

РАЗДЕЛ IV ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

УДК 621.974

Колотов Ю. В.
Сосенушкин Е. Н.

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ БЕСШАБОТНОГО МОЛОТА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ МЕХАНИЗМОМ СВЯЗИ

По завершению изготовления первых экспериментальных образцов молотов штамповочных: МШ-6,3; МШ-16; МШ-250 встал вопрос о разработке программы испытаний БШМГС модели МШ при сдаче их в эксплуатацию.

Опыт создания гидромолота модели «Сибирь» и молота с двусторонним ударом модели «Ермак» показал, что внедрение на промышленных предприятиях не отработанных конструкций, без выявления и устранения, возможных их недостатков приводит к длительным простоям на модернизацию и ремонт, что снижает интерес промышленности к новым видам кузнечно-штамповочного оборудования (КШО) [1].

В настоящее время существуют методики сдачи новых конструкций КШО в производство, запуск их в эксплуатацию по завершению капитального и профилактического ремонта. С этой целью проводят стендовые, эксплуатационные испытания, комплексные экспериментальные исследования различных видов кузнечно-штамповочных машин [2]. Сведений о наличии методики испытаний при передаче шаботных и бесшаботных молотов в производство не обнаружено.

При создании МШ-250, уже на стадии разработки эскизного проекта, в соответствии с рекомендациями ЕСКД, была изготовлена действующая модель конструкции согласно теории подобия в масштабе по отношению к натуре. За главный параметр, определяющий технологические и конструктивные характеристики БШМГС, была принята скорость v_0 , равная сумме скоростей верхней и нижней ударных масс перед ударом. Её назначили по рекомендации технологов, под конкретные техпроцессы, максимальные значения которой для конкретных моделей составляют: для модели МШ-3 – до 10 м/с, а для модели МШ-16 до 16 м/с. Для испытаний МШ были разработаны программы их проведения, включающие: приёмочные, эксплуатационные и испытания на надёжность.

Машины ударного действия проходят проверку на соответствие заданным техническим параметрам в процессе приёмсдаточных испытаний. БШМГС модели КЖН, производства завода Шмералья «Чехия», пользующиеся большим спросом в инструментальной промышленности, сдают заказчику деформированием стальных крешеров. По результатам испытаний, в процессе которых замеряют параметры конструкции машины измерительной аппаратурой, составляют рабочую диаграмму: сила удара – деформация. По диаграмме устанавливают диапазон деформаций поковки и максимальную силу удара, превышение которых приведёт к нарушению работоспособности конструкции оборудования [3].

Энергию удара, скорость ударных масс, давление энергоносителя и другие параметры, измеренные в результате приёмочных испытаний, записывают в формуляр (паспорт) и передают вместе с оборудованием эксплуатационникам.

Ударный характер приложения силы молота приводит к сложному воздействию на конструкцию машины и окружающее его оборудование. Наиболее опасны динамические

силы, возникающие при ударах и сопровождающиеся вибрационным воздействием на узлы и детали машины, а так же на окружающую среду: человека, оборудование, сооружения. Возникающие при вибрациях инерционные силы могут вызвать напряжения, превышающие пределы прочности и выносливости конструктивных элементов машин и зданий. Наибольшую опасность для оборудования и окружающей его среды, представляет наложение в них колебаний с появлением резонансных частот. Для выявления таких напряжений в конструкции, проводят длительные испытания на нагрузки, приближённые к эксплуатационным.

В настоящее время ШМ и БШМ, в том числе и БШМГС, испытывают на надёжность в процессе эксплуатации на производстве. Возникновение неполадок в конструкции в производственных условиях приводят к длительным простоям на дорогостоящий ремонт. Одним из таких примеров является устранение недостатков на молоте БМ-1500 на Чебаркульском металлургическом заводе (ЧМЗ) [4].

Целью статьи является разработка методики испытаний бесшаботного молота с гидравлическим механизмом связи (БШМГС).

Для проведения испытаний моделей МШ на надёжность было разработано устройство [5], с помощью которого наносятся удары в автоматическом режиме, имитирующие нагрузки, возникающие при технологической операции штамповки.

Устройство для испытаний конструкции БШМГС модели МШ представлено на рис. 1, а

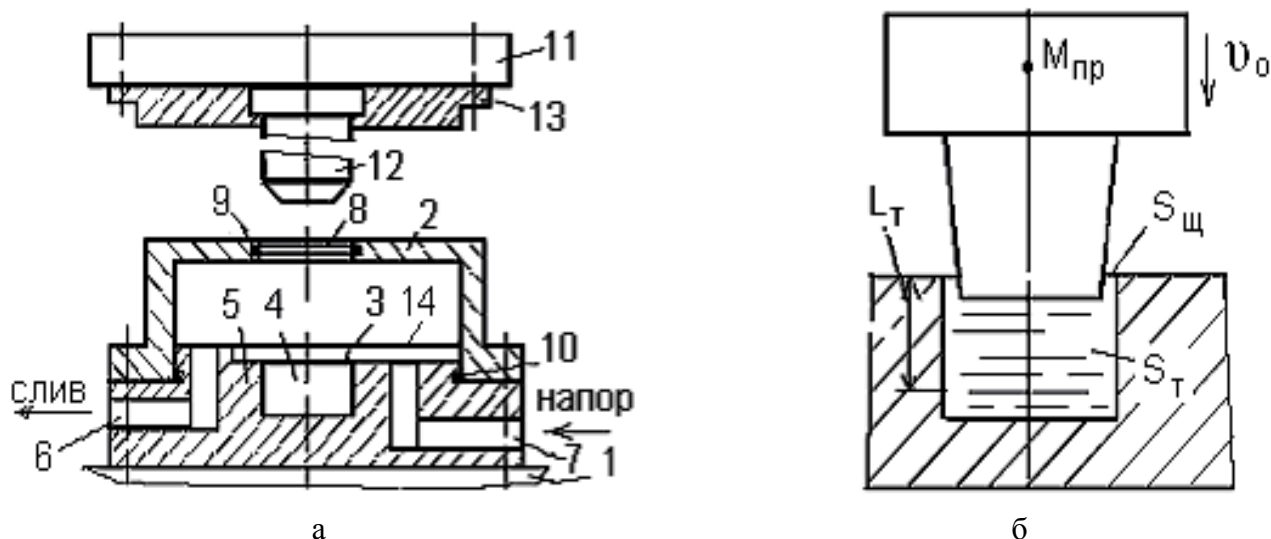


Рис. 1. Конструкция (а) и расчётная схема (б) устройства для многоцикловых испытаний машин ударного действия

Оно состоит из корпуса 5 с крышкой 2, в котором выполнено глухое центральное отверстие 4, углубление 3 и отверстие 7, соединённое с напором, отверстие 6 – со сливом. Корпус 5 закреплён на нижней ударной массе 1. В крышке 2 выполнено отверстие 8 для перемещения в полость глухого отверстия 4 пуансона 12, закреплённого посредством пуансона держателя 13 на верхней ударной массе 11. Наружная поверхность пуансона 12 спрофилирована так, что при перемещении его в полость глухого отверстия 4, между его наружной образующей и внутренней поверхностью отверстия 4 образуется зазор, обеспечивающий сопротивление истечению жидкости из полости 4 в атмосферу в пространство между крышкой 2 и корпусом 5 под постоянным давлением. Поверхность 3 расположена ниже поверхности 14 отверстия 6, что обеспечивает гарантированный слив из полости 4 при нанесении удара. В устройстве, представленном на рис.1, а, кинетическая энергия ударных масс 1 и 11 переходит в потенциальную энергию сжатия жидкости, подаваемой в него по каналу 7 и вытекающей по каналу 6, что обеспечивает гарантированное заполнение тормозной полости 4.

В качестве рабочей жидкости используется вода. При ударах, вследствие её сжатия в полости 4, вода нагревается. Циркуляция жидкости по замкнутому циклу: насос-устройство-бак-насос охлаждает воду, увеличивая тем самым продолжительность испытаний.

Расчётная схема устройства представлена на рис. 1, б. При расчётах считали жидкость несжимаемой, а коэффициент сопротивления истечению жидкости сквозь щель тормоза $\xi_{щ}$ постоянным на всём пути торможения. Ударные массы приобретают при разгоне кинетическую энергию:

$$T_{эф} = 0,5M_{np}g_0^2, \quad (1)$$

где M_{np} – приведённая масса ударных частей молота;

g_0 – относительная скорость масс при разгоне.

Полагали, что нижняя ударная масса 1 неподвижна, а уравнение движения верхней ударной массы 11 с пуансоном 12, общей массой M_1 , записывали в виде дифференциального уравнения 2-го порядка:

$$M_1\ddot{X}_1 = p_0S_0 - 0,5\xi_{щ}\rho S_0g_u^2, \quad (2)$$

где $\xi_{щ}$ – коэффициент сопротивления щели;

ρ – плотность рабочей жидкости (воды);

p_0 – начальное давление жидкости;

S_0 – площадь поперечного сечения полости 4;

v_u – скорость истечения жидкости сквозь кольцевую щель, образованную между пуансоном и внутренней поверхностью полости 4.

По закону сохранения масс записывали уравнение неразрывности движения жидкости в полости 4 в зависимости от скорости пуансона:

$$g_u = g_0S_0 / S_{щ}, \quad (3)$$

где g_u – скорость истечения жидкости через кольцевую щель,

$S_{щ}$ – площадь кольцевой щели между поверхностями отверстия и пуансона.

Подставляя g_u из (3) в выражение (2), нашли, считая силу торможения постоянной, площадь щели $S_{щ}$, в зависимости от величины тормозного пути L_m и площади $S_{кщ}$ кольцевой щели, определяемой технологической посадкой пуансона 12 в отверстии матрицы 5:

$$S_{щ} = g_0S_0[\rho S_0\xi(L_T - x)] / (M_1g_0^2 + 2p_1j_1S_0L_T)^{0,5} + S_{кщ}, \quad (4)$$

где x – текущая координата перемещения пуансона 12;

j_1 – коэффициент, учитывающий снижение давления p_1 сжатого воздуха в пневмоприводе молота, $j_1 = 0,8$;

ρ – плотность жидкости, в данном случае воды, равная $\rho = 10 \text{ кН/м}^3$.

При расчёте задают величину тормозного пути L_m и координату x . Начало их отсчёта начинают с верхней плоскости 3 корпуса 5. Тормозную площадь S_0 находят из равенства эффективной энергии молота потенциальной энергии сжатия рабочей жидкости в тормозной полости устройства. Аналогичное устройство может быть использовано для испытаний машин ударного действия, других конструкций.

Испытания БШМГС модели МШ на вибрационные нагрузки проводили в автоматическом режиме, ударами бойка по бойку, с максимальной эффективной энергией, приводящей к вибрациям конструкции и окружающей среды, для создания максимальных нагрузок на элементы конструкции и фундамент. Контролю подвергали узлы, в которых прогнозировали износ и разрушение, как от сил трения, так и от контактных давлений. К ним относили

сочленения: боковой шток – верхняя ударная масса, центральный шток – нижняя ударная масса. В течение 2-х месяцев испытаний, на молоте МШ-4 было сделано порядка 530 тыс. ударов бойка о боёк.

Испытания показали, что работоспособность молота без амортизаторов боковых и центрального штока, с отдельно выполненными штоками и бабами не нарушена. Наблюдения показали, что в процессе испытаний поверхности контактов ударной массы и штока, прирабатывались друг к другу. При последующих ударах молота размеры контактных поверхностей боковых и центрального штоков не изменились.

Результаты испытаний, остановки, неполадки в конструкции фиксировали в журнале и вносили в паспорт молота.

Эксплуатационные испытания конструкции МШ проводили, реализуя конкретные технологические процессы полугорячей и горячей штамповки. Проверяли работоспособность узлов выталкивателя и крепления штампов при штамповке поковок в закрытом штампе. Определяли влияние температуры штампов, ударных масс и окалины на зазоры в направляющих. Имитировали возникновение неполадок типа налипания штампуемого металла на пуансон с матрицей и их схватывание, нанесение ударов с недостаточной для штамповки энергией, когда отсутствует отскок ударных масс друг от друга и т. п. Эксплуатационные испытания молота проводили при штамповке мелких партий промышленных поковок, что позволяло проверять конструкцию в условиях, приближённых к промышленным. Была отобрана номенклатура мелких поковок из легированных сталей и сплавов, быстро остывающих при штамповке на прессе, а так же детали, которые изготавливали механической обработкой. Коэффициент использования материала (КИМ), при изготовлении таких деталей мелкими сериями на заводе был мал, и не превышал 0,3. Штамповкой на МШ-6,3 повысили КИМ до 0,7 [6].

ВЫВОДЫ

1. При разработке и передаче в эксплуатацию новой конструкции БШМГС необходимо проводить его сдаточно-приёмные испытания на надёжность, вибрационные и эксплуатационные нагрузки.

2. Для проведения испытаний машин ударного действия на надёжность рекомендуется применять устройство, имитирующее нагрузки, возникающие при технологической операции штамповки, и позволяющее наносить удары в автоматическом режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотов Ю. В. *Гидравлические бесшаботные молоты (Аналитический обзор) № ГР.810360.85 / Ю. В. Колотов. – 1986. – 39 с.*
2. Бочаров Ю. А. *Кузнечно-штамповочное оборудование: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Ю. А. Бочаров. – М.: Академия, 2008. – 480 с.*
3. Борек Л. *Кузнечно-прессовое оборудование для кузнечных цехов / Л. Борек // Чехословацкая тяжёлая промышленность. – 1978. – № 9. – С. 10–19.*
4. *Исследование бесшаботного молота с энергией удара 150 тс. м. (Этап 2): [отчёт] / ВНИИметмаш; рук. работы Ю. А. Зимин. – № ГР Б533761. – Москва – Краматорск, 1975. – 29 с.*
5. А. с. 1497046 (СССР). *Устройство для многоцикловых испытаний машин ударного действия / В. И. Гудков, О. М. Гудкова, Ю. В. Колотов. – Опубл. в Б.И. 1989, № 28.*
6. Колотов Ю. В. *Разработка новой конструкции и методики проектирования бесшаботного молота с гидравлическим механизмом связи ударных масс: дис. канд. техн. наук; 05.03.05 / Ю. В. Колотов. – М.: Новосибирск, 1984. – 208 с.*

Колотов Ю. В. – канд. техн. наук, доц. МГТУ «Станкин»;

Сосенушкин Е. Н. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МГТУ «Станкин».

МГТУ «Станкин» – Московский государственный технологический университет, «Станкин», г. Москва, Россия.

E-mail: sen@stankin.ru