

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1959 ГОДА

ISSN 0234-8241

КШПОМД

№ 4 '13

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО • ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ



«Оптимизация процесса горячей объемной штамповки
путем моделирования в программном комплексе QForm»

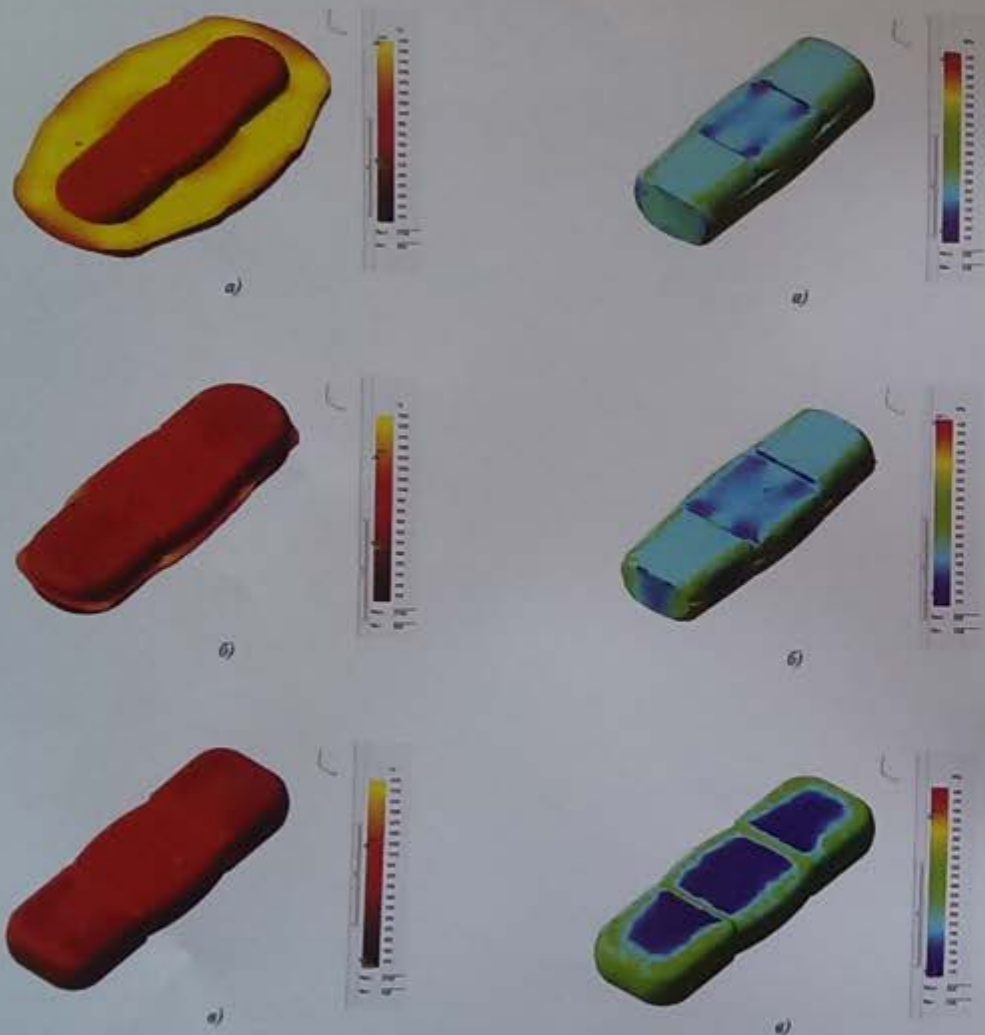


Рис. 6. Распределение температур при традиционной открытой штамповке (а), открытой штамповке с минимальным облоем (б) и закрытой штамповке (в)

Рис. 7. Распределение интенсивности напряжений при традиционной открытой штамповке (а), открытой штамповке с минимальным облоем (б) и закрытой штамповке (в)

УЧРЕДИТЕЛИ:
ОАО «АвтоВАЗ»
Московский государственный технологический университет «Станкин»
ОАО «Тяжмехпресс»
ООО «КШП ОМД»

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ, РАСЧЕТЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ

Воропаев А. Л., Карпов С. М., Стульников В. П. Состояние теоретических исследований плоского выдавливания при несимметричном расположении пуансона и матрицы 3

Черномас В. В., Бондаренко С. В., Хлызухин С. И. Экспериментальное исследование процесса деформирования пористых материалов на установке вертикального литья и деформации металла 10

Логинюв Ю. Н., Фомин А. А. Кинематические условия выдавливания пластического слоя в многоразовом шнековом штампе 14

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

Марьян В. И., Куделько А. Р., Марьян С. В., Ляманкин В. В., Шпорт В. И. Интенсификация технологических процессов ОМД — одно из направлений деятельности базовых кафедр КвАГТУ на предприятиях 17

ИНСТРУМЕНТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Файншнейдт Е. М., Шевченко О. И., Астафьев Г. И., Арифуллин М. В. Новый способ цементации крупногабаритного деформирующего инструмента 22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ САПР

Коробова Н. В., Петров М. Д. Применение программного комплекса DEFORM 3D для исследования холодного выдавливания стальных из слесенных порошковых заготовок 25

Шмакова А. К., Колесникова А. В., Максименко Н. В., Станиславчик А. С. Оптимизация процесса горячей объемной штамповки путем моделирования в программном комплексе QFORM 28

Шибанов В. Г., Музалов Р. И., Вилдманов И. З. Системы автоматизированного проектирования в ОМД и выбор формата файла обмена информацией между ними 31

**КОНГРЕСС «КУЗНЕЦ — 2012»
(подборка статей)**

Самодуров Г. В. Состояние станкостроения в России 35

Петров Н. П. Автоматизированное оборудование производства ОАО «Тяжпрессмаш» 39

Володин А. М., Сорочин В. А., Петрова И. П., Вязокин В. В., Лаборкин В. А. Ковка в четырехбойковых ковочных устройствах 43

Благодаров А. Г., Кострикин И. Д. Автоматическая линия мод. Л348.21.100 для горячей штамповки штамп глубинных насосов 46

Главный редактор
В.В. Каданишников
Зам. главного редактора
Е.А. Петрова

Редакционная коллегия:
Л.Б. Ахмедов, А.Э. Артев, В.Л. Березинский, А.А. Богатов, Р.Д. Валеев, С.И. Влокин, А.М. Володин, Ф.В. Гречаников, В.В. Каданишников, А.П. Ковалев, А.В. Корнилова, А.Т. Крук, В.Д. Кухарь, И.Я. Мовшинович, Р.И. Непришкин, С.С. Одиш, Г.И. Рааб, Г.В. Самодуров, Е.Н. Сасенушкина, С.А. Стебуков, В.А. Тюрин, Ф.З. Утляев, В.Г. Шибанов, В.Ю. Шолох, С.С. Яковлев

Редакция:
О.Л. Хвнина, А.Ю. Малыгина
Адрес редакции: Москва, Валенский пр., д. 15А.
Тел. (8 495) 724-94-22, (8 803) 724-94-22.
Тел./факс: (8 499) 978-97-28
E-mail: kshp-omd@mail.ru
http://www.kshp-omd.ru
Адрес для отправки корреспонденции: 101472, Москва, Валенский пр., д. 1А, МГТУ «Станкин», каф. СПД (для «КШП ОМД»).

Корреспондентские пункты журнала:

Беларусь, Украина (руководитель И.Н. Мовшинович, тел. (10-380-57) 372-60-78)

Воронежская область (руководитель С.С. Одиш, тел. (4732) 52-74-80)

Дальневосточный регион (руководитель В.И. Одишников, тел. (4217) 54-95-39)

Калужская область (руководитель Б.Н. Марьян, тел. (4217) 55-65-48)

Екатеринбург (руководитель А.А. Богатов, тел. (343) 375-44-37)

Нижегородская область (руководитель Ф.П. Михаленко, тел. (8312) 36-03-90)

Тульская область (руководитель В.Д. Кухарь, тел. (4872) 25-18-32)

Республика Башкортостан (руководитель А.Н. Абрамов, тел. (347) 273-61-66)

Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ журнал включен в «Перечень ведущих научных журналов и изданий...», в которых публикуются результаты диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата и доктора технических наук.

УДК 621.735.016.2.001.573

А. К. ШМАКОВ, канд. техн. наук; А. В. КОЛЕСНИКОВ, аспирант; Н. В. МАКСИМЕНКО, А. С. СТАНИСЛАВЧИК, студенты (Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск)
E-mail: Avk@istu.edu (А. В. Колесников)

Оптимизация процесса горячей объемной штамповки путем моделирования в программном комплексе QFORM

На примере детали, используемой в системе управления летательных аппаратов, продемонстрированы возможности оптимизации процесса горячей объемной штамповки. Рассмотрены три варианта изготовления детали. Обоснован выбор рационального метода изготовления в зависимости от условий производства.

Possibilities of optimization of hot bulk stamping have been shown by the example of a part used in control system of aircraft. Three options of the part manufacturing have been considered. A choice of a rational method of manufacturing depending on production conditions have substantiated.

Ключевые слова: горячая объемная штамповка; открытая штамповка; закрытая штамповка; оптимизация; моделирование

Key words: hot bulk stamping; open stamping; closed stamping; optimization; simulation

Современные методы виртуального моделирования горячей объемной штамповки позволяют сокращать время на подготовку производства и отработку технологии.

С помощью моделирования в программном комплексе QFORM 5.1 проведена оптимизация процесса горячей объемной штамповки детали «Качалка» (рис. 1), изготавливаемой из титанового сплава BT3-1. Масса детали — 0,184 кг, габаритные размеры — 100×35×14 мм. Данная деталь используется в системе управления летательных аппаратов для передачи управляющей силы.

Существующая технология изготовления детали предусматривает штамповку заготовки в открытом штампе на паровоздушном мо-



Рис. 1. Деталь «Качалка»

лоте. Данный способ горячей штамповки характеризуется образованием большого объема облоя.

При моделировании процесса горячей штамповки детали «Качалка» в открытом штампе принято следующее: заготовка имеет форму стержня с размерами $\varnothing 30 \times 86$ мм, начальная температура заготовки — 960 °С, время охлаждения в нижнем штампе — 5 с, температура окружающей среды — 20 °С, материал штампа — сталь 5ХНМ, температура штампа — 250 °С, при штамповке используется графитовый смазочный материал, коэффициент трения составляет 0,4; эффективный коэффициент теплопередачи — 4500 Вт/(м²·К), штамповка осуществляется на паровоздушном молоте М212 с максимальной энергией удара 50 кДж, масса верхнего и нижнего инструмента молота одинакова и составляет 2 т.

Схема открытой штамповки приведена на рис. 2, а; вид поковки, полученной в результате моделирования, представлен на рис. 2, б. На рис. 3 приведены графики силы и энергии удара при штамповке. Видно, что максимальная сила штамповки составляет 5,5 МН, энергия удара, затрачиваемая на штамповку, — 20 кДж.

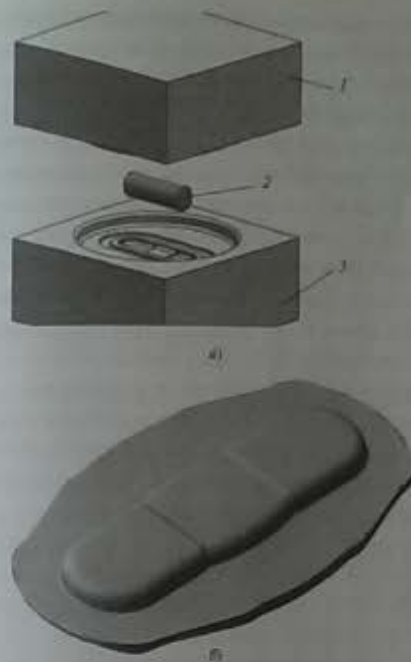


Рис. 2. Открытый штамп с заготовкой (а) и модель поковки, полученной в открытом штампе (б): 1 — туансон; 2 — заготовка; 3 — матрица

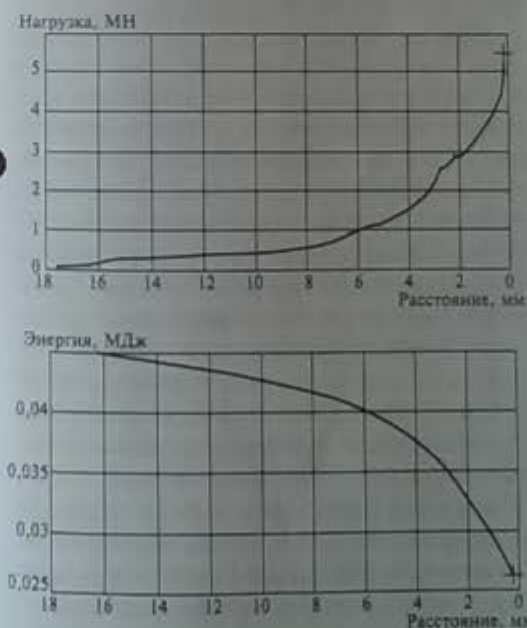


Рис. 3. Графики сил и энергии удара при открытой штамповке

Полученная модель поковки имеет облой значительных размеров, который необходимо удалять при последующей обработке. Это приводит к существенному снижению коэффициента использования материала (КИМ). Повысить КИМ можно двумя способами:

- путем подбора заготовки оптимального объема для минимизации количества облоя;
- применив штамповку в закрытом штампе.

С целью минимизации облоя при открытой штамповке из заготовок различных типоразмеров была выбрана заготовка с размерами $\varnothing 25 \times 93$ мм. Результат моделирования штамповки оптимизированной заготовки представлен на рис. 4. Установлено, что в этом случае максимальная сила штамповки снизилась до 4 МН, а энергия удара — до 7 кДж.

В результате оптимизации заготовки удалось повысить КИМ на 35 %. При штамповке оптимизированной заготовки можно минимизировать размеры облойной канавки или можно использовать имеющийся штамп. Таким образом, благодаря оптимизации заготовки можно исключить промежуточную операцию удаления облоя, выполняемую перед финишной операцией механической обработки.

Для максимального увеличения КИМ необходимо перейти на закрытую штамповку. Это требует изменения конструкции штампа. Схема закрытой штамповки представлена на рис. 5, а. Из-за особенностей формы детали нижняя часть штампа выполнена разборной для удобства извлечения поковки из штампа. Заготовка в этом случае имеет форму бруска с размерами 24×22×78 мм.

Данный способ штамповки позволяет исключить операцию обрезки облоя и получить точную поковку (с последующей минимальной обработкой резанием), что обеспечивает повышение качества детали за счет сохранения целостности волокон материала после штамповки.

Результат моделирования штамповки в закрытом штампе представлен на рис. 5, б. Максимальная сила штамповки составила 47 МН, энергия удара — 45 кДж. Максимальные сила и энергия удара затрачиваются на последнем



Рис. 4. Модель поковки, полученной из оптимизированной заготовки в открытом штампе

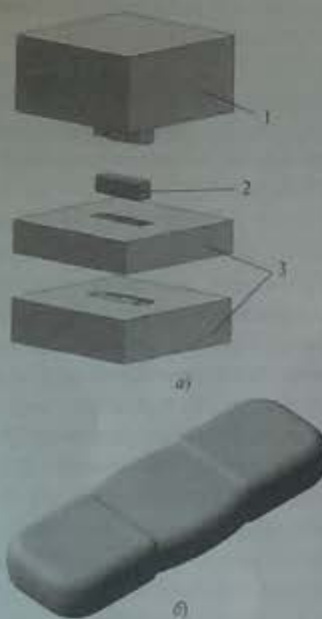


Рис. 5. Закрытый штамп с заготовкой (а) и модель поковки, полученной в закрытом штампе (б). 1 — пуансон, 2 — заготовка, 3 — матрица

этапе штамповки при окончательном смыкании штампа.

По сравнению с традиционной открытой штамповкой и открытой штамповкой с минимальным облоем применение закрытой штамповки позволило повысить КИМ на 42 и 10% соответственно.

На основе результатов моделирования процесса штамповки проведем анализ вероятности возникновения дефектов.

По распределению температур можно судить о равномерности нагрева заготовки и ве-

роятности возникновения разгарных трещин. Распределение температур для трех рассмотренных случаев штамповки представлено на рис. 6 (см. 2-ю полосу обложки).

При традиционной штамповке в открытом штампе максимальная температура наблюдается в зоне перехода металла поковки в облойную канавку. Максимальные значения температур в облое могут достигать 1154 °С (рис. 6, а). При штамповке с минимальным облоем (рис. 6, б) температура уменьшается и составляет 1075 °С. При закрытой штамповке характерно повышение температуры в зонах радиусных переходов по контуру детали (рис. 6, в), при этом максимальное значение температуры составляет 1030 °С. Таким образом, для случаев открытой штамповки с минимальным облоем и закрытой штамповки наблюдается снижение температуры в среднем на 100 °С, что сокращает риск возникновения разгарных трещин.

По распределению интенсивности напряжений можно судить о зонах, максимально подверженных возникновению микротрещин. Распределение напряжений представлено на рис. 7 (см. 2-ю полосу обложки).

Максимальные напряжения при традиционной открытой штамповке составляют 492 МПа, при штамповке с минимальным облоем — 507 МПа, при закрытой штамповке — 442 МПа. Снижение напряжений при закрытой штамповке приводит к снижению вероятности появления микротрещин в поковке.

Оптимизация процесса горячей объемной штамповки путем виртуального моделирования позволяет на стадии подготовки производства выбрать наиболее рациональный способ изготовления поковки в зависимости от условий производства и программы выпуска, а также оптимальную форму заготовки, обеспечивающую максимальное значение КИМ.

Несмотря на преимущества закрытой штамповки, внедрение ее в производство сопряжено с определенными трудностями, связанными, в частности, с необходимостью изменения конструкции штампа и строгого расчета и подбора размеров и формы заготовки.

Закрытая штамповка актуальна при изготовлении больших партий поковок. В мелкосерийном производстве можно подобрать режимы штамповки и размеры заготовки таким образом, чтобы свести к минимуму образование облоя при штамповке в открытых штампах.

УДК 621.7.656.512.011.56.004

В. Г. ШИБАКОВ, д-р техн. наук; Р. И. МУЛЮКОВ, канд. техн. наук; И. З. ВИЛЬДАНОВ, аспирант (ИНЭКА, г. Набережные Челны)
E-mail: shibakov@ineka.ru

Системы автоматизированного проектирования в ОМД и выбор формата файла обмена информацией между ними

Рассмотрены форматы систем автоматизированного проектирования, применяемых в ОМД; проведен выбор формата для электронной модели чертежа 2D систем.

Formats of CAD systems used in metals working by pressure have been considered; choice of a format for electronic model of 2D systems drawing has been carried out.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования; электронная модель; формат файла.

Key words: CAD system; electronic model; file format.

В настоящее время разработка и создание сложной наукоемкой продукции и технологий ее изготовления невозможны без применения современных систем автоматизированного проектирования (САПР). К числу наиболее эффективных САПР относятся так называемые CAD/CAM/CAE системы (системы автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства и инженерного анализа).

CAD (англ. *computer-aided design/drafting*) — это средства автоматизированного проектирования, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации.

CAE (англ. *computer-aided engineering*) — это средства автоматизации инженерных расчетов, анализа и симуляции физических про-

цессов, обеспечивающие динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

CAM (англ. *computer-aided manufacturing*) — это средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивающие автоматизацию программирования и управления оборудованием с ЧПУ или гибких автоматизированных производственных систем. Русским аналогом термина является АСПП — автоматизированная система технологической подготовки производства.

В нашей стране пакеты программ, выполняющие функции CAD/CAM/CAE, обычно объединяют под термином «САПР для машиностроения». Традиционно эти пакеты подразделяют на три класса: тяжелый, средний и легкий. Такая классификация сложилась исторически, и хотя уже давно идут разговоры

Список литературы

1. Бойцов В. В., Трофимов И. Д. Горячая объемная штамповка. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1988. 264 с.
2. Аверкиев А. Ю., Бережковский Д. И. Ковка и штамповка. Справочник. В 4-х т. Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / Под ред. Е. И. Семенова. М.: Машиностроение, 1985. 568 с.