

УДК 622.23

Совершенствование технологии постановки потайной водоизолирующей колонны в негерметичных участках скважины

Пилипец В. И., Король В. И.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина

Поступила в редакцию 01.02.11, принята к печати 18.03.11

Аннотация

Предложена конструкция устройства УУП-1 для установки перекрывателей зон осложнений в скважинах и методика расчета рабочих и технологических параметров металлических перекрывателей-пластырей.

Ключевые слова: конструкция, расчет, перекрыватель-пластырь, осложнение.

Часто в процессе бурения скважины возникают осложнения связанные с поглощением или водопроявлением пересекаемых водоносных или просто трещиноватых пород. Бурение специальными промывочными жидкостями становится невозможным из-за необходимости их постоянного пополнения или восстановления их качества реагентами.

С такими проблемами ведется борьба путем создания кольца цементного раствора вокруг зоны поглощения или водопроявления путём нагнетания в породные трещины цементного раствора или перекрытия таких зон обсадными трубами с выходом труб на дневную поверхность или потайными колоннами.

Цементация затрубного пространства в большинстве случаев не эффективна и является временной мерой до перекрытия зоны осложнений обсадными трубами. Перекрытие таких зон обсадными трубами с выходом труб на дневную поверхность требует значительного расхода труб, т. е. удорожания работ. Поэтому интерес представляет способ перекрытия зон осложнений потайными колоннами. Это достаточно эффективный способ при бурении твердосплавными коронками или долотами.

Однако применение потайных колонн по существующей технологии затруднено из-за следующих недостатков:

- уменьшается диаметр скважины, поэтому возникает необходимость в переходе на меньший диаметр бурения;
- ненадежность тампонирующего затрубного пространства, т. е. герметизации скважины;
- наличие выступающего верхнего конца трубы, исключающего использование алмазного бурового инструмента;
- в процессе эксплуатации скважины верхняя часть цементного кольца разбивается, что приводит к разгерметизации ранее изолированного интервала.

В связи с этим возникает необходимость поиска новых, эффективных, дешевых и надежных способов постановки потайной водоизолирующей колонны в негерметичных участках скважины.

В практике бурения глубоких скважин на нефть и газ используются потайные колонны (хвостовики), выполненные в виде стальных многоручевых продольно-гофрированных перекрывателей-пластырей, изготовленных из круглых тонкостенных холоднодеформированных термообработанных труб.

В ПГО «Южгеология» также была попытка применения перекрывателей с формой в виде восьмерки из трубных заготовок диаметрами 114 и 95 мм с последующей их проточкой до диаметров 104 и 84 мм для геологоразведочных скважин диаметрами 112 и 93 мм.

Однако широкого распространения такой способ перекрытия зон осложнений в скважинах малого диаметра не получил вследствие невозможности в условиях геологоразведочных

механических мастерских изготовления сложных форм перекрывателя, которые у нефтяников выполняются на специальных дорогостоящих станках, а также сложности удержания перекрывателя после его прижатия у стенкам скважины при последующем шаблонирования и развальцовывании цилиндрических резьбовых соединений долотом.

Кроме того, нет полного теоретического обоснования для выбора параметров перекрывателя и технологии его закрепления в скважинах малого диаметра не закрепленных обсадными трубами.

С целью усовершенствования технологии перекрытия зон осложнений потайными колоннами в скважинах малого диаметра, на кафедре ТТГР разработано устройство (УУП-1) для установки перекрывателя в скважине, устройство для расширения ствола скважины, а также предложена методика расчета рабочих и технологических параметров металлических пластырей-перекрывателей (рис. 1).

Перекрыватель изготавливается из обсадных труб проточенных по наружной поверхности для увеличения их эластичности при деформации.

Периметр наружной поверхности перекрывателя несколько больше периметра скважины для создания натяга в интервале установки, поэтому для обеспечения его свободного прохода в скважину при спуске на наружной поверхности перекрывателя равномерно по периметру выполняются несколько продольных углублений (канавок), глубина которых зависит от задаваемого зазора между пластырем и стенками скважины.

Канавки выполняются по всей длине перекрывателя за исключением цилиндрических концов длиной 200–300 мм, необходимых для герметизации перекрывателя при расширении его жидкостью.

Ниже приведены данные по количеству и глубине канавок в зависимости от диаметра перекрывателя.

Наружный диаметр пластыря, мм	73	76	89	93	108	112	127	145
Глубина канавки, мм	7,9	8,25	9,9	10,4	9,2	9,6	11	12,6
Количество канавок	6	6	6	6	8	8	8	8

Конструкция устройства УУП-1 (рис. 1) для спуска и установки пластыря простая и позволяет изготовить его в мастерских геологоразведочных экспедиций. Устройство можно использовать в скважине диаметром от 73 мм и глубиной до 1000 м.

На поверхности в устройстве закрепляется пластырь, который по наружной, предварительно прогретой поверхности перед спуском обрабатывается герметизирующе-склеивающей пастой.

Пасту готовят следующим образом: в расплавленный битум добавляют 10% автола к его весу и тщательно размешивают. Можно использовать «Клей эпоксидный П», содержащий эпоксидную смолу Э-41 и диациандиамида. При сборке устройства паста заливается во впадины профильной части пластыря.

Шарик 10 в устройстве УУП-1 выполняет роль обратного клапана, который открывая канал, позволяет заполнить внутренний объем спускаемого устройства и буровых труб жидкостью находящейся в скважине. Это помогает избежать поршневого эффекта при спуске устройства в скважину.

Последовательность установки пластыря в скважине приведена на рис. 2.

Перед установкой пластыря скважина выше и ниже зоны осложнения на 2–3 м калибруется и увеличивается в диаметре расширителем с ножами, длина которых устанавливается в зависимости от диаметра скважины (рис. 2,а).

На буровых трубах, устройство УУП-1 спускается в зону осложнения (рис.2,б). Наземным буровым насосом внутрь устройства подается жидкость, под действием которой клапан 10 (см. рис. 1) закрывается и пластырь под действием нагнетаемой жидкости начинает деформироваться, расширяясь до упора в стенку скважины (рис.2,в).

При достижении значения рабочего давления пластырь принимает форму стенки скважины в месте установки пластыря. Нагнетание жидкости продолжается до достижения расчетного значения, которое гарантирует прижатие пластыря с конечным контактным давлением 3 МПа.

После расширения пластыря начальное механическое расширение цилиндрических участков пластыря производится при перемещении снаряда вверх без вращения конусом-расширителем (рис.2, г).

Окончательная запрессовка пластыря и ликвидации недожимов, выполняется шаром-калибратором закреплённым на опоре. Для этого дается вращение буровому снаряду на первой скорости бурового станка и осуществляется медленный подъем.

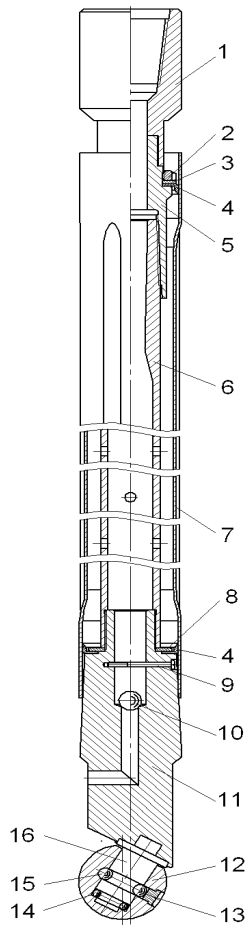


Рис. 1. Устройство установки пластырей в скважине УУП-1:
 1 – переходник; 2 – гайка;
 3, 8 – шайбы; 4 – манжета уплотнительная; 5 – муфта; 6 – корпус; 7 – пластырь; 9 – обратный клапан; 10 – конус-расширитель; 11 – шар-калибратор; 12 – заглушка; 13 – шарик опоры; 14, 15 – шарик опоры; 16 – опора

При вращении устройства, шаром-калибратором (рис.2,д,е) закреплённым на опоре с эксцентрическим смещением относительно оси скважины, цилиндрические нижние и верхние участки пластыря развальцовываются. Это позволяет выправить и прикатать участки пластыря недовыпрямленные давлением жидкости. Устройство УУП-1 поднимается на поверхность.

При расширении уменьшается толщина стенки перекрывателя и увеличивается его внутренний диаметр. Поэтому материал пластыря должен быть прочным (выдерживать значительное внутреннее давление), достаточно пластичным и не иметь остаточных деформаций. Такими свойствами обладают медь и латунь. Но, учитывая значительные размеры, пластырь из этих материалов будет иметь высокую стоимость. В связи с этим в качестве исходного материала для изготовления пластыря, целесообразно использовать более дешевые трубы, стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8732-78.

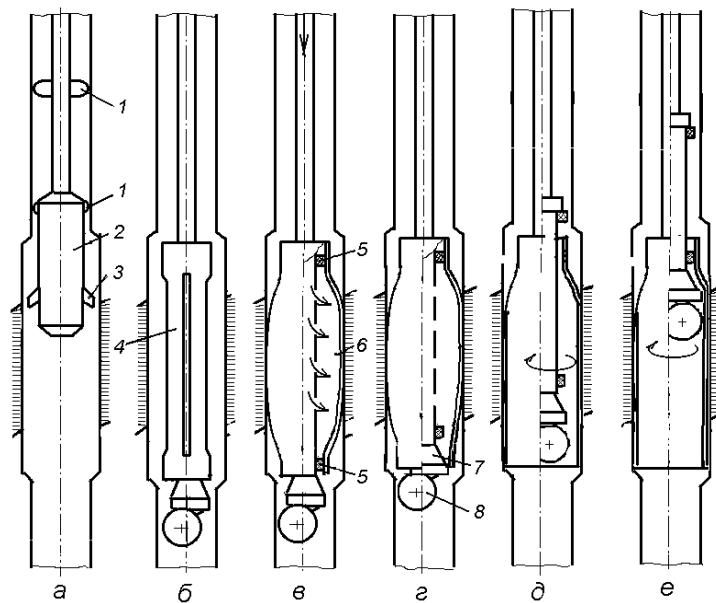


Рис. 2. Последовательность установки пластыря в стволе скважины:
 1 – центраторы; 2 – расширитель УРС-1; 3 – выдвижные резцы; 4 – УУП-1; 5 – уплотнительные манжеты; 6 – пластырь; 7 – конус-расширитель; 8 – шар-калибратор

В основу методики расчета рабочих и технологических параметров перекрывателя положено, что при расширении пластыря в процессе его установки в обсадной трубе стенки его становятся тоньше и в сечении образуется так называемая шейка, которая предшествует разрушению металла.

Учитывая сложность описания процессов поведения материала перекрывателя-пластыря и среды, на которую он опирается, принимаем условно, что металл перекрывателя разрушится, если размер шейки в сечении составит от 60 до 80 % исходной площади в зависимости от свойств материала.

Уравнение для определения площади поперечного сечения шейки в момент разрыва можно определить с учетом условной деформации металла, т. е. такой деформации, которая обеспечивает соответствующее упрочнение металла при отсутствии разупрочнения. Однако при этом механические характеристики - относительное удлинение и сужение, ударная вязкость могут быть определены лишь на основании эмпирических зависимостей, для построения которых необходим большой экспериментальный материал. Поэтому более простым способом примерно те же результаты можно получить, если вместо линейных величин принять значения площади сечения.

Предельное значение конечной площади сечения перекрывателя при деформации, принимается равным 0,8 от начальной площади сечения, тогда конечный внутренний диаметр перекрывателя d_k с учётом того, что при расширении диаметр перекрывателя станет равным диаметру скважины определяется из выражения:

$$d_k = \sqrt{D_k^2 - 0.8 \cdot (D_{\Pi}^2 - d_{\Pi}^2)},$$

где D_k – конечный наружный диаметр перекрывателя, равный диаметру скважины; D_{Π} – наружный диаметр перекрывателя перед деформацией; d_{Π} – внутренний диаметр перекрывателя перед деформацией.

Рабочее давление необходимое для расширения перекрывателя определяется из расчёта, что перекрыватель расширяется до упора в стенку скважины, а его разрушение возникнет при превышении расширяющего давления предела прочности материала перекрывателя. Таким образом, рабочее давление можно определить из выражения:

$$P_p = \frac{\sigma_T}{2} \cdot \ln \left[\frac{\left(\frac{D_{\Pi}}{2} \right)^2 + 2 \left[\left(\frac{d}{2} \right)^2 - \left(\frac{D_{\Pi}}{2} \right)^2 \right]}{\left(\frac{d_{\Pi}}{2} \right)^2 + 2 \left[\left(\frac{d}{2} \right)^2 - \left(\frac{D_{\Pi}}{2} \right)^2 \right]} \right],$$

где σ_T — предел текучести материала перекрывателя, d – диаметр расширенной скважины

Надёжный контакт между перекрывателем и стенкой скважины после снятия внутреннего давления, т.е. после разгрузки должен составить не менее $P_k = 3$ МПа.

С учётом этого необходимое расчётное давление P для надёжной установки перекрывателя составит:

$$P = P_p + 3 \cdot 10^6, \text{ Па}$$

Подставляя в выражение по определению P размеры перекрывателя и характеристику металла можно установить максимально необходимое рабочее давление, необходимое для раскрытия перекрывателя без его разрушения.

Максимальное давление, при котором происходит разрушение перекрывателя можно определить из выражения:

$$P_{\max} = \frac{(D_{\Pi}^2 - d_{\Pi}^2) \cdot \sigma_T}{2 \cdot D_{\Pi}^2}.$$

При превышении максимального давления перекрыватель теряет прочность и разрушается, в случае если не будет обеспечено ограничение его расширения стенкой скважины.

Подставляя в выражение по определению P_{\max} размеры перекрывателя и характеристику металла из которого он изготовлен можно установить давление, при котором пластырь может разрушиться.

В табл. 1 приведены расчётные значения рабочего и разрушающего давления для перекрывателей с различной толщиной стенки.

Используя данные табл. 1 можно подобрать толщину стенки перекрывателя, которая обеспечит его плотное прилегание при деформации без механического разрушения.

Расчёты показывают, что при правильном выборе соотношения между диаметром скважины и наружным диаметром перекрывателя, можно расширить перекрыватель до плотного прижатия к стенкам скважины при рабочем давлении в пределах от 7 до 14 МПа.

Таким образом, работы по установке некоторых перекрывателей можно выполнить насосом НБ 320/100, а других насосом 9МГр. Однако целесообразно проводить работы с использованием цементировочных агрегатов, снабженных мощными насосами.

Если расчетное рабочее давление превышает возможности насоса можно несколько уменьшить толщину перекрывателя с учетом его прочности, т.е. разрушающего давления.

В случае если на внешнюю поверхность перекрывателя будет наноситься состав эпоксидной смолы, для лучшей адгезии склеивающим составом, то на наружной поверхности перекрывателя необходимо выполнить продольные канавки. Это позволит уменьшить наружный

диаметр перекрывателя, соответственно увеличить зазор между пластырем и скважиной, что защитит нанесённый состав от истирания при спуске перекрывателя в скважину.

Табл. 1. Расчётные значения рабочего и разрушающего давлений и конечных размеров перекрывателя после деформации

Диаметр скважины, мм	Параметры перекрывателя				Давление	
	Наружный диаметр до деформации, мм	Внутренний диаметр до деформации, мм	Толщина стенки до деформации, мм	Толщина стенки после деформации, мм	Рабочее, МПа	Максимальное, МПа
132	126	119	3,5	2,5	9,401	11,778
	125		3	2,2	7,666	10,119
	123		2	1,4	4,891	6,91
112	110	104	3	2,2	9,481	11,46
	108		2	1,5	5,991	7,852
93	90	85	2,5	1,8	9,977	12,472
	89		2	1,4	6,874	9,49
76	74	68	3	2,2	14,004	16,804
	72		2	1,4	8,622	11,667

Определение радиальных размеров канавок выполняется с учетом того, что длина периметра перекрывателя после выполнения канавок должна равняться длине его наружной окружности после деформации с радиусом R, который определяет зазор между перекрывателем и стенкой скважины. Задаваясь необходимым зазором *a* между пластырем и стенкой скважины, можно получить требуемую глубину канавки *h_k* при их количестве *N*:

$$h_k = \frac{1.5 \cdot (R - a)}{N}.$$

Библиографический список

1. Сулейманов А.Б. Технология и техника эксплуатации скважин малого диаметра. –Баку: Азернефтешр, 1960. – 218 с.
2. Пилипец В.И. Насосы для подъема жидкости. – Донецк: РИА, 2000. – 241 с.
3. Пилипец В.И. Разведочное бурение. – Донецк: Норд Компьютер, 2007. – 246с.
4. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение. – М.: Металлургия, 1970. – 230 с.
5. Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин. В 6-ти томах./Авт.: Басарыгин И.П., Булатов С.М. и др. – М.: Недра. 2002. Том 4. – 335 с.
6. Деформация металлов жидкостью высокого давления. /Авт.: Уральский В.И., Плахотин В.С., Шефтель И.И. и др. – М.: Металлургия.1976. – 624 с.

© Пилипец В. И., Король В. И., 2011.

Анотація

Запропонована конструкція пристрою УУП-1 для встановлення перекривачів зон ускладнень в свердловинах і методика розрахунку робочих та технологічних параметрів металевих перекривачів-пластирів.

Ключові слова: конструкція, розрахунок, перекривач-пластирь, ускладнення.

Abstract

The design of tool UUP-1 for installation of patches for zones of complications in boreholes and a design procedure of working and technological parameters of metal overlap-patches are presented.

Keywords: design, overlap-patch, complication.