

КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИНЬЕВ-ОТКЛОНИТЕЛЕЙ

CLASSIFICATION OF WEDGES

УДК 622.248.67

A.A. МУХАМЕТШИН
D.B. МАКСИМОВ
K.B. МЕЛИНГ
P.X. ИЛАЛОВ
T.A. МУХАМЕТШИН

к.т.н., старший научный сотрудник (ТатНИПИнефть)
инженер (ТатНИПИнефть)
к.т.н., зав. сектором восстановления крепи скважин, (ТатНИПИнефть)
инженер (ТатНИПИнефть)
инженер (ОАО «Казанский вертолетный завод»)

Бугульма
maa@tatnipi.ru

A.A. MUKHAMETSHIN
D.V. MAKSIMOV
K.V. MELING
R.KH. ILALOV
T.A. MUKHAMETSHIN

candidate of science, senior researcher (TatNIPIneft)
engineer (TatNIPIneft)
candidate of science, Head of Section, Drilling Department (TatNIPIneft)
engineer (TatNIPIneft)
engineer (OAO «Kazan Helicopter Plant»)

Bugulma

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
KEYWORDS:

основной ствол, боковой ствол, клин-отклонитель, якорь, цементный мост
main wellbore, lateral, wedge, whipstock anchor, cement plug

Предложена классификация существующих конструкций клиньев-отклонителей и технологии их применения. В её основу положены 5 наиболее общих признаков: технология установки, способ закрепления в скважине, конструкция отклоняющей поверхности, наличие защиты отклоняющей поверхности и конструкция отклоняющих и прижимающих «голову» клина к стенке обсадной колонны устройств.

The paper offers classification of available designs of wedges, based on five features in common, namely, technology of installation, method of securing in the wellbore, design of the divergent face, protection of the divergent face, and design of diverting tools and tools pressing the wedge head to the casing wall.

Бурение боковых стволов (БС), боковых горизонтальных стволов (БГС), многозабойных скважин (МЗС) и их эксплуатация не возможна без применения комплекса специального оборудования для вырезания части эксплуатационной колонны, зарезки и бурения каждого ствола, доставки технологического оборудования к забюю отдельного ствола при их ремонте.

Одним из видов этого оборудования является клин-отклонитель. Он предназначен для изменения траектории движения фрез при вырезании «окна» в обсадной колонне, долот при бурении, хвостовиков и фильтров при их спуске и креплении БС.

Отсутствие классификации существующих конструкций клиньев-отклонителей и технологии их применения, а также большое разнообразие существующих скважинных условий не позволяют рационально выбрать оптимальное оборудование для каждой конкретной скважины. Для облегчения этой работы на основе проведенного анализа отечественных и зарубежных конструкций клиньев-отклонителей и технологий их применения нами разработана их классификация (см. рисунок).

В основу классификации положено 5 наиболее общих признаков: технология установки, способ закрепления в скважине, конструкция отклоняющей поверхности, наличие защиты отклоняющей поверхности и конструкция отклоняющих и прижимающих «голову» клина к стенке обсадной колонны устройств [1].

Ранние конструкции клиньев-отклонителей изготавливали с плоской

отклоняющей поверхностью вследствие простоты их изготовления. Применение таких клиньев-отклонителей приводило к вырезанию «окна» неправильной конфигурации и изменению направления БС вследствие влияния реактивного момента вращения инструмента, а при зарезке БС в зоне крепких пород невозможности отхода от основного и бурения его по винтовой линии вдоль основного ствола. Кроме этого, происходило вырезание ленты металла из тела клина, а не из стенки обсадной колонны, так как удельное давление райбера на поверхность клина передается по линии, а на поверхность колонны по части площади цилиндра. Часто происходил преждевременный выход райбера за стенку колонны и оставление ступеньки в нижней части «окна», что препятствовало прохождению долота через «окно» и приводило к многократным его проработкам несколькими райберами [2, 3, 4].

Современные клинья-отклонители изготавливаются только с желобо-образной отклоняющей поверхностью [5].

Защита отклоняющей поверхности клина-отклонителя от износа фрезами при вырезании «окна» трудоемкая и дорогостоящая операция, требующая для своего осуществления дорогостоящего технологического оборудования. Ее выполняют сплошной или прерывистой.

Прерывистая – в виде сетки, с различной величиной ячеек, как на клинья-отклонителях фирмы «Weatherford» [6], или в виде отдельных вставок повышенной твердости [7].

Сплошная – в виде износостойкого композиционного покрытия на клеевой

основе [8], закалки всего клина или только его наклонной поверхности различными способами (ТВЧ, азотирования, боросилицирования и др.).

Все виды защиты обладают следующими недостатками:

- при своем нанесении на поверхность желоба или изменении структуры металла (закалке) ведут к короблению клина и необходимости последующей его правки;
- дороговизна способа изготовления наплавленного или наклеиваемого слоя покрытия;
- сложность напряженно-деформированного состояния из-за наличия внутренних напряжений, возникающих в зоне соединения поверхности клина с материалом защиты при охлаждении после наплавки, вследствие значительного различия коэффициентов линейного расширения, которые способствуют образованию трещин и срыву частиц покрытия в процессе работы фрез;
- нанесение покрытия требует использования специального оборудования и высокой квалификации рабочих;
- все виды покрытий увеличивают износ фрез в процессе вырезания «окна» в стенке обсадной колонны.

Нанесение защитного покрытия оправдывает себя при изготовлении съемных клиньев-отклонителей, используемых многократно.

Способ соединения клина с якорем имеет большое значение в процессе их применения.

Клинья, жестко соединенные с якорем, просты в изготовлении и дешевле ►

клиньев с подвижным соединением, однако обладают рядом существенных недостатков [3, 9, 10, 11]:

- жесткая конструкция не позволяет клину отклоняться к стенке обсадной колонны после его установки, а в интервалах с резким искривлением ствола или в кавернозных участках «голова» клина может доходить до осевой линии скважины, препятствуя прохождению фрез и долота;
- жесткая конструкция не позволяет клину проходить в резко искривленных участках скважины и может приводить к потере клина и даже основного ствола скважины.

В настоящее время предпочтение отдается клиньям-отклонителям с подвижным соединением клина с якорем, называемым шарнирным соединением, так как они не имеют вышеперечисленных недостатков.

Всё разнообразие конструкций клиньев-отклонителей связано с требованиями развивающейся технологии зарезки и бурения БС из существующих и строящихся скважин в различных геологических условиях. Так, стационарные по технологии установки и применения отличаются от съёмных, так как к ним предъявляются различные требования по надежности установки, области применения, ремонтпригодности, стоимости, а значит, и конструктивно они будут отличаться.

Стационарные клинья-отклонители устанавливаются в расчетном интервале скважины для зарезки и бурения БС в заданном направлении. Они остаются в основном стволе скважины на весь период бурения, крепления и эксплуатации БС. В связи с этими требованиями они

должны прочно и надежно закрепляться в любом интервале скважины, иметь износостойкий направляющий желоб, сохранять свои конструктивные свойства в течение всего процесса бурения БС и быть относительно дешёвыми. По способу закрепления в скважине к ним относятся плашечные и цементируемые (заливные).

Цементируемые просты в изготовлении и надежны по закреплению в скважине. Их невозможно извлечь из скважины, так как хвостовик находится в застывшем цементе [2, 9].

Плашечные, как и цементируемые, были разработаны и применены еще в 19 веке [2, 10, 12]. Первые конструкции содержали одну плашку, которая выдвигалась по наклонной плоскости толкателем под действием осевой нагрузки, создаваемой весом колонны бурильных труб на клин-отклонитель, внедрялась в стенку скважины и удерживала клин от смещения и проворота. В процессе повышения технологических требований и совершенствования техники количество плашек увеличивалось, изменялась их конструкция, месторасположение на клине, способы выдвигания в рабочее положение, форма и размеры насечек (зубьев). Несмотря на большое разнообразие разработанных конструкций, эти клинья-отклонители имеют ряд существенных недостатков:

- для их установки необходимо создание искусственного забоя из шлифованного цементного моста, колонны бурильных или насосно-компрессорных труб, мостовой пробки или несъемного пакера, что ведет к увеличению затрат времени и материалов при бурении БС;

- ослабление закрепления плашек под воздействием вибрации при работе фрез и вследствие этого большая вероятность проворота клина, или его смещение при многократных спуско-подъемных операциях инструмента при бурении и креплении БС;
- ограниченность выхода плашек из корпуса клина, что приводит к необходимости изготовления отдельных плашек для колонны с различной толщиной стенки, как делает фирма «Weatherford», и невозможности закрепления клина-отклонителя в зоне с сильно корродированной, эллипсной, перфорированной или изношенной обсадной колонной.

Съемные (извлекаемые) клинья-отклонители начали применяться в 30-х годах прошлого века. Они были просты в изготовлении и использовались для зарезки и бурения обходных стволов при возникновении аварий в строящихся скважинах. Закрепление клина на забое скважины пикообразным наконечником препятствует его провороту, а зарезка обходного ствола ведется долотом меньшего диаметра [2,13,14]. Бурение бокового ствола осуществляется пилотным долотом с расширением.

Современные съемные клинья-отклонители закрепляются в скважине при помощи механических якорей с упором на цементный мост, мостовую пробку или кольцевой упор, установленный в стыке муфтового соединения обсадной колонны, или на гидромеханический пакер.

Механические якоря являются усовершенствованной конструкцией плашечных узлов стационарных клиньев-отклонителей, позволяющих переводить ►

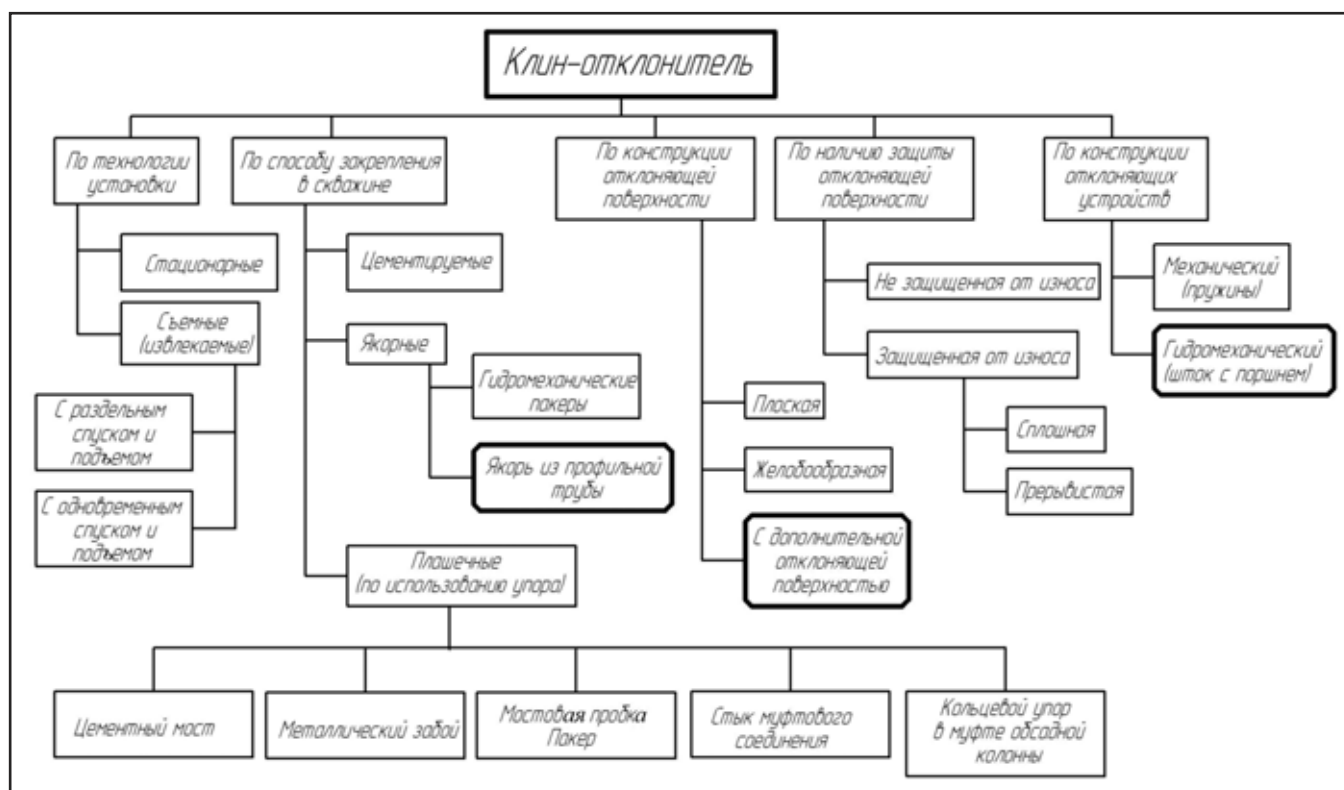


Рисунок - Классификация клиньев-отклонителей

распорные плашки в транспортное положение при извлечении клиньев-отклонителей из скважины. Они обладают недостатками стационарных клиньев-отклонителей с плашечным узлом закрепления, описанными выше, но из-за простоты и отработанности конструкции продолжают применяться до настоящего времени. Это клинья-отклонители фирм: «Weatherford», «Schlumberger», «Backer Huges», «Bowen», ООО «БИТТЕХНИКА» и др. [4,5]

Гидромеханические пакеры устанавливаются в любом интервале обсадной колонны под действием давления промышленной жидкости и осевой нагрузки, передаваемой через колонну бурильных труб. Эти устройства сложны по конструкции, металлоемки, дорогостоящие и предъявляют повышенные требования к квалификации обслуживающего персонала при эксплуатации. Такие клинья-отклонители изготавливают фирмы «Weatherford», «A-1 International», «Smith Services», ООО «БИТТЕХНИКА» и др. [4, 5, 13].

По технологии установки и извлечения из скважины съёмные клинья-отклонители подразделяются на клинья с отдельным спуском и подъемом и на клинья с одновременным спуском и подъемом.

Клинья-отклонители по первой технологии спускаются, ориентируются и устанавливаются в скважине совместно с полноразмерной компоновкой фрез. Они позволяют после отделения компоновки фрез от клина сразу произвести вырезание «окна» в стенке обсадной колонны и резку БС необходимого диаметра. После этого компоновка фрез извлекается из скважины. В скважину спускают долото необходимого диаметра и бурят БС. Затем в скважину спускается специальный инструмент для захвата клина-отклонителя, его снятия и извлечения из скважины. Для осуществления этой операции применяют колокола с удлиненной юбкой или специальные крючки. Успешность операции захвата и извлечения клина-отклонителя составляет 98 % [4].

По второй технологии клинья-отклонители спускаются, ориентируются и устанавливаются в скважине совместно с фрезой или долотом меньшего диаметра, чем долото, которым будет буриться БС. В обсаженной скважине для ориентирования и установки таких клиньев в компоновку обсадной колонны включают специальные кольцевые упоры в расчетных интервалах еще на стадии её сборки и спуска в скважину. В скважине клинья-отклонители устанавливают с упором на искусственный забой. Установив клин-отклонитель, производят вырезание «окна» в стенке обсадной колонны и резку БС. При извлечении фрезы или долота из скважины одновременно происходит снятие и извлечение клина. Затем в скважину спускается и устанавливается другой клин облегченной конструкции (дефлектор), с которого производится расширение и калибровка

«окна» колонными фрезами и бурение БС долотом необходимого диаметра. Крепление БС производят хвостовиком по существующей технологии без соединения его с обсадной колонной основного ствола. Дефлектор остаётся в скважине на весь период её эксплуатации для направления инструмента в БС при проведении в нем ремонтных работ. Изготовлением и применением такого оборудования занимается предприятие «Sperry San» компании «Halliburton».

Классификация позволяет легко ориентироваться в многообразии конструкций клиньев-отклонителей и определять пути создания новой техники с необходимыми свойствами.

Вновь созданные клинья-отклонители подтвердили это положение и были включены в классификацию [15, 16, 17] (на рисунке выделены жирной рамкой).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное издание. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
2. Brantly J. E. History of Oil Well Drilling. – Houston, Tex. U.S.A.: Book Division GULF Publishing Company, 1971. – 1525 с.
3. Арутюнов Б.И. Зарезка и бурение вторых стволов в эксплуатационных скважинах. – Баку: АЗНЕФТЕИЗДАТ, 1956. – 71 с.
4. Федорычев В.А. Техника и технология забурирования дополнительных стволов из обсаженных скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, 1982. – 52 с.
5. Шенбергер В.М., Зозуля Г.П., Гейхман М.Г., Матиешин И.С., Кустышев А.В. Техника и технология строительства боковых стволов в нефтяных и газовых скважинах: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНТУ, 2007. – 496 с.
6. Пат. 2173761 Российская Федерация, МПК4 E21B 29/06. Однопроходное устройство с уипстоком для образования окна в обсадной трубе скважины / Маггарин Б., Штайнхамп М.; заявитель и патентообладатель СМИТ ИНТЕРНЭШНЛ, ИНК (US). – № 981019-13/03; заявл. 08.07.96; опубл. 20.11.99.
7. Пат. 3087524 WO МПК4 E21B 7/08. Способ изготовления и конструкция отклоняющего устройства / Carter, Thurman, B.; Redlinger, Thomas, M.; Brunner, David, J. заявитель и патентообладатель Weatherford/Lamb, Inc.; Carter, Thurman, B.; Redlinger, Thomas, M.; Brunner, David, J. – № 3720-04; заявл. 12.04.02; опубл. 14.04.03, Вып. 63 № 20, 2004.
8. Пат. 2281371 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Отклонитель / Тихонов О.В.; заявитель и патентообладатель ООО «БИТТЕХНИКА». – № 2005102454/03; заявл. 01.02.05; опубл. 10.08.06, Бюл. № 22.
9. Пат. 2119573 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Отклонитель

клиновой заливаемый / Рамазанов Г.С., Гилязов Р.М., Зиганшин А.Ш., Нуруллин А.Н.; заявитель и патентообладатель Туймазинское управление буровых работ. – № 97103761/03; заявл. 11.03.97; опубл. 27.09.98, Бюл. № 27.

10. Пат. 2148697 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Отклонитель клиновой / Тихонов О.В., Богомазов Л.Д., Трапезников С.Г.; заявитель и патентообладатель ООО «БИТТЕХНИКА». – № 98114551/03; заявл. 20.07.98; опубл. 10.05.2000, Бюл. № 13.
11. Пат. 2197593 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Устройство для многозабойного вскрытия продуктивных пластов одной скважиной / Галикеев И.А., Аверин М.Г., Абдрахманов Г.С., Зайнуллин А.Г., Баянов В.М., Глухов С.Д.; заявитель и патентообладатель ООО НПП «Горизонт». – № 2002106934/03; заявл. 18.03.02; опубл. 27.01.03, Бюл. № 3.
12. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении: Учебное пособие. – М.: Недра, 1987. – 279 с.
13. Пат. 2289670 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Извлекаемый отклонитель / Тихонов О.В.; заявитель и патентообладатель ООО «БИТТЕХНИКА». – № 2005116407/03; заявл. 30.05.05; опубл. 20.12.06, Бюл. № 35.
14. Меерсон Е.Г. Бурение наклонных скважин в заданном направлении из американской практики бурения на нефть. // Разведка недр. – 1936. – № 4. – С. 31-36.
15. Пат. 2164282 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Устройство для забурирования дополнительного ствола из скважины / Тахаутдинов Ш.Ф., Юсупов И.Г., Абдрахманов Г.С., Зайнуллин А.Г., Часовский П.П.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Татнефть» Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти «ТатНИПИнефть». – № 99117676/03; заявл. 09.08.99; опубл. 20.03.01, Бюл. № 8.
16. Пат. 2366793 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Отклонитель клиновой скважинный / Ибрагимов Н.Г., Залаятов М.М., Ахмадишин Ф.Ф., Мухаметшин А.А., Кашапов И.К., Исмагилов М.А.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Татнефть» им. В.Д. Шашина. – № 2008114132/03; заявл. 10.04.08; опубл. 10.09.09, Бюл. № 25.
17. Пат. 70920 Российская Федерация, МПК4 E21B 7/08. Отклонитель клиновой / Ахмадишин Ф.Ф., Кашапов И.К., Мухаметшин А.А., Мелинг К.В., Исмагилов М.А., Зубарев В.И.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Татнефть» Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти «ТатНИПИнефть». – № 2007140855/22; заявл. 02.11.07; опубл. 20.02.08, Бюл. № 5.