

Усовершенствование технологии ремонта негерметичных скважин.

А. М. Буров, П. Ю. Чувашин, Д. Д. Лащенков, А. Б. Созинов

*Волгоградский Государственный Технический Университет Институт
Архитектуры и Строительства*

Аннотация: В работе выполнен анализ и показан недостаток технологии ремонта эксплуатационных колонн скважин методом раскатки гофрированного металлического пластыря дорнирующим устройством, заключающийся в преждевременном нарушении герметичности скважины из-за низкой прочности соединения. Предложена технология и гидромеханическое устройство для дополнительного крепления методом радиального выдавливания сферических полостей в металле пластыря. В результате, в сечении крепления возникает сила сопротивления, препятствующая сдвиговым нагрузкам от осевых сил. Прочностные расчеты показали, что для лучшей работоспособности металлического пластыря целесообразно увеличить силу сопротивления сдвигу, путем увеличения числа пуансонов или технологических переходов крепления.

Ключевые слова: обсадная труба, эксплуатационная колонна, герметичность скважины, металлический пластырь, радиальное выдавливание, прочность.

Введение

В настоящий момент значительная часть месторождений в России находится на последней – четвертой стадии разработки и это является главным признаком износа скважин. В результате длительной эксплуатации одним из основных дефектов обсадных труб является образование трещин, которые приводят к нарушению герметичности, повышению обводненности скважин, а это приводит к снижению рентабельности добычи пластовой продукции. Поэтому, ремонт добывающих и нагнетательных скважин на нефтегазовых месторождениях с целью герметизации эксплуатационных колонн является актуальной задачей.

Основной способ восстановления герметичности эксплуатационных колонн - технология ремонта, заключающаяся в установке металлического гофрированного пластыря на дефект обсадной трубы с помощью дорнирующего устройства. Однако технология установки пластыря на дефектные места трубы сложна, несовершенна и не обеспечивает безаварийную эксплуатацию скважины в течение длительного срока. К наиболее характерным видам осложнений, возникающих в скважине после

ремонта с использованием пластыря, можно отнести сползание пластыря с дефекта эксплуатационной колонны и, как следствие, нарушение герметичности [1-3]

Целью работы является усовершенствование технологии ремонта скважин методом установки металлического гофрированного пластыря, позволяющее исключить и снизить вероятность сползания металлического пластыря в процессе эксплуатации.

Анализ существующего техпроцесса

Ремонт скважин методом установки металлического пластыря состоит из трех групп технологических операций и осуществляется в следующей последовательности: подготовительные; основные; и завершающие работы. В комплекс основных работ включают следующие технологические переходы: 1- на наружную поверхность продольно-гофрированных заготовок пластыря наносится слой герметика; 2- спуск дорнирующего устройства с заготовкой пластыря на насосно- компрессорных трубах и позиционирование пластыря в интервале нарушения герметичности обсадной колонны; 3- соединяют нагнетательную линию со спущенной колонной труб и с помощью насоса цементирующего агрегата создают давление и производят запрессовку пластыря; 4- производят раскатку пластыря дорнирующей головкой не менее 4...5 раз с постепенным увеличением давления до 12 МПа; 5- не извлекая «дорн» из скважины, опрессовывают колонну, при необходимости раскатку повторяют, повышая давление до 18...20 МПа; 6 – поднимают колонну труб с «дорном» [4-6].

Завершающие технологические операции включают в себя освоение и ввод скважины в эксплуатацию по утверждённому плану. Освоение и эксплуатация скважин осуществляется посредством использования бурильной колонны и насосно- компрессорных труб [7,8]. В процессе спуско-подъемных операций происходит механическое воздействие бурильной

колонны, колонны НКТ и скважинной жидкости на пластырь. В результате, в течение всего времени, эксплуатационная колонна находится под воздействием осевых сдвигающих напряжений, которые приводят к разрушению герметика и сползанию пластыря по поверхности контакта с эксплуатационной колонной. Преждевременное нарушение герметичности эксплуатационной колонны, вследствие низкой прочности контакта сталь-герметик-сталь, является главным недостатком существующей технологии. Повысить прочность контакта можно путем дополнительной направленной радиальной деформации металла пластыря. Однако современные способы и устройства для радиального крепления сложны в изготовлении, громоздки и предназначены для труб большого диаметра [2,9,10]

Усовершенствованный техпроцесс

Данный недостаток предлагается устранить путем введения в существующий технологический маршрут дополнительной операции радиального выдавливания полости в металлическом пластыре гидромеханическим штамповочным устройством. В результате деформации металла пластыря и обсадной трубы, образуется крепление с эксплуатационной колонной. Схема технологической операции и конструкция гидромеханического устройства поясняется рисунком (рис.1).

Устройство на рис.1 состоит из втулки цилиндра 1, основного плунжера 2, радиальных пуансонов 3, защитного корпуса 4. впускного предохранительного и сливного клапана (не показаны). Втулка цилиндра 1 состоит из верхней (5) и нижней (6) рабочих камер, заполненных гидравлической жидкостью. Привод гидромеханического устройства осуществляется с помощью насосной гидростанции высокого давления с устья скважины.

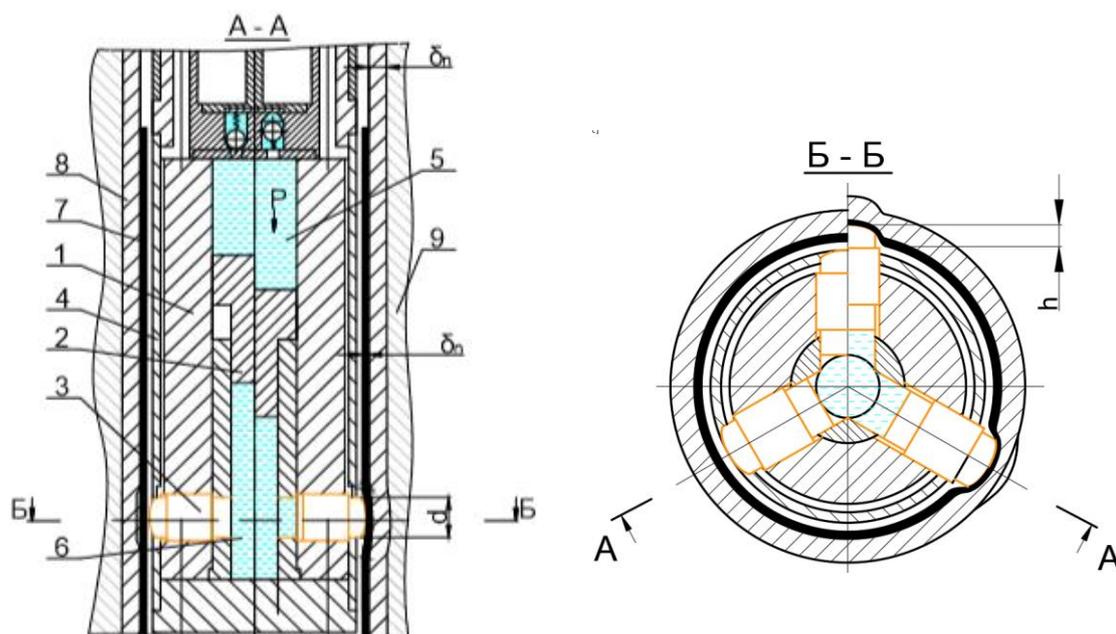


Рис.1. - Схема расположения гидромеханического устройства в скважине: 1-штулка цилиндра; 2 - основной плунжер; 3- радиальные пуансоны; 4-корпус; 5- верхняя камера; 6- нижняя камера; 7-металлический пластырь; 8-обсадная труба; 9- цементный камень; δ_o – толщина обсадной колонны; δ_n - толщина пластыря; h -высота полости; d - диаметр пуансона.

Операцию дополнительного крепление пластыря предлагается осуществлять после раскатки и извлечения «дорна» из скважины. Гидромеханическое устройство на насосно-компрессорных трубах с помощью талевой системы ремонтного агрегата спускается в скважину в место крепления пластыря и после позиционирования устройства (рис.1. слева от оси), осуществляется включение насоса высокого давления, в результате чего основной плунжер 2, воздействуя на гидравлическую жидкость в нижней рабочей камере, перемещает ее вдоль оси. По закону Паскаля давление будет передаваться во всех направлениях без изменения, а, следовательно, жидкость в нижней рабочей камере, воздействует и перемещает радиальные пуансоны 3. В результате происходит деформация металла пластыря 7 толщиной- δ_n и обсадной эксплуатационной колонны 8

толщиной- δ_0 с образованием полости, диаметром- d и глубиной- h , равной ходу радиального пуансона 3 (рис.1. справа от оси.). При подаче давления через сливные каналы радиальные пуансоны и основной плунжер возвращаются в исходное положение.

Обсуждение результатов

Выдавленное в результате радиальной деформации углубление в металле пластыря и в обсадной трубе образует крепление, которое создает дополнительную силу сопротивления, направленную в противоположную осевой силе, при спуско-подъемных операциях с бурильными и насосно-компрессорными трубами и вследствие движения скважинной жидкости. Чем больше выдавленных углублений, тем больше сопротивление сползанию пластыря и тем выше работоспособность пластыря. На рисунке 2 приведена схема работы сечения контакта металлического пластыря с обсадной колонной.

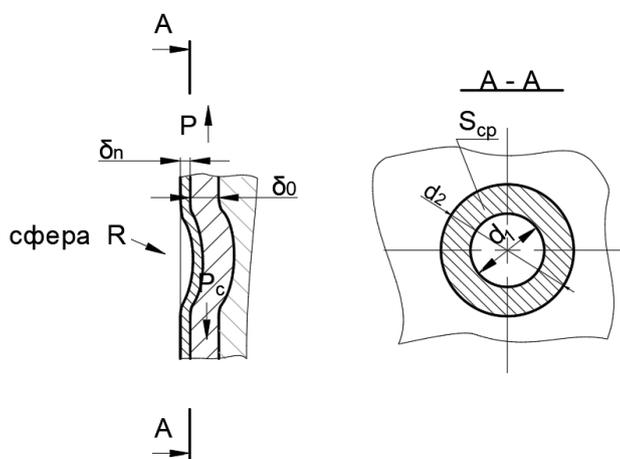


Рис.2. - Схема работы сечения контакта: S_{cp} -сечение среза; d_2 - диаметр пуансона; d_1 - внутренний диаметр сечения; R -радиус сферы пуансона; P - осевая сила; P_c - сила сопротивления в сечении контакта; δ_{II} - толщина пластыря; δ_0 - толщина трубы эксплуатационной колонны.

Под действием осевой силы « P » в сечении возникают напряжения среза и смятия. Сила сопротивления P_c направлена в противоположную сторону, создает в сечении напряжение сопротивления обратного знака. Суммарное

напряжение от силы сопротивления при формировании «n» углублений в одном технологическом переходе определяется для среза- $\tau_{cp} = \frac{P_c}{S_{cp}}$,

где $S_{cp} = \frac{\pi \cdot (d_2^2 - d_1^2)}{4}$ - площадь среза (рис. 2), откуда сила сопротивления -

$P_c = 0,785 \cdot n \cdot (d_2^2 - d_1^2) \cdot \tau_{cp}$. Для смятия- $\tau_{см} = \frac{P_c}{S_{см}}$, где площадь смятия - $S_{см}$

зависит от формы пуансонов. Если условно принять форму пуансона сферическую, то поверхностью смятия является шаровый слой площадью - $S_{см} = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \delta_{II}$. Тогда сила сопротивления смятию- $P_c = \pi \cdot n \cdot d_2 \cdot \delta_{II} \cdot \sigma_{см}$

Оценка максимальных сил сопротивления срезу и смятию « P_c » выполнена по допускаемым напряжениям для материала пластыря из стали 10, установленного в эксплуатационной трубе диаметром 168 мм. При знакопеременной нагрузке допустимое напряжение смятия- $[\sigma_{см}] = 120$ МПа, а допустимое напряжение среза- $[\tau_{cp}] = 45$ МПа [11,12].

Исходные геометрические параметры сечения, формообразующего пуансона и результаты расчетов приведены в табл.1.

Таблица 1

Расчет предельных сил сопротивления

Исходные данные					Сила сопротивления
Формулы для расчета	d_2 , мм	d_1 , мм	δ_{II} , мм	n, шт	P_c , Н
$P_c = \pi \cdot n \cdot d_2 \cdot \delta_{II} \cdot [\sigma_{см}]$	40	-	4	3	127170
$P_c = 0,785 \cdot n \cdot (d_2^2 - d_1^2) \cdot [\tau_{cp}]$	40	20	4	3	180900

Заключение

Крепление металла пластыря методом радиального выдавливания, позволяет создать дополнительную силу сопротивления, направленную противоположно осевой силе.

Согласно прочностному расчету, сечение контакта хуже работает на

срез, и сила сопротивления при срезе меньше, чем при смятии.

Повысить прочность и работоспособность крепления металлического пластыря можно за счет увеличения числа радиальных пуансонов или за счет увеличения технологических переходов. В результате повышается срок службы пластыря и увеличивается межремонтный срок для скважины.

Литература

1. Апасов Г.Т., Мухаметшин В. Г., Новоселов М.М. Проблемы негерметичности эксплуатационных колонн скважин и предложения по их решению // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 45-51

2. Рахманов И. Н. Исследование и разработка технологии герметизации эксплуатационной колонны радиально расширяемыми металлическими пластырями // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Бугульма: ТатНИПИнефть. 2011. 24с.

3. Мухаметшин В. Г., Дубинский Г. С., Аверьянов А. П. О причинах нарушений герметичности эксплуатационных колонн и мероприятиях по их предотвращению // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. №3. С. 19-24.

4. Басарыгин Ю.М., Булатов А. И., Проселков Ю. М. Технология капитального и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин: учеб. для вузов. Краснодар. «Сов. Кубань», 2002. 584 с.

5. Булатов, А. И., Савенок О. В. Капитальный ремонт нефтяных и газовых скважин: монография. Том 2. Краснодар. Издательский Дом «Юг», 2012. 576 с.

6. Раабен А. А., Шевалдин П. Е., Максutow Н. Х. Монтаж и ремонт бурового и нефтепромыслового оборудования. М.: Недра, 1980. 380 с

7. Буров А.М., Сметанников Д.К., Яцкив Н.С. и др. Оптимизация ремонта скважин с использованием комплексов КОС-02// Инженерный

вестник Дона, 2021, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7347

8. Пресняков А.Ю., Сахань А.В. Построение технологии РИР по устранению негерметичности эксплуатационных колонн // Территория нефтегаз. 2008. №8. С. 62-65.

9. John M. Lowes C. Securing of structures to the sea-bedhttps. URL: patents.google.com/patent/US4501514A/en

10.Теликова Р.С., Митрофанов И.Б., Аксенов В. Е. и др. Способ и устройство для крепления стальных трубных свай в стационарных гидротехнических сооружениях с использованием эластомера. URL: patents/doc/RU2736643C1

11. Ефимченко С.И., Прыгаев А. К. Расчет и конструирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов. Часть1. Расчет и конструирование оборудования для бурения неф. и газ. скважин: учебник для вузов. М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2006. 736 с

12. Лопухов А.Н. Справочник инженера по добычи нефти. Том 1// М.: Недра, 2008. 325 с.

References

1. Aрасov G.T., Muhametshin V.G., Novoselov M.M. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 1. pp. 45-51.

2. Rahmanov I. N. Issledovanie i razrabotka tekhnologii germetizacii ekspluatacionnoj kolonny radial'no rasshiraemymi metallichesкими plastyryami. [Research and development of production string sealing technology with radially expandable metal patches]. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Bugul'ma: TatNIPIneft'. 2011. 24 p.

3. Muhametshin V. G., Dubinskij G. S., Aver'yanov A. P. Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov. 2016. №3. pp. 19-24.

4. Basarygin Yu. M., Bulatov, A.I., Proselkov Yu.M. Tekhnologiya kapital'nogo i podzemnogo remonta neftyanyh i gazovyh skvazhin: ucheb. dlya

vuzov [Technology of Overhaul and Underground Repair of Oil and Gas Wells. For Universities]. Krasnodar: «Sov. Kuban'», 2002. 584 p.

5. Bulatov, A. I., Savenok O. V. Kapital'nyj remont neftyanyh i gazovyh skvazhin: monografiya [Overhaul of oil and gas wells: monograph]. Tom 2. Krasnodar. Izdatel'skij Dom «Yug», 2012. 576 p.

6. Raaben A. A., Shevaldin P. E., Maksutov N. X. Montazh i remont burovogo i neftepromyslovogo oborudovaniya [Installation and repair of drilling and oilfield equipment]. M.: Nedra, 1980. 380 p.

7. Burov A.M., Smetannikov D.K., Yackiv N.S. i dr. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7347

8. Presnyakov A.Yu., Sahan' A.V. Territoriya neftegaz. 2008. №8. pp.62-65.

9. John M. Lowes C. Securing of structures to the sea-bed <https://patents.google.com/patent/US4501514A/en>

10. Telikova R.S., Mitrofanov I.B. Aksenov V. E. i dr. Sposob i ustrojstvo dlya krepleniya stal'nyh trubnyh svaj v stacionarnyh gidrotekhnicheskikh sooruzheniyah s ispol'zovaniem elastomera [Method and Device for Fastening Steel Pipe Piles in Stationary Hydraulic Structures Using Elastomer]. URL: patents/doc/RU2736643C1

11. Efimchenko S.I., Prygaev A. K. Raschet i konstruirovaniye mashin i oborudovaniya neftyanyh igazovyh promyslov [Calculation and Design of Machinery and Equipment for Oil and Gas Fields]. Chast'1. Raschet i konstruirovaniye oborudovaniya dlya bureniya nef. i gaz. skvazhin: uchebnik dlya vuzov. M.: RGU nefiti i gaza im. I. M. Gubkina, 2006. 736p.

12. Lopuhov A.N. Spravochnik inzhenera po dobychi nefiti [Petroleum Engineer's Handbook]. Tom 1. M.: Nedra, 2008. 325p.

Дата поступления: 19.11.2023

Дата публикации: 6.01.2024
