

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНЫХ КЛИНЬЕВ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

**А.А. Черкасов, П.В. Реус**

Научный руководитель - ассистент И.Б. Бондарчук

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Стационарные клинья применяются в основном при забуривании дополнительных стволов многоствольных скважин по методике «снизу-вверх», при бурении опробовательских скважин и при обходе мест сложных аварий. Стационарный клин используется только для одного искривления и из скважины после искривления не извлекается. Основными узлами стационарных клиновых отклонителей являются: ложка (желоб), закрепляющее устройство и отбурочный снаряд [1].

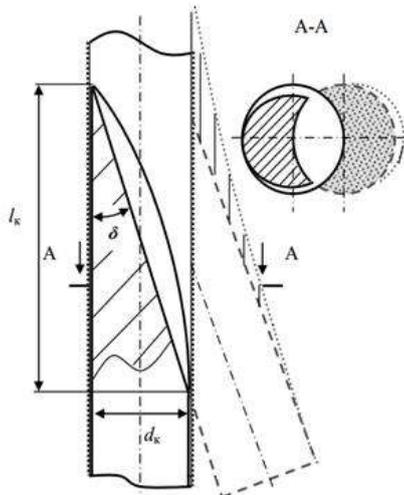
В процессе конструирования клиньев и их эксплуатации необходимо выполнять следующие основные расчеты:

- расчет длины ложки клина;
- расчет на предотвращение обрыва колонны бурильных труб;
- расчет на предотвращение «зарезки» ложка клина;
- расчет срезных штифтов.

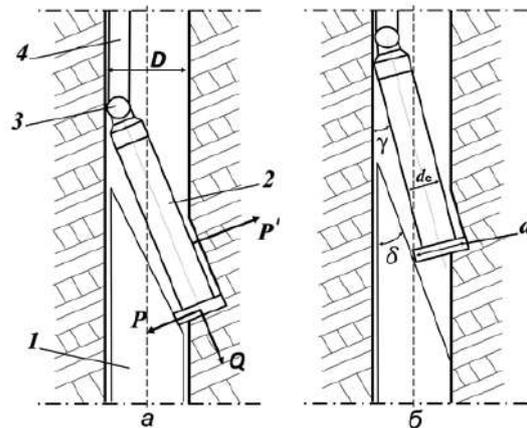
**Расчет длины ложки клина.** Для изготовления стационарного клина рассчитывают длину ложки клина  $l_k$  по зависимости (см. рис. 1):

$$l_k = \frac{d_k}{\operatorname{tg} \delta}, \quad (1)$$

где  $d_k$  – диаметр клина, м;  $\delta$  – угол скоса ложка, град.



**Рис. 1** Схема отклонения скважины от клинового отклонителя



**Рис. 2** Отбуривание дополнительного ствола с помощью стационарного клина: а – взаимодействие отбурочного снаряда со стенкой скважины и желобом клина; б – к схеме расчета рациональной длины отбурочного снаряда; 1 – клин; 2 – отбурочный снаряд; 3 – шарнирный переходник; 4 – бурильные трубы

Угол скоса ложка клина выбирают в пределах 1 – 4 град в зависимости от твердости горных пород. Меньшее значение угла скоса соответствует более твердой горной породе. Длина ложка клина составляет порядка 1,5 – 3 м. При этом среднее отклонение при использовании стационарных клиньев составляет 1 – 2 град. за 1 цикл искривления [1].

**Расчет на предотвращение обрыва колонны бурильных труб.** Максимальное, с точки зрения прочности колонны бурильных труб, допустимое искривление скважины при применении клина определяется из выражения [4]:

$$\Delta \theta_{\max} = \frac{115[\sigma_{\text{изг}}]l_k}{d_m E}, \quad (2)$$

где  $\Delta \theta_{\max}$  – максимальный угол пространственного искривления за цикл, град;  $[\sigma_{\text{изг}}]$  – предел прочности материала бурильных труб на изгиб, кгс/м<sup>2</sup>;  $l_k$  – длина желоба клина, м;  $d_m$  – наружный диаметр бурильных труб, м;  $E$  – модуль упругости материала бурильных труб, кгс/м<sup>2</sup>.

Угол отклонения скважины будет равен углу скоса клина только в случае, если:

$$l \leq \frac{D}{\sin \delta}, \quad (3)$$

где  $l$  – длина отбурочного снаряда, м;  $D$  – диаметр основного ствола, м;  $\delta$  – угол скоса клина, град.

При несовпадении неравенства (3) отклонение скважины будет меньше угла скоса клина и составит:

$$\varphi = \arcsin \frac{\delta}{\Gamma}. \quad (4)$$

Для того чтобы при бурении дополнительного ствола не происходило обрывов колонны бурильных труб, необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\delta \leq \Delta\theta_{\max}, \quad (5)$$

или

$$\varphi \leq \Delta\theta_{\max}. \quad (6)$$

**Расчет на предотвращение «зарезки» ложка клина.** Данное осложнение возникает вследствие дополнительной силы  $P$ , действующей перпендикулярно продольной оси желоба, возникающей за счет взаимодействия отбурочного снаряда со стенкой отбуриваемого ствола в процессе его углубки (рис. 2) [1].

Для того чтобы сила  $P$  отсутствовала должно соблюдаться следующее условие [4]:

$$l = \frac{D+d-2d_c}{\sin^2 \delta}, \quad (7)$$

где  $d$  – диаметр дополнительного ствола, м;  $d_c$  – диаметр колонковой трубы отбурочного снаряда, м.

**Расчет срезных штифтов.** Срезные штифты, которыми крепятся между собой клин и установочный патрубков (отбурочный снаряд), срезаются при установке клина в скважину под действием осевого усилия  $P_{oc}$ . Диаметр срезных штифтов  $d_{ш}$  можно определить по зависимости [3]:

$$d_{ш} = 2 \sqrt{\frac{P_{oc}}{\pi \sigma_{cp}}}, \quad (8)$$

где  $\sigma_{cp}$  – предел прочности стали штифта на срез, Па.

На основании приведенной информации можно сделать вывод о том, что расчет стационарных клиньев является сложным и обязательным этапом их конструирования. При этом особенное значение следует уделить расчету клиньев для условий работы при бурении снарядами со съёмными керноприёмниками, у которых имеется ограничение по интенсивности искривления (0,2 – 0,3 град/м [2]).

#### Литература

1. Кривошеев В.В. Направленное и многозабойное бурение скважин с основами кернометрии. Учебное пособие. – Томск: ТПИ, 1984. – 84 с.
2. Морозов Ю.Т., Васильев Н.И., Подоляк А.В. Направленное бурение геологоразведочных скважин. – СПб.: ЛЕМА, 2015. – 374 с.
3. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии //Учебник. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 336 с.
4. Рязанов В.И. Исследование технических средств направленного бурения геологоразведочных скважин с целью выработки рекомендаций по их применению и усовершенствованию: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1974. – 234 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ ЭЛАСТОМЕРА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИМИТАЦИИ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ Р.Э. Щербаков

Научный руководитель - старший преподаватель А.В. Епихин

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Винтовые забойные двигатели уже не первое десятилетие доказывают свою эффективность в направлении решения задач бурения и ремонта нефтяных и газовых скважин. Основные параметры винтовых забойных двигателей, такие как ресурс и межремонтный период, определяются конструкцией двигательной секции. Несмотря на достигаемые высокие технико-экономические показатели, недостатком данного типа двигателей является быстрый износ двигательной секции, реальная наработка двигателя составляет до 250 часов относительно расчетной в 400-500 часов [1-3].

Режим работы, свойства и состав бурового раствора определяют различные виды износа рабочих поверхностей ротора и статора. Анализ изношенных деталей рабочих органов демонстрирует сочетание не одного, а нескольких видов износа. Главным образом нарушение работоспособности двигателя связано с износом эластомерной обкладки статора [2, 4-5].

Эластомеру как техническому материалу необходимо иметь низкую газо- и водонепроницаемость, химическую стойкость. Однако большинство эластомеров способны впитывать в себя газы и легкие агрессивные жидкости, что впоследствии приводит к «кессонному эффекту». Типичными изменениями, которым подвергаются эластомеры под воздействием агрессивных рабочих агентов, являются: разбухание; усадка; затвердевание; размягчение [3-5].

Кроме того, забойная температура является фактором, ограничивающим эксплуатацию двигателя. Серийные отечественные двигатели рассчитаны на длительную работу при забойной температуре до 100 °С. При повышении температуры резины ИРП-1226, используемой в большинстве отечественных двигателей, происходят необратимые изменения механических свойств эластомера, которые приводят к повышенному износу эластомерной обкладки статора, снижению рабочих характеристик и скорому выходу из строя рабочей секции винтового забойного двигателя [6-7].