



УДК: 621.646.622

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

### RESEARCH EQUIPMENT AND TECHNOLOGICAL HIGH PIPELINES

**Рагимова М.С.**

Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности  
rahimova\_mahluqa@mail.ru

**Машадиева В.М.**

Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности

**Намазова Г.И.**

Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности

**Аннотация.** В статье рассмотрены кривизна уплотнения. Установлено, что радиус кривизны уплотнительных поверхностей очень велик по сравнению с размерами микронеровностей, а следовательно, и с высотой зазоров между поверхностями. Клиновой эффект в шаровом кране также не играет существенной роли ввиду большого угла, образуемого уплотнительными поверхностями (порядка 90°). В цилиндрическом кране клиновой эффект вообще отсутствует.

**Ключевые слова:** задвижки, нефтегазопромысловых оборудования, надежности, нефтепромыслового оборудования, машин и механизмов.

**Rahimova M.S.**

Azerbaijan State Oil and Industry University  
rahimova\_mahluqa@mail.ru

**Mashadieva V.M.**

Azerbaijan State Oil and Industry University

**Namazova G.I.**

Azerbaijan State Oil and Industry University

**Annotation.** The article considers the sealing curvature that the radius of curvature of the sealing surfaces is very large in comparison with the dimensions of the microroughness, and, consequently, with the height of the gaps between the surfaces. The wedge effect in the ball valve also does not play a significant role due to the large angle formed by the sealing surfaces (of the order of 90°). In the cylindrical valve the wedge effect is absent altogether.

**Keywords:** gate valves, oil and gas equipment, reliability, oilfield equipment, machinery and mechanisms.

**В** работе рассмотрены основные параметры расчета прочность, где определяются напряжения в деталях, возникающие при работе крана, и запасы прочности. Исходными данными прочностного расчета являются величины действующих усилий, найденные при силовом расчете, размеры деталей и прочностные характеристики материалов, из которых эти детали изготовлены.

Детали кранов можно условно разбить на две группы: сплошные и полые.

Таким образом установлено, что основной прочностной характеристикой при температуре до 350° для пластичных материалов является предел текучести, для хрупких-предел прочности. При температуре свыше 350 °С главной характеристикой является предел ползучести или предел длительной прочности.

Для предварительного выбора толщины стенок полых деталей, работающих под внутренним гидростатическим давлением. Приведенные здесь данные применимы для элементов сферы и цилиндров кругового и эллиптического при рабочей температуре до 350 °С.

Необходимо отметить, что толщины стенок литых деталей арматуры большей частью устанавливаются, исходя не из соображений прочности, а из требований литейной технологии. Это особенно относится к кранам низких и средних давлений.

Все элементы, работающие под давлением, можно разбить на две группы: тонкостенные и толстостенные. Для каждой из этих групп существуют свои расчетные зависимости.

Имеющиеся на конусных уплотнительных поверхностях пробок и корпусов крана окон вызывает трудности при механической обработке этих деталей. При проходе через окна корпуса или пробки возникает биение резца, что отрицательно сказывается на геометрии обрабатываемой конической поверхности. Среднее сечение пробки, перпендикулярное оси конуса, получается эллиптическим, а образующая конуса- не прямолинейной. Конус пробки принимает «бочкообразный» вид.

Указанные дефекты уплотнительных поверхностей вызывают дополнительные затраты на механическую обработку корпусов и пробок кранов.

Как известно запорный кран должен обеспечивать герметичность разъединения двух участков трубопровода. При абсолютно гладких и совпадающих по геометрии уплотнительных поверхностях



для обеспечения герметичности необходимо сблизить последние на такое расстояние, чтобы зазор между ними был меньше определенной, весьма малой величины. Критическое значение зазора определяется молекулярными эффектами и константами-явлениями на границах раздела фаз рабочей среды.

Следует отметить, что практически получить абсолютно гладкие и совпадающие поверхности нельзя. Как правило, характерная величина микронеровностей и отклонений от правильной геометрической формы у реальных поверхностей больше, чем критическая величина зазора. Поэтому даже при плотном, без видимого зазора, наложении реальных поверхностей друг на друга между ними остается система микрозазоров, эффективная величина которых больше критического (для герметичности) значения. Следовательно, необходимы дополнительные мероприятия для обеспечения герметичности контактных уплотнений. Применяются на практике основные направления. Уменьшение шероховатости для этого вводятся специальные доводочные операции. Это направление однако имеет два ограничения: достижение очень высокой чистоты поверхностей обычно экономически нецелесообразно, а, кроме того, при взаимном контакте однородных уплотнительных поверхностей очень высокой чистоты может происходить их схватывание под влиянием сил молекулярного взаимодействия, приводящее к тяжелым повреждениям поверхностей.

Уменьшение высоты неровностей уплотнительных поверхностей в процессе работы путем их деформации за счет больших удельных давлений. Здесь ограничениями являются: необходимость создания высоких усилий уплотнения, нагружающих конструкцию, а следовательно, необходимость увеличения ее прочности, габаритов и веса, понижение надежности и долговечности работы уплотнения с ростом удельных давлений. Для того чтобы обойти эти трудности, часто применяют материалы с низким модулем упругости.

Повышения герметичности-увеличение критического значения зазора, а также уменьшение эффективных зазоров путем нанесения на уплотнительные поверхности поверхностно-активных веществ смазок. Последние адсорбируются на металлической поверхности, ухудшая капиллярную проницаемость системы зазоров, и частично заполняют эти зазоры, что препятствует протеканию среды ввиду высокой вязкости смазок. Указанные методы применяются на практике: уплотнительные поверхности кранов притираются или полируются, сжимаются до создания высоких удельных давлений и покрываются смазками.

Сложность процессов, лежащих в основе работы контактных уплотнений, в том числе и в заворе крана, не позволили пока создать физическую теорию работы этих уплотнений, учитывающую микрогеометрию уплотнительных поверхностей. Исследования в этом направлении еще не доведены до практически приемлемых результатов. Поэтому рассматриваемые ниже условия герметичности кранов являются эмпирическими [1].

Выявлено, что при расчете запорной арматур, для герметичности крана необходимо создать на уплотняющей зоне вокруг прохода шириной определенное удельное давление. Величина последнего зависит от давления и свойств рабочей среды, наличия или отсутствия смазки величины перекрытия, материала, жесткости корпуса, пробки и других факторов.

Существуют краны работающие без всякой смазки, для химических производств и других процессов и установок, а также краны для сред, в которых смазки быстро растворяются или разрушаются. Сюда относится также большое количество конструкций, где осуществляется уплотнение «металл по неметаллу», причем неметаллический материал обладает хорошими антифрикционными свойствами. Краны, в которых уплотнительные поверхности покрываются тонким слоем смазки при сборке и профилактике. Это большинство кранов низкого давления массового применения краны для воды, пара, нефтепродуктов, воздуха и других сред. Краны со смазкой, где специальная смазка принудительно подается на уплотнительные поверхности в процессе работы. Это, главным образом, краны для газо- и нефтепроводов высокого и среднего давления, а также для химической промышленности.

Удельные давления, необходимые для обеспечения герметичности контактных металлических уплотнений в арматуре рассмотрена в работе [2, 3], где приведена следующая эмпирическая зависимость:

$$q = a + bp_p, \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  – постоянные для данного уплотнения.

Распространена на уплотнения разной ширины из различных материалов в виде

$$q = \frac{c + kp_p}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

где  $c$  и  $k$  – постоянные, зависящие от материала уплотнения;  $n$  – ширина уплотнения в см.



Для расчета плоских уплотнений арматуры применяется следующая формула:

$$q = m \frac{c + kp_p}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где  $c$  и  $k$  – постоянные, зависящие от материала уплотнения;  $n$  – ширина уплотнения в см;  $m$  – коэффициент, зависящий от типа рабочей среды.

Затворы шарового и цилиндрического кранов работают в условиях, близких к условиям работы плоского затвора вентиля. Кривизна уплотнения здесь не играет большой роли, так как радиус кривизны уплотнительных поверхностей очень велик по сравнению с размерами микронеровностей, следовательно, и с высотой зазоров между поверхностями. Клиновой эффект в шаровом кране также не играет существенной роли ввиду большого угла, образуемого уплотнительными поверхностями. В цилиндрическом кране клиновой эффект вообще отсутствует. Поэтому удельные давления, необходимые для обеспечения герметичности шаровых и цилиндрических кранов, можно определять по формуле (3).

Отсюда следует, что удельные давления на неплоских уплотнительных поверхностях в шаровых и цилиндрических кранах распределены неравномерно. На плоских уплотнениях вентиля фактические удельные давления также распределены неравномерно ввиду различной жесткости, и деформации элементов затвора.

В конических кранах из-за клинового эффекта при работе и затвора зависимость удельных давлений, необходимых для обеспечения герметичности, от давления среды, будет уже принципиально отличаться от плоского уплотнения.

### Выводы

Результаты исследования конических кранов показали, что зависимость средних удельных давлений от рабочей среды при низких давлениях среды имеет криволинейный характер, а затем при более высоких давлениях становится почти прямолинейной.

### Литература:

1. Керимов З.Г. Детали машин и грузоподъемные транспортные машины (на азерб. языке). – Баку : «Маариф», 1985.
2. Биргер А.И. и др. Расчеты на прочность деталей машин. – М. : Машиностроение, 1966,
3. Реклейтис Г. и др. Оптимизация в технике в двух томах. – М. : Мир, 1986.

### References:

1. Kerimov Z.G. Details of cars and load-lifting transport vehicles (on азерб. language). – Baku : Maarif, 1985.
2. Birger A.I., etc. Calculations on durability of details of cars. – M. : Mechanical engineering, 1966,
3. Rekleytis G., etc. Optimization in the equipment in two volumes. – M. : Mir, 1986.