

4. Патент №2062912. Резьбовой вкладыш для постановки в глухое отверстие трехслойной конструкции. Ю.А. Вашуков, В.А. Ларионов. Приоритет от 11.01.93. Опубликовано Б.И. №18, 1996, 27.06.96.
5. Барвинок В.А., Вашуков Ю.А., Поникарова Н.Ю. Определение энергосиловых параметров осадки вкладыша при его постановке в отверстие трехслойной панели. // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 1999. № 4. – С.60 –63.
6. Барвинок В.А., Вашуков Ю.А., Поникарова Н.Ю., Кирилин А.Н. Определение деформированного состояния резьбового вкладыша при его постановке в отверстие трехслойной панели. // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2000. №.2 – С.79-81.
7. Бондалетов В.И., Воронов А.В., Тютюкин В.А. Магнитно-импульсный инструмент для клепки и методика его расчета. // Кузнечно-штамповочное производство. 1984. №7. – С.24-26.

## **РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КЛЕПАЛЬНОГО МОЛОТКА С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВИБРОАКТИВНОСТИ**

Кирилин А.Н., Родин Н.П., Семененко Е.П.,  
Вякин В.Н., Луканенко В.Г.

Завод «Прогресс», Самарский государственный аэрокосмический  
университет, г. Самара

На предприятиях аэрокосмического комплекса широкое распространение получил ручной механизированный инструмент - клепальные пневмомолотки. Однако серьезным недостатком серийных пневмомолотков является высокий уровень вибраций, воздействующих на человека-оператора при проведении клепальных работ, что приводит к ухудшению состояния здоровья работающих (виброболезни) и снижению производительности труда. Положение усугубляется еще тем, что применяемые в настоящее время на аэрокосмических предприятиях пневмомолотки в России сейчас практически не выпускаются, а старые в связи с износом имеют зачастую уровень вибраций выше предусмотренных санитарными нормами.

Эффективными путями защиты человека-оператора от воздействия вибрации являются виброизоляция рукояток и динамическое уравнивание машин [1].

Для динамического уравнивания ударного механизма он дол-

жен содержать две движущиеся массы. Поскольку необходимо уравновешивание машины в целом (уравновешивание ударного механизма не обязательно), в качестве второй движущейся массы (первая масса - ударник) можно использовать корпус ударного механизма. В этом случае корпус не пригоден для использования в качестве рукоятки, так как его вибрации будут большими.

На рис. 1 схематически показана уравновешенная ручная машина, созданная на базе пневмомолотка традиционной конструкции.

В рукоятке 1 установлен с возможностью осевого перемещения корпус ударного механизма 2. Внутри корпуса 2 размещен ударник 3, а в концевой буксе корпуса установлен инструмент 4. Между рукояткой 1 и инструментом 4 установлена проставка 5, связанная со стволом с помощью возвратной пружины 6.

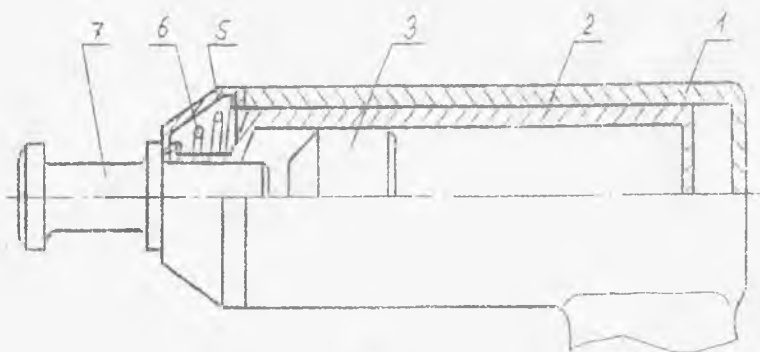


Рис. 1

В рабочем положении на проставку 5 действует сила нажима человека-оператора  $P$ , сила реакции инструмента 4  $N_{\text{и}}$  и сила деформации возвратной пружины 6  $F_{\text{в.п}}$ . При разгоне ударника 3 на корпус 2 ударного механизма действует сила отдачи. При превышении силы отдачи над силой сжатия возвратной пружины корпус 2 начинает движение в направлении от инструмента 4, сжимая возвратную пружину 6. Максимальная сила сжатия возвратной пружины 6 равна

$$F_{\text{в.п}} = F_{\text{в.п. пред}} + \Delta \cdot C_{\text{в.п.}} \quad (1)$$

где  $F_{\text{в.п. max}}$  и  $F_{\text{в.п. пред}}$  - максимальная и предварительная силы сжатия возвратной пружины 6,  $\Delta$  - ход отдачи корпуса,  $C_{\text{в.п.}}$  - жесткость возвратной пружины.

Условие неподвижности проставки 5 (и соответственно рукоятки 1) имеет вид

$$P \geq N + F_{в.п. \max}; P_{\min} = N + F_{в.п. \max}. \quad (2)$$

При малой жесткости возвратной пружины  $C_{в.п.}$  и малом ходе отдачи корпуса можно принять

$$F_{в.п. \max} \approx F_{в.п. \min} \approx F_{в.п.}, \quad (3)$$

Минимальное значение реакции инструмента  $N=0$ , таким образом

$$P_{\min} = F_{сн} = (1 + k) \cdot \frac{1}{T} \cdot \sqrt{2mE_y}, \quad (4)$$

т.е. минимальная сила нажатия человека-оператора, при которой вибрация, обусловленная силой отдачи, действующей на корпус, не передается на проставку и рукоятку и совпадает с наименьшей силой нажатия для идеальной вибробезопасной машины.

Полное отсутствие вибрации рукоятки, проставки и инструмента при силе нажатия равной или большей минимально необходимой возможно только в случае, когда инструмент опирается на абсолютно жесткую деталь бесконечной массы. Кроме того, отсутствие перемещения инструмента означает, что обработка детали не производится. В производственных условиях, например при клепке, рубке и т.п., инструмент перемещается при каждом ударе, и в обрабатываемой детали возбуждаются колебания в широком спектре частот, причем частота и амплитуда вибраций зависит не только и не столько от совершенства машины, сколько от энергии удара, частоты ударов и параметров обрабатываемой детали.

Задачей дальнейшего совершенствования ручной машины является снижение вибраций, передаваемых от инструмента на проставку и далее на рукоятку, а также обеспечение возможно более полного контакта инструмента с деталью (уменьшение амплитуды отскока инструмента от детали).

На рис. 2 показан сборочный чертеж ручной машины ударного действия, созданный на базе клепального молотка КМП-24 с виброизоляцией рукоятки и демпфированием вибраций инструмента.

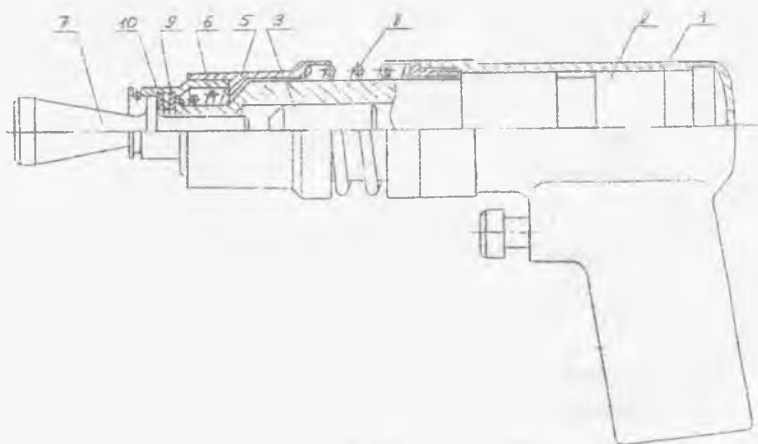


Рис. 2.

В отличие от машины, изображенной на рис.1, рукоятка 1 соединена с проставкой 5 не непосредственно, а через виброизолирующую пружину 8. Между проставкой 5 и инструментом 7 установлен упруго-демпфирующий элемент 10. Между корпусом 2 и проставкой 5 установлен упруго-демпфирующий элемент 9.

Упруго-демпфирующий элемент 10 служит для уменьшения передачи высокочастотных вибраций на проставку 5, гашения вибраций инструмента и облегчает удержание инструмента в рабочем положении. Упруго-демпфирующий элемент 9 служит для смягчения удара при возврате корпуса ударного механизма в исходное положение после отдачи и уменьшения вибраций инструмента и детали, возбуждаемых этим ударом. Теоретически удар корпуса по инструменту в установившемся режиме работы машины можно исключить, однако на практике это затруднительно из-за нестабильности внешних условий (давление в сети, масса и жесткость обрабатываемой детали, влияние отскоков) и необходимости минимизировать длину машины.

Виброизолирующая пружина 8 предназначена для виброизоляции рукоятки от вибраций, возникающих в зоне обработки, причем для обеспечения постоянного поджатия проставки 5 к инструменту 7 и инструмента 7 к обрабатываемой детали сила сжатия пружины 8 должна превышать максимальную силу сжатия возвратной пружины  $F_{в.п \max}$ .

С точки зрения максимальной виброизоляции рукоятки жесткость

виброизолирующей пружины 8 должна быть близкой к нулю, однако "нулевая" жесткость пружины не дает возможности человеку-оператору достаточно точно фиксировать рабочее положение машины (фиксация рабочего положения по перемещению менее удобна, чем по усилию), поэтому жесткость пружины должна подбираться экспериментально в зависимости от условий работы, усилия нажатия, веса машины и т.п. Для клепальных молотков, когда время удержания машины в рабочем положении составляет 1-2 с, жесткость виброизолирующей пружины может быть выбрана близкой к нулю. При этом пуск машины должен осуществляться автоматически после достижения определенного положения рукоятки относительно проставки и, соответственно, относительно исходного положения корпуса ударного механизма.

Разработанный принцип уравнивания ручных машин ударного действия позволяет улучшить вибрационно-силовые характеристики машин традиционной конструкции, т.е. с одним ударником, хорошо зарекомендовавших себя с точки зрения надежности, без увеличения их веса и габаритов. Таким образом, при создании нового молотка была выбрана расчетная схема конструкции, разработана методика его расчета, которая позволила выбрать необходимые геометрические размеры, массы ходовой части и воздухораспределение в ней. В результате были сконструированы и изготовлены опытные образцы нового инструмента, проведена его экспериментальная доводка в условиях производства. Проведенные испытания на специальном стенде, а также при клепке человеком - оператором с замером виброскорости на рукоятке показали, что уровень вибраций не превышает 106 дБ на частоте 125 Гц, что ниже нормативных значений. На других частотах уровень виброскорости еще ниже. Это позволяет сделать вывод о целесообразности производства разработанного типа клепального пневмомолотка.

### Список литературы

1. Гольдштейн Б.Г. Оптимизация формы силовой диаграммы и структуры ударной мощности электрических ручных машин ударного действия с целью улучшения их вибрационно-силовых характеристик// Виброзащита человека-оператора и колебания в машинах. М.: Наука, 1977.