

УДК 62-553.4

Проектирование и расчет пневматических приводов антипомпажных клапанов

Волков Максим Витальевич

Wolfgung88@mail.ru

АО «НПО Регулятор», Ярославль, Россия

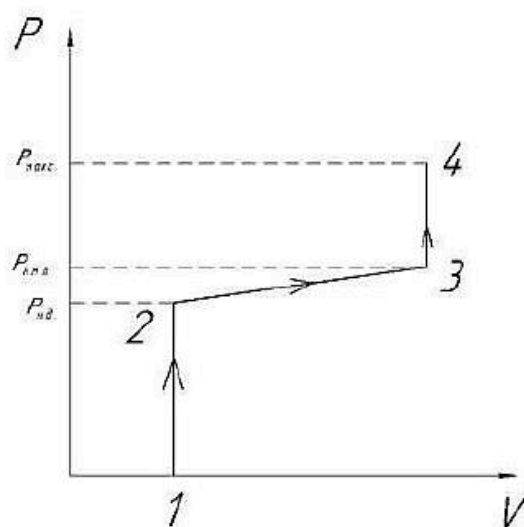
Аннотация. Рассмотрены основные подходы к проектированию антипомпажных регулирующих клапанов, включая составление пневматической схемы, проведение расчета времени полного хода регулирующего органа. Представлен разработанный автором алгоритм численного определения времени открытия и закрытия антипомпажного клапана с нормально открытым пневматическим приводом. Разработана pV -диаграмма газовых процессов, проходящих в цилиндре. Разработанный алгоритм апробирован на партии антипомпажных клапанов для компании Нортгаз и показал удовлетворительную сходимость с проведенными испытаниями.

Ключевые слова: компрессор, помпаж, антипомпажный клапан, численные методы, время закрытия, время открытия.

Введение. Помпаж — это наиболее опасное явление в работе центробежных и осевых компрессоров, оно характеризуется неустойчивым режимом работы с резкими колебаниями давления и расхода рабочей среды, низкочастотными вибрациями и хлопками [1]. Один из методов борьбы с помпажом основан на отводе части газа с выхода компрессора на его вход через регулирующее устройство, которое должно полностью открыться менее чем за 2 секунды [2]. Для осуществления такой рециркуляции газа целесообразно использовать осевые регулирующие клапаны, т. к. они имеют низкое гидравлическое сопротивление, обеспечивают точную расходную характеристику, имеют полностью разгруженный регулирующий элемент. В качестве привода выбран поршневой нормально открытый пневматический привод одностороннего действия.

Методы и материалы; результаты. Работу пневматического цилиндра можно разделить на несколько этапов, показанных на pV -диаграмме (рис. 1). В начальный момент времени, когда поршень цилиндра находится в верхнем положении, а газ начинает поступать в его полость происходит изохорное наполнение начального объема (процесс 1–2). После достижения давления начала движения поршня, который зависит от осевого усилия штока и предварительного поджатия пружины происходит процесс 2–3, прямолинейность изображения которого продиктована наличием пружины в приводе. После достижения поршнем нижней мертвой точки происходит полное заполнение цилиндра газом, этот процесс описывается отрезком 3–4, который тоже можно считать изохорным. Таким образом затвор закрывается, а время протекания процессов 1–2–3–4 является временем закрытия антипомпажного клапана.

на. Его открытие происходит в обратном порядке и начинается со сброса давления из цилиндра и начинается изохорный процесс 4–3, который сопровождается падением давления в цилиндре до давления нижней мертвой точки. После происходит процесс 3–2 и продолжается до достижения поршнем верхней мертвой точки, что является окончанием открытия клапана. Возвращение цикла к своему началу через изохорный процесс 2–1 на время открытия клапана не влияет. По приведенным процессам был составлен алгоритм расчета времени срабатывания, который позволил составить пневматическую схему и подобрать навесное оборудование.



pV-диаграмма работы пневматического привода одностороннего действия антипомпажного клапана

Заключение. От скорости работы антипомпажного регулирующего клапана зависит целостность дорогостоящего компрессорного оборудования. Предлагаемая методика расчета помогает выполнить требование по быстродействию регулирующего устройства, ее эффективность была неоднократно подтверждена опытом АО «НПО Регулятор».

Список источников

- [1] Попов М.В. Исследование помпажа в центробежных компрессорах. *Проблемы геологии и освоения недр. XXI Междунар. симпозиум им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посв. 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина: тр.* Томск, Изд-во ТПУ, 2017, т. 2, с. 652–653.
- [2] Попов М.В. Антипомпажное регулирование производительности в центробежных компрессорах. *Проблемы геологии и освоения недр. XXIII Междунар. симп. им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посв. 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина: тр.* Томск, Изд-во ТПУ, 2019, т. 2, с. 509–511.
- [3] Александров А.А., Архаров А.М. и др. *Теплотехника.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, 876 с.