

УДК 004.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООСНОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СРЕДСТВАМИ САПР SOLIDWORKS НА ПРИМЕРЕ УСТРОЙСТВ КЛАПАННОГО ТИПА

С.В. Гиль, канд. техн. наук, доцент,

З.М. До, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники (БГУИР),
г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: соосность поверхностей, предохранительный клапан, запорно-регулирующий элемент, имитационное компьютерное моделирование.

Аннотация. Изучение влияния принципа соосности соприкасающихся поверхностей в устройствах клапанного типа имеет непосредственное отношение к проблеме выбора оптимального варианта конструкции запорно-регулирующего элемента этих устройств. В работе средствами САПР SolidWorks проведено имитационное моделирование рабочего процесса на основании созданной компьютерной 3D-модели типовой конструкции предохранительного клапана с различными вариантами поверхностей запорно-регулирующего элемента.

Принцип соосности поверхностей вращения второго порядка изучается в разделе «Начертательная геометрия» дисциплины «Инженерная графика». Свойства соосных поверхностей, кроме фундаментальных, носят ещё и важный прикладной практический характер. Изучение влияния принципа соосности соприкасающихся поверхностей в устройствах клапанного типа имеет непосредственное отношение к проблеме выбора оптимального варианта конструкции запорно-регулирующего элемента этих устройств. На основании свойств соосности можно провести сравнительный анализ конструкции и формы клапанов, применяемых в запорно-регулирующих элементах, на примере типовой конструкции гидравлического предохранительного клапана прямого действия, а также оценить степень влияния этих свойств на основные рабочие характеристики устройства.

Практика показывает, что почти половина всех отказов в работе устройств клапанного типа связана непосредственно с

отказами в работе клапанной системы, которая должна в процессе эксплуатации обеспечивать следующие функции: обладать высокой герметичностью, достаточным проходным сечением, малой начальной нечувствительностью. В современных устройствах клапанного типа запорно-регулирующие элементы должны представлять собой соосные поверхности, то есть имеющие общую ось вращения и окружность при пересечении, расположенной перпендикулярно их общей оси. Однако по ряду объективных и субъективных причин этот принцип соосности может нарушаться, что в свою очередь оказывает непосредственное влияние на работу устройства, приводит к повреждению взаимосвязанных компонентов, сильным вибрациям и дисбалансу и в итоге к повреждению клапана. Следовательно, имитационное моделирование работы предохранительного клапана в САПР SolidWorks позволяет дать ряд практических рекомендаций, влияющих на динамические и статические характеристики данного типа устройств, а также эксплуатационные и технические показатели.

Предохранительный клапан представляет собой устройство для управления потоком рабочей жидкости в гидросистемах с целью стабилизации давления и поддержания его на фиксированном уровне в соответствии с заданными условиями работы. Если величина давления превышает установленный предел, клапан периодически или однократно сбрасывает (уменьшает) давление, чтобы помочь системе стабилизироваться [1].

Среди запорно-регулирующих элементов клапанов можно выделить несколько типов, таких как шариковые, конические и тарельчатые (пластинчатые). Каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки. При этом соответственно различные типы конструкции запорно-регулирующих элементов требуют разного уровня точности и соосности соприкасающихся поверхностей для обеспечения правильной работы клапанной системы, а также её герметичности [2, 3]. Вследствие своей конической формы, конические запорно-регулирующие элементы предохранительных клапанов чувствительны к перекосам и несоосности, что усложняет обеспечение точной посадки клапана

и требует более сложной конструкции устройства, так как седло клапана цилиндрическое, а окружность в сечении конуса будет только в том случае, если оно перпендикулярно оси посадочного седла. С другой стороны, у клапанов с шариковым запорно-регулирующим элементом ось отверстия седла и ось шарика всегда соосны вследствие принципа соосности поверхностей второго порядка, что обеспечивает более легкую и точную посадку клапана и, как следствие, достаточно простую конструкцию устройства в целом. В тарельчатых клапанах, где седло клапана выполнено в виде тонкой пластины (мембраны), необходимо правильно совместить поверхность основания и корпуса клапана. В случае перекоса, когда клапан закрыт, вокруг края основания может образоваться узкая щель, через которую может протекать жидкость. Кроме того, если седло не соосно корпусу клапана, при открытии клапана открытие седла может происходить неравномерно, и, следовательно, рабочая жидкость будет поступать неравномерно.

Для выполнения средствами САПР SolidWorks имитационного моделирования рабочего процесса компьютерной 3D-модели предохранительного клапана типовой конструкции с различными вариантами поверхностей запорно-регулирующих элементов введены граничные значения по давлению: $P_{\text{вход}} = 2,5$ МПа; $P_{\text{выход}} = 1$ МПа; $T = 293$ К.

Шариковый и конический клапан обеспечивают более стабильный расход и лучший контроль давления в системе. Разница в расходе потока во всей клапанной системе невелика, что обеспечивает устойчивость системы. Это можно объяснить конструктивной формой запорно-регулирующего элемента, потому что шариковый предохранительный клапан имеет сферическую поверхность, перемещается вверх и вниз в ответ на изменение давления. Путь потока через клапан обычно прямой, что означает небольшую или отсутствующую турбулентность или прерывание потока при прохождении через клапан. А для конических предохранительных клапанов, путь потока через клапан часто имеет наклон, что может вызвать некоторую турбулентность и нарушить поток при прохождении через клапан. Для тарельча-

тых предохранительных клапанов, путь потока через клапан обычно перпендикулярен поверхности, что может вызвать значительную турбулентность и нарушить поток при прохождении через клапан. Следовательно, это может привести к наименее стабильным схемам потока и наиболее изменчивым давлениям в системе. Результаты представлены на рисунках 1, 2 и 3.

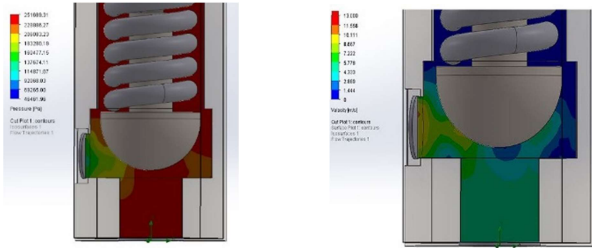


Рисунок 1 – Давление и расход потока жидкости в шариковой клапанной системе в открытом состоянии

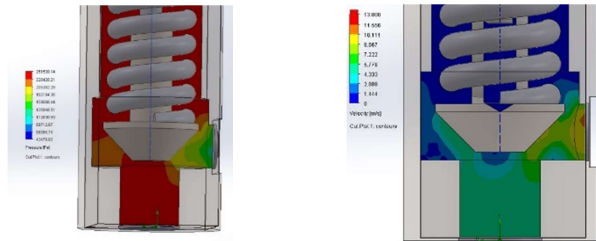


Рисунок 2 – Давление и расход потока жидкости в конической клапанной системе в открытом состоянии

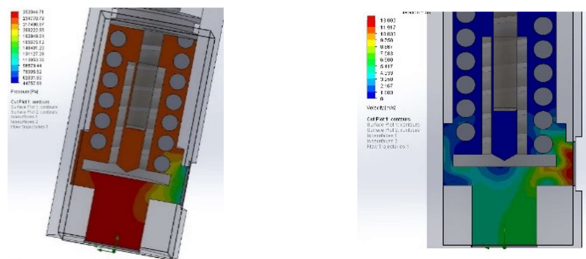


Рисунок 3 – Давление и расход потока жидкости в тарельчатой клапанной системе в открытом состоянии

При потере соосности поверхности значительно и существенно увеличивается утечка жидкости, а также ухудшается устойчивость потока в системе клапанов в открытом состоянии. Результаты имитационного моделирования представлены на рисунке 4.

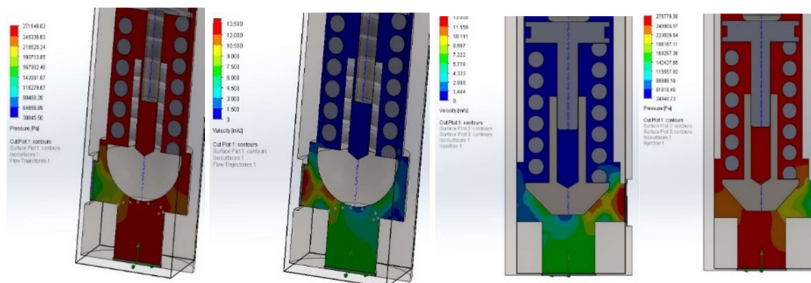


Рисунок 4 – Давление и расход потока жидкости в шариковой и конической клапанных системах при потере соосности поверхности

Экспериментально установлено, что влияние принципа соосности поверхностей, составляющих геометрическую форму элементов клапанной системы, является существенным, оказывает значительное воздействие на рабочие характеристики устройства, а, следовательно, на быстродействие, устойчивость и надёжность. Анализ принципа соосности поверхностей в конструкции клапанов помогает обеспечить правильную работу устройства и всей технической системы в целом, а выбор оптимального варианта запорно-регулирующего элемента для конкретных условий функционирования устройства должен основываться на многих факторах, включая также требования к соосности соприкасающихся поверхностей.

Список литературы:

1. Клапанная аппаратура [Электронный ресурс] – URL: https://rg-gidro.ru/reviews/stati_i_obzory/klapannaya_apparatura (дата обращения: 15.02.2023).
2. **Лепешкин, А. В.** Гидравлика и гидропневмопривод, часть 2 / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак; под редакцией А.А. Шейпака, – Москва : МГИУ, 2005. – 352 с. - ISBN 5-276-00589-3.

3. Предохранительные клапаны: устройство, виды, монтаж, нормы [Электронный ресурс] – URL: <http://www.gidro-term.com.ua/142-stati/373-klapany-predokhranitelye-ustrojstvo-montazh-normy> (дата обращения: 15.02.2023).