

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАЖИМНОГО МЕХАНИЗМА КОЛЬЦЕВОЙ ПНЕВМОУДАРНОЙ МАШИНЫ

Хмурович А.В.

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

Пневматические машины ударного действия получили широкое применение во многих отраслях народного хозяйства: в горнодобывающей промышленности и строительстве, машиностроении и судостроении, авиационной промышленности и т. д. В большинстве случаев они оказываются единственно целесообразным и высокоэффективным средством механизации трудоемких и тяжелых работ.

Область и масштабы применения пневматических ударных машин продолжают непрерывно расширяться. Обусловлено это их неоспоримыми достоинствами, такими как конструктивная простота и низкая стоимость, малые габаритные размеры и вес при относительно высокой мощности, большая мобильность, надежность и возможность эксплуатации в самых неблагоприятных условиях, безопасность, большой технический ресурс, простота обслуживания и ремонта, низкие эксплуатационные расходы.

Однако, как известно, наряду с важными достоинствами пневматическим машинам ударного действия присущи и некоторые существенные недостатки: низкий общий КПД пневматических установок и значительные уровни вибраций и шума, характерные для пневматических молотков.

В частности, что касается значения КПД кольцевых пневмоударных машин, в зажимном механизме (клиновом захвате) при передаче ударной нагрузки от наковальни к стержневому элементу теряется значительная часть энергии удара (в самотормозящей паре, от упругих деформаций). На рисунке 1 изображена упрощенная схема кольцевой пневмоударной машины. Плюс к выше сказанному у абсолютного большинства зажимных механизмов клиновые элементы не выдерживают достаточно жесткого (ударного) режима работы и очень часто являются причиной неисправной работы, а зачастую остановки работы машины (см. рисунок 2).

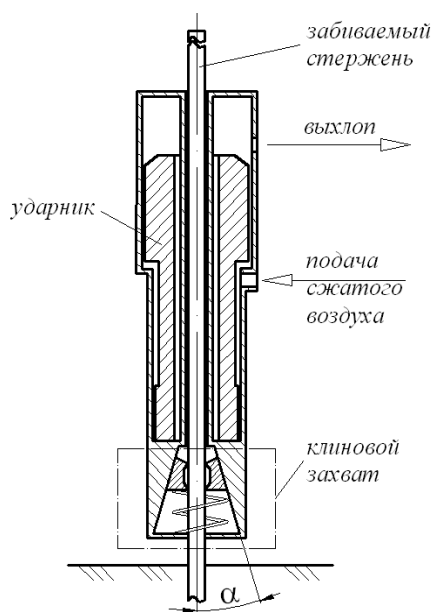


Рисунок 1 – Схема кольцевой пневмоударной машины

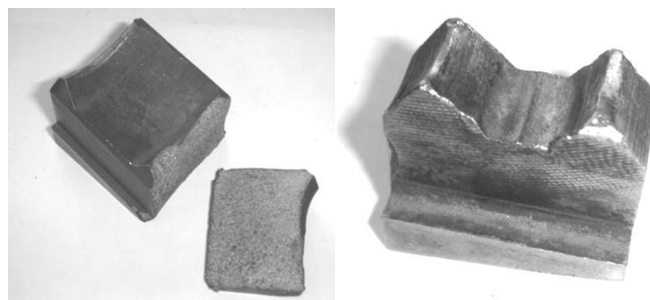


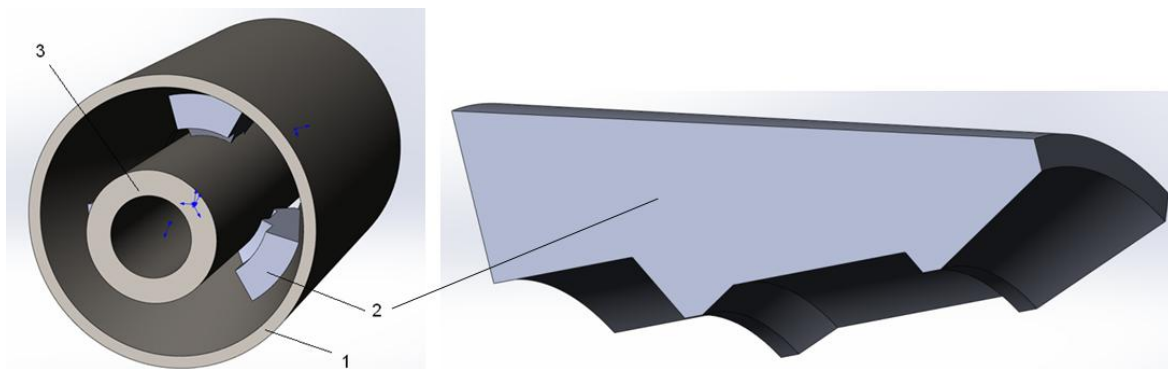
Рисунок 2 – Поломка клинового элемента (кулачка) и износ рабочих кромок

Основное назначение зажимного механизма заключается в передаче стержню ударной осевой нагрузки и восприятии реактивных сил отдачи. Также зажимной механизм должен обеспечивать возможность перехвата стержня, удержания машины на стержне при его затравке в вертикальном положении в неработающем состоянии и удержание кулачков в захвате при освобождении из них стержня. Все эти условия обеспечиваются надёжным силовым или геометрическим замыканием ударного узла.

Конструкций зажимных механизмов существует довольно большое количество, а вот исследований касающихся специфики работы этого узла практически недоступны либо по причине отсутствия, либо по причине редкости. В связи с этим нами предпринимается попытка хоть в какой-то мере осветить этот вопрос.

Для получения полной картины поведения зажимного механизма необходимо составить его расчетную модель, которая бы отражала все режимы работы механизма, была бы удобной и информативной и при этом не занимала бы много времени и средств. Это возможно сделать многими способами, не исключая и натурные эксперименты, но при этом цена вопроса существенно вырастает. Поэтому необходимо искать альтернативные способы получения необходимой информации, чтобы можно было ее использовать более рационально.

Одним из вполне реальных способов нахождения некоторых параметров является использование программного пакета SolidWorks со встроенным пакетом инженерного анализа Simulation (COSMOS). В частности он может позволить определить такой важный параметр рассматриваемой системы как статическую жесткость. Очевидно, качество передачи энергии удара, и соответственно значение КПД не в последнюю очередь зависит от этого параметра. Так же он в определенной мере позволяет обнаружить слабые места конструкции, так как метод конечных элементов для этих целей очень удобен и информативен. На рисунке 3 показана модель зажимного механизма, выполненная в среде SW. Рисунок 4 демонстрирует разбиение модели на конечные элементы.



1 – наковальня, 2 – кулачок; 3 – стержень

Рисунок 3 – Модель зажимного механизма

В данной модели имеются следующие твердотельные элементы: наковальня, кулачки, стержень. Важной особенностью модели является форма контакта наковальни и кулачков. Здесь рассмотрен вариант контакта этих элементов не по идеальной конической поверхности спинки кулачка и наковальни, а случай контакта конуса наковальни с "плечиками" кулачков. Данная постановка обусловлена следующим положением: известен тот факт, что при работе острые зубья кулачков затупляются и в основном реальный контакт наковальни и кулачка не соответствует геометрическому (спроектированному). Поэтому говорить о "сплошном" контакте спинки кулачка и наковальни не имеет смысла. В данном случае как раз и рассмотрен этот случай, другими словами в модели имитировано затупление зубьев на величину порядка 1 мм.

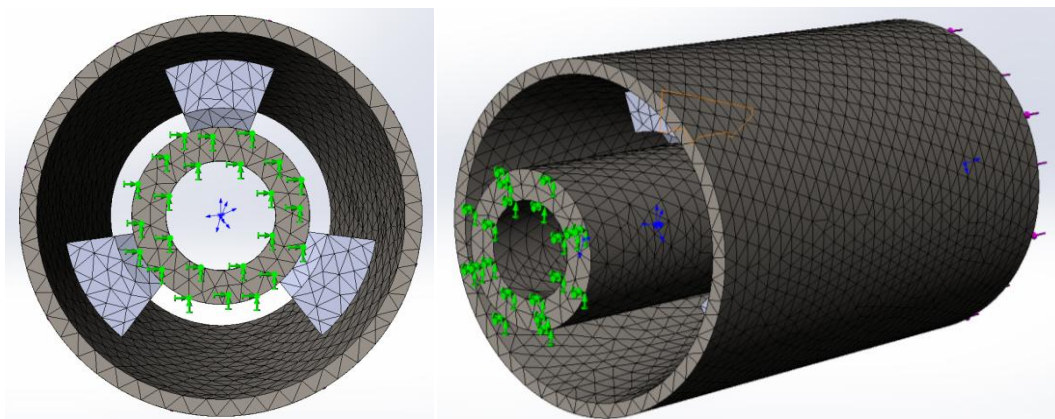


Рисунок 4 – Разбиение на конечные элементы

Результат проведенного машинного эксперимента по определению значения жесткости приведен на рисунке 5. Величина статической жесткости данной модели составила 125МН/м.

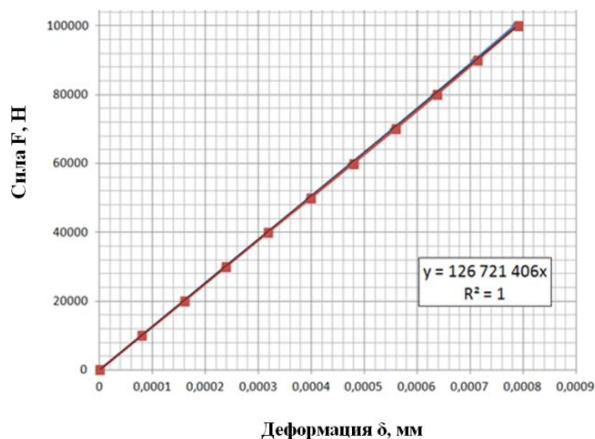


Рисунок 5 – Зависимость деформации (макс. значение) и величины нагрузки

Интересным результатом проведенных расчетов является определение наиболее напряженных мест в рассматриваемой системе. На рисунке 6 представлены различные эпюры полученные при расчете модели. Здесь видно насколько большие напряжения испытывают зубья кулачков. Это говорит о том, что необходимо искать пути к снижению напряжений, так как при ударном режиме ясно – кулачки находятся в еще более сложном напряженно-деформированном состоянии.

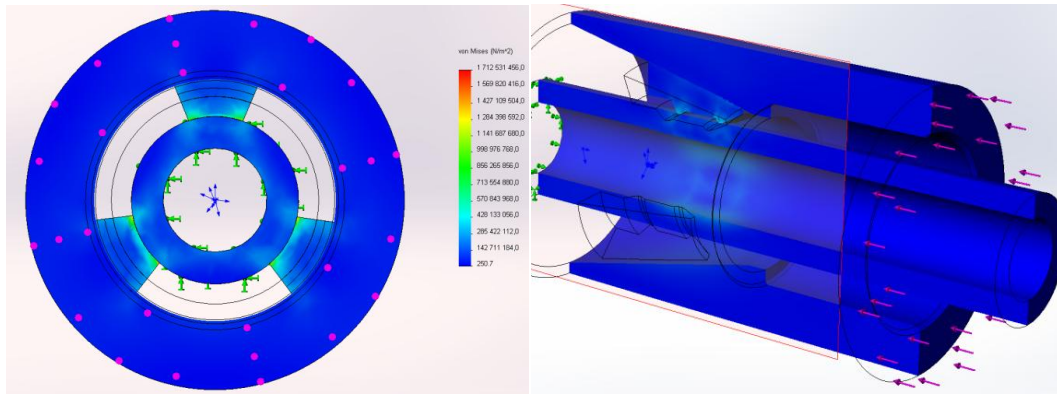


Рисунок 6 – Эпюры напряжений

Конечно, для более полной картины идеально провести и расчет с учетом ударного режима работы, но данный продукт не позволяет это сделать. В связи с этим параллельно создается плоская модель для расчета в оригинальной среде COSMOS-Works.

Стоит отметить, что процесс передачи энергии в системе наковальня-кулачки-стержень имеет очень сложную природу и его исследование не ограничивается решением выше указанных задач. На данном этапе выполнены лишь первые шаги в решении поставленной нами задачи.

В дальнейшем предполагается создание экспериментального стенда, позволяющего проводить статические и ударные эксперименты на образцах зажимных механизмов. Это позволит более детально отработать расчетные модели и получить качественный инструмент в руки инженеров занимающихся созданием и совершенствованием кольцевых пневмоударных машин.