

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМОУДАРНОЙ МАШИНЫ

Мурашов В.И.,

научный руководитель канд. техн. наук Воронцов Д. С.
Сибирский государственный университет путей сообщения

В настоящее время применение пневмоударных машин во многих областях строительства увеличивается, что связано и с объемами работ и конечно с свойствами эти машин – заключающихся в удобстве использования, неприхотливостью, высокой надежностью, относительно невысокой стоимостью и другими.

Конечно и недостатки у пневмоударных машин тоже существуют. Остаются вопросы, касающиеся совершенствования систем воздухораспределения этих машин, увеличения удельных энергетических показателей, т.е. ударной мощности, приходящейся на единицу потребляемого энергоносителя и ударной мощности на единицу массы машины.

При этом возникают два вопроса: каковы теоретические резервы улучшения существующих показателей и насколько реальны предлагаемые пути их использования. Чтобы ответить на первый вопрос можно проанализировать простейшую схему пневмоударного устройства с одной управляемой камерой, представленной на рисунке 1.

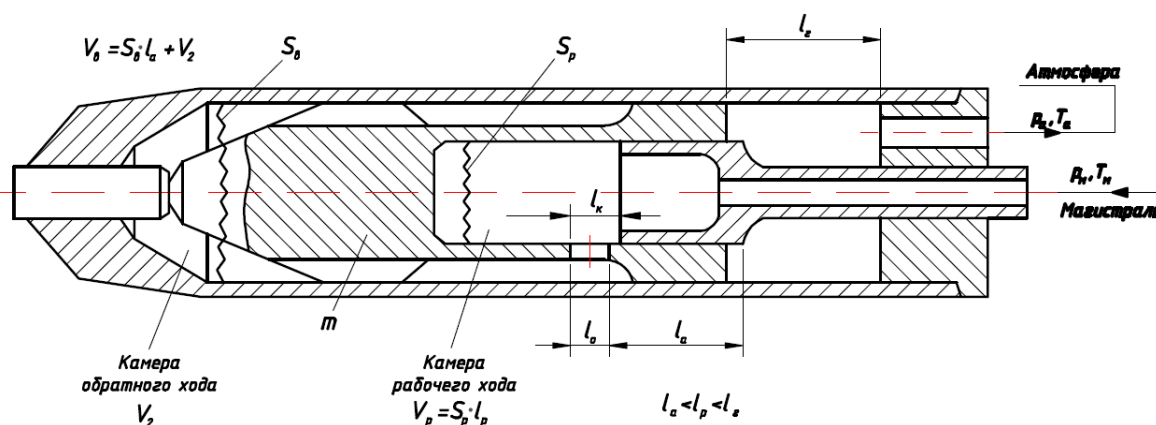


Рисунок 1 - Схема пневмоударного устройства с одной управляемой камерой

Подобная бесклапанная схема используется в пневмоприводах пневмомолотов, пневмопробойников и кольцевых (со сквозным осевым каналом) ударных машин. Удельный расход q сжатого воздуха для таких устройств выражается зависимостью:

$$q = \frac{\theta}{N} = \frac{2 \cdot S_p \cdot k_n}{m \cdot f \cdot U} \cdot \varphi; \quad \varphi = \frac{\lambda_\varepsilon \cdot \bar{p}_\varepsilon \cdot \psi_p}{1 + \tau_0}. \quad (2)$$

где θ – потребление машиной сжатого воздуха в единицу времени при работе в номинальном режиме, м³/мин; N – ударная мощность, Вт; m – масса поршня, кг; f – количество ударов в единицу времени; S_p – рабочая площадь поршня, м²; $\tau_0 = t_0/t_p$ – соотношение длительностей обратного и прямого ходов поршня; $k_n \geq 1$ – коэффициент потерь (утечек) сжатого воздуха; ψ_p – коэффициент формы диаграммы результирующей силы на участке рабочего хода поршня; $\lambda_\varepsilon = V_\varepsilon/V_p$ – относительный

объем управляемой камеры ($V_e = S_e \cdot l_a + V_2$); V_p – рабочий объем, м^3 ; \bar{p}_e – безразмерное значение давления в начале выхлопа из управляемой камеры.

Как видно на конечный показатель влияют много параметров, а на качество воздухораспределения влияет непосредственно параметр φ , а точнее параметры входящие в него. Видно, теоретические резервы для совершенствования пневмопривода машины существуют.

Наиболее широко распространенным методом изучения рабочего процесса пневмоударных машин является метод индикаторных диаграмм. Он разработан для исследования внутренних процессов машин ударного действия, и с 70-х годов этот метод активно развивался сотрудниками ИГД СО РАН, завода «Пневматика», ТЭМЗ им. В.В.Вахрушева. Этот метод достаточно точно может дать результаты при определении параметров рабочего процесса пневмоударной машины, но у него один существенный недостаток – он очень трудоемок.

В мире создается достаточно много различного программного обеспечения для решения инженерных задач. Так немецкая фирма IPI GMBH, Дрезден разработала универсальную программу 1-D моделирования SimulationX. Эта программа позволяет решить многие инженерные задачи, не прибегая к сложным расчетам и дорогостоящим экспериментам.

Достоинства программы: построение моделей из интуитивно-понятных объектов механики, пневматики и гидравлики, машиностроения и управления; взаимодействие в одной модели механических, электрических, пневматических и гидравлических объектов и управляющих сигналов; графическое представление результатов; автоматический анализ собственных частот и форм колебаний и многое другое. Останавливаться на описании программы в рамках статьи не будем, скажем только что демонстрационную версию можно скачать с сайта фирмы. В наших же расчетах мы будем использовать коммерческую версию программы приобретенную ИГД СО РАН с их разрешения.

В данной программе можно составить и расчетную схему пневмоударной машины, которая в графическом окне редактора может выглядеть следующим образом (рисунок 2).

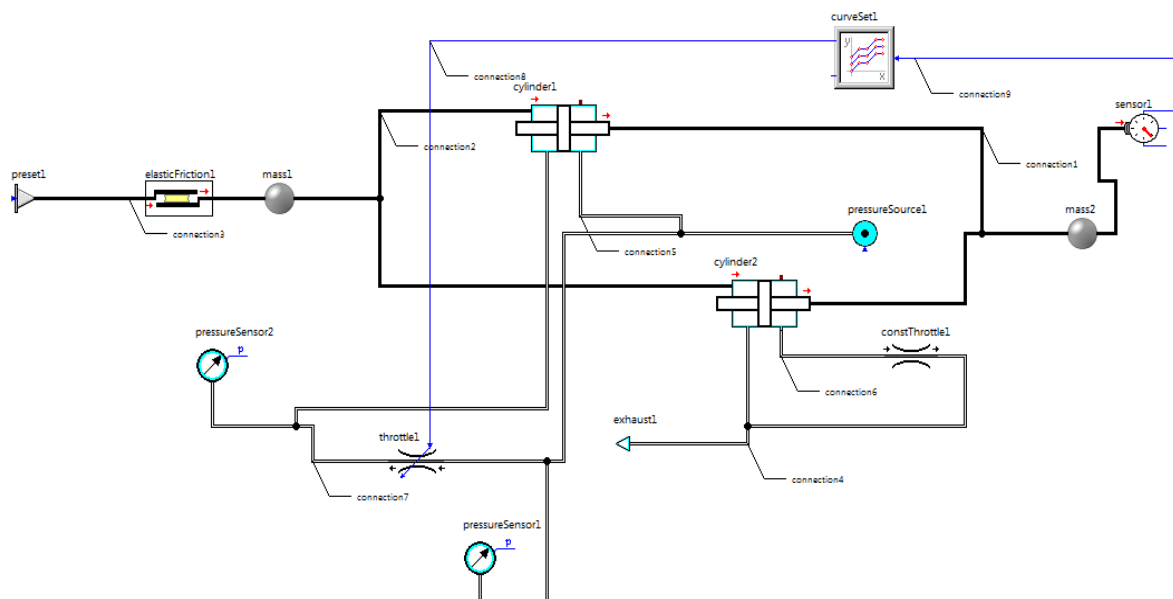


Рисунок 2 – Расчетная схема (вариант) пневмоударной машины в среде IPI SimulationX

На рисунке представлен один из вариантов расчетной схемы, так как при составлении можно учитывать те или иные конструктивные элементы реальной машины. В данном случае изображена схема классической пневмоударной машины с одной управляемой камерой.

В схеме можно увидеть элементы – ударник (mass 2), корпус (mass 1), рабочие камеры (cylinder 1 и 2), другие элементы (throttle, constThrottle, etc.) и связи между ними.

Каждый из элементов в схеме имеет набор своих параметров, который достаточно информативен и позволяет настроить работу каждого элемента под решаемую задачу и в конечном итоге работу всей расчетной схемы (рисунок 3). Здесь есть настройки необходимых результатов для каждого элемента (вкладка Results).

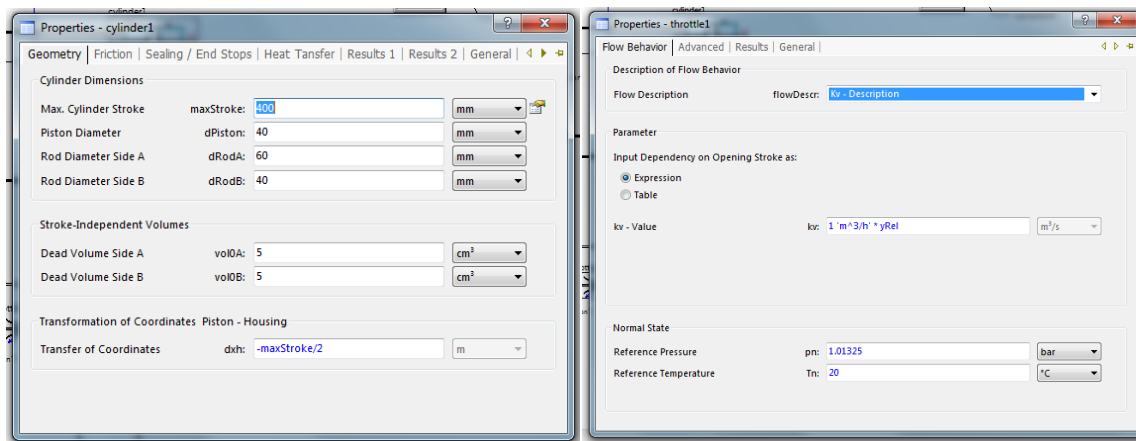


Рисунок 3 – Окна свойств элементов cylinder1 и throttle1

Данная схема в настоящее время обрабатывается, в нее вносятся корректировки. Она позволит проводить изучение работы пневмоударной машины, не прибегая постоянно к экспериментальным исследованиям в случае изменения того или иного параметра, изменения конструкции, добавления нового элемента и тому подобное, так как здесь, имеется возможность производить расчеты, отслеживать результаты и их изменения в виде графиков и таблиц. А это в свою очередь позволит сократить время и деньги на проведение уже обоснованных экспериментов на реальной машине с целью проверки полученных в ходе расчетов данных.

Мы полагаем что такой, в каком-то смысле, новый подход к решению данной задачи позволит расширить и углубить область исследований рабочих процессов пневмоударных машин и их аналогов для инженеров и изобретателей с целью их дальнейшего совершенствования, повышения надежности и качества.