УДК - 66.7

Кульшарипов И.М.
старший преподаватель кафедры «Технологические машины и оборудование»
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа
Кургузов Р.Р.
Магистрант 2 курса
«***Институт нефтегазового инжиниринга и цифровых технологий»***
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа
Научный руководитель: Баязитов М.И.
кандидат технических наук доцент,
доцент кафедры «Технологические машины и оборудование»
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SOLIDWORKS FLOW SIMULATION ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ЖИДКОЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ЗАПОРНОГО ОРГАНА КЛИНОВОЙ ЗАДВИЖКИ

Аннотация. *В данной статье рассматривается влияние потока движущейся жидкой среды на клин – основную часть клиновой задвижки при помощи программного комплекса SolidWorks Flow Simulation. Применение современных цифровых инструментов инженерного анализа является актуальным, так как еще на этапе проектирования запорно-регулирующей арматуры можно оценить влияние гидродинамики потока на основные элементы задвижки при различных условиях работы*

Ключевые слова: *запорная арматура, клиновая задвижка, отказ, анализ гидродинамики потока, Solidworks Flow Simulation.*

Annotationt. *This article examines the effect of a moving liquid flow on a wedge, the main part of a wedge gate valve, using the SolidWorks Flow Simulation software package. The use of modern digital engineering analysis tools is relevant, since even at the design stage of shut-off and control valves, it is possible to assess the effect of flow hydrodynamics on the main elements of the valve under various operating conditions*

Keywords: *shut-off valves, wedge gate valve, failure, flow hydrodynamics analysis, solidworks flow simulation.*

В настоящее время на всех нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях клиновые задвижки являются основным элементом трубопроводных систем, который регулирует перемещение среды, однако, они часто подвержены отказам [1].

Первопричиной большинства отказов (80%) является потеря герметичности [2]. Это обусловлено эрозией, загрязнениями и коррозионным износом, часто не учитываемыми при проектировании, что может вызывать заклинивание, повреждение шпинделя и, в конечном итоге приводить к поломке всей задвижки.

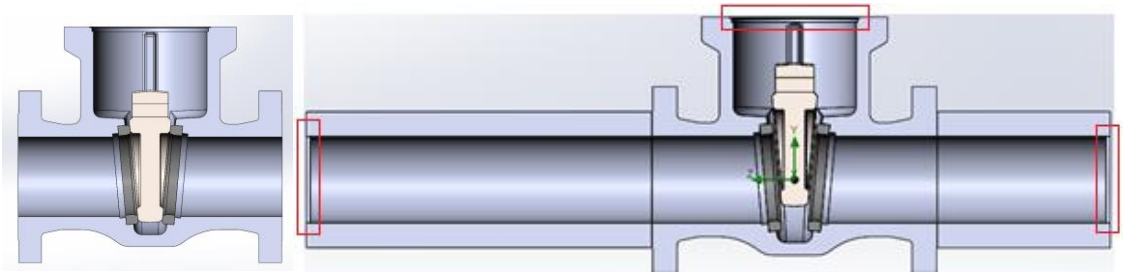
Поэтому при проектировании запорно-регулирующей арматуры необходимо знать, как будут вести себя основные части одной и той же арматуры при различных условиях работы, так как ошибки при эксплуатации могут привести к серьезным экономическим и экологическим последствия.

Однако традиционные методы расчета не всегда дают возможность адекватно оценить процесс движения потока среды через проточную часть задвижки. В связи с этим широкое применение получили современные цифровые инструменты автоматизированного проектирования и инженерного анализа, так как в отличии от дорогостоящих и трудоемких физических экспериментов, компьютерное моделирование позволяет детально изучить

движение потока среды в задвижке, выявить зоны повышенных нагрузок на основные части арматуры, а также оптимизировать конструкцию для снижения гидравлических потерь и повышения устойчивости к износу [3,4]. Это позволяет повысить надежность задвижек, снизить эксплуатационные расходы и предотвратить аварийные ситуации еще на этапе конструирования.

Одним из таких инструментов инженерного анализа является модуль программного комплекса SolidWorks – Flow Simulation, который можно эффективно использовать для расчета гидродинамических характеристик.

Для проведения расчета гидродинамических параметров и оценки влияния потока движущейся среды была построена твердотельная модель клиновой задвижки (рис. 1, а). Также для более подробного отражения характера прохождения жидкой среды через проточную часть задвижки был достроен участок трубопровода, а также установлены «заглушки» (выделены красным) (рис. 1 б).



а) б)

Рис. 1. Твердотельная модель клиновой задвижки

На Рисунке 2 показан интерфейс инструмента «мастер проекта» в котором задаются условия для проведения расчета перед началом инженерного анализа. При анализе движения потока, проходящего через задвижку, необходимо задать: 1) тип задачи – внутренняя; 2) текучая среда – вода с «ламинарной и турбулентной» характеристикой течения; 3) параметр «условия на стенках» оставить по умолчанию – «Адиабатическая стенка», чтобы указать, что стенки идеально изолированы. 4) начальные условия для проведения анализа – термические параметры, параметры скорости и

параметры турбулентности установить по умолчанию, так как далее они будут меняться через установку граничных условий.

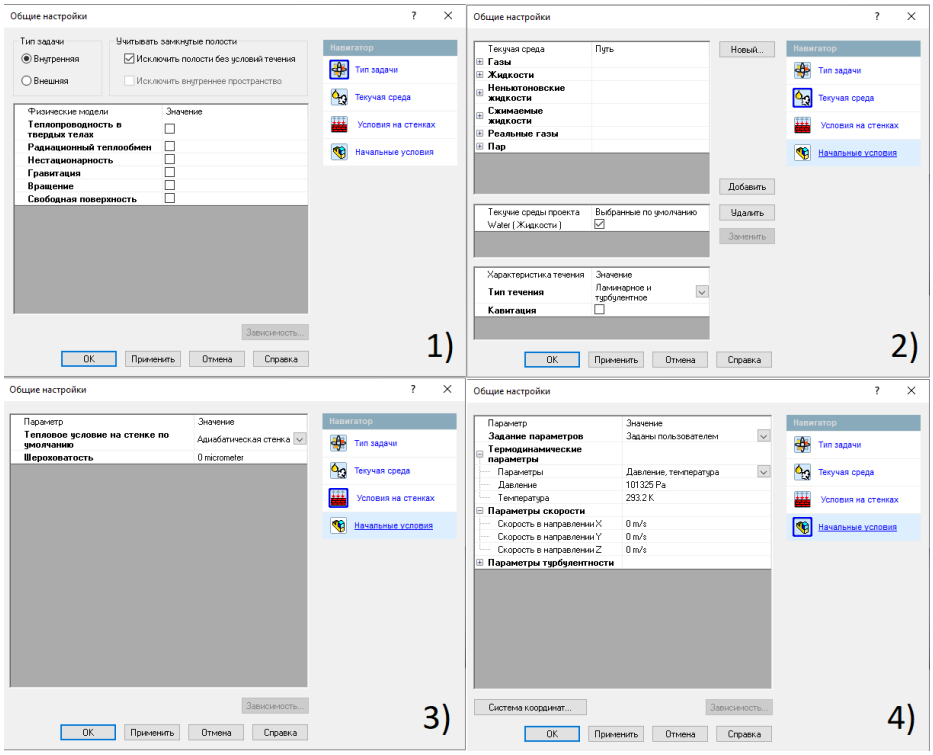


Рис. 2. Интерфейс инструмента «Мастер проекта»

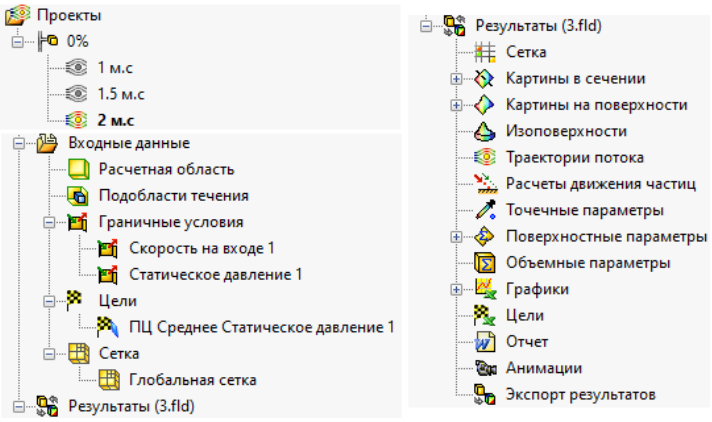


Рис. 3. Интерфейс «дерева анализа Flow Simulation»

При помощи инструмента «дерево анализа Flow Simulation» (рис. 3) устанавливаются основные параметры для проведения анализа. Была построена глобальная сетка, а для отображения характера перемещаемой среды при различном положении клина в зависимости от скорости потока

установлены граничные условия: скорость потока на входе статическое давление на выходе. Далее проведен расчет. На рисунке 4 представлено распределение давления в проточной части задвижки – клин закрыт на 80%, скорость движения потока 2 м/с.

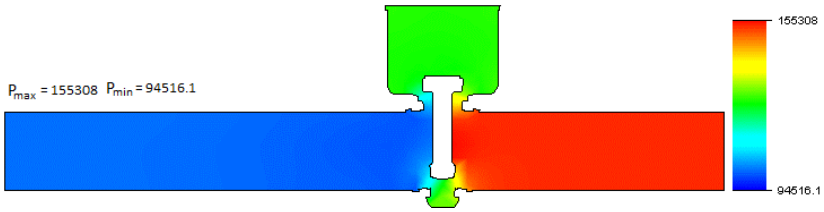


Рис. 4. Распределение давления в проточной части задвижки

Таблица 1

Максимальное значение давления в зависимости от положения клина и скорости потока

Степень закрытия клина, %	ν = 1 м/с	ν = 1,5 м/с	ν = 2 м/с
	P_{max}, *МПа*		
0 %	0,1018	0,1023	0,1030
10 %	0,1018	0,1024	0,1032
20 %	0,1022	0,1029	0,1042
30 %	0,1024	0,1046	0,1071
40 %	0,1029	0,1055	0,1087
50 %	0,1036	0,1079	0,1131
60 %	0,1047	0,1104	0,1174
70 %	0,1073	0,1146	0,1249
80 %	0,1148	0,1317	0,1553
90 %	0,1554	0,2229	0,3175
100 %	0,6920	1,4300	2,4650

В таблице 1 представлены максимальные значения давления при различном положении клина и скорости движения потока

Рис. 5. Зависимость максимального давления от величины закрытия клина при различной скорости потока

По результатам проведенного анализа была построена зависимость максимального давления от величины закрытия клина при различной скорости потока. Па графику на рисунке 5 видно, что по мере закрытии запорного органа, в области сужения проходного сечения происходит увеличение давления на площадь клина, что может приводить к повышенному эрозионному износу, пластической деформации клина и, как следствие, нарушению в работе запорной арматуры что согласуется с результатами ранее проведенных исследований в других программных комплексах [5]. Таким образом, проведен анализ гидродинамики потока жидкой среды через проточную часть клиновой задвижки с использованием программного пакета SolidWorks Flow Simulation.

Список использованных источников

1. Носкова Д.А., Кульшарипов И.М. Анализ динамики отказов клиновых задвижек на нефтеперерабатывающих предприятиях / Материалы 74-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. Уфа, 2023. С. 479.

2. Чаплюк Д. В. анализ причин отказов трубопроводной арматуры газотранспортных систем //вакуумная, компрессорная техника и

пневмоагрегаты-2021. – 2021. – С. 200-204.

3. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа / Москва: Физматлит, 2012. — 465 с.

4. Давыдова Е. В., Корчагова В. Н., Марчевский И. К. Использование метода конечных элементов с частицами для решения задач гидродинамики //Машиностроение и компьютерные технологии. – 2015. – №. 6. – С. 329-345.

5. Закирничная М.М., Кульшарипов И.М. Особенности расчета ресурса безопасной эксплуатации клиновых задвижек с учетом рабочих параметров в технологических трубопроводах. Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. № 4. С. 121-125.