

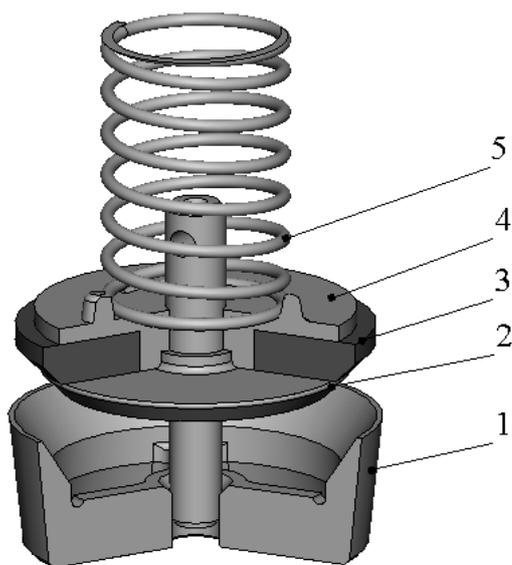
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ И РАЗРУШЕНИЯ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА КЛАПАНА БУРОВОГО НАСОСА

Давыдов А.В.

Научный руководитель – профессор Макушкин Д.О.

Сибирский федеральный университет

Современный буровой насос состоит из двух основных частей – гидравлической и приводной (трансмиссионной). Основываясь на исследованиях Ильского А.Л., Мкртычана Я.С. и др., можно заключить, что надежность, эффективность и долговечность бурового насоса в целом, определяется надежностью гидравлической части. Основными элементами гидравлической части являются: поршень (плунжер), клапан и уплотнение штока (в насосах двухстороннего действия). Клапан используется для периодического разобщения нагнетательной и всасывающей полостей насоса. В настоящее время в буровых насосах наибольшее распространение получили тарельчатые клапаны автоматического действия, т.е. приводимые в работу под действием давления жидкости. Наиболее распространенная конструкция клапана представлена на рисунке 1.



1 – седло; 2 – тарель; 3 – манжета;

4 – гайка; 5 – пружина;

Рисунок 1 – Тарельчатый клапан

Известно, что долговечность клапана определяется долговечностью его уплотнительной манжеты 3. При разрушении манжеты теряется герметичность, в результате чего на металлических деталях клапана образуются промывы. Как и уплотнения поршня и штока насоса, клапан работает в тяжелых условиях – на манжету оказывают разрушающее воздействие температура перекачиваемой жидкости; абразивные частицы и реагенты, содержащиеся в буровом растворе, а также рабочее давление насоса. Согласно исследованиям Литвинова В.М., долговечность клапана напрямую зависит от условий эксплуатации (табл. 1). В отличие от уплотнения поршня, во время работы клапана отсутствует перемещение эластичной манжеты по уплотняемой поверхности седла, что создает более благоприятные условия для работы.

Таблица 1 – Долговечность клапанов в различных условиях работы

Средняя наработка до отказа, ч	Давление, МПа	Параметры бурового раствора		
		Плотность, г/см ³	Температура, °С	Содержание нефти, %
93,7	14	2,1	60	10
110	13	2,12	65	14
160,5	13	1,4	46	10
97	13	1,4	46	13

Необходимо также отметить тот факт, что в последнее время отсутствуют исследования, посвященные данной проблеме. В первую очередь, это связано необходимостью больших экономических вложений.

В нашей стране и на территории СНГ наибольшее распространение получил клапан типа КСК с каплевидной манжетой, экономически целесообразнее использовать эластичные манжеты различного профиля для различных условий эксплуатации буровых насосов (рис. 2).

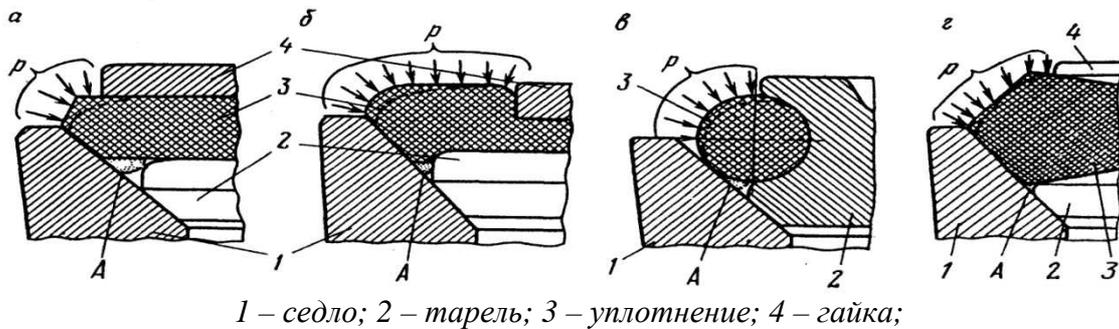


Рисунок 2 – Различные профили уплотнительных манжет

Рассмотрим как работает клапан типа КСК. При движении клапана вниз, разделение полостей происходит в момент посадки эластичной манжеты на коническую поверхность седла (рис. 3 а).

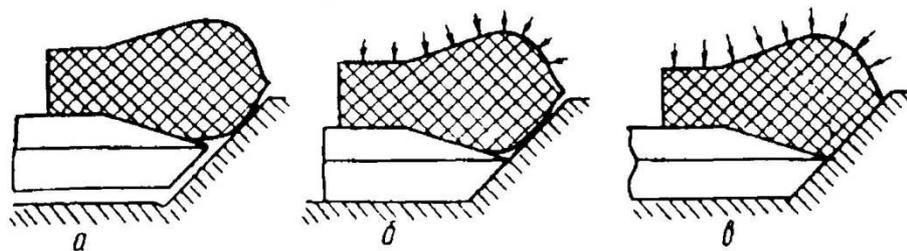
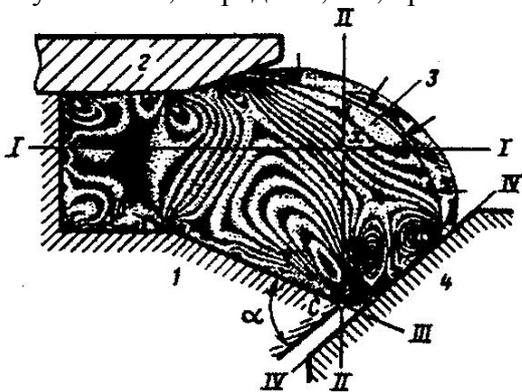


Рисунок 3 – Схема работы клапана бурового насоса

При дальнейшем повышении давления в насосе, происходит посадка тарели клапана на опорные поверхности при незначительной деформации манжеты (рис. 3 б). В работах многих исследователей подтверждается тот факт, что в обычных условиях посадка тарели на опорные поверхности происходит при давлении 1,5 – 2 МПа. При дальнейшем повышении давления до 12 МПа происходит окончательный подход манжеты к уплотняемому зазору (рис. 3 в). Таким образом, посадка клапана происходит одновременно на 2 опорные поверхности. Данное техническое решение продиктовано необходимостью предохранения тарели от прогибания, т.к. данный тип клапанов ис-

пользуется в насосах, работающих при больших давлениях. В итоге, для данной конструкции клапана, имеет большое значение точность изготовления сопрягаемых поверхностей тарели и седла. В случае наличия зазора между коническими поверхностями тарели и седла, манжета может выдавливаться в зазор при дальнейшем увеличении зазора (рис. 4). При этом в резине образуются растягивающие напряжения – наиболее губительные для материала.

Таким образом, для повышения наработки на отказ клапанов типа КСК необходимо получить такую технологию изготовления посадочных поверхностей, которая бы исключала возможность образования зазора сверх допустимого для данного типа материала эластичной манжеты. Кроме того, необходимо вести поиск новых эластичных материалов для изготовления манжеты. Новые материалы должны обладать высокой усталостной прочностью, сопротивлением к порезам и к внедрению острых частиц. Традиционно для этого используется резина ИРП-1293, однако в настоящее время многие западные производители используют полиуретан. Это позволяет увеличить наработку на отказ, в среднем, в 4,5 раза.



1 – тарель; 2 – гайка; 3 – манжета; 4 – седло

Рисунок 4 – Выдавливание манжеты

на который рассчитаны данные детали. Помимо всего прочего, такая политика будет способствовать развитию научно-исследовательской деятельности на каждом отдельно взятом предприятии и подтолкнет модернизацию существующего оборудования с целью повышения его надежности. В итоге, имея стандартизированные присоединительные размеры деталей буровых насосов, можно использовать новые конструкции сменных узлов наряду со старыми без необходимости изменения сопряженных с ними деталей.

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что использование различных конструкций клапанов в зависимости от конкретных условий имеет большой потенциал. При данном подходе сильно упрощается производство клапанов, да и сменных деталей буровых насосов вообще, на различных предприятиях и заводах. Отпадает необходимость в строгой регламентации и унификации конструкции применяемых в насосе деталей. Каждый завод-изготовитель, может производить детали различных между собой конструкций, основываясь на собственных возможностях и геологических условиях бурения скважин в районе,