

4. Измерение коэрцитивной силы в образцах СТ-1 из стали Х12МФ ГОСТ 5950-2000. Коэрцитивная сила в образцах (до испытаний) – в обоих направлениях 4700-5700 А/м. В образцах после испытания на циклическую трещиностойкость – 6328/7000 А/м.

Как видно из результатов всех предыдущих экспериментов, коэрцитивная сила в инструментальных сталях существенно (в разы) выше того же параметра для конструкционных сталей. Это было выявлено впервые, и пока (до проведения дополнительных исследований) мы можем только предположить, что это влияние особенностей микроструктуры. Коэрцитивная сила, соответствующая моменту предразрушения у инструментальных сталей в штампах для холодной штамповки (и листовой, и объемной), растет, для горячей – существенно снижается.

Мы провели ряд экспериментов по измерению скорости накопления усталостной повреждаемости (по изменению коэрцитивной силы) в различных штампах для холодной листовой штамповки на 3-х заводах. Статистическая обработка всех полученных результатов эксперимента показала, что средняя скорость роста коэрцитивной силы (как показателя повреждаемости) рабочих деталей штампового инструмента составила 0,1 А/(м·цикл) и зависит от ряда параметров: материала рабочих деталей, конструкции инструмента, конструкции и степени износа оборудования. Данный подход позволяет прогнозировать стойкость (долговечность) штампового инструмента более точно, чем это делается в настоящее время.

Литература

1. Корнилова А.В. Определение долговечности инструмента для холодной листовой штамповки по критериям трибофатики // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2006. №2. С. 88-94.
2. Корнилова А.В. Математическое моделирование процессов разрушения разделительного инструмента // Известия Тульского Государственного университета. Серия «Механика деформированного твердого тела и обработка материалов давлением». Выпуск 1. 2006. С.323-333.
3. Корнилова А.В. Некоторые подходы к оценке долговечности инструмента для холодной листовой штамповки // КШП. ОМД. 2007. №1. С. 16-23.
4. Корнилова А.В. Методика определения долговечности (стойкости) инструмента для холодной листовой штамповки // Сборник трудов высшей школы РФ «Наука». 2006. С. 121-125.
5. Kornilova A.V. Practical aspects of the determination of the allowable technological defectiveness // Proceedings of the Colloquium «Mechanical fatigue of metals» 2006. P.393-399.
6. Kornilova A.V. Practical aspects of the determination of the allowable technological defectiveness // Proceedings of the Colloquium «Mechanical fatigue of metals» 2006. P.393-399.
7. Корнилова А.В. К вопросу о применимости стали Х12МФ для разделительных штампов // Сборник трудов «Неделя металлов». 2006. С.67-74.
8. Корнилова А.В. Пути повышения долговечности инструмента для разделительных операций // КШП. ОМД. 2004. №11. С. 18-31.

Экспериментальное исследование удара при осадке на молотах в условиях горячего деформирования

к.т.н. доц. Лавриненко В.Ю., д.т.н. проф. Семенов Е.И.
 Московский государственный индустриальный университет
 д.т.н. проф. Феофанова А.Е.

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)

Анотация. В статье представлены результаты экспериментально-теоретических исследований процесса удара при осадке заготовок на молотах в условиях горячего деформирования, показывающие возможность увеличения времени контакта бабы молота с заготовкой, увеличение степени деформации заготовки, снижение силы деформирования при осадке и увеличение КПД удара при использовании

бабы молота с наполнителем и подтверждающие ранее полученные данные по осадке свинцовых заготовок.

Ключевые слова: КПД удара, горячее деформирование, осадка.

Для сравнения с полученными ранее экспериментальными данными по ударному деформированию свинцовых заготовок было проведено исследование процесса удара при осадке стальных заготовок на молотах в условиях горячего деформирования.

Осадку стальных заготовок и определение параметров удара проводили на специальной экспериментальной ударной установке, состоящей из вертикального копра и системы скоростной видеосъемки [1].

При осадке заготовок с помощью скоростной видеокамеры проводили видеосъемку, при этом все данные в непрерывном режиме поступали в оперативную память компьютера.

Для осадки заготовок на копре использовали стандартную бабу и бабу с наполнителем с одинаковыми массами $m_{бабы} = 22,4$ кг. В качестве наполнителя бабы использовали металлические шарики диаметром $D_{шар} = 0,012$ м. При этом отношение массы засыпаемых шариков к общей массе бабы $K_M = 0,15$.

Стандартную бабу копра и бабу копра с наполнителем сбрасывали с высоты 2 м, которой соответствовала теоретическая и фактическая скорости движения бабы в момент соударения с заготовкой 6,26 м/с и 6 м/с, а также теоретическая и фактическая энергии удара $A = 437,1$ Дж и 401,4 Дж.

Материал заготовок – сталь 20 (ГОСТ 1050-88). Размеры заготовок: высота $H_{заг} = 0,029$ м и диаметр $D_{заг} = 0,059$ м. Масса заготовки - $m_{заг} = 0,6$ кг. Для каждого эксперимента использовали по 3 заготовки.

Заготовки нагревали до температуры 1100°C в электропечи сопротивления «Накал» в течение 45 мин. Также подогревали основание копра до температуры 200-250°C. Температуру поверхности заготовки и основания копра контролировали с помощью пирометра «СЕМ» ДТ-8855.

При обработке полученных видеоизображений процесса осадки были определены: продолжительности нагрузочной T_1 и разгрузочной T_2 фаз удара, построены зависимости перемещения бабы ΔH , упругой деформации основания копра ΔH_y , изменение пластической деформации ΔH_n и относительной деформации заготовок ε_n на нагрузочной фазе удара.

На рисунке 1 представлены графики зависимостей относительной деформации ε_n от времени при горячей осадке стальных заготовок стандартной бабой и бабой с наполнителем.

Анализ полученных зависимостей (рисунок 1) показал, что применение бабы с наполнителем при осадке стальных заготовок приводит к существенному увеличению продолжительности нагрузочной фазы удара (до 2,5 раз) и увеличению интенсивности формоизменения и степени деформации заготовок (до 1,3 раза) по сравнению с осадкой стандартной бабой, что подтверждает ранее полученные данные при осадке свинцовых заготовок стандартной бабой и бабой с наполнителем [1].

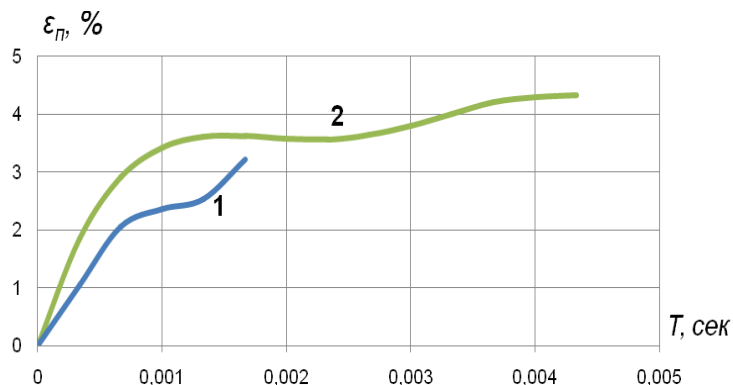


Рисунок 1. Зависимость относительной деформации заготовок от времени при горячей осадке стальных заготовок стандартной бабой (1) и бабой с наполнителем (2)

Для определения ускорения a движения бабы при осадке заготовок проводили двукратное дифференцирование аппроксимированных зависимостей пластической деформации заготовок ΔH_n по времени, а силу деформирования F при горячей осадке определяли как произведение массы бабы $m_{бабы}$ и ускорения a :

Графики зависимости сил деформирования от пластической деформации заготовок ΔH_n при горячей осадке стандартной бабой и бабой с наполнителем при $K_M = 0,15$ и $D_{шар} = 0,012$ м приведены на рисунке 2.

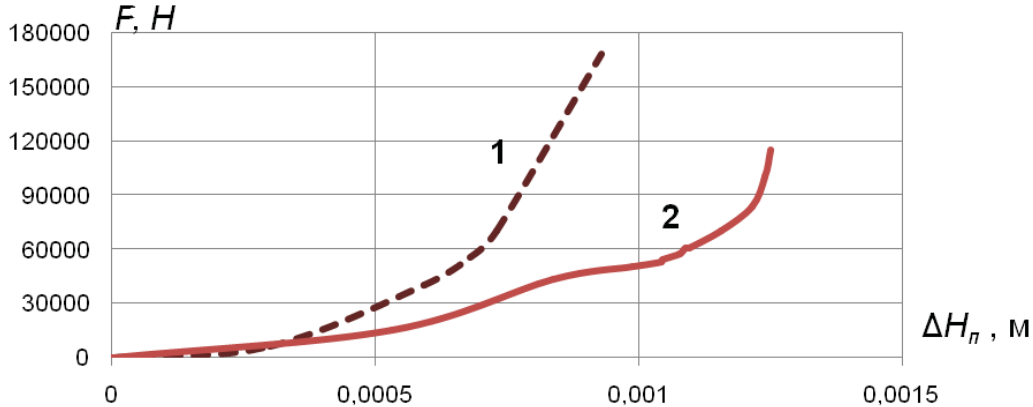


Рисунок 2. Зависимости сил деформирования от деформации ΔH_n при горячей осадке стандартной бабой (1) и бабой с наполнителем при $K_M = 0,15$ и $D_{шар} = 0,012$ м (2)

При горячей осадке заготовок стандартной бабой наибольшая сила деформирования составила $F = 160500$ Н; а при осадке заготовок бабой с наполнителем – $F = 118400$ Н. Таким образом, применение бабы с наполнителем позволяет значительно (в 1,35 раза) снизить силу деформирования по сравнению со стандартной бабой.

Работу пластической деформации при осадке заготовок определяли интегрированием построенных зависимостей силы деформирования $F(\Delta H_n)$. Далее определили коэффициент полезного действия (КПД) удара:

$$\eta_y = \frac{A_{деф}}{A}$$

Полученные значения $A_{деф}$ и η_y при горячей осадке заготовок стандартной бабой и бабой с наполнителем приведены в таблице 1.

Таблица 1

Работа пластической деформации $A_{деф}$ и КПД удара η_y при горячей осадке стандартной бабой и бабами с наполнителем с $K_M = 0,15$ и $D_{шар} = 0,012$ м

№п/п	Эксперимент	$A_{деф}$, Дж	η_y
1	Осадка стандартной бабой	283,8	0,70
2	Осадка бабой с наполнителем	313,4	0,78

Таким образом, при увеличении продолжительности нагрузочной фазы удара при осадке стальных заготовок бабой с наполнителем происходит снижение сил деформирования и увеличение работы пластической деформации $A_{деф}$ и КПД удара η_y (в 1,12 раза) по сравнению с осадкой стандартной бабой, что также подтверждает ранее полученные данные при осадке свинцовых заготовок стандартной бабой и бабой с наполнителем [2].

Выводы

В результате проведенных экспериментально - теоретических исследований процесса осадки заготовок из стали 20 при ковочной температуре 1100°C на молотах стандартной бабой и бабой с наполнителем в виде стальных шариков с $D_{шар} = 0,012$ м и отношением массы шариков к массе бабы $K_M = 0,15$ установлено, что:

1) при использовании бабы с наполнителем происходит существенное увеличение про-

должительности нагрузочной фазы удара (в 2,5 раза), приводящее к снижению сил деформирования (в 1,35 раза) и увеличению работы пластической деформации и КПД удара (в 1,12 раза) по сравнению с осадкой стандартной бабой;

2) полученные данные с достаточной точностью подтверждают экспериментальные данные по осадке свинцовых заготовок стандартной бабой и бабой с наполнителем.

3) полученные данные можно использовать в технологических целях при ковке на молотах заготовок из углеродистых и низколегированных сталей.

Литература

1. Феофанова А.Е., Лавриненко В.Ю. Экспериментальные исследования процесса удара при осадке цилиндрических заготовок // Заготовительные производства в машиностроении. – 2012. - № 2. – С. 12-15.

2. Лавриненко В.Ю. Определение энергосиловых параметров процесса ударного деформирования при осадке цилиндрических заготовок // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2012. - №7. – С.24-28.

Разработка оснастки для нахождения предела текучести материалов термографическим методом

Косачев Н.В., доц. к.т.н. Петров П.А., Прокопов Ф.Б., Воронков В.И.

Университет машиностроения

8(495)223-05-23 доб. 1306, 1243, 1045, dayvey@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена реализация термографического метода определения предела текучести методом сжатия объёмных образцов с применением специализированной оснастки.

Ключевые слова: предел текучести, термографический метод, физический предел текучести, оснастка для проведения испытаний на сжатие

Введение

Предел текучести является основополагающей характеристикой материала при расчёте конструкций на прочность и расчётах процессов штамповки [9-13]. Пределом текучести называется напряжение, при котором начинает развиваться пластическая деформация.

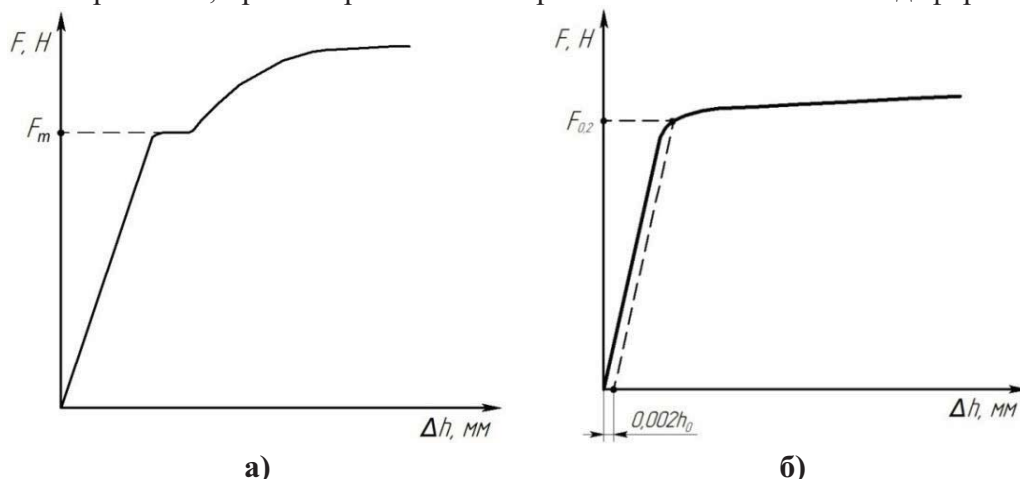


Рисунок 1. Определение силы соответствующей пределу текучести: а – материалы с ярко выраженной площадкой текучести; б – материалы без ярко выраженной площадки текучести

Различают физический и условный предел текучести. В соответствии с ГОСТ 25.503-97 (ГОСТ на проведение механических испытаний методом сжатия) сила, соответствующая физическому пределу текучести, определяется по площадке текучести на диаграмме силы (рисунок 1а), а далее по найденной силе рассчитывается физический предел текучести. По значению F_m определяется значение напряжения текучести по формуле (1):