

УДК 622.243.001

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ И КОЛИЧЕСТВА ПЛАНОК ЦЕНТРАТОРА  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
ИХ СО СТЕНКОЙ СКВАЖИНЫ**



**DETERMINING THE WIDTH AND NUMBER OF CENTRALIZER STRIPS  
FOR VARIOUS OPTIONS OF THEIR INTERACTION WITH THE WELL WALL**

**Бахшалиева Ширин Октай кызы**

доктор философии,  
кафедра нефтегазовая инженерия,  
Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности,  
г. Баку, Азербайджан  
bahshalieva@mail.ru

**Bakhshaliyeva Shirin Oktay**

Doctor of Philosophy,  
Department of Petroleum Engineering,  
Azerbaijan State  
University of Oil and Industry,  
Baku, Azerbaijan  
bahshalieva@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена рациональному количеству и размера планок центратора для скважины. Центраторы должны явно выбираться в основном согласно выполнению требуемой задачи искривления скважины, и других технологических вопросов, связанных с обеспечением нормального проходного сечения в кольцевом пространстве, достаточного для прокачки требуемого количества жидкости для полной очистки забоя от выбуренной породы при допустимом значении потерь давления в циркуляционной системе. Следует отметить, что в процессе бурения может оказаться, что центратор не всегда будет стоять на одной планке ввиду наличия реактивного момента на турбобуре. Для сохранения устойчивого равновесия он будет лежать на стенке ствола в двух планках. Предложено, что во всех случаях взаимодействия центратора со стенкой скважины, количество планок, соприкасающихся со стенкой скважины, составляет не более двух независимо от ширины одной планки. Здесь следует отметить, что общая ширина касания при взаимодействии двух планок, всегда меньше, чем когда одна планка центратора находится в контакте с нижней стенкой ствола скважины.

**Annotation.** This article is devoted to the rational number and size of centralizer bars for a well. Centralizers should be clearly selected mainly according to the required task of well curvature, and other technological issues related to ensuring a normal flow section in the annular space, sufficient for pumping the required amount of fluid for complete cleaning of the bottomhole from drilled rock with an acceptable value of pressure losses in the circulation system. It should be noted that during drilling it may turn out that the centralizer will not always stand on one bar due to the presence of a reactive moment on the turbodrill. To maintain stable equilibrium, it will lie on the borehole wall in two bars. It is proposed that in all cases of centralizer interaction with the borehole wall, the number of bars in contact with the borehole wall is no more than two, regardless of the width of one bar. It should be noted here that the total width of contact during the interaction of two bars is always less than when one centralizer bar is in contact with the lower wall of the borehole.

**Ключевые слова:** центратор, потерь давления, ширина планки, стенки скважины, циркуляционная система, грунт, глубина.

**Keywords:** centralizer, pressure loss, bar width, well walls, circulation system, soil, depth.

**Введение.** Одним из резервов уменьшения удельного давления в месте контакта центратора со стенкой скважины является увеличение ширины и уменьшение количества его планок.

Однако рациональное количество и размеры этих планок должны явно выбираться в основном согласно выполнению требуемой задачи искривления скважины, и других технологических вопросов, связанных с обеспечением нормального проходного сечения в кольцевом пространстве, достаточного для прокачки требуемого количества жидкости для полной очистки забоя от выбуренной породы при допустимом значении потерь давления в циркуляционной системе [1, 2, 4].

Для определения ширины и количества планок центратора в зависимости от его внедрения в грунт с учетом отмеченных выше требований, примем расчетную схему расположения планки центратора и ствола скважины, показанные на рисунке 1.

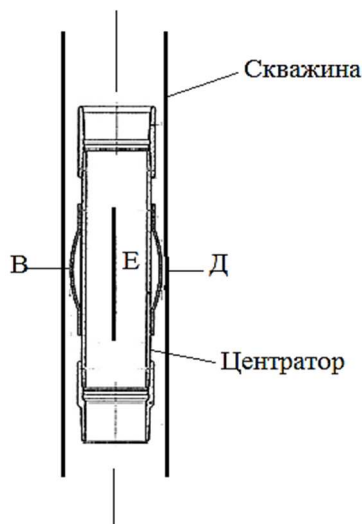


Рисунок 1 – Схему расположения планки центратора в стволе скважины

**Результаты и обсуждение.** Из рисунка видно, что ширина планки (дуга В, Е, Д) центратора, соприкасающаяся с нижней стенкой скважины при контакте с одной планкой увеличивается с ростом глубины внедрения. Длины дуги В, Е, Д, равные ширине планки, внедренной в грунт, можно определить из следующего выражения при известных значениях диаметра скважины  $D$ , центратора  $D_c$  и отрезка  $B_1C_1 = l_1$  [2, 3, 6].

$$B = B_1\check{E}_1D_1 = 2\sqrt{l_1^2 + \frac{4}{3}(h_1 + h)^2} \quad (1)$$

В (1) неизвестными являются значения отрезка  $l_1$  и  $h_1$ . Для их определения из рисунка можно записать их величины:

$$R^2 = (R - h_1)^2 + l_1^2, \quad (2)$$

$$R_c^2 = (R_c - h_1 - h)^2 + l_1^2, \quad (3)$$

где  $R = 0,5D$ ;  $R_c = 0,5D_c$ ,  $R$  и  $R_c$  - соответственно радиусы скважины и центратора.

Совместно решив уравнения (2) и (3), получим:

$$l_1 = \sqrt{h(D - h_1)}, \quad (4)$$

$$h_1 = \frac{h(D - D_c)}{D - D_c + 2h}. \quad (5)$$

Следует отметить, что в процессе бурения может оказаться, что центратор не всегда будет стоять на одной планке ввиду наличия реактивного момента на турбобуре [5, 7]. Для сохранения устойчивого равновесия он будет лежать на стенке ствола в двух планках, как показано на рисунке 1 (В). Если при таком расположении принять, что ствол скважины абсолютно жесток, то планки центратора будут контактировать со стенкой скважины в точках А и Е. На самом деле стенки скважины податливы к поперечным нагрузкам и под воздействием прижимающей силы на центраторе планки могут внедряться в породу.

Предположим, что под действием силы, прижимающей центратор к нижней стенке, планки внедряются в грунт на величину  $h$  и при этом ширина одной планки, контактирующей со стенкой ствола, равна дуге  $\overline{B\check{D}}$ :

$$\overline{B\check{D}} = \overline{B\check{D}M} - \overline{D\check{M}}, \quad (6)$$

где:

$$\overline{B\check{D}M} = 2\sqrt{(BC)^2 + \frac{4}{3}(d + h)^2},$$

$$\overline{DM} = \frac{180}{\pi} R_{ц}(\theta - \beta_1); \theta = \frac{\pi}{z} \beta_1 = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{\beta_1}{D_{ц}},$$

где  $z$  и  $\beta_1$  – общее число планок и ширина одной планки центратора.

Длина отрезка BC определяется аналогично выражению (4) по формуле:

$$BC = \sqrt{d(D - d)}, \quad (7)$$

где:

$$d = \frac{h(D_{ц} - h)}{D - D_{ц} + 2h}, \quad (8)$$

Тогда общая ширина планок центратора, соприкасающаяся со стенкой скважины при контакте со стенкой двух планок будет равен:

$$B = 2\overline{BD}. \quad (9)$$

Зная ширину одной планки, можно определить общее количество планок  $n$  на центраторе. Если принять, что ширина одной планки и расстояния между планками на центраторе одинаковы, то число их будет определяться по формуле [8, 9, 10]:

$$n = \frac{\pi D_{ц}}{2B}.$$

Для случая, когда ширина одной планки меньше или больше расстояния между планками, определяемого согласно технологическим требованиям, можно определить по формуле:

$$n = \frac{\pi D_{ц} - n_1 s}{B},$$

где  $s$  – расстояние между планками (по окружности центратора);  $n_1$  – количество проходных каналов между планками для промывочной жидкости.

Пример 1. Определить ширину планки центратора при следующих данных: в случае контакта его одна планка со стенкой скважины:

$$D = 269,9 \text{ мм}, D_{ц} = 260 \text{ мм}, h = 0,1 \text{ мм}.$$

По формулам (4) и (5) вычисляем значения  $h_1$  и  $l_1$ :

$$h_1 = \frac{0,1(260 - 0,1)}{269,9 - 260 + 0,2} = 2,57 \text{ мм},$$

$$l_1 = \sqrt{2,57(269,9 - 2,57)} = 26,23 \text{ мм}.$$

Значения ширины планки определяются по формуле (1):

$$B = 2\sqrt{26,23^2 + \frac{4}{3}(2,57 + 0,1)^2} = 52,7 \text{ мм}.$$

Пример 2. Определить общую ширину соприкасающейся части планок центратора при следующих данных, в случае взаимодействия его двух планок со стенкой скважины.

$$D = 269,9 \text{ мм}, D_{ц} = 260 \text{ мм}, h = 0,1 \text{ мм}, z = 6(\theta = \pi / z = 300).$$

$$B_1 = 60 \text{ мм} (\beta_1 = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{\beta_1}{D_{ц}} = 13,230).$$

Значения  $d$ , BC, BD и  $B_1$  определяем по (6–9):

$$d = \frac{0,1(260 - 0,1)}{269,9 - 260 + 0,2} = 257 \text{ мм},$$

$$BC = \sqrt{2,57(269,9 - 2,57)} = 26,23 \text{ мм},$$

$$\overline{DM} = \frac{180}{\pi} 130(30 - 13,23) = 38,0 \text{ мм},$$

$$\overline{BDM} = 2\sqrt{26,23^2 + \frac{4}{3}(2,57 + 0,1)^2} = 52,7 \text{ мм},$$

$$\widetilde{B\bar{D}} = 52,7 - 38,0 = 14,7 \text{ мм,}$$

$$B = 2\widetilde{B\bar{D}} = 2 \cdot 14,7 = 29,4 \text{ мм.}$$

### Выводы.

Проведенные исследования показали, что во всех случаях взаимодействия центратора со стенкой скважины, количество планок, соприкасающихся со стенкой скважины, составляет не более двух независимо от ширины одной планки. Здесь следует отметить, что общая ширина касания при взаимодействии двух планок, всегда меньше, чем когда одна планка центратора находится в контакте с нижней стенкой ствола скважины.

Таким образом, полученные выше формулы позволяют выбрать рациональную длину, ширину и число планок на центраторе, обеспечивающие минимальное внедрение его в грунт.

### Литература

1. Булатов А.И. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, С.А. Шаманов. – 2003
2. Бронштейн И.Н. Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М : Наука, 1964. – 608 с.
3. Гулизаде М.П. Определение коэффициента трения при движении труб в наклонной скважине / М.П. Гулизаде, К.Б. Шахбазбеков, Д.С. Иорданов // Нефть и газ. – 1965. – № 8. – С. 13–17.
4. Норман Дж. Хайн. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 752 с.
5. Сапаров М.В. Роторные управляемые системы для наклонно-направленного и горизонтального бурения / М.В. Сапаров // Материалы III Межрегиональной научно-практической конференции. – Ижевск, 2019. – С. 174–177.
6. Бурение горизонтального ствола их эксплуатационной колонны на шельфе Черного моря / А.Г. Мессер, А.С. Повалихин, С.Л. Райхерт, О.К. Рогачев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 1997. – № 2.
7. Миловzorov А.Г. Бурение скважин малым диаметром / А.Г. Миловzorov // Материалы Всероссийской научной конференции. – 2019. – С. 93–99.
8. Вскрытие наклонно залегающих продуктивных пластов горизонтальным боковым стволом» / А.С. Повалихин, П.Э. Камский, А.В. Козлов [и др.] // Нефтегазовые технологии. – 2000. – № 1.
9. Элияшевский И.В. Типовые задачи и расчеты в бурении / И.В. Элияшевский, Я.М. Орсуляк, М.Н. Сторонский. – М. : Недра, 1974.
10. Бурение нефтяных и газовых скважин / Р.А. Шацов, Р.И. Шищенко, Л.С. Гликман, П.В. Балицкий // Гостоптехиздат. – 1980.

### References

1. Bulatov A.I. Engineering and technology of drilling oil and gas wells / A.I. Bulatov, Yu.M. Proselkov, S.A. Shamanov. – 2003.
2. Bronstein I.N. Handbook of Mathematics / I.N. Bronstein, K.A. Semendyaev. – M. : Nauka, 1964.
3. Gulizade M.P. Determination of the friction coefficient during pipe movement in an inclined well / M.P. Gulizade, K.B. Shakhbazbekov, D.S. Iordanov // Oil and Gas. – 1965– № 8.
4. Norman J. Hein. Geology, exploration, drilling and oil production. – M. : ZAO Olimp-Business, 2008.
5. Saparov M.V. Rotary steerable systems for directional and horizontal drilling / M.V. Saparov // Proceedings of the III Interregional Scientific and Practical Conference. – Izhevsk, 2019.
6. Drilling a horizontal wellbore from their production casing on the Black Sea shelf / A.G. Messer, A.S. Povalikhin, S.L. Raikhert, O.K. Rogachev [et al.] // Oil Industry. – 1997. – № 2.
7. Milovzorov A.G. Drilling small-diameter wells / A.G. Milovzorov // Proceedings of the All-Russian Scientific Conference. – 2019.
8. Opening of inclined productive formations by horizontal sidetracks / A.S. Povalikhin, P.E. Kamsky, A.V. Kozlov [et al.] // Oil and Gas Technologies. – 2000. – № 1.
9. Eliashevsky I.V. Typical problems and calculations in drilling / I.V. Eliashevsky, Ya.M. Orsulyak, M.N. Storonsky. – M. : Nedra, 1974.
10. Drilling of oil and gas wells / R.A. Shatsov, R.I. Shishenko, L.S. Glikman, P.V. Balitsky // Gostoptekhizdat, 1980.