким пластовым давлением необходимо пройти верхнюю зону с низким давлением. В таких условиях сложно сбалансировать потенциал потерянной циркуляции в верхней зоне с потенциалом притока в скважину в нижней зоне, особенно при подъеме КНБК для спуска обсадной колонны [4].

Немаловажной проблемой, также относящейся ко многим месторождениям углеводородов, для решения которой применяется бурение с «обсаживанием», являются зоны значительных поглощений промывочной жидкости.

На предупреждение и ликвидацию данного осложнения может потребоваться огромное количество человеко-часов, материальных и энергетических затрат, к сожалению, не позволяющих достигнуть желаемого результата. [7]

В России проблемы из аналогичной категории встречаются, например, в Западной Сибири, где приходится разбуривать зоны ММП (многолетнемерзлые породы). Ключевым фактором, осложняющим бурение, является растепление зоны ММП и возникновение полного поглощения бурового раствора без выхода на устье [1]. Также на западносибирских площадях нередки случаи набухания активных серых глин, из-за гидратации и дальнейшего расщепления глин в промывочной жидкости на частицы мелкой фракции, что приводит к превышениям времени спуска той или иной колонны, в отличие от рассчитанного времени. [7]

Технологии бурения на обсадной колонне присущи следующие достоинства:

- отсутствие бурильных труб, соответственно и бурильных замков;
- непотребность в спускоподъёмных операциях для замены ПРИ (породоразрушающего инструмента), таким образом временные затраты сокращаются почти в два раза; [6]
- сокращение количество членов буровой бригады;

- исключение отклонения ствола от заданного профиля, за счет использования обсадных труб для передачи момента на долото, задающих ему направление;
- предупреждение ликвидации скважин из-за прихвата колонны бурильных труб, так как последние отсутствуют;
- значительное сокращение количества ловильных работ в скважине;
- применяемый ПРИ калибрует каждый метр;
- снижение боковых нагрузок, действующих на обсадную колонну, за счет прямолинейности пробуренного участка;
- сокращение числа обсадных колонн;
- сокращение рисков человеческих потерь, которые нередки при традиционном методе строительства скважины.

Вопреки всем достоинствам, технология бурения на обсадной колонне имеет и свои недостатки:

- низкая механическая скорость проходки во избежание рисков поглощения промывочной жидкости и гидроразрыва пластов;
- требования подрядных организаций, снизить условную вязкость промывочной жидкости, ради повышения производительности;
- вложения на приобретение обсадных труб высокой группы прочности с резьбовыми соединениями, противостоящими высоким нагрузкам на скручивание;
- отказ оборудования или внутренних приводных устройств, расположенных между ВСП (верхним силовым приводом) и самой обсадной колонной.

Особенности бурения на обсадной колонне

В процессе строительства скважины используется два метода передачи вращения колонне. Первый – роторный способ, когда вся колонна вращается непосредственно от ротора буровой установки, второй – способ, при котором применяется ВСП (верхний силовой привод), представляющий собой вращатель с сальником-вертлюгом. Однако основное преимущество, в отличие от роторного способа бурения, это возможность верхнего силового привода передавать вращение не только колонне бурильных, но и обсадных труб.

Существует два типа систем для бурения на обсадной колонне, последнюю возможно использовать в качестве всей бурильной колонны или ее части разными методами, эти системы были названы как извлекаемые и неизвлекаемые.

Неизвлекаемая система предполагает возможность бурения хвостовиком или обсадной колонной с использованием фиксированного долота. Это долото может быть разбуриваемое или обычное долото, оставляемое в скважине на конечной глубине.

Извлекаемые системы позволяют заменять долото и забойные компоновки без подъема обсадной колонны на поверхность. Использование извлекаемой системы – это альтернатива бурению наклонно-направленных скважин по стандартной технологии.

Извлекаемая система применяется для бурения вертикальных и наклонно-направленных участков, к тому же она дает возможность многократно менять КНБК (компоновку низа бурильной колонны) без проведения операций для подъема обсадной колонны.



Рисунок 1.а

Забойную компоновку (рисунок 1), извлекаемую на канате, подвешивают в профильном ниппеле в башмаке обсадной колонны (рисунок 2).

В системе используется скважинное и поверхностное оборудование, позволяющее использовать традиционные нефтепромысловые обсадные трубы в качестве бурильных труб так, что скважина бурится и в то же время обсаживается.

Забойную компоновку (рисунок 1), извлекаемую на канате, подвешивают в профильном ниппеле в башмаке обсадной колонны (рисунок 2).

Вращение колонны происходит с устья скважины, а промывочная жидкость движется к забою по обсадной колонне и выходит на поверхность по затрубному пространству.

Рисунок 1 – Забойный инструмент (транспортируемая на кабеле КНБК)



Рисунок 2 – Сборка обсадной колонны

В стандартный состав компоновки низа бурильной колонны извлекаемой системы входят: пилотное PDC (polycrystalline diamond compact) долото, выбираемое из расчета прохождения через обсадную колонну, лопастной

расширитель, устанавливаемый над пилотным долотом и увеличивающий диаметр ствола под используемую обсадную колонну, забойный двигатель, инклинометрическая система, стабилизаторы, утяжеленные бурильные трубы и т.д.

Система верхнего привода используется для передачи крутящего момента обсадной колонне в процессе бурения, а также для обеспечения вращающего момента при соединении и разъединении колонны.

Присоединение обсадной колонны к системе верхнего привода происходит за счет специальной оснастки, которая представляет собой быстроразъемное соединение без резьбы, состоящее из плашечного узла для захвата труб и внутренней труболовки, обеспечивающей герметичность. Этот принцип подключения колонны к системе верхнего привода обеспечивает непрерывное вращение колонны одновременно с циркуляцией промывочной жидкости.

Одними из основных достоинств извлекаемой системы являются способность бурения наклонно-направленных интервалов и использование в составе ее компоновки низа бурильной колонны различного породоразрушающего инструмента, соответствующего заданной горно-геологической обстановке. Несмотря на это, данная система не получила широкого применения в отечественной практике бурения, так как вероятность получения прихвата существенно больше, чем при обычном способе бурения.

Неизвлекаемой системой бурения на обсадной колонне (рисунок 3), в подавляющем большинстве, бурятся вертикальные участки скважин: кондуктор или направление. Но в то же время присутствует возможность реализации гибридного метода, то есть наклонно-направленные участки проводятся традиционной КНБК, а вертикальные – на обсадной колонне.

Для разрушения горной породы применяется одноразовое легкоразбуриваемое долото. По мере достижения проектного забоя долото

разбурируется чаще всего стандартным PDC долотом на колонне бурильных труб [2].

Данная система, напротив, получила широкое распространение среди отечественных буровых подрядчиков, в частности, технология используется для сооружения направления и кондуктора.

Первое и самое главное достоинство бурения с применением неизвлекаемой системы – упрощенный состав компоновки низа бурильной колонны.



Рисунок 3 – Неизвлекаемая система для бурения

Еще одно не менее важное достоинство – возникновение механической кольятации. Дело в том, что следствием применения данной технологии является малая площадь поперечного сечения затрубного пространства. В результате вращения обсадной колонны частицы выбуренной породы раздробливаются и впрессовываются в стенки скважины, тем самым вызывая закупоривание фильтрационных каналов горной породы, и, как следствие, снижение поглощающей способности пласта.

Отсутствие в составе КНБК инклинометрической системы и отклонителя, позволяет бурить только прямолинейные интервалы без участков искривления. Также из-за специфической забойной компоновки, а именно конструкции легкоразбуриваемого долота, исключается возможность бурить в большом спектре геологических разрезов. Эти особенности неизвлекаемой системы бурения на обсадной колонне – недостаток.

У обеих технологических систем присутствует возможность установки на любом буровом станке, оснащенный системой верхнего привода, и, как правило, нуждаются в минимальной адаптации. Основные достоинства и недостатки систем бурения на обсадной колонне сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Системы бурения на обсадной колонне

Тип системы	Достоинства	Недостатки
Извлекаемая система	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность набора параметров кривизны 2. Смена компоновки без подъема КНБК 3. Применение любого породоразрушающего инструмента 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложная многокомпонентная компоновка 2. Высокая стоимость оборудования 3. Высокие риски аварийности при работе
Неизвлекаемая система	<ol style="list-style-type: none"> 1. Упрощенная компоновка (клапан + долото) 2. Бурение труднобуримых интервалов (с включением галечников, валунов и др.) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность бурения в сложных геологических разрезах 2. Бурение только прямолинейных участков 3. Невозможность подъема КНБК при аварии

Исходя из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что описанный метод бурения достаточно многообещающее направление, дающее возможность бурить скважины в условиях осложнений литолого-геологического характера и повышающее экономические показатели сооружения скважин в целом.

Устройства для БОК

Как указывалось, в предыдущем разделе для придания вращающего момента обсадной колонне используется система верхнего привода, представляющий собой вращательный механизм с сальником-вертлюгом, снабженный средствами механизации спускоподъемных операций.

Силовой верхний привод буровых установок обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

- передача вращающего момента колонне при бурении, проработке и расширении ствола скважины;
- свинчивание, докрепление труб, как бурильных, так и обсадных;
- проведение спускоподъемных операций с трубами, в том числе наращивание колонны свечами и однетрубками;
- проведение операций по спуску обсадных колонн;
- проворачивание бурильной колонны при бурении забойными двигателями;
- промывку скважины и проворачивание бурильной колонны при СПО;
- расхаживание бурильных колонн и промывку скважины при ликвидации аварий и осложнений.

Достоинства верхнего силового привода:

- снижается риск получения прихвата бурильного инструмента, так как присутствует возможность восстановления циркуляции промывочной жидкости в любой момент времени спуска или подъема инструмента в течение 2-3 минут;
- проработка ствола скважины идет в обоих направлениях, то есть и при спуске, и при подъеме;

- точность при бурение наклонно-направленных интервалов с набором кривизны;
- упрощение спуска обсадной колонны, за счет возможности проведения всей операции с вращением колонны и промывкой;
- реализация точного крутящего момента при свинчивании и докреплении резьб.

Главные функции системы верхнего привода: [1]

- захватывание колонны труб для подъема, соединения (разъединения) резьбовых соединений;
- непосредственно свинчивание (разъединение) резьбовых соединений;
- соединение колонны труб с буровым рукавом для осуществления промывки ствола скважины;
- непосредственно процесс бурения.

При бурении используются трубы со специальным соединением, с трапецеидальной резьбой Батресс по стандарту Американского нефтяного института (АНИ). Трубы эти обладают повышенной прочностью и герметичностью. Прочность резьбового соединения доходит до 90% от прочности тела трубы.

Характеристики прочности труб с соединением «Батресс» приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики обсадных труб с трапецидальной резьбой «Батресс» по стандарту АНИ

Наружный диаметр трубы, D, мм	Толщина стенки, s, мм	Внутренний диаметр, d, мм	Вес 1 м трубы с муфтами, кг	Общая длина резьбы, G, мм	Средний диаметр резьбы в основной плоскости, dp, мм	Наружный диаметр муфты, мм		Диаметр фаски у муфты, dф, мм	Ширина торца муфты, B, мм	Длина муфты, L _м , мм	Наименьшее разрушающее усилие, тс							
						нормальный	уменьшенный				муфты с нормальным наружным диаметром				муфты с уменьшенным наружным диаметром из стали последующей группы прочности.			
											J-55	C-75	N-80	P-110	J-55	C-75	N-80	P-110
114,3 (4 1/2")	5,69	102,92	15,60	92,39	113,132	127,0	123,8	117,9	3,2	225,4	103	–	–	–	103	–	–	–
	6,35	101,60	17,23								113	144 1	152 1	189	113	144 1	152 1	189
	7,37	99,56	19,70								–	65	74	218	–	45	74	218
	8,56	97,18	22,53								–	–	–	250	–	–	–	241
127,0 (5")	6,43	114,14	19,58	95,57	125,832	141,3	136,5	130,6	4,0	231,8	1281	–	–	–	128 1	–	–	–
	7,52	111,96	22,56								49	189 2	198 2	248	49	164 1	198 2	248
	9,19	108,62	27,01								–	27	40	299	–	64	15	270
139,7 (5 1/2")	6,98	125,74	23,32	97,16	138,532	153,7	149,2	143,3	4,0	235,0	1541	–	–	–	154 1	–	–	–
	7,72	124,26	25,54								69	214	225	281	69	181	225	281
	9,17	121,36	29,82								–	251 2	265 3	330	–	181 1	238 2	297
	10,54	118,62	33,80								–	52	01	376	–	81	38	297
168,3 (6 5/8")	7,32	153,64	30,08	101,92	167,107	187,7	177,8	171,8	6,4	244,5	195	–	–	–	195	–	–	–
	8,94	150,40	36,03								236	299	315	394	222	222	292	360
	10,59	147,10	41,94								–	351 3	369 4	462	–	222 2	292 2	360
	12,06	144,16	47,10								–	96	17	521	–	22	92	360

177,8 (7")	8,05	161,70	34,50	106,68	176,632	194,5	187,3	181,4	5,6	254,0	2262	287	302	–	226 2	240	302	–
	9,19	159,42	38,90								57	325	343	428	40	240	316	387
	10,36	157,08	43,35								–	364	383	479	–	240	316	387
	11,51	154,78	47,65								–	383	423	529	–	240	316	387
	12,65	152,50	51,88								–	383	462 4	577	–	240	316 3	387
	13,72	150,36	55,76								–	383	97	619	–	240	16	387

Однако и среди продукции отечественных производителей труб нефтяного сортамента существует замена зарубежному типу резьбового соединения, которые используются как для традиционной проводки скважин, так и для бурения на обсадной колонне. Одними из таких являются резьбовые соединения обсадных труб производства «Трубной Металлургической Компании». Среди их разработок особо выдающимися являются резьбовые соединения семейства «ТМК UP «Премиум» класса.

«ТМК UP CWB» - резьбовое соединение с высокими прочностными характеристиками, в отличие от резьб «Батресс» (рисунок 4). Благодаря профилю резьбы есть возможность сборки с соединениями «Батресс» без переводников, что делает данный тип соединения отличной альтернативой американскому стандарту, герметичность которого достигается за счет уплотнительной смазки. Упорный торец обеспечивает внутреннюю равнопроходность и простоту свинчивания. [2]

Сортамент: (114,3-339,72) мм.

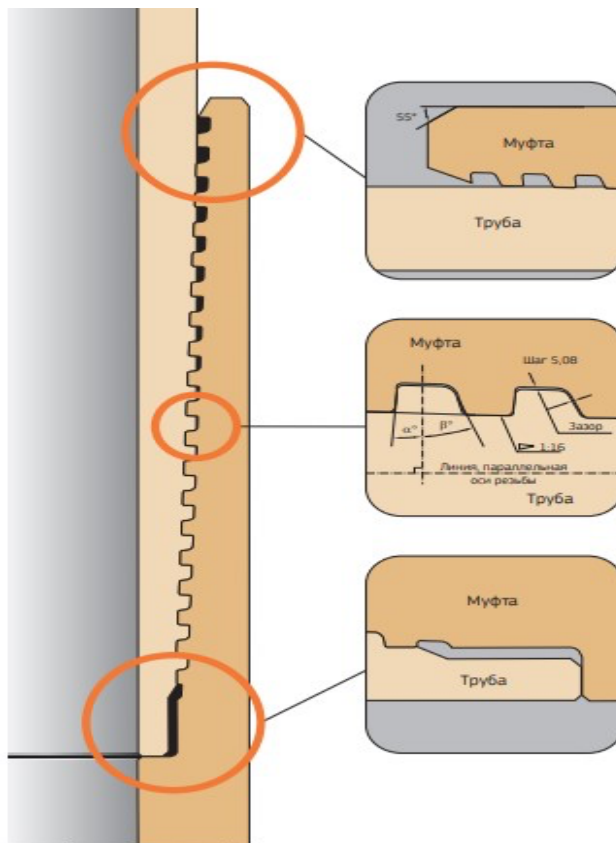


Рисунок 4 – Резьбовое соединение «ТМК UP CWB»

Система управляемого спуска обсадных колонн



Рисунок 5 – система управляемого спуска [8]

«ТМК UP CENTUM» - тип резьбового соединения, обладающего повышенным пределом крутящего момента, что дает возможность его применения для ротации колонны труб при спуске и креплении, а также для рассматриваемой нами технологии (рисунок 6). Гарантирует повышенную герметичность при использовании в условиях близких к критическим. Профиль резьбы обеспечивает 100 % эффективность на сжатие, предотвращение передачи избыточных нагрузок на зону упорного торца, минимальную подвижность резьбы и ее стойкость к износу.

Сортамент: (114,3-339,7) мм.

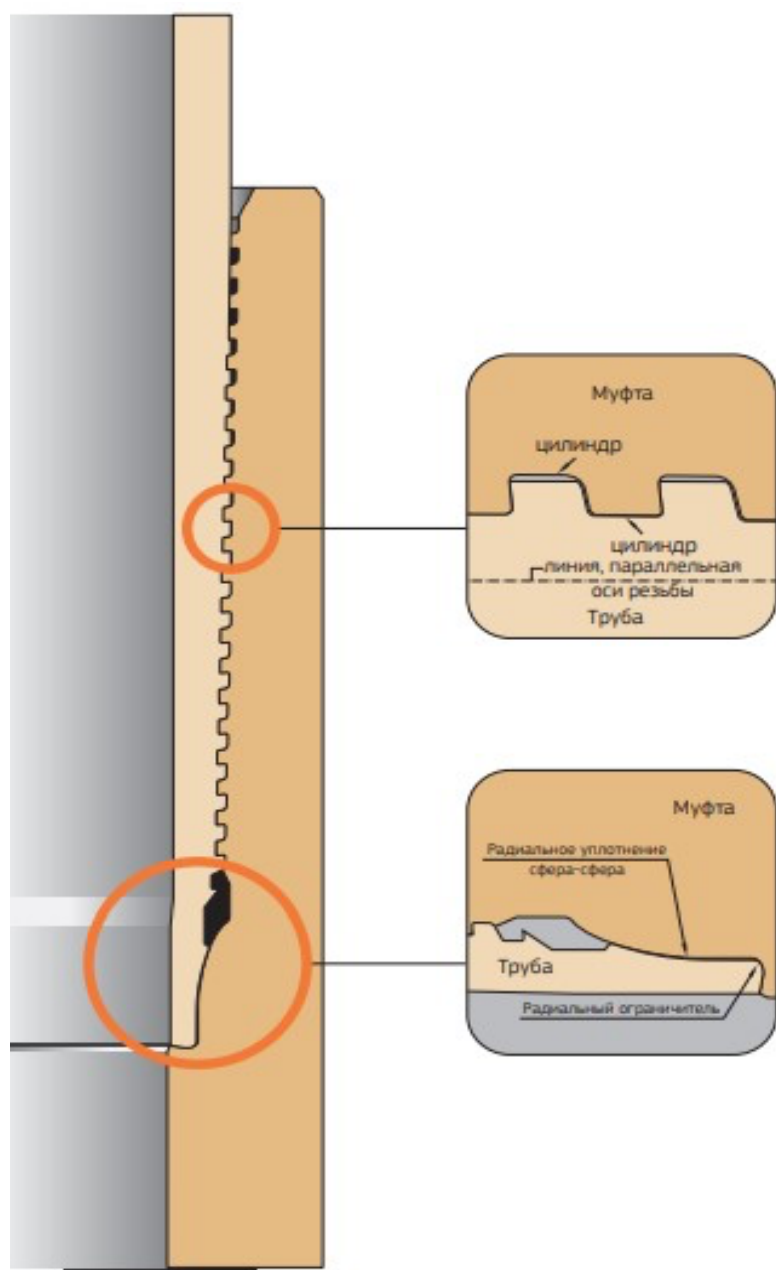


Рисунок 6 – Резьбовое соединение «ТМК UP CENTUM»

«ТМК UP PF ET» - тип резьбового соединения обсадных труб для обсаживания наклонно-направленных и горизонтальных скважин и бурения на обсадной колонне, последнее за счет повышенного предела крутящего момента (рисунок 7). Профиль резьбы также обеспечивает стойкость к износу, эффективность на сжатие и предотвращает повреждения. Присутствующая направляющая грань гарантирует легкую посадку, быстрое свинчивание и низкий риск перехлеста витков резьбы. Сортамент: (114-245) мм.

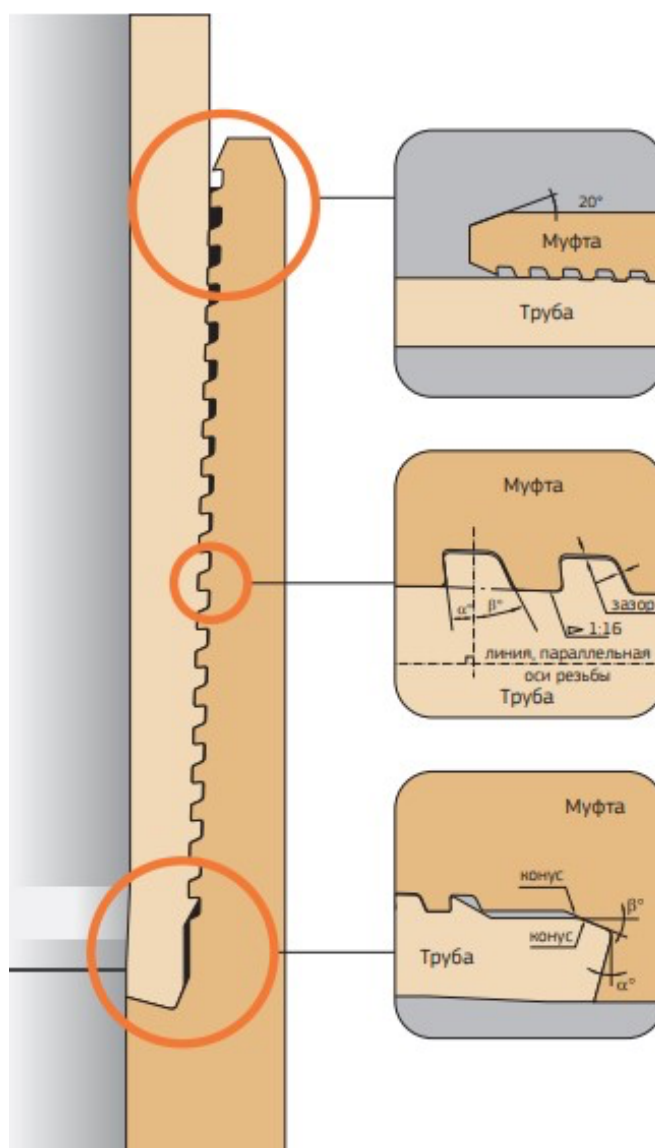


Рисунок 7 – Резьбовое соединение «ТМК UP PF ET»

В таблице 4 приведены технические характеристики резьбовых соединений от «Трубной Металлургической компании».

Таблица 4 – Геометрические и прочностные характеристики некоторых обсадных труб с резьбовыми соединениями «Трубной Металлургической Компании»

Номинальный диаметр трубы, мм	Удельный вес, кг	Толщина стенки, мм	Диаметр муфты, мм	Длина муфты, мм	Осевая нагрузка, при которой достигается предел текучести *, кН	Внутреннее давление, при котором достигается предел текучести *, кН
168	9,64	8,00	187,71	265	1526,6	31,5
177,8	11,79	9,19	200,03	275	1845	34,3
244,5	18,14	10,03	269,88	327	2800	27,2
323,85	22,43	9,50	351,00	327	3556	19,5
Приложение: при минимальном пределе текучести 55 МПа						

Еще одним важным элементом в составе КБНК для бурения на обсадной колонне является специализированный породоразрушающий инструмент, конструкция которого отличается в зависимости от вида от решаемого вопроса.

(рисунок 8).

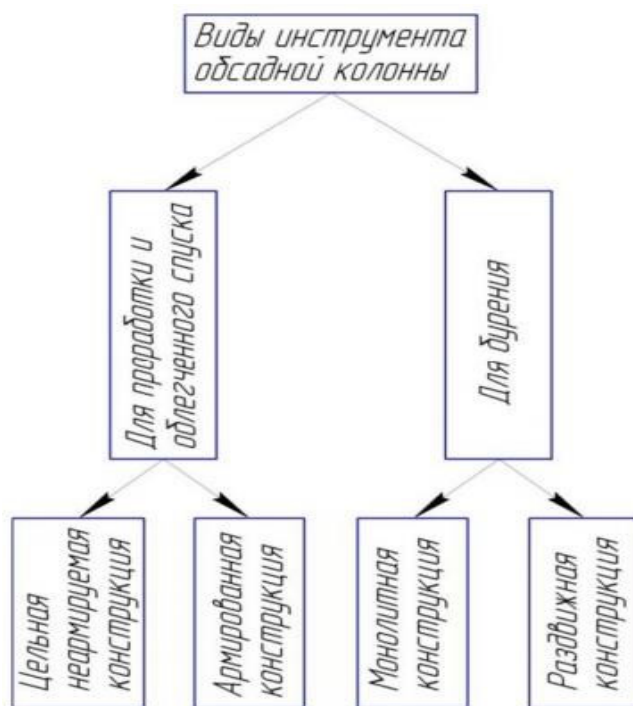


Рисунок 4.8 – Виды инструмента обсадной колонны

Специфика долота, применяемого для бурения на обсадной колонне в том, что после того, как достигается проектный забой и проводится операция тампонирувания, производится его разбуривание стандартным PDC долотом. Исходя из этого, все конструкции долот состоят из легкоразбуриваемого материала (цветные металлы, композиты и др.) и легированной стали, соединяющимися между собой специальным сплавом (рисунок 9). Также долото снабжается резьбовым соединением (муфтой) для присоединения к колонне или может крепиться с применением сварного соединения (рисунок 10). Инструмент обладает меньшей высотой лопастей, большим диаметром корпуса, что приводит к уменьшению зазора между стенками скважины и непосредственно самим долотом.

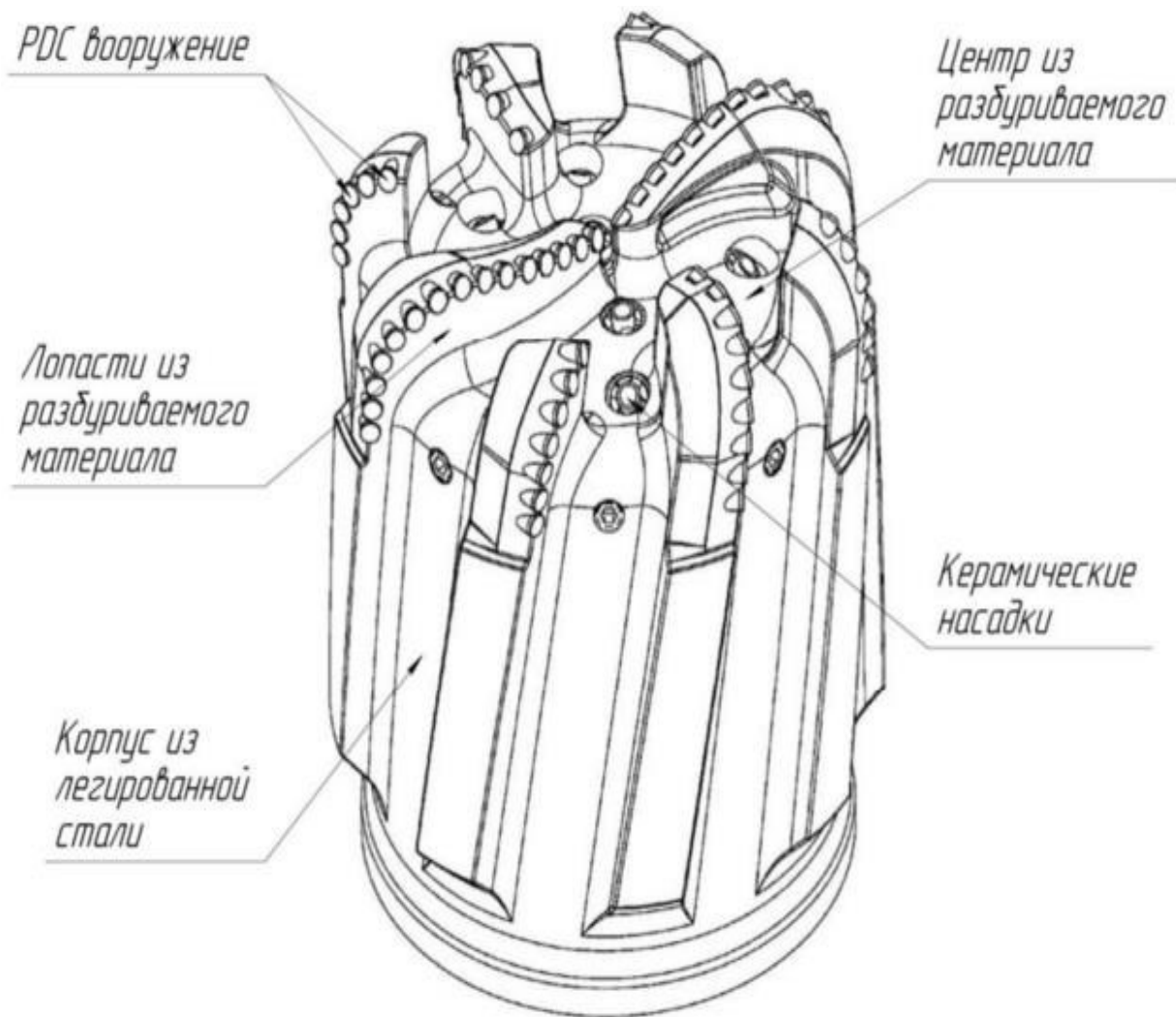


Рисунок 9 – Долото обсадной колонны (нераздвижная конструкция)

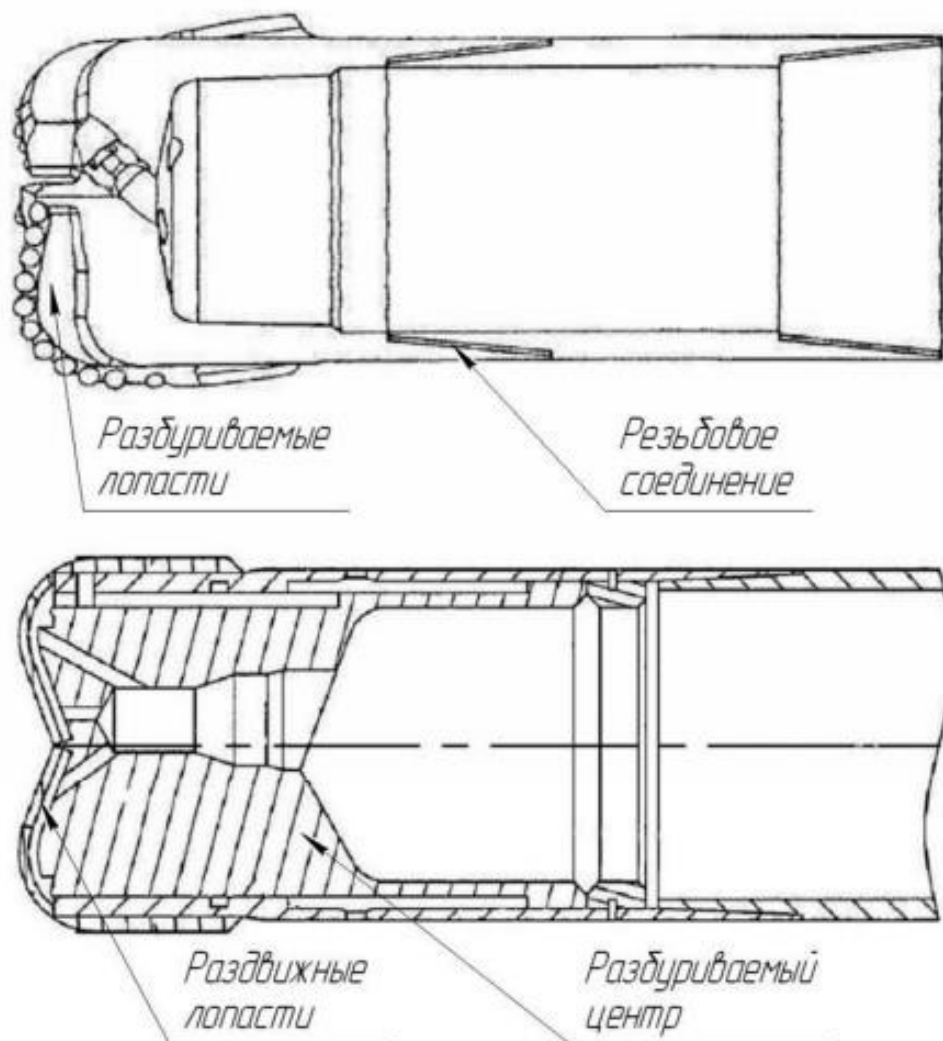


Рисунок 10 – Типичные конструкции долот в разрезе

Породоразрушающий инструмент оснащается твердосплавным или PDC вооружением, устанавливаемым в корпус или лопасти, изготовленные из легкоразбуриваемого материала, гидромониторными насадками, необходимыми непосредственно для промывки забоя, обратный клапан, изготовленный также из разбуриваемого материала. Также на инструменте может присутствовать армирование периферийной зоны профиля, прорабатывающей диаметр скважины до необходимого для прохода обсадной колонны. [1]

Большая часть всех разработок приходится на инструмент с цельной конструкцией (рисунок 11), однако они подвержены к сильному износу, так как само вооружение имеет тесный контакт с режущей структурой.

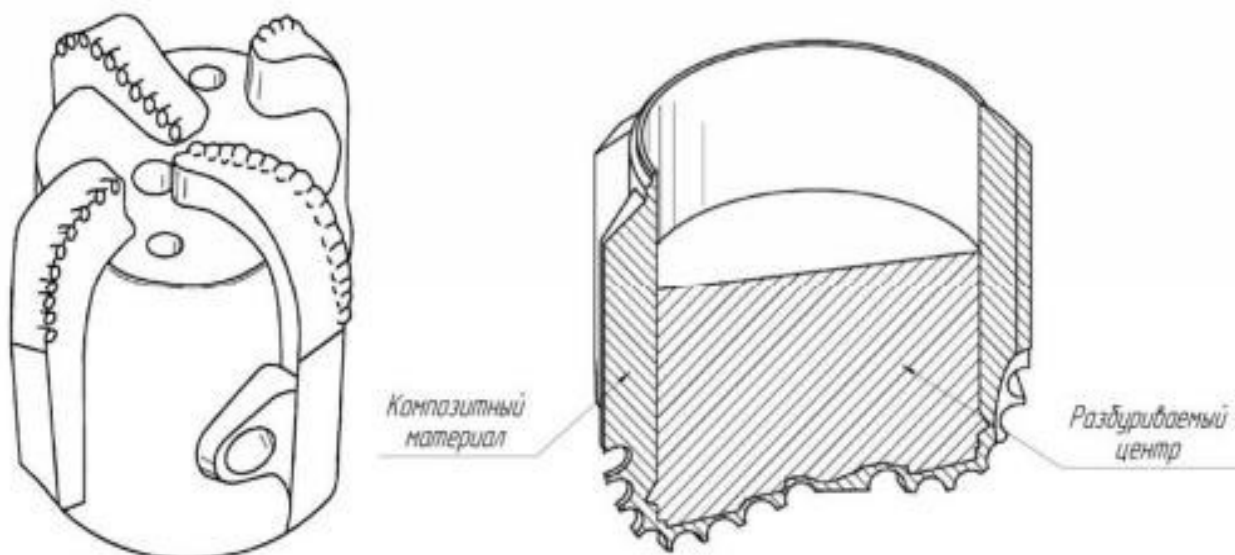


Рисунок 11 – Конструкция цельного долота обсадной колонны

Также широкое применение нашли долота с составным корпусом с приваренными лопастями (рисунок 12), под действием давления бурового раствора они раздвигаются. Инструмент с раздвижными лопастями обеспечивает сохранность вооружения, так как оно крепится в стали, а не в легкоразбуриваемом материале. К недостаткам данной конструкции относится сложность их разработки и производства.

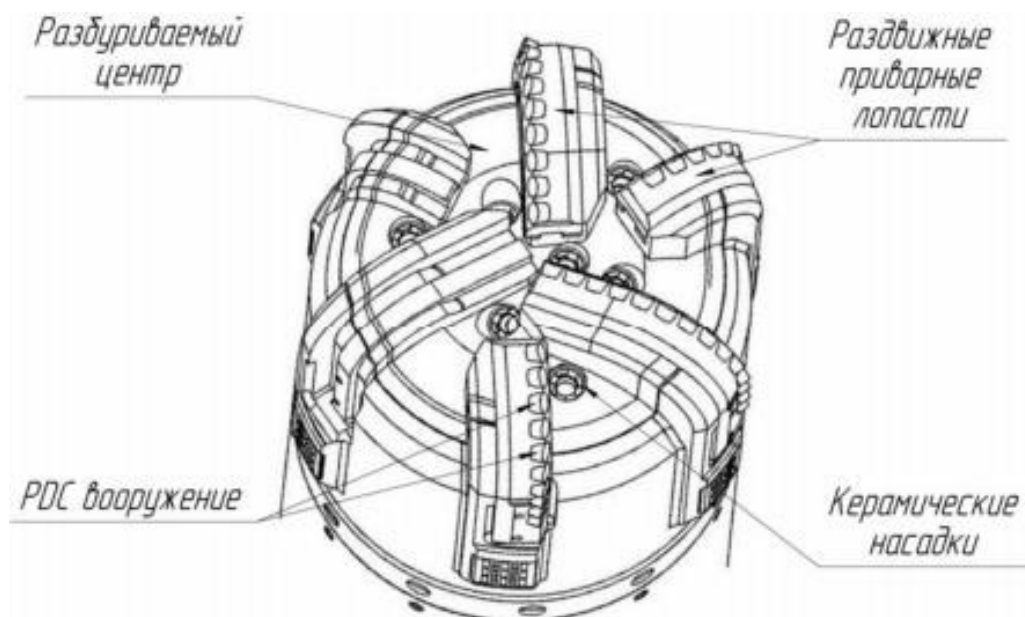


Рисунок 12 – Долото с раздвижными лопастями

Также в компоновке применяются рычажные расширители (рисунок 13), предназначенные непосредственно для расширения ствола скважины после пилотного долота и суженных участков ствола, удаления фильтрационного слоя.



Рисунок 13 – Раздвижной рычажный расширитель

Конструкция расширителя имеет в своем составе плашки, находящиеся в пазах корпуса, оснащенные цапфами для установки вращающихся шарошек с твердосплавным вооружением. Одной из компаний, занимающейся разработкой рычажных расширителей, является ООО Сервисная компания «Внедрение» базирующаяся в г. Азнакаево Республики Татарстан, технические показатели их разработок приведены ниже в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики расширителей ООО «Сервисная компания «Внедрение»

Наименование	Расширители				
	РРУ– 110/124	РРУ– 116/132	РРГМ– 120/134	РРУ– 124/132	РРУ– 134/152
Диаметр расширителя, (транспортное / рабочее положение), мм	110/124	116/132	120/134	124/132	134/152
Скорость проходки, м/ч	3-5	3-5	5-8	3-5	3-5
Количество и тип рабочих элементов	3 шарошки				
Ресурс работы одного комплекта вооружения, м	50-70	50-70	120-150	50-70	50-70
Вид промывочной жидкости	техническая вода (минерализованная, пресная), буровой раствор				
Длина не более, мм	1200	1200	1043	1200	1200
Масса, кг	55	60	73	62	67

История бурения с обсаживанием

Первые испытания технологии бурения на обсадной колонне были проведены в конце 1950-х годов прошлого столетия, при этом применялись трубы диаметром 219 мм. Но тогда испытания привели к тому, что вместо обсадных, стали использовать бурильные трубы с тонкостенной замковой частью.

Спустя несколько десятилетий были разработаны новые типы резьбовых соединений, которые дали начало новым испытаниям технологии бурения с обсаживанием. А точнее во второй половине 70-х годов прошлого столетия Всесоюзный научно-исследовательский институт буровой техники (ВНИИБТ) предложил свою новейшую разработку – четырехшарошечное раздвижное долото 4ДВ-295 для бурения на обсадной колонне диаметром 245 мм (рисунок 14). В дальнейшем в 1975 г. были проведены испытания на Сургутском УБР, целью которых было сопоставление результатов бурения на обсадной колонне под кондуктор и обычного способа бурения. В ходе исследований было выявлено, что породоразрушающий инструмент раздвижного типа позволяет пройти интервал под кондуктор за один рейс, но тогда проведение дальнейших испытаний посчитали экономически невыгодным. [4]

Эффект штукатурки

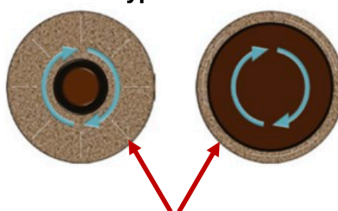


Прижатие обсадной колонны к стенке открытого ствола во время бурения

Формирование уплотненной фильтрационной корки на стенках скважины

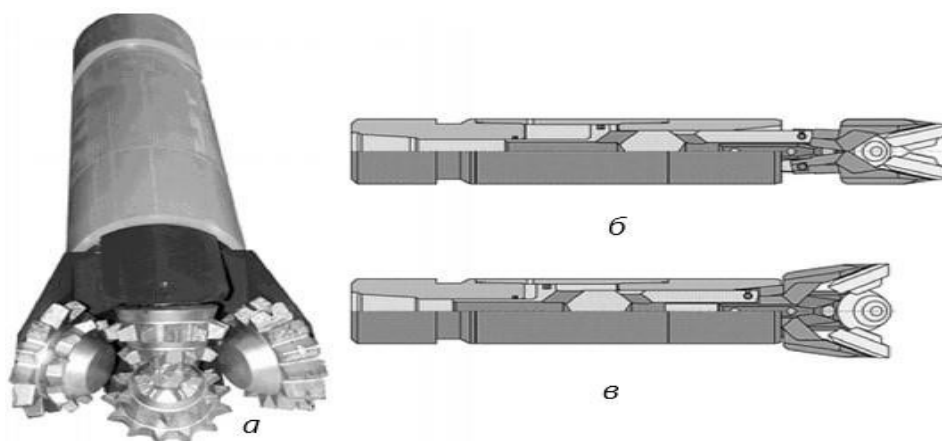
1. Поступательное и вращательное движение ОК обеспечивает равномерное распределение частиц выбуренной породы в узком затрубном пространстве.
2. ОК работает как механический инструмент (подобно терке при оштукатуривании стен), зашлифовывая обломки породы в поровые каналы пласта, предотвращая или уменьшая потери циркуляции бурового раствора.

Классическое бурение БОК



Затрубное пространство

Рисунок 13.1 – процесс формирования уплотненной фильтрационной корки на стенках скважины [8]



а – общий вид в рабочем положении; *б* – рабочее положение; *в*

– транспортное положение

Рисунок 14 – Четырехшарошечное раздвижное долото 4ДВ-295

В это же время проводились испытания раздвижных долот под началом Экспериментальной конторы турбинного бурения без подъема труб (ЭКТББПТ) на базе производственного объединения «Саратовнефтегаз». За время проведения испытаний было сооружено около 26 разведочных и эксплуатационных скважин глубинами 2500-3000 м. В основном все скважины приходились на Квасниковское месторождение, так как оно обладало сложными геологическими условиями. В

таблице 6 приведено сопоставление данных по нескольким скважинам, пробуренным методом бурения на обсадной колонне и традиционным методом. В 1975 году Министерство нефтяной промышленности провело анализ работы ЭКТББПТ и решило пресечь использование технологии бурения на обсадной колонне для сооружения нефтегазовых скважин, в связи с экономической невыгодностью.

Таблица 6 – Результаты традиционного бурения и бурения на обсадной колонне на Квасниковском месторождении ПО «Саратовнефтегаз» (1972-1975 гг.)

Обычное бурение					Бурение на обсадной колонне				
№ скважины	Год	Глубина скважины, м	Скорость бурения, м/ст. мес.	Стоимость, руб./м	№ скважины	Год	Глубина скважины, м	Скорость бурения, м/ст. мес.	Стоимость, руб./м
29	1972	2972	486	161,0	22	1967	3010	443	138,0
50	1972	3050	407	177,0	23	1967	2972	695	121,2
51	1972	3000	492,7	172,0	19	1968	3039	405	211,7
46	1973	3021	549	196,6	24	1968	2901	282	231,2
42	1974	3007	310	231,4	40	1971	3022	308	214,1
53	1974	3020	204	412,5	44	1971	3031	384	181,0
Ср. значение		3011	391,2	225,08	Ср. значение		2995	419,5	182,9

Далее в 1999-2000 гг. свою лепту в развитие технологии бурения на обсадной колонне внесли некоторые зарубежные компании. Инженеры компании «Tesco» фактически

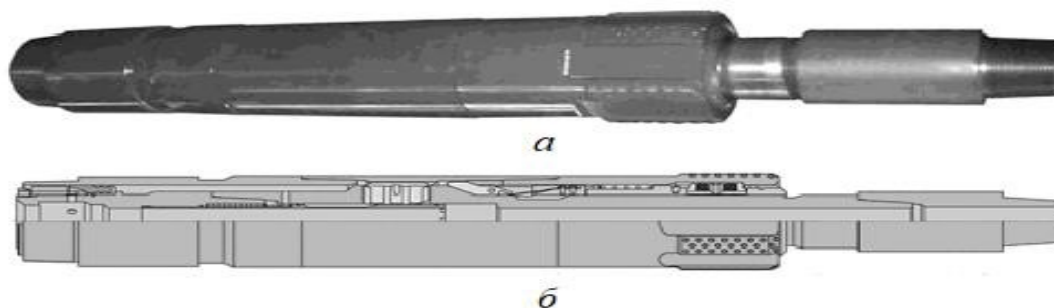
повторили идеи ВНИИБТ, но на новом уровне технологических возможностей, отвечая требованиям современной промышленности.

Система разрабатывалась с 1995 г. и включала описанные выше основные элементы бурения на обсадной колонне: пилотное долото с оснащением PDC вооружением раздвижным расширителем; узел закрепления в башмаке колонны; забойный двигатель с телеметрической системой для управления траекторией скважины. Первоначальная идея заключалась в применении специализированной буровой установки для работы только с обсадными трубами, однако с 2002 г. комплексы для бурения на обсадной колонне поставлялись для установки на стандартной буровой. Они включали верхний привод, специальный инструмент для работы с обсадной колонной (спуск-подъем, вращение, промывка), все элементы извлекаемой компоновки и лебедку для ее подъема [1]. В течение еще 10 лет проводились демонстрации возможностей данной технологии в разных условиях, но распространения так и не получила в виду возникавших проблем с компоновкой и чрезмерных материальных затрат.

С 2004 по 2006 годы нефтепромысловая компания «ЛУКОЙЛ» также пришла к внедрению новой технологии в буровую промышленность. Инженеры «ЛУКОЙЛ» совместно со специалистами из ЗАО «Акватик» разработали компоновку и технологию бурения на обсадной колонне диаметром 245 мм (БОК-245) на основе комплекса технических средств, испытанных ВНИИБТ еще в 70-х годах XX века, при этом также учитывался опыт 1999-2000 гг. исследований вышеуказанной компании «Tesco». В состав компоновки извлекаемого инструмента входило устройство посадки инструмента (УПИ) (рисунок 15) в башмаке обсадной колонны, гидравлический забойный двигатель, инклинометрическую систему, четырехшарошечное долото 4ДВ-295 с улучшенными характеристиками опоры и вооружения или же раздвижной расширитель РРА-215,9/311,2 (рисунок 16). В состав комплекса, поставляемого непосредственно на буровой станок, включалось еще два специально разработанных

устройства: овершот ОВ-245 (рисунок 17), для транспорта обсадной колонны по скважине, и цементирующее устройство с клапаном ЦУК-245 (рисунок 18), в конструкцию которого включены: 1 – переводник; 2 – стопорное устройство с клапаном; 3 – ствол; 4 – корпус; 5 – уплотнение; 6 – гайка; 7 – пробка; 8 – седло; 9 – диафрагма; 10 – винт разрывной; 11 – фиксатор; 12 – винт.

Испытание данной компоновки проводилось на трех скважинах «ЛУКОЙЛ» на территории Республики Коми и Пермского края, на разбуриваемых площадях сначала проводили наземные испытания всего оборудования. В результате промысловых испытаний (таблице 7) был приобретен достаточный опыт и продемонстрирована надежность комплекса БОК-245. Однако оценка экономической эффективности технологии для бурения интервала 300...700 м на Кыртаельском месторождении оказалась малоубедительной, что, видимо, и стало причиной прекращения дальнейших испытаний [1].



a – опытный образец; *б* – схема

Рисунок 15 – Устройство посадки инструмента УПИ-245

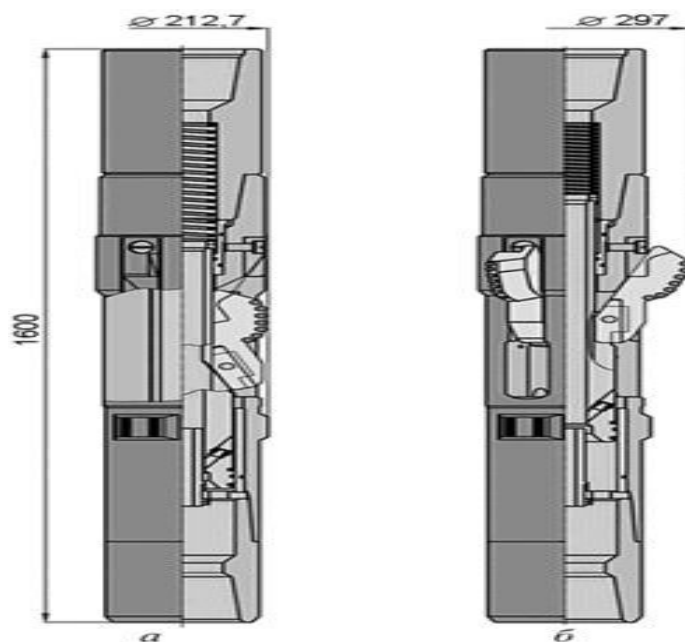


Рисунок 16 – Раздвижной расширитель РРА-215,9/311,2
 транспортном (а) и рабочем (б) положениях

В

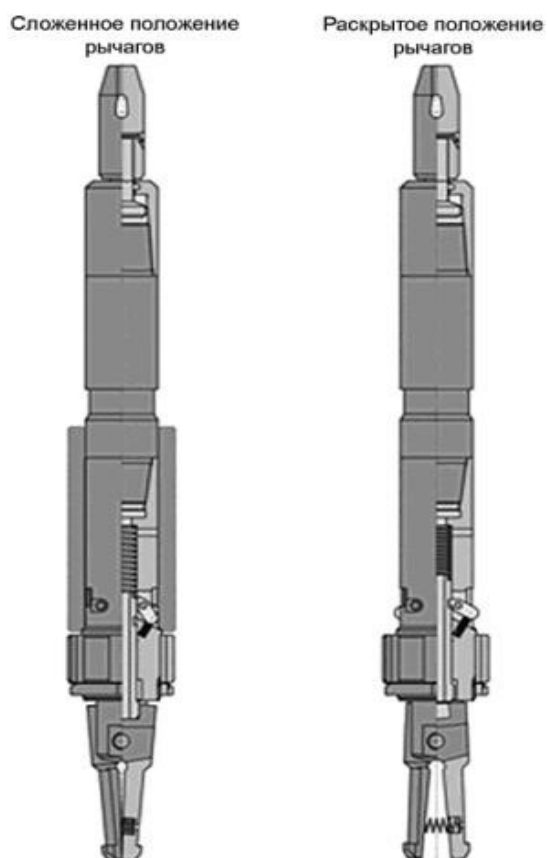


Рисунок 17 – Овершот для спуска или подъема
 извлекаемой компоновки ОВ-245

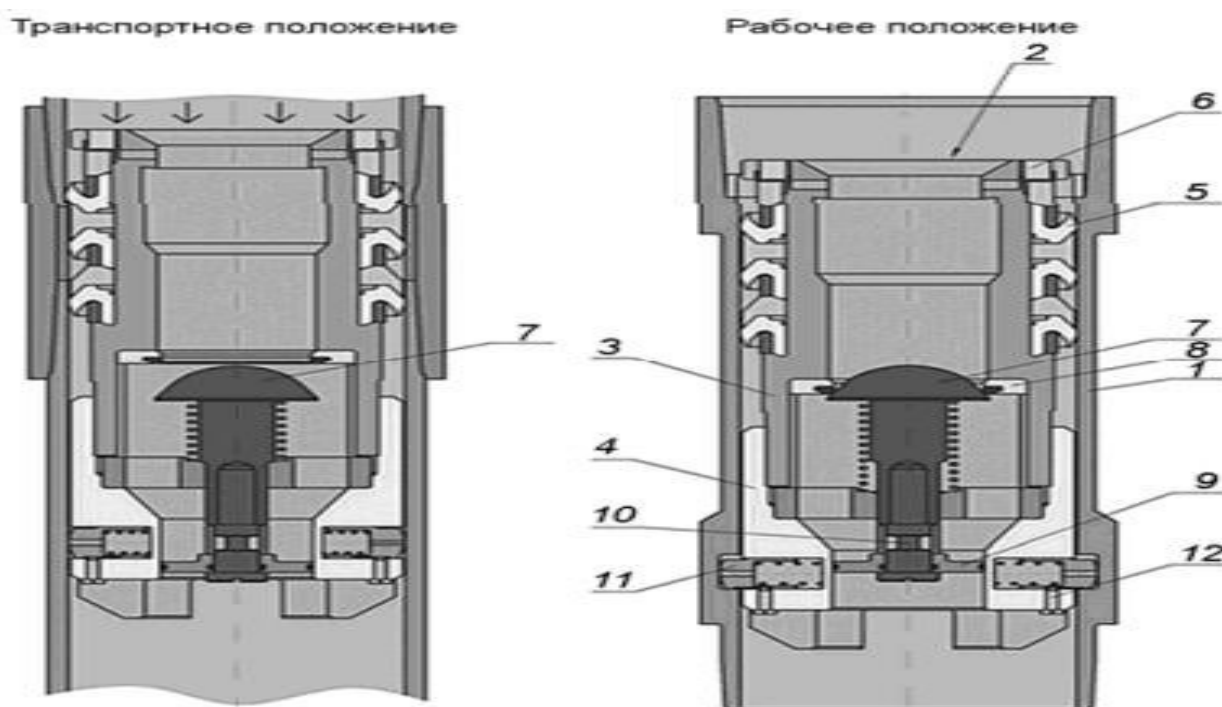


Рисунок 18 – Цементирующее устройство ЦУК-245

Таблица 7 – Результаты исследований комплекса для бурения обсадной колонной диаметром 245 мм

Место испытаний	Скв. 103 Южно-Лыжского месторождения, Коми	Скв. 65 Енапаевской площади, Пермь	Скв. 407 Кыртаельского месторождения, Коми
Сроки испытаний	27-28 мая 2005 г	24-25 марта 2006 г.	10–12 октября 2006 г.
Интервал бурения, м	111...118	128...149	271,9...294,0
Механическая скорость, м/ч	4,0	8,4	1,8
Механическая скорость обычным способом бурения, м/ч	4,8	5,4	2,0
Примечание	ГЗД типа ДВР-176 не соответствовал моментоемкости раздвижного породоразрушающего инструмента	некачественная очистка бурового раствора, зашламовано УПИ-245 – не удалось поднять компоновку на кабеле	спуск и подъем вставного инструмента на кабеле каротажного подъёмника ПКС-7 с использованием перфорированного патрубка ПП-245; испытан ЦУК-245

В настоящее время наиболее высоких результатов в сооружении скважин с использованием технологии бурения с «обсаживанием» достигли зарубежные

компании «Weatherford» и «Schlumberger», обладающие огромным опытом работы как за рубежом, так и на территории нашей страны, в частности ХМАО и Западной Сибири.

В отличие от других компаний «Weatherford» разработали другую систему DwC (Drilling with Casing), включающую в свою компоновку породоразрушающий инструмент из легкоразбуиваемого материала «DrillShoe» (рисунок 19), представляющий собой долото-башмак, соединяющийся с нижней частью обсадной колонны. Компоновка также приводится во вращение при помощи системы верхнего привода через колонну обсадных труб.

На территории Российской Федерации данная система хорошо зарекомендовала себя при бурении вертикально-направленных участков, конкретнее при бурении под кондуктор. В некоторых случаях показатель времени, затраченного на проводку кондуктора, оказывался до 2-х суток меньше, в отличие от стандартного метода бурения. [6] Также данная система решила проблемы с растеплением и своевременным перекрытием интервалов ММП, сокращением непроизводительного времени, снижением потерь бурового раствора и расхода тампонажного раствора до необходимого минимума. Результаты применения технологии DwC в нашей стране приведены на рисунке 20.



Рисунок 19 – Конструкция долота DrillShoe



Рисунок 20 – Результаты применения технологии DwC в России

Эффективность применения технологии DwC в США рассмотрена на примере работы компании Weatherford на месторождениях Оклахомы и Колорадо (рисунок 21). Основными задачами, которые стоят перед технологией бурения на обсадной колонне в США, являются:

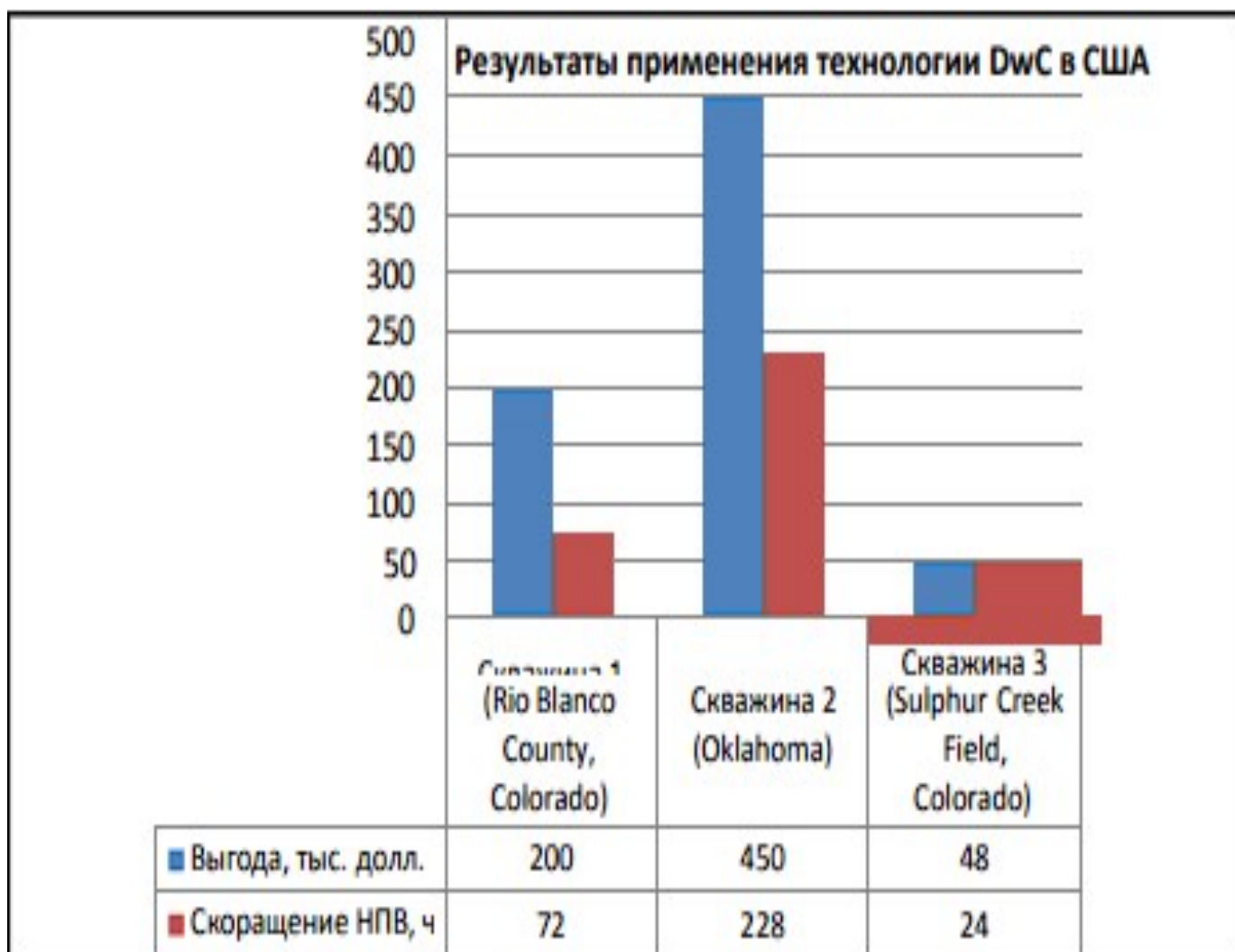


Рисунок 21 – Результаты применения технологии DWS в США

□

- бурение до проектной глубины и крепление скважины, избегая проблем, связанных с потерей циркуляции бурового раствора, и других актуальных проблем, ведущих к увеличению сроков строительства скважины;
- бурение разведочных скважин на новых месторождениях и сбор геологической информации;
- сокращение НПВ и связанных с этим расходов;
- повышение эффективности бурения;
- бурение на обсадной колонне интервалов под кондуктор диаметром 9 5/8 дюйма (245 мм) до проектной глубины;

Эффективность применения технологии бурения на обсадной колонне в Австралии рассмотрена на примере работы компании Weatherford на морских месторождениях Carnavon Basin, Bonaparte Basin и на Северо-западном шельфе (рисунок 22). Основными задачами, которые стоят перед технологией бурения на обсадной колонне на морских месторождениях Австралии, являются:

- бурение на обсадной колонне до проектной глубины за один рейс; избежание необходимости в дополнительной шаблонировке ствола скважины;
- сокращение НПВ, связанного с проходкой по реактивным сланцам, потерей циркуляции, нестабильностью ствола скважины ниже интервала кондуктора;
- бурение на обсадной колонне в сложных погодных условиях (приливы, плохая видимость, сильное течение).

□

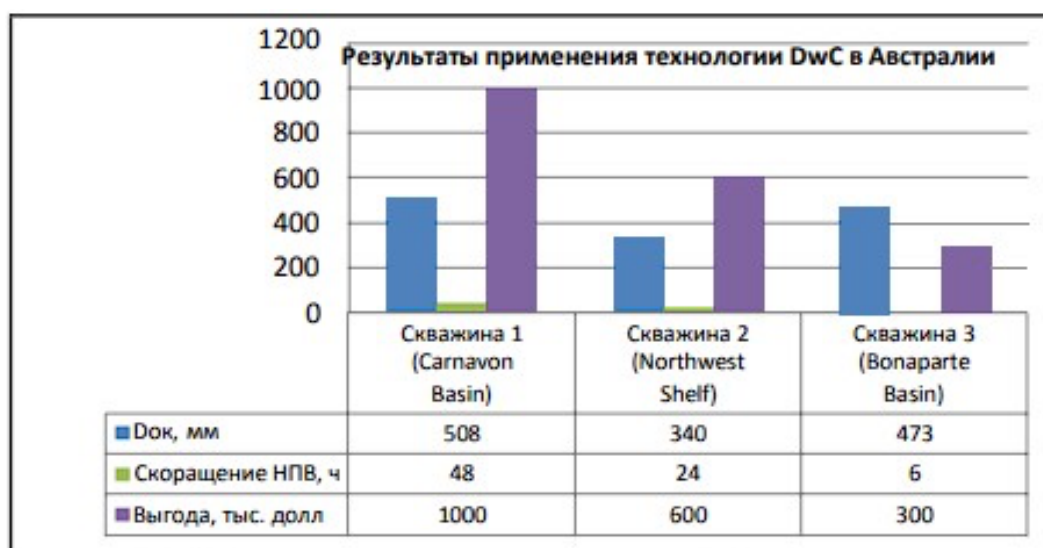


Рисунок 22 – Результаты применения технологии DwC в Австралии

В Азии технология бурения на обсадной колонне пользуется большим спросом, ввиду, очевидных преимуществ перед традиционными методами бурения скважин как на суше, так и на море (рисунок 23). Среди заказчиков присутствуют Petronas Carigali (Западная Малайзия), CNOOC и PetroChina (Китай), Индонезийские компании и др. Основными задачами, которые стоят перед технологией бурения на обсадной колонне на морских месторождениях Азии, являются:

- обеспечение достойной альтернативы традиционным методам бурения на морских месторождениях;
- сокращение времени бурения, экономия на времени работы буровой установки;
- безопасное и эффективное перекрытие верхних интервалов;
- предотвращение поступления в скважину пластовых вод;
- бурение на обсадных трубах нескольких скважин до проектной глубины с морской буровой платформы, с целью быстрого и безаварийного проведения работ.

□

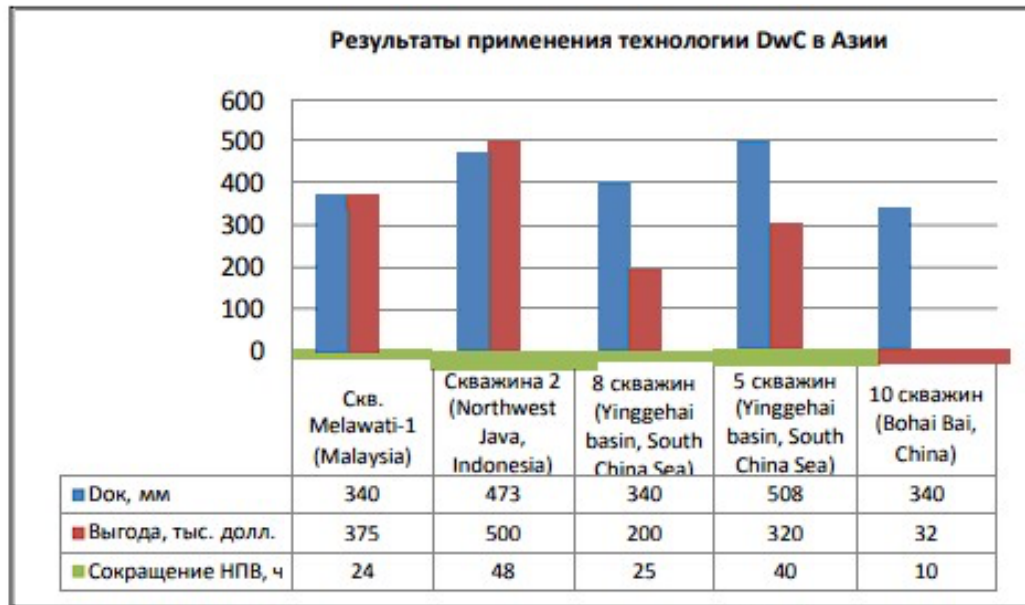


Рисунок 23 – Результаты применения технологии DwC в Австралии

«Shlumberger» в свою очередь разработало несколько систем для бурения на обсадной колонне – Direct XCD и TDDirect CD. Общие схемы систем показаны на рисунке 24.

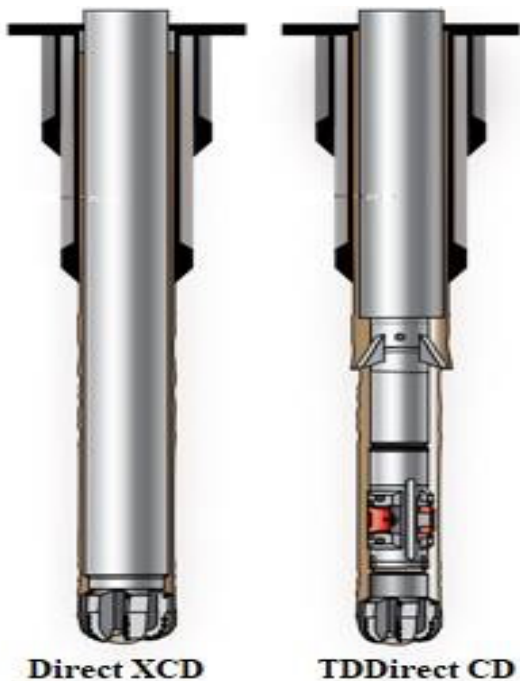


Рисунок 24 – Общие схемы систем компоновок Direct XCD и TDDirect CD

Система Direct XCD представляет собой упрощенную компоновку, предназначенную для бурения вертикальных интервалов спуска ОК с проработкой, в составе которой присутствует долото одноименной серии, изготовленное из легкоразбуриваемого материала. Долото устанавливается на стандартной обсадной колонне, которой передается вращение от привода на поверхности. Стандартное долото Direct XCD может быть оснащено 13-, 16- или 19-мм резцами PDC, стандартными или класса Premium. Наддолотный переводник долота изготавливается из стали. По достижении проектной глубины осуществляется цементирование стандартными методами [3].

При поддержке руководства и службы управления «Газпромнефть-Оренбург» были проведены успешные испытания данной технологии на Восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ВУ ОНГКМ). Из-за геологических особенностей данного месторождения и в силу ряда ограничений бурение и заканчивание некоторых скважин в интервалах (400 – 1350) м под техническую колонну Ø244,5 мм сильно осложнено. При бурении таких скважин сталкивались с проблемами устойчивости ствола скважины в интервалах пластов, представленных глинами, склонными к набуханию и обрушению ствола скважины [3]. Основной задачей, требующей решения, являлось сокращение временных затрат на сооружение технической колонны. На рисунке 25 приведен сравнительный график, показывающий время, затраченное на каждую операцию, и непроизводительное время при бурении с применением данной и стандартной технологии.

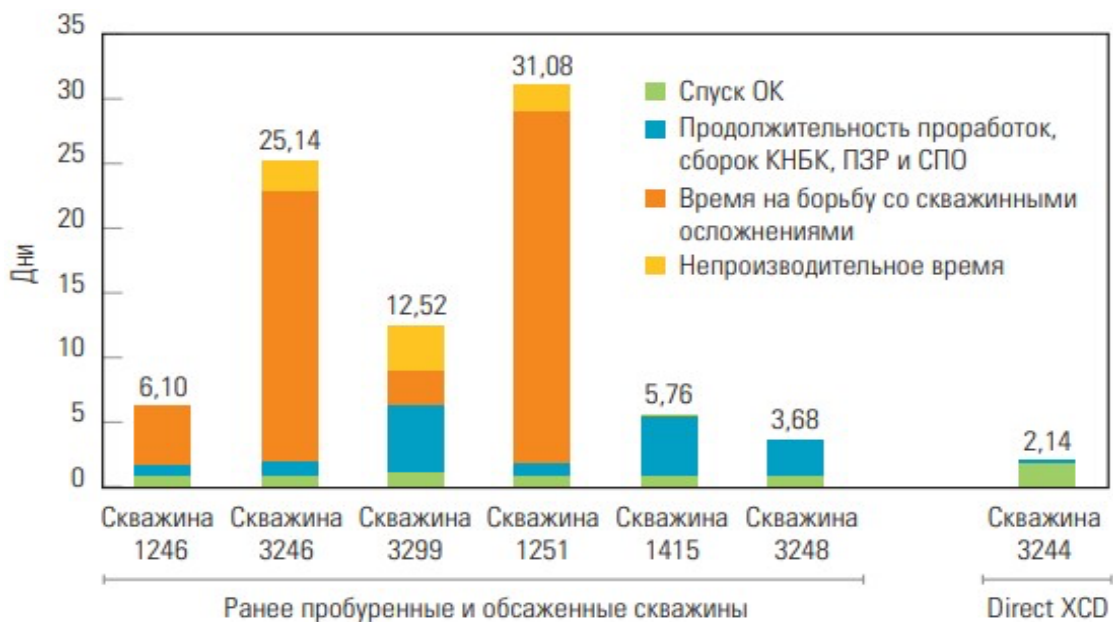


Рисунок 25 – Количество дней, затраченных на каждую операцию, и непроизводительное время на скважине ВУ ОНГКМ со схожими условиями бурения и заканчивания

Технология TDDirect CD представляет собой способ бурения на обсадной колонне с извлекаемой компоновкой. В отличие от вышеуказанной системы на конце обсадной колонны крепится полнофункциональная компоновка низа бурильной колонны при помощи замка фиксатора DLA (рисунок 26), которая позволяет проводить бурение в наклонно-направленных участках. Рассмотрим саму КНБК, следуя от DLA к долоту и разделив ее на две части: внутреннюю (внутри ОК) и наружную. Внутри колонны обычно располагаются калибраторы и переводники, а также силовая секция винтового забойного двигателя (рисунок 26). Она создает дополнительный крутящий момент и обороты для долота.

Так как весь инструмент извлекаемый и имеет внешний диаметр меньше, чем внутренний и внешний диаметры обсадной колонны, то первый элемент снаружи – гидравлический расширитель. Он увеличивает открытый ствол с пилотного (создаваемого долотом) до необходимого размера прохождения и последующей цементации обсадной колонны (рисунок 27). Следом за расширителем идут элементы,

хорошо знакомые всем буровикам – это калибраторы, телесистема, роторноуправляемая система и долото [6].

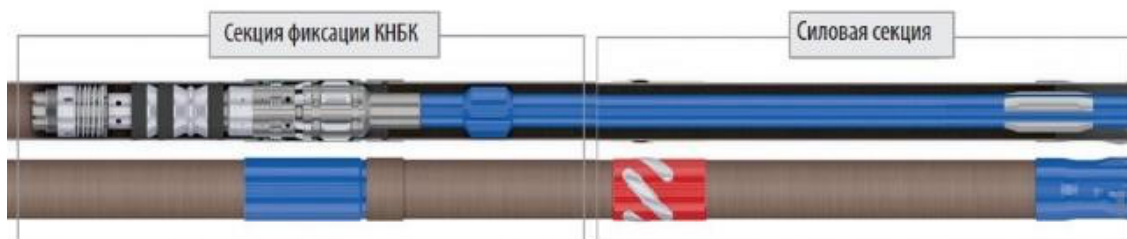


Рисунок 26 – Замок-фиксатор и внутренняя часть КНБК



Рисунок 27 – Гидравлический расширитель перед обсадной колонной

Впервые испытания технологии TDDirect CD были проведены на территории Лабаганского месторождения, так как там при бурении наклонно-направленных участков под техническую колонну наблюдаются высокие скорости проходки, но возникают проблемы при спуске колонны, связанные с низкой устойчивостью скважин. По итогу весь интервал (477-1533) м под техническую колонну был пробурен без осложнений, значительного износа оборудования TDDirect CD, проблем с управляемостью траектории скважины. Сравнительный график строительства скважин под техническую колонну 245 мм представлен на рисунке 28.

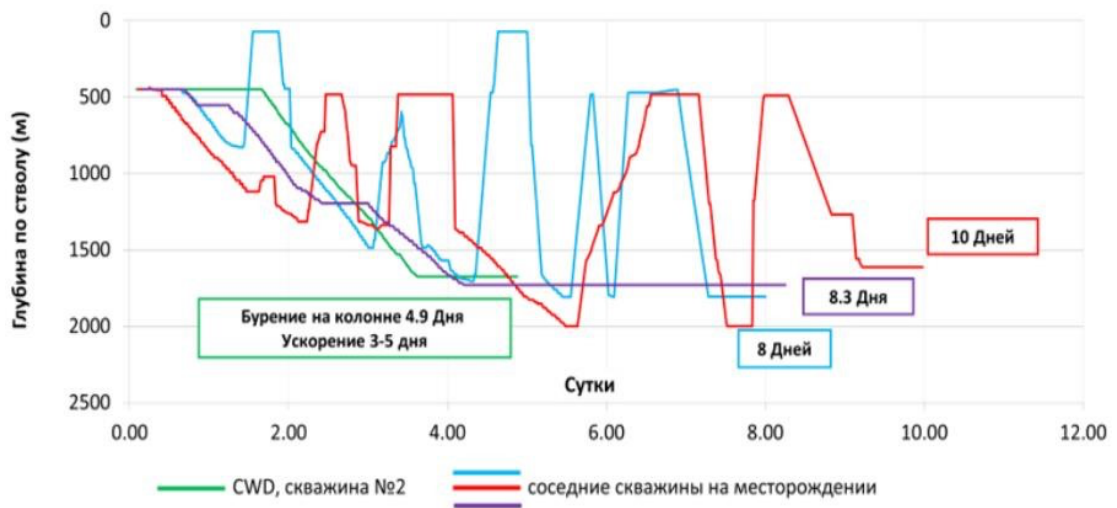


Рисунок 28 – Сравнительный график строительства под техническую колонну 245 мм на Лабаганском месторождении

Заключение

В ходе выполнения реферата была рассмотрена технология бурения на обсадной колонне, был произведен обзор видов технологических систем и их отличительных особенностей, применяемого оборудования и инструмента, по сравнению с традиционными методами бурения, а также был проведен анализ практики применения данной технологии в буровой промышленности.

Использование метода бурения на обсадной колонне в разнообразных условиях горно-геологического характера перспективно, обеспечивается необходимая производительность и рациональность.

Список использованных источников

- 1 Гельфгат, М.Я. Бурение на обсадной колонне – история и современная классификация технологических схем / М.Я. Гельфгат, А.Р. Агишев // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2016. – № 12. С. 4-17.
- 2 Ковалевский, Е.А. Разработка научных и методических основ при проектировании породоразрушающего инструмента для бурения на обсадной колонне: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / Ковалевский Евгений Александрович. – Уфа, 2018. – 147 с.
- 3 Кондарев, В.В. Применение компанией «Shlumberger» технологии спуска обсадных колонн с долотами серии Direct XCD в сложных скважинных условиях / В.В. Кондарев, И.Р. Зинатуллин // Бурение и нефть. – 2017. – № 10. С. 46-51.
- 4 Ляшков, А.А. Бурение на обсадной колонне / А.А. Ляшков // Булатовские чтения. – 2017. С. 160-161.
- 5 Резьбовые соединения «Премиум» семейства «ТМК UP» ПАО «Трубная металлургическая компания» [Электронный ресурс]. –URL: <https://www.tmkup.ru/ru/Connections> (дата обращения 13.05.2021 г.).
- 6 Фаткуллин, С.А. «Второе дыхание» технологии бурения на обсадной колонне / С.А. Фаткуллин, Д.П. Гумич, С.В. Забуга, Д.Л. Каримов, Э.В.Чутчев // Бурение и нефть. – 2019. – № 4. С.30-34 с.
- 7 Шороховецкий, С.Е. Мировой опыт применения технологии бурения на обсадной колонне / С.Е. Шороховецкий // Проблемы освоения недр. – 2019. С. 804-806 с.
8. Шуть К.Ф. Учебное пособие «Крепление скважин» // РГУ Нефти и газа имени И.М. Губкина 2016