

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

**МДК.03.01 Организация работ по модернизации  
и внедрению новых методов и средств контроля**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ на тему: «Изучение способов обработки металлов давлением. композиционные материалы с металлической и неметаллической матрицей» для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 621.79(07)  
ББК И 395

**Составитель** М. С. Веденева

**Организация работ по модернизации и внедрению новых методов и средств контроля:** методические указания к выполнению практических работ для студентов специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. С. Веденева. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения практических работ по дисциплине «Организация работ по модернизации и внедрению новых методов и средств контроля». Разработано на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_ПР\_ОРпМиВНМиСК\_8.

**УДК 621.79(07)**  
**ББК И 395**

**Рецензент** – И. В. Поцбнева, канд. техн. наук, доц. кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

# **Практическая работа «Изучение способов обработки металлов давлением. Композиционные материалы с металлической и неметаллической матрицей»**

## **1 Цель практической работы**

Целью практической работы является знакомство с способами обработки металлов давлением и композиционными материалами с металлической и неметаллической матрицей.

## **2 Основные теоретические положения**

### **2.1 Обработка металлов давлением. Основные положения**

Существует большое количество технических вариантов обрабатывания металлических изделий: как ручных, так и автоматизированных (при эксплуатации специального оборудования). Однако несмотря на широкий выбор, в производстве используется способ обработки металлов давлением (ОМД). Отличительной чертой пластической деформации является не только изменение формы детали, но и ее физических, механических свойств. Благодаря этому технология активно применяется в разных сферах промышленности и производства. Еще одна причина популярности – таким образом можно значительно повысить производительность и сэкономить расходование сырья, чем при помощи иных аналогичных методик.

ОМД представляет собой изменение параметров и размера заготовок благодаря влиянию на них внешними условиями с дальнейшим сохранением и закреплением полученного результата. Такой эффект достигается за счёт высокой пластичности материалов, поддающихся отделке. После завершения всех рабочих этапов удаётся получить готовое изделие, форма и габариты которого полностью соответствует заявленным заказчиком требованиям. Для увеличения пластичности, перед работой с этим материалом, его прогревают до высоких температурных показателей. Для любой разновидности существуют установленные критерии нагрева, которые имеют четкую зависимость от физико-химических показателей.

Суть обработки металлов посредством давления определяется тем фактом, что атомы при взаимодействии со сторонними факторами обретают тенденцию и склонны принимать иное, устойчиво стабильное положение в кристаллической форме решетки. Важно, чтобы величина этого воздействия была больше допустимого значения пределов металлической упругости. Данный процесс называется пластическая деформация, которая способна изменить не только внешний критерий оценки и габариты изделия, но и его физико-химические параметры.

На основании условий, в которых осуществляется ОМД, специалисты выделяют два направления: горячая обработка металлов давлением и холодная (рисунок 1). Они пользуются примерно одинаковой популярностью на современном рынке, но последняя относится к более инновационной методике. Особенность холодной разновидности, в том, что она имеет температурный уровень, ниже рекристаллизации.

Горячая обработка металлов давлением выбирается при температурных показателях, превышающих баланс нагрева при рекристаллизации материала.

В основе лежит получение заготовки, соответствующей техническому заданию и формату посредством пластической деформации. Доминирующая особенность пластичности (в сравнении с упругим аналогом) – это сохранение деформированных форм и параметров после устранения внешних сил, оказывающих влияние. Достижение такого результата объясняется тем, что атомы движутся относительно друг друга на величины, превышающие межатомное расстояние и, после прекращения воздействия на них, не способны вернуться в исходное положение.

Горячая и холодная *штамповка* металла известна на протяжении многих столетий. Последняя раньше была основным методом изготовления металлической посуды. Это связано с тем, что её отличает быстрота исполнения, отличное качество и доступная стоимость. Такие параметры особенно ценны при массовом производстве и крупном бизнесе, требующем быстрого создания товаров в больших объемах.

Еще одной разновидностью ОМД является *прокатка*, она подразумевает под собой применение двух движущихся валиков, которые обжимают изделие с обеих сторон. Скорость их вращения устанавливается самостоятельно. Целью этой манипуляции является снижение геометрических данных поперечного сечения, а также достижение желаемой конфигурации. Деформация заготовки

происходит за счёт трения (толщина минимизируется, а длина и ширина – увеличивается). Данным методом могут обрабатываться металлические листы и ленты, но при условии применения гладких валков. Помимо этого, методика используется при работах с деталями фасонного профиля, но с привлечением ручьевого валка. Типы прокатки металла (рисунок 1):

а) продольная – изделие пропускается через движущиеся в разных направлениях валки, из-за чего оно обжимается до толщины расстояния между ними;

б) поперечная – эта разновидность необходима для преобразования материала в форму шара, конуса, цилиндра или других вращающихся тел. Таким образом изготавливают бесшовные балки и многие строительные предназначения для работы.

в) поперечно-винтовая – в большинстве случаев, она используется для создания и переработки полых заготовок.

Помимо этого, в зависимости от присутствия или отсутствия подогрева, в качестве подготовительного процесса работы, специалисты выделяют холодную или горячую прокатку металла.

*Ковка* отнесена к категории высокотемпературных способов металлической обработки. Пред тем, как приступить к делу, деталь нагревается до высоких температурных показателей. Температура выставляется и зависит от вида материала, из которого выполнено изделие. Сегодня применяется несколько методов. Важно выделить:

а) ручная – осуществляется руками мастера и применяется по мере необходимости изготовить небольшую партию заказа. Они не ограничены в рабочей зоне, поэтому формируют любое положение в пространстве;

б) штамповка – предусматривают подготовительные работы, в виде помещения заготовки в штамповую матрицу, не позволяющей ей свободно перемещаться. Благодаря этому она полностью повторяет форму матричной полости. Осуществляется с применением дополнительного специализированного оснащения (пневматического, гидравлического или паровоздушного).

Метод ковки при обработке металлов давлением, в подавляющем большинстве, выбирается для разовых заказов и мелкосерийного производства. Перед тем как приступить к этой процедуре, деталь разогревается и помещается между двумя ударными положениями молота (бойки). Помимо бойки можно использовать также топор, раскатку или обжимку. Основными ковочными операциями служат:

- 1) осадка – уменьшение высоты болванки за счёт увеличения площади поперечного сечения;
- 2) высадка – это, своего рода, осадки. Проведение этого этапа требует наличия оправки (подкладной инструмент);
- 3) протяжка – увеличение длины посредством снижения площади поперечного сечения;
- 4) раскатка на оправе – внутренний и внешний диаметр увеличивается, а стенозная толщина уменьшается;
- 5) пошивка – создание сквозных или глухих отверстий. Рабочим инструментом выступает прошивень, а для отвода необходима выдра.
- 6) скручивание – поворот определенного участка вокруг продольной оси.

*Прессование* – этот вид ОМД подразумевает под собой помещение металлического предмета в специальную форму с дальнейшим выдавливанием через имеющееся отверстие. Эти процессы происходят за счёт мощного пресса и давления, которое способствует выталкиванию. При этом важно помнить, что площадь отверстия не должна превышать площадь сечения используемого изделия. При выполнении этой работы деталь приобретает вид прута, форма и технические свойства которого устанавливаются в зависимости от отверстия. Эта методика отличается простотой и высокой эффективностью. Она часто применяется для оловянных, медных, свинцовых, алюминиевых или цинковых предметов.

На основании того, какой материал используется, прессование металла бывает холодного и горячего типа. Если изделие выполнено из алюминиевого, оловянного, медного или прочего вещества, то оно не нагревается. Если используемые предметы имеют в составе никель или титан, осуществляется нагрев заготовки и рабочего инструмента. Выделяют 2 метода:

- а) прямой – выдавливание осуществляется в направлении движения пуансона;
- б) обратный – перемещается навстречу движениям пуансона.

Использование этой тактики ОМД нередко сокращает срок эксплуатации, в связи с чем рекомендуется периодически наносить на рабочие поверхности минеральные масла, графит, канифоль или жидкое стекло. Несмотря на множество достоинств этой обработки, её главным недостатком считается большой пресс остаток (порядка 20 %) в прессовочной камере.

*Волочение металла* – при использовании данного способа главным инструментом, используемым в этой методике, является фильера (или волока). Овальная или фасонная форма пропускается через фильерное отверстие, из-за чего создаётся необходимый профиль с поперечным сечением. Лучший пример исполнения этой техники – это создание проволоки, подразумевающее протягиванием заготовки с большим диаметром через несколько фильеров. В результате этих действий происходит его превращение в изделие нужного размера. Технология пользуется спросом при необходимости получения деталей маленького диаметра, создании фасонных профилей, производстве тонкостенных труб и калибровки.

Материалом для волоки может быть инструментальная сталь, металлокерамический сплав или технический алмаз (при тонкой проволоке). Целью этой техники служил уменьшение трения, повышение стойкости инструментария и улучшение отвода тепла.

Существует несколько разделений волочения по разным критериям:

- а) сухое – в случае привлечения мыльной стружки;
- б) мокрое волочение предполагает работу с мыльной эмульсией.

Также к основным категориям обработки металлов давлением на практике относятся следующие разновидности:

- а) однократное – осуществляется единственным проходом;
- б) многократное – требует более одного прохода, благодаря чему осуществляется постепенное снижение поперечного сечения.

*Объемная штамповка* – это технологический процесс, в результате которого происходит пространственное изменение различных объемных заготовок, имеющих простейшую геометрическую конфигурацию (цилиндрическую, призматическую и т.п.), для того, чтобы изготовить из них детали гораздо более сложной формы. Такой эффект реализуется посредством специального штампа. Исходя из конструктивной реализации, эта методика делится на 2 основных вида:

1) открытая – даёт возможность не придерживаться весовой точности. В ней предусмотрен зазор, расположенный между их движущимися элементами, куда отправляется лишний объём материала. Работая с открытым типом, необходимо удалить облой, который формируется по контуру;

2) закрытая – эта холодная и горячая обработка металлов под давлением не имеет специальных отверстий, а создание изделия

проводится в ограниченном пространстве. Но важным условием является грамотный расчёт габаритов (вес и объём).

*Листовая штамповка* в зависимости от ожидаемого результата, эта разновидность ОМД делится на:

а) разделительную – включает в себя пробивку, отрезку и вырубку;

б) формообразующую – состоит из таких элементов, как чеканка, а также гибка и раздача и т.д.

При работе с этой методикой требуется гидравлический пресс или кривошипно-шатунный. Главной деталью этого оборудования считается штамп из матричных элементов и пунсона. Отличительной особенностью метода является отсутствие необходимости обрабатывать в дальнейшем. Для обеспечения высококачественного эффекта, применяемые детали должны иметь высокую точность.

Сегодня самым популярным и распространенным способом обработки является *штамповка листового металла под давлением*. Она пользуется спросом среди большинства промышленных отраслей, что значительно расширяет область применения. С ее помощью производятся как небольшие элементы радиоэлектронных аппаратов, так и кузова автомобилей и иных транспортных средств.

*Комбинированная ОМД* актуальна при возникновении необходимости одновременного использования нескольких технологий. Комбинировать можно любые доступные на сегодняшний день методы. Их определение зависит от конечной цели, желаемого результата и текущего технического оснащения. На практике комбинирование проводится достаточно часто, так как это дает возможность создавать более сложные формы и конфигурации.

На практике используется схема прокатки, которая позволяет оптимизировать производственный процесс и ускорить обработку. Благодаря высокому уровню пластичности используемого в производстве сырья, выбор наиболее подходящей технологии проходит исходя из конечной цели изготовителя. Показатели способствуют созданию продукта необходимых размеров, заданным показателям или конкретным техническим заданиям. Максимальное количество промышленных отраслей задействуют в своем рабочем процессе разнообразные методы и технологии. При этом учитываются такие обязательные факторы, как общие условия, при которых проводится изготовление и направление деятельности предприятия.

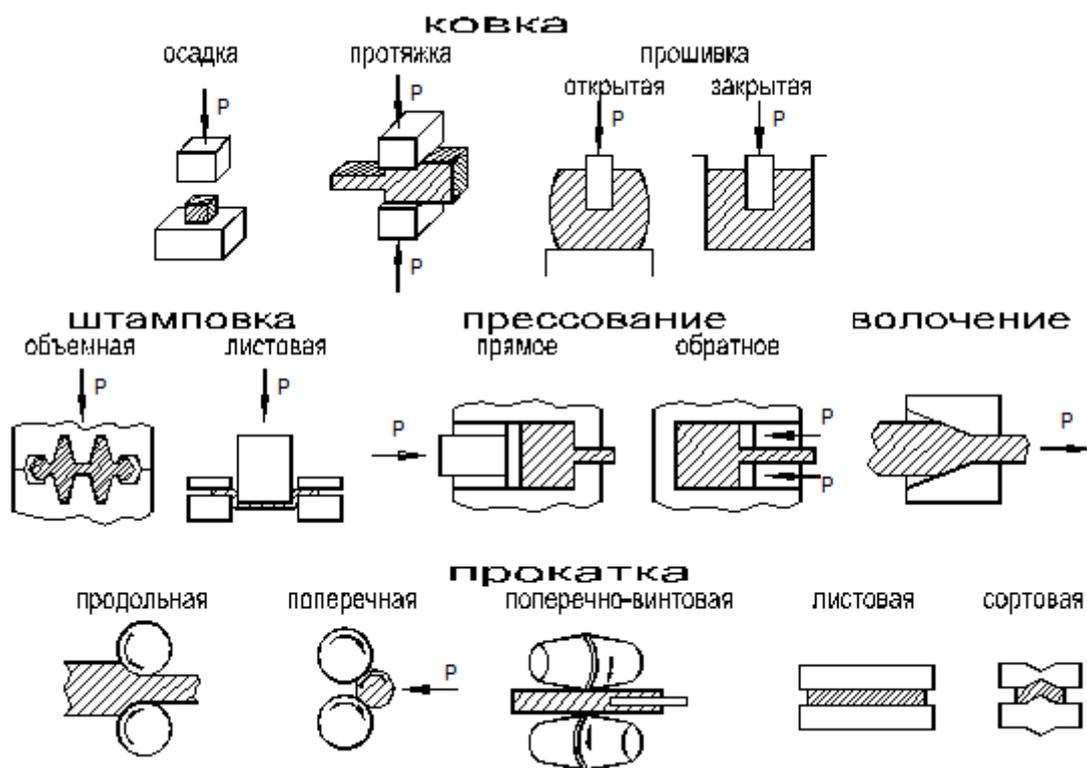


Рисунок 1 – Способы обработки металлов давлением

## 2.2 Композиционные материалы

Композиционные материалы обладают комплексом свойств, отличающихся от традиционных конструкционных материалов, что и предопределило их успешное применение для совершенствования современных и разработки принципиально новых конструкций. Композиционными называют материалы, состоящие из двух компонентов и более, объединенных различными способами в монолит и сохраняющими при этом индивидуальные особенности.

Для композиционных материалов характерна следующая совокупность признаков:

- состав, форма и распределение компонентов материала определены заранее;
- материалы состоят из двух и более компонентов различного химического состава, разделенных в материале границей;
- свойства материала определяются каждым из его компонентов, содержание которых в материале достаточно большое;
- материал обладает свойствами, отличными от свойств компонентов, взятых в отдельности;

- материал однороден в макромасштабе и неоднороден в микромасштабе;

- материал не встречается в природе, а является созданием человека.

Компоненты композиционного материала различны по геометрическому признаку. Компонент, который обладает непрерывностью по всему объему, является матрицей. Компонент же прерывный, разделенный в объеме композиционного материала, считается армирующим или упрочняющим.

В качестве матриц в композиционных материалах могут быть использованы металлы и их сплавы, а также полимеры органические и неорганические, керамические, углеродные и другие материалы. Свойства матрицы определяют технологические параметры сопротивление усталостному разрушению и воздействию агрессивных сред.

Армирующие или упрочняющие компоненты равномерно распределены в матрице. Они, как правило, обладают высокой прочностью, твердостью и модулем упругости и по этим показателям значительно превосходят матрицу. Более широким понятием, чем армирующий или упрочняющий компонент, является термин «наполнитель», поскольку наполнитель в матрице помимо изменения прочности оказывает влияние и на другие характеристики композиции.

Композиционные материалы классифицируют по геометрии наполнителя, расположению его в матрице и природе компонентов.

По геометрии наполнителя композиционные материалы подразделяют на три группы:

- с нуль-мерными наполнителями, размеры которых в трех измерениях имеют один и тот же порядок;

- с одномерными наполнителями, один из размеров которых значительно превосходит два других;

- с двумерными наполнителями, два размера которых значительно превосходят третий.

По схеме расположения наполнителей выделяют три группы композиционных материалов:

- с одноосным (линейным) расположением наполнителя в виде волокон, нитей, нитевидных кристаллов в матрице параллельно друг другу;

- с двухосным (плоскостным) расположением армирующего наполнителя в виде волокон, матов из нитевидных кристаллов, фольги в матрице в параллельных плоскостях;

- с трехосным (объемным) расположением армирующего наполнителя и отсутствием преимущественного направления в его распределении.

По природе компонентов композиционные материалы разделяются на четыре группы:

- композиционные материалы, содержащие компонент из металлов или сплавов;

- композиционные материалы, содержащие компонент из неорганических соединений оксидов, карбидов, нитридов и др.;

- композиционные материалы, содержащие компонент из неметаллических элементов, углерода, бора и др.;

- композиционные материалы, содержащие компонент из органических соединений (эпоксидные, полиэфирные, фенольные и другие смолы).

В названную классификацию не входят полиармированные композиционные материалы.

Свойства композиционных материалов зависят не только от физико-химических свойств компонентов, но и от прочности связи между ними. Обычно компоненты для композиционного материала выбирают со свойствами, существенно отличающимися друг от друга.

Композиционные материалы по сравнению с временными конструктивными материалами обнаруживают более высокие удельную жесткость ( $E / (\rho g)$ ) и удельную прочность ( $\sigma_b / (\rho g)$ ), т.е. жесткость и прочность, отнесенные к единице массы, где  $\rho$  – плотность материала,  $g$  – ускорение свободного падения. Фактически удельная плотность представляет собой максимальную длину нити из материала постоянного сечения, которая может висеть вертикально вниз, без обрыва под своим собственным весом. Поэтому обычно для измерения удельных жесткости и прочности используют метры и километры.

Модуль упругости композиционных материалов может изменяться в требуемом направлении в зависимости от схемы армирования.

Высокая надежность в работе конструкций из композиционных материалов связана с особенностями распространения в них трещин. В обычных сплавах трещина развивается быстро, и скорость роста ее в период работы конструкции детали возрастает. В композиционных

материалах трещина обычно возникает и развивается в матрице и встречает препятствия на границе «матрица – упрочнитель». Армирующий элемент тормозит ее распространение.

Промышленное применение на шли *композиционные материалы на основе алюминия*, упрочненные частицами  $Al_2O_3$  (с алюминиевой матрицей). Их получают методами порошковой металлургии прессованием алюминиевой пудры с последующим спеканием (САП). Частицы пудры имеют форму чешуек толщиной 1 мкм. Размеры частиц по длине и ширине мало отличаются друг от друга. Оксидная пленка на поверхности частиц имеет толщину 0,01 – 0,1 мкм. Уменьшение размеров частиц пудры увеличивает их общую поверхность.

В *композиционных материалах с одномерными наполнителями* упрочнителями являются одномерные элементы в форме нитевидных кристаллов, волокон (проволоки). Волокна и другие армирующие элементы скрепляются матрицей в единый монолит. Матрица защищает упрочняющие волокна от повреждений, служит средой, передающей нагрузку на волокна, и перераспределяет напряжения в случае разрыва отдельных волокон. Важно, чтобы прочные волокна были равномерно распределены в пластичной матрице.

На свойства волокнистой композиции помимо высокой прочности армирующих волокон и жесткости пластичной матрицы оказывает влияние прочность связи на границе «матрица — волокно».

Для армирования композиционных материалов используют непрерывные дискретные волокна.

### **3 План практической работы**

1 Представьте доклад по вопросам, ответы на которые подготовлены в рамках выполнения самостоятельной работы (п. 4 методических указаний), законспектируйте основные положения.

2 Представьте в виде блок-схемы процесс обработки металлов давлением, укажите используемое оборудование и условия осуществления производственных операций.

3 Выполните сравнение композиционных материалов с металлической и неметаллической матрицей, результат представьте в форме таблицы 1.

Сделайте выводы.

**Таблица 1 – Сравнение композиционных материалов с металлической и неметаллической матрицей**

Признак сравнения	Характеристика композиционных материалов с металлической матрицей	Характеристика композиционных материалов с неметаллической матрицей	Результат сравнения
1 Структура	....	...	...
...			

4 Оформите отчет о работе на практическом занятии. Отчет должен содержать:

- тему и цель практического занятия;
- краткое изложение теоретического материала;
- блок-схему процесс обработки металлов давлением;
- таблицу «Сравнение композиционных материалов с металлической и неметаллической матрицей»;
- выводы. В выводах должны быть обобщены результаты всей проделанной работы.

#### **4 Задания для самостоятельной работы**

В рамках самостоятельной работы обучающимся необходимо ознакомиться с теоретическим материалом по данной теме, представленным в конспекте лекций, а также изучить дополнительный материал, представленный в списке рекомендуемой литературы. По результатам работы подготовить письменные ответы на вопросы:

- 1) понятие обработки металлов давлением;
- 2) виды обработки металлов давлением;
- 3) характеристикаковки металлов;
- 4) понятие и суть штамповки металлов;
- 5) что представляет собой прокатка;
- 6) что представляет собой волочение;
- 7) понятие композиционных материалов;
- 8) виды композиционных материалов;
- 9) компоненты, используемые для производства композиционного материала;
- 10) что понимается под матрицей в композиционных материалах;

- 11) состав матриц в композиционных материалах;
- 12) виды композиционных материалов по геометрии наполнителя;
- 13) классификация композиционных материалов по схеме расположения наполнителей;
- 14) классификация композиционных материалов по природе компонентов;
- 15) композиционные материалы на основе алюминия;
- 16) композиционных материалах с одномерными наполнителями.

## Библиографический список

1 Зекунов, А. Г. Управление качеством : учебник и практикум для СПО / А. Г. Зекунов ; под ред. А. Г. Зекунова. – Москва : Юрайт, 2018. – 475 с. – ISBN 978-5-9916-6222-2. – URL: <https://www.biblioonline.ru/bcode/425374> (дата обращения: 05.03.2019).

2 Управление качеством. Практикум : учеб. пособие для СПО / Е. А. Горбашко [и др.] ; под ред. Е. А. Горбашко. – 2-е изд., испр. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 323 с. – ISBN 978-5-534-11511-6. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/445450> (дата обращения: 11.03.2019).

3 Петров, А. Н. Теория обработки металлов давлением: штампы, износ и смазочные материалы : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Н. Петров, П. А. Петров, М. А. Петров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 130 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13136-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/459073> (дата обращения: 11.03.2019).