

621.974:621.73.06

РАСЧЕТ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ КОВОЧНЫХ МОЛОТОВ

Канд. техн. наук. Ю.В. ИВАНОВ

Приведена методика расчета виброизолирующей установки ковочного молота.

Традиционный недостаток кузнечных молотов – высокий уровень создаваемых вибраций, возникающих при работе данного оборудования. Источником вибраций является фундамент молота, который проявляет свою виброактивность при работе машины. Рабочее место кузнеца находится на фундаменте молота, поэтому воздействие вибрации на него максимально.

Для штамповочных молотов повышенную виброактивность удастся уменьшить, размещая амортизаторы непосредственно подшаботом молота [1]. В случае ковочного молота, задача осложняется наличием разомкнутой связи шабота со стойками, что вызывает раскачку наковальни и сброс поковок [2]. В существующих установках ковочные молоты устанавливаются на жесткие фундаменты или традиционный инерционный блок [3], что вызывает значительные затраты при монтаже и при эксплуатации, не обеспечивая необходимое снижение вибраций.

Разработаны и прошли апробацию в течение длительного срока составляющего более 15 лет виброизолирующие установки гаммы ковочных молотов, в которых реализована схема виброизоляции штамповочного молота (см.рис.). В разработанных устройствах шабот и стойки молота, связаны между собой опорной рамой и опорами сопряжения стоек с рамой. Шабот на раме установлен на прокладке из конвейерной ленты и снабжен ограничителями смещения с клином. Стойки, опоры сопряжения стоек и рама не имеют взаимного смещения за счет ограничителей навариваемых после сборки молота. Для сочленения элементов станины конструкции виброизолирующей установки используются специальные шпильки с амортизаторами. Рама установлена на амортизаторах, в качестве которых используются железнодорожные рессоры.

Конструкция виброизолирующей установки ковочного молота при ударе ведет себя подобно штамповочному молоту. Сочлененная из элементов, замкнутая станина плавно смещается на рессорах. Вибрации демпфируются внутри системы и на фундамент не передаются. После ударное перемещение опорной рамы достигает 0.011-0.02 м, время затухания колебаний – 0,1-0,3 с. При скорости падающих частей перед ударом до 6,4 м/с, собственная

частота колебаний конструкции составляет 2,6 – 3,8 Гц. Параметры вибраций фундамента следующие: виброперемещение – 0,00015 м; виброскорость – 0,005 м/с. Таким образом, полученные параметры вибрации при сопоставлении с ГОСТом 12.1012 – 90 соответствуют нормам.

Представляет научно-практический интерес расчет виброизолирующих установок коловых молотов, который обеспечивает получение вышеуказанных параметров вибрации. Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определяем скорость падающих частей перед ударом

$$V_{\sigma} = \sqrt{\frac{2E_k}{m_{\sigma}}}, \quad (1)$$

где E_k - энергия удара; m_{σ} - масса бабы молота.

2. Определяем послеударную скорость шабота с рамой молота

$$V_{ш} = \frac{V_{\sigma}(1 + \varepsilon)}{1 + \frac{m_{шп}}{m_{\sigma}}}, \quad (2)$$

где ε - коэффициент восстановления скорости при ударе;

$m_{шп}$ - суммарная масса молота с рамой.

3. Кинетическая энергия движения всей конструкции

$$E_{кк} = \frac{m_{шп} V_{ш}^2}{2} \quad (3)$$

4. Расчетная жесткость подшаботных амортизаторов

$$C_{ш} = \frac{E_{кк} + \sqrt{E_{кк}(E_{кк} + 2\lambda K_{\sigma} m_{шп} g)}}{\lambda^2} + \frac{m_{шп} g K_{\sigma}}{\lambda}, \quad (4)$$

где λ - рабочая стрела прогиба рессоры; g - ускорение свободного падения;

K_{σ} - динамический коэффициент увеличения жесткости рессоры в отличие от статической жесткости.

5. Статическая жесткость рессор

$$C_{ш}^{cm} = \frac{C_{ш}}{K_{\sigma}} \quad (5)$$

6. Количество рессор

$$n = \frac{C_{ш}^{cm}}{C_p}, \quad (6)$$

где C_p - жесткость одной рессоры.

7. Статическая осадка конструкции на рессорах

$$\Delta_{cm} = \frac{m_{mp} g}{C_{iu}} \quad (7)$$

8. Парциальная, динамическая частота колебаний конструкции

$$f_{iu} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_{iu} K_o}{m_{mp}}} \quad (8)$$

9. Динамическое (послеударное) перемещение конструкции

$$\Delta_o = \frac{V_{iu}}{2\pi f_{iu}} \quad (9)$$

10. Условие отсутствия отека рамы от рессор

$$\Delta_o \prec \Delta_{cm} \quad (10)$$

11. Определение действующих напряжений изгиба рессоры

$$\sigma = \frac{1,5 C_p (\Delta_{cm} + \Delta_o) I_r}{n b h^2} \leq [\sigma_{-1}] \quad (11)$$

где $[\sigma_{-1}]$ - предел выносливости материала рессоры при симметричном цикле нагружения.

12. Проверка условия затухания колебаний конструкции до следующего удара.

Учитываем, что при опирании рессор коренными листами в башмаки величина демпфирования обеспечивает затухание колебаний за полупериод колебаний. Определим время полупериода колебаний при парциальной частоте колебаний виброизолирующей установки

$$t = \frac{1}{2 f_{iu}} \quad (12)$$

Время между ударами молота

$$t_0 = \frac{60}{N}, \quad (13)$$

где N - число ударов молота.

Условие затухания колебаний до следующего удара $t \prec t_0$

Таким образом, предложенная методика позволяет рассчитать параметры виброизолирующей установки ковочного молота и обеспечить снижение вибраций до допустимых значений по виброперемещению – в 6 раз, по виброскорости – в 30 раз с учетом санитарных норм. Эксплуатация аналогичной конструкции виброизолирующей установки 5т ковочного молота на одном из предприятий, выполненной по вышеприведенной методике, подтвердила свою работоспособность и эффективность в течение более 16 лет. Указанные конструкции рекомендуются к внедрению в кузнечных цехах для повышения безопасности труда на рабочих местах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климов И.В. и др. Виброизоляция штамповочных молотов. – М.: Машиностроение, 1979. – 134с.
2. Жачкин Ю.В., Лапин С.К. Фундамент ковочного молота с м.п.ч. 3 т мод. М134А с подрессоренным шаботом // Кузнечно-штамповочное производство. – 1976. - № 3. – С.22-24.
3. Проектирование, строительство и эксплуатация виброизолированных фундаментов для штамповочных и ковочных молотов с весом падающих частей до 16т. (Руководящий материал). – Воронеж: ЭНИКМАШ, 1967. – 83с.