

УДК 681.586.773

# О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УПЛОТНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ КОМПЛЕКСОВ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Розглянуті питання підвищення надійності роботи елементів ущільнювачів комплексів підземного устаткування. Авторами запропоновано нанесення захисного шару з фторопласту на поверхню з'єднань ущільнювачів за допомогою іонно-плазмового напилення*

*Ключові слова: комплекс підземного устаткування, пакер, напилення, клапани, фторопласт, тиск, захист*

*Rассмотрены вопросы повышения надежности работы уплотнительных элементов комплексов подземного оборудования. Авторами предложено нанесение защитного слоя из фторопласта на поверхность уплотнительных соединений с помощью ионно-плазменного напыления*

*Ключевые слова: комплекс подземного оборудования, пакер, напыление, клапаны, фторопласт, давление, защита*

*Questions discussed improving the reliability of the sealing elements of the complexes of underground equipment. The authors suggested applying a protective layer of Teflon to the surface of the sealing compounds by ion-plasma spraying*

*Key words: complex of underground equipment, packer, spraying, valves, fluoroplastic, pressure, defence*

**В. П. Червинский**

Кандидат технических наук, доцент\*

Контактный тел: 050 634-10-22

**А. С. Гальченко\***

\*Кафедра гидромашин

Национальный технический университет «ХПИ»

**Н. В. Мельник**

Ведущий инженер

Украинский научно-исследовательский институт

природных газов (НИИГаз)

Для обеспечения надежности работы газовых и нефтяных скважин применяются комплексы подземного скважинного оборудования (КПО) состоящие из специальных узлов, обеспечивающих надежную герметизацию трубного и затрубного пространств скважины.

Уникальной особенностью работы в действующих нефтяных и газовых скважинах комплексов подземного оборудования является их работа на больших глубинах, в агрессивных средах, при больших температурах и давлениях. Узлы подземного скважинного оборудования срабатывают через очень длительный промежуток времени, который порой достигает нескольких лет.

Прямых признаков характеризующих работу оборудования мы не имеем, а контроль можно производить только по косвенным признакам. Это обстоятельство требует повышенной надежности КПО.

Подземные узлы оборудования имеют десятки резиновых уплотнений различной конструкции. Каждое уплотнительное кольцо имеет усилие страгивания (при диаметре 50-100 мм) в 0,4 - 0,5 кН.

Для лучшего представления о расположении уплотнительных элементов узлов подземного скважинного оборудования (рис.1) представлена конструкция циркуляционного клапана от КПО «Резерв-3». В нем установлены 7 отдельных уплотнений [1].

Немаловажной проблемой разработки клапанов комплексов подземного скважинного оборудования является разработка и выбор уплотнительных элементов.

В отечественной и мировой практике используют, как круглые резиновые кольца, так и манжетные, сальниковые уплотнения (рис. 2). Зарубежные конструкции характеризуются применением сложных комбинированных уплотнений (рис. 2 ж-л). Проектирование уплотнений необходимо вести с учетом условий эксплуатации (добываемых агентов, применяемых растворов и ингибиторов, смазок, рабочих давлений и температур, планируемого количества срабатываний), технологических возможностей предприятия-изготовителя, принятой конструкции узлов.

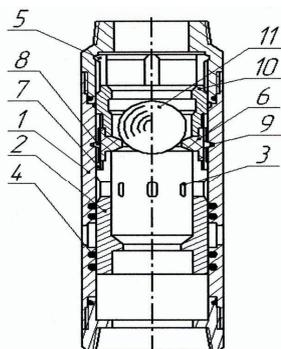


Рис. 1. Циркуляционный клапан: 1 - корпус с переводником; 2 - подвижная втулка с нижним седлом; 3 - циркуляционные отверстия в корпусе и втулке; 4 - уплотнительные элементы; 5 - фиксатор крайних положений; 6 - эластичный штуцер; 7 - цанговая втулка; 8 - кольцевой выступ; 9 - проточка в корпусе; 10 - поджимная втулка; 11 - управляющий шар

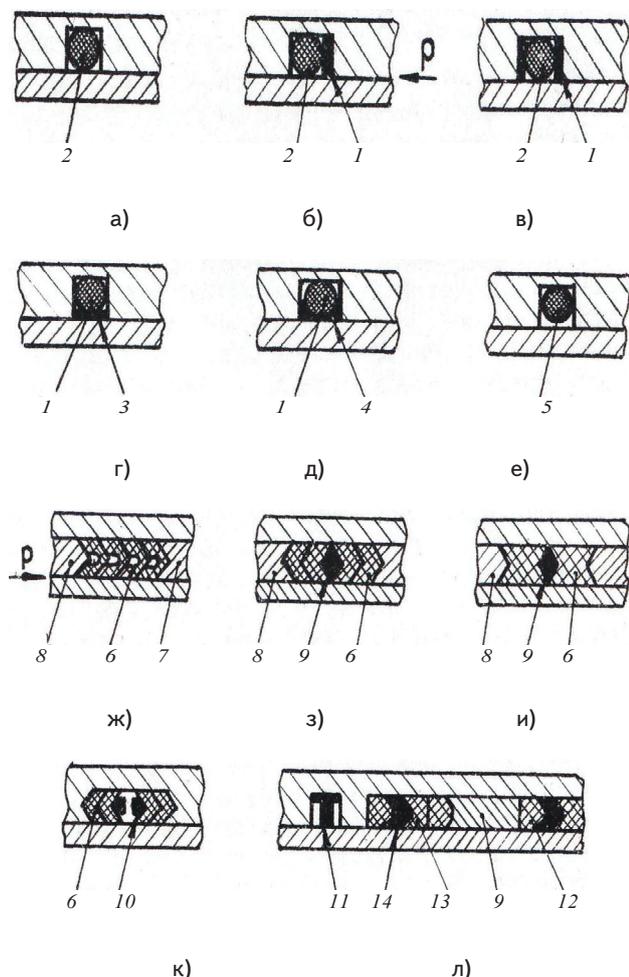


Рис. 2. Конструкции уплотнения клапанов: 1- защитное фторопластовое кольцо; 2- уплотнительное резиновое кольцо; 3 - разделительное фторопластовое кольцо; 4 - фторопластовая п-образная манжета; 5 - резиновое кольцо с покрытием типа тефлон; 6 - фторопластовая манжета; 7 - опорное кольцо; 8 - нажимное кольцо; 9 - промежуточное кольцо; 10 - пружинное кольцо; 11 - абразивоудерживающее кольцо; 12 - ритоновая манжета; 13 - тефлоновая манжета; 14 - манжета из витона или калреца

Для герметизации соединений, работающих при перепадах давления до 15 МПа, в общем случае, достаточно установить одно уплотнительное резиновое кольцо (рис. 2 а). Однако обеспечение надежности в условиях абразивного износа и пересечения уплотнениями размытых циркуляционных отверстий требует применения, по меньшей мере, двух колец. При этом необходимо отметить, что разрушение уплотнений абразивным трением нехарактерно для циркуляционных клапанов из-за небольшого количества срабатываний и под абразивным износом в данном случае понимается разовое разрушение уплотнения крупными абразивными частицами. Круглые кольца изготавливаются из мягких резин с твердостью 50-60 ед. по Шору для перепадов давлений до 1 МПа, из резины средней твердости 70-75 ед. для перепадов до 10 МПа, из твердых резин 80 - 85 ед. - свыше 10 МПа.

Надежную герметичность соединения позволяют получить более мягкие резины, однако кольца из них подвержены разрушениям из-за затекания материала в зазор. Поэтому они требуют высокой точности изготовления сопрягаемых деталей и могут рекомендоваться для неподвижных соединений. Надежность уплотнения повышают путем установки защитных колец (рис. 2 б, в), выполненных из фторопласта - 4, имеющих натяг в соединении и препятствующих затеканию резины в зазор.

Длительные перерывы в работе циркуляционных клапанов требуют специального подхода к проблеме статического трения или прилипания уплотнений, увеличивающего усилие страгивания подвижной втулки. Это явление представляет собой затекание резины в микронеровности поверхности. Сведения о зависимости прилипания от твердости резины и шероховатости металлических поверхностей носят противоречивый характер. Коэффициент статического трения достигает значения 0,4 - 0,8 через час после установки уплотнения, 0,8 - 1 через день, 1,2 через месяц. Он примерно в 5 раз превышает коэффициент трения движения. Для снижения этого коэффициента можно использовать:

- перемещение подвижной втулки клапана непосредственно перед спуском оборудования в скважину;
- образование шероховатости поверхности уплотнения в месте контакта с подвижной деталью, шероховатость способствует захвату некоторого количества смазки и достигается шлифованием [2];
- введение разделительного фторопластового кольца (рис. 2 г, д).

В клапанах, работающих при температуре свыше 150°C, широко применяют сальниковые манжетные уплотнения (рис. 2 ж, к). Их относительная сложность, большие габариты и трение в соединении, в 2 - 3 раза превышающее трение резиновых колец, позволяют применять их, главным образом, в конструкциях с дифференциальной втулкой, использующей для перемещения высокие перепады давления или большую разницу рабочих площадей. При проектировании манжетных уплотнений и уплотнений защитными кольцами необходимо учитывать направление действия преобладающего давления (рис. 2 б, ж).

В связи со старением резины при конструировании и эксплуатации скважинного оборудования необходимо предусматривать защиту уплотнений от химического и светового воздействия. Целесообразно хранить их в светозащитной герметичной упаковке, заполненной

нейтральним газом, и устанавливать непосредственно перед спуском в скважину. В особых случаях, когда материал выбран таким, что размеры уплотнения в рабочей жидкости или смазке меняются и стабилизируются со временем, упаковка должна быть заполнена рабочим агентом. Необходимо учитывать также, что резины способны поглощать газ, находящийся под высоким давлением, и вздуться при резком снижении давления окружающей среды вплоть до разрушения. Поэтому операции, связанные со снижением давления, если они не предшествуют ремонту и ревизии комплексов, следует проводить как можно медленнее [3].

Наиболее перспективно использование резиновых колец круглого сечения с прочным, химически и термически стойким покрытием типа тефлон (рис. 2 е). Создание хлоропреновых и кремнийорганических резин удерживающих температуры до 200 - 300°C позволяет утверждать, что резиновые кольца с пластмассовым покрытием могут заменить сложные сальниковые уплотнения. Заслуживает внимания разработка пластмассонаполненных резин с уменьшенным коэффициентом трения и рабочей температурой до 400°C.

Прогрессивным методом решения этой проблемы является ионно-плазменное напыление фторопласта,

проводимое на модернизированной установке УВМ-5, который позволяет соединить преимущества резинового и фторопластового колец в едином образце. Покрытие толщиной 2...3 мкм наносимое в низкотемпературной плазме тлеющего разряда, имеет хорошую адгезию к резине уплотнительных колец и не схватывается с поверхностью подвижных втулок. При этом на 1...2 порядка уменьшаются усилия страгивания и коэффициент трения. Инертное покрытие необходимо для повышения длительности хранения РТИ и ограничения их набухания в скважинных условиях, поэтому имеет неограниченное применение.

#### Литература

- 1 Червинский В.П., Ключко А.И., Гончаренко А.Е. «Комплекс подземного оборудования «Резерв – 3М». – М.: ВНИИЭ-Газпром «Транспорт и хранение газа» № 1, 1998. – 43 с.
- 2 Червинский В.П., Шлахтер И.С., Кушнарев В.Л., Бабий С.А. Патент Украины № 68261 А «Циркуляційний клапан». Бюл. № 7. – К., 2004. – 45 с.
- 3 Червинский В.П., Мельник Н.В. «Введение в специальность «Нафтогазова справа». Учебное пособие.». – Х, НТУ «ХПИ» 2009 г. 132 с.

*Проводиться порівняння характеристик анізотропії міцності в площині армування склотекстолітів і органотекстолітів, а також здійснюється графічне відображення тензорів для уяочнення результатів математичних обчислень за допомогою пакета MathCad*

*Ключові слова: анізотропія міцності, графічна інтерпретація, тензори*

*Проводится сравнение характеристик анизотропии прочности в плоскости армирования стекло- и органотекстолитов, а также осуществляется графическое отображение тензоров для визуализации результатов математических расчетов при помощи пакета MathCad*

*Ключевые слова: анизотропия прочности, графическая интерпретация, тензоры*

*The characteristics of the anisotropy of strength in the plane of glass- and organotekstolits reinforcement are compared, there is also graphic representation of the tensors for the visualization of the results of mathematical calculations by the package MathCad*

*Keywords: anisotropy of strength, graphical interpretation, tensors*

#### Постановка проблеми

Проблема полягає в проведенні аналізу анізотропії за результатами опису поверхонь міцності в n-просторі

напруг. Крім того, вкрай вагомим є проблема візуалізації. Доповнення дослідження наочними моделями з можливістю інтерактивного варіювання дозволяє глибше і швидше розкрити потенціал запропонованих

УДК 515.2:539.4.001

## АНАЛІЗ ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ АНІЗОТРОПІЇ МІЦНОСТІ ТЕКСТОЛІТІВ

**О.М. Гумен**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки

Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут"  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03057  
Контактний тел.: 063-490-91-95  
E-mail: gumens@ukr.net