

РАЗДЕЛ II ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ

УДК 621.735.3

Алиев И. С.
Марков О. Е.
Жбанков Я. Г.
Близнюк С. А.

ВЛИЯНИЕ ОПЕРАЦИИ ВЫВОРОТА ПОКОВКИ КОНИЧЕСКИМИ ПЛИТАМИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ

Одной из основных проблем тяжелого машиностроения является получение качественных изделий. Особенно это относится к крупным поковкам, которые изготавливаются ковкой слитков. Задачаковки в данном случае – не только получение заданной формы поковки, но и обеспечение однородных и высоких механических свойств в объеме поковки.

При изготовлении поковок типа «диск» основной операцией является операция осадки. Эта операция применяется, как формообразующая, при этом осадка должна обеспечить получение заданных механических свойств в поковке. Качество крупных поковок оценивается коэффициентом укова, который зависит, в данном случае, от степени деформации при осадке. Для конкретных размеров слитка и поковки степень деформации фиксирована, следовательно, уков будет также определенным. Повысить коэффициент укова для дисков можно только за счет двойной осадки с применением промежуточной протяжки. Такой технологический процесс приводит к большим затратам энергии и увеличивает трудоемкость процесса изготовления дисков ковкой.

Операция осадки слитка на сегодняшний день является неоднозначной с точки зрения влияния на качество поковок. С одной стороны, степень деформации при осадке увеличивает проработку литой структуры слитка, с другой – способствует появлению неблагоприятного напряженно-деформированного состояния в дефектной осевой зоне слитка из-за действия на оси заготовки растягивающих напряжений, которые разрывают и растягивают осевую рыхлость. Контактные с инструментом и периферийные зоны слитка при осадке остаются непродеформированными [1]. При осадке на поверхности бочки образуются трещины от действия растягивающих напряжений. Заготовки, получаемые данным способом, имеют большие неоднородности деформаций по своему сечению. На торцах заготовки возникают так называемые зоны затрудненной деформации [2]. Полное устранение зон с затрудненной деформацией невозможно из-за действия контактных сил трения и охлаждения поверхности заготовки, которая контактирует с инструментом. Основная задача совершенствования процесса осадки – это уменьшение размеров застойных зон при осадке, т. е. повышение равномерности проработки литой структуры металла. Это возможно при обеспечении равномерного распределения деформаций в объеме заготовки.

Повысить равномерность распределения деформаций при неизменном укове и обеспечить проработку дендритной структуры возможно при обеспечении возникновения в теле заготовки макросдвиговых деформаций [3]. Макросдвиговые деформации способствуют измельчению размеров зерна и частичному снижению ликвиции за счет интенсивных сдвигов и перемещения слоев металла заготовки. В поковках типа дисков этот эффект можно обеспечить за счет знакопеременного выворота осаженой заготовки. Для этого необходимо применение инструмента, у которого верхняя плита выпуклая, а нижняя вогнутая. Знакопеременный изгиб повысит значения деформаций и равномерность их распределения. Прием

выворота целесообразнее производить при нижнем температурном интервалековки для уменьшения роста деформированных зерен и уменьшения окалинообразования. Данный температурный режим легко можно обеспечить после основной осадки.

Целью данной работы является исследование деформированного состояния при вывороте осажженной заготовки выпукло-вогнутыми плитами.

Для теоретического анализа был выбран метод конечных элементов, который с небольшим количеством допущений способен решать задачи горячего деформирования металла, и позволяет проводить с достаточной степенью достоверности анализ деформированного состояния заготовки. Для оценки эффективности способа получения дисков с выворотом, необходимо проводить сравнение данных по распределению деформаций в теле поковки, получаемой традиционным способом осадки плоскими плитами. Используя программу QForm-2D, было проведено моделирование осадки цилиндрической заготовки высотой 1200 мм и диаметром 600 мм из материала сталь 45, нагретого до 1200 °С. Трение задавалось константой поверхности по Леванову, равной 0,8. Осадка производилась до высоты 250 мм со скоростью 5 мм/с.

Полученные результаты представлены на рис. 1. Из полей распределения логарифмических деформаций по сечению заготовки видно, что самая меньшая степень деформаций находится на торцах заготовки, что обусловлено охлаждением металла в этих местах и большим (практически предельным) коэффициентом трения. Что совпадает с результатами, полученными ранее В. А. Тюриным [4].

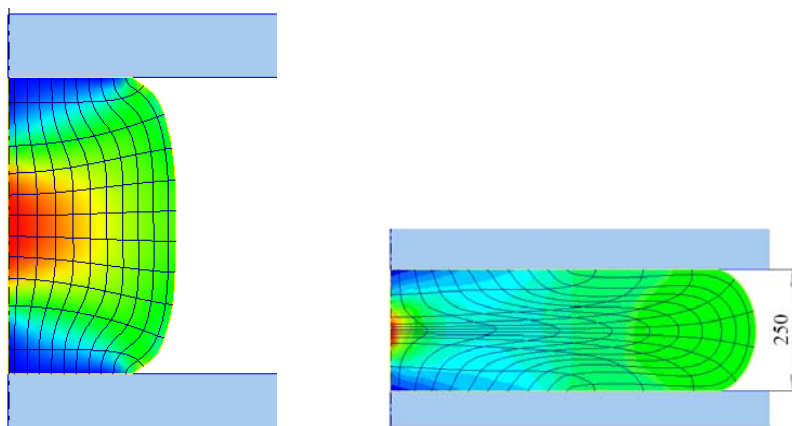


Рис. 1. Искажение координатной сетки по сечению заготовки в процессе осадки плоскими плитами

Проработать металл заготовки, который находится в зонах затрудненных деформаций, возможно, применив способ последовательной осадки плоскими и коническими плитами. Суть способа заключается в том, что исходная заготовка вначале осаживается плоскими плитами. После осадки плоскими плитами заготовку укладывают на нижнюю вогнутую конусную плиту и выворачивают ее верхней выпуклой конусной плитой (рис. 2, б). После того как заготовку вывернули ее переворачивают и выворачивают в обратную сторону (рис. 2, в). Последовательность повторяется несколько раз до накопления необходимой степени деформации. После того как металл заготовки проработан ее правят плоскими плитами (рис. 2, г).

При ковке таким способом осажженная заготовка не изменяя свои размеры, накапливает значительные степени деформации, что обуславливает хорошую проработку металла и, как следствие, повышение механических характеристик изделий.

Полная последовательность осадки плоскими и конусными плитами и поля распределения деформаций по сечению заготовки при этом приведена на рис. 2.

По результатам моделирования построены графики распределения логарифмической деформации по сечению заготовки для двух способов осадки.

Из распределения логарифмических деформаций по сечению заготовки при осадке плоскими плитами цилиндра высотой 1200 мм и диаметром 600 мм на высоту 250 мм видно,

что наибольшей проработке подвергается центральный слой заготовки (рис. 3). Логарифмические деформации колеблются от 2,2 единиц до 0,6, причем кривая распределения этих деформаций вдоль радиуса заготовки носит параболический характер. Вершина кривой соответствует минимальным деформациям, которые находятся на расстоянии $1/3$ радиуса от осевой линии. Величина этих деформаций находится в районе 0,6 единиц. Наибольшие деформации находятся в центре заготовки и на ее периферии. Здесь они достигают соответственно 2 и 1,1 единицы.

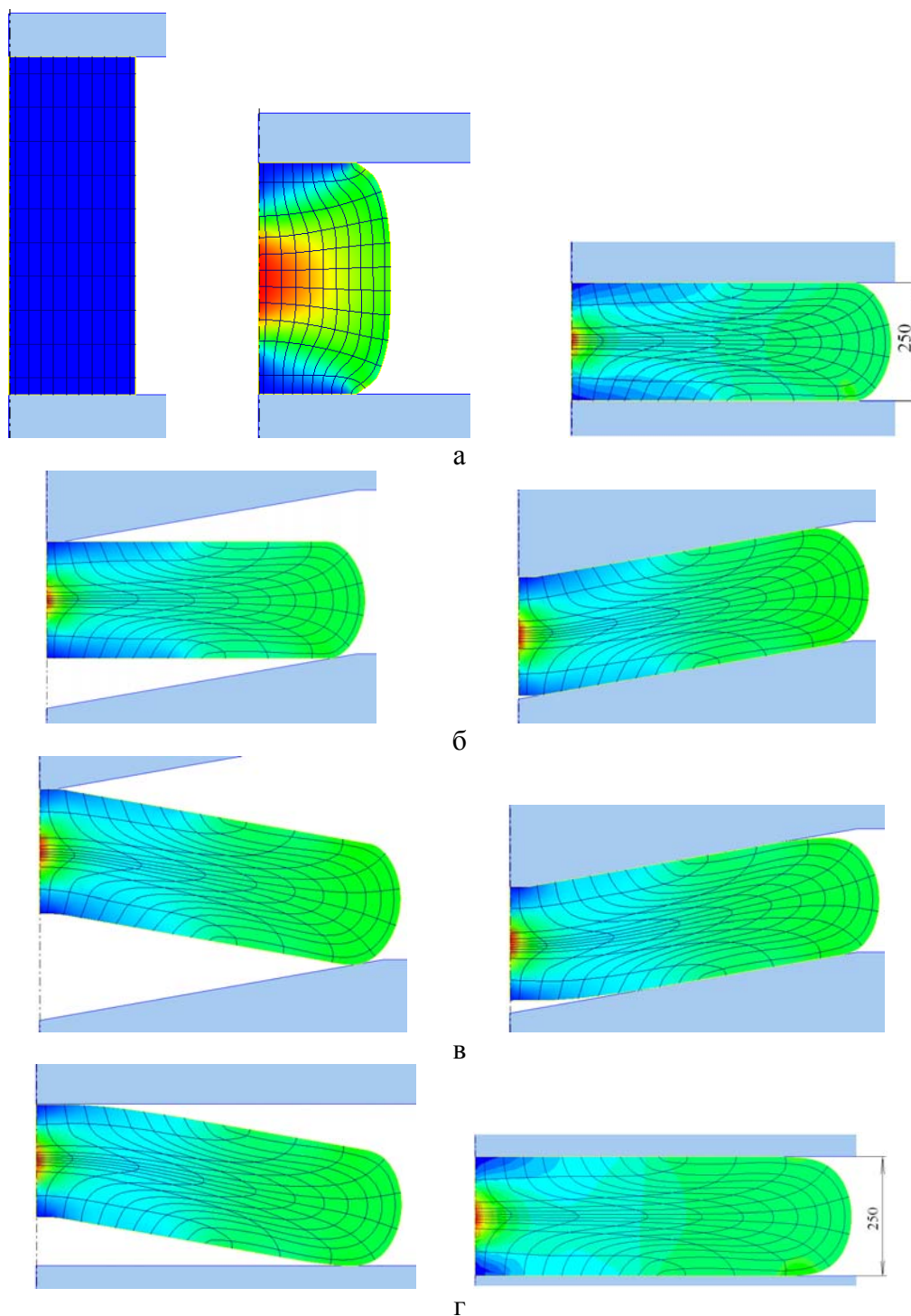


Рис. 2. Поля распределения логарифмических деформаций по сечению заготовки в процессе последовательной осадки плоскими и конусными плитами:

а – осадка плоскими плитами; б – укладка заготовки на конусную плиту и осадка конусом; в – выворот заготовки конусом в обратную сторону; г – правка заготовки плоскими плитами

Наименее проработанными остаются слои заготовки вблизи инструмента. Здесь деформации колеблются практически от 0 возле оси заготовки и до 1,1 на периферии заготовки. Причем кривая распределения деформаций по радиусу заготовки характеризуется постоянным ростом от центра к периферии. Это показывает, что способом осадки плоскими плитами, возможно получать заготовки с низкой проработкой металла в наружных слоях, находящихся вблизи оси заготовки.

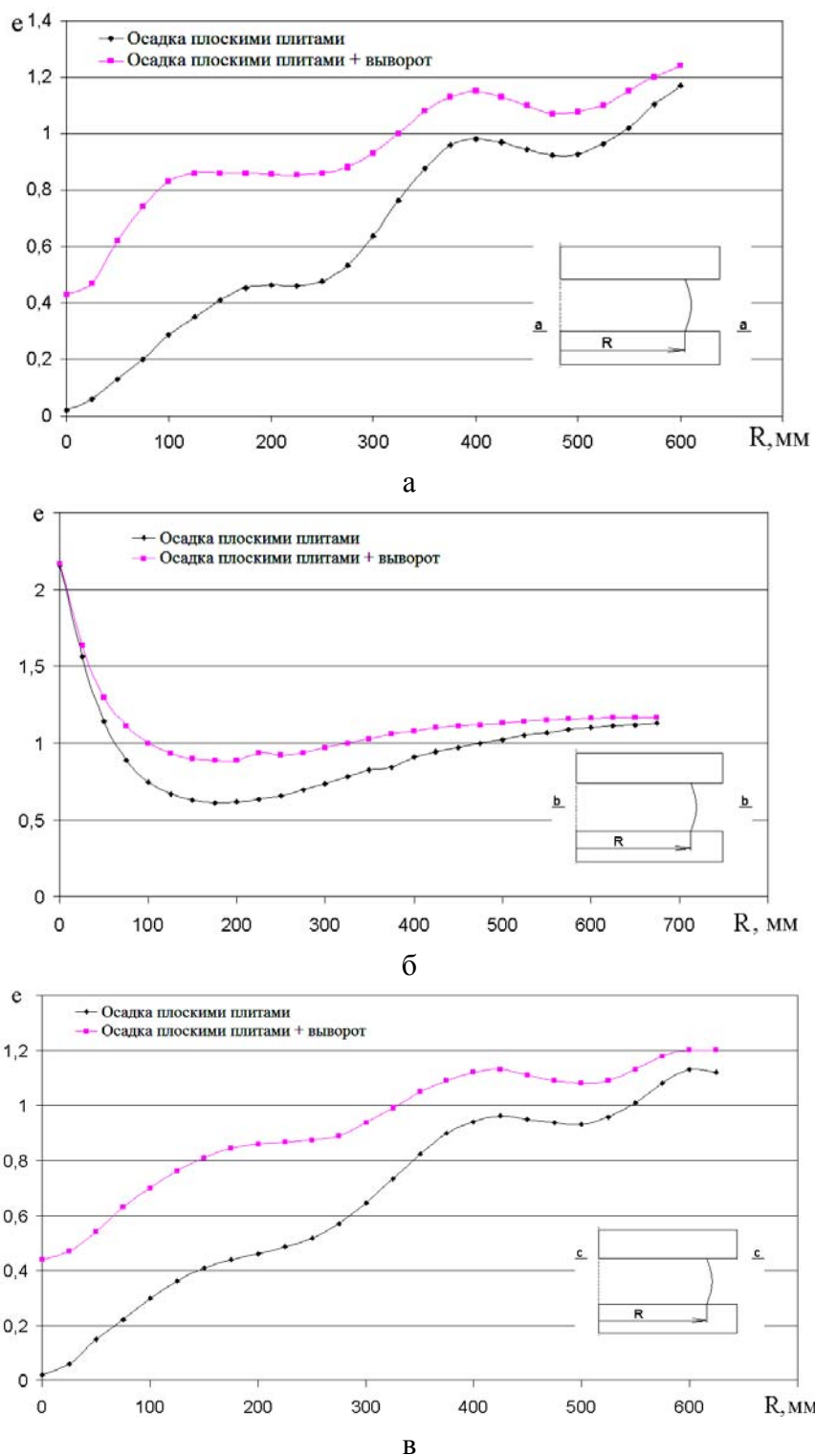


Рис. 3. Распределение логарифмической деформации по сечению заготовки для осадки плоскими плитами и конусными плитами:

а – по сечению а-а возле нижней плиты; б – по центру заготовки б-б; в – по сечению с-с возле верхней плиты

Из распределения логарифмических деформаций по сечению заготовки при последовательной осадке плоскими и коническими плитами видно, что наибольшей проработке, как и в предыдущей схеме, подвергается центральный слой заготовки. Однако деформации здесь колеблются от 2,2 до 0,9. Нижний предел на 30 % выше, нежели в предыдущем способе и кривая, описывающая распределение деформаций по радиусу заготовки имеет менее выраженный прогиб, что говорит о меньшей неоднородности деформаций.

Наружные слои металла заготовки хотя и получают меньшие деформации, нежели центральные, но накопленная степень деформации в них выше, чем в базовом способе. Завышение составляет от 0,4 до 0,1 единицы.

Более всего при использовании данного способа деформацию накапливает металл, находящийся в поверхностных слоях на расстоянии от осевой линии от 0 до 0,75 радиуса заготовки, что позволяет рекомендовать данный способ для использования при ковке деталей типа «дисков» с повышенными требованиями, предъявляемыми к механическим характеристикам поверхностных слоев металла возле оси детали. Металл, находящийся на периферии заготовки, существенно не накапливает деформацию.

Также стоит отметить то, что накапливать степень деформации возможно и до больших величин, применяя большее количество выворотов заготовки.

ВЫВОДЫ

Предложен способ последовательной осадки плоскими и конусными плитами для устранения зон металла заготовки с низкой проработкой и уменьшения неоднородности распределения механических свойств в поковке.

Проведено моделирование способов осадки плоскими плитами и последовательной осадки и изгиба выпукло-вогнутыми плитами. По результатам моделирования построены поля распределения логарифмических деформаций по сечению заготовки и графики распределения деформаций вдоль радиуса заготовки в различных слоях.

Установлено, что способ последовательной осадки позволяет повысить проработку металла заготовки в зонах затрудненной деформации до нескольких раз. Так при сравнении двух способов осадки предложенный способ позволил повысить деформации практически от 0,025 до 0,4 единиц во внешнем слое заготовки возле оси. Также данный способ позволяет снизить неоднородность деформаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добров И. В. Разработка механических моделей деформации симметричной заготовки при осадке плоскими бойками / И. В. Добров // Кузнечно-штамповочное производство. – 2010. – № 2. – С. 34–42.
2. Марков О. Е. Процесс утворення утяжини при осадці дисків на плиті з отвором / О. Е. Марков, С. В. Янчук, С. В. Куценко // Обработка материалов давлением : сб. научн. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2008. – № 1(19). – С. 189–192.
3. А. с. 1409394 СССР, МКИ В 21 J 1/04. Способ изготовления поковок и инструмент для его осуществления / В. К. Воронцов, А. В. Котелкин, А. Б. Найзабеков, В. А. Петров, Б. О. Темкин, В. Ф. Касатонов, Э. Л. Рагинский, Н. С. Жарницкий (СССР). – № 4064600/25-27 ; заявлено 06.05.86 ; опубл. 15.07.88, Бюл. № 26. – 5 с. ил.
4. Охрименко Я. М. Неравномерность деформаций при ковке / Я. М. Охрименко, В. А. Тюрин. – М. : Машиностроение, 1969. – 184 с.

Алиев И. С. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ОМД ДГМА;

Марков О. Е. – канд. техн. наук, доц. кафедры ОМД ДГМА;

Жбанков Я. Г. – аспирант ДГМА;

Близнюк С. А. – председатель наблюдательного совета ОАО «ЭМСС».

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск;

ОАО «ЭМСС» – ОАО «Энергомашспецсталь», г. Краматорск.

E-mail: omd@dgma.donetsk.ua