

Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

Издатель

ФГБОУ ВПО «МГИУ»

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 1'2012

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

В номере

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

Ганиев Р.Ф., академик РАН, директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Скопинский В.Н., д.т.н., проф. (МГИУ)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Алешин Н.П., академик РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Асташев В.К., д.т.н., проф. (Москва)

Беляков Г.П., д.э.н., проф. (Красноярск)

Бобровницкий Ю.И., д.ф.-м.н., проф. (Москва)

Вайсберг Л.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Горкунов Э.С., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)

Григорян В.А., д.т.н., проф. (Москва)

Дроздов Ю.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Индейцев Д.А., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Колесников А.Г., д.т.н., проф. (Москва)

Кошелев О.С., д.т.н., проф. (Н. Новгород)

Лунев А.Н., д.т.н., проф. (Казань)

Махутов Н.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Пановко Г.Я., д.т.н., проф. (Москва)

Перминов М.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Петров А.П., д.т.н., проф. (Москва)

Полилов А.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Понииков С.И., д.т.н., проф. (Казань)

Приходько В.М., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Резчиков А.Ф., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)

Рототаев Д.А., д.т.н., проф., акад. РАРАН (Москва)

Теряев Е.Д., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Федоров М.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Чаплыгин Ю.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Шляпин А.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Штриков Б.Л., д.т.н., проф. (Самара)

МАШИНЫ И СИСТЕМЫ МАШИН

В.Ю. Лавриненко

Влияние массы падающих частей молота и массы заготовки на эффективность ударного деформирования заготовки при осадке.....2

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Ю.С. Авраамов, И.А. Кравченкова, А.Н. Кравченков, С.Ю. Королев, Р.А. Новоселов, А.Д. Шляпин

Способ получения антифрикционного сплава Al–Zn–Sn7

О.В. Алехин, В.П. Алехин

Изучение закономерностей микродеформации поверхностных слоев молибдена методами внутреннего трения и акустической эмиссии (часть II) 11

А.А. Веселовский

Определение допусков деталей в узлах трения из серого и высокопрочного чугунов с термодиффузионными покрытиями ванадием и хромом 18

В.И. Кошкин, А.Н. Кравченков, В.А. Нижник, И.Б. Руденко, В.В. Рыбальченко, А.Д. Шляпин

Структурные превращения в зоне контакта металлов Al и Pb, Fe и Pb при электроимпульсном воздействии 23

А.А. Федоткин, В.В. Столяров

Особенности деформационного поведения наноструктурных титановых сплавов при растяжении под действием импульсного тока 28

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ

С.М. Демидов, Ю.Н. Артеменко,

В.А. Глазунов, Чан Куанг Ньят

Анализ динамических свойств механизмов параллельной структуры 36

И.В. Демьянушко, В.В. Миронова, Е.М. Логинов

Исследование напряженно-деформированного состояния литых автомобильных колес при ударных нагрузках 42

О.А. Русанов, Н.Ф. Авдеев

Анализ установившихся вынужденных колебаний методом конечных элементов 50

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С.В. Зайцев

Повышение эффективности процесса образования при использовании моделирующих лабораторных комплексов с удаленным доступом 57

ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Л.В. Кремлева, В.И. Малыгин, В.Т. Харитоненко

Формирование ИПИ-компетенции инженерно-технического персонала машиностроительного комплекса 66

А.Н. Яндовский

Корпоративный центр: современная структура и функции 73

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ УЧЕНЫХ

В.А. Коротков

Научные разработки по износостойкости машин 77

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на журнал

«Машиностроение и инженерное образование» проводится в Издательстве МГИУ

Тел.: (495) 620-39-92. E-mail: mio@msiu.ru

Подписной индекс Роспечати 36942

Уважаемые читатели!

Журнал «Машиностроение и инженерное образование» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора или кандидата наук.

ВЛИЯНИЕ МАССЫ ПАДАЮЩИХ ЧАСТЕЙ МОЛОТА И МАССЫ ЗАГОТОВКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАРНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ ОСАДКЕ

В.Ю. Лавриненко

Приведены результаты экспериментальных исследований процесса ударного деформирования заготовки при осадке с различными отношениями массы заготовки к массе падающих частей молота и различными энергиями удара. В результате обработки полученных данных на основе метода многофакторного планирования эксперимента построена математическая модель процесса ударного деформирования в виде уравнения регрессии, определяющего зависимость относительной деформации заготовки от отношения массы заготовки к массе падающих частей молота и энергии удара. Результаты исследования могут быть использованы при разработке технологических процессовковки на молотах.

Ключевые слова: удар, осадка, метод многофакторного планирования эксперимента, математическая модель, уравнение регрессии.

Введение

Известно, что на эффективность ударного деформирования заготовок на молоте в значительной степени влияют конструктивное исполнение молота, отношение массы шабота к массе падающих частей молота, а также вид технологической операции на молоте [1].

Однако недостаточно изучен вопрос о влиянии отношения массы заготовки к массе падающих частей молота на относительную деформацию заготовок, во многом определяющую эффективность ударного деформирования на молоте.

Методика и результаты экспериментальных исследований

Осадку заготовок и определение параметров удара выполняли на экспериментальном ударном стенде, состоящем из вертикального копра и системы скоростной видеосъемки [2].

При осадке заготовки проводили видеосъемку с помощью скоростной цифровой видеокамеры FastVideo-250, во время которой данные в непрерывном режиме поступали в оперативную память компьютера.

После завершения исследуемого процесса осадки видеоизображения обрабатывали с помощью базового программного обеспечения, что позволило определить продолжительность фаз удара, деформацию заготовок и скорость движения бабы копра.

В качестве материала заготовок для моделирования горячего деформирования углеродистых и низколегированных сталей использовали прессованный свинец.

Для обеспечения условий максимального трения при горячем деформировании стали, при котором коэффициент трения близок к максимальному (0,35–0,40), поверхности заготовки и инструмента обезжиривали ацетоном и натирали мелом.

Для осадки заготовок на копре использовали две бабы массами $m_0 = 22,3; 33,45$ кг. Массы основания копра составляла 500 кг.

По данным ОАО УЗТМ, отношение массы заготовки к массе падающих частей молота для молотов с массой падающих частей 1–5 т лежит в пределах 0,01–0,06.

В связи с этим были назначены массы

заготовок-моделей $m_{\text{заг}} = 0,85$ и $1,15$ кг для осадки бабами с $m_6 = 22,3$ и $33,45$ кг. При этом отношение массы заготовки к массе бабы копра

$$K_{\text{заг}} = m_{\text{заг}} / m_6 = 0,025; 0,034; 0,038; 0,051.$$

Размеры заготовок-моделей назначали таким образом, чтобы при осадке степень деформации, приблизительно равная 10 %, соответствовала отношению высоты к диаметру заготовки $H_{\text{заг}} / D_{\text{заг}} \approx 0,3; 0,5$. Размеры заготовок составляли: $H_{\text{заг}} = 23; 26$ мм и $D_{\text{заг}} = 74; 50$ мм.

Бабу копра массой $m_6 = 22,3$ кг сбрасывали с трех различных высот: 0,5; 1,25; 2 м, а бабу массой $m_6 = 33,45$ кг – с высот: 0,33; 0,83; 1,33 м. При этом трем различным высотам сбрасывания баб соответствовали энергии удара $A = 109,3; 273,2; 473,1$ Дж.

Каждой высоте сбрасывания баб с $m_6 = 22,3$ и $33,45$ кг соответствовали три теоретические скорости движения каждой бабы в момент соударения с заготовкой: 3,13; 4,95; 6,26 м/с и 2,42; 3,96; 5,01 м/с.

При обработке полученных видеоизображений процесса осадки были определены фактические скорости движения баб копра при их падении с заданных высот, которые составляли 3; 4,8; 6 м/с и 2,4; 3,9; 5,0 м/с соответственно для баб с $m_6 = 22,3$ и $33,45$ кг. Теоретическая скорость отличается от фактической приблизительно на 5 %, что можно объяснить потерями на трение в направляющих копра.

При дальнейшей обработке видеоизображений процесса осадки получали раскадровки и определяли перемещение баб копра в процессе осадки и пластическую деформацию заготовок $\Delta H_{\text{п}}$.

При обработке полученных раскадровок процесса осадки определяли количество кадров N_1 , соответствующее нагрузочной фазе удара – от момента начала деформирования заготовки до окончания осадки заготовки, а также количество кадров N_2 , соответствующее разгрузочной фазе удара – от момента максимальной деформации заготовки до отскока от нее бабы.

Время каждой фазы удара определяли по формуле

$$T_j = N_j t \quad \text{при } j=1, 2,$$

а полное время удара – по формуле

$$T_{\text{уд}} = T_1 + T_2,$$

где N_j – количество кадров; $t = 3,33 \cdot 10^{-4}$ с – время одного кадра; T_1, T_2 – время нагрузочной и разгрузочной фаз удара.

Далее проводили масштабирование полученных кадров процесса осадки и измерение перемещения бабы ΔH_i с шагом по времени, равным принятому времени одного кадра t (рис. 1).

После определения перемещения бабы ΔH_i на каждом i -м шаге измерения вычисляли пластическую деформацию свинцовых заготовок $\Delta H_{\text{п}}$ на нагрузочной фазе удара по формуле

$$\Delta H_{\text{п}} = \Delta H_i - \Delta H_{\text{yi}},$$

где ΔH_{yi} – упругая деформация основания копра.

При обработке полученных кадров процесса осадки за перемещение ΔH_{yi} принимали величину обратного хода бабы на разгрузочной фазе удара до момента ее отрыва от заготовки.

Необходимо отметить, что свинец относится к высокопластичным материалам, поэтому упругими деформациями свинцовых заготовок пренебрегали.

На рис. 2 представлены зависимости перемещения бабы, упругой деформации основания копра и пластической деформации заготовки от времени в процессе осадки бабой с $m_6 = 22,3$ кг при $A = 109,3$ Дж. Данные зависимости были аппроксимированы полиномиальными зависимостями 4-го порядка. На рис. 2 экспериментальные значения показаны точками.

Аналогично были получены зависимости пластической деформации заготовок $\Delta H_{\text{п}}$ от времени при осадке бабами с $m_6 = 22,3$ и $33,45$ кг и других энергиях A .

Относительную пластическую деформацию заготовок определяли по формуле

$$\varepsilon_{\text{п}} = \frac{\Delta H_{\text{п}}}{H_{\text{заг}}} \cdot 100.$$

Зависимость относительной деформации заготовок ε от времени при осадке бабами с $m_6 = 22,3$ и $m_6 = 33,45$ кг; при отношениях $K_{\text{заг}} = 0,025; 0,038$ и различных энергиях A приведена на рис. 3.

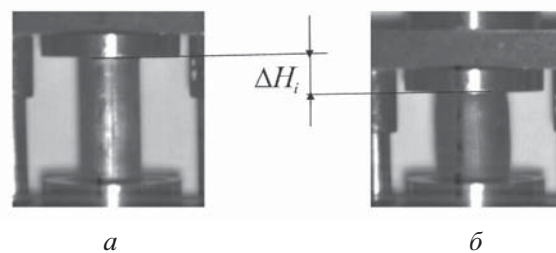


Рис. 1. Раскадровка видеоизображения для измерения перемещения бабы ΔH_i