

ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ГАШЕНИЯ ВИБРАЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МОЛОТКОВ

В. И. БАБУРОВ, В. Ф. ГОРБУНОВ, В. М. РАЗИН, И. Г. СМЫШЛЯЕВА
А. В. ТРИХАНОВ

(Представлена семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Исследования изоляции и гашения вибрации ручных машин ударного действия различного назначения, оказывающих вредное воздействие на организм рабочего, являются в настоящее время исключительно актуальными [1]. Эти исследования проводятся экспериментально и теоретически. Каждому из этих путей свойственны определенные допущения.

При экспериментальных исследованиях, которые проводятся на специальных испытательных стендах, усилие нажатия на рукоятку молотка производится пневмоподатчиком, основную часть которого представляет шток с поршнем определенной массы [2], пружинным устройством [3], а также совместно массой с пружиной [4]. Естественно, что каждое подающее устройство характеризуется конкретными динамическими свойствами, которые с различной степенью верности объективности имитируют действие человека на рукоятку молотка. По этому поводу в литературе имеются противоречивые мнения.

В СССР наибольшее распространение получили пневматические подающие устройства с весом поршня и штока от 1 (кг) до 3 кг [2]. Считают, что часть массы руки рабочего участвует в динамике колебаний корпуса молотка и поэтому влияет на результаты эксперимента. Точные данные по учету этого влияния нам не известны.

В работах немецких ученых Шеффлера, Дикмана, Шлобаха и др. [3,5] предлагается создавать такие механические модели человека, которые характеризовались бы величиной импеданса от 10 до 30 кг.сек/м, то есть утверждается, что действие человека на молоток эквивалентно влиянию вязкого трения.

Иногда при экспериментальных исследованиях усилие нажатия осуществляется рукой.

При теоретических исследованиях принимается еще большее число допущений ввиду сложности составления и решения нелинейных дифференциальных уравнений, которые описывают работу молотка в реальных условиях [6]. Из-за существенных допущений результаты теоретических и экспериментальных исследований в большинстве случаев резко отличаются между собой. Особенно грубыми являются допущения относительно характера изменения возмущающих сил, физических свойств обрабатываемой среды, взаимодействия между человеком и рукояткой молотка, относительно движения всех составных частей молотка.

Обычно при всех теоретических исследованиях принимается, что возмущающая сила изменяется по гармоническому закону с фиксированной осью; физические свойства обрабатываемой среды по существу никак не учитываются, так как движение ударника и инструмента не рассматривается, а буртик инструмента заменяется неподвижным ограничителем; масса рабочего предполагается бесконечной, что позволяет сводить его влияние на молоток к постоянной силе. В ряде случаев не учитывается трение, удар считается не упругим.

На основании теоретических исследований при подобных допущениях установлено, что при проектировании молотка нельзя произвольно выбирать частоты возмущающей силы, так как можно попасть в одну из резонансных зон субгармоник. Рабочий диапазон частот должен выбираться между резонансными пиками. Это вносит существенные ограничения и усложняет расчет вибрационных параметров машин ударного действия.

Полученные зависимости при этих исследованиях не пригодны для количественной оценки параметров вибрации; в основном они используются для определения условий, при которых возможен резонанс.

Появление средств вычислительной техники дало возможность проводить теоретические исследования, связанные с вибрацией ручных машин ударного действия, на более высоком научном уровне [7, 8].

Нужно отметить, что в настоящее время для исследования динамических систем все шире начинают применяться электронные моделирующие установки. Их применение связано с использованием метода математического моделирования, которое по общему признанию есть продолжение эксперимента, но другими средствами, а именно, с помощью средств вычислительной техники.

Метод электронного моделирования уже нашел применение для исследования процессов канатно-ударного бурения, при исследовании виброударников, при исследовании вибрационных характеристик рессор транспортных машин, при исследовании внутренних процессов в пневматических молотках.

Нами метод электронного моделирования впервые применен для исследования изоляции и гашения вибрации ручных машин ударного действия, позднее подобные исследования стали проводиться в Новосибирском электротехническом институте для электромагнитных молотков, в институте горного дела СО АН СССР.

В предыдущих наших исследованиях рассматривалась вначале [7] система «упругий ограничитель — упругий элемент — рукоятка» с учетом вязкого трения при синусоидальной форме возмущающей силы при коэффициенте восстановления скорости корпуса, равном единице, а затем [8] та же самая система с менее жесткими допущениями. В частности, производилось варьирование коэффициента восстановления скорости корпуса при его ударах о неподвижный ограничитель в пределах от 0 до 1, синусоидальная форма возмущающей силы имела соответствующее смещение своей оси ввиду неравенства сил, действующих на корпус молотка при рабочем и холостом ходах ударника.

Результаты этих работ выявили только одно резонансное явление для корпуса, причем оно практически не сказывается на плавные движения рукоятки.

Это, безусловно, новый положительный факт, позволяющий не опасаться снижения эффекта виброизоляции при неблагоприятных колебаниях корпуса молотка. Он позволяет по-новому подходить к вопросу расчета упругого звена.

Метод электронного моделирования дает возможность идти дальше по пути более полного отражения всех факторов, влияющих на вибрацию корпуса ручной машины ударного действия, по пути исследования других способов изоляции и гашения вибрации.

За последнее время для целей изоляции и гашения вибрации практическое применение в некоторых моделях пневматических молотков, при теоретических исследованиях получили следующие усовершенствования:

а) создание моделей машин с виброгасящими устройствами (упругими рукоятками, отделенными от корпуса молотка с помощью пружин, пневматических камер и т. д.);

б) уменьшение вибрации от обратных ударов инструмента путем использования различных упругих элементов, устанавливаемых между корпусом молотка и буртиком инструмента;

в) применение рукояток инструментов из эластичных материалов;

г) создание моделей машин, работающих с использованием измененного цикла — «цикла Суднишникова».

В последнее время многие стали придерживаться мнения, что борьба с вибрацией должна осуществляться комплексно, путем использования различных способов.

В связи с этим в настоящее время к электронной модели ручной машины ударного действия должны быть предъявлены следующие требования;

1) в модели должно учитываться движение всех составных частей молотка со всеми возможными их взаимодействиями;

2) модель должна позволять учитывать влияние различных причин (взаимодействие частей, параметры и условия применения молотка) на вибрацию.

3) модель должна быть удобна для исследования эффективности различных способов борьбы с вибрацией, применяемых как в отдельности, так и в комплексе;

4) модель должна быстро и с достаточной точностью фиксировать и обрабатывать результаты исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Малинская. Гигиеническая оценка механизированного инструмента. *Машиностроитель*, № 8, 1963.
2. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, В. Ф. Горбунов, Д. Н. Маликов. Бурильные машины. Госгортехиздат, 1960.
3. E. Schlobach. Bestimmung der Leistung von Drucklufthämmern mit dem Einheitsprüfgerät Gluckauf, Nr 2, 1, 37, S. 29—40.
4. O. Voigt. Kennzeichnung des Rückstoßes von Druckluftnerkrengen. Gluckauf, Nr. 38, 1932, S. 848—850.
5. H. Scheffler. Die Mechanik des Rückstoßes von Druckluft — Schlagwerkzeugen. Gluckauf, Nr. 15/16, S. 404—410, 1954.
6. В. И. Копылов. Некоторые вопросы теории отдачи в машинах ударного действия. Канд. дис. ТПИ, Томск, 1959.
7. В. Ф. Горбунов, А. В. Триханов. Исследование колебаний отбойного молотка с упругой рукояткой на электронной модели. Механизмы и машины ударного, вращательного и вращательно-ударного действия. Межвузовский сборник трудов, вып. I, Новосибирск, 1963.
8. В. Ф. Горбунов, В. М. Разин, А. В. Триханов. Некоторые результаты моделирования колебаний пневматических молотков с виброизоляционными устройствами. Труды конференции «Математические методы в горном деле», часть I, Изд. СО АН СССР, 1963.