

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАМКОВЫХ ОПОР ШТАНГОВЫХ ГЛУБИННЫХ НАСОСОВ

**Кадеров Х.К., Киреев С.О., Корчагина М.В., Лебедев А.Р., Максимик А.В.**

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье приведен анализ существующих конструкций замковых опор для фиксации вставных штанговых глубинных насосов (ШГН). На основании анализа дана оценка соединения элементов замковой опоры и насоса. Представлено описание новой конструкции замковой опоры, снабженной набором подпружиненных и раздвижных в радиальном направлении ползушек. Последние выполнены с коническими поверхностями, взаимодействующими в прямом и обратном направлениях с якорем насоса. Предложенная конструкция обладает высокой вариативностью, позволяющая выполнять моделирование изделия как на этапе проектирования, так и на стадии внедрения.

**Ключевые слова.** Вариативность, моделирование, якорь насоса, подпружиненные и раздвижные ползушки, конические поверхности.

## UPGRADING OF LOCKING SUPPORTS OF ROD-TYPE DOWNHOLE PUMPS

**Kaderov H.K., Kireev S.O., Korchagina M.V., Lebedev A.R., Maximik A.V.**

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** The article provides analysis of existing structures of lock supports for fixation of plug-in rod-type downhole pumps. Based on the analysis, the connection of the lock support elements and the pump is evaluated. Description is given of the new structure of the lock support equipped with a set of spring-loaded and radially extendable sliders. The latter have conical surfaces interacting in forward and reverse directions with pump armature. The proposed design has high variability, which allows to perform modeling of the product both at the stage of design and at the stage of implementation.

**Keywords.** Variability, simulation, pump armature, spring-loaded and one-stroke sliders, conical surfaces.

Общей тенденцией повышения рентабельности добычи нефти является надежность оборудования. В полной мере это относится к штанговым глубинным насосам (ШГН). Существуют два вида насосов: вставные и невставные. В данном случае будет рассмотрена составная часть вставного ШГН – замковая опора.

Замковые опоры используют для надежной фиксации насосов на заданной глубине и предотвращения их перемещения, вызываемого силами трения плунжера насоса по его стенкам при откачке жидкости [1-5]. Известны замковая опора, фиксирующие ШГН с помощью жесткого конического наконечника [6], и выполненная по типу «Опора замковая ОА-32-2 ТУ3665-001-12058648-2004» – типа "конус в конусе" – (рис. 1). На рис. 1, а представлена схема этих опор, а на рис. 1, б, в – их конструктивные решения

В указанной конструкции (см. рис.1) для фиксации цилиндра предусмотрено выполнить коническую фаску под углом  $15^\circ$ , которая взаимодействует с ответной конической поверхностью замка насоса. Такая конструкция обладает недостатком: силовое взаимодействие сопряженных конических поверхностей с указанным углом наклона их образующих приводит к следующим факторам:

1. Запрессовка, особенно при переменных циклических осевых нагрузках – возвратно-поступательное перемещение плунжера насоса при откачке жидкости.
2. При значительной длительности межремонтных периодов возникают диффузионные явления.

Замковая опора типа «конус в конусе»

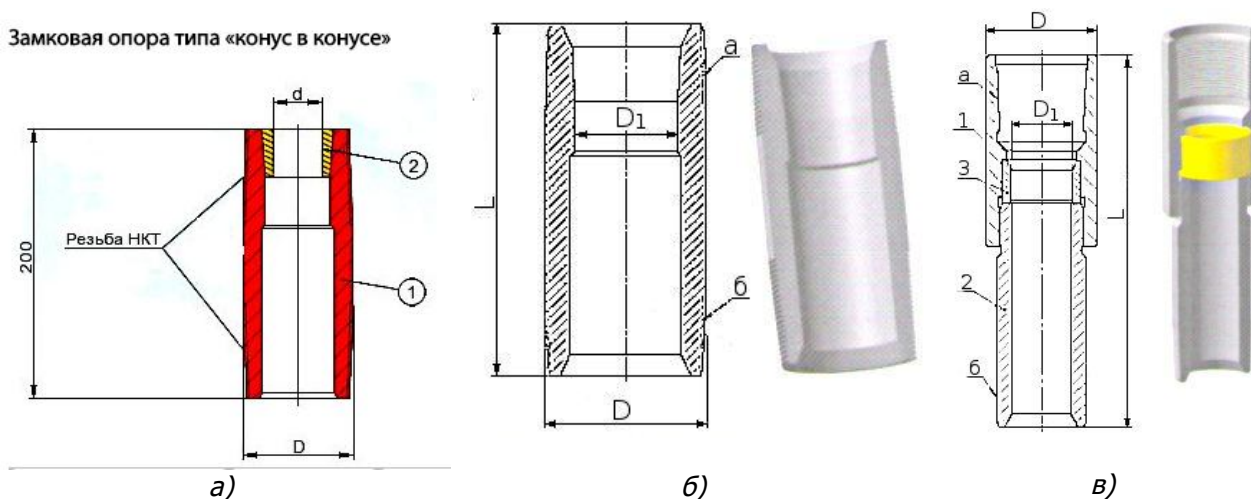


Рисунок 1 – Замковые опоры ОА

Перечисленные факторы увеличивают силы срыва цилиндра насоса с замковой опоры. Покажем это с помощью элементарных расчетов. На рис. 2 изображен фрагмент, отображающий схему взаимодействия цилиндра с замковой опорой.

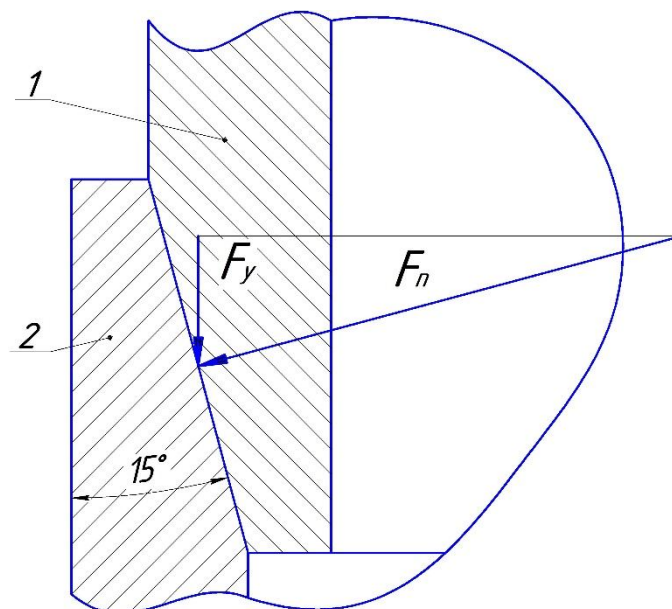


Рисунок 2 – Схема взаимодействия цилиндра насоса ШГН с замковой опорой  
ОА-32-2 ТУ3665-001-12058648-2004

1 – опора цилиндра; 2 – кольцо замковой опоры

Легко посчитать, что нормальная сила  $F_n$  превысит осевую силу  $F_y$  почти в четыре раза. Например, если масса цилиндра составит 300 кг, то нормальная сила будет равна  $F_n \approx 11,37$  кН, а одномоментная сила срыва с учетом коэффициента трения Кулона  $\mu=0,1$  будет соответствовать почти 1,4 кН даже без учета факторов запрессовки и диффузионных явлений. Поэтому в технических характеристиках замковых опор ОА указана минимальная сила срыва 3-3,5 кН. К этому надо добавить силу, учитывающую массу цилиндра насоса. Суммарные перечисленные нагрузки могут привести к обрыву канатов талевого блока.

Ещё один недостаток нужно отметить у существующих конструкций [1-5] замковых опор – это их низкая вариативность. Она приводит к ограничению применяемости указанных конструкций ввиду практически отсутствия оптимизации с учетом опыта эксплуатации.

Предложена конструкция замковой опоры к вставному ШГН [12], представленная на (рис.3).

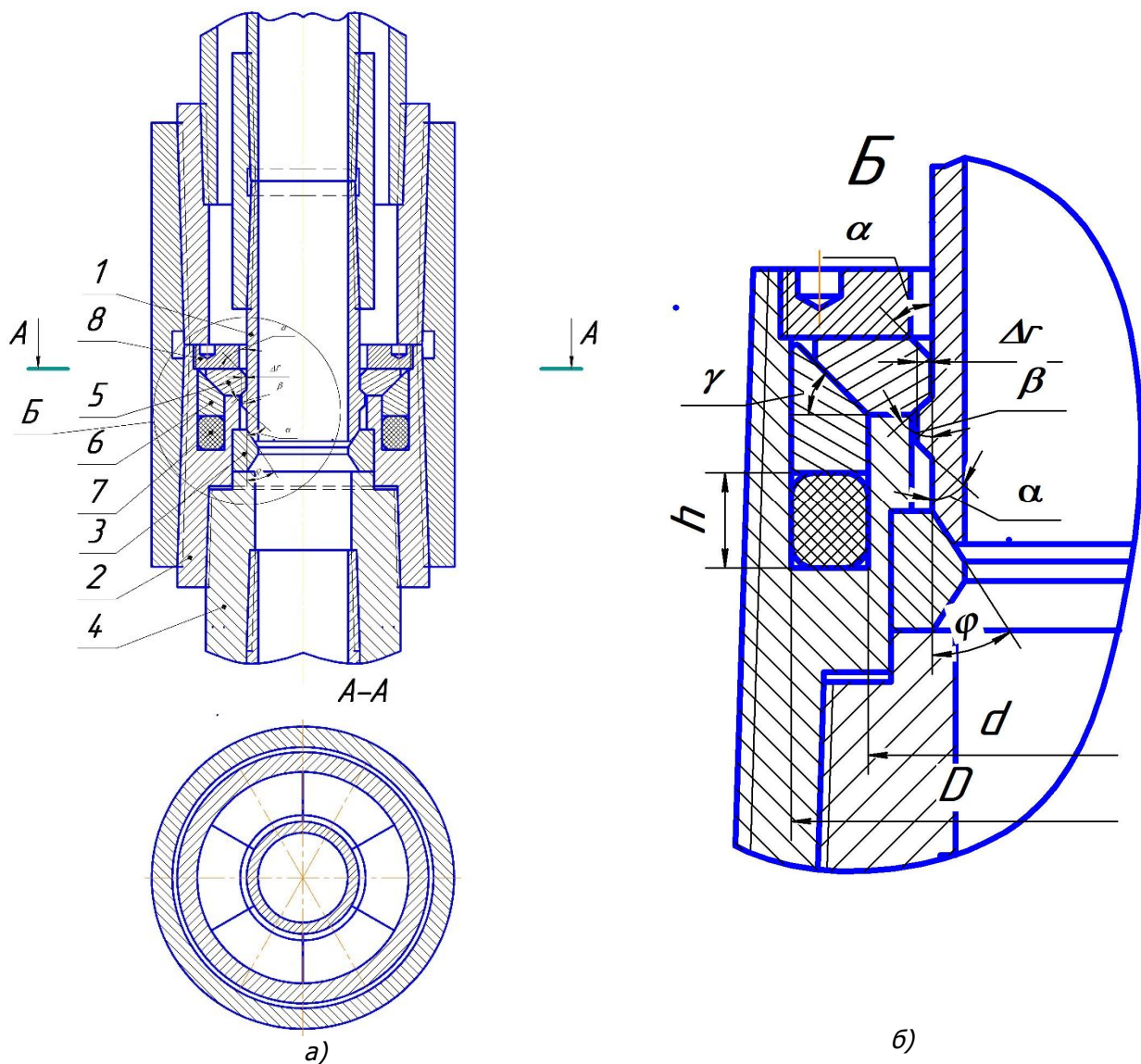


Рисунок 3 – Замковая опора вставного штангового насоса [12]

Предлагаемое устройство работает следующим образом. При спуске насоса в определенный момент якорь 1 нижней конической поверхностью своего кругового выступа вступает в контакт с верхней внутренней конической поверхностью набора ползушек 5, размещенными в опорной муфте 2 с ограничением их осевого перемещения крышкой 8. При дальнейшем продвижении якоря 1 вниз посредством взаимодействия указанных конических поверхностей раздвигает составные части набора ползушек 5 в радиальном направлении. Одновременно наружная коническая поверхность набора ползушек 5 воздействует на коническую поверхность кольцевого толкателя 6 и перемещает его вниз в осевом направлении, сжимая упругоэластичный элемент 7 и при этом создает в нем определенную потенциальную энергию, переходящую на определенном этапе в кинетическую, позволяющую посредством взаимодействия конических поверхностей кольцевого толкателя 6 и набора ползушек 5 вернуть их в исходное положение.

При подъеме насоса происходит обратный процесс: его якорь 1 верхней конической поверхностью кругового выступа вступает в контакт с нижней конической поверхностью набора ползушек 5 и при дальнейшем перемещении вверх якорь 1 раздвигает составные части набора ползушек 5 в радиальном направлении, освобождая якорь 1 от их противодействия подъему насоса.

В отличие от существующих замковых опор предложенная конструкция уже на этапе проектирования методами моделирования позволяет найти наиболее оптимальный вариант соотношения параметров конструкции. Например, можно варьировать углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  совместно с ходом ползушек 5  $\Delta r$  и размеры кольцевой проточки (см. рис. 3, б), в которую установлен упругоэластичный элемент 7, а также его форму и размеры. Это позволит построить оптимальную модель соотношений указанных размеров, которая решит задачу предотвращения возможного перемещения насоса, как сказано выше, при откачке жидкости. Таким образом, устранится одна из функций соединения якоря 1

с опорным кольцом 3. Останется только задача точного позиционирования цилиндра насоса. Отсюда угол  $\varphi$  можно увеличить, например, до 30°.

#### Список использованных источников

1. Ишмурзин, А.А. Машины и оборудование для добычи и подготовки нефти и газа [Текст] /А.А. Ишмурзин, Ю.Г. Матвеев - Уфа: Изд-во Нефтегазопромислово дело. – 2014. – 532 с.
2. Справочная книга по добыче нефти. Под ред. д-ра техн. наук Ш.К. Гиматудинова. М., «Недра», 1974, – 704 с.
3. Молчанов, Г.В., Молчанов, А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. М., Недра, 1984, – 492 с.
4. Молчанов, Г. В. Машины и оборудование для добычи нефти и газа: Учебник для вузов. / Г.В. Молчанов. – М.: Недра, 1984г. – 464 с.
5. Молчанов, А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. Учебник для вузов. 2-е издание, исправленное и дополненное. – М.: "Издательский дом Альянс", 2010. – 588 с.
6. Авторское свидетельство SU 1019105 A1 F04B 47/00. Замковая опора вставного скважинного штангового насоса. Абдуллаева Ф. Я., Абдуллаев Б. А. № 3319469, заявл. 02.02.1982; опубл. 05.23 1983.
7. Пат. RU 2080486 F04B47/02 Российская Федерация/Замковая опора/ заявитель и правообладатели Султанов Б. З., Габдрахимов М. С., Аднагулова Р. Г., Габдрахимов Н. М. № 95104077/06; заявл. 21.03.1995; опубл.27.05.1997.
8. Пат. RU 2179264 C2 F04B 47/02 Российская Федерация. Замковая опора штангового глубинного насоса/ заявитель и правообладатели Салимов Н.В., Габдуллин Р.Ф. № 99111722/06; заявл. 06.01.1999., опубл. 04.10. 2001.
9. Пат. RU 2247261 Российская Федерация. Замковая опора F04B 47/02./заявитель и правообладатели Габдрахимов Н.М., Габдрахимова Л.М., Габдрахимов М.С. №2003104727/06; заявл. 17.02.2003, опубл. 27.02.2005.
10. Пат. RU 2436997 C1 Российская Федерация F04B47/02. Замковая опора вставного скважинного насоса/заявитель и правообладатели Талалай С.Н., Коршунов В.Н, Машков В.А. № 2010122098/06; заявл. 05.31.2010, опубл. 12.20. 2011.
11. Пат. RU 190362 U1 Российская Федерация F04B 47/02. Замковая опора вставного штангового насоса/ заявитель и правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ) (RU) / Киреев С.О., Кадеров Х.К., Корчагина М.В., Максимик А.В.