

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА ИГОЛЬЧАТОМ ШТОКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ГЕОМЕТРИИ В АРМАТУРЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Каримов Р.Ф., Демченко М.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

Ключевые слова: угловой запорный вентиль, CFD-анализ, арматура высокого давления, узел шток-седло, оптимизация конструкции.

Аннотация. Особенностью производства полиэтилена является высокое рабочее давление (до 220 МПа). На отечественных предприятиях машины и оборудование таких установок представлены иностранными производителями. Полноценных аналогов на российском рынке не имеется, поэтому разработка подобных технических устройств является актуальной задачей. Объектом исследования является угловой вентиль высокого давления производства компании Uhde High Pressure Technologies. Работа направлена на исследование перепада давления среды на поверхности игольчатого штока углового вентиля высокого давления в зависимости от его геометрии в программном комплексе Ansys, модуль CFX. Результаты анализа показали, что при уменьшении угла конуса (с целью понижения усилия сопротивления движения штока) повышается перепад давления на его вершине. Это способствует повышенному износу. Определены нагрузки, создаваемые движением среды на поверхность штока, при разной геометрии узла шток-седло, которые в дальнейшем послужат исходными данными для его прочностного расчета.

NUMERICAL ANALYZE OF THE PRESSURE DROP ON A NEEDLE DISC DEPENDING ON ITS GEOMETRY IN A HIGH-PRESSURE VALVE

Karimov R.F., Demchenko M.V.

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa

Keywords: angle globe valve, CFD-analysis, high pressure fittings, disc-seat assembly, design optimization.

Abstract. A feature of the production of polyethylene is the high operating pressure (up to 220 MPa). At domestic enterprises, machines and equipment of such installations are represented by foreign manufacturers. There are no full-fledged analogues on the Russian market, so the development of such technical devices is an urgent task. The object of the study is a high-pressure angle valve manufactured by Uhde High Pressure Technologies. One of the main reasons for the failure of high-pressure fittings are: thread wear, leakage of the stuffing box seals, corrosion and abrasion of the rod-seat assembly; the last of which is investigated in the article. The work is aimed at studying the motion of the medium in a high-pressure angular valve using the finite element method in the Ansys software package in the CFX module. The results of the analysis showed that when the angle of the cone decreases (in order to reduce the resistance force of the disc movement), the pressure drop at its top increases. This contributes to increased wear. The loads created by the movement of the medium on the surface of the disc with different geometries of the disc-seat assembly are determined, which will serve as initial data for its strength calculation in the future.

Арматура высокого давления на российских нефтехимических предприятиях представлена преимущественно иностранными производителями. Отечественными конструкторскими бюро разработаны методики обслуживания и ремонта. Полноценных аналогов на российском рынке не представлено.

С целью импортозамещения актуальным является разработка отечественных аналогов технических устройств установок высокого давления.

Основными причинами отказа арматуры высокого давления являются: износ резьбы, нарушение герметичности сальниковых уплотнений, коррозия и истирание узла «шток-седло». Возможно понижение истирания узла «шток-седло» путем совершенствования его геометрии.

Целью исследования является численное моделирование движения потока в проточной части углового вентиля с игольчатым штоком и получение нагрузок на поверхности запорного органа. Объектом исследования является вентиль высокого давления ($D_N = 6$ мм, $P_N = 150$ МПа) [1].

Условия эксплуатации – этилен, температура – 110°C , давление – 150 МПа. Условия пневмоиспытаний – азот, расход 4180 нм³/ч, давление – 150 МПа, температура – 20°C . Для предварительного расчета приняты условия испытания вентиля. Объемный расход на входе (inlet) 4180 нм³/ч или $1,025 \cdot 10^{-3}$ м³/с, выход (outlet) по давлению – 150 МПа, среда – азот [2].

В постпроцессоре были добавлены продольная плоскость посередине рабочего пространства, на которой была построена карта распределения давлений (рис. 1, а, в, д) и распределение давлений на отрезке вдоль поверхности штока (рис. 1, б, г, е) [3].

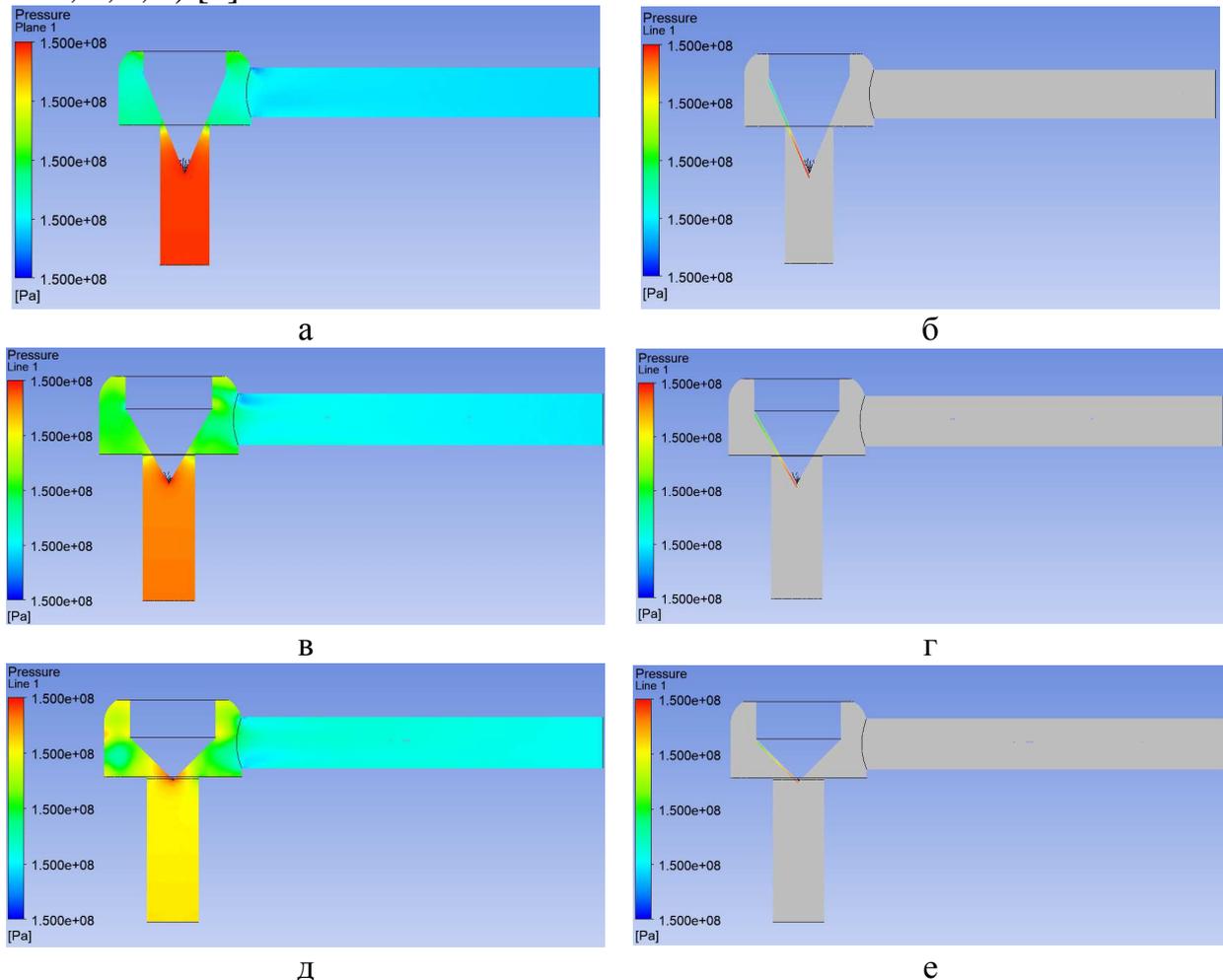


Рис. 1. Влияние геометрии штока на оказываемые потоком нагрузки: карты распределения давлений для штока (а, в, д) и распределение давлений вдоль штока (б, г, е); а, б – 45° ; в, г – 60° ; д, е – 90°

По максимальным перепадам давлений на поверхности штока и углу его профиля был построен график (рис. 2).



Рис. 2. График влияния угла профиля штока на перепад давлений

Количественный анализ распределения давления на штоке позволил определить нагрузки на поверхности игольчатого штока для последующего прочностного расчета.

В работе был проведен численный анализ движения среды в угловом вентиле высокого давления в программе Ansys, модуль CFX. Результаты анализа показали, что при уменьшении угла конуса (с целью понижения усилия сопротивления движения штока) повышается перепад давления на его вершине. Это способствует повышенному износу. Определены нагрузки, создаваемые движением среды на поверхность запорного органа при разной геометрии узла шток-седло, которые в дальнейшем послужат исходными данными для его прочностного расчета.

Список литературы

1. ТУ 1633-67. Технические условия на эксплуатацию, освидетельствование и ремонт арматуры на давление 1500 кгс/см² (150 МПа) производства полиэтилена. ЦКБА, Иркутский химмаш. – Иркутск, 1967. – 98 с.
2. Пасько П.И., Плахов А.Г. Особенности создания гидродинамических моделей регулирующей и запорной арматуры // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-21: сб. тр. XXI Межд. научн. конф., 27-30 мая 2008г.: в 10 т. – Саратов: СГТУ, 2008. – Т. 4, секция 5. – С. 81-84.
3. ANSYS HELP [Электронный ресурс]. – URL: ansyshelp.ansys.com.

Сведения об авторах:

Каримов Рафис Фанисович – магистрант;

Демченко Мария Вячеславовна – к.т.н., доцент.