

ОСАДКА НА КОВОЧНЫХ МОЛОТАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БАБЫ МОЛОТА С НАПОЛНИТЕЛЕМ

Лавриненко В.Ю., Феофанова А.Е.,

Московский государственный машиностроительный университет

В настоящее время ковка и горячая объемная штамповка на молотах являются одними из основных способов получения высококачественных и точных заготовок (поковок) деталей различных форм и размеров, обладающих требуемыми стабильными механическими свойствами.

Основными преимуществамиковки и горячей объемной штамповки на молотах являются небольшая продолжительность процесса деформирования (не более 0,01с), обеспечивающая минимальное остывание поверхности нагретой заготовки; возможность получать крупные поковки массой в несколько тонн и длиной до нескольких метров; необходимость сравнительно небольших сил деформирования для изготовления относительно крупных по массе и сложных по конфигурации поковок, и, вследствие этого, возможность использования оборудования относительно небольшой мощности; - применение универсальных машин и универсального инструмента, что снижает затраты на оборудование и инструмент в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Эффективность ударного деформирования при ковке и штамповке на молотах определяют коэффициентом полезного действия (КПД) удара, который равен отношению работы пластической деформации заготовки к энергии падающих частей молота.

Главным недостаткомковки и штамповки на молотах является низкий КПД удара вследствие кратковременности ударного деформирования заготовки, а также потерь энергии на упругую деформацию поковки и деталей молота, трение и смещение центра взаимодействующих масс. Это снижает КПД всего молота и повышает расход энергии.

Ударное деформирование заготовки на молоте происходит за счет энергии падающих частей молота. Согласно данным, полученным отечественными и зарубежными учеными исследователями ударных процессов (Б. Сен-Венан, Н.А. Кильчевский, В. Гольдсмит, Г. Кольский, С.П. Тимошенко, Х.А. Рахматуллин, В.В. Соколовский, Г.С. Шапиро, Г.В. Степанов, Ю.В. Беляев, В.С. Ленский, Дж. Коллинз и другие), вследствие импульсного характера нагрузки в деформируемой заготовке возникают возмущения – продольные и поперечные волны упругой и пластической деформации и напряжений. Продольные волны вызывают линейные смещения элементов заготовки, поперечные волны приводят к появлению сдвиговых деформаций, изменяющих ее форму.

За фронтом волны стержень деформирован, а частицы материала движутся. Перед фронтом волны стержень недеформирован и находится в состоянии покоя. Если амплитуда деформации в волне столь велика, что возникающие напряжения превосходят предел упругости материала заготовки, то при прохождении волны в веществе появляются пластические деформации. В этом случае в стержне начинают распространяться упругие и пластические волны напряжений, называемые упругопластическими волнами. В результате возникает упругая и пластическая деформация заготовки.

При достижении опертого торца заготовки упругопластическая волна отражается и начинает двигаться в обратном направлении до ударного торца заготовки. При этом если увеличить продолжительность удара (время контакта верхнего бойка молота и заготовки), то увеличится количество и продолжительность прямого и обратного

прохождений волн упругопластической деформации по заготовке, что увеличит величину пластической деформации заготовки.

Кроме этого, увеличение продолжительности удара приведет к уменьшению скорости деформации при деформировании заготовки на молоте, что приведет к снижению сопротивления деформированию и повышению пластичности.

Таким образом, за большее время деформирования заготовки от падающих частей молота будет передана большая энергия пластической деформации, что увеличит КПД удара. Повышение КПД удара позволит повысить КПД работы молота, снизить расход энергии и затраты на производство, а также повысить производительность.

Были проведены экспериментально-теоретические исследования процесса осадки заготовок стандартной бабой копра и бабой копра с наполнителем, имеющих одинаковую массу 22,4 кг.

Баба копра с наполнителем была заполнена шариками из стали ШХ15 диаметром $D_{шар} = 1; 2; 6$ и 12мм. При этом отношение массы шариков к общей массе бабы составляло 0,15; 0,25 и 0,35. Для обеспечения необходимой общей массы бабы с наполнителем, равной 22,4 кг, варьировали массой крышки бабы.

Стандартную бабу и бабу копра с наполнителем сбрасывали с высот: 0,5; 1,25 и 2 м, которым соответствовали теоретические (3,13; 4,95 и 6,26 м/с) и фактические скорости движения бабы с момент соударения с заготовкой (3; 4,8 и 6 м/с). Разницу между теоретическими и фактическими значениями скоростей можно объяснить потерями на трение в направляющих копра.

При осадке заготовок на копре проводили видеосъемку процесса с помощью скоростной видеокамеры «FASTVIDEO-250» с частотой 3000 кадров/с.

Далее при обработке полученных видеоизображений процесса осадки были определены: продолжительности нагрузочной T_1 и разгрузочной T_2 фаз удара, полная продолжительность удара T_y , пластическая деформация заготовок ΔH_n на нагрузочной фазе удара и относительная деформация заготовок ε_n .

Было установлено, что при осадке заготовок бабой с наполнителем происходит существенное увеличение продолжительности нагрузочной фазы удара T_1 (до 1,6 раза), относительной деформации заготовок ε_n (до 1,5 раза), снижение силы деформирования (до 1,3 раза), увеличение работы пластической деформации и КПД удара (до 1,35 раза) по сравнению со стандартной бабой. При этом наиболее существенное влияние имело место при использовании бабы с шариками $D_{шар} = 12$ мм и отношением массы шариков к общей массе бабы 0,15.

Выводы:

1. В результате проведенных экспериментально-теоретических исследований процесса ударного деформирования при осадке заготовок было установлено, что увеличение продолжительности нагрузочной фазы удара (до 1,6 раза) при осадке бабой с наполнителем приводит к существенному увеличению степени деформации заготовок (до 1,5 раза), снижению силы деформирования (до 1,3 раза) и увеличению работы пластической деформации и КПД удара (до 1,35 раза) по сравнению с осадкой стандартной бабой.

2. Установленная возможность повышения эффективности ударного деформирования на ковочных молотах путем увеличения продолжительности удара позволит повысить КПД и производительность молота, снизить расход энергии и затраты на производство.

3. Полученные данные можно использовать в технологических целях при ковке и штамповке для удержания бабы молота в нижнем положении и получения «прилипающего» удара, например, при правке или калибровке поковок.