УДК 622.245.1 DOI: 10.21440/0536-1028-2019-1-60-66

Расчет расширителя при комплексном способе строительства многоствольных скважин

Мамедтагизаде А. М.[1], Шмончева Е. Е.[2], Джаббарова Г. В.[2], Абишев А. Г.[2]

[1] НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии»
(Азербайджан, г. Баку, ул. Диляры Алиевой, 227)

[2] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
(Азербайджан, г. Баку, просп. Азадлыг, 34)

Реферат

Введение. *Современная технология расширения специальных расширяемых обсадных труб непосредственно на забое наклонных и горизонтальных скважин позволяет сокращать затрачиваемые средства и время на их строительство. В настоящее время зарезка бокового ствола осуществляется с предварительно установленных цементных мостов или пакеров. Спуск хвостовика с последующим его расширением на забое даст новый толчок в развитии технологии проводки боковых дополнительных стволов в новых и бездействующих скважинах.*

Цель работы. *Повышение качества сооружения дополнительных стволов за счет усовершенствования способов их строительства.*

Методология. *Анализ способов строительства многоствольных скважин и разработка методики расчета конструктивных параметров расширителя и расширяемых обсадных труб при креплении дополнительных стволов. Предлагается зарезка дополнительного ствола без применения цементных мостов или пакеров, методом «сверху вниз» с использованием расширяемых хвостовиков и устройств для их центрирования при расширении. Разработана методика расчета конструктивных параметров расширителя для создания полноразмерного хвостовика при креплении дополнительных стволов.*

Результаты. *В статье представлена конструкция комплексной многоствольной горизонтальной скважины, выполненной по технологии монодиаметра. Также представлена методика расчета элементов расширителя, обеспечивающего формирование полноразмерного хвостовика при использовании расширяемых труб на забое скважины.*

Выводы. *В статье предложен комплексный способ строительства многоствольных скважин на основе технологии монодиаметра; представлена методика расчета размеров конструктивных элементов расширителя и расширяемых обсадных труб. Экономическая эффективность представленной конструкции скважины может быть достигнута за счет того, что нефтяной пласт будет разрабатываться стабильно долго с высоким дебитом для каждой скважины, пробуренной по предложенной комплексной технологии.*

Ключевые слова: *боковой ствол; способ зарезки; расширяемый хвостовик; расширитель для труб; центратор расширяемый; технология монодиаметра; комплексная технология; элементы расширителя.*

Введение. Как известно, многоствольные скважины могут иметь самые разнообразные формы профилей и длин боковых стволов, что определяется как экономической, так и технологической целесообразностью [1].

Цель работы – повысить качество сооружения дополнительных стволов за счет усовершенствования способов их строительства.

При строительстве многоствольных скважин возникает целый спектр технических проблем. Одна из проблем – это разделение стволов по назначению на нагнетательные и отбирающие нефть.

Проблема состоит как в креплении стволов специальными устройствами, сложными по конструкции и установке, на различных глубинах переходников и

разветвлений, так и в сложности определения мест зарезки боковых ответвлений из-за громоздкости металлоконструкций.

Данная проблема может быть решена только на основе применения технологии монодиаметра. При правильном расположении основного и нагнетательных стволов в многоствольной скважине обсадные колонны из труб, изготовленных по технологии монодиаметра, оказались единственно приемлемыми по той причине, что каждый ствол имеет свой постоянный размер и не переходит в ствол меньшего диаметра [2, 3]. В этом и заключается суть предлагаемого комплексного способа строительства многоствольных скважин [4].

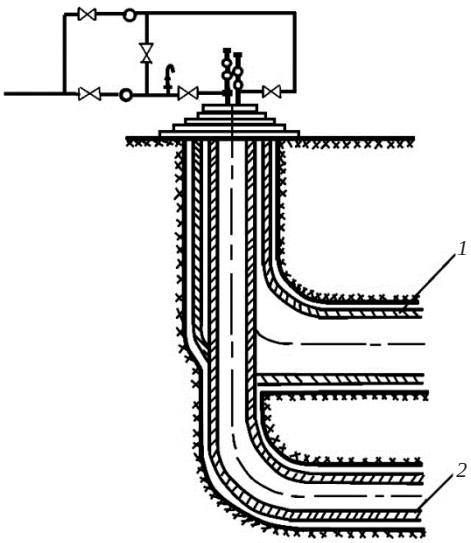

Рис. 1. Конструкция комплексной многоствольной горизонтальной скважины:
1 – основной ствол; *2* – дополнительный ствол
Fig. 1. The structure of an integrated multilateral horizontal well:
1 – main trunk; *2* – additional trunk

Методология. Проанализированы способы строительства многоствольных скважин и разработана методика расчета конструктивных параметров расширителя и расширяемых обсадных труб при креплении дополнительных стволов.

Комплексный способ строительства боковых стволов. На рис. 1 представлена конструкция комплексной многоствольной горизонтальной скважины, выполненной по технологии монодиаметра. Первая снизу горизонтальная моноколонна является основным стволом и предназначена для нагнетания воды в нижележащий пласт с целью поддержания необходимого пластового давления.

На вертикальном участке первой монодиаметровой колонны на расчетном расстоянии для входа в продуктивный пласт производится беспрепятственная зарезка бокового ствола и спускается вторая моноколонна.

Боковой горизонтальный ствол этой монодиаметровой колонны, предназначенный для отбора нефти, разобщают во избежание перетока от первой нижней монодиаметровой колонны с помощью пакеров на участке зарезки бокового ствола.

Вторая монодиаметровая колонна центрируется внутри первой монодиаметровой колонны с помощью специальных центраторов с упругими планками. Центраторы установлены на расчетном расстоянии для поддержания центрирования по всей длине средней монодиаметровой колонны [1]. Общий вид центратора с упругими планками представлен на рис. 2.

Центратор предназначен для поддержания центрирования монодиаметровой колонны внутри цилиндрической поверхности (будь то колонна или пробуренный ствол) и имеет конструктивные возможности, предназначенные для расширения по технологии монодиаметра. Он может быть использован как устройство для крепления монодиаметровой колонны к стенкам скважины или крепления внутренней монодиаметровой колонны к наружной монодиаметровой колонне.

В центраторе патрубок *4*, стопорные кольца *5*, *6* и корпус *1* с прорезными окнами *2* выполнены из специально расширяемой стали, а упругие опорные планки *3* изготовлены из пружинной стали. Поэтому при расширении всей монодиаметровой колонны центратор будет расширяться и одновременно сохранять свойства и функциональную способность для центрирования и крепления монодиаметровой колонны как к стволу скважины, так и к внутренней поверхности другой монодиаметровой колонны.

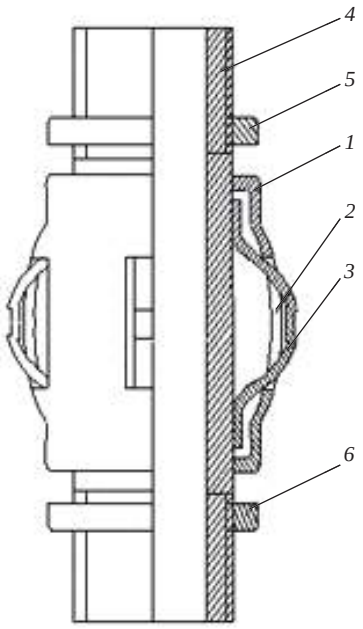

Рис. 2. Центратор с упругими планками по технологии монодиаметра: *1* – корпус; *2* – прорезные окна; *3* – упругие планки; *4* – патрубок; *5*, *6* – стопорные кольца

Fig. 2. The centralizer with elastic planks by the technology of monodiameter:
1 – body; *2* – slots; *3* – elastic planks; *4* – branch pipe; *5*, *6* – retaining rings

Для каждой монодиаметровой колонны на устье устанавливается специальная фонтанная арматура, в которой предусмотрена отдельная система регулирования подачи воды на нагнетательные колонны и система отбора нефти в строгом соответствии с продуктивностью пласта [5].

Технология расширения обсадных труб непосредственно на забое наклонных скважин позволяет сокращать средства и время на их строительство [2]. Спуск хвостовика с последующим его расширением является прорывом в области строительства наклонно-направленных скважин, особенно это даст колоссальный эффект при проводке боковых дополнительных стволов в новых и бездействующих скважинах [6–8].

Расширитель перемещается внутри трубы под воздействием гидравлического давления и приложенного механического усилия, направленного вверх или вниз [9–11]. Давление создается посредством закачки жидкости в подсоединенную к конусу внутреннюю колонну, а механическое усилие развивается путем натяга или проталкивания этой колонны с конусом.

После спуска хвостовика необходимо произвести двойное расширение для создания одного единого диаметра всей колонны таким образом, чтобы значение его наружного диаметра стало равным:

– значению наружного диаметра раструба предыдущей обсадной колонны, внутри которой прошел хвостовик;

– значению наружного диаметра тела предыдущей обсадной колонны, внутри которой прошел хвостовик.

Зная внутренний диаметр раструба предыдущей обсадной колонны, необходимо точно рассчитать диаметры элементов расширителя [12] для двойного расширения с учетом толщины стенок труб.

Расчет элементов расширителя. На рис. 3 представлены продольный и поперечный разрезы обсадной колонны-хвостовика, состоящей из труб двух диаметров.

Таким образом, зная размеры верхней нерасширяемой колонны, можно определить размеры расширяемых труб и элементов расширителя.

Наружный диаметр раструба – $D_{\text{н.раст}}$, наружный диаметр тела трубы – $D_{\text{н.тела}}$.

Исходя из условия расширения труб получим формулы для определения наружного $D^{\text{н.т}}_{\text{н.раст}}$ и внутреннего диаметра $D^{\text{н.т}}_{\text{в.р}}$ расширяемой трубы-хвостовика, находящейся в нерасширенном состоянии для формирования нового раструба расширяемого хвостовика:

$$D^{\text{н.т}}_{\text{н.раст}} = \frac{D_{\text{н.раст}}}{1,25-1,40};$$

$$D^{\text{н.т}}_{\text{в.раст}} = \frac{D_{\text{в.раст}}}{1,25-1,40}.$$

Определим толщину стенки расширяемой трубы Δ:

$$\Delta = \frac{D^{\text{н.т}}_{\text{н.раст}} - D^{\text{н.т}}_{\text{в.раст}}}{2}.$$

Далее определим диаметр корпуса расширителя по следующей формуле:

$$D_{\text{расш}} = D^{\text{н.т}}_{\text{н.раст}} - 2\Delta,$$

откуда радиус расширителя и длина его окружности соответственно будут равны:

$$R_{\text{расш}} = \frac{D_{\text{расш}}}{2};$$

$$L_{\text{окр.расш}} = 2\pi R_{\text{расш}}.$$

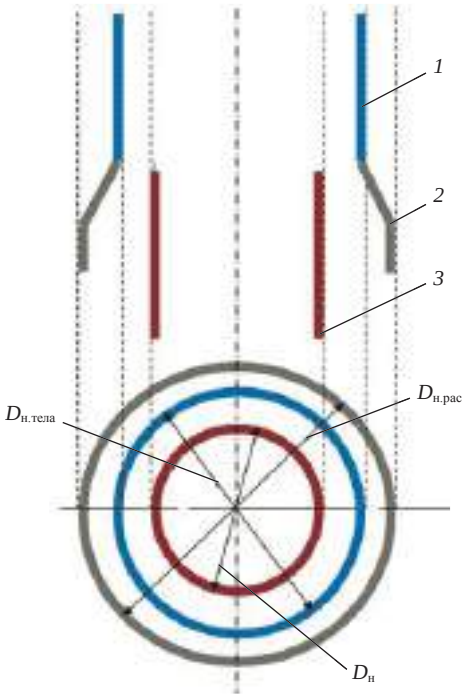

Рис. 3. Схема продольного и поперечного разреза обсадной колонны и расширяемого хвостовика:
1 – тело трубы; *2* – раструб; *3* – расширяемая колонна-хвостовик

Fig. 3. The scheme of longitudinal and cross-sectional drawing of a casing column and expandable liner:
1 – pipe's body; *2* – flare fitting; *3* – expandable column-liner

Количество отверстий под шаровые твердосплавные элементы расширителя n и расстояния между отверстиями в корпусе расширителя l в дальнейшем будут определяться исходя из прочностных расчетов корпуса расширителя.

Тогда диаметр шаровых твердосплавных элементов будет определяться по формуле:

$$D_{\text{ш.э}} = \frac{l_{\text{окр.расш}} - nl}{n}. \quad (1)$$

При расширении хвостовика до диаметра раструба шарик будет выходить из отверстия на одну вторую своего диаметра. Далее можно рассчитать глубину канавки конуса расширителя для расширения под наибольший диаметр расширяемой колонны-хвостовика.

Исходя из условия расширения труб и условия проходимости их в предыдущую колонну получим формулы для определения наружного $D^{\text{н.т}}_{\text{н.тела}}$ и внутренне-

го диаметра расширяемой трубы-хвостовика $D^{\text{н.т}}_{\text{в.тела}}$, находящейся в нерасширенном состоянии, для формирования тела трубы расширяемого хвостовика:

$$D^{\text{н.т}}_{\text{н.тела}} = \frac{D_{\text{н.тела}}}{1,25-1,40};$$

$$D^{\text{н.т}}_{\text{в.тела}} = \frac{D_{\text{в.тела}}}{1,25-1,40}.$$

Определим толщину стенки расширяемой трубы Δ:

$$\Delta = \frac{D^{\text{н.т}}_{\text{н.тела}} - D^{\text{н.т}}_{\text{в.тела}}}{2}.$$

Зная диаметр шара из формулы (1), можно определить глубину канавки конуса расширителя для расширения под наименьший диаметр расширяемой колонны-хвостовика.

Выводы. В статье предложен комплексный способ строительства многоствольных скважин на основе технологии монодиаметра; представлена методика расчета размеров конструктивных элементов расширителя и расширяемых обсадных труб.

Выведенные формулы и представленный порядок расчета размеров конструктивных элементов расширителя и обсадных труб позволят осуществить моделирование конструкции конуса-расширителя для любых условий проводки наклонных и горизонтальных скважин и боковых стволов из них.

Экономическая эффективность представленной конструкции скважины может быть достигнута за счет того, что нефтяной пласт будет разрабатываться стабильно долго с высоким дебитом для каждой скважины, пробуренной по предложенной комплексной технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамедтагизаде А. М., Шмончева Е. Е., Джаббарова Г. В., Кузнецов В. А., Хе Жинг Ю. Комплексное строительство многоствольных горизонтальных скважин по технологии монодиаметра // Научные труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия». Т. XV. Баку, 2015. С. 74–81.

2. Фишер П. А. Скважина одного проходного диаметра расширяет возможности // Нефтегазовые технологии. 2006. № 11. С. 15–17.

3. Шмончева Е. Е., Абишев А. Г. Возможность применения расширяемых колонн при бурении боковых стволов // Труды XII Междунар. науч.-практ. конф. Ашировские чтения, 20–26 сентября 2015 г.: сб. трудов. Т. I. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. С. 38–40.

4. Кузнецов В. А., Абишев А. Г., Бейлярова Г. А. Новые способы бурения многоствольных горизонтальных скважин // Булатовские чтения: мат. I Междунар. науч.-практ. конф. 31 марта 2017 г. в 5 т.: сб. ст. / под общ. ред. О. В. Савенок. Краснодар: Юг, 2017. С. 135–137.

5. Бакиров Ш. Х. Технология спуска расширяющихся колонн-хвостовиков при бурении глубоких скважин на глубоководных частях Каспийского моря // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2011. № 1. С. 22–24.

6. Furlow W. Agbada well solid tubulars expanded bottom up, screens expanded top down. Offshore. Int. Ed. 2002. 62. No. 1. P. 42.

7. Fischer Perry A., Snyder Robert E. Expandable technology and application growth continues. World Oil. 2004. No. 7. P. 57–61.

8. Stewart Kevin. Expandable tubular technology trends emerge in the North Sea. Scand. Oil-Gas Mag. 2006. 34. No. 3–4. P. 31–33.

9. Cohen D. M. Новые конструкции расширяющих устройств. Нефтегазовые технологии. 2009. No. 12. P. 28–31.

10. Дьюпел Кеннет К., Кампо Дональд Б., Лофтпон Джон Э., Вейзингер Дон, Кук Р. Лэнс, Буллок Мишель Д., Грант Томас П., Иорк Патрик Л. Опыт промышленного применения технологии расширения трубных изделий в скважине // Нефтегазовые технологии. 2002. № 2. С. 59–63.

11. Тахаутдинов Ш. Ф., Ибрагимов Н. Г., Ибатуллин Р. Р., Абдрахманов Г. С., Хамитьянов Н. Х., Залтов М. М. Освоение нового оборудования для крепления скважин расширяемыми обсадными колоннами // Нефтяное хозяйство. 2010. № 7. С. 12–14.
12. Dong Huikang, Shmoncheva Yelena, Jabbarova Gullu. Expandable casing expansion tool for oil and gas wells [The well casing with the expandable reamer tool]. Patent CN, no. 205605117U, 2016. URL: https://www.google.com/patents/CN205605117U?cl=en

Поступила в редакцию 18 сентября 2018 года

Сведения об авторах:

Мамедтагизаде Алиназим Мурад оглы – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии». E-mail: alinazim.m@mail.ru
Шмончева Елена Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры нефтегазовой инженерии Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности. E-mail: yelena.shmoncheva@asoiu.edu.az
Джаббарова Гюллю Валех кызы – доктор философии по технике (PhD), доцент, доцент кафедры промышленной безопасности и охраны труда Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности. E-mail: gullu.cabbarova@asoiu.edu.az
Абишев Абдуахит Гарибжанович – докторант кафедры нефтегазовой инженерии Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности. E-mail: abishevabduahit@gmail.com

DOI: 10.21440/0536-1028-2019-1-60-66

Calculation of expander for complex method of multilateral wells construction

Alinazim M. Mamedtagizade[1], Elena E. Shmoncheva[1], Gullu V. Dzhabbarova[1], Abduakhit G. Abishev[1]
[1] Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan.

Abstract

Introduction. *The modern technology of expansion of special expandable casing pipes directly at the bottom of inclined and horizontal wells allows to reduce the means and time spent for construction. Nowadays side trunk tracking is carried out from the pre-installed cement bridges or packers. Descent of the liner and its subsequent expansion at the bottom will give a new impetus to the development of the technology of wiring additional lateral trunks in new and inactive wells.*
Research aims *to improve the quality of additional lateral trunks construction by means of improving the methods of their construction.*
Methodology *includes the analysis of methods of constructing multilateral wells and the development of the methodology of calculating expander and expandable casing pipes structural parameters when casing additional lateral trunks. Additional lateral trunk tracking is suggested, without cement bridges and packers use, but with the method "adown" with the use of expandable liners and special devices for centering when expanding. The methodology has been developed calculating structural parameters of expander to create full-sized liner when casing additional lateral trunks.*
Results. *The article presents the design of a complex multi-barrel horizontal well executed using the monodiameter technology. A calculation is also made of the elements of the expander, which provides the formation of a full-length liner by using expandable pipes at the bottom of the well.*
Conclusions. *The article present an integrated method of multilateral wells construction based on the monodiameter technology; a method of calculating the dimensions of expander and expandable casing pipes structural elements has been presented. The economic efficiency of the presented well design can be achieved due to the fact that the oil reservoir will be developed stably for a long time with a high production rate for each well drilled by the proposed integrated technology.*

Key words: *side trunks, method of tracking; expandable liner; expander, expandable centralizer, monodiameter technology, integrated technology; expander elements.*

REFERENCES

1. Mamedtagizade A. M., Shmoncheva E. E., Dzhabbarova G. V., Kuznetsov V. A., Xe Zhing Iu. Integrated construction of multilateral horizontal wells according to the technology of monodiameter. In: *Proceedings of SRI "Geotechnological Problems of Oil, Gas, and Chemistry"*. Vol. 15. Baku; 2015. p. 74–81. (In Russ.)
2. Fisher P. A. A well with the unified drift diameter increases opportunities. *Oil and Gas Technology*. 2006; 11: 15–17. (In Russ.)
3. Shmoncheva E. E., Abishev A. G. An opportunity of applying expandable columns when drilling side trunks. In: *Proceedings of 12th International Conference, Ashirov Readings, 20–26 September 2015: collected works*. Vol. 1. Samara: Samara State Technical University Publishing; 2015. p. 38–40. (In Russ.)
4. Kuznetsov V. A., Abishev A. G., Beiliarova G. A. New methods of drilling multilateral horizontal wells. In: Svenok O.V. (ed.) *Bulatov Readings: Proceedings of 1st International Conference, 31 March 2017,*

collected works in 5 volumes: Oil and gas wells drilling. Krasnodar: Izd. Dom Iug Publishing; 2017. p. 135–137. (In Russ.)
5. Bakirov Sh. Kh. The technology of descending expanding columns-liners when drilling deep wells in the deep parts of the Caspian. *Construction of Oil and Gas Wells by Land and by Sea*. 2011; 1: 22–24. (In Russ.)
6. Furlow W. Agbada well solid tubulars expanded bottom up, screens expanded top down. *Offshore. Int. Ed*. 2002; 62; 1: 42.
7. Fischer P. A., Snyder R. E. Expandable technology and application growth continues. *World Oil*. 2004; 7: 57–61.
8. Stewart K. Expandable tubular technology trends emerge in the North Sea. *Scand. Oil-Gas Mag*. 2006; 34; 3–4: 31–33.
9. Cohen D. M. New structures of expanding devices. *Oil and Gas Technology*. 2009; 12: 28–31.
10. Diupel Kennet K. et al. Experience of industrial application of well pipes expansion. *Oil and Gas Technology*. 2002; 2: 59–63.
11. Takhautdinov Sh. F., Ibragimov N. G., Ibatullin R. R., Abdrakhmanov G. S., Khamitianov N. Kh., Zalltov M. M. Implementation of new equipment for expandable casing strings. *Oil Industry*. 2010; 7: 12–14. (In Russ.)
12. Dong Huikang, Shmoncheva Yelena, Jabbarova Gullu. Expandable casing expansion tool for oil and gas wells [The well casing with the expandable reamer tool]. Patent CN, no. 205605117U, 2016. URL: https://www.google.com/patents/CN205605117U?cl=en

Received 18th September 2018

Information about authors:

Alinazim M. Mamedtagizade – Doctor of Engineering Science, Professor, senior researcher of the Scientific-Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry". E-mail: alinazim.m@mail.ru
Elena E. Shmoncheva – Candidate of Engineering Science, Associate Professor, associate professor of the Department of Oil and Gas Engineering, Azerbaijan State Oil and Industry University. E-mail: yelena.shmoncheva@asoiu.edu.az
Gullu V. Dzhabbarova – Doctor of Engineering Science, Associate Professor, associate professor of the Department of Industrial and Occupational Safety, Azerbaijan State Oil and Industry University. E-mail: gullu.cabbarova@asoiu.edu.az
Abduakhit G. Abishev – postgraduate student of the Department of Oil and Gas Engineering, Azerbaijan State Oil and Industry University. E-mail: abishevabduahit@gmail.com

Для цитирования: Мамедтагизаде А. М., Шмончева Е. Е., Джаббарова Г. В., Абишев А. Г. Расчет расширителя при комплексном способе строительства многоствольных скважин // Известия вузов. Горный журнал. 2019. № 1. С. 60–66.
For citation: Mamedtagizade A. M., Shmoncheva E. E., Dzhabbarova G. V., Abishev A. G. Calculation of expander for complex method of multilateral wells construction. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2019; 1: 60–66.