

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

*В.Р. КАРГИН, Е.В. ШОКОВА*

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
"ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ  
ДАВЛЕНИЕМ"

*Учебное пособие*

САМАРА 2003

*Каргин В.Р., Шокова Е.В. Введение в специальность "Обработка металлов давлением": Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2003. 172 с.*

ISBN 5-7883-0261-7

Рассматриваются в популярной форме история и состояние процессов обработки металлов давлением:ковки, волочения, прокатки, прессования, штамповки. Описана роль инженера в современном производстве.

Пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплину "Введение в металлургию" по специальности 110600 - обработка металлов давлением, и для профессиональной ориентации молодежи.

Табл. 1. Ил. 94. Библиогр.: 27 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева.

Рецензенты: проф. Уваров В.В., В.Н. Самонин

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ .....	13
2. КОВКА .....	22
3. ВОЛОЧЕНИЕ .....	38
4. ПРОКАТКА .....	50
5. ПРЕССОВАНИЕ .....	66
6. ШТАМПОВКА .....	79
7. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ .....	92
8. КВАЛИФИКАЦИЯ - ИНЖЕНЕР .....	102
9. ФАКУЛЬТЕТ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ .....	108
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 .....	170

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие обработки металлов давлением началось сковки самородных металлов и, вероятно, раньше, чем человек научился выплавлять металлы.

Железо, судя по данным раскопок в Египте и в бассейне рек Тигра и Евфрата, стало известно не позднее 4500 лет до н. э. Первые изделия из метеоритного железа получали ковкой. Греки приписывали изобретениековки Гепесту - богу огня и покровителю кузнецов.

Следующим по времени освоения процессом обработки металлов давлением было волочение. В III-IV тысячелетии до н. э. в Вавилоне при изготовлении украшений из благородных металлов золота и серебра применяли волочение. Первые волокни были получены из камня. Протягивание проволоки производили вручную. В последующем основным волочильным инструментом была доска с просверленными в ней отверстиями различного диаметра. Последовательно протаскивая заготовку через несколько отверстий с уменьшающимся диаметром, получали проволоку нужного размера.

На территории нашей Родины в XIII в. до н. э. были известны орудия и оружие из железа. Железо получали прямым восстановлением руд в сыродутных печах в форме губчатых криц, из которых ковали всевозможные изделия. Основное оборудование кузнеца Древней Руси составляли: кузнечный горн, меха, наковальня, а инструментом служили кувалды, зубила, клещи (рис. 1).

Металлографическое и рентгенографическое изучение железных изделий археологических памятников показало, что в X-XIII

в. н. э. техника обработки железа на Руси достигла большого совершенства. В то время широко применяли наряду со свободной ковкой кузнечную сварку, пайку медью, полировку, цементацию, термическую обработку (закалка, отпуск).



Рис. 1. Кузница Древней Руси

Примерно до XV века основной продукциейковки были косы, серпы, топоры, лемеха, предметы хозяйственного инвентаря, оружие, доспехи. Кузнечной сваркой получали многослойные мячи из полос железа и стали, наваривали стальные лезвия на железные топоры. Для изготовления кольчуг применяли волочение проволоки из мягкой стали. На одну кольчугу требовалось до 600 метров проволоки, из которой изготавливали примерно 20 тысяч колец. Каждое кольцо продевалось через соседнее и заваривалось с помощью кузнечной сварки. Значительное усовершенствование ручного волочения было достигнуто при возникновении во-

лочильного производства, где применялось качающееся сиденье (рис. 2).

Примерно до X века главными потребителями и изготовителями проволоки из меди, серебра, золота и их сплавов были мастера-ювелиры. Из проволоки делали золотошвейную пряжу и канитель - тонкие спирали, которые использовали для вышивания одежды, парчи. В XI-XIII веках волочение становится самостоятельной отраслью металлообработки. Создаются цеховые объединения волочильщиков проволоки. Их продукция предназначалась для изготовления иголок, булавок, гвоздей, щеток.

Высокий уровень техники обработки железа в Древней Руси и масштабы его производства позволили не только удовлетворить потребность страны, но и экспортировать железные изделия в западные страны.



Рис. 2. Приспособление с качающимся сиденьем для волочения проволоки

Переход от сыродутного способа получения железа к доменному производству чугуна с последующим переделом его в железо в кричных горнах явился большим шагом вперед.

Создаются государственные металлургические заводы на Урале (1630 г.), начинается применение водяных двигателей для привода молотов и волочильных станов (1644 г.). Первый волочильный стан состоял из двух барабанов: рабочего и размоточного, между которыми размещалась волочильная доска. Рабочий барабан приводился в движение от энергии падающей воды.

К концу XVI века Новгород населяли около 5,5 тысяч людей разных профессий, 600 из них были связаны с обработкой металла: 112 кузнецов, 38 ножовщиков, 35 котельников, 21 гвоздочник, 18 оружейников, 17 замочников, 12 ведерников, по несколько человек лемешников, скобочников, игольников, булавочников и так далее. По всей Руси жили десятки тысяч мастеров по обработке металлов давлением.

Развитие металлургии в России особенно ускоряется при Петре I. На Урале строятся казенные и частные заводы для выплавки меди и чугуна. К тридцатым годам XVIII в. Россия не только догнала западные страны по выплавке чугуна, но и опередила их и заняла первое место в мире.

Возникновение следующего по времени процесса обработки металлов давлением прокатки связывают с именем гениального художника и инженера Леонардо-да-Винчи, опубликовавшего в 1495 г. первые печатные материалы по прокатке. Со свойственной ему проницательностью и гениальностью он предложил прокатку стальных полос переменной толщины. Его предложение по прокатке конических орудийных стволов было осуществлено лишь в середине 50-х годов XX века. Однако до конца XVIII в. прокатку применяли для отделки предварительно откованных железных полос. Для уменьшения толщины кованных полос применяли прокатные станы дуо с цилиндрическими валками, называвшиеся тогда "плющильными машинами" (рис. 3).

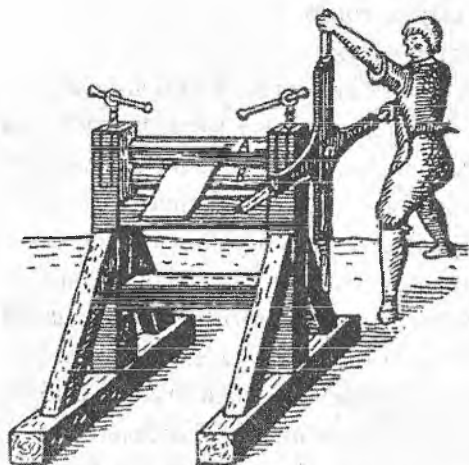


Рис. 3. Прокатный стан дуо с цилиндрическими валками

В конце XVIII века были сделаны крупные изобретения, способствовавшие значительному прогрессу в металлургии и, в частности, в обработке металлов давлением. Было изобретено пудлингование, позволившее получать железо в больших количествах, лучшего качества и более дешевое. Изобретение паровых машин для привода (Ползунов в 1760 г. и Уатт в 1784 г.) позволило создать мощные воздуходувки, обеспечивающие получение чугуна на коксе взамен древесного угля. Паровые машины для привода прокатных станов позволили обрабатывать железо из пудлинговых криц, минуя ковку. Началом применения прокатки для обработки железа (рис. 4) считается 1784 г. (патент английского инженера Корта), хотя в 1782 г. на Чернозском заводе был установлен стан для прокатки кровельных листов с приводом от водяного колеса. В 1839 г. был создан паровой молот (английский инженер Нейсмит). Указанные усовершенствования привели к значительному росту выплавки чугуна в начале XIX в. в западных странах, особенно в Англии, и к сокращению импорта железа из России.

Еще один способ обработки металлов давлением - прессова-





Рис. 4. Старинный сортопрокатный стан

ние, как технологический способ стал возможным лишь в конце XVII в. Стимулом к воплощению идей, охватывающих процесс прессования, стала возрастающая в XVII-XVIII вв. потребность в трубах для подачи жидкостей (рис. 5). Местом первых разработок в этой области была Англия.

Первый гидропресс для прессования запатентован в 1795-1797 гг. английским инженером Джозефом Брама, современником и конкурентом Д. Уатта. Пресс напоминал ручной насос и позволял прессовать свинцовые трубы. В 1820 г. англичанин Томас Барр сконструировал вертикальный гидропресс для прессования свинцовых труб. Пробразом современных горизонтальных гидропрессов для прессования стал пресс конструкции Г. Дика, созданный в Германии в 1894-1895 гг. Его появлением положено начало про-

мышленному применению прессования профилей и труб из меди, медных и алюминиевых сплавов. Этот процесс в известной области стал вытеснять прокатку, обработку металлов резанием и литье.

Развитие железнодорожного транспорта в XIX в. потребовало большого количества стали для изготовления паровозов, вагонов, мостов, рельсов. Изобретение бессемеровского (1855 г.) и мартеновского (1865 г.) способов производства стали обеспечило ее получение в большом количестве в виде крупных слитков. Для их обработки потребовались мощные прокатные станы, молоты и прессы. Применение электродвигателей в конце XIX в. явилось дальнейшим шагом вперед в развитии металлургии и особенно в обработке металлов давлением.

Несмотря на отставание в XIX в. металлургии России, во многих случаях русская техника опережала западную. Так, на русских военных заводах в 1800 г. применяли горячую объемную штамповку, а на западе этот процесс не был известен. Качество оружия, благодаря трудам Анасова и Обухова, было выше западноевропейского.

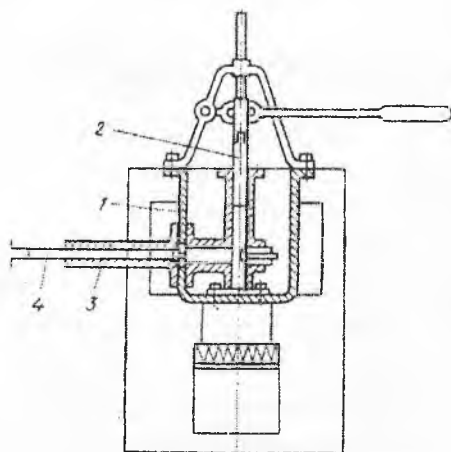


Рис. 5. Пресс для прессования свинцовых труб:

1 - чугунный котел; 2 - ручной насос; 3 - труба; 4 - коническая игла

Для военных флотов сооружались первые броненосцы. Для этого нужны большие броневые плиты. Изготовление таких плит ковкой было процессом крайне трудоемким и дорогостоящим. В 1859 г. русский механик В.С. Пятов сконструировал первый в мире мощный прокатный стан для производства броневых листов. Этот стан стал предшественником современных обжимных станков - блюмингов и слябингов.

Начиная с середины XIX века чрезвычайно широкое распространение получает штамповка (рис. 6).

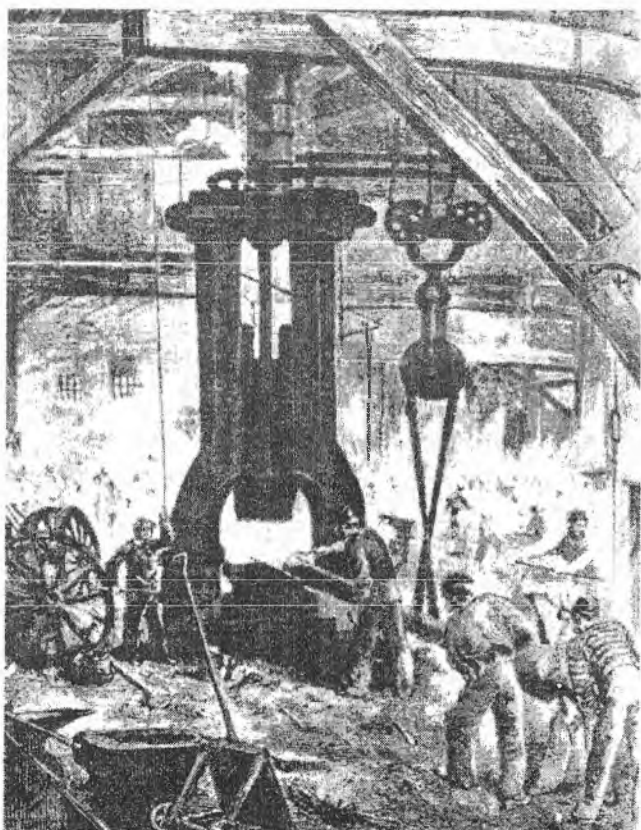


Рис. 6. В кузнечном цехе конца XIX века

В XX веке строительство тракторных, автомобильных, авиационных и других заводов сопровождалось созданием на них современных цехов горячей объемной и холодной листовой штамповки. Получили большое развитие и процессы волочения, прокатки и прессования.

Сегодня в металлургии пока существуют пять основных способов обработки металла давлением: ковка, штамповка, прокатка, волочение и прессование. Каждый из них имеет свою преимущественную область применения. Обычно при получении какой-либо детали на разных стадиях используют несколько видов обработки давлением. В результате все существующие способы дополняют друг друга, взаимно расширяют свои возможности.

Необычайно разнообразно оборудование для обработки металлов давлением: громадные обжимные прокатные станы и прессы, роботизированные ковочные комплексы, полностью автоматизированные штамповочные линии, деталепрокатные агрегаты, уникальные станы для получения тончайшей фольги и проволоки.

## 1. СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Все машины и механизмы, которые использует человек, состоят из сотен и тысяч самых разнообразных деталей - от миниатюрных и сверхточных (часы) до многотонных и тоже весьма точных (судовой двигатель).

Металл, используемый при изготовлении деталей, имеет разную форму, разные размеры и физические свойства. Форма металлических деталей может быть простой (лист, лента, проволока) и очень сложной (корпус насоса, коленчатый вал двигателя самолета, автомобиля). О разнообразии размеров металлических деталей можно судить по следующим примерам: листы (плиты) могут быть толщиной 500 мм и более, а ленты - толщиной 2 мкм и менее; масса деталей гидротурбин и блюмингов достигает нескольких десятков тонн.

При создании машин и механизмов первая задача - это начертить деталь и заказать для нее металл. Вторая задача более сложная - сделать из металла деталь в соответствии с чертежом (рис. 7).



Рис. 7. Схема постановки инженерной задачи

В современной технике уже известно много различных способов придания металлам требуемой формы. Среди них наиболее распространенными, массовыми способами в промышленности пока что остаются: литье, обработка металлов резанием, сварка и обработка металлов давлением.

При литье сначала изготавливают модель детали из какого-нибудь легко обрабатываемого материала, например дерева. Затем по модели получают полую форму и заливают в нее под влиянием силы тяжести жидкий металл. После остывания металла получают отливку требуемой формы.

Для лучшего заполнения сложных форм и при недостаточном ферростатическом давлении применяют литье под давлением и центробежное литье. В этих процессах наряду с лучшим заполнением формы несколько повышается качество отливок.

Большое значение имеет литье как способ придания металлу сложной формы готового изделия, подвергающегося в дальнейшем термической обработке и обычно обработке резанием. Литье применяют также для получения полупродукта с последующей его обработкой давлением - ковкой и прокаткой. До последнего времени основным видом полупродукта были слитки.

В настоящее время широко внедряют метод непрерывной разливки металла. При этом получают полупродукт квадратного, прямоугольного и круглого сечений неограниченной длины при меньшей площади сечения, чем у слитка. Это позволяет упростить передел в прокатных цехах и достигнуть значительной экономии металла за счет сокращения отходов на обрезь.

Литье как метод получения готовых деталей имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами придания формы металлу. Так, литьем можно получать изделия очень сложной формы с внутренними полостями и из хрупких металлов и сплавов. Последнее позволяет широко использовать в машиностроении дешевый чугун.

И все же литые детали, даже полученные с использованием

современных методов: литья по выплавляемым моделям, литья под давлением и т.п. - не обладают такими высокими механическими свойствами, качеством поверхности, точностью размеров, как полученные обработкой давлением. В отливках довольно часто присутствуют скрытые дефекты: пористость, неметаллические включения; отливки имеют крупнозернистую структуру и значительные по величине остаточные напряжения как результат неравномерного охлаждения. Все это приводит к тому, что литые детали в большинстве случаев уступают по прочности полученным обработкой давлением, особенно, если эти детали воспринимают значительные силовые и ударные нагрузки.

Литьем практически невозможно получить детали очень малых сечений и большой длины, например тонкие листы, проволоку и т.п. Известные способы получения проволоки выдуванием жидкого металла через сопло, вытягиванием из расплава, а также способы получения чугунных листов заливкой металла в зазор между горизонтально расположенными валками, вращающимися в разные стороны, не могут обеспечить надлежащего качества готовых деталей и поэтому не нашли широкого применения в практике.

На машиностроительных заводах обработкой металлов резанием получают огромное количество разнообразных деталей с помощью операций сверления, точения, фрезерования, строгания, шлифования. Перефразируя известное высказывание некоего скульптора, можно сказать, что для получения детали этими методами надо взять заготовку и срезать с нее все лишнее. При такой обработке механические и физические свойства металла, как правило, не изменяются. К достоинствам обработки резанием относятся высокая точность получаемых деталей и высокая степень чистоты поверхности, к недостаткам - высокая трудоемкость изготовления, низкая производительность, значительные потери металла в стружку.

Экономия металла за счет уменьшения стружкообразования

будет иметь место, если заготовки для обработки резанием по форме и размерам будут максимально приближены к готовым деталям. Наиболее рациональными способами изготовления таких заготовок являются методы обработки металлов давлением и литья.

Сварку (пайку, склепывание, склеивание) можно в определенном смысле противопоставить обработке резанием, так как эти способы связаны не с уменьшением массы заготовки, а напротив, с ее увеличением. Нарращивание массы заготовки с приданием ей нужной формы и размеров происходит путем добавления отдельных элементов детали, полученных другими способами: обработкой давлением, литьем или резанием.

При обработке металлов давлением готовые детали как бы вылепливают из исходной заготовки, не изменяя ее массы. Отходов при этом почти нет, чистота поверхности и точность размеров - на самом высоком уровне, производительность тоже. И что очень важно, металл, подвергнутый обработке давлением, приобретает более высокие механические свойства.

К основным процессам обработки металлов давлением относят ковку, волочение, прокатку, штамповку и прессование (рис. 8). Применение этих процессов возможно благодаря свойству пластичности - способности многих металлов и сплавов в определенных условиях под действием приложенных сил принимать необратимую форму без разрушения.

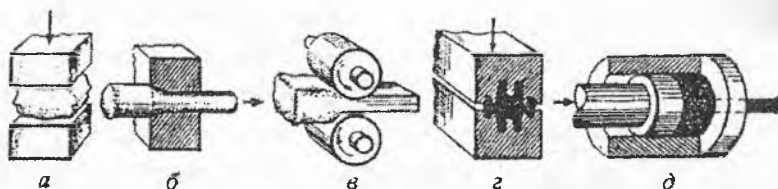


Рис. 8. Процессы обработки металлов давлением:  
а - ковка; б - волочение; в - прокатка; г - штамповка; д - прессование



Наиболее легкие и прочные машины, такие как самолет, автомобиль, на 80-90% от массы состоят из деталей, полученных обработкой металлов давлением.

Для реализации процессов обработки металлов давлением необходимо оборудование как источник энергии для деформирования, инструмент и заготовки (слитки), рис. 9.

Одним из наиболее распространенных в настоящее время процессов обработки металлов давлением является свободная ковка. При свободной ковке всю заготовку или ее участки подвергают воздействию бойка молота или пресса.

В настоящее время свободную ковку применяют для получения крупных поковок из слитков и для изготовления небольших партий средних и мелких поковок из прокатанного материала.

При серийном и массовом производстве мелких и средних поковок применяют объемную штамповку на прессах или молотах. В этом случае катаную заготовку помещают в полость штампа. Под воздействием давления заготовка деформируется и заполняет полости штампов.

Сложные поковки получают последовательной штамповкой заготовок в ряде штампов, форма полости которых постепенно приближается к форме готовой поковки.

Для изготовления изделий из листов, используемых при производстве автомобилей, тракторов, самолетов, посуды и т.п., широко применяют листовую штамповку.



Рис. 9. Структурная схема процессов обработки металлов давлением

Свободную ковку, объемную и листовую штамповки применяют в основном на машиностроительных заводах.

На металлургических заводах ковку и объемную штамповку применяют в сочетании с прокаткой при производстве бандажей, колес, труб.

Для производства прутков с различной формой поперечного сечения и труб, в том числе с внутренними и наружными ребрами, применяют прессование (выдавливание). При прессовании слиток или катаную заготовку помещают в контейнер и под воздействием пуансона металл выдавливается через отверстие матрицы.

Прессование цветных металлов получило широкое применение. До последнего времени прессование стали применяли в ограниченном объеме из-за малой стойкости матриц. Однако в связи с прогрессом в производстве высокопрочных сплавов, стойких при высоких температурах, и разработкой стеклянных смазок прессование находит применение для обработки сталей, в частности высоколегированных.

Волочение применяют при производстве проволоки, прутков и труб. Сущность процесса волочения заключается в уменьшении сечения изделия и увеличении его длины, а при изготовлении проволоки фасонного сечения изменяется и форма.

Волочение применяют иногда для получения точных размеров и чистой поверхности горячекатаных профилей, а также с целью упрочнения изделий. Волочение изделий осуществляют в основном в холодном состоянии.

Исключительно большое значение в народном хозяйстве имеет прокатка. Сущность процесса продольной прокатки заключается в том, что слиток или заготовка благодаря действию сил трения втягивается валками, вращающимися в разные стороны, в зазор между ними, обжимается по высоте и увеличивается по длине и ширине. При этом заготовка принимает форму зазора между валками (калибра).

При производстве некоторых видов проката, в частности бесшовных труб, применяют косую прокатку.

Такие процессы обработки металлов давлением, как прокатка, волочение и частично прессование, характеризуются последовательностью, непрерывностью действия инструмента на обрабатываемый металл, а свободная ковка, объемная и листовая штамповка - периодичностью действия инструмента.

Последовательные процессы являются более совершенными, чем периодические. При последовательных процессах можно применять высокие скорости обработки изделий. Кроме этого, эти процессы сравнительно легко механизировать и автоматизировать.

При объемной и листовой штамповке, волочении и прессовании в качестве исходного материала применяют катаные заготовки, листы, проволоку, трубы, а при прокатке и свободной ковке крупных поковок - слитки. Следовательно, прокатка является процессом обработки металла не только для нужд машиностроения и строительства, но и поставщиком полуфабрикатов для остальных видов обработки металлов давлением.

Свыше 80% выплавленного металла подвергается прокатке, а остальную часть металла применяют в виде фасонных отливок и крупных поковок из слитков.

Чтобы определить место обработки металлов давлением при производстве машин, нужно проследить путь от руды до готовой машины (рис.10).

Заготовительная стадия осуществляется в заготовительных цехах (литейном, прокатном, штамповочном и др.). Там из исходных материалов получают заготовки будущих деталей. От качества труда рабочих и инженеров этих цехов (литейщиков, прессовщиков, прокатчиков, штамповщиков, технологов, конструкторов и др.) и технологической оснастки заготовительного производства во многом зависит расход сырья на предприятии. Чем точнее сделана заготовка, тем меньше металла снимается при обработке, тем экономичнее производство.

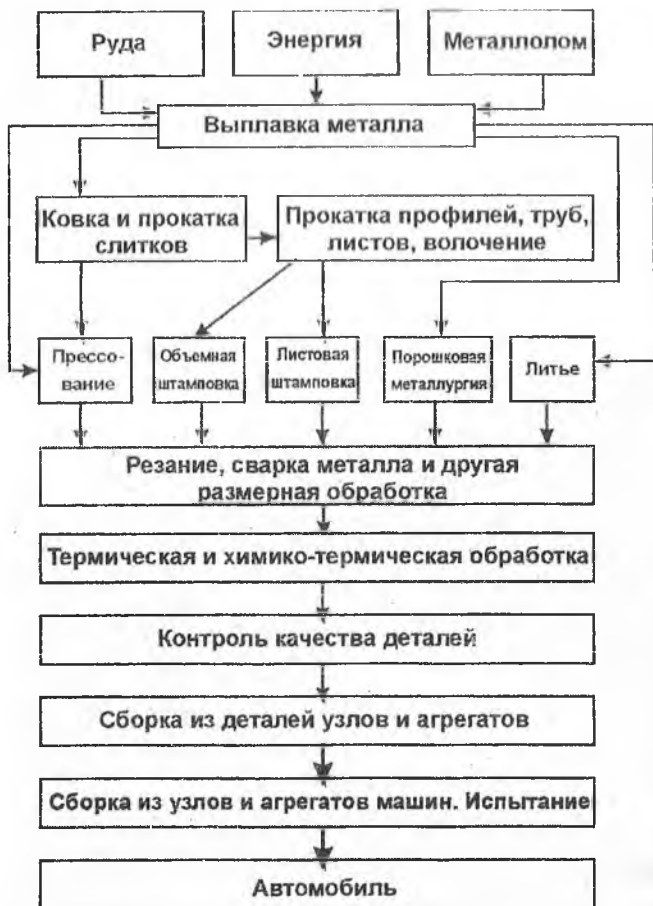


Рис. 10. Путь металла от руды до машины

Стадию доводки детали проходят в механических цехах. Полученные заготовки обрабатывают на различных станках с применением разнообразных инструментов. В этом участвуют рабочие самых разных профессий: токари, фрезеровщики, слесари, шлифовщики и т.д. Готовые детали в соответствии с техническими требованиями проходят затем термическую, химическую или иную обработку в соответствующих цехах. Это повышает их из-

носостойкость и надежность. На поверхность некоторых деталей для защиты от воздействия внешней окружающей среды наносят различные покрытия. Из обрабатывающих цехов детали поступают на сборку.

В сборочной стадии можно выделить два этапа: узловую сборку, в результате которой образуется составная часть будущего изделия (сборочная единица), и общую сборку изделия в целом. Например, в одном цехе автомобильного завода собирают двигатели, а в другом - кузова будущего изделия, это узловая сборка, а общая (окончательная) сборка идет на главном конвейере: здесь из сборочных единиц и деталей рождается автомобиль.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем преимущество обработки металлов давлением по сравнению с обработкой резанием?
2. Сколько деталей, полученных обработкой металлов давлением, вы найдете у себя на кухне?
3. Можно ли обработкой металлов давлением получить детали, годные для сборки?
4. Перечислите наиболее массовые способы придания металлам требуемой формы.
5. Как изготавливают детали литьем?
6. Перечислите основные операции обработки металлов резанием.
7. Приведите примеры деталей, конструкций, получаемых с помощью сварки, пайки, склеивания, клепки.
8. Назовите основные способы обработки металлов давлением.
9. Что представляет собой структура процессов обработки металлов давлением?
10. Каков путь металла от руды до машины?

## 2. КОВКА

Ковка металлов - один из наиболее древних видов обработки металлов давлением. Она появилась одновременно с открытием человеком металла и долгое время оставалась единственным способом обработки металлов давлением.

В настоящее время ковку осуществляют на молотах и прессах.

В качестве инструмента используют бойки, один из которых крепится к подвижному органу кузнечной машины, а второй закрепляется на столе прессы или молота. Верхний боек совершает возвратно-поступательное движение.

Ковка - самый универсальный вид обработки металлов давлением, заключающийся в изменении формы и размеров нагретой заготовки путем последовательного воздействия универсальным инструментом на отдельные участки заготовки. Заготовки, получаемые ковкой, называются **ПОКОВКАМИ**. Поковки могут иметь самую разнообразную форму и массу, от нескольких граммов до 350 т и более. Большие поковки получают непосредственно из слитков, поковки средних и малых размеров - из прокатных заготовок.

Ковку применяют для получения поволоков упрощенной формы в условиях единичного и мелкосерийного производства: шатуны, рычаги, крюки, кольца, диски, оси, валы и т.п. Ковка - единственный способ получения экзотической продукции (решетки, ворота, калитки и т.п.), рис. 11.

Безковки не обойтись при получении таких деталей, как многотонные валы мощных гидрогенераторов и турбин, гребные валы

атомоходов и супертанкеров. Также незаменимаковка и при производстве крупных пустотелых поковок: сосудов и котлов высокого давления, барабанов, колец.

Процессковки изделий состоит из чередования отдельных кузнечных операций: осадки, протяжки, прошивки, раскатки на оправке, отрубки, гибки, кузнечной сварки, выполняемых в определенной последовательности.



Рис. 11. Ворота, изготовленные свободной ковкой

Осадка заключается в уменьшении высоты заготовки при одновременном увеличении площади ее поперечного сечения (рис. 12). Осадку осуществляют на плоских бойках.

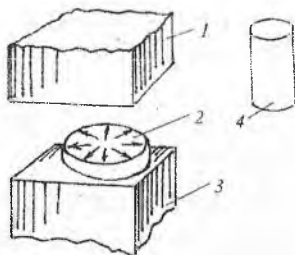


Рис. 12. Схема осадки:

1 - верхний боек, 2 - осаженная заготовка, 3 - нижний боек, 4 - заготовка

При осадке изменяются не только размеры заготовки, но и ее форма. Если осаживать цилиндрическую заготовку, то получим бочкообразное тело. Такая неравномерность деформации (бочкообразование) вызывается силами трения  $T$  на поверхности контакта металла с бойками и охлаждением торцов нагретой заготовки, контактирующих с инструментом. Эти силы трения затрудняют течение приконтактных слоев металла заготовки. Средние слои не испытывают сдерживающего действия контактных сил трения и поэтому деформируются в большей степени, образуя бочкообразную форму.

Для исправления бочкообразной формы используют отделочную операцию - обкатку по диаметру. Выравнивание боковой поверхности выполняют легкими ударами верхнего бойка, вращая заготовку вокруг оси (рис. 13). Операция облегчается при использовании вырезного нижнего бойка.

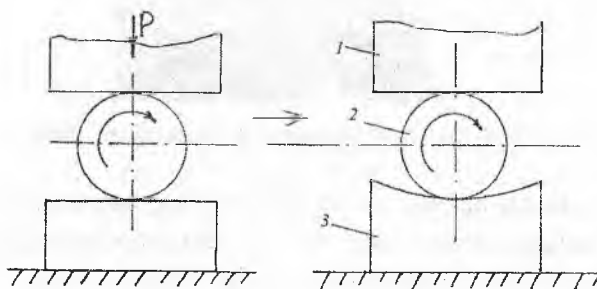


Рис. 13. Схема обкатки по диаметру:  
1- верхний плоский боек, 2- вырезной боек, 3- заготовка

Разновидностью осадки является осадка в подкладных кольцах (рис. 14). Она позволяет выдавить отростки с одного или одновременно с обоих торцов заготовки, в результате чего поковка приобретает ступенчатую форму с утолщенной серединой. Для облегчения удаления заготовки из колец после осадки стенки отверстий имеют уклон до  $7^\circ$ .



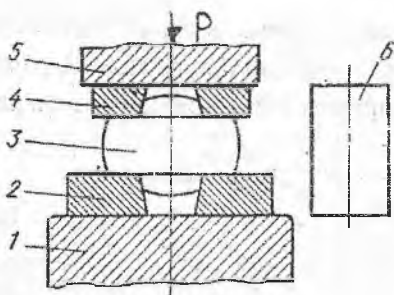


Рис. 14. Схема осадки в подкладных кольцах: 1 - нижний боек, 2 - нижнее кольцо, 3 - заготовка после осадки, 4 - верхнее кольцо, 5 - верхний боек, 6 - заготовка

Другой разновидностью осадки является высадка, когда деформируется только часть заготовки (рис. 15, а).

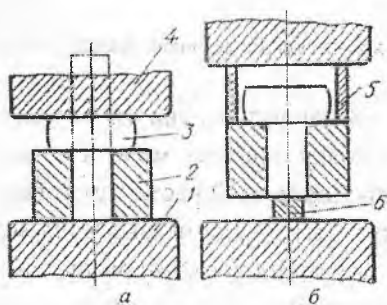


Рис. 15. Схемы высадки (а) и удаления заготовки (б): 1 - нижний боек, 2 - кольцо, 3 - заготовка, 4 - верхний боек, 5 - съемное кольцо, 6 - подкладка

Длина выступающего из кольца конца заготовки не должна превышать 2,5 диаметра во избежание продольного изгиба.

Для удаления высаженной заготовки (рис. 15, б) кольцо 2 поднимают и ставят на подкладку 6, диаметр которой меньше диаметра стержня поковки. Затем устанавливают съемник-кольцо 5. Далее нажатием верхнего бойка 4 на съемник удаляют поковку.

Для увеличения площади уже осаженой заготовки за счет

уменьшения ее толщины в отдельных частях или увеличения диаметра заготовки, если мощность молота (пресса) оказывается недостаточной, применяют операцию осадки разгонкой (рис. 16).

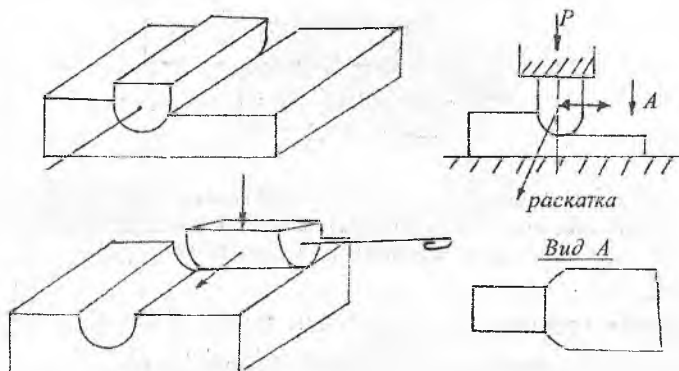


Рис. 16. Схема осадки разгонкой полукруглой раскаткой

Для разгонки применяют полукруглую раскатку, которую накладывают на заготовку под боек молота и после каждого удара перемещают вдоль уширяемой части заготовки. После разгонки поверхность полотна заготовки оказывается волнистой и для ее выравнивания пользуются плоскими раскатками (гладилками).

Процесс разгонки бойком молота для увеличения диаметра заготовки аналогичен осадке раскаткой, только роль раскатки выполняет верхний боек (рис. 17). Заготовку устанавливают на нижний боек 1 и подставку 3 и разгоняют полотно верхним подвижным бойком 2. После каждого удара заготовку поворачивают вокруг вертикальной оси на некоторый угол.

Осадку применяют как самостоятельную операцию для изготовления поковок типа дисков, шестерен, фланцев и дисков с бобышками и как промежуточную операцию процессаковки.

Протяжка заключается в удлинении заготовки или ее части за счет уменьшения площади поперечного сечения (рис. 18).

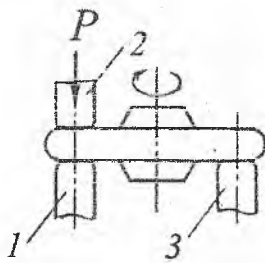


Рис. 17. Схема осадки разгонкой бойками:  
1 - нижний боск, 2 - верхний боек, 3 - подставка

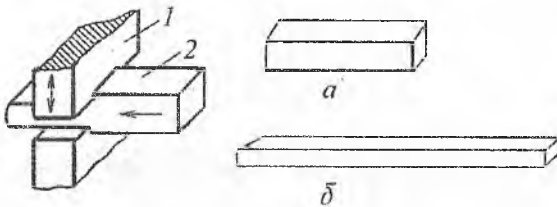


Рис. 18. Схема протяжки заготовки: а - до протяжки, б - после протяжки:  
1 - бойки, 2 - заготовка

При протяжке в отличие от осадки заготовку обрабатывают участками, последовательно задавая ее под узкие бойки. Сжимаемый по высоте металл течет в направлении длины и ширины заготовки. В результате нескольких операций протяжки, сопровождающихся поворотами заготовки на  $90^\circ$  (кантовкой), последняя постепенно удлиняется (рис. 19).

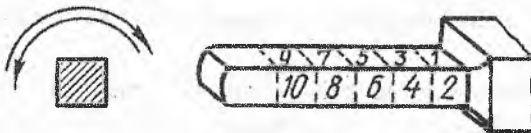


Рис. 19. Последовательность обжатий заготовки

Для получения поволоков круглого сечения применяют протяжку вырезными бойками (рис. 20). В этом случае течение металла в стороны сдерживается стенками бойков, что дает возможность протягивать более интенсивно.

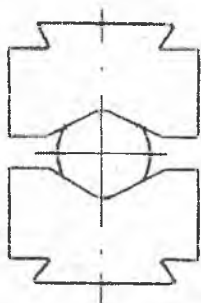


Рис. 20. Схема протяжки в вырезных бойках

Протяжка является основной операцией при ковке гладких, ступенчатых и коленчатых валов, шатунов и т.п.

Прошивка служит для получения в заготовке сквозных и несквозных отверстий с помощью прошивня и надставок (рис. 21).

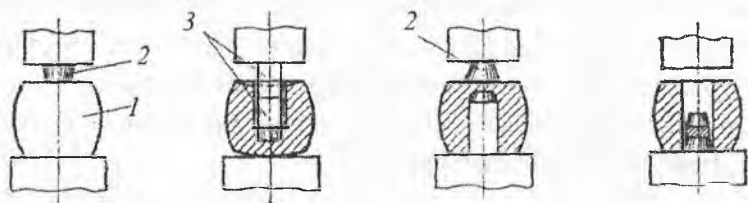


Рис. 21. Схема прошивки: 1 - заготовка, 2 - прошивень, 3 - надставка

Прошивень конической формы устанавливают на заготовку меньшим торцом вниз и ударами молота или нажатием прессы вгоняют в металл. При этом вначале легким ударом (нажатием) прошивень вдавливают на небольшую глубину. Вынув прошивень, насыпают в образовавшееся углубление толченый уголь, кокс или

графит, что устраняет опасность сваривания прошивня с металлом. Вставив прошивень в углубление с насыпанным порошком, продавливают его на большую глубину.

Дальнейшее внедрение прошивня в заготовку производят с помощью одной или нескольких цилиндрических надставок, диаметр которых несколько меньше диаметра прошивня. Прошивку заканчивают с оставлением перемычки, толщина которой приблизительно равна  $1/3$  высоты прошиваемой заготовки. Прошивка с оставлением перемычки меньшей толщины не рекомендуется, так как при этом резко возрастает усилие прошивки и возникает опасность подсадки прошивня. Таким образом получают заготовку с несквозным отверстием.

Для получения сквозного отверстия после прошивки заготовку с углублением кантуют на  $180^\circ$ , в результате чего надставки выпадают из отверстия, а прошивень остается в заготовке. На заготовку устанавливают другой прошивень (теперь меньшим торцом вверх), диаметр которого несколько меньше диаметра первого, и производят пробивку отверстия с удалением перемычки и основного прошивня.

Раскатку на оправке применяют при ковке кольцеобразных поковок путем увеличения наружного и внутреннего диаметров прошивной заготовки за счет уменьшения толщины стенки (рис. 22).

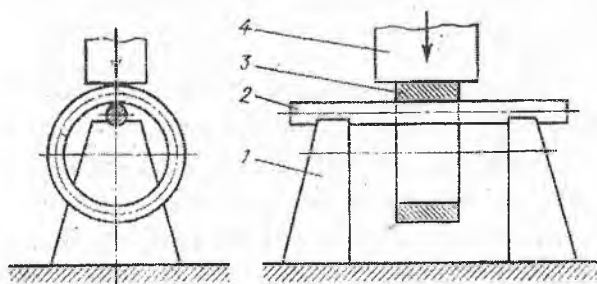


Рис. 22. Схема раскатки на оправке:  
1 - стойка, 2 - оправка, 3 - заготовка, 4 - верхний боек

Процесс является разновидностью протяжки, так как можно представить, что концы заготовки соединены между собой в кольцо. Ковку ведут узким верхним бойком, располагая его длинной стороной параллельно цилиндрической оправке, опирающейся на боек-скобу или две стойки. При этом желательно, чтобы длина бойка перекрывала длину поковки (высоту кольца).

После каждого обжатия оправку поворачивают, благодаря чему несколько поворачивается и кольцо. В результате раскатки наружный и внутренний диаметры кольца увеличиваются, а толщина стенки уменьшается. В ширину кольцо раздается незначительно.

Отрубка служит для отделения части заготовки по незамкнутому контуру путем внедрения в заготовку кузнечного топора, разделения прутков на мерные заготовки и удаления излишков металла (рис. 23). Нагретую заготовку укладывают на нижний боек, сверху накладывают топор. При ударе ее надрубает топором почти на всю высоту, оставляя небольшую перемычку во избежание порчи лезвия топора и опорной части нижнего бойка.

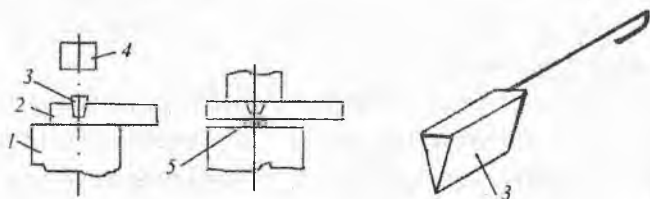


Рис. 23. Схема кузнечной операции отрубка:

1 - нижний боек, 2 - заготовка, 3 - топор, 4 - верхний боек, 5 - просечка

Вынув топор, заводят под надрубленную часть заготовки квадратную просечку и ударом верхнего бойка разрубают заготовку. Разрубку заготовки выполняют также с предварительной ее кантовкой на  $180^\circ$ , в этом случае квадрат устанавливают сверху над перемычкой. При этом место установки квадрата определяют по потемневшему (остывшему) металлу перемычки.

Гибку используют для придания заготовке заданной изогнутой формы (рис. 24). С помощью этой кузнечной операции получают угольники, кронштейны, крюки, хомуты и т.п.

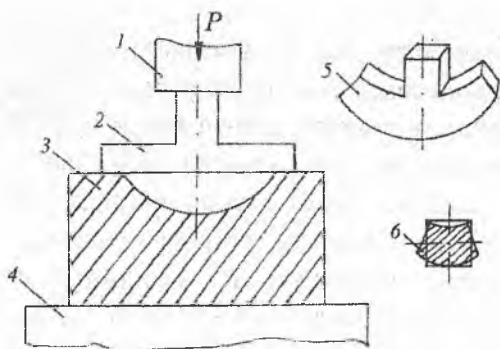


Рис. 24. Схема гибки: 1 - верхний боек, 2 - заготовка, 3 - штамп подкладной, 4 - нижний боек, 5 - готовая поковка, 6 - искажение сечения

Гибка сопровождается искажением первоначальной формы поперечного сечения заготовки. Наружные слои заготовки на участке изгиба подвергаются растяжению, а внутренние - сжатию. В результате квадратное сечение приобретает форму неправильной трапеции.

Кузнечная сварка служит для соединения в одно целое отдельных частей заготовки. Место соединения предварительно нагревают до ковочной температуры, а сварку осуществляют ударами молота. Температура нагрева для сталей составляет  $1200-1400^{\circ}\text{C}$ . При этой температуре заготовка из стали приобретает ослепительно белый цвет.

Основными способами кузнечной сварки являются сварка внахлестку, вразруб и встык (рис. 25).

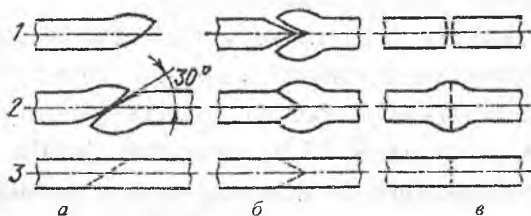


Рис. 25. Схемы кузнечной сварки: а - внахлестку, б - вразруб, в - встык

Сварка внахлестку (рис. 25, а) является наиболее распространенным способом сварки, обеспечивающим большую площадь соприкосновения свариваемых концов. Перед сваркой концы сначала высаживают, затем отковывают в виде "лацканов" (поз. 1). После нагрева очищенные от окалины и шлака лацканы накладывают один на другой и легкими ударами прижимают друг к другу (поз. 2). При этом плоскость контакта составляет с осью заготовки угол, приблизительно равный  $30^\circ$ . Затем место сварки проковывают сильными ударами молота и отделяют (поз. 3).

Сварку вразруб (в замок) применяют при соединении крупных кусков металла (рис. 25, б). Один конец высаживают и разрубляют, после чего его разводят. Другой конец заостряют на клин (поз. 1). После нагрева до сварочной температуры и очистки от окалины заостренный конец заводят вразруб второго конца (поз. 2). Место соединения проковывают и отделяют (поз. 3).

Сварку встык (рис. 25, в) применяют тогда, когда отковать лацканы невозможно из-за наличия рядом с местом сварки буртов, отверстий или когда требуется сварить короткие концы. В этом случае подготовка концов сводится к небольшому закруглению торцов (поз. 1) или к небольшому набору (поз. 2). После нагрева и очистки концы соединяют ударами вдоль оси заготовки по холодным торцам. Затем место сварки хорошо проковывают и отделяют (поз. 3).

Применяя рассмотренные кузнечные операции в различной последовательности, из заготовки простой формы получаютковки сложной формы (рис. 26, 27, 28).

Ковку скобы (рис. 26) проводят в такой последовательности: берут заготовку квадратного сечения (рис. 26, а); оттягивают конец заготовки на клин и производят фасонную отрубку конца полукруглым топором (рис. 26, б); оформляют "ухо" с помощью фасонных накладок (рис. 26, в) и подкладного штампа (рис. 26, г); отковывают второе "ухо" (рис. 26, д, е, ж), протягивают среднюю часть заготовки на прямоугольник (рис. 26, з); изгибают заготов-



ку после второго нагрева с помощью подкладного штампа и оправки (рис. 26, и); после третьего нагрева производят окончательную гибку скобы с помощью фасонной оправки, закладываемой внутрь скобы, и клиновых накладок (рис. 26, к); окончательно оформляют скобу с помощью подкладного штампа (рис. 26, л). В результате получают поковку, не требующую дальнейшей механической обработки.

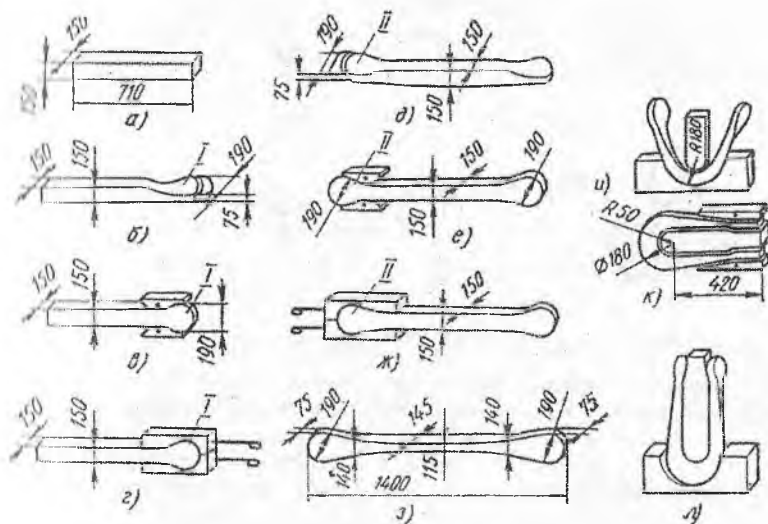


Рис. 26. Скоба

Ковка обычно ассоциируется с молотом, которым кузнец с размаху ударяет по нагретому металлу, находящемуся на наковальне. В XVI веке для ковки предложен рычажный молот, приводимый в действие водяным колесом (рис. 29). В России их называли самоковами.

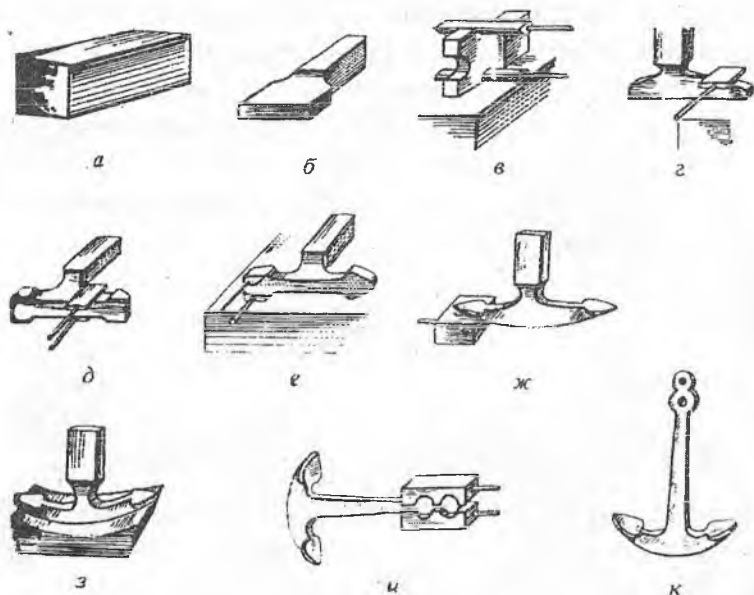


Рис. 27. Якорь:

а - исходная заготовка; б - протяжка конца заготовки на пластину толщиной, равной высоте лапы якоря; в - обжатие конца заготовки полукруглыми накладками; г - оттягивание лапы треугольными накладками; д - обжатие передней части лапы плоскими накладками; е, ж - обжатие концов лап; з - гибка лап; и - протяжка стержня якоря и формовка выступов на его конце; к - готовый якорь

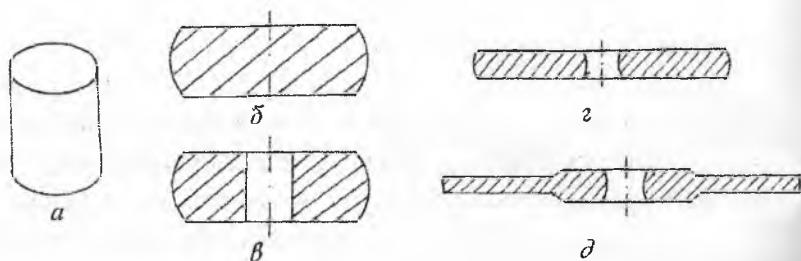


Рис. 28. Диск турбины:

а - исходная заготовка, б - осадка, в - прошивка отверстия, г - осадка, д - разгонка

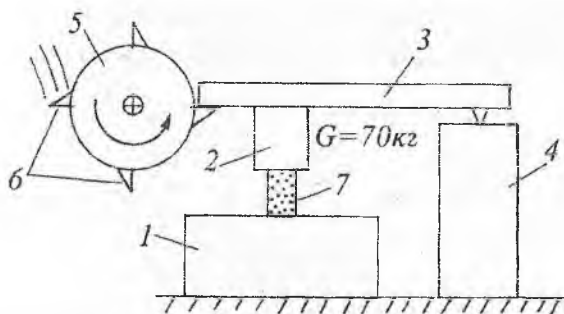


Рис. 29. Схема рычажного молота: 1 - наковальня, 2 - молот  $G=70\text{кг}$ , 3 - молотовище, 4 - стойка, 5 - водяное колесо, 6 - кулаки, 7 - заготовка

На валу колеса укреплены кулаки, которые при вращении захватывали молотовище и подбрасывали вверх. Падая под действием силы тяжести на наковальню, молот совершал работу. Производительность такого молота до 200 ударов в минуту.

В настоящее время создан громадный парк кузнечных машин. Их основу составляют паровоздушные и пневматические молоты двойного действия (с принудительным ускорением падающих частей) и гидропрессы.

Схема пневматического молота, применяемого для производства поковок, приведена на рис. 30. Молот имеет два цилиндра - рабочий 1 и компрессорный 2. Поршень компрессорного цилиндра приводится в движение электродвигателем через редуктор с помощью кривошипного механизма 4. При возвратно-поступательном перемещении поршня в компрессорном цилиндре над и под поршнем создается либо сжатие, либо разрежение воздуха. Через воздухораспределительный механизм 9 компрессорный цилиндр соединен с рабочим, благодаря чему сжатый воздух поступает попеременно в объем над и под рабочим поршнем. Таким образом обеспечивается движение бабы 5 вверх и вниз совместно с верхним бойком 6. Нижний боек 7 крепится к подушке 8, устанавливаемой на шаботе молота - массивной стальной отливке; шабот на рисунке не показан.

Деформируемая заготовка 10 помещается на нижний боек 7 и подвергается ударному воздействию верхнего бойка.

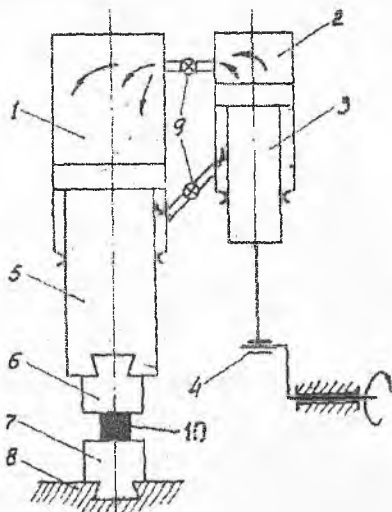


Рис. 30. Схема пневматического ковочного молота

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите кузнечные операции свободнойковки.
2. Почему при осадке цилиндрической заготовки получают бочкообразное тело?
3. Как получить поковку диска с одной бобышкой?
4. Для чего проводят обкатку по диаметру?
5. Приведите схему разгонки металла бойками.
6. Дайте определение операции протяжки.
7. Назовите инструмент, используемый при прошивке.
8. Как осуществляют раскатку на оправке?
9. Назначение операции отрубки.
10. С помощью какой операции получают поковки изогнутой формы?
11. Перечислите основные способы кузнечной сварки.
12. Как работает пневматический ковочный молот?
13. В каких случаях применяют подкладные штампы?
14. Перечислите кузнечные операции и инструмент, используемые при изготовлении топора (рис. 31).

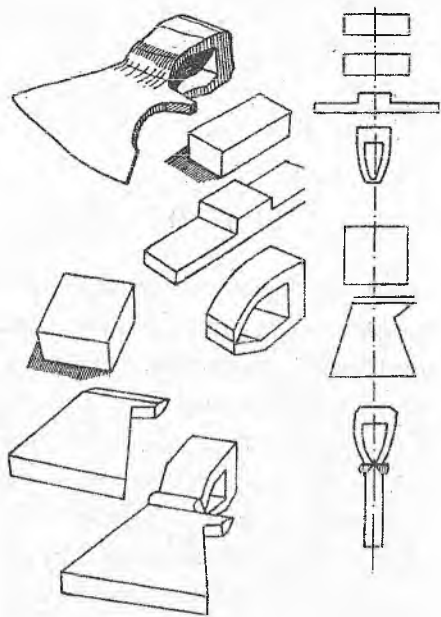


Рис. 31. Топор

### 3. ВОЛОЧЕНИЕ

Появление процесса обработки металлов давлением волочения относится к глубокой древности. Анализ изделий, обнаруженных при археологических раскопках в Египте, позволил сделать вывод, что проволока, полученная уже не ковкой, а волочением, использовалась египтянами около 3500 г. до нашей эры. Этот способ обработки металлов давлением первоначально использовали для получения проволоки из золота, серебра для ювелирных изделий (булавки, браслеты), а также сканного ремесла. Некоторые образцы проволоки из цветных металлов, найденные на территории России, относятся к периоду между 2-м и 1-м тысячелетиями до нашей эры.

Процесс волочения состоит в протягивании под действием силы  $P$  заготовки постоянного поперечного сечения  $l$  через плавно сужающийся канал волоки (рис. 32). Размеры выходного отверстия волоки меньше, чем сечение заготовки. В результате волочения поперечные размеры изделия  $3$  уменьшаются, а длина увеличивается.

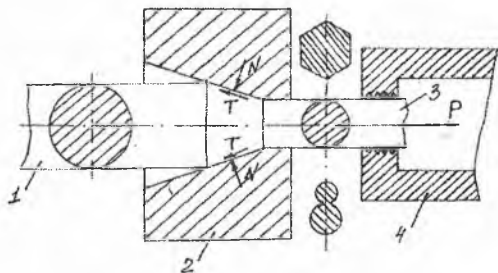


Рис. 32. Схема процесса волочения сплошных тел:  
1 - заготовка, 2 - волока, 3 - изделие, 4 - захват тянущего устройства

Перед волочением один конец заготовки заостряют, чтобы этот конец, или как говорят "захватка", свободно входил в канал волокна и выходил с противоположной стороны на величину, достаточную для захвата тянущим устройством (рис. 33).

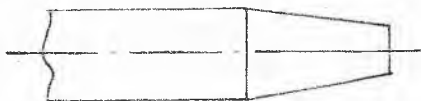


Рис. 33. Внешний вид заострения на заготовке

После захвата заготовка протягивается усилием  $P$  через волоку и становится тоньше и длиннее. В волоке возникают силы реакции  $N$ , направленные по нормали к образующей канала, которые и обжимают металл заготовки. Одновременно на заготовку действуют силы трения  $T$ , направленные в сторону, противоположную направлению волочения.

После волочения изделие приобретает высокую точность размеров, высокий класс чистоты поверхности, повышаются его прочностные свойства, благодаря холодной пластической деформации принимает размеры и форму наименьшего сечения канала волокна. Длина изделий может достигать нескольких километров.

На протяжении тысячелетий проволока остается единственным видом изделий, получаемым волочением. В настоящее время волочением получают широкий ассортимент изделий в виде тончайшей проволоки от 0,002 мм до 25 мм, калиброванных прутков круглого, квадратного, прямоугольного, шестигранного и других, порой весьма сложных сечений. Велик объем труб, обрабатываемых волочением. Обычно это либо тонкостенные трубы, либо трубы малого диаметра (капиллярные). Трубы могут иметь различные формы поперечного сечения: квадратные, прямоугольные, желобчатые и т.п. Диаметр труб, изготавливаемых волочением, находится в пределах от 0,3 до 500 мм.

Изделия, получаемые волочением, используются в различных отраслях промышленности: электротехнике, машиностроении, приборостроении, авиационной, судостроительной, автомобильной, медицинской промышленности.

Чтобы уменьшить трение между поверхностями протягиваемого металла и канала волокни, между ними вводят смазку. Это уменьшает износ самого канала и расход энергии на волочение, способствует получению гладкой блестящей поверхности протягиваемого металла.

При изготовлении некруглых изделий для снижения трения применяют волокни, в которых канал образован валками, вращающимися в подшипниках (рис. 34).

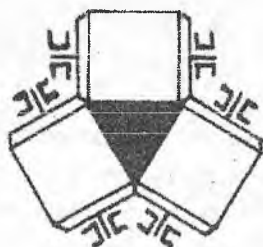


Рис. 34 Схема валковой волокни

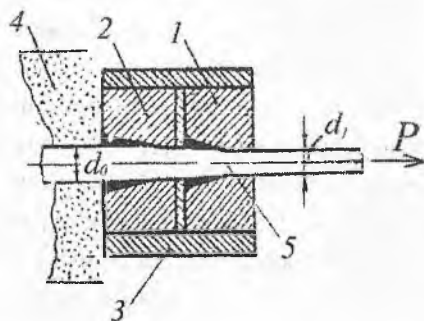


Рис. 35. Сборная волокни для волочения в режиме гидродинамического трения



Особенно эффективно волочение в режиме жидкостного (гидродинамического) трения. Конструкция инструмента, применяемого для этой цели (рис. 35), обеспечивает нагнетание смазки в канал волоки. Инструмент состоит из рабочего 1 и напорного 2 вкладышей, помещаемых во втулку 3. Подаваемая на заготовку и волоку смазка 4 "прилипает" к поверхности движущейся заготовки и затягивается в виде тонкого слоя через нагнетающую волоку, почти не деформирующую протягиваемое изделие. Накапливающаяся между вкладышами 1 и 2 смазка, уже находящаяся под давлением до  $100 \text{ кг/мм}^2$ , захватывается изделием 5 и затягивается в рабочую волоку. Благодаря высокому давлению смазка не выдавливается с поверхности раздела "рабочая волока - изделие", на ней создается сравнительно толстый смазочный слой, участвующий в деформации металла. При таком режиме волочения (гидродинамическом) смещение трущихся поверхностей происходит при отсутствии прямого контакта между ними, в разделительном слое смазки. В результате весьма заметно снижается сила волочения. Лучшей смазкой при волочении большинства металлов следует считать стиральный порошок или стружку натриевого мыла.

Наибольшим разнообразием отличаются процессы волочения труб. Существуют четыре основных способа: безоправочное волочение, волочение на короткой закрепляемой оправке, на длинной подвижной оправке и на самоустанавливающейся (плавающей) оправке. Кроме того, применяются операции раздачи труб, предназначенные для увеличения их диаметра.

Способ волочения труб без оправки (рис. 36) не отличается от волочения сплошных изделий (рис. 32). Заостренный конец трубы пропускается через волоку 1 и к нему прикладывается тянущая сила  $P$ . В результате обжатия трубы конической (рабочей) частью волоки происходит необратимое уменьшение диаметра трубы 2, без существенного изменения толщины стенки, при этом увеличивается ее длина. Волочение круглой трубы в волоку с ка-

налом фасонного сечения получают трубы некруглой формы. Этот процесс называют профилированием.

Отсутствие оправок позволяет достигать повышенной производительности при волочении этим способом по сравнению с другими. Процесс достаточно прост; для его реализации может быть использовано то же оборудование, что и для волочения сплошных профилей. Однако при существенном улучшении качества наружной поверхности трубы, деформированной без оправки, при большом числе проходов ухудшается качество внутренней ее поверхности. Эта поверхность, не обрабатываемая инструментом, становится матовой.

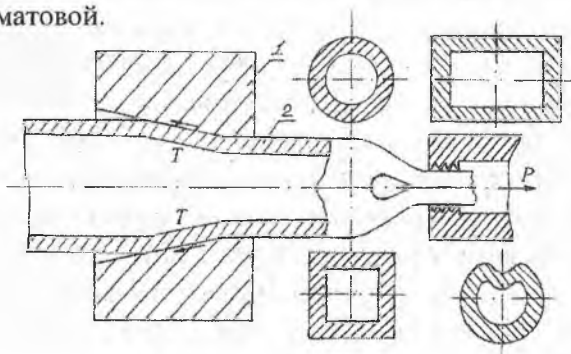


Рис. 36. Безоправочное волочение

Схема волочения труб на короткой неподвижной оправке представлена на рис. 37. Перед началом волочения труба 2 с заостренным концом надевается на цилиндрическую оправку 3, соединенную со штангой 4. Труба вместе с оправкой и штангой подается назад, а затем заостренный конец трубы вводится в канал волоки 1 и к нему прикладывается сила  $P$ , начинается волочение. При этом штанга с оправкой подаются вперед до упора в ограничитель перемещения штанги и оправка занимает положение, показанное на рисунке. Труба деформируется при протягивании через кольцевой зазор, образованный оправкой и стенками волоки. Диаметр и толщина стенки заготовки уменьшаются в процессе волочения, поэтому длина трубы возрастает.

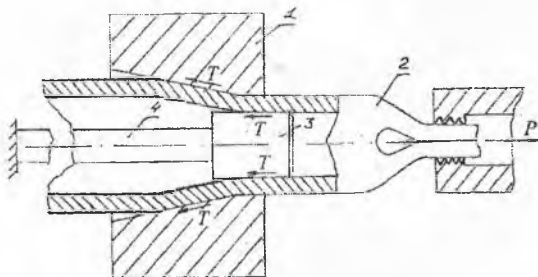


Рис. 37. Волочение на короткой неподвижной оправке

Применение оправки при волочении позволяет контролировать качество внутренней поверхности трубы: она, как и наружная, получается блестящей и чистой. Правда, при одинаковых условиях одновременно возрастает сила  $P$ , необходимая для волочения. Вспомним, что при взаимном смещении под давлением двух поверхностей на них возникают силы трения  $T$ , стремящиеся воспрепятствовать этому смещению. Для их преодоления необходимо увеличить сдвигающую силу. То же самое происходит при волочении.

При волочении без оправки силы трения, направленные навстречу перемещению трубы, будут действовать только на наружной поверхности, контактирующей с волокой, повышая силу волочения. При использовании короткой оправки силы трения действуют как на наружной, так и на внутренней поверхности трубы, направлены они также в сторону, противоположную направлению ее движения. Естественно, что сила волочения при равных вытяжках потребует в этом случае большая, чем в предыдущем.

Волочение на длинной подвижной оправке (рис. 38) производится следующим образом: через волоку 1 протягивается труба 2, внутрь которой предварительно вводится оправка 3. Она представляет собой длинный цилиндрический стержень с диаметром, равным внутреннему диаметру готовой трубы, и длиной, несколько большей длины трубы после волочения.

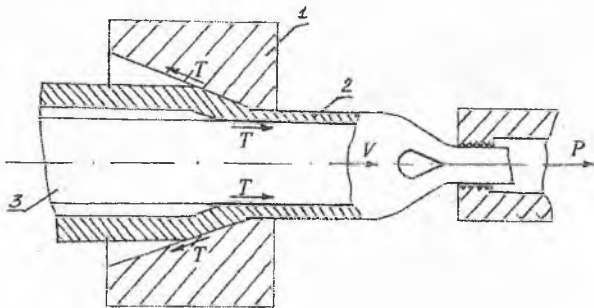


Рис. 38. Волочение на длинной подвижной оправке

При этом труба протягивается вместе с оправкой. В связи с тем, что труба во время волочения удлиняется, она скользит относительно движущейся оправки, как бы отставая от нее. В связи с этим силы трения  $T$ , действующие на трубу со стороны оправки, имеют направление, совпадающее с направлением волочения. Получается, что силы трения "помогают" реализации процесса; поэтому можно за один проход производить большие деформации, по сравнению с рассмотренными ранее случаями. Обжатие происходит в основном за счет уменьшения толщины стенки трубы. После волочения труба плотно охватывает оправку, поэтому извлечение оправки из трубы является дополнительной технологической операцией.

Основной недостаток волочения на подвижной и неподвижной оправках - ограниченная длина готовой трубы. Этот недостаток устраняет волочение труб на самоустанавливающейся оправке 3, показанной на рис. 39. Оправка содержит два цилиндрических тела, соединенных коническим участком. Благодаря своей форме оправка под действием сил внешнего трения  $T$  и выталкивающей силы  $Q$ , возникающих между ней и трубой, автоматически устанавливается так, что между оправкой и волокой образуется кольцевая щель, через которую протягивается силой  $P$  труба. Поскольку оправка не закреплена внутри трубы, этим способом можно протягивать очень длинные трубы длиной несколько километров, в основном в виде бухт.

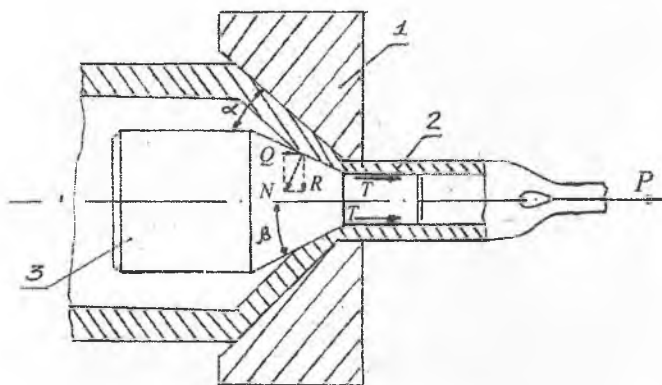


Рис. 39. Волочение на самоустанавливающейся оправке:  
1 - волокна, 2 - труба, 3 - оправка

Волочение труб раздачей применяется при изготовлении тонкостенных труб большого диаметра, для получения точных допусков по внутреннему диаметру и т.п. Существуют две схемы раздачи труб: раздача растяжением и раздача в упор (вдавливанием). Схема волочения раздачей растяжением представлена на рис. 40. Один конец трубы 1 закрепляется в люнете волочильного стана, а затем через нее протягивается коническая оправка 2 с цилиндрическим пояском, равным внутреннему диаметру готовой трубы. Оправка закрепляется на стержне 3. Увеличение диаметра тонкостенной трубы за проход достигает 5-10 мм.



Рис. 40. Волочение труб раздачей растяжением

Если вместо оправки внутрь протягиваемой трубы разместить круглый пруток, трубу, то с помощью волочения получим составные изделия (рис. 41).

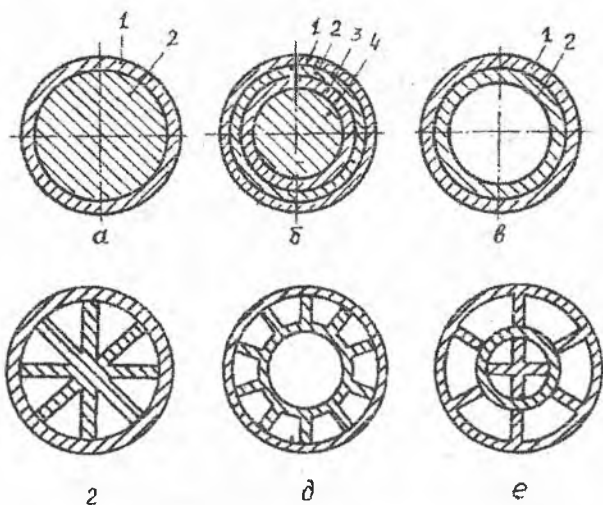


Рис. 41. Поперечные сечения составных изделий

Двуслойная проволока типа сталемедной, сталеалюминиевой (рис. 41, а) позволяет удовлетворить требования электротехнической промышленности в высокопрочном и высокоэлектропроводном проводниковом полуфабрикате. Аналогичная по конструкции поперечного сечения коррозионная проволока, состоящая из сердечника, изготовленного из нержавеющей стали, и оболочки из коррозионно-стойкой стали, применяется для канатов, используемых в океанологии.

Конструкция для работы при температурах 800-1000°C жаростойкого проводника представляет собой медный сердечник, заключенный в ниобиевую оболочку (рис. 41, б). Внешняя оболочка выполнена из жаростойкого сплава. Ниобий используется как антидиффузионный барьер. Между внешней оболочкой и ниобиевой оболочкой помещается медная оболочка, повышающая способность проводника к изгибу.

Двуслойные биметаллические трубы различных композиций металлов (углеродистая сталь - нержавеющая сталь, углеродистая сталь - медь, нержавеющая сталь - алюминий и др.) на рис.

41, в широко применяются в судостроении, химическом машиностроении, энергетике. Биметаллические трубы также используют в качестве подшипников, плунжеров, работающих в условиях агрессивных сред при высоких температуре и давлении.

Рёбристая многоканальная труба представляет собой сборную конструкцию из разнородных материалов, осуществляемую посадкой с натягом круглой медной оболочки диаметром 13-20 мм и толщиной стенки 0,6-0,2 мм на рёбристый сердечник звездообразной формы из алюминиевых сплавов (рис. 41, г) с радиально расходящимися от центра симметрии рёбрами толщиной 1,0-1,5 мм. Весьма перспективными являются составные двустенные и трехстенные трубы диаметром от 20 мм до 64 мм из алюминиевых сплавов (рис. 41, д, е).

Основным потребителем сборных многоканальных труб является производство теплообменных и холодильных аппаратов большой производительности.

Волочение осуществляют на волочильных станах. Первый стан для изготовления проволоки построен в 1644 г. (рис. 42).

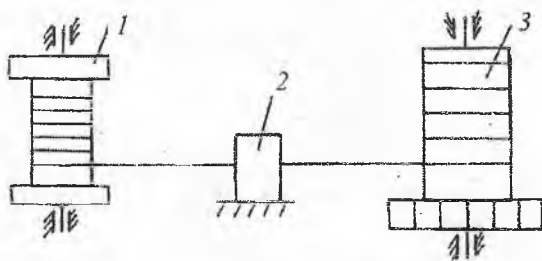


Рис. 42. Схема волочильного стана:  
1 - барабан размоточный, 2 - волока, 3 - барабан тянущий

Он состоял из двух барабанов 1 и 3, между которыми размещалась волочильная доска с волоками 2. Тянущий барабан приводился в движение от энергии падающей воды.

В настоящее время проволоку изготавливают на станах многократного волочения. Пройдя первую волоку, проволока наматывается

ваются на промежуточный тянущий барабан (2-3 витка), а затем поступает в следующую волоку и на промежуточный барабан и так далее (рис. 43).

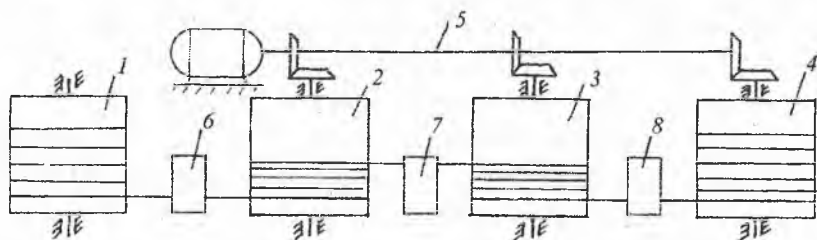


Рис. 43. Стан для многократного волочения проволоки:  
1 - размоточный барабан, 2, 3 - промежуточные барабаны, 4 - приемный барабан, 5 - коническая передача, 6, 7, 8 - волоки

Волочение профилей и труб осуществляют на волочильных станах двух основных типов: цепных и барабанных. На цепных станах (рис. 44) обрабатывают заготовку (прутки, трубы) большого сечения. После того как клещевым захватом зажимается конец заготовки, он прикрепляется к непрерывной цепи, натянутой между двумя барабанами. Цепь увлекает за собой захват вместе с заготовкой и протягивает ее через волоку.

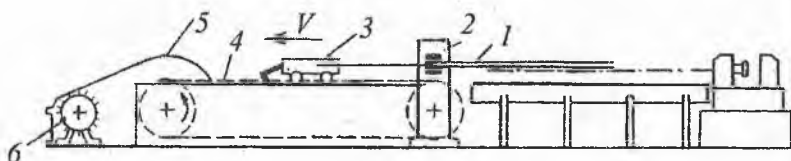


Рис. 44. Устройство цепного волочильного стана:  
1 - заготовка, 2 - волока, 3 - тележка с клещевым захватом, 4 - пластинчатая цепь, 5 - редуктор, 6 - электродвигатель



### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое волочение?
2. Перечислите изделия, получаемые волочением.
3. Зачем перед волочением один конец заготовки заостряют?
4. Назовите достоинства процесса волочения.
5. Как уменьшить трение между протягиваемым металлом и волокой?
6. Перечислите основные способы волочения труб.
7. При каких способах волочения труб уменьшается диаметр и толщина стенки?
8. Какой способ волочения обеспечивает волочение труб очень большой длины?
9. В каком способе силы трения, действующие на трубу со стороны оправки, имеют направление, совпадающее с направлением волочения?
10. Привести схему процесса волочения на самоустанавливающейся оправке.
11. Область использования волочения труб раздачей.
12. Какие составные изделия получают волочением?
13. Описать оборудование, используемое для волочения проволоки.
14. Что собой представляет инструмент для волочения?
15. Опишите конструкцию цепного волочильного стана.

## 4. ПРОКАТКА

Прокатка - один из наиболее распространенных видов обработки металлов давлением. Она заключается в том, что при пропуске металла через вращающиеся валки изменяется площадь поперечного сечения и конфигурация исходной заготовки. Металл приобретает нужные размеры и форму. Прокаткой получают многие сложные изделия (рис. 45).

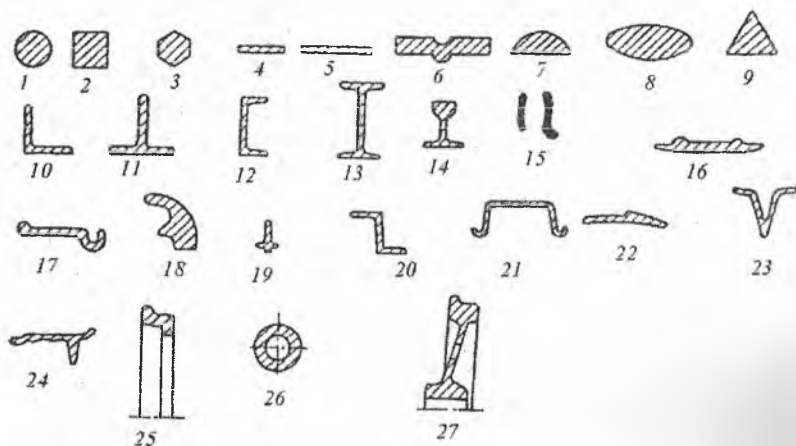


Рис. 45. Сортамент проката:

1 - круг; 2 - квадрат; 3 - шестигранный; 4 - полоса; 5 - лист; 6 - рессора;  
 7 - сегментная сталь; 8 - овальная сталь; 9 - сталь трехгранная; 10 - уголки равнобокие и неравнобокие; 11 - тавровая балка; 12 - швеллер; 13 - двутавровая балка; 14 - рельсы; 15 - накладки для рельсов; 16 - подкладки для рельсов; 17 - автообод; 18 - бортовое кольцо; 19 - оконорамный профиль; 20 - зетовый профиль; 21 - шпунт; 22 - лемех; 23 - шпора тракторная; 24 - башмак гусеницы трактора; 25 - бандаж колесный; 26 - труба; 27 - колесо

Некоторые из них используют в машиностроении без дополнительной обработки, другие - дополнительно подвергают волочению, ковке, штамповке или обрабатывают резанием.

Различают три основные технологические схемы прокатки: продольная, поперечная и винтовая.

При продольной прокатке исходная металлическая заготовка толщиной  $h_0$  деформируется (обжимается, сдавливается) между двумя валками цилиндрической формы, вращающимися в разные стороны (рис. 46). Прокатываемая заготовка вытягивается в зазор между валками под действием сил трения; при этом уменьшается ее высота до толщины  $h_1$  и увеличивается длина и ширина. Деформация при продольной прокатке происходит больше в направлении длины, чем ширины заготовки. Продольная прокатка имеет наибольшее распространение: около 90% всего проката производится продольной прокаткой.

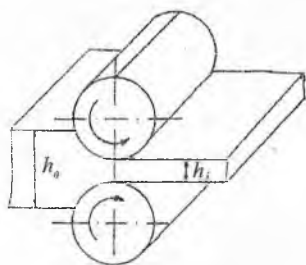


Рис. 46. Схема продольной прокатки

Основным рабочим инструментом являются валки. Они разделяются на гладкие и калиброванные. Первые служат для прокатки листов и лент, а вторые для сортового металла (рис. 47). Калиброванные валки на рабочей поверхности имеют кольцевые вырезы (ручьи) нужной формы. Просвет, образованный ручьями двух валков, расположенных один над другим, называют калибром, форму которого приобретает прокатываемый металл. Заготовка, проходя через ряд последовательно расположенных калибров, постепенно приобретает форму и размеры готового изделия

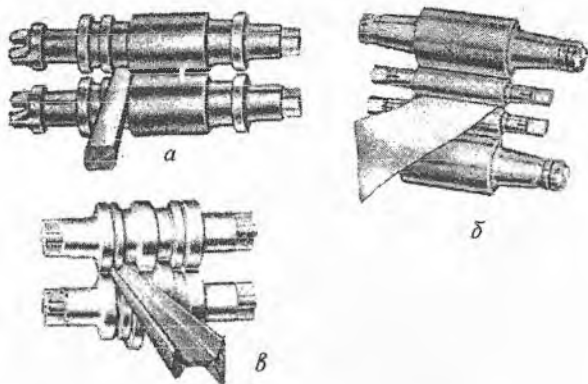


Рис. 47. Валки прокатных станов:  
 а - блюминга; б - листового стана; в - рельсобалочного стана

(рис. 48). Прокатку в вырезных валках называют сортовой, а в гладких валках - листовой.

Продольной прокаткой получают изделия с разнообразной формой поперечного сечения: толстые листы и плиты, тонкие листы, фольгу, сортовой прокат (квадрат, круг, шестигранник и др.), фасонные профили (рельсы, балки двутавровые, швеллеры, уголки и др.), трубы, большое количество периодических профилей для машиностроения.

Применение периодических профилей, имеющих по длине переменное сечение, позволяет снизить вес деталей, элементов конструкций машин, производимых различными отраслями машиностроения. При этом обеспечивается значительная экономия металла и уменьшается стоимость машин.

Изделия, полученные периодической прокаткой, часто исключают необходимость штамповки и даже обработки резанием. Если деталь имеет весьма сложную конфигурацию, периодический прокат используется в качестве заготовки для штамповки или обработки резанием. В этих случаях применение периодического проката позволяет снизить расход металла на 15-25% и более, уменьшить трудозатраты, увеличить производительность штамповочного и металлорежущего оборудования.

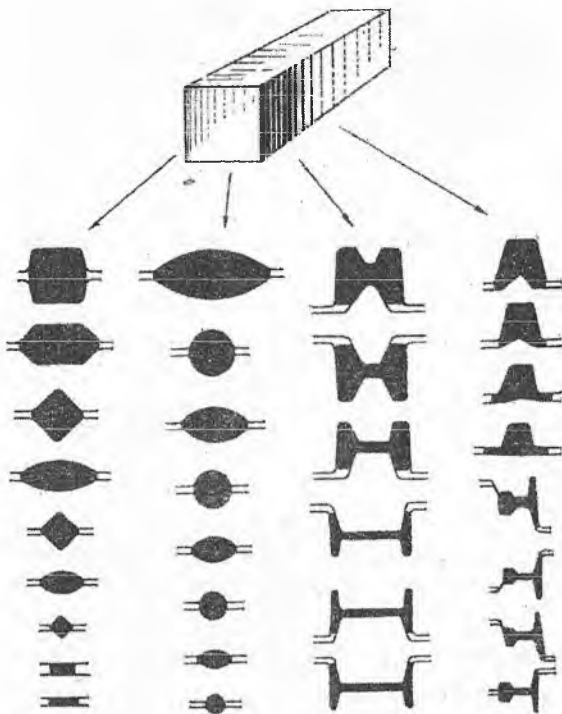


Рис. 48. Так валки сортопрокатного стана превращают квадратную заготовку в полосу, пруток, двутавровую балку и рельс

Под профилями переменного сечения будем в последующем подразумевать полосы с плавно изменяющимися поперечными сечениями (убывающими или возрастающими). У периодических профилей изменение сечения по длине полосы периодически повторяется (рис. 49), хотя в общем эти профили являются частным случаем профилей переменного сечения.

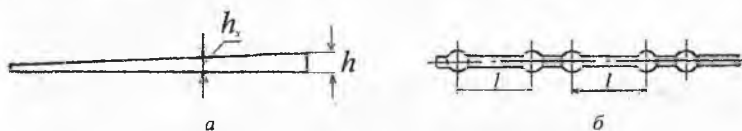


Рис. 49. Виды профилей: а - переменного сечения; б - периодического

Профили переменного сечения (например, клиновидные) получают продольной прокаткой в цилиндрических круглых валках как с изменяющимся межцентровым расстоянием  $A$  (рис. 50, а), так и с постоянным (рис. 50, б).

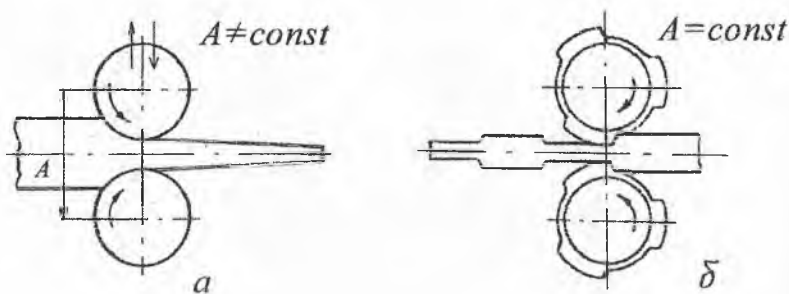


Рис. 50. Схема продольной прокатки профилей переменного сечения с изменяющимся (а) и постоянным (б) межцентровым расстоянием

В первом случае (рис. 50, а) непрерывное изменение расстояния между осями валков приводит к изменению зазора между валками, определяющего толщину прокатываемой полосы. Устанавливая различные соотношения между скоростями выхода полосы из валков и их взаимного перемещения, можно получать листы, полосы и профили практически с любым изменением толщины по длине изделия. При этом можно получать профили переменного сечения достаточно большой длины, в несколько раз превышающей длину окружности валков.

При втором варианте процесса прокатки профилей переменного сечения, в частности периодических (рис. 50, б), расстояние между осями валков  $A$  также остается постоянным, а радиусы, которые определяют внешний контур каждого из валков, периодически изменяются. Сравнительно простым периодическим профилем является арматурная сталь, широко применяемая в строительстве (рис. 51).

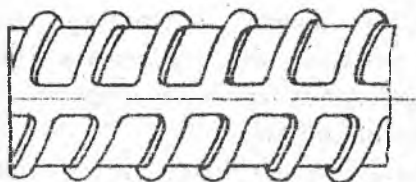


Рис. 51. Арматурный периодический профиль

Трубы с высокой точностью размеров и хорошим качеством поверхности по принципу продольной прокатки получают на станах холодной прокатки труб. Станы имеют круглые калибры переменного диаметра 1 (рис. 52).

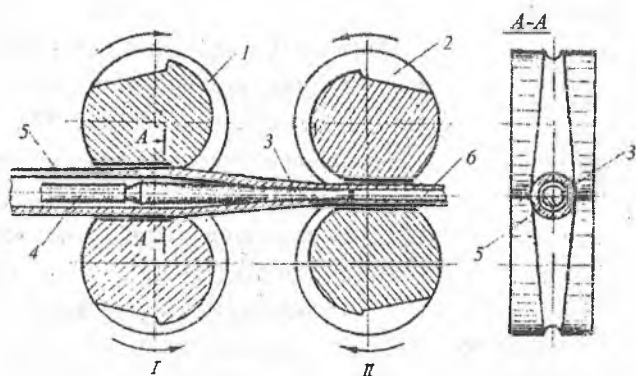


Рис. 52. Схема процесса холодной прокатки труб

Прокатку осуществляют двумя рабочими валками - 2, которые вместе с рабочей клетью совершают возвратно-поступательное движение; при этом валки одновременно совершают и возвратно-вращательное движение. Труба 5 деформируется валками в калибрах на неподвижной конической оправке 3, закрепляемой на стержне 4.

Когда валки находятся в крайнем левом положении I, заготовка 5 подается вперед. В крайнем правом положении валков II происходит поворот трубы вокруг оси на 60-90°. Когда валки вместе

с клетью займут вновь крайнее левое положение I, снова происходит подача заготовки, и цикл повторяется. За каждый цикл получают определенную длину готовой трубы  $b$ . В этом и состоит периодичность их работы.

Для процесса холодной прокатки труб характерна весьма благоприятная с точки зрения использования пластичности металла схема напряженного состояния - всестороннее сжатие. Это позволяет достигать очень больших деформаций, не опасаясь разрушения металла трубы. Поэтому холодной прокатке подвергают главным образом трубы из нержавеющей и высоколегированных сталей, обладающих пониженной пластичностью, малопластичных цветных металлов и сплавов, а также трубы ответственного назначения.

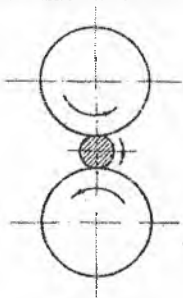


Рис. 53. Схема процесса поперечной прокатки

При поперечной прокатке валки вращаются в одном направлении, а их оси и ось заготовки параллельны (рис. 53).

Валки вращаются в одном направлении, а заготовка, имеющая круглое сечение, в противоположном. При этом диаметр заготовки уменьшается, а длина увеличивается. Поперечную прокатку используют для изготовления зубчатых шестерен, накатки резьбы на болтах и т.д. (рис. 54).

С этой целью нагретую заготовку 2 помещают между двумя вращающимися зубчатыми валками 1. Зубья валков внедряются в металл заготовки и формируют (накатывают) на ней зубья.

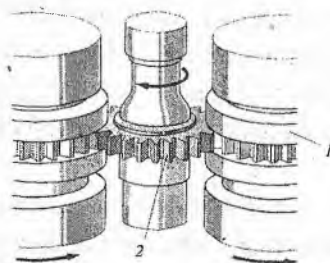


Рис. 54. Схема процесса прокатки зубчатых колес



Если оси валков расположить не параллельно, а перекрестить их под некоторым углом, то обрабатываемая заготовка будет получать не только вращательное, но и поступательное движение в направлении своей оси. В результате каждая точка заготовки перемещается по винтовой линии. Такую прокатку называют винтовой. Это основной процесс при производстве бесшовных труб, периодических профилей, шаров, роликов и т.п.

Бесшовные трубы делают весьма своеобразным способом. Его предложили в 1883 г. немецкие изобретатели отец и сыновья Маннесманы. Ими был сконструирован прокатный стан, в котором цилиндрическая заготовка пропускается между конусообразными валками бочкообразной формы, которые вращаются в одном направлении (рис. 55), а их оси расположены под некоторым углом друг к другу.

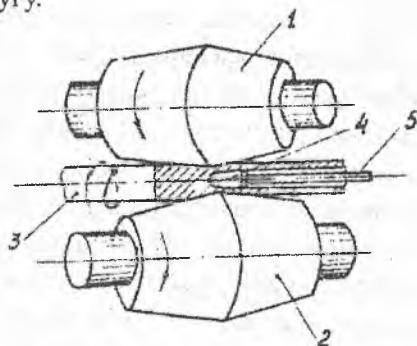


Рис. 55. Схема винтовой прокатки

Вследствие сил трения между валками 1, 2 и заготовкой 3, последняя начинает вращаться между валками, одновременно продвигаясь вперед. Таким образом, заготовка как бы ввинчивается в пространство между валками. Металл заготовки скручивается и вытягивается, а в осевой полости происходит его разрыхление - возникает полость. Если между валками установить стержень 4 с оправкой 5, то заготовка будет надеваться на него, как чулок. Полученную таким образом заготовку со сквозным отверстием называют гильзой.

Бесшовные трубы, полученные после раскатки гильз, имеют чрезвычайно широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Трубы идут на строительство трубопроводов, используются как водогазопроводные, нефтяные трубы применяются в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Огромное количество труб идет для создания теплоэнергетических установок, в химическую промышленность, для гражданского и промышленного строительства и, конечно, в различные отрасли машиностроения.

На основе схемы винтовой прокатки можно осуществлять производство самых разнообразных тел вращения: шаров, роликов, оребренных труб, винтов с круглыми резьбами и т.д. В качестве примера рассмотрим схему процесса прокатки шаров с использованием валков с ручьями, нарезанными на поверхности по винтовой линии, вращающимися в одну сторону (рис. 56). Нагретая до температур обработки, заготовка круглого поперечного сечения задается во вращающиеся валки, на бочках которых видны винтовые ручьи. Передний конец заготовки захватывается ребордами калибра и начинает вращаться и одновременно продвигается по оси прокатки. Вследствие постепенного возрастания высоты реборды калибра вращающаяся заготовка обжимается и приобретает форму шара, соединенного перемычкой с остальной заготовкой. При дальнейшем продвижении в валках шар калибруется и полностью отделяется от заготовки. Для удержания заготовки на оси прокатки служат специальные проводки. За каждый оборот валков прокатывается один шар, и, таким образом, производительность стана определяется числом оборотов валков в единицу времени.

В отличие от схем, используемых для получения полости в трубной заготовке при производстве бесшовных труб (рис. 55), при прокатке изделий типа шаров вскрытие полости недопустимо. Устранение склонности металла к "разрыхлению" достигается применением в этих случаях более интенсивных обжатий заготовки.

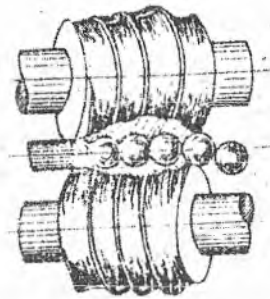


Рис. 56. Схема процесса прокатки шаров

Шары находят широкое применение для размола руды в горнодобывающей, цементной, металлургической и других отраслях промышленности. Они имеют диаметр от 40 до 125 мм и изготавливаются в огромных количествах на многих машиностроительных и металлургических заводах. До сравнительно недавнего времени шары диаметром 40-60 мм изготавливали штамповкой из штучных (коротких) заготовок, получаемых из катаных прутков.

Шары более крупных размеров ковали на молотах или отливали, а затем проковывали. Все эти способы малопродуктивны, связаны с большим расходом металла и не обеспечивают получения правильной геометрической формы, что приводит к быстрому износу шаров при их эксплуатации. Применение горячей винтовой прокатки позволило существенно интенсифицировать процесс, получать шары правильной геометрической формы. Облегчилось проведение закалки шаров после их изготовления. Катанные шары имеют стойкость примерно в 2. раза выше, чем кованые, до 20% снижаются отходы металла при изготовлении шаров прокаткой.

Винтовая прокатка нашла применение и при изготовлении круглых профилей переменного сечения, а также периодических, которые в последующем используются как заготовка под штамповку или для обработки резанием.

Прокатка производится большей частью на трехвалковых ста-

нах с дисковыми или коническими (грибовидными) валками, расположенными под углом  $120^\circ$  один к другому (рис. 57). Валки устанавливают с некоторым наклоном ( $3-6^\circ$ ) по отношению к оси прокатки, в результате чего заготовка совершает поступательное винтовое движение через валки. Используется круглого профиля исходная заготовка. Ее передний конец закреплен в зажимном патроне, вместе с ним перемещается копировальная линейка, которая, воздействуя на орган управления перемещением рабочих валков в радиальном направлении, обеспечивает получение заданного изменения профиля по его длине.

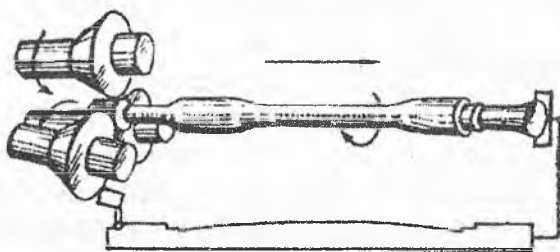


Рис. 57. Схема винтовой прокатки периодических профилей

Таким способом прокатывают сплошные и полые вагонные оси, полуоси для автомобилей, шпиндели текстильных веретен.

Детали с винтовым профилем (червячные валы, винты, роторы, сверла) изготавливают на станах винтовой прокатки с двумя или тремя валками. Этим способом получают и трубы с поперечными ребрами, которые находят широкое применение в теплообменной аппаратуре (рис. 58).

Наряду с бесшовными трубами все большее применение в различных отраслях промышленности находят трубы сварные. Производят сварные трубы часто на трубных заводах, на которых выпускают и бесшовные трубы. Это не случайно: они изготавливаются также обработкой металлов давлением, поскольку первая стадия их производства - формовка трубной заготовки (горячекатаных полос - штрипсов, холоднокатаной ленты или листов) -

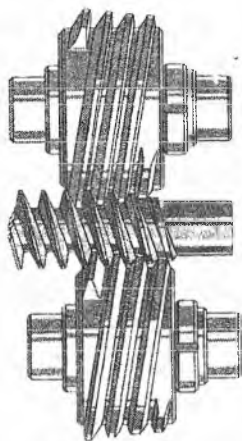


Рис. 58. Схема накатки поперечных ребер на трубе

происходит за счет пластического изгиба. Формовка осуществляется различными способами, в том числе и в клетях станов, работающих по принципу продольной прокатки. В результате пластической деформации, например полосы в валках формовочного стана, ей постепенно придается форма трубы (в поперечном сечении - разомкнутого кольца), как показано на рис. 59.

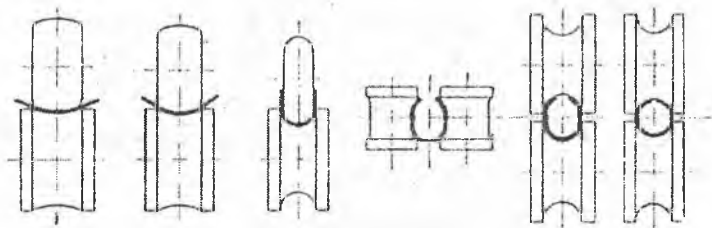


Рис. 59. Схема формовки полосы в трубную заготовку на многоклетьевом формовочном стане

Капиталовложения, необходимые для организации производства сварных труб, сравнительно невелики, а стоимость изготовления таких труб ниже, чем бесшовных. Благодаря использованию в качестве заготовки листового и ленточного проката стенка свар-

ных труб может быть получена более тонкой, чем у бесшовных, ее отклонения по толщине от ГОСТов также меньше. Лишь формовкой из листа с последующей сваркой можно получить трубы очень большого диаметра (2020-2500 мм).

Сварные трубы широко применяются при строительстве магистральных трубопроводов для передачи на большие расстояния нефти, газа, пара, воды и т.п.

Сварные трубы используют в машиностроении, в сельском хозяйстве - в оросительных системах. Очень большое количество сварных труб используется в гражданском строительстве, энергетике и т.д.

Машины, с помощью которых осуществляется прокатка металла, называют прокатными станами. Основой прокатного стана является рабочая клетка, включающая в себя станину, в которой размещены прокатные валки (рис. 60). Клетки бывают двух-, трех-, четырех- и многовалковые. Стан может состоять из одной или нескольких рабочих клеток.

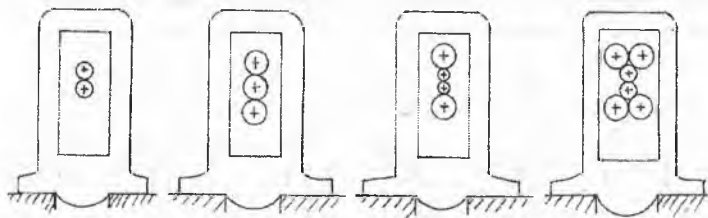


Рис. 60. Рабочие клетки

Схема линии привода прокатного стана в наиболее общем виде изображена на рис. 61. В состав этой линии входят: 1 - рабочая клетка, 2 - шпиндели, 3 - шестеренная клетка, 4 - коренная муфта, 5 - редуктор, 6 - моторная муфта и 7 - электродвигатель.

Деформирующим инструментом стана служат валки (рис. 61), которые, опираясь на подшипники, прочно удерживаются в стани-

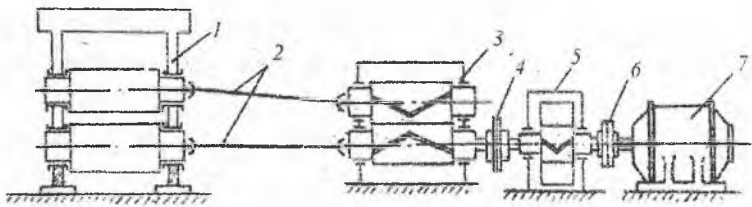


Рис. 61. Привод валков

нах рабочей клетки. Клеть снабжена установочными механизмами, позволяющими изменять расстояние между валками.

Вращение валкам передается от шестеренной клетки с помощью устройств, называемых шпинделями. Один конец шпинделя соединяется с концевой частью рабочего валка, другой - с шестеренным валком шестеренной клетки.

Шестеренная клетка, основной частью которой являются шестеренные валки, имеющие шевронное зубчатое зацепление, предназначена для распределения крутящего момента, передаваемого одним валом редуктора или электродвигателя, между двумя рабочими валками. Шестеренная клетка не служит редуктором, ибо числа оборотов шестеренных валков одинаковы. Этим обеспечивается равенство чисел оборотов валков рабочей клетки.

Редуктор предназначен для изменения числа оборотов при передаче от электродвигателя к валкам. Обычно редуктор в главной линии прокатного стана служит для понижения числа оборотов валков и состоит из одной-трех пар зубчатых колес разного диаметра, расположенных в закрытом корпусе.

Прокатные станы очень разнообразны и определяются видом прокатываемой продукции. Станы для прокатки крупных слитков прямоугольной формы называют слябингами, квадратной формы - блюмингами. Основная их характеристика - диаметр валков. Для листовых станов основной характеристикой является длина бочки валка. Например, стан 2800 - это стан с длиной рабочей части валков 2800 мм и на нем катают листы

примерно такой же ширины. На рельсобалочных станах прокатывают рельсы, двухтавровые балки, швеллеры. На проволочных станах получают круглый профиль - катанку. Многие кольцевые детали получают на кольцераскатных станах, а зубчатые колеса, звездочки, зубчатые профили на станах поперечной прокатки, шары - на шаропрокатных, колеса - на колесопрокатных, оси - на осепрокатных станах.

Первые прокатные станы с ручным приводом предназначались только для прокатки мягких металлов (свинца, олова). Позднее применение водяного двигателя привело к созданию станов, способных прокатывать нагретые железные заготовки. Еще более расширились возможности прокатки, когда были сконструированы станы с приводом от паровой машины. В настоящее время в качестве привода применяют мощные электродвигатели.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите имя ученого, который первым опубликовал труды по прокатке.
2. В чем заключается прокатка?
3. Какие изделия можно получить прокаткой?
4. Перечислите основные технологические схемы прокатки.
5. В чем сущность продольной прокатки?
6. Что является рабочим инструментом при прокатке?
7. Опишите термины "ручей", "калибр".
8. Какую прокатку называют сортовой?
9. Как получить лист переменной толщины по длине?
10. Приведите схему продольной прокатки профилей периодического сечения.
11. Что представляет собой процесс холодной прокатки труб?
12. В чем сущность поперечной прокатки?
13. Дайте схему прокатки зубчатых колес.
14. Какое изобретение сделали отец и сыновья Маннесманы?



15. Каким образом при винтовой прокатке получают заготовку со сквозным отверстием?
16. Как при прокатке получают шары?
17. Приведите схему винтовой прокатки периодических профилей.
18. Как получают сварные трубы?
19. Что называют прокатным станом?
20. Опишите конструкцию рабочей клетки прокатного стана.
21. Привод прокатного стана.
22. Как классифицируются прокатные станы по виду выпускаемой продукции?

## 5. ПРЕССОВАНИЕ

Прессование - это наиболее "молодой" и экзотический процесс обработки металлов давлением, получивший промышленное применение лишь в конце XVII в., когда в значительной мере развились металлургия и машиностроение.

Прессованием (экструзией, выдавливанием) называется процесс истечения металла из замкнутого объема, заключенного в контейнере 1 между пресс-шайбой 2 и матрицей 3, через отверстие в матрице 4 под действием сжимающих сил  $P$  (рис. 62). Форма отверстия в матрице 3 определяет форму поперечного сечения готового пресс-изделия (профиля) 5.

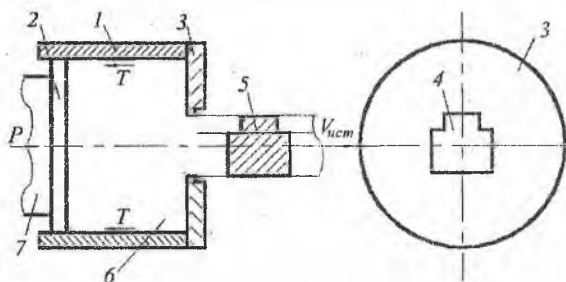


Рис. 62. Схема прямого прессования Т-образного профиля

Согласно схеме на рис.62, деформируемая заготовка 6 заключена в толстостенную цилиндрическую втулку 1, называемую контейнером 1. Контейнер с одного конца прочно закрыт матрицей 3, имеющей отверстие (канал) 4. С противоположного конца в контейнер 1 вставлена пресс-шайба 2 в форме диска, передающая заготовке усилие  $P$  от пресс-штангеля 7. Металл заготовки

под действием усилия  $P$ , не имея другого выхода, кроме канала в матрице, выдавливается из последнего в виде длинномерного профиля с сечением, повторяющим сечение канала матрицы. Поскольку форма канала матрицы может быть весьма сложной, прессованием наряду с простыми профилями (круглого, квадратного, прямоугольного и др. сечений), можно получить очень сложные конструкционные пресс-изделия, изображенные на рис. 63.



Рис.63 Типовые представители пресс-изделий

Прогресс современной техники (появление новых летательных аппаратов, автомобилей, железнодорожных вагонов, поливальной передвижной установки и т.п.) немислим без металлопродукции (рис.63), которую получают прессованием.

Наиболее распространено в мировой практике прессование с прямым истечением (рис.62). Металл заготовки  $6$  выдавливается из контейнера  $1$  так, что пресс-шайба  $2$  перемещается пресс-штемпелем  $7$  относительно стенок контейнера. Относительно контейнера перемещается и заготовка и на поверхности заготовки появляются реактивные силы трения  $T$ , затрудняющие ее перемещение. В этом методе направление течения металла совпадает с направлением движения пресс-штемпеца. Прямым методом можно получать не только сплошные, но

и полые профили, профили с переменным сечением по длине (рис. 63).

При прессовании полых изделий внутри заготовки 6 располагают иглу 8, передний конец которой проходит с некоторым зазором через канал 4 в матрице 3 (рис. 64). Металл заготовки выдавливается через кольцевой зазор в виде полого профиля 5. Для того чтобы изготовить другой полый профиль, например квадратную трубу с круглым отверстием, достаточно сменить только матрицу и иглу.

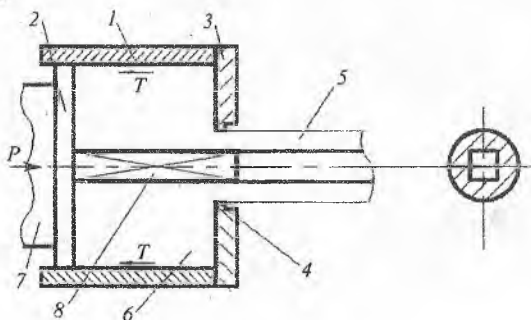


Рис. 64. Схема прямого прессования круглой трубы с квадратным отверстием

При прессовании полых изделий методом прямого прессования заготовка изготавливается полый, либо перед прессованием просверливается, либо прошивается иглой 8, которая может иметь самостоятельное перемещение от гидропривода пресса.

В современной авиационной технике используется множество профилей, которые имеют нагруженную консольную часть. Наиболее экономичный способ изготовления таких профилей - получение наибольшего поперечного сечения в основании и наименьшего у конца профиля. Такие профили называют профилями с законцовками. Их можно получить, если останавливать процесс прессования и заменять матрицу. При этом осуществляют переход от меньшего поперечного сечения к большему поперечному сечению. Для этой цели используют разъемные матрицы (рис. 65).

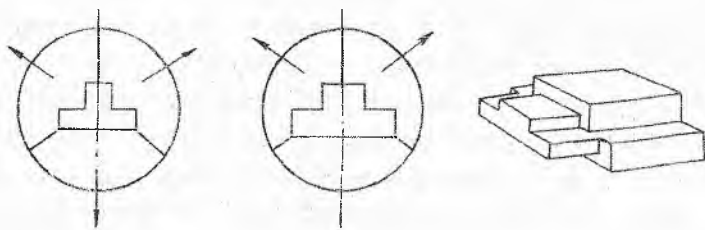


Рис. 65. Конструкции разъемных матриц для прессования профилей с законцовками

Для бурильных установок, применяющихся в геологической разведке, потребовалось создание труб периодического сечения из алюминиевых сплавов. Эти трубы делают с внешними и внутренними поперечными утолщениями. Труба с внутренними поперечными утолщениями может быть получена при прессовании с применением управляемой ступенчатой иглы. Рабочая часть иглы для изготовления таких труб имеет различные диаметры, соответствующие внутренним диаметрам трубы в основном сечении и утолщениях. Изменяя в нужный момент положение иглы относительно канала матрицы (рис.66), получают соответствующие размеры стенок трубы  $t_1$  и  $t_2$ .

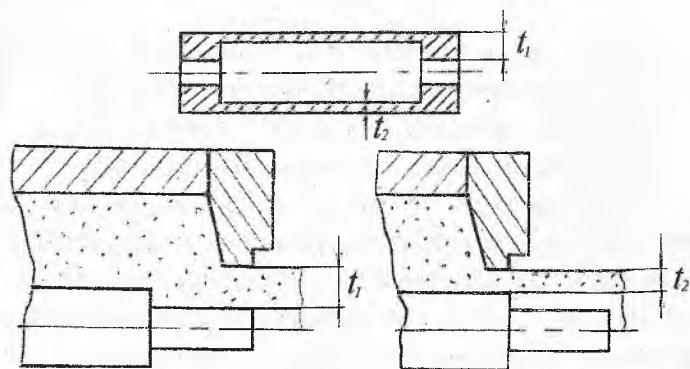


Рис. 66. Схема прямого прессования трубы с внутренними поперечными утолщениями

Труба с наружными поперечными утолщениями может быть получена путем применения специальной иглы. Игла по длине имеет периодически изменяющийся диаметр (рис. 67), перемещается и фиксируется в определенном положении по заданной программе. Устанавливая первоначально в матрице иглу малого диаметра, получают наружное утолщение. Так как передняя часть иглы имеет больший диаметр, то выходящая труба при прохождении через нее раздается, а внутренний диаметр трубы становится соответствующим большому диаметру иглы. Матрица имеет два рабочих канала "а" и "б". Канал "а" формирует наружный диаметр основного сечения трубы, а канал "б" - утолщения.

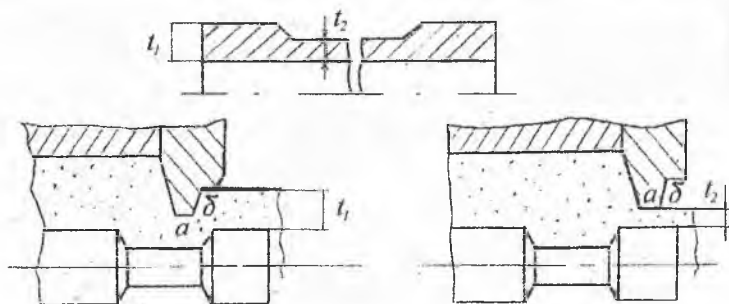


Рис. 67. Схема прямого прессования трубы с наружными поперечными утолщениями

Профили и трубы переменного по длине сечения нашли широкое применение в связи с развитием машиностроения. Получение таких профилей прессованием ведется двумя путями. Один путь - применение конических игл, а другой - применение матрицы с подвижными частями. Первый путь сходен с обычным прессованием труб, только вместо цилиндрической иглы применяют коническую иглу, образующую вместе с матрицей сечение необходимого профиля. На рис. 68 показана схема прессования трубы с постоянным наружным диаметром и переменным внутренним диаметром и профиля треугольной формы с переменным сечением по длине. Достоинством последней схемы является получение одновременно четырех профилей.

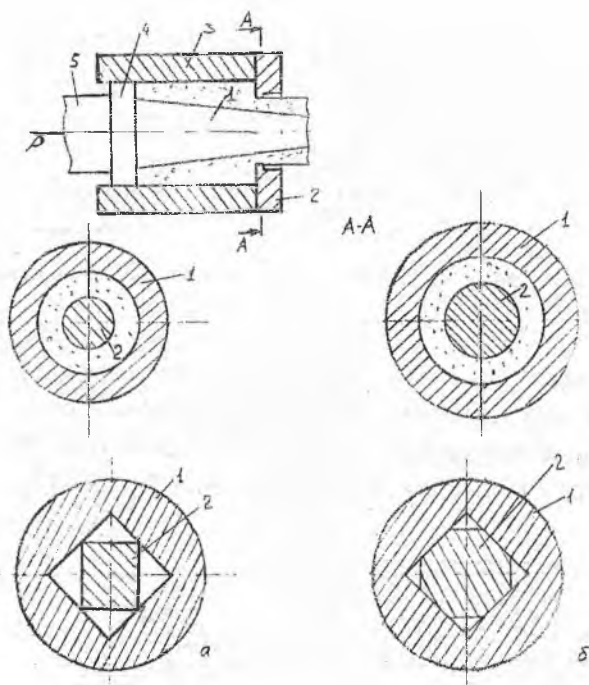


Рис. 68. Схема прессования профилей переменного сечения с помощью конических игл: а - положение инструмента в начале прессования; б - положение инструмента в конце прессования; 1 - коническая игла, 2 - матрица, 3 - контейнер, 4 - пресс-шайба, 5 - пресс-штемпель

Схема изготовления профиля плавно изменяющегося поперечного сечения с помощью матрицы с подвижными частями показана на рис. 69. В процессе прессования подвижный элемент 1 матрицы 2 перемещается в радиальном направлении. Перемещение обеспечивается копиром 3, жестко связанным с пресс-штемпелем 4.

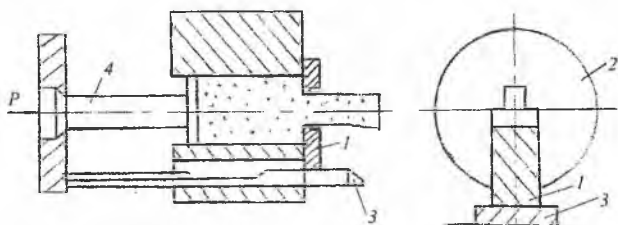


Рис. 69. Схема прессования *T*-образного профиля с переменной толщиной полки

Прессование с обратным истечением было предложено в 1921 году в Англии крупным инженером и изобретателем Р. Джендерсом. Этот метод устраняет трение металла заготовки о стенки контейнера и снижает усилие прессования  $P$  на 30-40%.

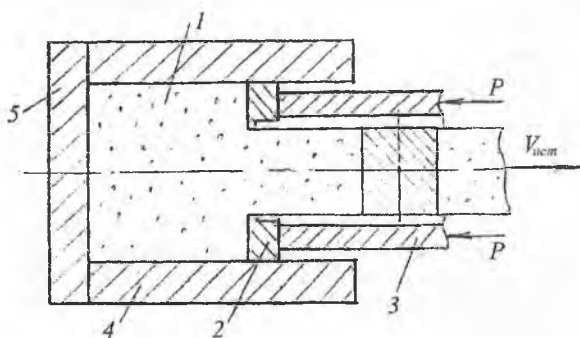


Рис. 70. Схема обратного прессования квадратного прутка

При прессовании с обратным истечением неметалл заготовки  $1$  движется к матрице  $2$  и, наоборот, матрица  $2$ , прикрепленная к концу полого пресс-штемпеля  $3$ , надвигается на заготовку  $1$  (рис. 70). В этом случае металл, вытекая через канал в матрице, не скользит по стенкам контейнера. Матрица одновременно играет роль пресс-шайбы. Контейнер  $4$  закрепляется с одного конца заглушкой  $5$ . Разновидностью этого метода является процесс, когда контейнер вместе с заготовкой движется на неподвижный полый пресс-штемпель.



Силы трения, а следовательно и усилие прессования, можно существенно уменьшить, применяя смазку внутренней поверхности контейнера и матрицы. Однако еще более эффективно применение гидропрессования (гидроэкструзии).

Гидропрессование - это прессование жидкостью высокого давления, причем для создания давления на деформируемый металл может применяться как одна жидкость, подаваемая в контейнер под давлением 10-30 тыс.кг/см<sup>2</sup>, так и пресс-штемпель, воздействующий и на деформируемую заготовку, и на жидкость, в которой она находится. В последнем случае процесс называют гидромеханическим прессованием. Схемы таких процессов представлены на рис. 71. Наличие смазки (рабочей жидкости), разделяющей поверхности слитка и контейнера, приводит к резкому снижению сил трения.

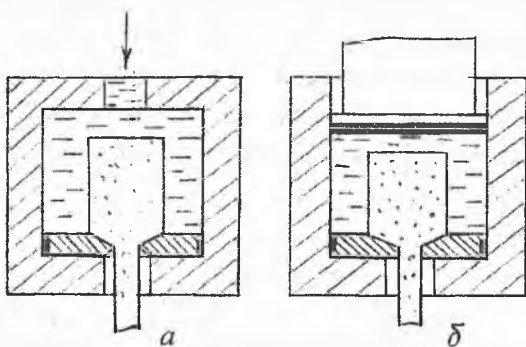


Рис. 71. Схемы гидропрессования-металлов

Силы трения можно заставить помогать прессованию металлов следующим образом.

Контейнер 1 имеет большую скорость перемещения, чем заготовка 2 (рис. 72). На поверхности заготовки создаются силы трения  $T$ , совпадающие по направлению с силой  $P$ . В результате контейнер будет увлекать за собой поверхностные слои заготовки. Такие силы трения называют активными, осуществляющими силовое воздействие. Таким образом, трение способствует вы-

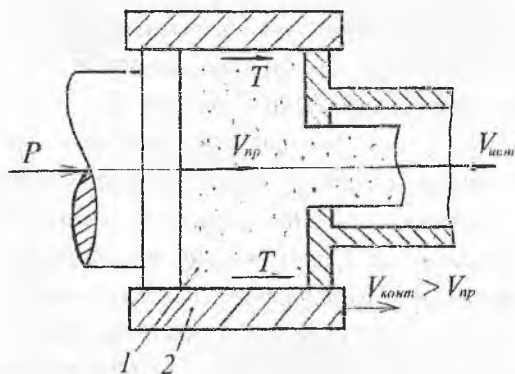


Рис. 72. Схема прессования с активными силами трения

равнинанию деформации по объему заготовки, уменьшается расход энергии, повышается качество получаемых профилей.

Для производства различных пустотелых профилей и труб освоено прессование со сваркой. Этот способ впервые предложен в России в 1898 году. Особенность способа состоит в том, что короткая игла крепится к корпусу самой матрицы на рассекателе (рис. 73).

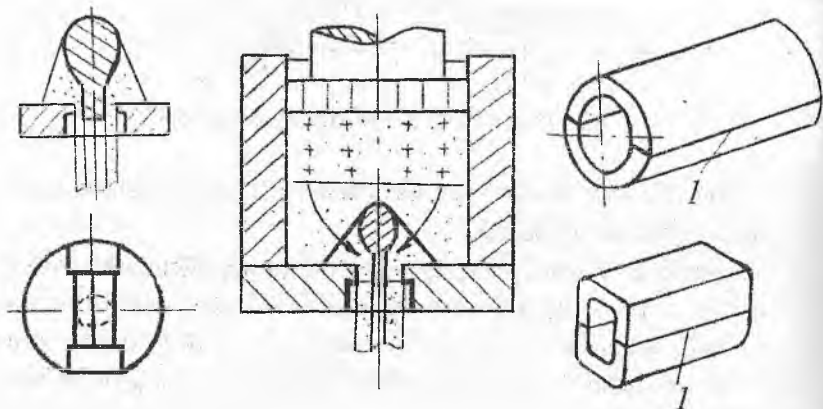


Рис. 73. Схема прессования пустотелых профилей со сваркой

В процессе прессования металл заготовки сплошного поперечного сечения на входе в канал матрицы разделяется гребнем рассекателя на два потока. Эти потоки, обтекая рассекатель, под большим давлением свариваются на выходе из канала матрицы.

Из описания, приведенного выше, следует, что процесс прессования обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с сопоставимым по изготавливаемому сортаменту изделий процессом прокатки:

- профили, полученные прессованием, имеют, как правило, более точные размеры и высокий класс чистоты поверхности;
- прессованием можно изготовить профили сложной формы (рис. 63), что прокаткой достичь не удается;
- переход от изготовления одного профиля к другому осуществляется за счет смены матрицы, на что уходит сравнительно немного времени;
- процесс прессования позволяет изготовить профили из малопластичных металлов.

Прессование осуществляют на прессах с гидравлическим приводом. Принцип действия гидропресса основан на законе Паскаля. Согласно этому закону, в любых сообщающихся сосудах, заполненных жидкостью, давление под действием внешних сил во всех частях одинаково.

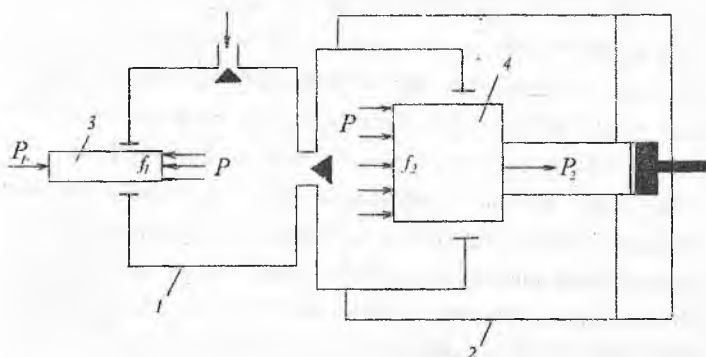


Рис. 74. Схема прессования на прессах с гидравлическим приводом

Рассмотрим гидравлическую систему, состоящую из двух сообщающихся цилиндров 1 и 2: один из них большего диаметра, другой значительно меньшего диаметра (рис.74). Создать давление в небольшом цилиндре не требует больших усилий  $P_1$ . В большом цилиндре создается такое же давление  $P$ . Для сообщающихся сосудов  $\frac{P_1}{f_1} = \frac{P_2}{f_2} = P$ , откуда усилие на плунжере 4  $P_2 = P_1 \frac{f_2}{f_1}$ , где

$f_1$  и  $f_2$  - площади поперечных сечений плунжеров 3 и 4.

Усилие, развиваемое гидропрессом, может быть очень большим, так как увеличивая площадь плунжера  $4f_2$ , а также рабочее давление  $P$ , можно получить усилие пресса практически любой величины. В настоящее время давление рабочей жидкости создают с помощью насосов высокого давления.

Главным оборудованием для прессования труб и профилей является горизонтальный гидравлический пресс. Он представляет собой комплекс узлов и силовых элементов, предназначенных осуществить рабочий цикл прессования слитков и вспомогательные операции по приведению прессов в исходное рабочее состояние.

Основными элементами гидравлического пресса прямого действия при прессовании профилей являются горизонтально расположенные главный рабочий цилиндр 1 и главный рабочий плунжер 2 (рис. 75). Их назначение - создать необходимое давление прессования. Давление на плунжере обычно создается при помощи жидкости, подаваемой насосом высокого давления, и аккумуляторов. В качестве жидкости применяют воду, эмульсии или масло. Жидкость находится под давлением 200-500 атм.

На торце главного плунжера 2 через подвижную прессующую траверсу 9 закреплен пресс-штемпель 3, который осуществляет выдавливание слитка 4 из контейнера 5 через матрицу 6 усилием, развиваемым главным плунжером 2 пресса. Матрица 6, закрывающая выход из контейнера 5, посредством матрицедержателя 15 установлена в передней неподвижной траверсе 7, закрепленной

на станине пресса. Для создания давления прессования в контейнере 5 переднюю траверсу 7 связывают колоннами 8 с главным цилиндром 1. Колонны 8 воспринимают полное усилие прессования и в совокупности с передней траверсой 7 и главным цилиндром 1 создают жесткую замкнутую раму (станину), являющуюся основанием пресса.

Подвижная траверса 9 совместно с главным плунжером 2 и пресс-штемпелем 3 скользит по направляющим вдоль станины пресса и совершает обратнопоступательное движение. Обратный ход, т.е. возврат в исходное положение главного плунжера вместе с пресс-штемпелем, осуществляется благодаря цилиндрам обратного хода 10, установленным в неподвижной передней траверсе 7.

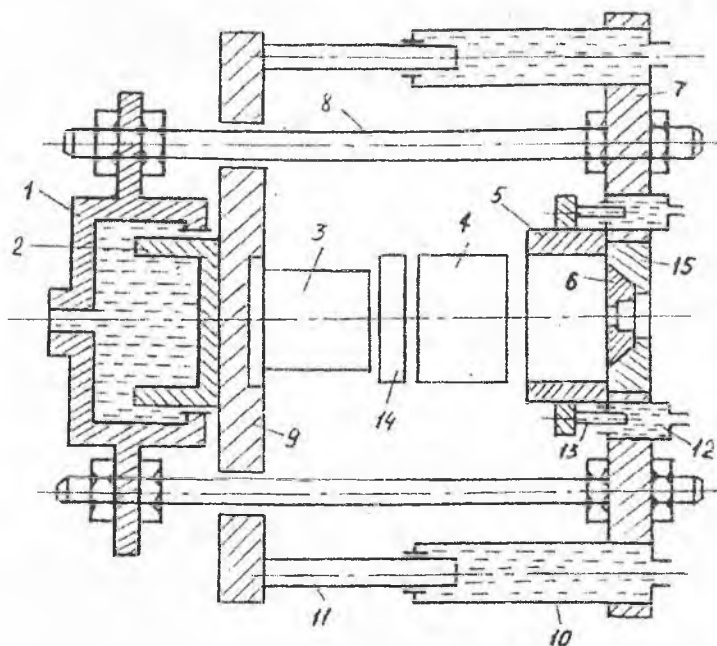


Рис. 75. Конструкция горизонтального гидравлического пресса прямого действия для прессования профилей

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение процесса прессования.
2. Перечислите инструмент, используемый при прессовании.
3. Какие пресс-изделия получают прессованием?
4. Приведите схему прессования труб прямым методом.
5. Как выглядит заготовка для прессования профилей? Труб?
6. Каким образом прессуют профили с законцовками?
7. Способ получения трубы с внутренними поперечными утолщениями.
8. Схема прессования бурильной трубы.
9. Прессование профилей и труб плавно изменяющегося поперечного сечения.
10. В каком методе устраняется трение металла заготовки о стенки контейнера?
  11. Схема прессования с активными силами трения.
  12. Как получают прессованием пустотелые профили?
  13. Достоинства прессования перед прокаткой.
  14. Принцип действия гидропресса.
  15. Как работает гидравлический пресс?

## 6. ШТАМПОВКА

Штамповка - это процесс обработки металлов давлением, связанный с изготовлением изделий при помощи штампов. Производительность штамповки в десятки раз больше, чемковки, кроме того, при штамповке достигается большая, чем при ковке, точность размеров и малая шероховатость поверхности. Так, нередко после штамповки изделия не требуют механической обработки. Однако штамповка выгодна лишь при массовом и крупносерийном производстве, когда окупаются затраты на изготовление сложных форм (штампов). Штамповка бывает горячей и холодной, объемной и листовой.

Горячая объемная штамповка в отличие отковки, которая обеспечивает получение размеров вдоль одной из двух осей, объемная штамповка обеспечивает заданные размеры по трем осям. Операции горячей объемной штамповки выполняют, используя специализированный инструмент - штампы. Штамп имеет две и большее число частей, при сопряжении которых образуется объемная полость по форме штампуемой поковки. Эту полость штампа называют ручьем. Заготовка простой формы, нагретая до заданной температуры, помещается в ручей. При смыкании верхнего и нижнего штампов 1 и 2 (рис. 76), металл, деформируясь, заполняет полости, воспроизводит их форму и превращается в поковку 3. Течение металла при штамповке принудительно ограничивается поверхностями полости штампа.

Горячая объемная штамповка является производительным и широко распространенным процессом в машиностроении. Весьма широко горячую объемную штамповку применяют в автомо-

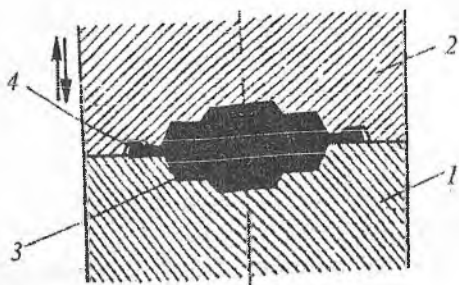


Рис. 76. Схема процесса горячей объемной штамповки:  
1 - нижний штамп, 2 - верхний штамп, 3 - заготовка, 4 - облой

билестроении, вагоностроении и тепловозостроении, в производстве дорожных машин, сельскохозяйственных, швейных машин, станков, летательных аппаратов и т.п.

Различают объемную штамповку в открытых и закрытых штампах. На рис. 76 показана схема штамповки в открытых штампах. При штамповке по месту разъема штампов вокруг детали образуется облой (заусенец) 4. Наличие облоя обеспечивает хорошее заполнение металлом полостей штампа. Сам облой начинает образовываться раньше, чем заполняется гравюра штампа. В последующем, при постепенном сближении штампов, металл, вытекающий в облой, сильно утоняется в результате деформации и поэтому быстро охлаждается. Сопротивление истечению металла в разъем штампов резко возрастает, и металл, находящийся в полости штампа, вынужден заполнять все мелкие элементы гравюры. Облой по окончании штамповки удаляется с помощью специальных обрезных штампов. Из-за облоя объем заготовки необходимо увеличивать на 10-30%. Поковки типа тел вращения можно изготовлять методом безоблойной штамповки, при которой потери металла существенно сокращаются. Недостаток безоблойной штамповки заключается в необходимости весьма точной резки исходной заготовки с таким расчетом, чтобы после резки объем (масса) ее был в точности равен объему (массе) готовой поковки. Схема процесса безоблойной штамповки изображена на рис. 77.



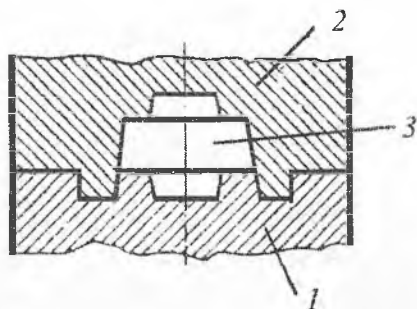


Рис. 77. Схема безоблойной штамповки:  
1 - нижний штамп, 2 - верхний штамп, 3 - заготовка

Штамповка может производиться как в одном, так и в нескольких ручьях в случае, если поковка существенно отличается по форме и размерам от заготовки. При многоручьевой штамповке форма заготовки изменяется постепенно при переходе от одного ручья к другому. Использование заготовок, полученных периодической прокаткой, близких по форме к готовым поковкам, исключает необходимость многоручьевой штамповки, сокращает трудозатраты и способствует повышению производительности. В чистовом ручье поковке в любом случае придаются окончательные форма и размеры.

На рис. 78 приведена конструкция многоручьевого молотового штампа для изготовления поковки "шатуны" 1. Крепление штампа к молоту производится с помощью хвостовика в виде ласточкина хвоста 2 и клиньев. В каждом из штампов выполнены углубления (ручьи) 3-7, соответствующие форме поковки. Для облегчения удаления поковки из штампа стенки предварительного 3 и окончательного 7 ручьев делают с уклоном. Чтобы перераспределить металл цилиндрической заготовки 8 в соответствии с формой поковки 1 применяют заготовительные ручьи: протяжной 5, подкатной 6. Протяжка увеличивает длину отдельных участков исходной заготовки 9 за счет уменьшения ее поперечного сечения. Подкатка обеспечивает набор металла в одних местах и уменьшения в других без изменения длины заготовки 10. Обра-

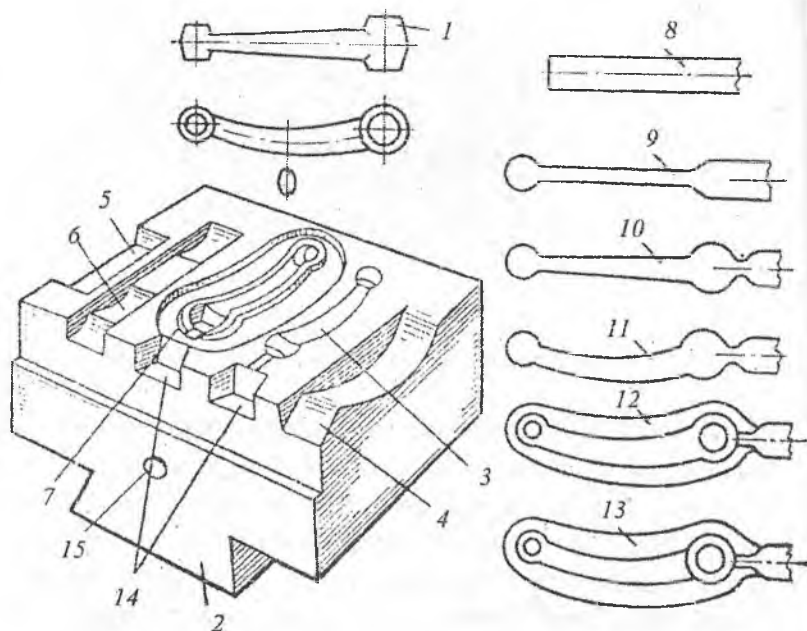


Рис. 78. Молотовый штамп для изготовления детали "шатун":  
 1 - деталь "шатун", 2 - ласточкин хвост, 3 - предварительный ручей,  
 4 - гибочный ручей, 5 - протяжной ручей, 6 - подкатной ручей,  
 7 - окончательный ручей, 8 - заготовка, 9-13 переходы штамповки,  
 14 - выемки под клещи, 15 - отверстия для транспортировки штампов

ботку ведут в этом ручье с кантовкой заготовки на  $90^\circ$  после каждого удара верхнего штампа. В первых двух ручьях цилиндрическая заготовка 8 превращается в фасонную заготовку 10 с двумя утолщениями на концах. В гибочном ручье 4 заготовка 11 принимает изогнутую форму, а в предварительном 3 приближается к готовой поковке 12. Облойная канавка выполнена только вокруг ручья 7, в котором происходит окончательное оформление поковки 13. Далее в обрезном штампе удаляют облой и получают поковку 1. Для размещения конца заготовки, который кузнец удерживает клещами, в штампе сделаны выемки 14.

Холодная листовая штамповка заключается в получении деталей из листового материала в штампах путем придания ему

определенной формы. Обычно штамповку проводят в холодном состоянии, поэтому ее и называют холодной листовой штамповкой.

Штампованные детали из металлического листа буквально наводнили окружающий нас предметный мир: ложки, кастрюли и бидоны, детали кухонной плиты и корпус радиатора отопления. Из листового материала изготавливается около 60% автомобильных и 40% тракторных деталей самых разнообразных форм и размеров: кузов автомобиля, рама, крылья, диски колес и т.п. В транспортном, сельскохозяйственном машиностроении, авиационной, радио- и электротехнической промышленности, при производстве товаров народного потребления все шире применяются детали, полученные холодной листовой штамповкой (рис 79).

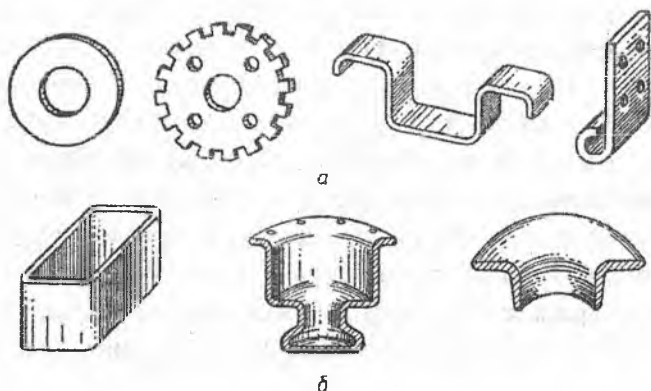


Рис. 79. Детали, отштампованные из листового металла:  
а - плоские детали; б - объемные детали

Холодной листовой штамповкой изготавливают детали из листового ленточного и полосового проката, полученного холодной прокаткой, при этом не происходит существенного изменения толщины заготовки. Поскольку листовая штамповка в преобладающем большинстве случаев выполняется в холодном состоянии, то обеспечивается высокая точность размеров и форм деталей, хорошее качество поверхности. Полученные холодной штамповкой дета-

ли, как правило, применяются при сборке машин без дополнительной обработки, а сами машины для холодной штамповки имеют очень высокую производительность.

Многообразие изделий, получаемых холодной штамповкой, обуславливает и значительное число различных штамповочных операций. Наиболее распространены операции разделительные и формоизменяющие.

Разделительные предназначены для получения заготовки из листа или ленты или для отделения одной части заготовки от другой. Формоизменяющие обеспечивают получение из заготовки пространственной детали необходимой формы и размеров.

К разделительным операциям относят отрезку, вырубку и пробивку. С их помощью из листа или ленты получают исходную заготовку, а также отделяют одну часть заготовки от другой. Отрезка - это операция, используемая для разрезки листов на полосы. Вырубка - это отделение части заготовки по замкнутому контуру. Отделяемая часть является изделием. При вырубке можно получить любой внешний контур заготовки. Пробивка - это отделение части заготовки по замкнутому контуру. Отделяемая часть является отходом. Вырубка и пробивка производится в штампах с помощью пуансона и матрицы. На рис. 80 показан технологический процесс изготовления самой массовой детали в машиностроении - шайбы из листа с помощью операций отрезки, пробивки и вырубки.

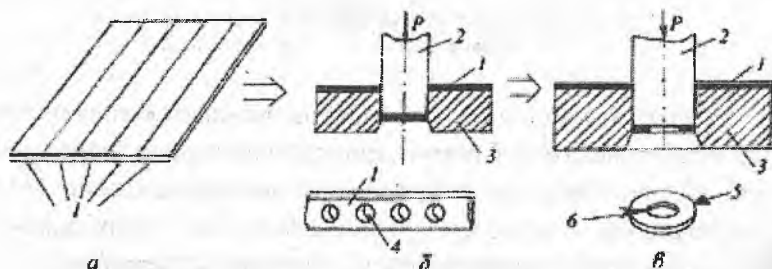


Рис. 80. Схема процесса изготовления шайбы: а - отрезка; б - пробивка отверстия; в - вырубка шайбы; 1 - полоса, 2 - пуансон, 3 - матрица, 4 - отверстие, 5 - пробивка, 6 - вырубка

К формоизменяющим операциям относятся гибка, вытяжка, обжим, раздача, отбортовка, формовка, чеканка. С их помощью из плоской листовой заготовки получают объемные детали.

Гибка - это изменение кривизны срединной поверхности заготовки *1* без существенного изменения ее линейных размеров. С помощью пуансона *3* и матрицы *4* гибкой изготавливают гнутые детали *2* (рис. 81).

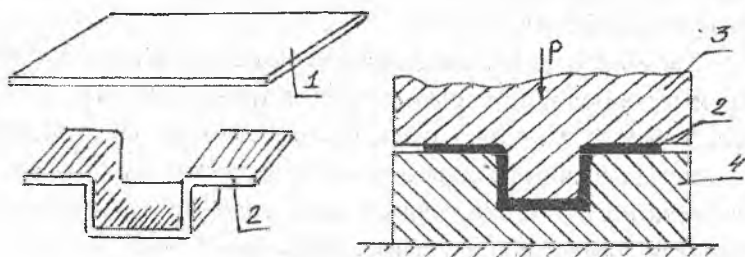


Рис.81. Схема операции гибки

Вытяжка - это процесс превращения плоской металлической заготовки в полое изделие (рис. 82). Плоская заготовка *1* в виде круга, вырубленная с помощью одной из разделительных операций из листа или ленты, превращается в полое тело (колпачок *2*), стенки которого имеют толщину, равную толщине листовой заготовки. Операция выполняется в штампе, который состоит из перемещающегося пуансона *3* и неподвижной матрицы *4*. Кольцевой зазор, образованный пуансоном и матрицей, принимают при этом чуть больше толщины листовой заготовки.

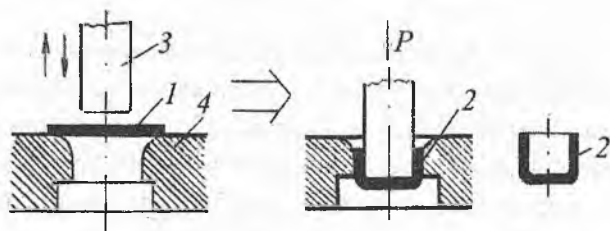


Рис. 82. Схема операции вытяжки при листовой штамповке

Поскольку пластическая деформация производится в холодном состоянии, металл упрочняется, его пластичность снижается, а сопротивление деформации растет. Поэтому последующее уменьшение диаметра колпачка вытяжкой затрудняется. Для устранения упрочнения полуфабрикат подвергают отжигу - нагреву, выдержке при определенной температуре и охлаждению. Последствия упрочнения устраняются, и после удаления окалины, образовавшейся при нагреве, изделие снова подвергается холодной пластической деформации.

При обжиге уменьшаются размеры поперечного сечения краевой части полой заготовки 1 путем заталкивания ее в сужающуюся рабочую полость матрицы 2 (рис. 83, а). При раздаче наоборот поперечные размеры краевой части полой заготовки 1 увеличиваются путем внедрения в нее пуансона 3 с постепенно увеличивающимися поперечными размерами (рис. 83, б).

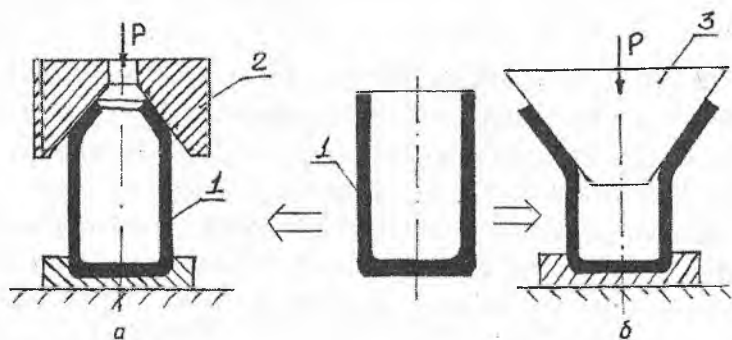


Рис. 83. Схемы операций обжима и раздачи

Отбортовка - это образование в плоской или полой заготовке 1 с предварительно пробитым отверстием борта. Пуансон 2 отгибает краевые участки по периметру заготовки или отверстия, расположенной на матрице 3, образуя борт или фланец, (рис. 84). Диаметр отверстия в заготовке 1 при этом увеличивается.

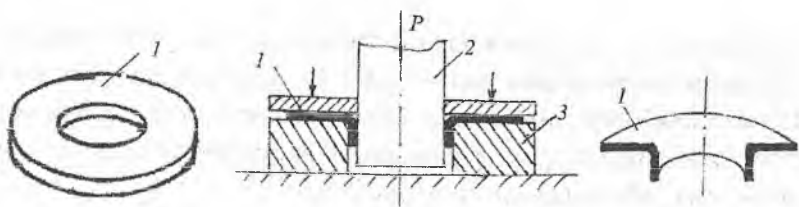


Рис. 84. Схема операции отбортовки

При формовке на поверхности листовой заготовки получают местные углубления (выпуклости). При чеканке плоская заготовка зажимается между двумя штампами, на которых выгравирован нужный рельеф. Металл заготовки под большим давлением заполняет все углубления на поверхности штампов - рельеф штампов переносится на деталь. Так изготавливают монеты, значки, медали, доводят до точного размера фасонные штамповки.

Большинство рассмотренных операций холодной листовой штамповки выполняют с применением смазки, что приводит к существенному снижению силы деформации  $P$ .

Благодаря усилиям многочисленной армии инженеров и ученых появляются все новые способы реализации процессов объемной и листовой штамповки: штамповка из жидкого металла, штамповка взрывом, жидкостью, резиной, полиуретаном, электроимпульсная штамповка, электрогидравлическая и т.п.

При штамповке эластичным инструментом одну из рабочих частей штампа, пуансон или матрицу, заменяют эластичным инструментом из резины или полиуретан (рис. 85, а).

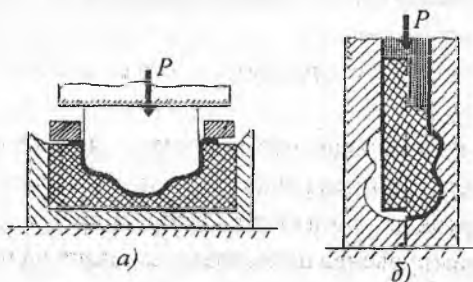


Рис.85. Схема штамповки эластичным инструментом

Штамповка резиной и полиуретаном включает почти все операции листовой штамповки - пробивку, вырубку, гибку, обжим. Однако наиболее интересный результат достигается при штамповке изделий, которые традиционной штамповкой получить невозможно либо очень сложно (рис. 85, б).

При штамповке взрывом в качестве источника энергии применяют взрывчатые вещества: тротил, гексоген, аммонит. Те самые, что раньше служили только для разрушения. Матрицу с заготовкой располагают в бассейне, заполненном водой (рис. 86).

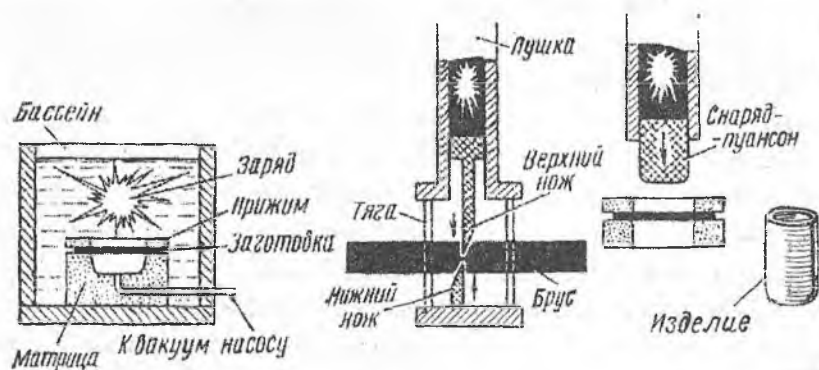


Рис. 86. Схема штамповки взрывом

При взрыве заряда воздушный газовый шар под высоким давлением возбуждает в воде ударную волну, давление которой через слой воды передается на поверхность заготовки. В результате взрыва ударная волна в жидкости деформирует заготовку, придавая ей нужную форму. Используют также энергию взрыва сжатых газов (как в двигателях внутреннего сгорания) и электрического разряда.

Взрывной штамповкой изготавливают многие самолетные и ракетные детали: обшивка сверхзвуковых самолетов и ракет, пустотелых лопаток, ступицы вентилятора и др.

Магнитно-импульсная штамповка основана на использовании сил электромеханического взаимодействия между вихревыми



токама, наведенными в стенке обрабатываемой детали при пересечении их силовыми линиями магнитного поля и самим импульсным полем, в результате чего возникают импульсные механические силы, деформирующие заготовку (рис. 87).

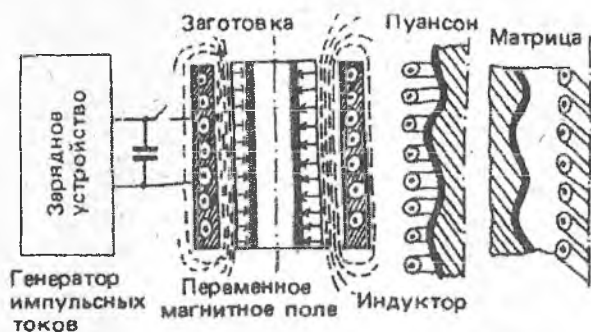


Рис.87. Схема электромагнитной штамповки при обжиме и раздаче

Кратковременность приложения нагрузки и высокие скорости деформирования обеспечивают возможность изготовления инструмента (матрицы-оправки или пуансона-оправки) из конструкционных сталей, что резко снижает стоимость оснастки.

Магнитно-импульсная штамповка позволяет получать не только детали, но и производить неразборные соединения, в отдельных случаях достигая даже герметичности.

Для объемной листовой штамповки в качестве основного оборудования широкое применение нашли гидравлические и кривошипные прессы. Кривошипный пресс работает следующим образом (рис. 88).

От шкива 1 электродвигателя 2 вращение передается при помощи клиновидных ремней 3 маховику 4, сидящему на приводном валу 5. С противоположной стороны этого вала закреплено зубчатое колесо 6, которое зацепляется с зубчатым колесом 7, свободно вращающимся на кривошипном валу 8. Зубчатое колесо 7 соединяется с кривошипным валом 8 муфтой 9. Вращение криво-

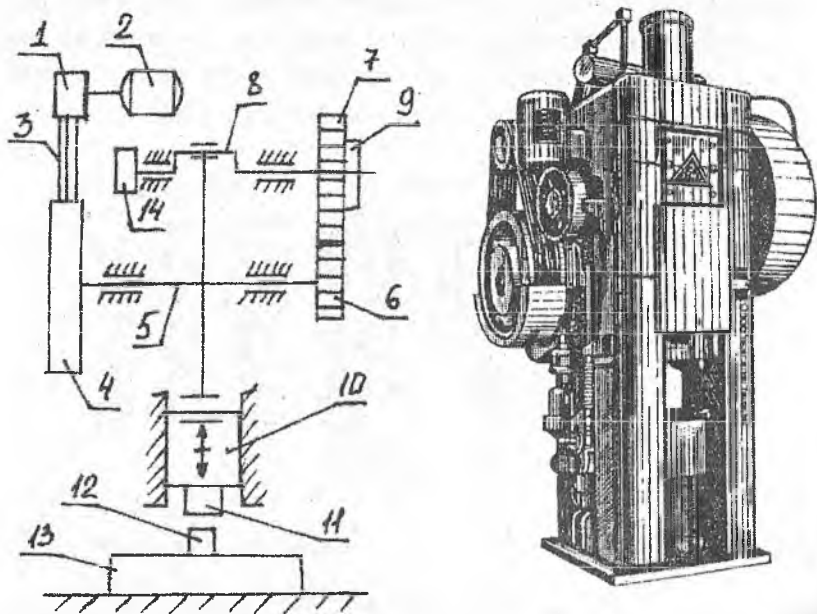


Рис. 88. Схема кривошипного пресса

шипного вала приводит к возвратно-поступательному движению ползуна 10, в котором закреплена верхняя половина штампа 11. Нижняя половина штампа 12 крепится на столе пресса 13. Для остановки вращения кривошипного вала служит тормоз 14.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите детали, полученные горячей объемной и холодной листовой штамповкой.
2. Приведите схему горячей объемной штамповки.
3. Чем горячая объемная штамповка в открытых штампах отличается от штамповки в закрытых штампах?
4. Зачем нужен облой?
5. В каких случаях используют объемную штамповку в нескольких ручьях?
6. Как изготавливают объемной штамповкой деталь "шатун"?

7. Какие заготовки используют при объемной и листовой штамповке?
8. Перечислите основные разделительные и формоизменяющие операции листовой штамповки.
9. Опишите технологический процесс изготовления детали "шайба".
10. С помощью каких операций можно получить бидон?
11. Дайте определение гибки, вытяжки, отбортовки и приведите схемы этих процессов.
12. Достоинства штамповки эластичным инструментом.
13. Особенности штамповки взрывом.
14. Сущность магнитно-импульсной штамповки.
15. Как работает кривошипный пресс простого действия?

## 7. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Металлы относятся к числу наиболее распространенных конструкционных материалов, которые человек использует для обеспечения своих жизненных потребностей. Благодаря своим разнообразным свойствам, неисчерпаемым возможностям, они незаменимы во многих областях техники. Если в каком-либо металле не удастся получить требуемый комплекс свойств, то есть выход. Свойства эти набирают от разных металлов, создавая в них композицию - сплавы.

Само слово "металл", ныне распространенное во многих языках, происходит от греческого слова "металла", что значит жила, так как руды, прежде всего меди и олова, встречались в горных породах чисто в виде жильных месторождений.

По определению М.В. Ломоносова металлы - это "светлые тела, которые ковать можно". Однако более типичными, характерными свойствами металлов и сплавов являются высокие тепло- и электропроводность, увеличивающиеся с понижением температуры. Теория твердого тела выбирает в качестве главного физического критерия металлического состояния температурный ход электропроводности  $\rho(T)$ : у металлов при  $T \rightarrow 0$   $\rho \rightarrow 0$ , в то время, как у неметаллов, т.е. полупроводников и диэлектриков (изоляторов), при  $T \rightarrow 0$   $\rho \rightarrow \infty$ .

В настоящее время известно 107 элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева, 83 из них - это металлы. Они составляют четверть всей массы земной коры. Алюминий - самый распространенный металл на Земле (рис. 89). Он занимает третье место после кислорода и кремния и первое среди металлов.

В России исторически сложилось деление всех металлов на две большие группы - черные и цветные металлы.

Черные металлы имеют темно-серый цвет, большую плотность, высокую температуру плавления. К черным металлам прежде всего относят железо и его сплавы, а также хром, марганец и др.

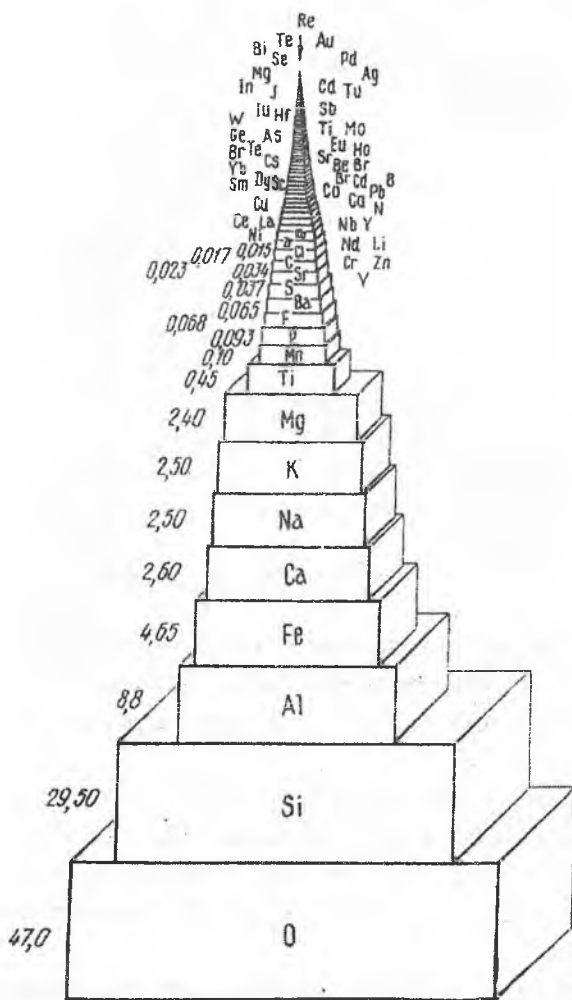


Рис. 89. Распределение элементов в земной коре

Цветные металлы чаще всего имеют характерную окраску: красную, желтую, белую. Обладают большой пластичностью, малой твердостью, относительно низкой температурой плавления. Наиболее типичными металлами этой группы являются медь, алюминий, магний, титан, свинец, золото, серебро, платина и др.

Познакомимся с некоторыми свойствами металлов.

Плотность - это масса единицы объема тела, одна из важнейших характеристик, служащих для оценки пригодности материала к полету (рис. 90).

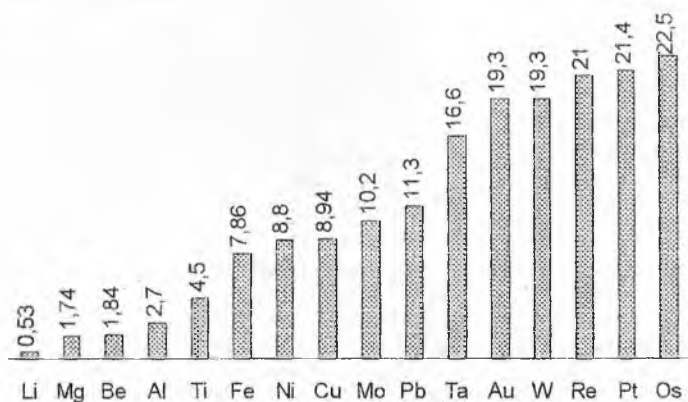


Рис. 90. Плотность металлов при 20°C в г/см<sup>3</sup>

Чем меньше плотность материалов, применяемых в конструкции самолета, тем при прочих равных условиях больше пассажиров и грузов можно перевезти на нем, не увеличивая расхода горючего.

Наиболее легким является первый металл периодической системы - литий (0,53 г/см<sup>3</sup>), он плавает на воде, погружаясь в нее лишь наполовину; наиболее тяжелый и, следовательно, наиболее плотный металл - осмий (22,5 г/см<sup>3</sup>). Он тонет в любой известной жидкости.

Температура плавления является для конструкционных материалов верхним теоретическим пределом их работоспособности.

Для ртути она равна минус  $39^{\circ}\text{C}$ , для наиболее тугоплавкого металла - вольфрама - плюс  $3400^{\circ}\text{C}$  (рис. 91).

Как правило, чем выше энергия связи между частицами металла, тем выше температура плавления.

Если выстроить все элементы в ряд по их порядковым номерам, то плотность, температура плавления и другие свойства будут изменяться периодически. Температура плавления и плотность достигают своего максимума в VI-VIII группах периодической системы. Здесь максимальна энергия химической связи.

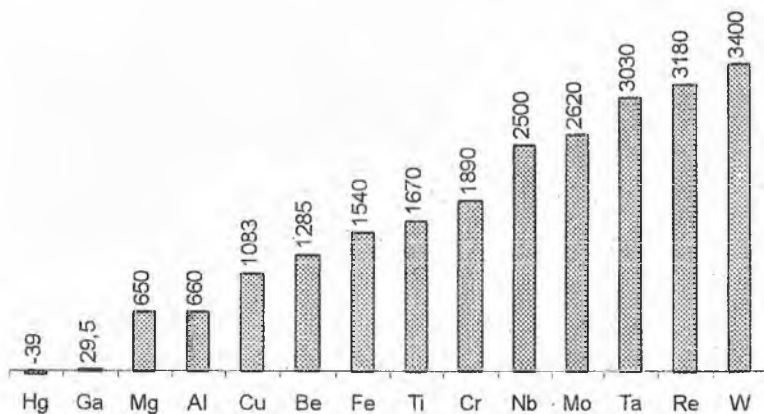


Рис. 91. Температура плавления металлов в  $^{\circ}\text{C}$

Стоимость металла - фактор возможности и целесообразности его применения. В таблице показана относительная стоимость разных металлов (за единицу принята стоимость железа, точнее, простой углеродистой стали). Стоимость 1 кг проката простой углеродистой стали примерно 6 руб.

## Стоимость металлов

Металл	Относительная стоимость	Металл	Относительная стоимость
Железо	1	Титан	90
Свинец	2,5	Вольфрам	120
Цинк	3	Молибден	170
Алюминий	6	Серебро	500
Сурьма	6,5	Ванадий	750
Медь	7,5	Ниобий	800
Магний	8	Тантал	1 500
Марганец	10	Рубидий	2 200
Никель	17	Палладий	5 000
Олово	22	Золото	11 000
Хром	25	Рений	12 000
Кобальт	35	Иридий	25 000
Висмут	50	Осмий	25 000
Ртуть	65	Платина	27 000
		Родий	45 000

Все металлы объединяются во множество замечательных сплавов: коррозионно-стойких, жаропрочных, магнитных, электротехнических, пружинных и т.д.

Самое почетное место в семье сплавов занимают стали. Основные составляющие стали - это железо и углерод. Содержание углерода невелико, но зато оно определяет поведение стали. Чем больше углерода, тем тверже и неподатливей металл. Если углерода больше двух процентов, то такой сплав называют чугуном. Он отличается высокой хрупкостью, поэтому изделия из чугуна получают в основном с помощью литья.

Наиболее удивительной, можно сказать, легендарной сталью был булат. Его родина - страны Древнего Востока - Индия, Египет, Сирия. Изделия из булата обладали уникальными свойствами: высокой прочностью; упругостью, отличной способностью к затачиванию. Булатный клинок, который можно



было согнуть дугой, пробивал железные доспехи и рассекал подброшенный в воздух шелковый платок. Секрет стали не столько в ее составе (он был прост - железо и углерод), сколько в чистоте исходных материалов (руды и угля), а главное - в обработке (ковке, нагреве, охлаждении). Только что откованный клинок подвергали закалке - ускоренному охлаждению в воде, растворе солей, в потоке воздуха. Таким образом, древние металлурги знали и умело использовали еще одно свойство металлов - способность увеличивать прочность и упругость при быстром охлаждении из нагретого состояния.

Если в сталь добавить различные легирующие элементы, то сталь приобретает удивительные свойства, позволяющие работать в пламени реактивных двигателей и в ледяном холоде криогенных установок, противостоять разъедающему действию агрессивных веществ. Всего доли процента ванадия придают стали исключительную упругость и высокую прочность. Из ванадиевой стали изготавливают самые ответственные детали автомобилей и самолетов (валы, оси, шестерни, рессоры). Марганец делает сталь стойкой к истиранию (износу). Поэтому марганцевая сталь идет на изготовление зубьев ковшей экскаваторов, гусеничных траков, деталей мельниц и дробилок. Хром и никель - непременные составляющие коррозионно-стойких (нержавеющих) сталей.

Чаще всего приходится иметь дело со сталями конструкционными - из них изготавливают большинство деталей машин и строительных конструкций. Для наиболее ответственного назначения служат легированные конструкционные стали (никелевые, хромистые, марганцевые и др.). Стали маркируют буквами, которые означают соответствующий легирующий элемент, и цифрами, которые указывают содержание данного элемента. Легирующие элементы имеют следующие обозначения: хром - Х, никель - Н, кремний - С, марганец - Г, титан - Т, молибден - М, ниобий - Б, вольфрам - В, ванадий - Ф, алюминий - Ю, медь - Д, бор - Р, кобальт - К.

В обозначении марки стали первые две цифры указывают содержание углерода в сотых долях процента, а цифры, стоящие после каждой буквы, - процентное содержание данного элемента. Если содержание легирующего элемента меньше или равно одному проценту, то цифра после буквы не ставится. Например, сталь 40ХН содержит 0,40% углерода и по 1% хрома и никеля.

Резцы, сверла, фрезы, штампы и все остальные инструменты изготавливают из инструментальной стали, которая бывает двух видов - углеродистая и легированная. Углеродистые стали маркируют буквой У и цифрой, указывающей содержание углерода в десятых долях процента: У7, У8 и так далее до У13. К легированным сталям относятся те, которые содержат молибден, ванадий, хром и кобальт.

В самолетостроении, электронике, приборостроении широкое применение находят сплавы на основе цветных металлов. Большой класс алюминиевых сплавов представляют хорошо известные дуралюмины, содержащие, кроме алюминия, медь, магний и марганец.

Медные сплавы - это латуни и бронзы. Латуни - сплавы меди с цинком и другими элементами - маркируют буквой Л и цифрой, указывающей содержание меди, например латунь Л90 содержит 90% меди, остальное цинк. Сплавы меди с оловом, цинком и свинцом называют бронзами. Их маркируют буквами Бр, за которыми следуют буквы и цифры, обозначающие легирующие элементы и их содержание. Например, в бронзе Бр.ОЦС 8-4-3 содержится 8% олова, 4% цинка и 3% свинца.

Первый металл, с которым человек ознакомился 8000 лет до н.э. и начал обрабатывать давлением - это золото. Далее идут медь, самородное серебро, метеоритное железо. Век металлов наступил, когда человек освоил процессы выплавки металлов из руды,ковки его и литья. Железо впервые обнаружено (земное происхождение) 3000 лет до н.э. на Ближнем Востоке и стало активно вытеснять медь и бронзу.

Первый способ получения железа - сыродутный. В яму загружали железную руду вместе с древесным углем, плотно ее закрывали, поджигали и раздували мехами. Под воздействием газа СО происходило восстановление железа из руды. Получали крицу.

С появлением в XII веке водяного колеса для привода мехов резко увеличился размер горнов. На дне горна стал появляться металл, который не ковался, а ломался. Это был чугун. В Австрии его называли "навозный" камень, в Германии - "грязный" камень, в Англии - "свинское" железо. Затем обнаружили, что "свинское" железо хорошо заполняет формы. Из чугуна стали делать отливки.

Техника обработки железа совершенствовалась. Свидетельство тому - знаменитая Кутубская колонна - весом 6,5 т, высотой 7,5 м и диаметром 40 см. Она воздвигнута в 415 г. и до сих пор не подвержена коррозии из-за высокой чистоты железа - 99,72%.

В России в 1586 г. Андреем Чоховым изготовлена литьем Царь-пушка весом 40 т и калибром 890 мм, вес ядра - 2 т, заряда - 480 кг.

Конец XVIII и начало XIX веков ознаменовалось настоящим вторжением металлов в технику: 1778 г. - построен первый железный мост, 1818 г. - первый железный корабль, 1825 г. - первая железная дорога.

Все металлы относятся к кристаллическим телам. Кристаллическое строение характеризуется упорядоченным расположением атомов. Атомы, располагаясь в пространстве, образуют кристаллическую решетку.

В большинстве металлов и их сплавов наблюдаются довольно простые закономерности расположения атомов в пространстве. Для характеристики этой закономерности из кристаллической решетки выбирают минимальный по размерам "кирпичик" кристалла, содержащий различные частицы (если не все частицы одинаковы) и отражающий симметрию всей решетки. Такой "элементарный кристаллик" называется кристаллической ячейкой. Сло-

жением множества кристаллических ячеек образуется кристалл. У кристаллов различных веществ строение кристаллических ячеек весьма разнообразно, но в металлах чаще всего встречается один из трех сравнительно простых типов (рис. 92). Кубическая объемно-центрированная ячейка у хрома, молибдена, вольфрама, железа до температуры  $910^{\circ}\text{C}$ , а у титана выше  $882^{\circ}\text{C}$ . Атомы здесь располагаются в вершинах куба (8 атомов) и один атом в центре куба.

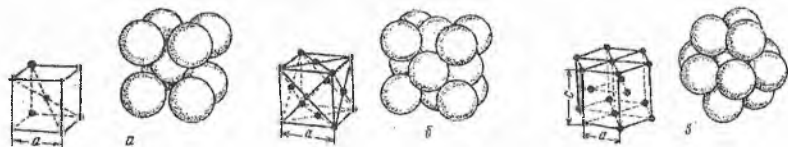


Рис.92. Расположение атомов в наиболее часто встречающихся у металлов кристаллических ячейках: а - объемно-центрированной кубической (ОЦК); б - гранецентрированной кубической (ГЦК); в - гексагональной (Г)

Кубическая гранецентрированная ячейка встречается у металлов с высокой пластичностью: меди, никеля, серебра, золота, алюминия, свинца, у железа выше  $910^{\circ}\text{C}$ . Атомы располагаются в вершинах куба и в центре граней. Более сложную гексагональную ячейку имеют бериллий, магний, цинк, кадмий, титан ниже  $882^{\circ}\text{C}$ . Эта решетка имеет вид шестигранной призмы, в вершинах и в центрах оснований которой расположено по одному атому. Еще три атома размещены внутри призмы.

Ковкость металлов объясняется тем, что при относительном перемещении атомов не теряется их связь с электронами. Атомы металла как бы переплывают при ковке с места на место внутри электронного газа, поэтому металлы склонны к заметным остаточным изменениям формы без разрушения. Эта их особенность называется пластичностью.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Какие тела называют металлическими?
2. Назовите наиболее распространенные металлы на земле.
3. Что такое черные металлы?
4. Какие металлы относят к цветным?
5. Приведите примеры тугоплавких металлов.
6. Чем отличается сталь от чугуна?
7. Расшифруйте состав нержавеющей стали X18H10T.
8. Какие металлы входят в состав бронзы и латуни?
9. Как в Древней Руси получали крицу?
10. Перечислите типы кристаллических ячеек в металлах.
11. Какую кристаллическую ячейку имеет алюминий? Цинк? Хром?

## 8. КВАЛИФИКАЦИЯ - ИНЖЕНЕР

После окончания высшего учебного заведения студентам-выпускникам решением государственной аттестационной комиссии присваивается квалификация инженера.

Инженер происходит от латинского слова *ingenium* (остроумное изобретение), то есть человек, способный изобретать.

Издавна человек создавал устройства, с помощью которых он мог заставить природу работать на себя. Так, от ковыряния земли палкой человек пришел к созданию сохи, а потом изобрел плуг. Он изобрел ветряк, чтобы использовать силу ветра для дробления зерен, водяное колесо для привода молота, прокатного стана, способ получения железа из руды, а из железа разнообразных деталей.

Уже в древние века наряду со священниками, врачами, учителями были люди, посвятившие себя созданию приспособлений, устройств. Эти люди создавали оружие, строили крепости, мосты, каналы. Они были предшественниками современных инженеров. Их дела особенно ярко проявились во времена Египетской и Римской империй, гениальными сооружениями которых люди восхищаются и по сей день (пирамиды Хеопса, дворец Парфенон, храмы Афин и т.п.). Инженерное дело в основном основывалось на эмпирических знаниях, на здравом смысле, эксперименте, изобретательности. Законы природы в древние времена были мало известны инженерам. В таком виде инженерное дело существовало много столетий, накапливая практические знания. Уровень инженерного дела возрос, когда интенсивно начала развиваться наука. Это XVIII век, когда была изобретена паровая машина.

Инженеры XIX века понимали, что наука поможет разрешить многие задачи и пытались применить науку на практике. Благодаря их усилиям классическое инженерное дело превратилось в современное.

Целью современного инженера является применение полученных знаний для удовлетворения потребностей производства и общества (рис. 93).

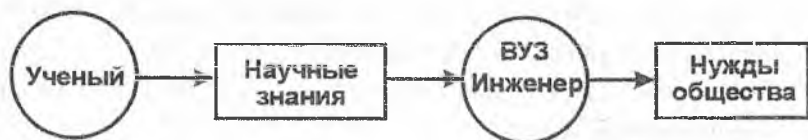


Рис. 93. Роль инженера в обществе

Инженер - это посредник между наукой и обществом. Он создает реальный прибор, контролирующей степень деформации, технологический процесс изготовления поковок, автоматизированный прокатный стан, т.е. то, что нужно людям (рис. 94). Инженеры всегда были и остаются людьми, решающими задачи.



Рис. 94. Схема решения инженерных задач

Работа инженера и ученого отличается друг от друга. Ученый большую часть времени затрачивает на усвоение того, что изучено другими, на формулирование теорий, на постановку экспериментов, на попытки обобщить то, что изучено другими. Основное стремление ученого - расширить познания людей. Инженер, наоборот, стремится разработать что-то новое, полезное людям. Инженер созидает. Все, что окружает нас на Земле - это результат удивительного и величественного процесса - инженерного творчества: создания различных изделий и технологий.

Современный инженер, чтобы созидать, должен обладать следующими качествами:

- изобретательность - умение находить различные варианты решения инженерных задач;
- умение проводить анализ - детальное изучение каждого варианта решения задачи;
- умение принимать решения - из множества различных решений выбрать наиболее предпочтительное;
- умение работать на компьютере;
- умение выразить свои мысли словом, графически, математически;
- умение эффективно работать с людьми (коммуникабельность);
- наличие собственной точки зрения. Это свойство, которое нельзя отнести ни к знаниям, ни к опыту, включает в себя умение инженера настоять на том, что любая операция проектируемого технологического процесса имеет свое право на существование, умение быть объективным, соблюдать профессиональную этику, иметь чувство долга;
- стремление к самосовершенствованию. Инженер должен постоянно расширять знания, приобретенные в вузе, накапливать опыт и расширять кругозор.

Инженерная задача возникает всякий раз, когда нужно перейти от одного состояния к другому. Например:



Состояние А	→	Состояние Б
Руда	→	Металл
Металл	→	Заготовка
Заготовка	→	Труба

У любой задачи есть начальные условия, которые называются входом (состояние А), и условия, которых нужно достичь - выход (состояние Б).

Очевидно, у таких задач существует большое число решений, т.е. различных способов перехода из состояния А в состояние Б. Так, например, трубу из заготовки можно получить прессованием, волочением, поперечно-винтовой прокаткой, сваркой и т.п. Если нет различных способов достижения требуемого результата, то и нет инженерной задачи. При решении задачи могут быть использованы различные средства. Они различаются по затратам, стоимости, дефицитности и т.д. Каждое решение задачи должно быть физически осуществимым (соответствовать законам природы), технически реализуемым, соответствовать ресурсам, экономически выгодным.

Инженерная задача всегда требует из множества решений нахождение предпочтительного метода достижения желаемого результата. Основной признак, по которому одно решение выбирается из многих возможных, будем называть критерием. В качестве критерия при обработке металлов давлением могут быть следующие показатели: себестоимость, рентабельность, коэффициент использования металла, производительность, механические свойства готовых изделий.

При переходе из состояния А в состояние Б часто существуют определенные средства, применение которых неизбежно. Например, при изготовлении трубы из заготовки обязательно должен быть использован процесс прессования, а не волочения. Средства, которые должны быть обязательно применены при решении задачи, будем называть ограничениями.

Таким образом, инженерная задача существует тогда, когда

требуется перейти из одного состояния к другому, если имеется более чем одно возможное решение и если все возможные решения не очевидны.

Все инженерные задачи представляют собой множество весьма отличающихся друг от друга объектов. Г. Альтшуллер предложил все множество инженерных задач разделить на 5 уровней по степени трудности их решения.

1 уровень - использование готового объекта (решения) без выбора.

2 - выбор одного объекта из нескольких.

3 - частичное изменение выбранного объекта.

4 - создание нового объекта.

5 - создание нового комплекса объектов.

Пример задачи 1-го уровня.

Имеется печь, в которой находится расплавленный металл. В центральную зону печи подведен трубопровод для жидкого кислорода. Что нужно сделать, чтобы кислород, идущий по этой трубе, не газифицировался вплоть до выхода в металл?

Ответ: нужна теплоизоляция, если она есть, нужно ее усилить, ввести двойные стенки, использовать принудительное охлаждение и т.п.

Пример задачи 2-го уровня.

Электромагнитный насос для перекачки жидкого металла представляет собой трубу и индуктор (электромагнит), выполненный в виде кольца, охватывающего трубу.

В рабочем положении конец трубы опущен в металл, а индуктор находится выше уровня металла. Для запуска насоса нужно втянуть металл до уровня индуктора. Как это сделать?

Ответ. Тут возможны различные решения: 1) поставить в нижней части пусковой индуктор; 2) перед началом работы заливать металл сверху, опускать трубу с индуктором вниз и т.п. Лучшее решение: опускать в начале работы индуктор, захватывать металл и поднимать его вверх до уровня, соответствующего рабочему положению индуктора.

В задачах 1-го уровня объект не изменяется. На 2-м уровне объект изменяется, но несильно. На 3-м уровне объект меняется сильно, на 4-м он меняется полностью, а на 5-м меняется вся техническая система, в которую входит объект.

Примером задачи 5-го уровня является применение монокристаллов сплавов - Cu-Al-Ni в качестве рабочего твердого тела для преобразования тепловой энергии в механическую путем изменения его упругих свойств при колебании температуры.

Решение задач 1-го уровня требует перебора нескольких очевидных вариантов. На 2-м уровне число вариантов измеряется уже десятками. На 5-м уровне число вариантов возрастает до сотен тысяч. Например, Эдисону пришлось поставить 50000 опытов, чтобы изобрести щелочной аккумулятор.

Задачи высших уровней отличаются от задач низших уровней не только числом вариантов, но и качественно.

На 1 и 2-м уровнях можно перебирать варианты, пользуясь только знаниями в пределах своей специальности. Для задач 3-го уровня решение приходится искать в других отраслях знаний. Для задач 4 и 5-го уровней решение ищется на основе современных достижений науки и открытий.

Примерно 80% всех зарегистрированных патентов относятся к задачам 1-3-го уровней. Каждый инженер должен уметь решать технические задачи 1-2-го уровней, т.к. решения лежат в пределах профессии.

## 9. ФАКУЛЬТЕТ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Подготовка студентов по специальности 110600 - обработка металлов давлением проводится на металлургическом факультете (№ 4) в соответствии с государственным образовательным стандартом, Приложение 1.

Интенсивное развитие авиа- и двигателестроения, широкое применение принципиально новых конструкций, материалов и технологических процессов потребовали в 50-х годах подготовки инженерных кадров в области авиационной металлургии. Особенно остро встал вопрос о подготовке кадров в Куйбышевском регионе, где завершалось строительство крупнейшего в Европе металлургического завода по производству листов и профилей, труб и штамповок из алюминиевых сплавов. Руководство металлургического завода во главе с его первым директором П.П. Мочаловым обратилось в Минвуз СССР и Куйбышевский авиационный институт с предложением организовать обучение инженеров по специальности "Обработка металлов давлением". В 1956 г. Минвузом СССР принято решение об открытии этой специальности в Куйбышевском авиационном институте. Вновь назначенный директор института В.П. Лукачев в том же году осуществил первый набор на эту специальность. Первый набор составил 75 человек, из них более 25% - выпускники школ - медалисты.

Обучение студентов-металлургов до начала образования факультета № 4 в 1958 г. осуществлялось в рамках 3-го факультета. В 1957-1959 гг. на факультет были приглашены из крупных вузов и

научных учреждений ученые в области металлографии, термической обработки, литейного производства и обработки металлов давлением: проф. Г.И. Аксенов, доц. А.В. Юшков, доц. Н.А. Черняев, проф. Г.П. Зайцев, доц. А.И. Мурзов.

Специальности факультета и годы их открытия:

110600 - обработка металлов давлением с 1956 г.

специализации:

110601 - прокатно-прессовое производство,

110602 - кузнечно-штамповочное производство,

110611 - инженер-организатор производства на предприятиях и в цехах;

120400 - машины и технология обработки металлов давлением (с 1996 г.).

специализации:

120401 - обработка металлов давлением, ковкой и штамповкой.

С 2001 г. по направлению 550500 "Металлургия" и специальности "Обработка металлов давлением" предусмотрена подготовка студентов с присвоением квалификации "Бакалавр техники и технологии".

За годы существования на факультете подготовлено свыше 4000 высококвалифицированных инженеров. Более 370 выпускников получили дипломы с отличием. Выпускники факультета трудятся во всех регионах страны. За счет выпускников факультета сформировался основной инженерный корпус Самарского металлургического завода. Генеральным директором завода является выпускник факультета М.В. Федоров, главным инженером - В.Н. Самонин, главным прокатчиком - д-р техн.наук В.Ю. Арышенский, зам. главного инженера - канд. техн.наук А.А. Игуменов и др.

Питомцы факультета выросли до командиров производства и на других предприятиях авиа- и двигателестроения. В.А. Белоног - зам. главного инженера Казанского моторостроительного объединения, Г.Е. Марков - зам. директора, д-р техн.наук проф. В.А. Костышев - зам. главного металлурга СНТК им. Н.Д. Кузнецова,

А.П. Чернышов - ген. директор ОАО "Ленинградский металлургический завод", Б.С. Малышев - ген. директор Кумертауского авиационного производственного предприятия, В.Н. Лыгин - зам. ген. директора АО "Металлист-Самара", А.И. Зинчев - главный металлург Ульяновского автомобильного завода, В.И. Павленко - главный инженер АО "Сокол" (г. Самара), А.Я. Цейтлин - председатель совета директоров ЗАО "Петербургская фольга" и др.

Многие выпускники факультета стали впоследствии известными учеными, организаторами науки и высшего образования. В их числе д-р физ.-мат.наук, руководитель лаборатории института кристаллографии АН РФ В.А. Сизов; д-р техн.наук, заслуженный изобретатель СССР Ю.С. Старостин; д-р техн. наук, проф., Заслуженный деятель науки РФ, проректор по учебной работе СГАУ Гречников Ф.В.; заведующий кафедрой технологии металлов и авиаматериаловедения СГАУ, проф. В.В. Уваров; д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой Уфимского государственного авиационно-технического университета Н.П. Барыкин.

В настоящее время на факультете сложился высококвалифицированный состав преподавателей. На трех его кафедрах - обработки металлов давлением, технологии металлов и авиаматериаловедения, химии - работают 11 профессоров, докторов наук и 30 кандидатов наук, доцентов. Каждая кафедра имеет аспирантуру и научно-исследовательские лаборатории, где преподаватели совместно со студентами и аспирантами проводят научные исследования по заказам предприятий.

### **Кафедра обработки металлов давлением**

Кафедру возглавляет академик Петровской академии наук и искусств РФ, Заслуженный деятель науки РФ, профессор, д-р техн.наук Гречников Ф.В. На кафедре работают шесть докторов технических наук, профессоров и 15 кандидатов наук, доцентов. Особое внимание при обучении студентов на кафедре уделяется изучению теоретических основ специальности: механике деформируемых тел, а также специальных дисциплин.

На Самарском металлургическом заводе (СМЗ) успешно работает филиал кафедры, созданный в 1984 г. Возглавляет филиал кафедры главный металлург, лауреат Государственной премии СССР, канд.техн.наук, доц. Г.В. Черепок. Совместно с филиалом кафедра осуществляет целевую подготовку специалистов по горячей и холодной штамповке, прокатке, прессованию, волочению, а также подготовку инженеров-организаторов для основных производств завода.

На кафедре в корпусе № 5 имеются две учебные лаборатории: кузнечно-прессового и прокатно-прессового оборудования, испытания металлов и сплавов, дисплейный класс, оснащенный современной компьютерной техникой, кабинет дипломного проектирования. В учебных лабораториях установлены гидравлические и кривошипные прессы, роботоконплексы, молот, прокатный стан, испытательные машины.

В рамках созданной научной школы "Пластическое деформирование анизотропных материалов" успешно развиваются пять научных направлений.

1. Методы и средства интенсификации пластического деформирования анизотропных сред.

Научные руководители - д-р техн.наук, проф. Ю.М. Арышенский и д-р техн.наук, проф. Ф.В. Гречников.

По результатам выполненных исследований защищены три докторские и 15 кандидатских диссертаций, получено 26 патентов РФ на изобретения, опубликовано свыше 200 статей и издано 6 монографий. По результатам комплексных исследований, выполненных в этом направлении, Ф.В. Гречникову и В.И. Мордасову присуждены звания лауреатов премии Ленинского комсомола (1981 г.) и премия Минвуза СССР (1986 г.).

2. Проектирование технологических процессов с направленным изменением толщины заготовки в формообразующих операциях листовой штамповки.

Научный руководитель - д-р техн.наук, проф. И.П. Попов.

По данному направлению защищены одна докторская и четы-

ре кандидатских диссертации, опубликовано более 100 статей, получено 35 авторских свидетельств и патентов на изобретения, большая часть которых внедрена в производство. Результаты работ демонстрировались на ВДНХ СССР и были удостоены серебряной и бронзовой медалей. В 1981 г. за вклад в решение ряда вопросов по рассматриваемому научному направлению канд. техн. наук, доц. В.Д. Маслов стал лауреатом премии Ленинского комсомола.

3. Разработка процессов производства профилей и труб с продольным и винтовым оребрением.

Научные руководители - д-р техн. наук, проф. Ю.С. Старостин и д-р техн. наук, проф. В.Р. Каргин.

По данному направлению защищены две докторские и четыре кандидатские диссертации. Разработаны новые технологии по получению многоканальных медно-алюминиевых труб, двух- и трехслойных труб, профильных винтообразных труб, труб с внутренними спиральными рифлениями, ребристых труб. Результаты работ обобщены в четырех монографиях. Разработанные технологические процессы защищены 50 патентами РФ на изобретения, а также запатентованы в США, Англии и Италии. Новые технологии демонстрировались на международных выставках в США, Германии, Франции.

4. Исследования локального пластического деформирования конструкционных и волокнистых композиционных материалов и разработка на их основе новых технологических процессов сборки и клепки.

Научный руководитель - д-р техн. наук., проф. С.И. Козий.

Изданы два отраслевых стандарта, в одном из которых ("ОСТ 92-4770-87. Детали из композиционных материалов, армированных волокнами. Типовые технологические процессы получения механических точечных соединений с применением импульсного привода") обобщены технологии более чем 45 процессов. Научно-технические разработки отмечены двумя серебряными и двумя бронзовыми медалями ВДНХ СССР. Новые технологические



решения защищены более чем 100 патентами РФ на изобретения, опубликованы в 56 статьях и 20 информационных листках, тезисах научно-технических конференций различного уровня.

5. **Изучение** взаимосвязи структурных изменений с микромеханическими свойствами металлических конструкционных материалов при эксплуатации в условиях вакуума.

Научный руководитель - д-р техн.наук, проф. А.Н. Логвинов.

Теоретические и экспериментальные исследования позволили найти корреляцию между энергетическим состоянием поверхности металлов и сплавов, изменяющимся в условиях вакуума, и характеристиками размерной стабильности материалов. Результаты испытаний материалов по разработанным методикам легли в основу расчета на жесткость элементов конструкций прецизионных оптических электронных систем современных космических аппаратов для наблюдения за поверхностью Земли. По данному направлению защищены одна докторская и две кандидатские диссертации.

**Научно-исследовательская лаборатория НИЛ-41** под руководством канд.техн.наук, доцента Глущенко В.А. ведет разработку специальных способов штамповки, среди которых основное место занимает магнитно-импульсная обработка металлов (МИОМ). Технологические процессы МИОМ внедрены на многих авиакосмических предприятиях, в судо- и автомобилестроении, электротехнике, нефтяной промышленности, в производстве медицинской техники и товаров народного потребления.

В настоящее время НИЛ-41 одно из крупнейших научно-исследовательских подразделений университета. В лаборатории трудятся 16 штатных сотрудников; имеются свои техническое и конструкторское бюро, энерго- и производственный отделы, что позволяет лаборатории выполнять НИР и ОКР от идеи до ее практической реализации. К выполнению работ широко привлекаются высококвалифицированные специалисты не только других кафедр университета, но и других вузов и организаций России.

Высокий научно-технический потенциал позволяет лаборато-

рии, получать гранты в рамках научно-технических программ "Транспорт", "Экология", "Новые материалы", "Производственные технологии", "Ресурсосбережение" и других. Лаборатория выполняет большой комплекс работ по хозяйственным договорам с предприятиями авиакосмического комплекса, автомобилестроения, нефтяной промышленности. Большой успех достигнут лабораторией в освоении внешнего рынка. Успешно выполнены и выполняются работы по контрактам с инофирмами Италии, Германии, Финляндии и Китая.

Фактом признания международного и отечественного авторитета лаборатории является действующая на ее базе международная Ассоциация магнитно-импульсной обработки материалов, состоящая из 39 организаций России, США, Израиля, Германии, Финляндии, Китая и других стран.

Лаборатория активно участвует в учебном процессе. На ее передовом оборудовании проводятся новые лабораторные работы по высокоскоростному деформированию металлов, выполняются курсовое и дипломное проектирование.

На базе кафедры обработки металлов давлением в 1998 г. создан Волжский филиал Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. Директором ВФ ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН является заведующий кафедрой Гречников Ф.В.

На кафедре давно стало доброй традицией привлечение талантливых студентов к участию в олимпиадах, научно-технических конференциях, Гагаринских и Королевских чтениях, выполнению студенческой научной работы, разработке дипломных проектов на исследовательскую тему, для обучения в аспирантуре.

### **Кафедра технологии металлов и авиаматериаловедения**

Кафедру возглавляет член-корреспондент Академии проблем качества, профессор Уваров В.В. На кафедре работают три профессора, 6 кандидатов технических наук, доцентов. Кафедра производит обучение будущих инженеров в области металлургии, физики металлов, материаловедения и термической обработки,

свойств металлов и сплавов. Кафедра располагает современной учебной базой, по своему уровню не уступающей ведущим техническим университетам России и развитых стран мира. Об этом свидетельствует сотрудничество в области обучения американских студентов из Бредли университета.

Кафедра занимает вместе с научно-исследовательской лабораторией в корпусе 7 около 1000 кв. м. Учебные лаборатории оснащены современным универсальным и уникальным оборудованием и приборами, позволяющими проводить циклы лабораторных работ по дисциплинам специальностей авиакосмического профиля, машиностроительных и металлургических специальностей. В состав оборудования входят растровые электронные микроскопы, металлографические оптические микроскопы, установки рентгеноструктурного анализа и изучения физических и механических свойств металлов и сплавов. В 1989 г. созданы учебные лаборатории для изучения физических и механических свойств, в 1990 г. - лаборатория технологии конструкционных материалов и порошковой металлургии. В 1999 - 2001 годах создан учебный дисплейный класс, включающий восемь компьютеров.

В 1958 году создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория № 4 "Порошковая металлургия" (ОНИЛ-4). Постановлением Совета Министров СССР № 1183 от 26.11.1962 г. ОНИЛ-4 утверждена Головной в СССР по прокатке металлических порошков. В сентябре 1963 г. в КуАИ на ее базе проведена Всесоюзная научно-техническая конференция по порошковой металлургии. В 1983 г. за цикл работ по разработке и промышленному освоению прокатки металлических порошков профессору Аксенову Г.И. в числе других исследователей была присуждена премия Совета Министров СССР.

В настоящее время основными научными направлениями являются:

- разработка прогрессивных технологий порошковых композиций в процессах легирования и выплавки сплавов;

- изучение влияния специальных условий эксплуатации на структуру и свойства материалов аэрокосмической техники;
- исследование влияния качества шихтовых материалов при изготовлении литых лопаток газотурбинных двигателей;
- разработка режимов термообработки, обеспечивающих повышение надежности деталей и узлов подъемно-транспортных механизмов.

На кафедре успешно сочетается учебная и научно-исследовательская деятельность студентов в рамках студенческого технологического бюро. Ежегодно научно-исследовательские работы студентов высоко оцениваются на международных, российских и региональных конференциях и симпозиумах.

В последние годы коллективы кафедры и лаборатории сотрудничают с научным подразделением Самарского научного центра РАН - Волжским филиалом ИМЕТ имени А.А. Байкова РАН, выполняя работы в рамках целевой программы "Интеграция академической и вузовской науки" и хоздоговорные исследования.

### **Кафедра химии**

Возглавляет кафедру доктор химических наук, профессор, член-корреспондент Академии инженерных наук РФ Мальчиков Г.Д., специалист в области физической химии координационных соединений цветных и благородных металлов.

На кафедре работают 12 преподавателей, три четверти из них имеют ученые степени и звания. На кафедре открыта аспирантура по специальности "Неорганическая химия".

На кафедре имеются три учебные лаборатории по общей химии и одна - по физической химии и коррозии. Кроме стандартного оборудования химических учебных лабораторий есть и уникальное (потенциостат П-5827М, дериватограф-С (Венгрия), спектрофотометр СФ-46), имеются персональные ЭВМ с подключением к глобальной сети ИНТЕРНЕТ).

Работа кафедры направлена на:

- создание у студентов научно-обоснованного видения мира в единстве его естественно-научных компонентов: физика, химия, биология, экология;

- формирование навыков химического мышления и развитие системных знаний о строении и свойствах веществ, законах реакционной способности и превращений веществ, о взаимных связях эксплуатационных характеристик материалов с их составом, строением;

- воспитание экологического мировоззрения и культуры, становления фундаментальных представлений об эволюции, взаимозависимости человека, биосферы, глобальной экосистемы - Земли.

Преподавание ведется по 17 дисциплинам: "Химия", "Экология", "Физическая химия", "Коррозия металлов" и др.

При кафедре работает научная лаборатория "Дисперсные системы", исследования которой актуальны, обладают научной новизной и практической значимостью. Основное научное направление: "Целенаправленный синтез функциональных поверхностных слоев материалов и металлических тонкодисперсных систем".

В результате исследований разработаны: технологии получения новых каталитических систем для процессов нефтехимии, органического синтеза и нейтрализации отходящих газов предприятий, автотранспорта; способы модифицирования поверхностей изделий с целью улучшения их эксплуатационных параметров.

Какие же технологии обработки металлов давлением изучают студенты металлургического факультета? В основном технологии холодной и горячей обработки металлов давлением. Что собой представляют такие технологии? Как правило, перед тем как металл прокатывают, прессуют, куют, штампуют, т.е. обрабатывают давлением, его нагревают. Зачем? Чтобы металл стал податливым для обработки давлением. Металл нельзя недогреть.

т.к. он может разрушиться при обработке. Причем каждый металлический сплав имеет свой оптимальный температурный интервал деформирования. В процессе обработки давлением металл меняет форму. Из слитков простой конфигурации получают рельсы, трубы, листы, профили, т.е. все то, что нужно для производства современной техники.

Как выбрать усилие деформирования металла? Как оценить прочность оборудования? Как выбрать режим обработки и параметры инструмента, чтобы получить не только необходимую форму, но и необходимые свойства детали? Как же искать эти ответы? Сегодня для решения этих задач используют компьютер. Составляют математические модели процессов нагрева и деформирования, а затем с помощью ЭВМ проводят имитацию технологических процессов.

Какие же дисциплины изучают студенты, чтобы стать дипломированными специалистами? (Приложение №1). Это прежде всего гуманитарные и естественно-научные дисциплины: история, философия, иностранный язык, правоведение, психология и педагогика, экономика, экология, математика, химия, физика и другие. Особое внимание в учебных планах уделяется изучению общепрофессиональных дисциплин: инженерная графика, механика, теплотехника, материаловедение, электротехника и электроника, метрология, стандартизация и сертификация, основы производства и обработки металла, информационные технологии в металлургии, управление производством и др.

На старших курсах уделяется большое внимание изучению специальных дисциплин: технике сплошных сред, теории обработки металлов давлением, термической обработке металлов и сплавов, технологии оборудования кузнечно-штамповочного и прокатно-прессового производства, основам автоматизации процессов ОМД. Эта особенность позволяет выпускникам быстро адаптироваться не только в сложных условиях производства самолетов

и двигателей, но и найти работу в автомобилестроении, судостроении, приборостроении, электронном машиностроении и других отраслях. Весь период обучения в университете студенты изучают и используют в учебном процессе современную вычислительную технику.

Тем, кто сейчас учится на металлургическом факультете, предстоит принять непосредственное участие в решении интересных задач производства. XXI век - это век новых материалов и технологий. Именно материал и методы его обработки определяют возможность воплощения в жизнь самых дерзновенных замыслов ученого и конструктора.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лернер П.С. Послушный металл. - М.: Просвещение, 1989.
2. Беккерт М. Мир металлов. - М.: Мир, 1980.
3. Ляшков В.Д. Процессы обработки металлов давлением. - Свердловск: УПИ, 1977.
4. Ламан Н.К. Развитие техники обработки металлов давлением с древнейших времен до наших дней. - М.: Наука, 1990.
5. Лернер П.С. Обработка металлов давлением сегодня и завтра. - М.: Высшая школа, 1990.
6. Савицкий Е.М., Клячко В.С. Металлы космической эры. - М.: Металлургия, 1978.
7. Кузнецов Е.В. Как делают трубы. - М.: Металлургия, 1987.
8. Муслин Е. Металл меняет форму. - М.: Машиностроение, 1968.
9. Венецкий С.И. В мире металлов. - М.: Металлургия, 1982.
10. Мезенин Н.А. Повесть о мастерах железного дела. - М.: Знание, 1973.
11. Зубков Л.Б. Космический металл. - М.: Наука, 1987.
12. Коровский М.Я. Летающие металлы. - М.: Машиностроение, 1977.
13. Николаев Г.И. Металл века. - М.: Металлургия, 1982.
14. Мезенин Н.А. Металлург Грум Гржимайло. - М.: Знание, 1977.
15. Бакнолл К. Как учиться в университете. - Урал LTD, 1999.
16. Навроцкий А.Г. Кузнечное ремесло. - М. 1988.
17. Вишневецкий Я.Ф. Технология ручнойковки.
18. Флеров А.В. Художественная обработка металла.
19. Федоров А.С. Творцы науки о металле. - М.: Наука, 1969.
20. Кузнецов Е.В. Послушный металл. - М.: Металлургия, 1988.
21. Колчин Б.А. Техника обработки металла в Древней Руси. - М. 1953.
22. Охрименко Я.М., Смирнов О.М. Техника кузнечных производств. - М., 1973.
23. Беккерт М. Железо, факты и легенды. - М., 1984.
24. Рейс Ф. 500 советов студентам. - М.: Аудит. ЮНИТИ, 1996.
25. КуАИ-СГАУ 1942-2002. - Самара: СГАУ, 2002. 354 с.
26. От КуАИ до СГАУ: Сборник очерков: - Самара. Самарский информационный концерн, 2002. 495 с.
27. Основные определения и термины металлургического производства / Заббаров Р., Каргин В.Р., Уварова В.С., Дроздов И.А. Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2001.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра образования  
Российской Федерации

\_\_\_\_\_ В.Д. Шадриков

03 марта 2000 г.

Регистрационный номер 2-тех/дс

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Направление подготовки дипломированного специалиста  
651300 МЕТАЛЛУРГИЯ

Квалификация - инженер

Вводится с момента утверждения

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА "МЕТАЛЛУРГИЯ"**

**1.1. Направление подготовки дипломированного специалиста утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации от 02.03.2000 г. № 686**

**1.2. Перечень образовательных программ (специальностей), реализуемых в рамках данного направления подготовки дипломированного специалиста**

110100 Металлургия черных металлов

110200 Металлургия цветных металлов

110300 Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей

110400 Литейное производство черных и цветных металлов

110500 Металловедение и термическая обработка металлов

110600 Обработка металлов давлением

110700 Металлургия сварочного производства

110800 Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия

**1.3. Квалификация выпускника - инженер**

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера по направлению подготовки дипломированного специалиста "Металлургия" при очной форме обучения - 5 лет.

**1.4. Квалификационная характеристика выпускника**

**1.4.1. Место направления в области науки и техники**

Металлургия - область науки, техники и отрасли производства, охватывающая процессы производства металлов и спла-

вов из руд или других материалов, процессы получения металлических изделий требуемой формы, а также процессы, при которых изменяются химический состав и структура металлов (сплавов) для достижения определенных свойств.

#### 1.4.2. Объекты профессиональной деятельности

- Объектами профессиональной деятельности выпускников являются:

- технологические процессы и устройства для производства и обработки черных и цветных металлов, а также изделий из них;

- процессы и устройства для обеспечения энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при осуществлении металлургических операций;

- исследования свойств и структуры металлов и сплавов;

- исследования процессов и устройств для производства и обработки черных и цветных металлов.

#### 1.4.3. Виды профессиональной деятельности

- производственно-технологическая;

- организационно-управленческая;

- научно-исследовательская;

- проектная.

Конкретные виды деятельности определяются содержанием образовательно-профессиональной программы, разрабатываемой вузом.

Выпускники могут в установленном порядке работать в образовательных учреждениях.

1.4.4. Обобщенные задачи профессиональной деятельности выпускника:

#### **Производственно-технологическая деятельность:**

- разработка и осуществление технологических процессов получения и обработки металлов и сплавов, а также изделий из них;

- разработка мероприятий по защите окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства;

разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий в области металлургии и металлообработки;

- обеспечение выполнения требований систем качества.

**Организационно-управленческая деятельность:**

- организация производства, труда и управления, метрологическое обеспечение, технический контроль, информационное обслуживание;

- стандартизация технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;

- технико-экономический анализ, составление необходимой технической документации;

- организация работ по управлению качеством продукции;

- проведение маркетинга для условий подразделения, предприятия или региона;

- консультации по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции, разработки и реализации прогрессивных технологических процессов.

**Научно-исследовательская деятельность:**

- проведение теоретических и экспериментальных исследований процессов, агрегатов и продукции для их совершенствования;

- выполнение литературного и патентного поиска, подготовка технических отчетов, информационных обзоров, заключений и т.п.

**Проектная деятельность:**

- технико-экономическое обоснование и разработка новых технологических процессов, разработка проектов реконструкции действующих и строительства новых цехов, промышленных агрегатов и оборудования;

- конструирование и расчет технологической оснастки и ее элементов.

При выполнении всех видов деятельности инженер должен знать соответствующие стандарты, директивные и распорядительные документы, методические и нормативные материалы, а также уметь использовать современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи.

## **1.5. Возможности продолжения образования выпускника**

Инженер, освоивший основную образовательную программу высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста "Металлургия", подготовлен для продолжения образования в аспирантуре.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТА**

2.1. Предшествующий уровень образования абитуриента - среднее (полное) общее образование.

2.2. Абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании, или среднем профессиональном образовании, или начальном профессиональном образовании, если в нем есть запись о получении предъявителем среднего (полного) общего образования, или высшем профессиональном образовании.

## **3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА "МЕТАЛЛУРГИЯ"**

3.1. Основная образовательная программа подготовки инженера разрабатывается на основании настоящего государственного образовательного стандарта дипломированного специалиста и включает в себя учебный план, программы учебных дисциплин, программы учебных, производственных практик.

3.2. Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки инженера, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим государственным образовательным стандартом.

3.3. Основная образовательная программа подготовки инженера состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также факультативных дисциплин. Дисциплины вузовского компонента и по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла.

3.4. Основная образовательная программа подготовки инженера должна предусматривать изучение студентом следующих циклов дисциплин:

цикл ГСЭ - Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;

цикл ЕН - Общие математические и естественно-научные дисциплины;

цикл ОПД - Общепрофессиональные дисциплины;

цикл СД - Специальные дисциплины, включая дисциплины специализации;

ФТД - Факультативы.

3.5. Содержание национально-регионального компонента основной образовательной программы подготовки инженера должно обеспечивать подготовку выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной настоящим государственным образовательным стандартом.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА "МЕТАЛЛУРГИЯ"**

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ГСЭ	Федеральный компонент	1260
ГСЭ.Ф.01	Иностранный язык	340

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке; основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции.

Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие диф-

ференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая).

Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об основных способах словообразования. Грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию общего характера без искажения смысла при письменном и устном общении; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля.

Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Говорение. Диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад).

Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации.

Чтение. Виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности.

Письмо. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

ГСЭ.Ф.02	Физическая культура	408
----------	---------------------	-----

Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов. Ее социально-биологические основы. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. Законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорте. Физическая культура личности. Основы здорового образа жизни студента. Особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности. Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания.

Спорт. Индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов. Основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.

ГСЭ.Ф.03	Отечественная история	
----------	-----------------------	--

Сущность, формы, функции исторического знания. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

Отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное. Методология и теория исторической науки. История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

Античное наследие в эпоху Великого переселения народов. Проблема этногенеза восточных славян. Основные этапы становления государственности. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности. Принятие христианства. Распространение ислама. Эволюция восточно-славянской государственности в XI-XII вв. Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния.

Россия и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого российского государства. Возвышение Москвы. Формирование сословной системы организации общества. Реформы Петра I. Век Екатерины. Предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма. Дискуссии о генезисе самодержавия.

Особенности и основные этапы экономического развития России. Эволюция форм собственности на землю. Структура феодального землевладения. Крепостное право в России. Мануфактурно-промышленное производство. Становление индустриального общества в России: общее и особенное.



Общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в. Реформы и реформаторы в России. Русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру.

Роль XX столетия в мировой истории. Глобализация общественных процессов. Проблема экономического роста и модернизации. Революции и реформы. Социальная трансформация общества. Столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма.

Россия в начале XX в. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века. Политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика.

Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса. Революция 1917 г. Гражданская война и интервенция, их результаты и последствия. Российская эмиграция. Социально-экономическое развитие страны в 20-е гг. НЭП. Формирование однопартийного политического режима.

Образование СССР. Культурная жизнь страны в 20-е гг. Внешняя политика. Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. Усиление режима личной власти Сталина. Сопrotивление сталинизму. СССР накануне и в начальный период второй мировой войны. Великая Отечественная война. Социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы. Холодная война.

Попытки осуществления политических и экономических реформ. НТР и ее влияние на ход общественного развития.

СССР в середине 60-80-х гг.: нарастание кризисных явлений. Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал. Распад СССР. Беловежские соглашения. Октябрьские события 1993 г.

Становление новой российской государственности (1993-1999 гг.). Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации. Культура в современной России. Внешне-

политическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

ГЭС.Ф.04	Культурология	
----------	---------------	--

Структура и состав современного культурологического знания. Культурология и философия культуры, социология культуры, культурная антропология. Культурология и история культуры. Теоретическая и прикладная культурология. Методы культурологических исследований.

Основные понятия культурологии: культура, цивилизация, морфология культуры, функции культуры, субъект культуры, культурогенез, динамика культуры. Язык и символы культуры, культурные коды, межкультурные коммуникации, культурные ценности и нормы, культурные традиции, культурная картина мира, социальные институты культуры, культурная самоидентичность, культурная модернизация.

Типология культур. Этническая и национальная, элитарная и массовая культуры. Восточные и западные типы культур. Специфические и "серединные" культуры. Локальные культуры.

Место и роль России в мировой культуре. Тенденции культурной универсализации в мировом современном процессе.

Культура и природа. Культура и общество. Культура и глобальные проблемы современности. Культура и личность. Инкультурация и социализация.

ГСЭ.Ф.05	Политология	
----------	-------------	--

Объект, предмет и метод политической науки. Функции политологии. Политическая жизнь и властные отношения. Роль и место политики в жизни современных обществ. Социальные функции политики.

История политических учений. Российская политическая тра-

диция: истоки, социокультурные основания, историческая динамика. Современные политологические школы.

Гражданское общество, его происхождение и особенности. Особенности становления гражданского общества в России.

Институциональные аспекты политики. Политическая власть. Политическая система. Политические режимы, политические партии, электоральные системы. Политические отношения и процессы. Политические конфликты и способы их разрешения. Политические технологии. Политический менеджмент. Политическая модернизация.

Политические организации и движения. Политические элиты. Политическое лидерство.

Социокультурные аспекты политики. Мировая политика и международные отношения. Особенности мирового политического процесса. Национально-государственные интересы России в новой геополитической ситуации.

Методология познания политической реальности. Парадигмы политического знания. Экспертное политическое знание; политическая аналитика и прогностика.

ГСЭ.Ф.06	Правоведение	
----------	--------------	--

Государство и право. Их роль в жизни общества. Норма права и нормативно-правовые акты. Основные правовые системы современности. Международное право как особая система права.

Источники российского права. Закон и подзаконные акты. Система российского права. Отрасли права. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. Конституция Российской Федерации - основной закон государства.

Особенности федеративного устройства России. Система органов государственной власти в Российской Федерации.

Понятие гражданского правоотношения. Физические и юридические лица. Право собственности. Обязательства в гражданс-

ком праве и ответственность за их нарушение. Наследственное право. Брачно-семейные отношения. Взаимные права и обязанности супругов, родителей и детей. Ответственность по семейному праву.

Трудовой договор (контракт). Трудовая дисциплина и ответственность за ее нарушение. Административные правонарушения и административная ответственность.

Понятие преступления. Уголовная ответственность за совершение преступлений.

Экологическое право. Особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности. Правовые основы защиты государственной тайны. Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты информации и государственной тайны.

ГСЭ.Ф.07	Психология и педагогика	
----------	-------------------------	--

Психология. Предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность.

Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Основные функции психики. Развитие психики в процессе онтогенеза и филогенеза. Мозг и психика. Структура психики. Соотношение сознания и бессознательного. Основные психические процессы. Структура сознания.

Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия.

Педагогика: объект, предмет, задачи, функции, методы педагогики. Основные категории педагогики: образование, воспитание,

обучение, педагогическая деятельность, педагогическое взаимодействие, педагогическая технология, педагогическая задача.

Образование как общечеловеческая ценность. Образование как социокультурный феномен и педагогический процесс. Образовательная система России. Цели, содержание, структура непрерывного образования, единство образования и самообразования.

Педагогический процесс. Образовательная, воспитательная и развивающая функции обучения. Воспитание в педагогическом процессе.

Общие формы организации учебной деятельности. Урок, лекция, семинарские, практические и лабораторные занятия, диспут, конференция, зачет, экзамен, факультативные занятия, консультация. Методы, приемы, средства организации и управления педагогическим процессом.

Семья как субъект педагогического взаимодействия и социокультурная среда воспитания и развития личности. Управление образовательными системами.

ГСЭ.Ф.08	Русский язык и культура речи	
----------	------------------------------	--

Стили современного русского литературного языка. Языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка.

Речевое взаимодействие. Основные единицы общения. Устная и письменная разновидности литературного языка. Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи.

Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей. Научный стиль. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Речевые нормы учебной и научной сфер деятельности.

Официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие. Языковые формулы официальных докумен-

тов. Приемы унификации языка служебных документов. Интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи. Язык и стиль распорядительных документов. Язык и стиль коммерческой корреспонденции. Язык и стиль инструктивно-методических документов. Реклама в деловой речи. Правила оформления документов. Речевой этикет в документе.

Жанровая дифференциация и отбор языковых средств в публицистическом стиле. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Основные виды аргументов. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи. Основные приемы поиска материала и виды вспомогательных материалов. Словесное оформление публичного выступления. Понятливость, информативность и выразительность публичной речи.

Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов. Культура речи. Основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.

ГСЭ.Ф.09	Социология	
----------	------------	--

Предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки. Социологический проект О. Конта. Классические социологические теории. Современные социологические теории. Русская социологическая мысль.

Общество и социальные институты. Мировая система и процессы глобализации. Социальные группы и общности. Виды общностей. Общность и личность. Малые группы и коллективы. Социальная организация. Социальные движения. Социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность. Понятие социального статуса. Социальное взаимодействие и социальные отношения. Общественное мнение как институт гражданского общества.

Культура как фактор социальных изменений. Взаимодействие экономики, социальных отношений и культуры.

Личность как социальный тип. Социальный контроль и девиация. Личность как деятельный субъект. Социальные изменения. Социальные революции и реформы. Концепция социального прогресса. Формирование мировой системы. Место России в мировом сообществе. Методы социологического исследования.

ГСЭ.Ф.10	Философия	
----------	-----------	--

Предмет философии. Место и роль философии в культуре. Становление философии. Основные направления, школы философии и этапы ее исторического развития. Структура философского знания.

Учение о бытии. Монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия. Понятия материального и идеального. Пространство, время. Движение и развитие, диалектика. Детерминизм и индетерминизм. Динамические и статистические закономерности. Научные, философские и религиозные картины мира.

Человек, общество, культура. Человек и природа. Общество и его структура. Гражданское общество и государство. Человек в системе социальных связей. Человек и исторический процесс; личность и массы, свобода и необходимость. Формационная и цивилизационная концепции общественного развития.

Смысл человеческого бытия. Насилие и ненасилие. Свобода и ответственность. Мораль, справедливость, право. Нравственные ценности. Представления о совершенном человеке в различных культурах. Эстетические ценности и их роль в человеческой жизни. Религиозные ценности и свобода совести.

Сознание и познание. Сознание, самосознание и личность. Познание, творчество, практика. Вера и знание. Понимание и объяснение. Рациональное и иррациональное в познавательной деятельности. Проблема истины. Действительность, мышление, логика и

язык. Научное и вненаучное знание. Критерии научности. Структура научного познания, его методы и формы. Рост научного знания. Научные революции и смены типов рациональности. Наука и техника.

Будущее человечества. Глобальные проблемы современности. Взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.

ГСЭ.Ф.11	Экономика	
----------	-----------	--

Введение в экономическую теорию. Блага. Потребности, ресурсы. Экономический выбор. Экономические отношения. Экономические системы. Основные этапы развития экономической теории. Методы экономической теории.

Микроэкономика. Рынок. Спрос и предложение. Потребительские предпочтения и предельная полезность. Факторы спроса. Индивидуальный и рыночный спрос. Эффект дохода и эффект замещения. Эластичность. Предложение и его факторы. Закон убывающей предельной производительности. Эффект масштаба. Виды издержек. Фирма. Выручка и прибыль. Принцип максимизации прибыли. Предложение совершенно конкурентной фирмы и отрасли. Эффективность конкурентных рынков. Рыночная власть. Монополия. Монополистическая конкуренция. Олигополия. Антимонопольное регулирование. Спрос на факторы производства. Рынок труда. Спрос и предложение труда. Заработная плата и занятость. Рынок капитала. Процентная ставка и инвестиции. Рынок земли. Рента. Общее равновесие и благосостояние. Распределение доходов. Неравенство. Внешние эффекты и общественные блага. Роль государства.

Макроэкономика. Национальная экономика как целое. Кругооборот доходов продуктов. ВВП и способы его измерения. Национальный доход. Располагаемый личный доход. Индексы цен. Безработица и ее формы. Инфляция и ее виды. Экономические циклы. Макроэкономическое равновесие. Совокупный спрос и совокупное предложение. Стабилизационная политика. Равновесие на



товарном рынке. Потребление и сбережения. Инвестиции. Государственные расходы и налоги. Эффект мультипликатора. Бюджетно-налоговая политика. Деньги и их функции. Равновесие на денежном рынке. Денежный мультипликатор. Банковская система. Денежно-кредитная политика. Экономический рост и развитие. Международные экономические отношения. Внешняя торговля и торговая политика. Платежный баланс. Валютный курс.

Особенности переходной экономики России. Приватизация. Формы собственности. Предпринимательство. Теневая экономика. Рынок труда. Распределение и доходы. Преобразования в социальной сфере. Структурные сдвиги в экономике. Формирование открытой экономики.

Экономика предприятия. Виды предприятий. Виды ценных бумаг. Основы бухгалтерского учета. Оценка результатов хозяйственной деятельности. Понятие банкротства. Основы маркетинга. Виды рекламы. Налоги. Налоговая система.

ГСЭ.Р.00	Национально-региональный (вузовский) компонент	270
ГСЭ.В.00	Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом	270
ЕН	Общие математические и естественно-научные дисциплины	2300
ЕН.Ф.00	Федеральный компонент	2000
ЕН.Ф.01	Математика	600

Аналитическая геометрия и линейная алгебра; последовательности и ряды.

Дифференциальное и интегральное исчисления; векторный анализ и элементы теории поля; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; основы вычислительного эксперимента.

Функции комплексного переменного; элементы функционального анализа.

Вероятность и статистика: теория вероятностей, случайные процессы, статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных.

Вариационное исчисление и оптимальное управление.

Уравнения математической физики.

ЕН.Ф.02	Информатика	200
---------	-------------	-----

Понятие информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов.

Модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; языки программирования высокого уровня.

Базы данных; программное обеспечение и технологии программирования; локальные и глобальные сети ЭВМ; основы защиты информации и сведений, составляющих государственную тайну; методы защиты информации.

Компьютерный практикум.

ЕН.Ф.03	Физика	600
---------	--------	-----

Физические основы механики: понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, принцип относительности в механике, кинематика и динамика твердого тела, жидкости и газы.

Колебания и волны: гармонический и ангармонический осциллятор, кинематика волновых процессов, интерференция и дифракция, элементы Фурье-оптики.

Молекулярная физика и термодинамика: корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности, квантовые состояния, квантовые уравнения движения, энергетический спектр атомов и молекул; три начала термодинамики, термодинамические функции и состояния, элементы неравновесной термодинамики, кон-

денсированное состояние вещества. Элементы физики кристаллов и основы кристаллографии.

Теплофизика (тепло- и массоперенос): явления, законы и уравнения переноса вещества, тепла и импульса; тройная аналогия; применение теории подобия при изучении процессов переноса; постановка и решение задач переноса.

Электричество и магнетизм: электростатика и магнетостатика в вакууме и веществе, уравнения Максвелла, принципы относительности в электродинамике. Атомная и ядерная физика: модель атома, основы физики ядра и элементарных частиц.

Физический практикум.

ЕНФ.04	Химия	400
--------	-------	-----

#### 4.1 Неорганическая химия

Химические системы: элементы и соединения, растворы, дисперсные системы, электрохимические системы, катализаторы и каталитические системы; законы термодинамики; реакционная способность веществ.

Химия и периодическая система элементов, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства веществ, химическая связь; химическая идентификация: качественный и количественный анализ, аналитический сигнал, химический, физико-химический и физический анализ; химический практикум.

#### 4.2 Физическая химия

Физико-химическая термодинамика: законы термодинамики, химическое и фазовое равновесие; термодинамика растворов, поверхностные явления; электрохимия; статистическая термодинамика; кинетика гомогенных и гетерогенных реакций; принципы термодинамики необратимых процессов.

ЕНФ.05	Экология	200
--------	----------	-----

## 5.1 Общие проблемы экологии

Биосфера и человек: структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; основы экономики природопользования; основы экологического права, профессиональная ответственность; международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

## 5.2 Экологические проблемы металлургического производства

Инженерные методы защиты окружающей среды от техногенных воздействий металлургического производства; принципы и элементы безотходных и ресурсосберегающих технологий в металлургии.

ЕНР00	Национально-региональный (вузовский) компонент	150
ЕНВ.00	Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом	150
ОПД	Общепрофессиональные дисциплины	2080
ОПД.Ф.00	Федеральный компонент	1660
ОПД.Ф.01	Начертательная геометрия. Инженерная графика	150

### 1.1 Начертательная геометрия 50

Предмет начертательной геометрии. Задание точки, прямой, плоскости и многогранников на комплексном чертеже Монжа. Позиционные задачи. Метрические задачи. Способы преобразования чертежа. Многогранники. Кривые линии. Поверхности. Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Винтовые поверхности. Цилиндрические поверхности. Обобщенные позиционные задачи. Метрические задачи. Построение разверток поверхностей. Касательные линии и плоскости к поверхности. Аксонометрические проекции.

## 1.2 Инженерная графика 100

Конструкторская документация. Оформление чертежей. Элементы геометрии деталей. Изображения, надписи, обозначения. Аксонометрические проекции деталей. Изображения и обозначения элементов деталей. Изображение и обозначение резьбы. Рабочие чертежи деталей. Выполнение эскизов деталей машин. Изображения сборочных единиц. Сборочный чертеж изделий.

ОПД.Ф.02	Механика	200
----------	----------	-----

## 2.1 Соппротивление материалов 100

Основные понятия и механические характеристики конструкционных материалов; метод сечений; центральное растяжение-сжатие; сдвиг; прямой поперечный изгиб; кручение; анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела; удар; усталость; расчет несущей способности типовых элементов.

## 2.2 Детали машин и основы конструирования 100

Классификация машин и механизмов, их структурный, кинематический и силовой анализ; критерии работоспособности деталей машин, принципы их инженерных расчетов; допуски и посадки, размерные цепи; механические передачи, валы и втулки, муфты и другие детали машин и механизмов.

ОПД.Ф.03	Теплотехника	120
----------	--------------	-----

Тепловые процессы при производстве и обработке металлов и применение закономерностей технической термодинамики, механики жидкостей и газов, тепло- и массообмена для их анализа и расчета; топливо и его сжигание; огнеупорные и теплоизоляционные материалы; способы и устройства для использования вторичных энергоресурсов; экологические аспекты сжигания топлива и утилизации вторичных энергоресурсов; конструкции печей, используемых в основных пределах черной и цветной металлургии.

ОПД.Ф.04	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	250
----------	---	-----

### Материаловедение

Классификация материалов; их основные свойства, принципы выбора и использования; роль материала в эксплуатации изделий.

Кристаллизация расплавов; диаграммы состояния, типы структур материалов; фазовые превращения в сплавах.

Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства как показатели качества.

Сплавы системы железо-углерод; сплавы цветных металлов; порошковые, композиционные, аморфные материалы.

Неметаллические материалы.

ОПД.Ф.05	Электротехника и электроника	180
----------	------------------------------	-----

### Общая электротехника и электроника

Электрические и магнитные цепи. Основные определения, топологические параметры и методы расчета электрических цепей. Анализ и расчет линейных цепей переменного тока, цепей с нелинейными элементами, магнитных цепей. Электромагнитные устройства и электрические машины. Электромагнитные устройства. Трансформаторы. Машины постоянного тока. Асинхронные машины. Синхронные машины. Основы электроники и электрические измерения. Элементная база современных электронных устройств. Источники вторичного электропитания. Усилители электрических сигналов. Импульсные и автогенераторные устройства. Основы цифровой электроники. Микропроцессорные средства. Электрические измерения и приборы.

ОПД.Ф.06	Метрология, стандартизация и сертификация	100
----------	---	-----

Теоретические основы метрологии. Классификация и погрешности измерений. Метрологическое обеспечение измерений. Мет-

рологическая экспертиза. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. Метрологический надзор на предприятии. Государственная система обеспечения единства измерений.

Стандартизация. Правовые основы стандартизации. Виды стандартов. Технические условия. Основные принципы и методы стандартизации. Информационное обеспечение работ по стандартизации. Разработка, применение, обновление и отмена стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

Сертификация продукции. Правовое обеспечение сертификации. Объекты сертификации. Правила, порядок, организация и нормативное обеспечение проведения работ по сертификации. Схемы и системы сертификации. Сертификация систем качества и производств; правила, порядок и нормативное обеспечение проведения работ. Аудит качества.

ОПД.Ф.07	Безопасность жизнедеятельности	100
----------	--------------------------------	-----

Человек и среда обитания. Характерные состояния системы "человек - среда обитания". Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Критерии комфортности. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей. Средства снижения травмо-опасности и вредного воздействия технических систем. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Управление безопасностью жизнедеятельности. Правовые и нормативно-технические основы управления. Системы контроля требований безопасности и экологичности. Профессиональный отбор операторов технических систем. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

ОПД.Ф.08	Методы контроля и анализа веществ	80
----------	-----------------------------------	----

Инструментальные методы контроля и анализа; спектроскопические, структурные, рентгеноструктурные, электронно-скопические и теплофизические методы анализа.

Химические методы определения элементов и аналитический контроль.

ОПД.09	Основы производства и обработки металлов	150
--------	--	-----

Физико-химические основы получения черных и цветных металлов и сплавов; металлургия железа; сталеплавильные процессы; производство цветных металлов и сплавов; получение слитков и литых заготовок черных и цветных металлов; теория и технология литейного производства; основы теории и технологические процессы обработки металлов давлением; принципы и виды термической обработки различных типов сплавов.

ОПД.Ф.10	Моделирование процессов и объектов в металлургии	100
----------	--	-----

Понятие математической модели и общие принципы и этапы ее построения; вычислительный эксперимент и адекватность моделей; применение численных методов для анализа и расчета процессов, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов; методы решения сопряженных задач; постановка и пути решения оптимизационных задач.

ОПД.Ф.11	Информационные технологии в металлургии	100
----------	---	-----

Металлургические процессы и производство как объект автоматизации и управления; методы автоматизированного сбора, передачи, обработки и накопления информации о параметрах технологических процессов; технические средства, включая промыш-



ленные контроллеры и управляющие ЭВМ. Структура, предметное и логическое проектирование баз данных, пакетов стандартных прикладных программ, информационных и вычислительных сетей для совершенствования металлургических технологий и управления объектами.

Автоматизированные технологические комплексы в металлургии.

ОПД.Ф.12	Управление производством	130
----------	--------------------------	-----

Методы экономического прогнозирования и планирования; принципы организации производственных процессов, построение графиков и методы их оптимизации; производственная мощность предприятия, условия осуществления безубыточности производственной программы; рациональные схемы управления материально-техническими ресурсами и качеством продукции; методы оперативного управления, планы-графики работы участков и цехов; методы управления персоналом, материальное стимулирование, заработная плата при различных формах хозяйствования; методы нормирования труда и оптимизации норм труда, материальных ресурсов, производительности агрегатов; методы оценки эффективности производственных процессов.

ОПД.Р.00	Национально-региональный (вузовский) компонент	210
ОПД.В.00	Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом	210
СД.00	СПЕЦИАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	1632
СП.06	"Обработка металлов давлением"	1632
СД.01	Механика сплошных сред	100

Гипотезы механики сплошных сред; теория деформаций; теория напряжений; динамика сплошной среды; уравнения термомеханического состояния сплошной среды; замкнутые системы уравнений сплошной среды; полные методы решения задач механики сплошных сред.

СД.02	Теория обработки металлов давлением (ОМД)	320
-------	---	-----

Теория напряжений и деформаций в обработке металлов давлением; неравномерность деформации; физические основы пластической деформации; холодная и горячая деформация; текстура и анизотропия свойств металлов и сплавов в результате пластической деформации; формирование физических и механических свойств металлов и сплавов в процессах ОМД.

Понятия скорости в теории обработки металлов давлением; сопротивление металлов и сплавов деформации; основные законы теории обработки металлов давлением; трение в процессах обработки металлов давлением; пластичность и деформируемость; усилие и работа деформации; методы расчета формоизменения и энергосиловых параметров при обработке давлением.

Теории процессов ОМД: продольная прокатка на гладкой бочке, прокатка в калибрах, волочение, прокатка труб, прессование, свободная ковка, объемная и листовая штамповки.

Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД; принципы разработки технологических режимов процессов деформации; методы исследования процессов ОМД; влияние параметров пластической деформации на качество металлопродукции.

СД.03	Основы технологических процессов ОМД	120
-------	--------------------------------------	-----

Сортамент продукции и классификация способов обработки металлов давлением; экономические проблемы технологических процессов ОМД, ресурсосбережение; прокатное производство; прессование и волочение; производство труб и специальных про-

филей; ковка, штамповка, метизное производство; производство гнутых профилей; специализированные процессы ОМД; совмещенные процессы.

Основы формирования качества металлопродукции. Экологическая безопасность в технологических процессах ОМД.

СД.04	Оборудование цехов ОМД	170
-------	------------------------	-----

Классификация машин и агрегатов цехов ОМД, их устройство, конструкция, принципы действия и основные характеристики; совмещенные агрегаты и технологические линии; методы расчета конструктивных элементов оборудования цехов ОМД на прочность и жесткость. Снижение металло- и энергоемкости при создании машин и агрегатов.

СД.05	Основы автоматизации технологических процессов ОМД	100
-------	--	-----

Основы теории автоматического управления; элементы систем автоматического управления и микропроцессорной техники, их применение в технологических процессах ОМД; математическое описание, оценка качества и устойчивости работы систем автоматизации процессов ОМД; функции, режимы работы и структура АСУ ТП.

Приборы технологического контроля процессов и качества продукции; системы автоматизации процессов обработки металлов давлением; критерии экономической и социальной эффективности использования средств автоматизации процессов ОМД.

СД.06	Термическая обработка металлов и сплавов	120
-------	--	-----

Классификация видов термической обработки; закономерности фазовых и структурных превращений при термической обработке, ее влияние на свойства металлов и сплавов.

Основы технологии термической обработки промышленных металлов и сплавов; управление их структурой и свойствами. Совмещение пластической и термической обработки; химико-термическая обработка; формирование структуры и свойств промышленных металлов и сплавов в технологических потоках; проблемы обеспечения заданного уровня качества металлопродукции. Оборудование для термической обработки в цехах ОМД; экологические аспекты оборудования и процессов термической обработки.

СД.07	Основы проектирования цехов ОМД	70
-------	---------------------------------	----

Технико-экономическое обоснование строительства (реконструкции) цехов ОМД; проектные решения технического характера; проектные решения организационного, социального, экономического и экологического характера; объемно-планировочные решения цехов ОМД.

ДС.00	Дисциплины специализаций	632
-------	--------------------------	-----

**Фрагменты из Устава федерального государственного  
образовательного учреждения высшего  
профессионального образования  
"Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П. Королева"**

3.2. Образовательные программы разных уровней осваиваются в университете в различных формах, отличающихся объемом обязательных занятий педагогического работника с обучающимися (очной, очно-заочной (вечерней), заочной форме).

Допускается сочетание различных форм получения образования, в том числе соединение обучения по очной форме с работой на предприятии, в учреждении, организации.

Для всех форм получения образования, в том числе в случае их сочетания в пределах конкретной образовательной программы, действует единый государственный образовательный стандарт.

Учебный год для студентов очной и очно-заочной (вечерней) форм обучения начинается 1 сентября и заканчивается согласно рабочему учебному плану.

В учебном году устанавливаются каникулы общей продолжительностью не менее 7 недель, в том числе не менее 2 недель в зимний период.

Учебный год делится на два семестра, каждый из которых заканчивается экзаменационной сессией в соответствии с графиком учебного процесса.

3.3. Программы подготовки бакалавров, дипломированных специалистов и магистров, реализуемые в университете по направлениям подготовки (специальностям) высшего профессионального образования, являются основными образовательными программами высшего профессионального образования.

Продолжительность обучения по основным образовательным

программам высшего профессионального образования по очной форме обучения составляет:

для получения квалификации (степени) "бакалавр" - не менее чем четыре года;

для получения квалификации "дипломированный специалист" - не менее чем пять лет, за исключением случаев, предусмотренных государственными образовательными стандартами;

для получения квалификации (степени) "магистр" - не менее чем шесть лет. Продолжительность обучения по очно-заочной (вечерней) и заочной формам, а также в случае сочетания различных форм обучения при реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования увеличивается на срок до 1 года по сравнению со сроком обучения по очной форме, на основании решения ученого совета университета.

3.4. Учебная нагрузка обучающегося включает все виды его аудиторной и внеаудиторной учебной работы, необходимой для освоения профессиональной образовательной программы в соответствии с утвержденным рабочим учебным планом. Объем учебной нагрузки обучающихся устанавливается не выше 54 часов в неделю. Объем аудиторных учебных занятий студентов всех специальностей (направлений подготовки) по всем формам обучения устанавливается соответствующими рабочими учебными планами согласно требованиям государственных образовательных стандартов специальностей (направлений подготовки).

3.5. Учебные занятия в университете проводятся в виде лекций, консультаций, семинаров, практических занятий, лабораторных работ, контрольных работ, коллоквиумов, самостоятельных работ, научно-исследовательской работы, практики, курсового проектирования (курсовой работы), а также путем выполнения квалификационной работы (дипломных проекта или работы, магистерской диссертации).

Для всех видов аудиторных учебных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

3.7. Основные образовательные программы высшего профес-

сионального образования реализуются в университете по соответствующим уровням и ступеням образования или непрерывно с учетом их взаимосвязи.

Возможность непрерывного освоения лицами, получившими в университете квалификацию (степень) "бакалавр", основной образовательной программы для получения квалификации "дипломированный специалист" в установленные государственным образовательным стандартом сроки освоения программы обеспечивается сопряженностью государственных образовательных стандартов направлений и специальностей, а также разрабатываемых в университете рабочих учебных планов.

Возможен переход студентов с одной основной образовательной программы на другую.

3.8. Общие требования к организации образовательного процесса в университете по образовательным программам различных уровней устанавливаются законодательством Российской Федерации в области образования.

Организация учебного процесса в университете по основным образовательным программам высшего профессионального образования регламентируется рабочими учебными планами по направлениям подготовки (специальностям) и расписанием учебных занятий для каждой формы обучения.

3.9. Студенты университета могут осваивать, помимо учебных дисциплин по избранным специальностям (направлениям подготовки), любые другие учебные дисциплины, преподаваемые в университете, в порядке, предусмотренном уставом университета, а также в других высших учебных заведениях (по согласованию между ректором университета и руководителем другого высшего учебного заведения).

Переводы студентов внутри университета: с одного факультета на другой, с одной формы обучения на другую, предоставление академических отпусков - производятся приказом ректора на основании мотивированных заявлений студентов и представлений деканов.

Студенты университета получают образование по военной специальности в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

3.10. Университет в соответствии с законодательством Российской Федерации и своим уставом вправе осуществлять сверх установленных заданий (контрольных цифр) по приему обучающихся подготовку специалистов соответствующего уровня образования с оплатой стоимости обучения, оказывать платные дополнительные образовательные услуги, не предусмотренные соответствующими образовательными программами и государственными образовательными стандартами.

3.11. Университет оценивает качество освоения образовательных программ путем осуществления текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой аттестации выпускников.

При проведении промежуточной аттестации уровень знаний обучающихся определяется следующими оценками: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "незачтено".

Оценки выставляются на экзаменах или путем аттестации обучающихся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Порядок и условия проведения промежуточной аттестации студентов определяются Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов, принимаемым решением ученого совета университета.

Студенты, обучающиеся в университете по программам высшего профессионального образования, при промежуточной аттестации сдают в течение учебного года не более 10 экзаменов и 12 зачетов. В указанное число не входят экзамены и зачеты по физической культуре и факультативным дисциплинам.

3.12. Зачисление лиц в слушатели университета для получения второго высшего профессионального образования осуществляется на основании приказа ректора в соответствии с Правилами



приема в университет. Для лиц, принятых в слушатели университета для одновременного параллельного освоения двух основных образовательных программ высшего профессионального образования, в приказе о зачислении в слушатели могут устанавливаться условия посещения учебных занятий, проведения практик и аттестаций.

3.13. Лицо, обучающееся в университете и не аттестованное по дисциплинам учебного плана текущего года без уважительной причины, на следующий курс (этап обучения) не переводится и может быть отчислено из университета. Порядок отчисления определяется уставом университета.

3.14. Итоговая аттестация выпускника университета является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

Итоговая аттестация выпускника университета осуществляется государственной аттестационной комиссией в соответствии с Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утверждаемым Министерством.

3.15. Университет обязан информировать студентов (при их обращении) о положении в сфере занятости населения Российской Федерации, содействовать студентам в заключении договоров с предприятиями, учреждениями и организациями на их обучение и трудоустройство.

Указанное информирование студентов осуществляется через деканаты факультетов, выпускающие кафедры по специальностям (направлениям подготовки), центр целевой контрактной подготовки.

3.16. На каждого обучающегося в университете формируется личное дело на основе личного дела поступающего в соответствии с порядком, утверждаемым ректором.

Университет выдает лицам, прошедшим итоговую аттестацию по основным образовательным программам, документы государственного образца об уровне образования и (или) квалификации.

Основанием для выдачи диплома является решение государственной аттестационной комиссии. Диплом с отличием выдается выпускнику, имеющему в числе оценок, вносимых в приложение к диплому, не менее 75% - "отлично", остальные оценки - "хорошо" и прошедшему итоговую государственную аттестацию только с оценками "отлично".

Лицам, прошедшим итоговую аттестацию по программам дополнительного образования, выдаются дипломы, сертификаты, свидетельства и удостоверения, формы которых устанавливаются Министерством.

Обучающимся по основным образовательным программам, успешно прошедшим промежуточные аттестации не менее чем за два года обучения по очной форме обучения, за три года по очно-заочной (вечерней) и выбывшим из университета до его окончания в период после 22 июля 1996 г., может быть выдан диплом о неполном высшем образовании.

Всем обучающимся, выбывшим из университета до его окончания, выдается академическая справка установленного образца.

Выпускнику университета и обучающемуся, выбывшему из университета до его окончания, из личного дела выдается документ об образовании, на основании которого он был зачислен в университет. Заверенная копия документа остается в личном деле. Все прочие документы (выписки из приказов о зачислении, об окончании или выбытии, зачетная книжка, студенческий билет и др.) остаются для хранения в личном деле.

6.1. Студентом является лицо, в установленном порядке зачисленное приказом ректора в университет для обучения по образовательной программе высшего профессионального образования.

Студент получает высшее профессиональное образование по избранному направлению подготовки (специальности) в пределах соответствующего государственного образовательного стандарта путем освоения соответствующей образовательной програм-

мы высшего профессионального образования. Студентам университета выдаются бесплатно студенческий билет и зачетная книжка установленного образца.

6.2. Студенты университета имеют право:

на уважение их человеческого достоинства, свободу совести, информации, свободное выражение собственных взглядов и убеждений:

получать знания, соответствующие современному уровню образования, развития науки, техники и культуры;

выбирать факультативные (необязательные для данного направления подготовки (специальности) и элективные (избираемые в обязательном порядке) курсы, предлагаемые соответствующими факультетом и кафедрой;

участвовать в формировании содержания своего образования при условии соблюдения требований государственных образовательных стандартов;

участвовать в обсуждении и решении важнейших вопросов деятельности университета, в том числе через общественные организации и органы управления университета;

бесплатно пользоваться библиотекой, информационным фондом учебных, научных, лечебных и других подразделений университета в порядке, предусмотренном положениями о соответствующих структурных подразделениях;

принимать участие во всех видах научно-исследовательских работ, конференциях, олимпиадах и конкурсах, симпозиумах; представлять к публикации свои работы, в том числе в изданиях университета;

обжаловать приказы и распоряжения администрации университета в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;

осваивать, помимо учебных дисциплин по избранным направлениям подготовки (специальности), любые другие учебные дисциплины, преподаваемые в университете, по согласованию с деканами соответствующих факультетов или руководителями иных

учебных структурных подразделений, в том числе с заключением соответствующего контракта, а также преподаваемые в других вузах (по согласованию между ректором университета и их руководителями);

бесплатно пользоваться услугами муниципальных и государственных библиотек. Студент имеет право сочетать учебу с работой и пользоваться при этом льготами, установленными законодательством Российской Федерации о труде и образовании.

Студент имеет право получить образование по военной специальности в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

6.3. Студенты университета, обучающиеся по очной форме обучения и получающие образование за счет средств Федерального бюджета, обеспечиваются стипендиями и другими социальными льготами в соответствии с законодательством Российской Федерации. Порядок назначения стипендий определяет ученый совет университета. Студенты университета вправе получать стипендии, назначенные направившими их на обучение юридическими или физическими лицами в соответствии с договором, а также специальные стипендии на основании соответствующего Положения.

За успехи в учебе и (или) активное участие в научно-исследовательской работе, спорте, общественной работе студенты университета получают моральное и (или) материальное поощрение в соответствии с Положением, утверждаемым ученым советом университета.

Университет в пределах имеющихся бюджетных и внебюджетных средств самостоятельно разрабатывает и реализует меры социальной поддержки студентов, в том числе устанавливает в зависимости от их материального положения и академических успехов стипендии, пособия и другие социальные выплаты.

6.4. По медицинским показаниям и в исключительных случаях студентам университета предоставляется академический отпуск в порядке, установленном Министерством.

6.5. Студентам университета, обучающимся по очной форме обучения, предоставляется отсрочка от призыва на военную службу в соответствии с Федеральным законом.

6.6. Иногородние студенты очной формы обучения, нуждающиеся в жилой площади, обеспечиваются местом в общежитии в соответствии с санитарными нормами. Размер платы за проживание в общежитии устанавливается в соответствии с действующим законодательством. За дополнительные услуги при взаимном согласии сторон плата за проживание может увеличиваться.

6.7. Студенты университета обязаны овладевать знаниями, выполнять в установленные сроки все виды заданий, предусмотренные учебным планом и образовательными программами, соблюдать устав университета, правила внутреннего распорядка университета и правила проживания в общежитии.

6.8. За невыполнение учебного плана по специальности (направлению подготовки) в установленные сроки по неуважительным причинам, нарушение студентом обязанностей, предусмотренных уставом университета и правилами его внутреннего распорядка, к студенту могут применяться меры дисциплинарного воздействия вплоть до отчисления.

6.9. Обучающийся может быть отчислен из университета:

по собственному желанию, в том числе в связи с переводом в другое высшее учебное заведение или по состоянию здоровья;

за академическую неуспеваемость;

за нарушение требований устава университета, учебной дисциплины, правил внутреннего распорядка и правил проживания в общежитии;

за совершение преступления, повлекшее наказание в виде лишения свободы, исключающее возможность продолжения обучения;

за нарушение договора (контракта) для обучающихся на платной основе.

Отчисление студентов за нарушение правил внутреннего рас-

порядка производится по согласованию со студенческой профсоюзной организацией университета.

За академическую неуспеваемость отчисляются студенты:

не сдавшие в сессию экзамены по трем и более дисциплинам; имеющие по результатам сессии академическую задолженность по трем и более дисциплинам;

не явившиеся на экзамен по неуважительным причинам три раза в течение одной сессии;

не ликвидировавшие в установленные сроки академическую задолженность;

получившие неудовлетворительную оценку при передаче экзамена по дисциплине аттестационной комиссии;

не выполнившие программу производственной практики или получившие неудовлетворительную оценку по ней, если они имеют две академические задолженности;

не выполнившие программу преддипломной практики или получившие неудовлетворительную оценку по ней;

подучившие повторно неудовлетворительную оценку на государственном экзамене в ходе итоговой аттестации выпускника.

Отчисление студента из университета производится приказом ректора по представлению декана.

Дисциплинарные взыскания, в том числе отчисление, могут быть наложены на студента приказом ректора по представлению декана факультета после получения от него объяснения в письменной форме.

Дисциплинарные взыскания применяются не позднее, чем через один месяц со дня обнаружения проступка, и не позднее, чем через 6 месяцев со дня его совершения, не считая времени болезни студента и (или) нахождения его на каникулах.

Не допускается отчисление студентов во время их болезни, каникул, академического отпуска или отпуска по беременности и родам.

6.10. Студентам университета гарантируется свобода перехода в другое высшее учебное заведение в порядке, установленном

Министерством, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации. При этом за студентом сохраняются все права как за обучающимися впервые на данной ступени высшего профессионального образования.

6.11. Прием лиц, отчисленных из другого высшего учебного заведения, для продолжения обучения в университете осуществляется в соответствии с уставом и правилами приема в университет, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

6.12. Переход студента с одной образовательной программы и формы обучения на другую и перевод из университета в другое высшее учебное заведение могут быть ограничены, если это оговорено в его договоре с университетом.

6.13. Студент имеет право на восстановление в университете в течение 5 лет после отчисления из него по собственному желанию или по уважительной причине с сохранением основы обучения (бесплатной или платной), в соответствии с которой он обучался до отчисления, при наличии в университете вакантных мест.

Студент, отчисленный по неуважительной причине (за академическую неуспеваемость, нарушение требований устава, правил внутреннего распорядка или правил проживания в общежитии), может быть восстановлен в университете в течение 5 лет с момента отчисления при наличии вакансий решением приемной комиссии не ранее чем через год с сохранением основы обучения (бесплатной или платной).

На первый курс восстановление не производится.

6.14. Перевод студентов с платной формы обучения на государственную производится по решению ректора при наличии бюджетных вакантных мест и условии обучения на "хорошо" и "отлично" в течение двух последних семестров.

Утверждаю  
Ректор университета

\_\_\_\_\_  
" " \_\_\_\_\_ г.

**ПОЛОЖЕНИЕ**  
**о курсовых экзаменах и зачетах**  
**в Самарском государственном**  
**аэрокосмическом университете**

Настоящее Положение разработано на основании закона Российской Федерации "О высшем и послевузовском профессиональном образовании" от 22.08.96 № 125-ФЗ и Устава Самарского государственного аэрокосмического университета.

Положение определяет порядок организации, проведения и подведения итогов курсовых экзаменов и зачетов в университете.

1. Курсовые экзамены по всей дисциплине или ее части преследуют цель оценить работу студента за курс (семестр), полученные теоретические знания, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.

2. Зачеты служат формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ), усвоения учебного материала, практических и семинарских занятий, а также формой проверки прохождения учебной и производственной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.

Зачеты могут устанавливаться как по предметам в целом, так и по отдельным их частям.



3. Студенты обязаны сдать все экзамены и зачеты в строгом соответствии с учебными планами и утвержденными программами.

4. Студенты могут сдавать экзамены и зачеты по факультативным дисциплинам, практикумам и семинарам, и по их желанию результаты сдачи вносятся в ведомость, зачетную книжку и в выписку из зачетной ведомости (приложение к диплому).

5. Курсовые экзамены сдаются в периоды экзаменационных сессий, предусмотренных учебными планами.

Деканам факультетов предоставляется право разрешать хорошо успевающим студентам досрочную сдачу экзаменов в пределах учебного года при условии выполнения ими установленных практических работ и сдачи по данным курсам зачетов без освобождения студентов от текущих занятий по другим дисциплинам.

Студенты, которым разрешен, в порядке исключения, в пределах общего срока обучения индивидуальный график занятий, могут сдавать зачеты и экзамены в межсессионный период в сроки, устанавливаемые деканами факультетов.

6. Студенты допускаются к экзаменационной сессии при условии сдачи всех зачетов, предусмотренных учебным планом.

При наличии уважительных причин декану факультета предоставляется право допускать до экзаменационных сессий студентов, не сдавших зачеты по дисциплинам, по которым не установлены экзамены.

7. Студентам, которые не смогли сдать зачеты и экзамены в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (семейные обстоятельства, длительные служебные командировки, стихийные бедствия), документально подтвержденным соответствующим учреждением, декан факультета устанавливает индивидуальные графики сдачи экзаменов и зачетов.

Установление индивидуального графика сдачи сессии по болезни производится для студентов, допущенных к сессии по справкам сдачи экзаменов и зачетов.

Установление индивидуального графика сдачи сессии по бо-

лезни производится для студентов, допущенных к сессии, по справкам медицинских учреждений, зарегистрированным в здравпункте СГАУ и представленным в деканат в течение десяти дней после выздоровления студента.

Продлевать срок сдачи экзаменов и зачетов можно только на то количество дней, которые студент болел или затратил на особые обстоятельства (участие в соревнованиях, сборах, смотрах и т.д.) в период зачетной и экзаменационной сессий (но не менее, чем на 5 дней).

Индивидуальный график сдачи сессии оформляется распоряжением по факультету на основании заявления студента с приложением документа, дающего на это право.

8. Успешно обучающимся студентам заочных и очно-заочных (вечерних) факультетов, отделений до начала лабораторно-экзаменационной сессии высылаются (выдаются) деканатами справки-вызовы.

Выдача справок-вызовов и явка на экзамены студентов заочной и очно-заочной форм обучения подлежат строгому учету.

9. Успешно обучающимися и имеющими право на дополнительный оплачиваемый отпуск считаются студенты очно-заочных (вечерних), заочных факультетов:

а) сдавшие все зачеты, предусмотренные учебным планом, выполнившие и сдавшие установленные расчетно-графические, контрольные и другие работы по дисциплинам учебного плана данного семестра;

б) которым по уважительным причинам перенесен срок лабораторно-экзаменационной (экзаменационной) сессии.

10. Расписание экзаменов для всех форм обучения утверждается ректором университета и доводится до сведения преподавателей и студентов не позднее, чем за месяц до начала экзаменов.

Расписание составляется с таким расчетом, чтобы на подготовку к экзамену по каждой дисциплине было отведено, как правило, не менее трех дней.

11. При явке на экзамены и зачеты студенты обязаны иметь

при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

12. Для приема экзамена или зачета преподаватель получает в день экзамена в деканате экзаменационную ведомость установленного образца, подписанную деканом факультета. В случае недопуска студента к экзамену в соответствующей строке ведомости карандашом ставится отметка "не допущен", удостоверенная отдельной подписью (также карандашом) декана факультета.

13. Экзаменатор по окончании экзамена в тот же день сдает ведомость с результатами экзамена в деканат. Ведомости для сдачи зачетов сдаются в деканаты в первый день сессии.

14. Экзамены проводятся по билетам в устной или письменной форме. Форма проведения экзамена устанавливается решением кафедры. При проведении экзаменов и зачетов могут быть использованы технические средства. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи и примеры по программе данного курса.

15. Вопросы экзаменационных билетов печатаются на бланках билетов установленного образца (в отдельных случаях допускается рукописное заполнение билетов). Содержание билетов ежегодно рассматривается и утверждается на заседании кафедры, а билеты подписываются заведующим кафедрой.

16. Экзамены принимаются лицами, которым разрешено в соответствии с действующими положениями чтений лекций, как правило, лекторами данного потока. Зачеты принимаются преподавателями, руководившими практическими занятиями группы или читающими лекции по данному курсу.

17. Зачеты принимаются после выполнения студентами всего цикла работ по дисциплине, предусмотренных в данном семестре рабочей программой.

Если по дисциплине учебным планом экзамен не установлен, то зачет по этой дисциплине может проводиться путем опроса

студентов. Для проведения зачета в этом случае могут использоваться билеты, подписанные лектором.

Зачеты проводятся по окончании чтения лекций, до начала экзаменационной сессии.

18. Выполнение студентами заданий на учебную практику учитывается преподавателем на основе отчетов, составляемых студентами в соответствии с утвержденной программой. Зачет по производственной практике проставляется на основе результатов защиты студентами отчетов перед специальной комиссией, назначенной кафедрой, с участием руководителей производственной практики от университета и от предприятия.

19. Зачеты по курсовым проектам (работам) проставляются на основе результатов защиты студентами курсовых проектов (работ) перед специальной комиссией, назначенной кафедрой, с участием непосредственного руководителя проекта (работы).

20. Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами, а в отдельных случаях с разрешения экзаменатора - справочной литературой и другими пособиями.

21. Присутствие на экзаменах и зачетах посторонних лиц без разрешения ректора высшего учебного заведения, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

22. Успеваемость студентов определяется следующими оценками: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно".

Когда отдельные разделы курса, по которым установлен экзамен, читаются несколькими преподавателями, экзамен может проводиться с участием всех лекторов, но проставляется одна оценка.

Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости.

Неявка на экзамен отмечается в экзаменационной ведомости словами "не явился". Если эта неявка была по неважной

причине, то деканом факультета в сводной ведомости проставляется цифра - "6"; если по уважительной причине - то цифра "7".

23. Результаты сдачи зачетов оцениваются отметкой "зачтено". Зачеты с дифференцированными оценками ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") проставляются по курсовым проектам (работам), учебной и производственной практикам, по инженерной графике.

24. Студенты, полностью выполнившие требования учебного плана данного курса, успешно сдавшие все экзамены и зачеты, переводятся на следующий курс приказом по университету по представлению декана факультета.

Студенты, получившие в весеннюю сессию не более двух неудовлетворительных оценок, могут с разрешения ректора переводиться на следующий курс с обязательством ликвидации академической задолженности в установленные сроки, но не позднее одного месяца после начала следующего семестра.

Студенты, ликвидировавшие академическую задолженность в установленный срок, считаются студентами данного курса.

25. Ликвидация академических задолженностей производится по утвержденному деканом факультета расписанию повторных экзаменов, которое за 3-5 дней до окончания сессии доводится до сведения студентов.

В необходимых случаях декан устанавливает индивидуальные сроки ликвидации академических задолженностей, но не позднее окончания первого месяца следующего за сессией семестра.

Пересдача неудовлетворительной оценки по одному и тому же экзамену допускается не более двух раз.

В случае получения на повторном экзамене неудовлетворительной оценки по данному предмету студенту может быть разрешено сдавать экзамен в третий раз комиссии в составе декана или заместителя декана факультета, заведующего кафедрой или руководителя цикла и экзаменатора.

26. По представлению декана факультета приказом ректора

отчисляются из университета следующие студенты, имеющие академическую задолженность:

а) имеющие по результатам сессии три и более академических задолженности;

б) не ликвидировавшие полностью в установленные сроки академические задолженности; переведенные на следующий курс и не ликвидировавшие академические задолженности в установленный срок (студенты считаются отчисленными с тех курсов, с которых они были переведены);

в) не выполнившие программу производственной практики или получившие неудовлетворительную оценку при защите отчета по ней, если они имеют две неудовлетворительные оценки по курсовым экзаменам;

г) не явившиеся на экзамен по неуважительной причине три раза в течение одной сессии.

27. Студенты, не выполнившие программу практики, получившие отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, направляются повторно на практику в период каникул.

28. Пересдача экзамена с неудовлетворительной оценки в период экзаменационной сессии не допускается. В отдельных случаях при наличии уважительных причин декан факультета может разрешить студентам пересдачу одного экзамена в последний день сессии тому же экзаменатору по дисциплине, по которой получена неудовлетворительная оценка.

Повторная сдача экзамена с целью повышения положительной оценки разрешается ректором вуза в исключительных случаях по представлению декана факультета.

29. Академический отпуск предоставляется студенту не более двух раз за весь срок его обучения.

Вопрос о предоставлении академического отпуска по семейным обстоятельствам решается ректором университета по представлению декана факультета при наличии уважительных причин

(семейных обстоятельств, служебных командировок), подтвержденных документально.

Для рассмотрения вопроса об академическом отпуске по болезни ректор направляет студента на медицинскую комиссию. Академический отпуск по болезни предоставляется только на основании заключения врачебно-консультационной комиссии.

Студенту, обучающемуся после академического отпуска на курсе повторно, декан факультета может устанавливать дисциплины, по которым студент должен выполнить домашние, лабораторные и практические задания, прослушать курс лекций и сдать зачеты и экзамены независимо от полученных ранее оценок.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН И ГРАФИК ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ Курса факультета 4 специальности (инфр) 116600 по учебной специальности

№ п/п	Наименование учебного дисциплины	Преподаватель	Время выполнения задания	Цели задания	Время выполнения задания на занятии	Сроки выполнения												Итого часов		
						Февраль			Март			Апрель			Май					
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14
		Курсы	11	18	25	6	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	
		16	23	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8		
1.	История науки и техники	История 205.3 ТМБ.А 308-3	24	Лекции	Подготовка к ПЗ	ПЗ №1	ПЗ №2	ПЗ №3	ПЗ №4	ПЗ №5	ПЗ №6	ПЗ №7	ПЗ №8	ПЗ №9	ПЗ №10	ПЗ №11	ПЗ №12	ПЗ №13	ПЗ №14	ПЗ №15
2.	Математика	Высшая математика 451-5	17	Практ. занятия	Подготовка к ПЗ и КР	ПЗ №1	ПЗ №2	ПЗ №3	ПЗ №4	ПЗ №5	ПЗ №6	ПЗ №7	ПЗ №8	ПЗ №9	ПЗ №10	ПЗ №11	ПЗ №12	ПЗ №13	ПЗ №14	ПЗ №15
3.	Иностранный язык	Иностранный язык 222-3	51	Практ. занятия	Рабочие тетради	РТ №1	РТ №2	РТ №3	РТ №4	РТ №5	РТ №6	РТ №7	РТ №8	РТ №9	РТ №10	РТ №11	РТ №12	РТ №13	РТ №14	РТ №15
4.	Информатика	Компьютерная система 108-3	68	Практ. занятия	Подготовка к ПЗ и КР	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий	5000 заданий
5.	Физика	Физика 305-3	34	Лекции	Подготовка к лаб. работ.	ЛР №1	ЛР №2	ЛР №3	ЛР №4	ЛР №5	ЛР №6	ЛР №7	ЛР №8	ЛР №9	ЛР №10	ЛР №11	ЛР №12	ЛР №13	ЛР №14	ЛР №15
6.	Математика	Математика 240-3	34	Практ. занятия	Подготовка к ПЗ	ПЗ №1, отчет	ПЗ №2, отчет	ПЗ №3, отчет	ПЗ №4, отчет	ПЗ №5, отчет	ПЗ №6, отчет	ПЗ №7, отчет	ПЗ №8, отчет	ПЗ №9, отчет	ПЗ №10, отчет	ПЗ №11, отчет	ПЗ №12, отчет	ПЗ №13, отчет	ПЗ №14, отчет	ПЗ №15, отчет
7.	История культуры	История 321-3	34	Лекции	Подготовка к лаб. работам	ЛР №1	ЛР №2	ЛР №3	ЛР №4	ЛР №5	ЛР №6	ЛР №7	ЛР №8	ЛР №9	ЛР №10	ЛР №11	ЛР №12	ЛР №13	ЛР №14	ЛР №15
8.	История культуры	История 321-3	68	Практ. занятия	Подготовка к ПЗ	ПЗ №1	ПЗ №2	ПЗ №3	ПЗ №4	ПЗ №5	ПЗ №6	ПЗ №7	ПЗ №8	ПЗ №9	ПЗ №10	ПЗ №11	ПЗ №12	ПЗ №13	ПЗ №14	ПЗ №15

ПРИМЕЧАНИЕ: ТМБ.А - Технологические металлы и сплавов; ЛР - лабораторные работы; РТ - рабочие тетради; ПЗ - практические занятия; КР - контрольные работы

ЗАЧЕТЫ СЛАЖУТСЯ НА ПОСЛЕДНЕЙ НЕДЕЛЕ СЕМЕСТРА





*Учебное издание*

**Каргин Владимир Родионович  
Шокова Екатерина Викторовна**

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ  
"ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ"**

*Учебное пособие*

Редактор Т.К. Кретинина  
Корректор Т.К. Кретинина  
Компьютерная верстка И.И. Спиридонова

Подписано в печать 23.09.03. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная..  
Усл.печ.л. 10. Усл.кр.-отт. 10,12. Уч.-изд. л. 10,75.  
Тираж 500 экз. Заказ 34/Арт. С-1(Д1)/2003.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34

---

Отпечатано в УПЛ  
443056 Самара, пр. Масленникова, 37