

В.Ю. Лавриненко, С.М. Карпов

Изготовление изделий в машиностроении обработкой давлением

Учебное пособие

Под редакцией В.Ю. Лавриненко



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2026

УДК 378.147
ББК 34.62
Л13

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8665/>

Факультет «Машиностроительные технологии»
Кафедра «Технологии обработки материалов»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. В.А. Голенков;
д-р техн. наук, проф. С.А. Евсюков

Лавриненко, В. Ю.

Л13 Изготовление изделий в машиностроении обработкой давлением : учебное пособие / В. Ю. Лавриненко, С. М. Карпов ; под ред. В. Ю. Лавриненко. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2026. — 55, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6789-1

Представлены основные понятия и характеристики процессов обработки металлов давлением. Описаны технологические возможности основных методов изготовления машиностроительных изделий обработкой металлов давлением. Приведены схемы основных операций обработки металлов давлением и зависимости для расчета основных технологических параметров.

Для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, изучающих дисциплину «Учебно-технологический практикум». Также может быть полезно студентам высших учебных заведений, обучающимся по машиностроительным направлениям подготовки и специальностям.

УДК 378.147
ББК 34.62



Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте: press@bmstu.ru

ISBN 978-5-7038-6789-1

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

Предисловие

Учебное пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Учебно-технологический практикум».

Цель учебного пособия — подготовка учащихся к выполнению практикума по обработке металлов давлением.

В пособии представлены основные понятия и характеристики процессов обработки металлов давлением, описаны технологические возможности основных методов изготовления машиностроительных изделий обработкой металлов давлением, приведены схемы основных операций обработки металлов давлением и зависимости для расчета основных технологических параметров, а также вопросы для самоконтроля.

Перед выполнением практических работ студенты должны изучить материал данного учебного пособия. Для защиты выполненной практической работы студентам необходимо предъявить заполненную рабочую тетрадь с ответами на вопросы для самоконтроля.

После изучения материалов пособия обучающиеся освоят основные методы изготовления машиностроительных изделий обработкой металлов давлением, приобретут навыки самостоятельного определения основных технологических параметров и режимов процессов обработки металлов давлением, выбора технологического оборудования и изготовления изделия различными методами обработки металлов давлением, проведения контроля и оценки качества изготовленных изделий.

Учебное пособие подготовлено с учетом многолетнего опыта преподавания дисциплины «Учебно-технологический практикум» в лаборатории обработки давлением преподавателями кафедры «Технологии обработки материалов» (МТ-13) МГТУ им Н.Э. Баумана (А.И. Легчилин, Н.И. Ляпунов, В.А. Кальченко, И.Г. Кременский, В.К. Стратьев, А.Ф. Третьяков, Ю.Х. Хациев, З.И. Юсипов и др.).

Введение

Обработка металлов давлением — технологический метод изготовления заготовок (полуфабрикатов) изделий и деталей путем силового воздействия инструмента на исходную заготовку, которое сопровождается пластической деформацией металла исходной заготовки. В результате этого изменяются форма исходной заготовки и внутреннее строение и свойства металла.

Силовое воздействие на исходные заготовки производят с помощью специального оборудования: прокатных станов, ковочных и штамповочных молотов, гидравлических и механических прессов, а также других специализированных машин для обработки металлов давлением.

Основными технологическими свойствами деформируемого металла являются пластичность — способность материала пластически (необратимо) деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сопротивление деформированию, от которого будет зависеть величина внешней силы, необходимой для пластического деформирования металла.

Обработку металлов давлением широко применяют в настоящее время для получения изделий из различных конструкционных материалов (сталей, сплавов, цветных металлов): броневые плиты толщиной несколько десятков миллиметров и фольга толщиной несколько микрометров, трубы газопроводов и проволока диаметром несколько микрометров, детали массой несколько граммов и заготовки деталей машин массой до нескольких десятков тонн, металлическая посуда и корпусные детали автомобилей, самолетов, ракет и многих других изделий машиностроения и бытового назначения.

В зависимости от вида заготовки, схемы деформирования и получаемой продукции процессы обработки металлов давлением подразделяют на основные шесть видов: **прокатка, прессование, волочение, ковка, объемная и листовая штамповка.**

Прокаткой, прессованием и волочением изготавливают машиностроительные профили — изделия большой длины с различной

формой поперечного сечения. Ковкой и объемной штамповкой получают поковки — заготовки для дальнейшего изготовления из них машиностроительных деталей, например, обработкой резанием. Листовой штамповкой обычно изготавливают плоские или пространственные заготовки или детали, не требующие последующей обработки.

Основными преимуществами обработки металлов давлением для получения различных машиностроительных изделий по сравнению с другими методами (литьем, обработкой резанием, сваркой) являются высокая производительность, малоотходность и низкая себестоимость изготовления продукции, а также обеспечение высокого качества продукции с требуемыми эксплуатационными свойствами.

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Обработка металлов давлением — технологический метод производства деталей и заготовок путем пластического деформирования исходной заготовки при силовом воздействии инструмента.

В процессе деформирования в исходной заготовке сначала происходит упругая (обратимая) деформация, которая при увеличении нагрузки переходит в пластическую (необратимую) деформацию заготовки.

Деформация — изменение формы и размеров тела при приложении внешней нагрузки (силового воздействия).

Упругая (обратимая) деформация — деформация, которая исчезает после снятия внешней нагрузки, тело восстанавливает свои форму и размеры.

Пластическая (необратимая) деформация — деформация, которая остается после снятия внешней нагрузки, тело не восстанавливает свои форму и размеры.

Основой всех процессов обработки металлов давлением является пластическая деформация исходной заготовки. Способность материалов необратимо пластически деформироваться без разрушения под действием внешних сил называют **пластичностью**. Пластичность является основной характеристикой, определяющей возможность формоизменения заготовки обработкой давлением.

Пластичность металла (сплава) существенно зависит от его химического состава, внутреннего строения (типа кристаллической решетки, микроструктуры — формы и размера зерна), а также температурно-скоростных условий деформирования.

Например, при **осадке (сжатии)** цилиндрической заготовки происходит уменьшение высоты заготовки при увеличении площади ее поперечного сечения (рис. 1.1).

Также при осадке цилиндрической заготовки обычно имеет место бочкообразность — увеличение диаметра средней части цилиндрической заготовки относительно диаметра ее торцов. Ос-

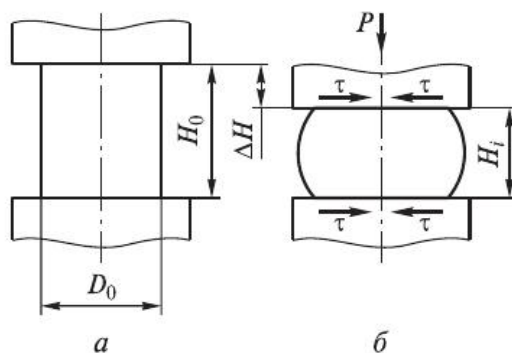


Рис. 1.1. Схема осадки (сжатия) цилиндрической заготовки:

a — исходная заготовка; $б$ — заготовка после осадки; D_0 — начальный диаметр заготовки; H_0 , H_i — высота заготовки начальная и после деформирования; ΔH — высота заготовки при осадке; P — сила деформирования; τ — радиальная сила трения

новная причина такого изменения формы заготовки — влияние радиальных сил трения τ , действующих на контактной поверхности между торцами заготовки и инструментом (см. рис. 1.1).

Пластическая деформация при осадке заготовки под действием внешней силы P (рис. 1.1, a) количественно может быть определена **степенью деформации (относительной деформацией)** по формуле

$$\varepsilon_i = \frac{H_0 - H_i}{H_0} \cdot 100 \%,$$

где H_0 — начальная высота заготовки, мм; H_i — высота заготовки после ее деформации под действием деформирующей силы P , мм (рис. 1.1, $б$).

Пластичность материала количественно может быть определена **максимальной степенью деформации** $\varepsilon_{\max}$, при превышении которой заготовка разрушится. Например, при осадке заготовки

$$\varepsilon_{\max} = \frac{H_0 - H_k}{H_0} \cdot 100 \%,$$

где H_k — минимальная высота заготовки, при которой не происходит ее разрушение, мм.

Оглавление

Предисловие	3
Введение	4
1. Основные характеристики процессов обработки металлов давлением	6
2. Изготовление машиностроительных профилей	13
3. Изготовление изделий объемной штамповкой в открытых и закрытых штампах	27
4. Изготовление изделий штамповкой выдавливанием и высадкой	37
5. Изготовление изделий листовой штамповкой	42
Литература	56

Учебное издание

Лавриненко Владислав Юрьевич
Карпов Сергей Михайлович

Изготовление изделий в машиностроении обработкой давлением

Редактор *О.М. Королева*
Художник *Е.В. Ляшкевич*
Корректор *Н.И. Карнута*
Компьютерная графика *Т.С. Кутузовой*
Компьютерная верстка *Т.В. Батраковой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 20.05.2026. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 3,5. Тираж 641 экз. Изд. № 1722-2026.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
<https://press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.