

СГАУ: 6 (У)

К 218

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

В.Р. КАРГИН

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРЕССОВЫХ
ЦЕХОВ**

САМАРА 2005

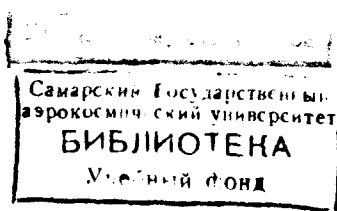
СТАН: 6/4
К 218

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

В.Р. КАРГИН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕССОВЫХ ЦЕХОВ

Учебное пособие



САМАРА 2005

УДК 621.777.669.71

Каргин В.Р. Проектирование прессовых цехов: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2005. 188 с.

ISBN 5-7883-0322-2

Рассмотрены вопросы дипломного проектирования прессовых цехов. Приведены цели и задачи дипломного проектирования, указания по сбору материалов, их распределению в дипломном проекте. Описаны требования по оформлению, а также по составу проекта, объему пояснительной записки и графической части проекта.

Пособие предназначено для студентов, выполняющих дипломный проект по специальности 110600 "Обработка металлов давлением". Подготовлено на кафедре "Обработка металлов давлением".

Табл. 12. Ил. 25. Библиогр.: 19 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета

Рецензенты: проф. В.В. Уваров,
М.Ю. Корзинкин

ISBN 5-7883-0322-2 © В.Р. Каргин, 2005
© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	15
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕССОВАНИЯ.....	33
2.1. Конструктивно-технологический анализ профиля.....	33
2.2. Классификация деформируемых алюминиевых сплавов и их основные характеристики.....	34
2.3. Обоснование выбора оптимальной технологии изготовления.....	42
2.4. Выбор размеров заготовки.....	46
2.5. Определение температурно-скоростного режима прессования.....	51
2.6. Анализ напряженного состояния.....	59
2.7. Расчет энергосиловых параметров.....	59
2.8. Выбор типа и количества оборудования.....	65
2.9. Характер и последовательность технологических операций.....	78
3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	100
3.1. Состав прессового инструмента.....	100
3.2. Выбор материала.....	103
3.3. Контейнер.....	105
3.4. Матрица.....	123
3.5. Пресс-штемпель и пресс-шайба.....	137
4. РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ ЦЕХА.....	142
5. ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	150
5.1. Пояснительная записка.....	150
5.2. Графическая часть.....	155
5.3. Оформление спецификаций.....	158
5.4. Основные надписи на чертежах, схемах, и текстовых документах.....	159
6. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	163
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	173
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	186

ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $a_{ср.пр}$ - средняя толщина профиля, мм;
 A_H - номинальные размеры поперечного сечения профиля, мм;
 A_i - исполнительные размеры канала матрицы, мм;
 $b_{конс}$ - ширина консольного участка матрицы, мм;
 B_i - объем выпуска пресс-изделий i -го вида, т;
 B_F - годовой объем производства в проектируемом цехе, тыс.т;
 c - удельная теплоемкость, Дж/(кг · град);
 $C_{ТП}$ - себестоимость товарной продукции, млн руб.;
 C_i - себестоимость i -го вида пресс-изделий, руб./т;
 D - диаметр заготовки, мм;
 R_{i+1} - наружный диаметр i -й втулки контейнера, мм;
 R_i - внутренний диаметр i -й втулки контейнера, мм;
 D_K - диаметр контейнера, мм;
 D_{KO} - диаметр контейнера ориентировочный, мм;
 d_K - приведенный диаметр, мм;
 E - модуль упругости материала инструмента, МПа;
 K - количество видов пресс-изделий;
 K_y - коэффициент утягивания размера при прессовании;
 K_p - коэффициент уменьшения размера при правке растяжением;
 K_T - коэффициент температурной усадки профиля;
 K_i - коэффициент запаса прочности втулок контейнера;
 K_z - коэффициент запаса по усилию;
 $K_{пр}$ - сметная стоимость проектируемого цеха, тыс. руб.;
 L - длина заготовки, мм;
 L_K - длина контейнера, мм;
 L_{max} - максимальная длина заготовки, мм;
 L_p - длина распрессованной заготовки, мм;
 $L_{max пр}$ - максимально прессуемая длина пресс-изделия, мм;
 l - длина готового пресс-изделия, мм;
 $l_{к.о}$ - длина концевой обреза, мм;
 $l_{кол}$ - длина калибрующего пояса, мм;
 M - плюсовой допуск на размеры профиля, мм;
 $M_{изг}$ - изгибающий момент, Нм;

m - кратность готовых пресс-изделий;
 n - число каналов в матрице;
 $N_{ор}$ - число втулок контейнера ориентировочное;
 N - число втулок контейнера расчетное;
 $F_{конс}$ - площадь консольного участка матрицы, мм²;
 F - площадь поперечного сечения заготовки, мм²;
 $F_{ТП}$ - площадь калибрующего пояса, мм²;
 F_K - площадь поперечного сечения контейнера, мм²;
 $F_{КО}$ - площадь поперечного сечения контейнера ориентировочная, мм²;
 f - площадь поперечного сечения пресс-изделия, мм²;
 f_i - площадь поперечного сечения i -го пресс-изделия, мм²;
 P - усилие прессования, МН;
 $P_{гпр}$ - усилие гидропресса, МН;
 $P_{конс}$ - сила, действующая на консольный участок матрицы, Н;
 $(P_{II})_i$ - контактное давление при посадке с натягом i -й втулки на блок внутренних $(i-1)$ втулок, МПа;
 Π - периметр канала матрицы, мм;
 H - высота пресс-остатка, мм;
 h - высота матрицы, мм;
 T_{II} - температура начала прессования;
 T_K - температура конца прессования;
 T_S - температура линии солидуса;
 T_{max} - максимальная температура прессования;
 $T_{заг}$ - температура нагрева заготовки, °С;
 $T_{мат}$ - температура нагрева матрицы, °С;
 T_i - коэффициент толстостенности i -й втулки контейнера;
 $T_{нагр}$ - температура нагрева слитка, °С;
 $\Delta T_{деф}$ - разогрев металла заготовки от деформации, °С;
 $\Delta T_{тр}$ - падение температуры заготовки при транспортировке, °С;
 $T_{кр}$ - усилие для преодоления сил трения в контейнере, МН;
 T_M - усилие для преодоления сил трения по матрице, МН;
 T_{II} - усилие для преодоления сил трения в канале матрицы, МН;
 R_M - усилие для осуществления деформации прессования без учета трения, МН;
 σ_A - среднее арифметическое напряжение во втулках контейнера, МПа;

σ_t - окружное напряжение, МПа;
 σ_r - радиальное напряжение, МПа;
 σ_T - предел текучести;
 $\sigma_{эkv}$ - эквивалентное напряжение, МПа;
 $(\sigma_T)_i$ - предел текучести материала i -й втулки контейнера, МПа;
 $[\sigma]_i$ - допускаемое напряжение i -й втулки контейнера, МПа;
 $[\sigma]_{изг}$ - допускаемое напряжение материала инструмента на изгиб, МПа;
 σ_{TH} - предел текучести прессуемого металла в начале очага деформации, МПа;
 σ_{TK} - предел текучести прессуемого металла в конце очага деформации, МПа;
 $\sigma_{ТС}$ - среднее значение предела текучести в очаге деформации, МПа;
 $\sigma_{Tкр}$ - предел текучести металла заготовки, контактируемой с контейнером, МПа;
 q - удельное давление в контейнере при максимальном усилии пресса, МПа;
 λ_p - коэффициент распрессовки;
 λ - коэффициент вытяжки;
 α - угол наклона образующей канала матрицы к ее оси, град;
 $\alpha_{матр}$ - коэффициент линейного расширения материала матрицы;
 $\alpha_{заг}$ - коэффициент линейного расширения материала заготовки;
 $\alpha_{конт}$ - коэффициент линейного расширения материала контейнера, $1/^\circ\text{C}$;
 $V_{охл}$ - скорость охлаждения, $^\circ\text{C}/\text{с}$;
 $V_{ист}$ - скорость истечения пресс-изделия из канала матрицы, м/мин;
 $V_{пр}$ - скорость прессования (движение пресс-штемпеля), м/с;
 $\tau_{тр}$ - время транспортировки заготовки от печи к прессу, с;
 τ - длительность пребывания металла в очаге деформации, с;
 Δ - припуск на длину, мм;
 V - объем заготовки, мм^3 ;

ρ - плотность материала заготовки, кг/м³;
 G - масса заготовки, кг;
 $W_{од}$ - объем очага деформации, мм³;
 W_c - секундный объем металла, вытекающий из каналов в матрице, мм³/с;
 $W_{изг}$ - момент сопротивления изгибу, мм³;
 δ - относительное удлинение, %;
 ψ - относительное сужение, %;
 μ_m - коэффициент трения на матрице;
 $\mu_{п}$ - коэффициент трения на калибрующем пояске;
 $\mu_{кр}$ - коэффициент трения в контейнере;
 i - интегральный показатель деформации;
 $i_{доп}$ - интегральный показатель дополнительной деформации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дипломное проектирование прессовых цехов является завершающим этапом подготовки инженеров по специальности 110600 - обработка металлов давлением и представляет собой:

- самостоятельную работу, в которой обобщаются, расширяются и систематизируются теоретические знания и практические навыки, полученные за время обучения в университете при изучении специальных дисциплин и прохождении преддипломной практики;
- творческую работу, при выполнении которой студент, применяя принципы и методы проектирования с использованием исходных данных, собранных на преддипломной практике, разрабатывает новые, наиболее прогрессивные и эффективные проектные решения, имеющие реальное практическое значение в прессовом производстве.

Целью проектирования является проект нового (или реконструкция действующего) цеха по производству пресс-изделий из алюминиевых сплавов. При этом вновь спроектированный цех к моменту его ввода в эксплуатацию должен превосходить лучшие действующие цеха в отечественном и зарубежном производстве по уровню техники и организации производства, быту рабочих, экономическим показателям и уровню труда.

В дипломном проекте студент определяет основные технические решения по выбору способов производства пресс-изделий из алюминиевых сплавов, обосновывает эти решения, производит выбор основного и вспомогательного оборудования и рассчитывает требуемое его число, планирует структуру цеха, режим его работы (сменность), уровень механизации и автоматизации производства труб, разрабатывает планировку расположения технологического оборудования, вопросы организации производства и безопасности жизнедеятельности, рассчитывает технико-экономические показатели цеха.

Дипломный проект подводит итоги учебы студента в университете и выявляет степень его зрелости как будущего инженера-специалиста и менеджера производства.

Все указанные части проекта разрабатываются с учетом материалов, изложенных в данном учебном пособии и на основе сведений, приведенных в соответствующих специальных курсах.

ВВЕДЕНИЕ

Представление о процессе прессования можно получить, рассмотрев схему, приведенную на рис. 1.

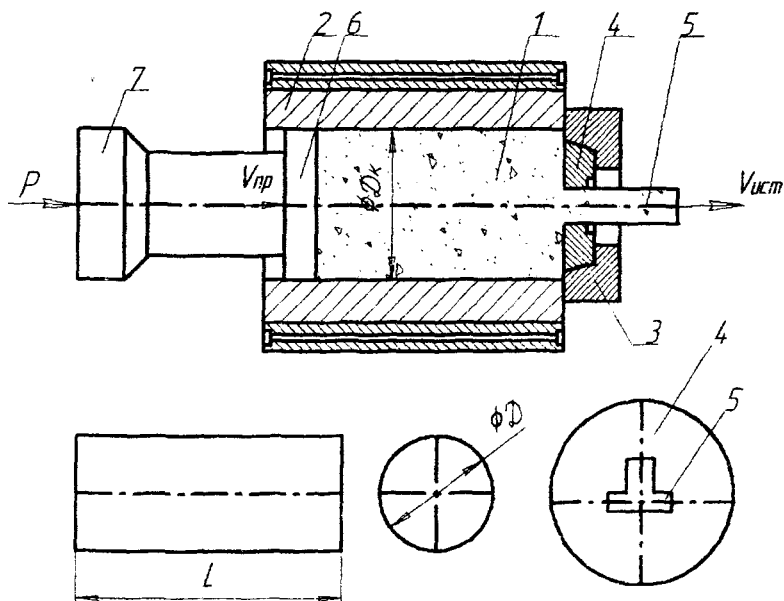


Рис. 1. Схема прессования

Заготовку 1 помещают в приемник 2, называемый контейнером. На одном конце контейнера в матрицедержателе 3 устанавливают матрицу 4, которая имеет отверстие, соответствующее сечению прессуемого изделия 5. Отверстие в матрице называют каналом. С другого конца полость контейнера закрывают пресс-шайбой 6, предохраняющей пресс-штемпель 7 от воздействия высоких температур и давлений. Усилие прессования P передается от пресса через пресс-штемпель и пресс-шайбу. Металл заготовки 1 под действием усилия заполняет полость контейнера и затем, не имея

другого выхода, кроме отверстия в матрице, выдавливается из последнего в виде прессованного профиля. Прессование продолжается до тех пор, пока в контейнере между пресс-шайбой и матрицей остается незначительный объем металла, называемый пресс-остатком, что исключает соприкосновение пресс-шайбы с матрицей. По окончании прессования готовый профиль отрезается от пресс-остатка, а пресс-остаток удаляется из полости контейнера в отход. После этого в контейнер загружают новую заготовку и цикл прессования повторяется.

Прессованием называется процесс истечения металла заготовки из замкнутого объема, заключенного в контейнере между пресс-шайбой и матрицей, через отверстие в матрице под действием сжимающих сил. Форма отверстия в матрице определяет форму поперечного сечения прессованного изделия.

Заготовкой является, как правило, круглый слиток с размерами $L \times D$. Для панелей применяют плоскоовальные слитки.

Для получения прутков, профилей, панелей и пустотелых изделий наиболее часто применяют прессование, рис.2. Это объясняется: 1) мелкосерийностью производства, требующей частой смены инструмента, что довольно просто осуществляется при прессовании; 2) необходимостью повышения точности размеров пресс-изделий; 3) сравнительно низкой вязкостью многих сплавов при повышенных температурах; 4) сложностью конфигурации поперечных сечений; 5) благоприятной схемой напряженного состояния - всесторонним неравномерным сжатием. Деформированное состояние характеризуется двумя деформациями укорочения и одной деформацией удлинения. Схема напряженного состояния позволяет получать весьма высокие степени деформации, недостижимые в других процессах обработки металлов давлением. Последние три фактора часто делают прессование единственным процессом, который позволяет получить изделие заданной формы.

Прутки и профили, панели и пустотелые изделия изготавливают прессованием практически из всех освоенных промышленностью металлов и сплавов.

В настоящем учебном пособии рассмотрены пресс-изделия из алюминия и сплавов на его основе.



Рис. 2. Поперечные сечения типовых пресс-изделий, получаемых прессованием

Прессованную продукцию используют как полуфабрикат для деталей машин и агрегатов, а также как заготовки для пластической деформации штамповкой, волочением и др. Особенно это относится к профилям, так как их форма может быть любой конфигурации, что позволяет их использовать для изготовления строительных конструкций, деталей самолетов, ракет, автомобилей, а также деталей машино- и приборостроения с минимальной механической обработкой.

При использовании прессованных профилей и панелей в автомобиле -, вагоно -, судо -, самолетостроении удалось значительно уменьшить массу конструкций, что позволяет снизить массу основных узлов машин и агрегатов.

Большое применение нашли пресс-изделия в машиностроении, точной механике, оптике, в электротехнической промышленности, особенно в качестве токопроводящих шин.

Наиболее широкое применение получили прессованные изделия в строительстве уличных эстакад, пешеходных мостов, связывающих здания, галерей, перекрытий павильонов, подъемных кранов.

Широко применяют профили при изготовлении панельно-каркасных балочных ферм, купольных сооружений зданий, стадионов, складских помещений, теплиц, а также каркасов стен, рам, дверей, витражей, перегородок, подвесных потолков и т.п.

В настоящее время трудно представить развитие энергетического машиностроения без использования алюминиевых профилей и панелей. Ведущие фирмы мира используют подобные полуфабрикаты при изготовлении электродвигателей. Фасонные трубы используются в теплообменниках, в конструкции которых огромную роль играют охлаждающие элементы в виде продольных и спиральных ребер с наружной и внутренней сторон труб. Изготовление полых изделий в виде многоканальных профилей и труб не лимитируется числом каналов для протекания охлаждающих сред и реагентов (рис.3).

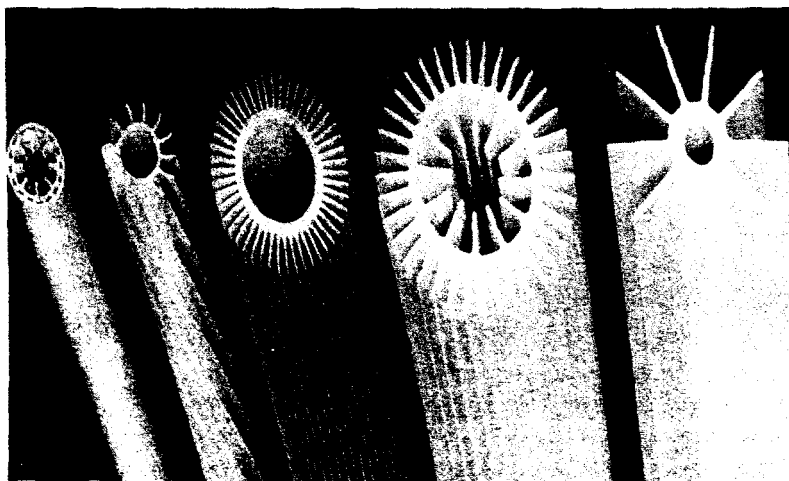


Рис.3. Сечение фасонных труб

Производство пресс-изделий осуществляется на специализированном оборудовании, тип и конструкция которого зависят от метода истечения при прессовании, обрабатываемого материала, вида и размеров пресс-изделий, способа их отделки, а также от объема производства. Процесс изготовления пресс-изделий состоит

из технологически структурных однотипных элементов, которые в основном определяют состав и компоновку оборудования для прессования металлов в цехах. Обобщенная структурная схема технологического процесса производства пресс-изделий включает следующие операции: приемку и складирование заготовок, нагрев, прессование, резку пресс-изделий, термообработку, правку и калибровку, отделку поверхности, контроль и складирование готовой продукции.

Направляемые в прессовый цех заготовки поступают на участок исходного сырья, где их складывают в соответствии с действующими правилами, например в стеллажах. Подготовительные операции: гомогенизацию, механическую обработку заготовок, как правило, проводят в литейных цехах, чтобы улучшить использование отходов и снизить затраты на транспортировку. Там же контролируют качество заготовок, направляемых в прессовые цехи. Поэтому оборудование, предназначенное для выполнения подготовительных технологических операций, в состав прессовых цехов не входит и в дальнейшем не рассматривается, за исключением тех случаев, когда подготовку заготовок к прессованию осуществляют непосредственно перед подачей на пресс.

На прессовом участке выполняют технологические операции, связанные с прессованием металла. К ним, кроме прессования, относятся нагрев заготовок и подача их в пресс, отделение изделия от пресс-остатка и подача его на приемный стол, разделение пресс-шайбы и пресс-остатка и др.

На отделочных участках осуществляют комплекс операций по термической, химической и механической обработке пресс-изделий, которые в сочетании с правкой и резкой обеспечивают получение прессованной продукции требуемого вида с заданными свойствами.

После отделки готовые пресс-изделия поступают на участки контроля и складирования готовой продукции, откуда их отгружают потребителям.

Технологические операции в прессовых цехах могут осуществляться по партионному и поточному принципам движения обрабатываемого материала, причем последняя схема в связи с

массовостью производства пресс-изделий становится типичной, например в цехах прессования профилей из алюминиевых сплавов для строительных конструкций. Поточная система производства предусматривает размещение оборудования для получения и последующей обработки пресс-изделий в единую технологическую линию, обеспечивающую передачу обрабатываемого материала от одной установки к другой без промежуточного складирования. Поточные линии создают благоприятные возможности для увеличения эффективности прессового производства на базе широкого применения комплексной механизации и автоматизации технологического процесса и, в свою очередь, предъявляют специальные требования к конструкции оборудования и системам управления.

При партионной системе производства технологическое оборудование размещается в виде отдельно стоящих установок или локальных технологических агрегатов, связанных промежуточными складами пресс-изделий.

Для реализации различных технологических схем производства пресс-изделий прессовые цехи оснащают комплексом основного и вспомогательного оборудования, которое в соответствии с обобщенной структурной схемой технологического процесса можно подразделить на следующие основные группы:

1) гидравлические прессы для прессования со средствами механизации, автоматизации, приводом, системой управления и вспомогательным оборудованием;

2) печи для нагрева заготовок перед прессованием с механизмами загрузки и выгрузки;

3) машины для правки и калибровки пресс-изделий;

4) установки для термообработки пресс-изделий;

5) установки для отделки поверхности пресс-изделий;

6) пилы;

7) устройства для транспортирования и складирования продукции.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 80 - 120 страниц текста и графической части, состоящей из 7 - 10 листов чертежей и плакатов формата А1. Дополнительно в составе проекта могут быть представлены планшеты, стенды, макеты, натурные образцы и модели.

В комплект чертежей должны входить классификатор пресс-изделий, сборочные чертежи прессовой оснастки и усовершенствованного оборудования, планировка цеха, средства механизации и автоматизации и т.д.

На плакатах отражаются результаты анализа состояния вопроса, методика и результаты аналитических и экспериментальных исследований, графические схемы разработанной технологии, результаты анализа экономической эффективности проекта.

Пояснительная записка дипломного проекта должна иметь следующие разделы и документы:

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ;

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ;

РЕФЕРАТ;

СОДЕРЖАНИЕ;

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, СИМВОЛОВ С ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯМИ;

ВВЕДЕНИЕ;

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ЦЕХА;

СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ТЕРМООБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ;

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ;

КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА;

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РАСЧЕТЫ;

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ;

СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕМА;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ;

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ;

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Их содержание должно соответствовать следующим требованиям.

Титульный лист дипломного проекта оформляется на типографском бланке и служит обложкой документа. При отсутствии соответствующего бланка допускается оформление титульного листа чертежным шрифтом одним цветом на листе формата А4 (приложение А).

Задание на дипломное проектирование содержит (приложение Б):

- наименование выпускающей кафедры;
- гриф "утверждаю?";
- заголовок "задание на";
- фамилию, инициалы студента и номер учебной группы;
- содержание задания;
- перечень и объем отчетных документов;
- календарный график выполнения работ;
- фамилия и инициалы консультантов.

Текст задания вписывается в бланк установленной формы.

На выполнение дипломного проекта дается следующее примерное типовое задание:

Проект прессового цеха металлургического завода с годовой программой N тонн.

Типовое задание, как правило, дополняется спецтемой, т.е. указанием вопросов, подлежащих детальной разработке в проекте.

Реферат дипломного проекта содержит (приложение В):

- заглавное слово РЕФЕРАТ (прописными буквами);
- сведения об объеме документа, который включает данные о количестве листов (страниц) и содержащихся в нем рисунков, таблиц, источников и приложений;
- перечень ключевых слов, которые отражают основное содержание документа: перечень включает 5-15 слов (словосочетаний), написанных в строку через запятые в именительном падеже прописными буквами;
- текст реферата, где отражается сущность выполненной работы (краткая характеристика проекта с указанием проектных решений и важнейших разработок в технологической, конструкторской частях и спецтеме). Объем текста - 500700 знаков.

В содержании (приложение Г) последовательно перечисляются введение, заголовки разделов и подразделов, заключение, список использованных источников и приложения с указанием страниц, на которых помещены заголовки. Введение, заключение и список использованных источников не нумеруются. Заголовки разделов и подразделов снабжены номерами.

Слово "СОДЕРЖАНИЕ" пишется в виде заголовка прописными буквами, а наименование разделов и подразделов - строчными.

При наличии в тексте *условных обозначений и сокращений* необходимо дать их расшифровку перед основным текстом в виде перечня сокращений и условных обозначений.

Сокращения и условные обозначения должны быть единообразными во всем тексте и соответствовать действующим нормативным документам.

Обозначения физических величин должны сопровождаться указанием размерности в СИ.

При отсутствии перечня сокращений и условных обозначений все необщепринятые сокращения и обозначения следует пояснить в тексте при первом упоминании.

В разделе "Введение" кратко освещаются следующие вопросы:

- место и роль процессов прессования в системе народного хозяйства России;
- краткая история развития прессового производства;
- роль российских ученых и инженеров в развитии и совершенствовании теории и технологии прессования;
- характеристика современного состояния решаемой проблемы и перспективы ее развития в России и за рубежом;
- цель и задача дипломного проекта и его связь с целями и задачами машиностроения, металлургии и других отраслей, использующих технологические процессы обработки металлов давлением;
- обоснование актуальности и реальности темы дипломного проекта, преимущества предлагаемых мероприятий, значение режима экономии сырья, материалов, электроэнергии, автоматизации и механизации для повышения рентабельности и прибыльности работы цеха.

В разделе "Характеристика проектируемого цеха" должны быть отражены следующие вопросы:

- назначение и характеристика проектируемого цеха, отрасль промышленности проектируемого цеха;
- исходные данные для проектирования (номенклатура и программа годового выпуска пресс-изделий), классификация профилей, выбор и описание типовых представителей, технические условия на продукцию, выпускаемую цехом;
- выбор и обоснование типа производства (массовое, крупносерийное, серийное, мелкосерийное), связь проектируемого цеха с другими цехами и службами завода;
- обоснование выбора места расположения завода, в состав которого входит проектируемый цех.

В разделе "Структура, свойства и термообработка материалов" должны быть освещены следующие типовые вопросы:

1. Краткая характеристика применяемых сплавов (химсостав, роль компонентов и примесей, диаграммы состояния и пластичности, механизм фазовых превращений, литейные и физико-механические свойства, обрабатываемость сплава).

2. Требования к исходной структуре заготовок, обеспечивающей высокую технологичность. Разработка режимов предварительной и промежуточной термической обработки сплава.

3. Фазовый состав и структура сплава в равновесном состоянии.

4. Формирование структуры и свойств при прессовании и обоснование технологических режимов.

5. Разработка режимов окончательной термической обработки, гарантирующих заданный технологическими условиями уровень физико-механических свойств пресс - изделий.

Этот раздел дипломного проекта по своему содержанию должен быть тесно связан с разрабатываемыми процессами. В него должны войти только те вопросы (характеристики металла, его состав и т.д.), которые необходимы для проектирования конкретных техпроцессов.

В разделе "Разработка технологических процессов" подробно разрабатываются технологические процессы изготовления не менее

четырёх типовых профилей из двух и более сплавов. В качестве исходных данных служат рабочие чертежи изделий, технологические условия и базовая (действующая) технология их изготовления, рис. 4-7.

При разработке технологических процессов следует руководствоваться следующими направлениями развития обработки металлов давлением: снижением энерго- и материалоемкости производства, интенсификацией процессов прессования, развитием автоматизации и механизации операций, использованием автоматизированных и роботизированных комплексов и линий, гибких производственных систем металлообработки.

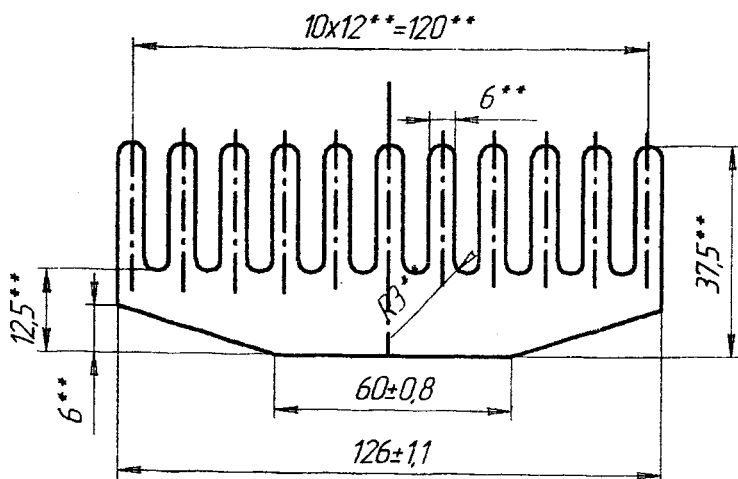
Раздел "Конструирование прессового инструмента" посвящён разработке рабочих чертежей конструкций прессового инструмента. Главными требованиями к инструменту являются: высокая стойкость, долговечность в эксплуатации. Инструмент проектируется для всех типовых изделий.

При конструировании прессового инструмента необходимо разработать его сборочные чертежи (наладки). При этом устанавливаются конструктивные размеры рабочих частей наладки, производится их расчет на прочность, а также выбор материала инструмента и режимов его термообработки. Затем вычерчиваются основные проекции прессового инструмента в целом и основные входящие детали с указанием всех необходимых размеров, чистоты обработки и технических условий на изготовление.

В состав прессового инструмента входят контейнер, матрица, пресс-штемпель, пресс-шайба, матрицедержатель.

Прессовый инструмент работает в напряженном силовом и тепловом режиме, вследствие чего он претерпевает как абразивный, так и тепловой износ. Наибольшему износу подвергаются матрицы. Поэтому основным фактором при разработке конструкции прессового инструмента является его способность противостоять нагрузкам и экономичность при изготовлении.

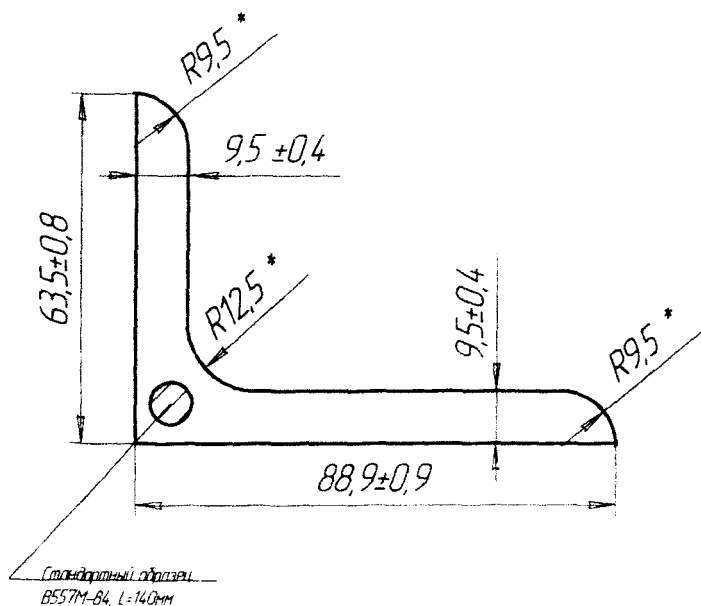
В общей трудоёмкости дипломного проектирования *раздел "Экономико-организационные расчеты"* занимает от 10 до 15%. Из них 2/3 - расчеты по технико-экономическому проектированию цеха, остальное - экономическое обоснование новшества, разрабатываемого в проекте.



1. ** Размеры для справок.
2. Остальные условия поставки по ГОСТ 8617-81.
3. Отклонения отдельных размеров 6^{**} по величине - в пределах $\pm 0,5$ мм, по высоте зубьев - до 1 мм.

Площадь сечения, см^2	Масса 1 м длины, кг	Периметр, мм	Диаметр описанной окружности, мм
26,5	7,18	1244	128

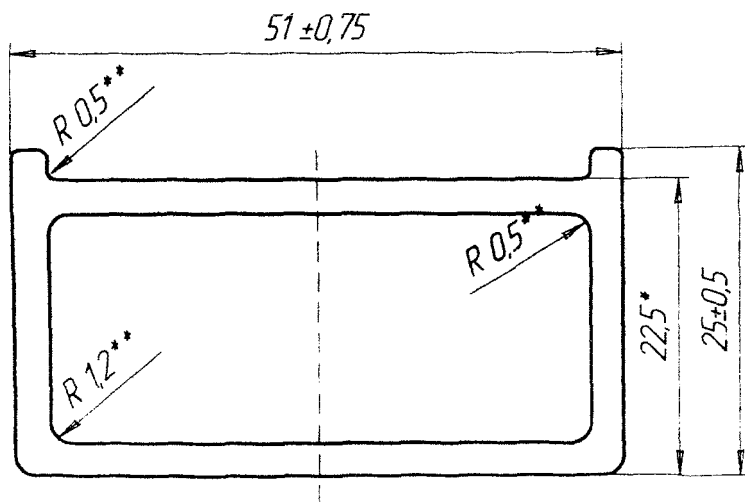
Рис. 4. Профиль из сплава АД 31



1. *Размеры обеспечиваются инструментом.
2. Остальные условия поставки по ГОСТ 8617-81.
3. Уровень механических свойств по ASTM B221M-90.

Площадь сечения, см ²	Масса 1 м длины, кг	Диаметр описанной окружности, мм
13,52	3,664	109,2

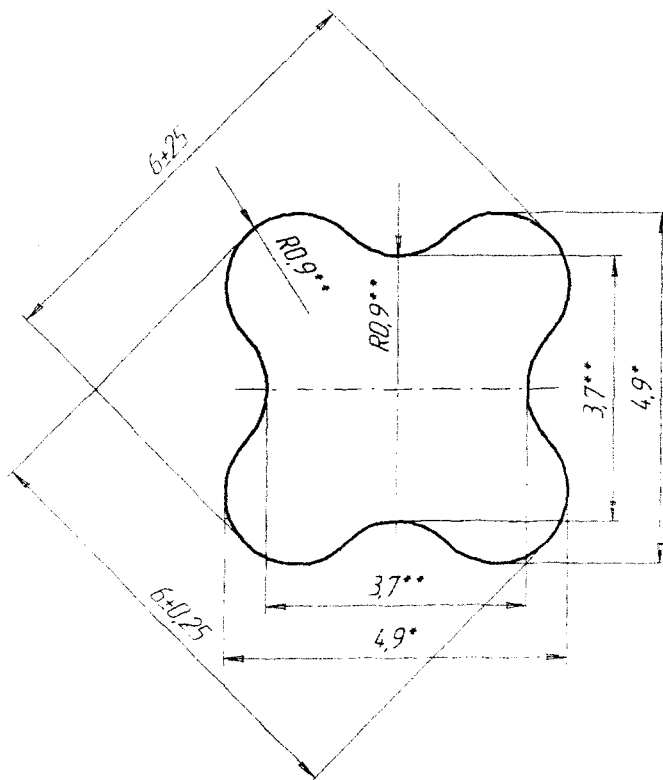
Рис. 5. Профиль из сплава АА 6061



1. *Размеры обеспечиваются инструментом.
2. **Размеры для справок.
3. Неуказанные радиусы скруглений 0,2** мм.
4. Толщина стенок 1,2* мм.
5. Остальные условия поставки по ГОСТ 8617-81.

Площадь сечения, см ²	Масса 1 м длины, кг	Периметр, мм	Диаметр описанной окружности, мм
1,75	0,474	154,2	56

Рис.6. Профиль из сплава АД0



1. *Размеры обеспечиваются инструментом.
2. **Размеры для справок.
3. Угол скручивания продольной оси не регламентируется.
4. Остальные условия по ГОСТ 8617-81.

Площадь сечения, см ²	Масса 1 м длины, кг	Периметр сечения профиля, мм	Диаметр описанной окружности, мм
0,194	0,153	19	6

Рис. 7. Профиль из сплава АД31

Организация прессового производства включает комплекс вопросов, ряд которых разрабатывают одновременно с технологической частью дипломного проекта: отнесение проектируемого цеха в соответствии с заданной программой к определенному виду и характеру производства; выбор организационной формы осуществления технологического процесса; определение схемы кооперации с другими цехами и службами завода; организация труда в цехе (организация основных рабочих мест, порядок их обеспечения необходимыми материалами и обслуживанием).

Эту часть раздела проектирования выполняют, используя основные положения организации производства в конкретных цехах, а также последние технические достижения, в частности в области автоматизации управления основными технологическими процессами, в том числе с использованием компьютеров. Например, при прессовании такая организация производства позволяет организовать рабочее место на прессе так, что всю прессовую установку, включая нагревательную печь, может обслуживать только один прессовщик. При наличии в цехе группы однотипных прессов можно говорить о ещё более совершенной организации производства, когда оператор сможет управлять не одной прессовой установкой, а несколькими и, в конечном итоге, автоматизированным цехом.

В зависимости от характера, вида и объема производства в цехе разрабатывают систему организации ряда вспомогательных служб: технологической подготовки производства, инструментального хозяйства, ремонтной службы основного вспомогательного, подъемно-транспортного оборудования и печей.

Важный элемент организации производства - организация управления цехом. При проектировании цеха обычно определяют ряд исходных положений, на основе которых можно составить схему управления и штатное расписание.

Разработанная схема управления должна основываться на соблюдении принципа единоначалия как в управлении всем цехом, так и его отдельными подразделениями, независимо от их величины и значимости, а также на четком разграничении прав и обязанностей между всеми членами управленческого персонала цеха.

Себестоимость пресс-изделий складывается из затрат на металл (за вычетом отходов), на технологическое топливо и электро-энергию, на основную и дополнительную зарплату основных производственных рабочих с соответствующими отчислениями, расходов по содержанию и эксплуатации оборудования, цеховых и общепроизводственных расходов.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования включают затраты на содержание, амортизацию и текущий ремонт производственного и подъемно-транспортного оборудования, цехового транспорта, рабочих мест, а также износ и затраты на восстановление быстроизнашивающегося инструмента.

Цеховые расходы включают затраты на обслуживание цеха и управление им: заработную плату аппарата управления цехом с соответствующими отчислениями, амортизационные отчисления, затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря общецехового назначения; затраты на опыты, исследования, рационализацию и изобретательство; затраты на мероприятия по охране труда и др. Эти затраты на расчетный период определяют путем составления сметы цеховых расходов по номенклатуре статей.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, а также цеховые расходы являются комплексными статьями, состоящими из разнородных элементов затрат; их определяют в целом по цеху. При калькулировании себестоимости расходы по содержанию и эксплуатации оборудования распределяют между изделиями пропорционально основной заработной плате производственных рабочих, а цеховые расходы - пропорционально сумме основной заработной платы производственных рабочих и расходов по содержанию и эксплуатации оборудования.

Себестоимость товарной продукции $C_{ТП}$ определяют как произведение полной себестоимости пресс-изделий их выпуска:

$$C_{ТП} = \sum_{i=1}^K C_i B_i ,$$

где C_i - себестоимость i -го вида пресс-изделий, руб/т; B_i - объем выпуска пресс-изделий i -го вида; K - количество видов пресс-изделий.

Сводные результаты расчетов оформляют в виде таблицы (табл.1).

Таблица 1

Сравнительные технико-экономические показатели прессового цеха

№ п/п	Показатель	Базовый вариант	По проекту
1	Годовой объем производства, тыс.т (шт.)		
2	Численность работающих, чел. В том числе производственных рабочих, чел.		
3	Трудоемкость продукции, чел.-ч/т		
4	Выпуск продукции на одного работающего, т/год		
5	Средняя заработная плата одного работающего, руб./мес.		
6	Удельные капитальные затраты, руб./т		
7	Себестоимость продукции, руб./т		
8	Прибыль (доход) за год, тыс. руб. В том числе отчисления в бюджет		
9	Рентабельность производства продукции, %		
10	Срок окупаемости капитальных затрат, годы		

В качестве базового варианта принимают прессовый цех, где студент проходил преддипломную практику. Для корректности сравнения объемы производства приводят к одному значению.

Эффективность проекта строительства цеха оценивают через рентабельность производства P и срок окупаемости T .

Рентабельность производства характеризует степень доходности прессового цеха и определяется отношением величины прибыли Π к стоимости основных фондов $ОФ$ и нормируемых оборотных средств

$$ОС_H : P = \frac{\Pi}{ОФ + ОС_H} \cdot 100.$$

Рентабельность отдельных видов труб характеризует прибыльность их производства и определяется как отношение разности между оптовой ценой $Ц_i$ и себестоимостью конкретного вида продукции C_i к себестоимости:

$$P_i = \frac{Ц_i - C_i}{C_i} 100.$$

При проектировании нового цеха эффективность характеризуется сроком окупаемости T :

$$T = \frac{K_{ПР}}{[(C_{СК} - C_{ПР})B_G]} 100.$$

где $K_{ПР}$ - сметная стоимость проектируемого цеха, тыс. руб;

$C_{СК}$ - себестоимость единицы продукции в цехе-аналоге или базовом цехе, скорректированная на проектируемый объем, руб/т;

$C_{ПР}$ - себестоимость единицы продукции в проектируемом цехе, руб/т;

B_G - годовой объем производства в проектируемом цехе.

В условиях инфляционных изменений цен на производственные ресурсы необходимо учитывать их текущие стоимости.

Раздел содержит:

- классификатор продукции;
- нормирование технологических операций;
- типы производства;
- виды движения предметов труда по рабочим местам, партии и периоды запуска;
- себестоимость работ;
- основные технико-экономические показатели деятельности цеха.

Раздел "Безопасность жизнедеятельности" выполняется в виде отдельной главы как неотъемлемая часть пояснительной записки. В ходе выполнения дипломного проекта студенту необходимо проанализировать технологический процесс или конструкцию и выделить опасные и вредные производственные факторы, на основе анализа которых нужно разработать мероприятия, снижающие до необходимых норм их воздействие на организм человека.

Современный прессовый цех оснащен разнообразным силовым и подъемно-транспортным оборудованием - гидравлическим, механическим, электрическим. Прессовое производство характеризуется высокой скоростью технологических операций, мощными усилиями для их выполнения, высокими температурами нагретого металла.

В течение рабочей смены прессовщики, рабочие на правильно-растяжных машинах, обрезающих пилах, на термических устройствах производят по несколько тысяч однообразных движений, что сопряжено с возможными ошибками в управлении механизмами и возникновением опасных ситуаций. Поэтому обслуживание оборудования требует четкого соблюдения правил техники безопасности и норм производственной санитарии. Для создания таких условий в прессовых цехах действует разносторонний комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающий безопасные и гигиенические условия труда.

Производственные и вспомогательные помещения цеха сооружают в соответствии с рядом действующих санитарных и строительных норм. Производственные помещения цехов выполняют одноэтажными, высота цехов должна позволять сборку и ремонт оборудования с использованием подъемно-транспортного оборудования. Стены цехов изготавливают из прочных негорючих материалов, перекрытия должны быть огнестойкими. В помещениях цехов поддерживают условия, обеспечивающие требуемые температуру и влажность воздуха: температура воздуха вне рабочих мест зимой должны быть не ниже 12, а летом - не выше 28°C. Температура поверхности оборудования и печей не должна быть выше 45°C, относительная влажность воздуха - 40-60%. Для прекращения утечки тепла при открывании ворот в холодное время года их оборудуют воздушными тепловыми завесами. Вспомогательные помещения цеха отделяют от теплового излучения и газовых выделений сплошной стеной. Прессовые цеха оборудуют общеобменной и местной вентиляцией и отоплением. В местах, где работающие могут подвергаться воздействию теплового излучения, устраивают вентиляционные установки. Для удаления дыма, копоти и вредных газов оснащают печи и прессы установками местной вентиляции.

Размещение оборудования в прессовом цехе должно обеспечивать удобство и безопасность обслуживания и ремонта. Грузопотоки организуют так, чтобы прессы и другое оборудование находились по направлению движения металла, т.е. грузопотоки не имеют возвратных и поперечных движений. Пульты управления прессом располагают в местах хорошей видимости отдельных узлов агрегата и участков движения металла.

К работе в прессовом цехе допускаются рабочие, прошедшие медицинское обследование, повторяемое через определенные промежутки времени. Все работающие в цехе должны получить квалификационный вводной, первичный и повторный инструктажи по технике безопасности. На все операции, проводимые в цехе при осуществлении технологического цикла и вспомогательных работ, техническими службами цеха разрабатываются инструкции по технике безопасности.

Структура раздела Безопасность жизнедеятельности:

1. Общие понятия о безопасности жизнедеятельности.
2. Опасные и вредные факторы в проектируемом цехе или технологическом процессе и мероприятия по обеспечению безопасных и здоровых условий труда.
3. Анализ возможных чрезвычайных ситуаций и поведение персонала в этих условиях.
4. Спецвопрос по охране труда или окружающей среды.
5. Обоснование технологической планировки оборудования и административно-бытовых помещений цеха (участка).
6. Производственная эстетика.
7. Санитарно-гигиеническая и противопожарная характеристика проектируемого цеха (участка).
8. Охрана окружающей среды.

В первом пункте излагаются основы концепции безопасности жизнедеятельности, ее роль и место при взаимодействии человека со средой обитания.

Пункт четвертый содержит оценку новизны спецвопроса, который разрабатывает студент-дипломник, с точки зрения охраны труда и окружающей среды.

"Специальная тема" - это раздел проекта, в котором приведены углубленные разработки, выполненные дипломником по вопро-

сам, непосредственно связанным с темой и направлением дипломного проекта, В спецтеме на основе анализа литературных источников, патентной проработки, разработки теоретических вопросов, конструкторских решений приводятся материалы, существенно дополняющие дипломный проект, показывающие широту, прочность и глубину знаний по данному конкретному вопросу, теоретическую мысль при разработке темы дипломного проекта.

Спецтема должна содержать личный вклад студента в решение конкретной проблемы, находиться в тесной связи с остальными разделами проекта, разрабатываться с учетом экспериментальных данных, полученных студентом при работе в СНО, как результат теоретического или экспериментального изучения конкретного процесса или раздела обработки металлов давлением.

По своей сущности и структуре спецтемы могут выполняться по следующим направлениям: исследовательская, технологическая, конструкторская, посвященная вопросам механизации и автоматизации техпроцессов и оборудования, САПР ТП, смешанная.

Спецтемы дипломных проектов должны решать конкретную важную задачу и отражать запросы производства.

Примерное содержание спецтемы:

- состояние вопроса и постановка задачи исследований по спецтеме по имеющимся производственным данным и литературным источникам;
- патентные проработки по конкретной теме, составление обзора патентной литературы;
- сбор, обработка и обобщение производственных материалов и результатов промышленных и лабораторных экспериментов;
- результаты выполнения научно-исследовательских работ по заданию кафедры или завода;
- частичная или полная механизация и автоматизация основного или вспомогательного производства;
- нахождение конструктивных или технологических решений по применению и улучшению производственных процессов получения деталей или полуфабрикатов;
- изучение и анализ принятых вариантов конструкций деформирующего инструмента с приведением проверочных, прочностных и геометрических расчетов;

- обобщение опыта работы производства, подготовки рекомендаций и выводов по результатам проработки спецтемы.

Выбор направления спецтемы, а также структура и количество охватываемых ею вопросов осуществляется по предложению студента или рекомендации руководителя преддипломной практики от предприятия в период прохождения преддипломной практики. Спецтема обязательно согласуется с руководителем дипломного проекта и руководителем преддипломной практики от университета. Если спецтема носит исследовательский характер, то материалы по ее выполнению могут быть получены до прохождения практики.

При выполнении таких спецтем целесообразно использовать экспериментальную базу университета, лабораторий цеха или завода.

Рекомендуемый список спецтем:

1. Применение компьютеров при проектировании прессовых матриц.

2. Прессование профилей без пресс-остатка.

3. Создание поточного производства пресс-изделий.

4. Прессование с обратным истечением металла.

5. Разработка инструментальной наладки для охлаждения матрицы при прессовании.

6. Повышение стойкости прессового инструмента.

7. Прессование профилей с винтовым истечением металла.

8. Разработка конструкций пресс-шайб переменного диаметра.

9. Технология прессования профилей из алюминиевых сплавов со смазкой.

10. Выбор рациональной конструкции инструментальной наладки.

11. Прессование с активным действием сил трения.

Пояснительная записка по данному разделу проекта должна содержать:

- анализ литературных данных по рассматриваемому вопросу;
- основные материалы, отражающие сущность спецтемы;
- расчеты и обоснования, подтверждающие экономическую и социальную эффективность выполненной работы;
- вывод и рекомендации;
- предложения по практической реализации полученных результатов.

В графической части проекта должны быть представлены чертежи, графики, таблицы, диаграммы и т.д., дающие исчерпывающее представление о проделанной работе и принятых решениях.

В разделе "Заключение" формулируются окончательные выводы, характеризующие итоги работы студента-дипломника по решению задач, поставленных в задании на выполнение дипломного проекта. Эти выводы представляются на основе сравнения технико-экономических показателей и социальных характеристик цеха, выбранного в качестве базового и проектируемого цеха.

В список использованных источников включаются книги, статьи, патенты и т.п. источники, сведения о которых располагают в порядке их упоминания в тексте. Библиографическое описание источников дают в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

Сведения о книгах должны последовательно включать порядковый номер источника, фамилию и инициалы авторов, заглавие книги, место издания, издательство и год издания, число страниц.

Сведения о статье должны включать название статьи, наименование журнала, год выпуска, том (если есть), номера страниц, на которых помещена статья.

Вспомогательный материал, который может загромождать текст, как правило, выносится *в приложения*. Такими материалами являются технологические карты, спецификации, тексты, распечатки программ и т.д.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа, на котором в правом верхнем углу написано слово "Приложение" и имеется тематический заголовок, например: "Технологические карты". Если в документе содержится более одного приложения, то приложения нумеруются заглавными буквами русского алфавита (например, приложение А). Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруются в пределах каждого приложения.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕССОВАНИЯ

В этом разделе проекта приводятся подробные расчеты технологического маршрута и параметров обработки применительно к одному из выбранных профилей. Результаты расчетов, проведенные для остальных профилей, приводятся в виде таблиц. По результатам расчетов составляется технико-экономическая карта, которая заполняется для каждого профиля и приводится в приложении к дипломному проекту.

Прессованные профили из алюминиевых сплавов подразделяются на четыре вида: профили сплошного сечения, пустотелые (полые) профили, профили переменного сечения, панели.

Ниже рассмотрены методические указания по разработке технологии прессования профилей первого вида, так как они составляют более 80% от всего сортамента прессуемых изделий.

2.1. Конструктивно-технологический анализ профиля

В этом разделе записки необходимо дать чертеж поперечного сечения прессованного изделия с указанием всех размеров, площади поперечного сечения и веса одного погонного метра, а также тип изделия и область его применения. Исходя из формы поперечного сечения привести краткое описание конфигурации данного профиля (наличие ребер, полостей, стенок различной толщины, симметричность относительно геометрического центра, сплошность и т.д.) и показать возможные трудности при прессовании. Привести технические условия на прессование изделия. Описать требования, предъявляемые к изделию (геометрия; допуски на размеры; требования к продольной кривизне, к скрутке вокруг продольной оси, к поперечной кривизне, радиусам скругления и угловым размерам; качество поверхности; состояние поставки, механические свойства; методы испытаний; маркировка), с указанием соответствующих ГОСТов на поставку: профилей ГОСТ 8617-81 и прутков ГОСТ 21488-76.

2.2. Классификация деформируемых алюминиевых сплавов и их основные характеристики

Характерным для современного уровня развития техники является повышение роли алюминиевых сплавов.

По механическим свойствам деформируемые А1-сплавы классифицируют по четырем основным признакам:

1. Прочность: низкая ($\sigma_{\theta} < 300$ МПа) - сплавы АД1, АМц, АМг2, АМг3, АВ, АД31, АД33; средняя ($\sigma_{\theta} = 300-450$ МПа) - сплавы АМг6, Д1, 1915, 1925, Д16; высокая ($\sigma_{\theta} > 450$ МПа) - сплавы АК6, АК8, В95, В96.

2. Коррозионная стойкость: к коррозионностойким сплавам относят АД1, АМц, АД31, АД33, АМг1, АМг2, АМг3, АВ. Следует учитывать, что А1 и однофазные сплавы на А1-основе более коррозионностойки, чем двух- и многофазные сплавы.

3. Свариваемость: по этому признаку различают сплавы свариваемые, которые сохраняют механические свойства при сварке плавлением, и несвариваемые, у которых при сварке плавлением прочностные характеристики сильно снижаются. К свариваемым относят сплавы АД1, АМц, АМг1, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АД31, АД33, АВ, 1915, 1925.

4. Склонность к упрочнению при термической обработке: термически упрочняемые и термически неупрочняемые сплавы. К термически упрочняемым сплавам относят АД31, АД33, АВ, Д1, 1915, 1925, Д16 и др., а к термически неупрочняемым АД1, АМц, АМг1, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6. Термически неупрочняемые сплавы можно упрочнить только холодной деформацией, и поэтому их поставляют в отожженном либо в нагартованном состояниях.

По состоянию поставки профили из алюминиевых сплавов по ГОСТ 8617-81 разделяют:

- 1) на закаленные и естественно состаренные - Т (Д1Т, АД31Т и др.);
- 2) закаленные и искусственно состаренные - Т1 (АВТ1, АД31Т1 и др.);
- 3) не полностью закаленные и искусственно состаренные - Т5 (АД31Т5);
- 4) отожженные - М (Д1М, АМг6М и др.);

5) без термической обработки - горячепрессованные (дополнительных знаков в обозначении не имеют).

Основные физические свойств А1-сплавов приведены в табл.2.

Таблица 2

Физические свойства алюминиевых сплавов

Марка сплава		ρ , кг/м ³	$t^*_{затв}$, °С	χ , М/(Ом·мм ²)	λ , Вт/(м·К)	$\alpha_{20-100^\circ\text{C}}$, 10 ⁻⁶ /°С
ГОСТ 4784-74 (Ст. СЭВ 996-78)	ANSI H35.2					
АДоч	1199	2700	660	37,5-37,7	232	23,5
АМц (1400)	3003	2730	645-655	22-28	160-190	23,5
АМг1 (1510)	5005	2690	630-650	23-31	170-190	23,6
АМг2 (1520)	5052	2680	620-650	23-26	130-170	23,6
АМг3 (1530)	5154	2660	610-640	20-23	130-170	23,7
Д12 (1521)	3004	2710	620-650	20-25	140-150	23,7
АМг4 (1540)	5086	2660	575-640	16-19	110-120	23,7
АД31 (1310)	6063	2700	585-650	28-34	190-210	23,4
АД35 (1350,6082)	6351	2700	585-650	24-32	150-190	23,4
Д18 (1187)	2117	2740	510-650	18-23	130-170	23,4
Д1 (1100)	2017	2800	512-650	18-28	130-170	22,8
Д16 (1160)	2024	2770	505-640	18-21	130-170	22,8
АК8 (1380)	2014	2800	510-640	23	160	23,4
1915	7005	2770	480-650	22-23	120-160	23
	7129	2780	485-640	18-22	130-160	23,6
В95(1950)	7075	2800	480-640	18-22	130-160	23,6

*Температура затвердевания

В настоящее время для отечественных А1-сплавов используются буквенно-цифровая и цифровая системы обозначений. В буквенно-цифровой маркировке не заложено какой-либо системы. Буквы обозначают алюминий и основной легирующий компонент, например АМг1, АМг2 (А1, Мг), иногда же в обозначении отсутствует всякая логическая связь.

Такая связь была установлена введением четырехзначной цифровой маркировки. В этом случае первой цифрой обозначают основу сплава. Алюминий и сплавы на его основе маркируют "1". Второй цифрой обозначают основной легирующий компонент - главный легирующий элемент или группу главных легирующих элементов (по принципу упрочняющих фаз). Все алюминиевые сплавы разделены на десять групп.

Цифрой "0" обозначаются спеченные А1-сплавы (САС), разные сорта пеноалюминия. Цифрой "1" обозначают сплавы на основе системы А1-Сu-Mg: 1100-Д1, 1160-Д16, 1190-Д19, 1191-ВАД1, 1190-ВД17, 1171-М40, 1180-Д18, 1165-В65, 1120-АК2, 1140-АК4, 1141-АК4-1; "2" - сплавы на основе системы А1-Сu: 1200-Д20, 1210-Д21, 1230-ВАД-23; "3" - сплавы на основе системы А1-Mg-Si: 1310-АВ (с медью), 1360-АК6, 1380-АК8, 01319-САС-1; "4" - сплавы на основе системы А1-Li, а также сплавы, легированные малорастворимыми компонентами (Мп, Сг, Zr); цифрой "5" - сплавы системы А1-Mg (магналии), а именно 1511-Д12, 1510-АМг1, 1520-АМг2, 1530-АМг3, 1540-АМг4, 1550-АМг5, 1560-АМг6, 1561-АМг61; цифрой "9" обозначаются сплавы на основе системы А1-Zn-Mg и А1-Zn-Mg-Cu, а именно 1915 - свариваемый сплав с цинком и магнием средней прочности, 1920-В92, 1930-В93, 1940-В94, 1950-В95, 1960-В96, 1969-ПВ90-САС, 01980-В48-4. Цифры 6, 7 и 8 в маркировке пока не задействованы.

Последние две цифры характеризуют номер сплава. Последняя цифра несет дополнительную информацию: нечетной обозначают деформируемые сплавы, четной - литейные.

Если сплавы не используются в серийном производстве, то перед маркой ставится цифра "0" и маркировка становится пятизначной.

Для указания состояния деформированных полуфабрикатов используется буквенно-цифровая система обозначений после марки сплава.

В табл.3 приведены некоторые аналоги состояния полуфабрикатов из деформируемых алюминиевых сплавов, принятых в России, США и Германии.

Таблица 3

Аналоги состояний полуфабрикатов из деформируемых алюминиевых сплавов, принятые в России, США и Германии

Состояние деформируемого полуфабриката	Россия	США	Германия
Без термической обработки	-	F	wh, zh 07-08 20-39
Мягкое, отожженное	M	O	w 10-19
Нагартованное	H	H18	30
Нагартованное на три четверти	H3	H16	30
Нагартованное наполовину	H2	H14	26
Нагартованное на четверть	H1	H12	24
Закаленное и естественно состаренное	T	T4	41
Закаленное и искусственно состаренное до максимальной прочности	T1	T6	61-62
После искусственного старения, обеспечивающего перестраивание	T2 T3	T73 T72	-
Закаленное с температуры окончания горячей обработки давлением, искусственно состаренное до максимальной прочности	T5	T5	p
Закаленное, усиленное правкой растяжением, искусственным старением до максимальной прочности	T7	T8	71-72

В США принята четырехзначная система обозначений деформируемых алюминиевых сплавов (табл.4). Она используется в качестве международной. В ее основе - система легирования

алюминиевых сплавов. Первая цифра указывает на систему легирования, к которой относится сплав:

Алюминий чистотой $\geq 99,0\%$	1xxx
Система Al-Cu.....	2xxx
Система Al-Mn.....	3xxx
Система Al-Si.....	4xxx
Система Al-Mg.....	5xxx
Система Al-Mg-Si.....	6xxx
Система Al-Zn-Mg и Al-Zn-Mg-Cu.....	7xxx
Прочие системы легирования.....	8xxx

Вторая цифра обозначения указывает порядковый номер модификации сплава относительно исходного сплава или чистоты сплава по примесям.

Две последние цифры обозначают непосредственно сплав и дают информацию о его чистоте. Для опытного сплава ставится индекс "Х" и маркировка становится пятизначной.

Состояний пресс-изделий из Al-сплавов несколько сотен. Основное состояние обозначается буквой, а их разновидности - одной или несколькими цифрами, стоящими после буквы.

К представленным в табл.4 добавляются некоторые обозначения: например, для нагартованного состояния ставится еще ряд цифр. Так, цифры, следующие за H1, H2 и H3, указывают степень нагартовки, которая ранжируется по шкале от отожженного состояния (0) до нагартованного, достигаемого холодной прокаткой с обжатием 75% после полного отжига (8), чему соответствует максимальное значение σ_{θ} .

За оценочный критерий взята максимально достигаемая нагартовка. Промежуточные состояния обозначаются цифрами 2, 4 и 6. Цифрой 2 обозначается состояние, при котором σ_{θ} находится посередине шкалы между 0 и 4. Цифра 4 соответствует значению σ_{θ} , среднему между состояниями 0 и 8, а цифра 6 - между состояниями 4 и 8. Существует еще состояние материала, обозначаемое цифрой 9, при котором σ_{θ} превышает прочность в состоянии H9 на 13 МПа. Такое состояние, которому соответствует максимальный предел прочности по указанной шкале, обозначается цифрой 8.

Третья цифра указывает на отличия от состояния с двузначным обозначением; так, при термической обработке T ставятся цифры от 1 до 10, которые указывают на ее виды (см. табл.4).

Таблица 4

Состояния деформируемых материалов, принятые в США

Состояние деформируемого полуфабриката	Обозначение
После изготовления без какой-либо дополнительной обработки (без указания предела уровня механических свойств)	F
Отожженное	O
Нагартованное	H
Только нагартованное, имеющее разновидности H 12, H 14, H 16 и H 18, отражающие разную степень нагартованности от четвертной (H12) до половинной (H18), соответствующего степени деформации 75 %	H1
Нагартованное и частично отожженное, имеющее разновидности H22, H24, H26 и H28, в которых промежуточные состояния достигаются частичным отжигом нагартованного материала	H2
Нагартованное и стабилизированное, имеющее разновидности в виде H32, H34, H36 и H38	H3
Нагартованное в процессе изготовления	H112
Нагартованное в процессе изготовления, когда степень нагартовки контролируется при горячей и холодной деформации	H321
Специально нагартованное коррозионное для сплавов системы Al-Mg	H116
Закаленное, нестабильное, применяемое для естественно стареющих сплавов	W
Термообработанное до стабильного состояния, отличного от F, O или H, до полуфабрикатов с последующей дополнительной нагартовкой или без нее	T
Охлажденное с повышенной температуры изготовления пресс-изделий и с последующим естественным старением для получения более стабильного состояния	T1
Отожженное посредством охлаждения от температуры прессования с последующими нагартовкой и естественным старением для получения более стабильного состояния для полуфабрикатов, упрочняемых холодной деформацией	T2

Закаленное с последующей холодной деформацией для повышения прочности и естественным старением	T3
Закаленное и естественно состаренное	T4
Охлажденное от температуры прессования и затем искусственно состаренное	T5
Закаленное и искусственно состаренное для полуфабрикатов, не подвергающихся холодной пластической деформации	T6
Закаленное и перестаренное для получения свойств за максимумом прочности на кривой старения	T7
После закалки, холодной деформации и искусственного старения, применяемого при последующей холодной деформации	T8
После закалки, искусственного старения и последующей холодной деформации для повышения прочности пресс-изделий	T9
После охлаждения с температуры горячей деформации, холодной пластической деформации и искусственного старения	T10
Требующее уменьшения остаточных напряжений после закалки или охлаждения от температуры прессования с помощью растяжения на степень деформации от 0,5 до 3 % в зависимости от вида полуфабриката	T51
Не подвергаемое дополнительной правке после растяжения	T511
Обеспечивающее уменьшение остаточных напряжений сжатия правкой сжатием с остаточной деформацией 1-5 %, после закалки или охлаждения	T52
Устойчивое после закалки из состояния О или F и последующего естественного или искусственного старения	T42

Помимо этого, для Т-состояний полуфабрикатов, подвергнутых деформации для снятия внутренних напряжений в металле, введены дополнительные обозначения в виде двух- и трехзначных цифр после основного обозначения состояния полуфабриката, например T551, T6511 и др.

Япония пользуется обозначениями, принятыми в США.

В Германии существует система обозначения состояний сплавов DIN 1700, согласно которой все сплавы обозначаются химическими

символами основных легирующих элементов с добавлением буквенных или цифровых обозначений. В обозначениях сплавов на первом месте - Al, а затем - символ основного легирующего элемента с числом, соответствующим его среднему содержанию в сплаве (AlMg3, AlZnMgCu1,5 и др.).

В табл.5 приведены принятые в Германии буквенные обозначения состояний поставки. Используются также числа от 0 до 99, которые сгруппированы по десяткам.

Таблица 5

*Обозначения состояний деформируемых материалов,
принятые в Германии*

Состояние деформируемого полуфабриката	Обозначение
Мягкое	w
Прессованное без окончательной термообработки	p
Горяче- или холоднокатаное на конечную толщину изделий, без последующей термообработки	wh
Тянутое (для труб, прутков и проволоки)	zh

В группе 00-09 - необработанные полуфабрикаты в виде чушки (00), литья в землю (01), в кокиль (02), под давлением (05), горячекатаные, нагартованные (07), прессованные и кованые (08);

10-19 - мягкие: 10 - без указания величины зерна, 11-18 - с указанием величины зерна, 19 - по специальным условиям поставки;

20-29 - холоднодеформированные со средней степенью деформации;

30-39 - холоднодеформированные, нагартованные и сверхнагартованные (30 - нагартованные);

40-49 - закаленные и состаренные, без последующей механической обработки;

50-59 - закаленные и естественно состаренные с последующей холодной деформацией;

60-69 - искусственно состаренные, без последующей механической обработки;

70-79 - искусственно состаренные, с последующей холодной деформацией;

80-89 - отпущенные без последующей холодной деформации;

90-99 - специальные виды обработки.

2.3. Обоснование выбора оптимальной технологии изготовления

Прессование сплошных профилей из алюминиевых сплавов производится по схемам прямого, обратного, изотермического прессования, с активными силами трения и другими способами, рис. 8. Чаще всего сплошные профили получают горячим прессованием на горизонтальных гидравлических прессах с прямым истечением металла без технологической смазки в одно- и многоканальные матрицы.

На внутренней поверхности контейнера наращивается тонкий слой из прессуемого металла - “рубашка”, который практически является его рабочей поверхностью.

Основные достоинства этого метода:

- простота конструкции матрицы с плоским торцом, что важно при изготовлении профилей со сложной формой поперечного сечения;

- затормаживание периферийных слоев заготовки в контейнере вследствие высоких сил трения, что способствует получению чистой поверхности изделий;

- возможность применения для производства пустотелых профилей матриц с вмонтированной иглой (язычковых). Вследствие отсутствия смазки полученный шов отличается высоким качеством.

Прессование со смазкой контейнера используют в небольшом объеме при производстве прутков, а в последнее время и профилей. Несмотря на такие преимущества, как повышение скорости прессования при производстве профилей из “трудно-деформируемых” сплавов в 2-3 раза и снижение энергозатрат на 35 - 40%, ограниченное применение этого процесса связано с тем,

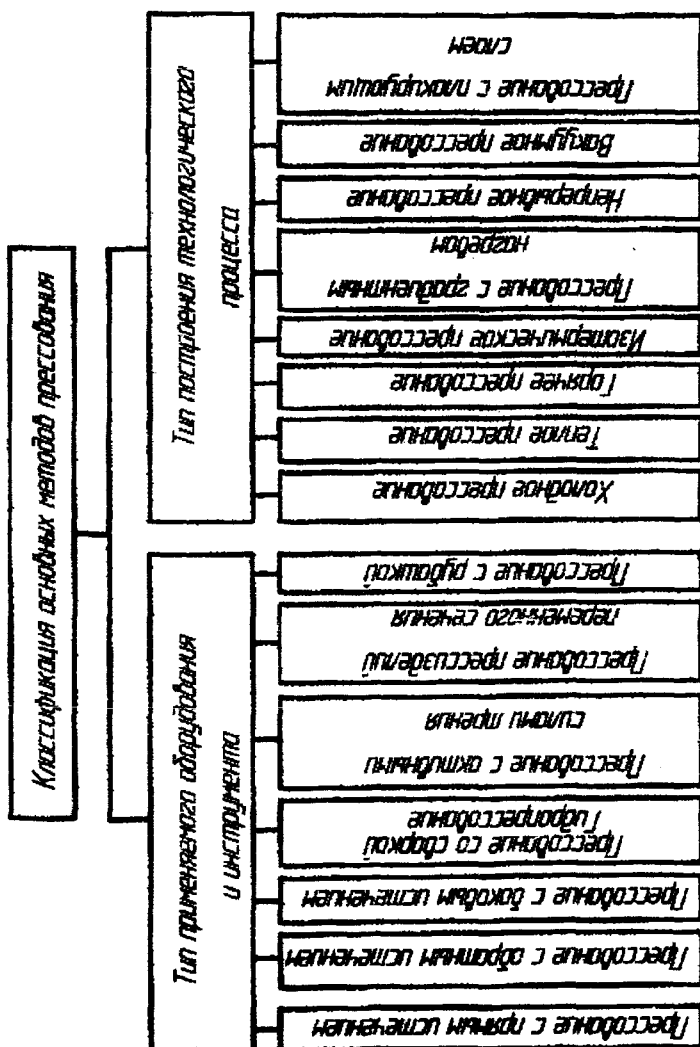


Рис. 8. Классификация основных методов прессования

что использование матриц с плоским торцом и маслографитовой смеси в качестве смазки не обеспечивает высокого качества поверхности изделия.

Прессование с обратным истечением резко уменьшает неравномерность деформации и потери на контактное трение, что позволяет увеличить длину заготовок, а следовательно, и длину получаемых изделий. Необходимость применения полого пресс-штемпеля и трудность отделения пресс-остатка на прессах существующих конструкций не позволяют этому методу конкурировать с методом прямого истечения. Однако вследствие существенных усовершенствований конструкций прессов применение этого метода в последние годы все более расширяется.

Весьма перспективны для прессования некоторых видов изделий из алюминиевых сплавов следующие разрабатываемые методы:

1. Гидропрессование с непрерывным вводом жидкости высокого давления в длинный контейнер, в который можно поместить слиток длиной в несколько метров.

2. Выдавливание одного слитка за другим с обеспечением их сварки по поверхности сочленения при использовании вакуумированных контейнеров, что позволит получать изделия практически неограниченной длины.

3. Выдавливание одного слитка за другим без их сварки с применением смазки контейнера, что повышает производительность прессов и облегчает их автоматизацию.

4. Холодное прессование профилей.

Следует учитывать, что одного какого-то “универсального” метода прессования, наиболее предпочтительного для всех видов выпускаемых изделий из алюминиевых сплавов, не существует. Поэтому к выбору метода прессования необходимо подходить дифференцировано и специализировать производство и оборудование на отдельных группах изделий.

В табл.6 приведены широко используемые технологические схемы производства профилей, прутков и труб. Схема № 1 применяется для сплавов с низкой скоростью охлаждения при закалке (например, сплавы АД31, АД33), по которой закалка проводится непосредственно в процессе прессования путем обдува профиля на желобе пресса.

Таблица 6

Технологические схемы производства пресс-изделий

Название операции	Технологическая схема				
	1	2	3	4	5
Нагрев	○	○	○	○	○
Прессование	○	○	○	○	○
Закалка в процессе прессования	○	○	○	○	○
Провка растяжением	○	○	○	○	○
Обрезка концов	○	○	○	○	○
Провка в роликовых машинах	○	○	○	○	○
Провка на прессах	○	○	○	○	○
Местная ручная провка	○	○	○	○	○
Закалка с нагревом в печах	○	○	○	○	○
Искусственное старение	○	○	○	○	○
Отжиг	○	○	○	○	○
Резка на мерные длины	○	○	○	○	○
Контроль качества	○	○	○	○	○
Аннотирование	○	○	○	○	○
Консервация	○	○	○	○	○
Упаковка	○	○	○	○	○

Последовательность выполнения операций на данной и других схемах показана линиями, соединяющими точки, которыми отмечены соответствующие операции.

Разветвления указывают на возможные подварианты данной схемы, которые понятны из таблицы. Схема № 2 является типовой для профилей, прутков и труб из сплавов, подвергающихся закалке в специальных печах и искусственному старению, например, из сплавов Д1, Д16, В95 и др. Эта схема обеспечивает изготовление профилей с термообработкой и без нее. Схема № 3 используется

для производства профилей, прутков и труб в отоженном состоянии, например, из сплавов типа АМгб. Схема № 4 является типовой для производства профилей периодического по длине поперечного сечения. Характерным для нее является использование операции правки на правильных прессах утолщенной (законцовочной) части профиля. Схема № 5 с двойным прессованием используется для производства профилей периодического сечения с большим отношением площади толстой и тонкой частей профиля. На первом прессовании получается профильная заготовка, которая после резки на части прессуется из профильного контейнера.

С учетом конфигурации профиля и современного состояния прессования необходимо дать критический анализ существующей технологии. Затем выбрать, обосновать проект новой технологии. Элементы новизны при разработке технологического процесса (режимов обработки, оборудования, механизации и автоматизации) должны быть обоснованы с точки зрения технической и экономической целесообразности их применения.

В пояснительной записке следует представить схему и описание выбранного способа прессования, перечень технологических операций.

Оптимальную технологию прессования профилей определяют следующие показатели: метод прессования, вытяжка, размеры заготовки, температурный интервал и тип нагревательного устройства, скорость прессования, количество каналов и их расположение на матрице, вид контактного трения, силовые параметры, конструкция прессового инструмента, тип и конструкция прессы. Ниже приведены основные положения, обеспечивающие правильный подбор перечисленных показателей.

2.4. Выбор размеров заготовки

Размеры заготовки являются важнейшими технологическими факторами, от которых зависит технико-экономическая эффективность всего процесса. Исходным условием для определения являются заданные форма и размеры пресс-изделия.

При прессовании профилей из алюминиевых сплавов используют сплошные цилиндрические заготовки круглого сечения диаметром D и длиной L . Оба эти параметра выбирают с учетом обеспечения высокого качества изделия и технико-экономических показателей процесса: производительности, выхода годного и т.д.

Для всех видов прессования целесообразно применять заготовки максимального объема. Чем больше объем заготовки, тем больше длина пресс-изделия. При этом для прямого метода прессования должно выполняться эмпирическое условие

$$2,0 \leq L/D \leq 4,5 . \quad (1)$$

Для обратного метода отношение L/D берется не более 6 и ограничивается длиной контейнера $L_K (L \leq 0,75L_K)$, а диаметр D - усилием пресса.

Рекомендуется, в первую очередь, увеличивать длину заготовки. При слишком большой длине заготовки увеличивается вероятность захлаживания металла к концу прессования, а при слишком малой - уменьшается выход годного и появляется вероятность образования пресс-утяжины. При возможности прессования из нескольких контейнеров применяют размер контейнера, обеспечивающий наивысшие технико-экономические показатели процесса. Уменьшение длины заготовки при прессовании без смазки приведет к увеличению доли расхода металла на пресс-остаток и обрезки концов профиля.

Технической характеристикой процесса прессования, определяющей размер заготовки, является коэффициент вытяжки или просто вытяжка. Его определяют как отношение площади поперечного сечения контейнера к площади поперечных сечений всех каналов матрицы:

$$\lambda = \frac{F_K}{\sum_{i=1}^n f_i} , \quad (2)$$

где F_K - площадь поперечного сечения контейнера;

f_i - площадь поперечного сечения i -го канала.

Для компактных по форме профилей, которые не подвергаются дальнейшей деформации, минимальная вытяжка должна быть не менее четырех. Вместе с тем прессование с большими вытяжками более производительное, но требует применения больших усилий и вызывает высокие напряжения в прессовом инструменте.

Рекомендуемые вытяжки для алюминиевых сплавов даны в табл.7.

Таблица 7

*Основные параметры прессования алюминиевых сплавов
с прямым истечением без смазки*

Сплав	Рекомендуемая вытяжка, λ	Скорость истечения $V_{ист}$, м/мин
AD1	до 200	30-150
АМц	до 200	20-150
АМг1	до 200	20-100
AD31	25-100	8-60
AB	25-100	8-60
1915	20-60	8-40
1925	20-60	8-40
D1	15-45	2,5-5
AK4-1	15-45	2,5-5
D16	15-45	1,8-3
B95	15-45	1,8-3
АМг6	15-45	1,5-2

В связи с этим приходится ограничивать не только минимальное значение вытяжки, но и ее максимальную величину.

Качество тонкостенных профилей обеспечивается практически любой вытяжкой. Ограничивающим условием в этом случае является расстояние A от поверхности втулки контейнера до ближайшей точки канала на матрице (табл.8).

Как показывает практика, коэффициент λ назначают из опыта и интуиции инженера. Для большего сортамента прессованных профилей из алюминиевых сплавов коэффициент вытяжки обычно берут в пределах 15-60. Причем меньшие значения λ используют

для труднодеформируемых сплавов, большие - для легкодеформируемых сплавов.

Зная площадь поперечного сечения прессованного профиля и задавшись числом каналов в матрице n , коэффициентом вытяжки λ , определяют ориентировочную площадь поперечного сечения контейнера и его ориентировочный диаметр:

$$F_{KO} = n\lambda f ,$$

$$D_{KO} = 1,13\sqrt{F_{KO}} .$$

В табл.8 по расчетному значению D_{KO} выбирают тип прессы с усилием $P_{пр}$, стандартный D_K (ближайший к D_{KO}) и другие параметры.

Далее определяют значение фактического коэффициента вытяжки

$$\lambda = \frac{F_K}{fn} ,$$

где F_K - действительная площадь поперечного сечения контейнера,

$$F_K = \frac{\pi D_K^2}{4} .$$

Диаметр заготовки должен обеспечить свободный ввод ее в контейнер. Увеличение диаметра заготовки от нагрева составляет $(0,01-0,012)D$, зазор между контейнером и заготовкой $(0,008-0,01)D$, плосовой допуск на заготовку $(0,007-0,013)D$. С учетом перечисленного $D \approx (0,965-0,975)D_K$. Полученное значение уточняют по ряду размеров заготовок (табл.8).

Длину заготовки определяют исходя из длины прессованного профиля по формуле

$$L = \frac{4[(l + \Delta)m + l_{ко}]nf}{\pi D^2} + H\lambda_P , \quad (3)$$

где l - длина готового профиля, мм;

Δ - припуск на длину, $\Delta = (100-300)$ мм;

$l_{ко}$ - длина концевой обрезки, $l_{ко} = (350 - 600)$ мм;

H - высота пресс-остатка (выбирается в зависимости от диаметра контейнера по табл. 8).

Таблица 8

Исходные данные для выбора типа пресса и размеров заготовки

Усилие пресса $P_{пр}$, МН	Диаметр контейнера D_K , мм	Удельное давление в контейнере q , МПа	Диаметр заготовки D , мм	Минимальное расстояние до крайней точки профиля А, мм	Высота пресс- остатка H , мм	Максимальная длина заготовки L_{max} , мм	Максимальная прессуемая длина $L_{max пр}$, мм
7,5	85	1310	82	15	25(15)	400	19000
	95	1020	92	15	25(15)	(520)	(25000)
	105	860	101	15	25(15)		
	115	720	110	20	25(15)		
12	115	1150	110	20	30(25)	580	25000
	130	910	125	20	30(25)	(750)	(33000)
20	170	890	162	25	40(30)	700	22000
	200	635	192	25	40(30)	(910)	(30000)
25	200	795	192	25	50(40)	800	30500
	225	625	217	25	50(40)	(1100)	(40000)
30	225	750	217	25	50(40)	800	23000
	250	620	240	30	55(40)	(1100)	(30000)
	270	520	258	30	60(45)		
50	300	705	285	30	75(60)	1000	23000
	360	490	345	35	80(65)	(1300)	(30000)
	420	360	405	35	100(75)		
120	500	610	480	50	120(125)	1800	25000
	650	360	630	65	160(125)	(2300)	(35000)
	800	240	780	80	200(155)		
200	650	600	630	65	160(125)	1850	40000
	800	400	780	80	200(155)	(2300)	(51000)
	950	282	925	95	250(195)		
	1100	210	1070	110	300(230)		

Примечание: в скобках – данные для обратного метода прессования.

Коэффициент распрессовки заготовки $\lambda_p = F_k / F$, где F площадь поперечного сечения заготовки,

$$F = \frac{\pi D^2}{4}.$$

Кратность готовых профилей в одной прессовке

$$m \leq \frac{L_{\max} \cdot n_p}{l},$$

где $L_{\max, n_p}$ – максимально прессуемая длина изделия (см. табл.8).

Далее следует проверка: выдержано ли наиболее рациональное отношение (1), меньше ли расчетная длина заготовки допускаемой (см. табл. 8). В случае невыполнения заданных условий изменяют в формулах (2), (3) λ, n, m и расчет размеров заготовки повторяют.

После определения окончательных размеров находят длину распрессованной заготовки $L_p = V/F_K$, где V - объем заготовки, $V = FL$.

Масса заготовки $G = V \cdot \rho$, где ρ - плотность материала прессуемого профиля.

2.5. Определение температурно-скоростного режима прессования

Температурный интервал прессования представляет разность минимальной и максимальной температур заготовки, при которых обеспечивается необходимый комплекс технико-экономических показателей процесса и характеристик качества изделий.

Температурный интервал прессования зависит от физической природы и состава сплавов; состояния заготовки; способа прессования; температурного режима; степени и скорости деформации; допустимых давлений на инструмент; требований к качеству поверхности изделий, к их макро- и микроструктуре, механическим и физико-химическим свойствам; формы поперечного сечения изделий и их размеров; требований к производительности прессов и др.

Даже из этого неполного перечня факторов, влияющих на выбор температурного интервала, видно, что ряд из них характеризуют противоположные тенденции в выборе температуры прессования.

Температурный интервал прессования выбирают так, чтобы при верхних предельных температурах не происходило перегрева или пережога металла, а при нижних - усилие прессования оказалось меньше предельного (паспортного) усилия пресса и обеспечивало требуемое качество структуры прессового изделия. Интервал

нагрева, приводящий к оптимальным условиям прессования, выбирают, уменьшая максимально допустимую температуру на величину, равную разогреву от тепла деформации, с учетом охлаждения заготовки при переносе в контейнер.

В настоящее время еще не найдены методы аналитического отыскания оптимума температурного интервала с учетом влияния всех факторов и предъявляемых требований. Вопрос решается в каждом конкретном случае отдельно. Выбор температурного интервала производится большей частью по диаграммам состояния и пластичности, рис. 9,10,11.

Максимальная температура прессования $T_{\max}$ должна соответствовать максимальному значению относительного сужения ψ и относительного удлинения δ при минимальном (или близком к нему) значении предела текучести σ_T . Причем значение этой температуры не должно превышать $0,9T_s$, где T_s - температура линии солидуса для данного сплава.

В табл. 9 приведены установленные многолетней практикой типовые режимы нагрева заготовок для основных марок алюминиевых сплавов, где кроме температурного режима нагрева заготовок указаны режим нагрева контейнера и предельно допустимая температура нагрева заготовок.

Для алюминиевых сплавов в применяемых интервалах температур горячего прессования скорость истечения в зависимости от состава и вида прессуемых изделий колеблется в очень широком диапазоне от 0,5 до 100 м/мин и более (см. табл.7).

Критериями, определяющими допустимую скорость истечения металла, служат: начало появления поверхностных трещин, образование рисок, налипов и других поверхностных дефектов, устойчивость геометрических размеров поперечного сечения изделия, начало появления гофров, волнистости и других дефектов.

На скорость истечения, кроме того, влияют состав и температура металла в пластической зоне, исходное состояние заготовки, неравномерность деформации, форма и размеры поперечного сечения изделия и соотношение размеров отдельных элементов профиля, конструкция инструмента, способ прессования, условия контактного трения.

Аналитические методы расчета оптимальной скорости истечения для каждого конкретного изделия с учетом влияния совокупности всех факторов еще не разработаны, и для решения этого вопроса используются данные, полученные многолетней практикой.

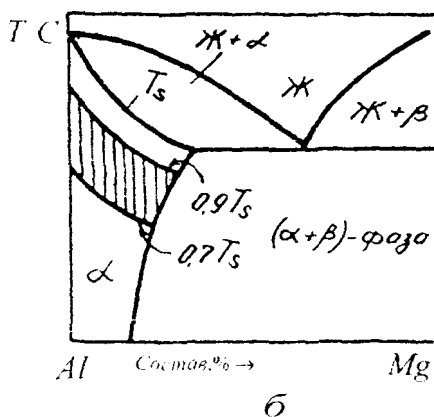
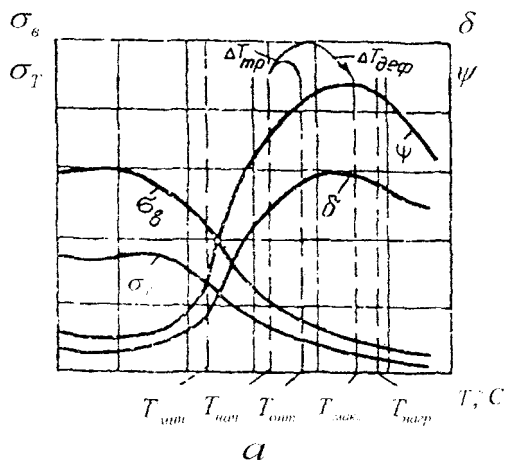


Рис.9. Выбор температуры прессования по диаграммам пластичности (а) и состояния (б)

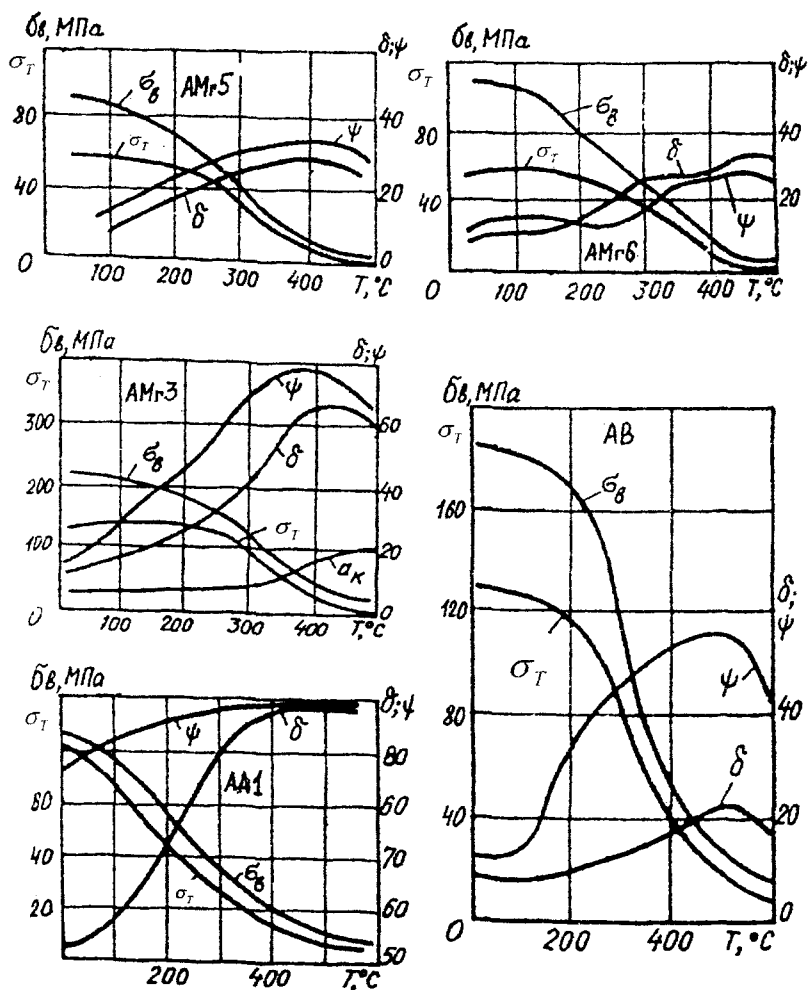


Рис. 10. Изменение механических свойств алюминиевых сплавов AMr3, AMr5, AMr6, AB от температуры

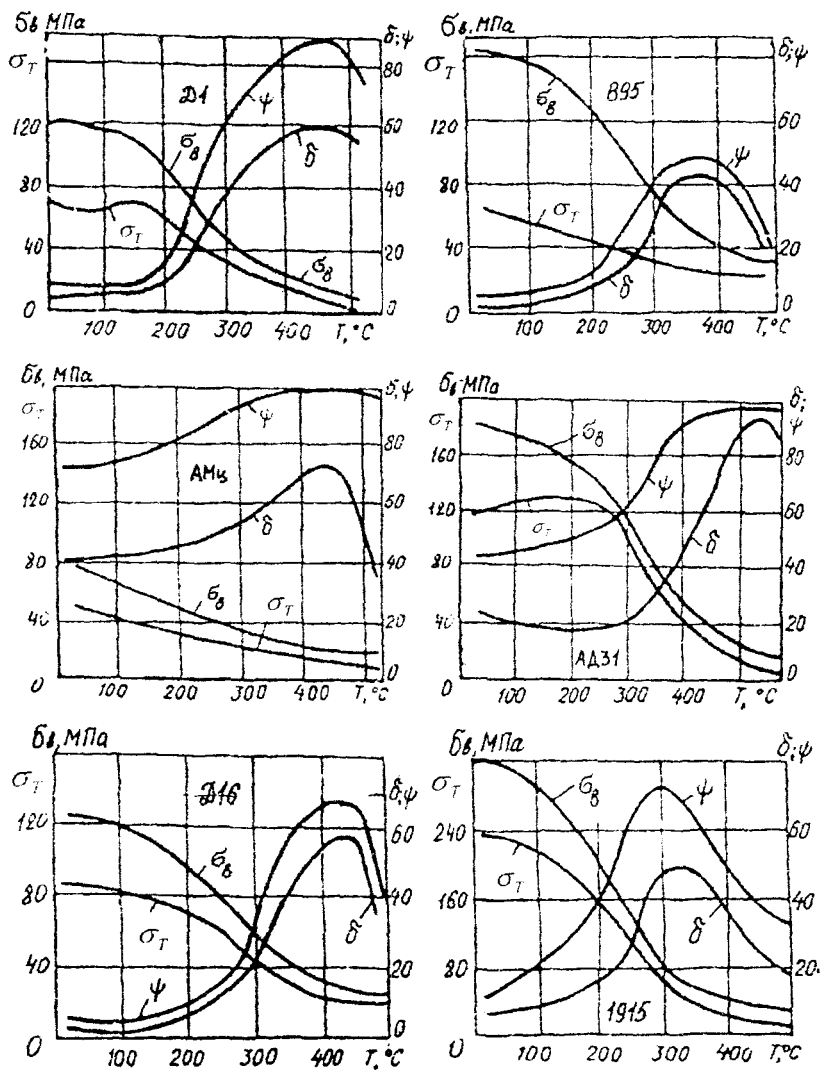


Рис.11. Изменение механических свойств алюминиевых сплавов Д1, Д16, АМц, АД31, В95, 1915 от температуры

Таблица 9

*Температура нагрева заготовок алюминиевых сплавов и контейнера
перед прессованием*

Марка сплава	Профили	Температура, °С		Предельно допустимая температура °С
		контейнера	заготовки	
Д16	Сплошные и полые общего назначения	350-430	400-460	490
	Повышенной прочности	380-430	430-460	490
	Прессуемые со смазкой	300-350	250-350	490
В95	Общего назначения	360-430	370-430	480
	Периодического сечения	370-430	410-450	480
	Прессуемые со смазкой	300-350	250-350	480
Д1, Д19 АК6, АК8	Все профили	350-430	400-460	490
АК4-1, АК4	То же	350-430	360-440	535
1925, 1915	»»»	350-430	400-450	470
АМг2, АМг3 АМг5, АМг6	»»»	350-430	400-450	490
АД0, АД1	»»»	350-430	400-450	550
Амц	»»»	400-430	440-480	550
АВ, АД33	»»»	400-450	480-510	550
АД31	Общего назначения без закалки на прессе	350-430	370-500	550
	С закалкой на прессе	400-450	450-520	550
В93	Все профили	300-320	320-350	550
АК6	С регламентированным крупнокристаллическим ободком	420-440	440-460	490

Все алюминиевые сплавы, в некоторой степени условно, можно разделить на три группы.

К первой относятся технический алюминий и малолегированные сплавы типа АД31, АМц и др., которые во всем диапазоне температур горячего прессования без смазки допускают (при прочих равных условиях) высокие скорости истечения (до 50-100 м/мин) без образования поверхностных трещин.

Ко второй группе относятся сплавы типа АВ, 01915, АМг2 и др. Эти сплавы допускают средние скорости истечения (5-20 м/мин).

Третья группа - высоколегированные сплавы и сплавы с повышенным содержанием меди, которые склонны к образованию трещин, и при прессовании их без смазки возможны только низкие скорости истечения (0,5-5 м/мин). Типичные сплавы этой группы - АМг6, Д16, В95 и др.

Наряду с указанными выше факторами при определенных условиях для скорости истечения существуют и другие ограничения.

Так, при прессовании сплавов первой группы ограничения скорости истечения могут быть вызваны техническими возможностями оборудования. Особенно это связано со скоростными характеристиками гидропривода, так как в общем случае развиваемые им скорости движения прессового инструмента и давление (при прочих равных условиях) связаны между собой строгой зависимостью - повышение скорости уменьшает давление, передаваемое на инструмент. При этом давление прессования будет равно развиваемому прессом при определенной скорости движения инструмента и дальнейшее повышение скорости становится невозможным.

Кроме того, ограничения скорости истечения металла могут создавать и другие факторы, как например производительность уборочных устройств, возможности системы регулятора скорости быстро увеличивать ее в начале и уменьшать в конце рабочего хода, особенно при короткой длине заготовок, и т. д.

Повышению скоростей истечения при прессовании алюминиевых сплавов способствуют:

1. Снижение температурного интервала нагрева заготовок перед прессованием.

2. Проведение гомогенизации литых заготовок (особенно для сплавов второй и третьей группы).

3. Применение технологических смазок и покрытий инструмента, снижающих контактное трение, что повышает для третьей группы сплавов скорость истечения в 2-3 раза.

4. Применение конструкций матриц (особенно конструкций каналов), которые наиболее полно выравнивают скорости истечения отдельных элементов профилей.

5. Применение местного охлаждения канала матрицы, снижающее температуру выходящего изделия, но не снижающее существенно температуру в пластической зоне.

6. Создание противодействия за счет меньшей конусности канала матрицы или приложения внешней силы, что снижает растягивающие напряжения в поверхностных слоях изделий.

Указанные и другие мероприятия, вытекающие из анализа рассмотренных выше особенностей течения металла при прессовании алюминиевых сплавов и факторов, влияющих на скорость истечения, позволяют в отдельных случаях значительно превысить указанные скорости истечения для каждой группы сплавов.

С учетом охлаждения во время транспортировки от нагревательного устройства к прессу температура нагрева заготовки подсчитывается по формуле

$$T_{НАГР} = T_{МАКС} - \Delta T_{ДЕФ} + \Delta T_{ТР},$$

где $\Delta T_{ДЕФ}$ - тепловой эффект деформации.

Разогрев металла от деформации можно найти по приближенной формуле

$$\Delta T_{ДЕФ} = \frac{\sigma_T L \lambda \lambda}{c \rho},$$

где σ_T - предел текучести при температуре $T_{НАГР}$ (берется по диаграмме пластичности), c - средняя удельная теплоемкость, $c = 870 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$.

Падение температуры при транспортировке находится из выражения

$$\Delta T_{ТР} = V_{охл} \tau_{ТР},$$

где $\tau_{ТР}$ - время транспортировки, $\tau_{ТР} = 10-30 \text{ с}$, $V_{охл}$ - средняя скорость охлаждения, $V_{охл} = 2-5^\circ \text{C}/\text{с}$.

Скорость истечения $V_{ист}$ зависит от множества факторов. Завышенная скорость приводит к надрывам, трещинам, гофрам, волнистостям. Допустимые значения $V_{ист}$ для профилей из алюминиевых сплавов приведены в табл. 7.

Меньшие скорости из этих интервалов относятся к прессованию профилей сложных сечений. Указанные величины скоростей являются ориентировочными. Например, снижение температуры прессования с 400 до 200°C дает возможность увеличить скорости истечения в 3-5 раз, но вместе с тем это резко повышает требуемое усилие прессования.

Скорость прессования $V_{пп}$ и скорость истечения $V_{ист}$ связаны между собой соотношением $V_{ист} = \lambda V_{пп}$.

2.6. Анализ напряженного состояния

В данном разделе необходимо дать схему напряженно-деформированного состояния при прессовании, подробно описать и проанализировать все напряжения и деформации, действующие в зоне очага деформации и после выхода металла из него. Необходимо также записать условие пластичности в очаге деформации и кратко его проанализировать.

2.7. Расчет энергосиловых параметров

Усилие прессования рекомендуется находить по наиболее распространенной формуле И.Л. Перлина:

$$P = R_M + T_{KP} + T_M + T_{II},$$

где R_M - усилие, необходимое для осуществления деформации без учета внешнего трения; T_{KP} , T_M , T_{II} - усилия, необходимые для преодоления сил трения по боковой поверхности контейнера, матрицы и калибрующего пояска соответственно.

Составляющие полного усилия при прессовании сплошных профилей из сплошной цилиндрической заготовки вычисляют по выражениям

$$T_{KP} = \pi D_K (L_P - h) \mu_{KP} \sigma_{TKP};$$

$$R_M = \frac{0,785(i + i_{доп})}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} D_K^2 \sigma_{ТС};$$

$$T_M = \frac{0,785}{\sin \alpha} i D_K^2 \mu_M \sigma_{ТС};$$

$$T_{II} = \lambda F_{ТП} \mu_{II} \sigma_{ТК}.$$

В этих формулах i - интегральный показатель деформации, $i = \ln \lambda$;
 $i_{\text{доп}}$ - интегральный показатель дополнительной информации,

$$i_{\text{доп}} = \ln \sqrt[4]{\frac{nf}{a_{\text{ср.пр}}^2}},$$

где $a_{\text{ср.пр}}$ - средняя толщина профиля, разбитого на "N" участков;
 $a_{\text{ср.пр}} = (a_1 + a_2 + \dots + a_N)/N$; f - площадь сечения профиля; n - число каналов матрицы.

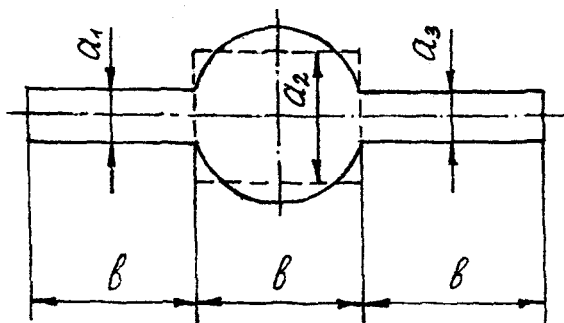


Рис.12. Определение средней толщины профиля

Для определения $a_{\text{ср.пр}}$ сечение профиля разбивают на произвольное число участков приблизительно равной ширины "в" (рис.12).

Произвольность подхода в определении "в" приводит в ряде случаев к затруднениям. Поэтому при необходимости определения $i_{\text{доп}}$ для профилей, типа показанного на рис.12 (некомпактного сечения), целесообразно вычислять среднюю площадь участков, составляющих сечение профиля $f_{\text{ср.пр}}$ (рис.13).

Величина $i_{\text{доп}}$ вычисляется как логарифм от корня четвертой степени из отношения площади изделия к средней площади участка профиля:

$$i_{\text{доп}} = \ln \sqrt[4]{\frac{f}{f_{\text{ср.пр}}}},$$

$$f_{\text{ср.пр}} = (f_1 + f_2 + \dots + f_N)/N.$$

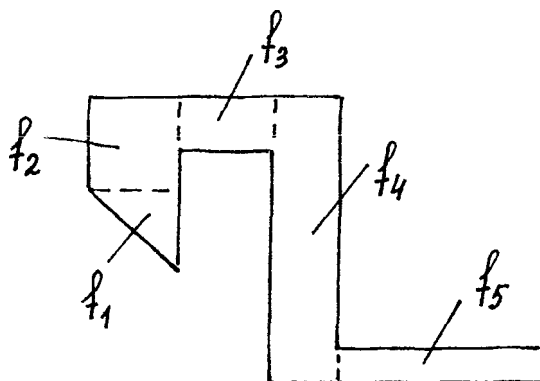


Рис.13. Определение средней площади участка профиля

Назначение участков профиля $f_1+f_2+...+f_N$, составляющих сечение, произвольно. Использование такого метода упрощает расчеты.

h - высота очага деформации, $h=(0,3-0,5)D_K/2$;

α - угол наклона образующей канала матрицы к ее оси (для плоских матриц принимается $\alpha = 60^\circ$ из-за образования "мертвой" зоны);

$F_{ТП}$ - поверхность трения, $F_{ТП} = \Pi l_{кал}$

Π - периметр профиля;

$l_{кал}$ - длина калибрующего пояска;

μ_M , $\mu_{П}$, $\mu_{КТ}$ - коэффициенты трения на контактных поверхностях матрицы, калибрующем пояске и боковой поверхности контейнера, табл. 10.

Таблица 10

Значение коэффициентов трения

Условие прессования	μ_M	$\mu_{П}$	$\mu_{КТ}$
Со смазкой	0,15	0,10	0,12
Без смазки	0,45	0,20	0,50

σ_{TH} , σ_{TK} , σ_{TC} - истинные пределы текучести соответственно в начале и конце очага пластической деформации и среднее по очагу деформации,

$$\sigma_{TC} = \sqrt{\sigma_{TH} \cdot \sigma_{TK}}.$$

Предел текучести около боковой поверхности контейнера $\sigma_{TKP} = 1,5\sigma_{TH}$ в условиях полного схватывания.

Значения σ_{TH} и σ_{TK} определяют с учетом $T_{НАГР}$ и длительности пребывания металла в очаге деформации τ (рис. 14,15),

$$\tau = \frac{W_{OD}}{W_C},$$

где W_{OD} - объем очага деформации,

$$W_{OD} \approx 0,2(D_K^3 - d_K^3);$$

W_C - секундный объем, вытекающий из каналов в матрице,

$$W_C = fV_{уст}n$$

При прессовании сплошных некрутых профилей d_K рассчитывают как приведенный размер равновеликого по сечению прутка по формуле

$$d_K = 1,13\sqrt{nf}.$$

В качестве примера найдем σ_{TH} и σ_{TK} по диаграмме для сплава АМг6 при $\tau=100$ с и $T_H=420^\circ\text{C}$ (рис. 15): $\sigma_{TH}=31$ МПа, $\sigma_{TK}=82$ МПа.

Номинальное усилие является основной характеристикой гидравлического пресса, так как не учитывает гидравлические потери, потери на преодоление сил трения в уплотнениях и направляющих подвижных частей и т.п. Это усилие пресс может развивать только в тот момент, когда скорость прессующей траверсы равна нулю и главный цилиндр пресса соединен с источником рабочей жидкости, давление которого имеет максимальную величину.

Действительное рабочее усилие пресса, которое он развивает в процессе прессования, составляет часть номинального усилия.

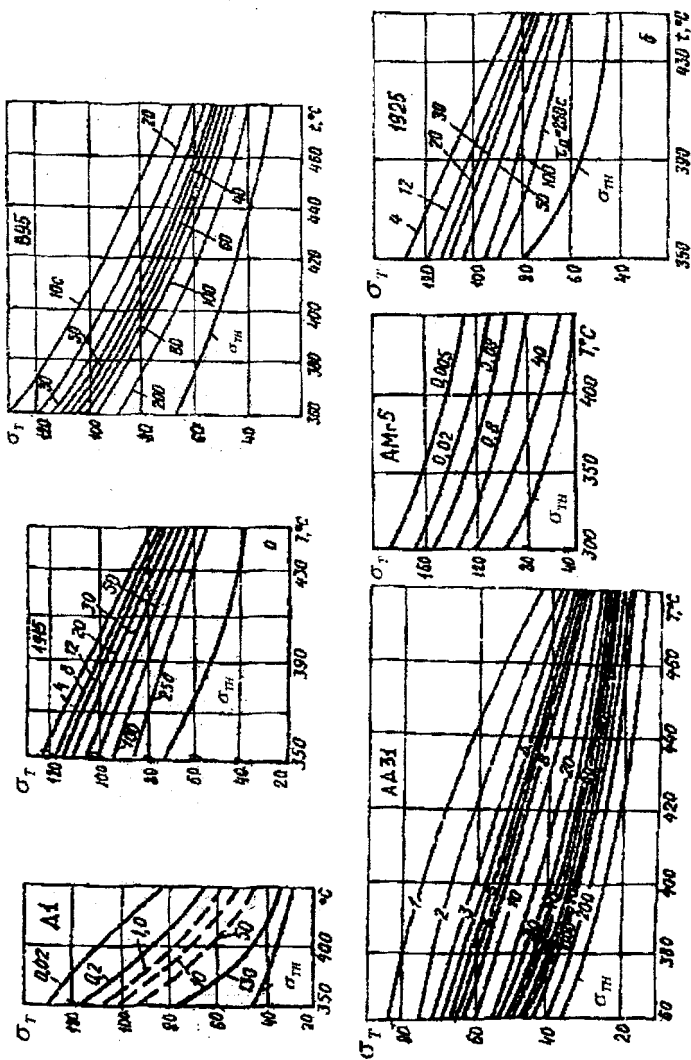


Рис.14. Зависимости сопротивления деформации σ_T (МПа) от температуры T °C и длительности деформации t (с) для сплавов Д1, 1915, В95, АД31, АМг5, 1925

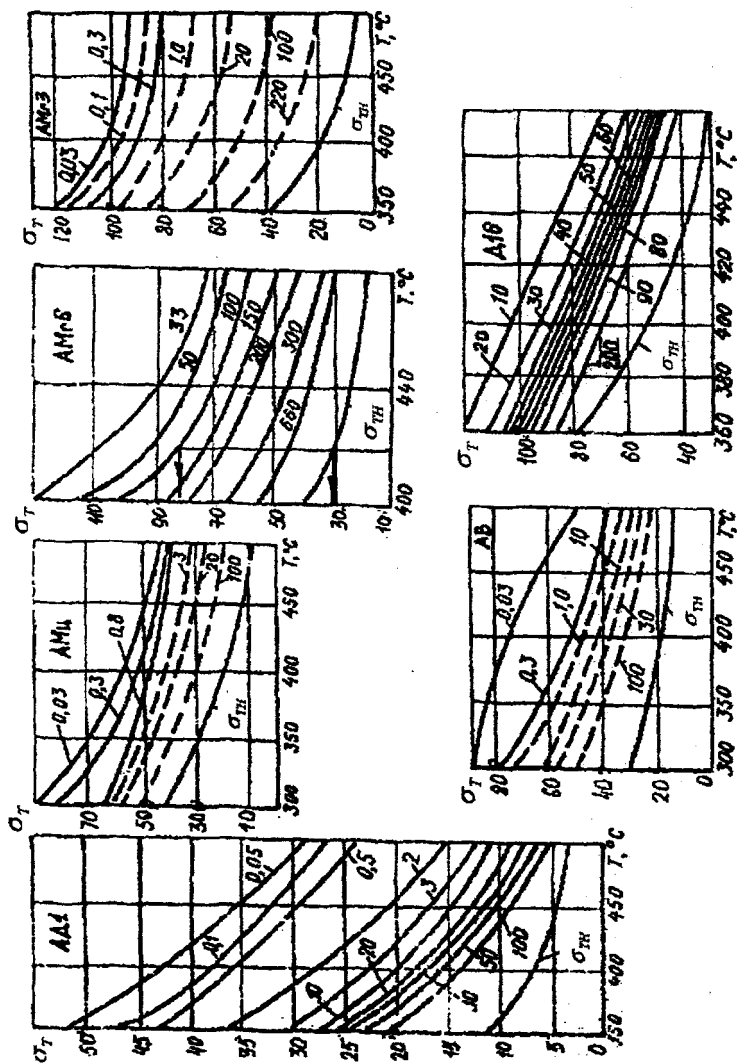


Рис.15. Зависимости сопротивления деформации σ_T (МПа) от температуры $T^{\circ}\text{C}$ и длительности деформации τ (с) для сплавов АД1, АМц, АМГ6, АМГ3, АВ, Д16

Поэтому величина номинального усилия находится по формуле

$$P_{np} = K_3 P,$$

где K_3 - коэффициент запаса по усилию, $K_3 = 1,3$.

Найденное расчетное значение усилия пресса сравнивается с предварительно выбранным по табл.8. Если расчетное усилие меньше, чем номинальное усилие выбранного пресса, то пресс выбран правильно, если же расчетное усилие больше выбранного, то выбирают другой пресс, с большим номинальным усилием, при том же диаметре контейнера.

2.8. Выбор типа и количества оборудования

В технологическом цикле прессования профилей применяют два вида основного оборудования: печи для нагрева заготовок и гидравлические прутково-профильные прессы усилием 7,5-200 МН.

На рис.16 представлена конструкция прутково-профильного горизонтального гидравлического пресса номинальным усилием 25 МН для прессования с прямым истечением металла.

Основными узлами пресса являются станина, прессующая траверса, рабочий, возвратные и форсирующие цилиндры, контейнер с контейнеродержателем и цилиндрами передвижения, матрицедержатель и устройство для отделения пресс-остатка от изделия (ножницы).

Станина состоит из неподвижных передней и задней поперечин, которые соединены колоннами в жесткую раму, образующую замкнутый силовой контур пресса, и устанавливается на фундаментной плите. Задняя поперечина, в которой монтируются все цилиндры привода прессующей траверсы, жестко фиксируется на плите в продольном и поперечном направлениях с помощью шпонок и клиньев. Передняя поперечина, в которой размещены матрицедержатель, ножницы для отделения пресс-остатка и цилиндры передвижения контейнера, устанавливается на призматических направляющих с помощью винтовых домкратов. Таким образом, при удлинении колонн в процессе прессования передняя поперечина имеет возможность перемещаться по этим направляющим вдоль оси пресса.

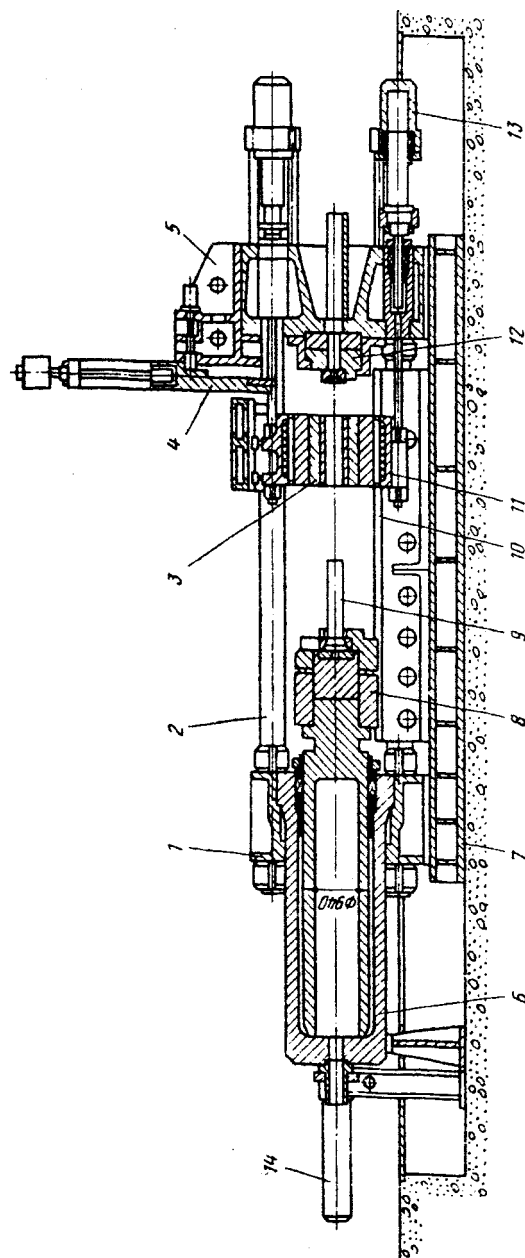


Рис. 16. Прутково-профильный горизонтальный гидравлический пресс усилием 25 МН: 1 - задняя поперечина; 2 - колонна; 3 - контейнер; 4 - ножницы для отделения пресс-остатка; 5 - передняя поперечина; 6 - рабочий цилиндр; 7 - фундаментная плита, 8 - прессующая траверса; 9 - пресс-штемпель; 10 - призматические направляющие; 11 - контейнеродержатель, 12 - матрицедержатель; 13 - цилиндры передвижения контейнера; 14 - форсирующий цилиндр

На фундаментной плите между задней и передней поперечинами монтируются призматические направляющие, по которым скользят опорные башмаки прессующей траверсы и контейнеродержателя при их перемещениях в цикле прессования. Башмаки снабжены винтовыми домкратами и служат для установки прессующей траверсы и контейнеродержателя по оси пресса.

Расположение направляющей на фундаментной плите, позволяет исключить влияние температурных деформаций и деформаций изгиба колонн и поперечин пресса на точность центрирования пресс-штемпеля и контейнера. С той же целью плоскости скольжения призматических направляющих выполнены пересекающимися на оси прессования, чтобы сохранить настройку пресса при нагреве контейнера, так как в этом случае расширение контейнера в радиальном направлении происходит свободно без смещения оси прессования.

Прессующая траверса пресса служит для передачи усилия от рабочего цилиндра на прессуемую заготовку через закрепленный на ней пресс-штемпель и связана с плунжерами рабочего, возвратных и форсирующих цилиндров. Полное усилие прессования создается рабочим (главным) цилиндром и двумя форсирующими, последние обеспечивают ускоренный холостой ход вперед прессующей траверсы и позволяют, кроме того, отказаться от дополнительного бака при индивидуальном приводе пресса или понизить в нем давление при насосно-аккумуляторном приводе. Возвратные цилиндры, имеющие общий плунжер с форсирующими, предназначены для обратного холостого хода прессующей траверсы.

Усилие холостого хода пресса, которое складывается из усилий форсирующих цилиндров и рабочего цилиндра при давлении наполнения, обычно составляет 10-12 % номинального усилия пресса и должно обеспечивать достаточно высокую среднюю скорость движения прессующей траверсы (до 300-400 мм/с) и надежное заталкивание заготовки с пресс-шайбой в контейнер пресса. Усилие возвратных цилиндров обычно составляет 6-10 % номинального усилия пресса и должно обеспечивать такое же значение скорости обратного холостого хода. При этом необходимо иметь в виду, что большие значения усилий обратного хода отно-

сятся к прессам, работающим с постоянной пресс-шайбой, которую необходимо протаскивать обратно через контейнер.

Для крепления пресс-штемпеля в держателе прессующей траверсы выполнен подковообразный паз, в который сверху устанавливается пресс-штемпель с центрирующим кольцом. На кольце имеется проушина, за которую оно может быть захвачено крюком крана. Держатель прижимается к прессующей траверсе шпильками и одновременно поджимает пресс-штемпель через кольцо к опоре в траверсе. Для замены пресс-штемпеля достаточно ослабить гайки шпилек, и держатель под действием пружин отойдет от прессующей траверсы и создаст осевой зазор в подковообразном пазе. Такое быстросъемное крепление пресс-штемпеля, по сравнению с еще применяемым на ряде существующих прессов креплением посредством конической втулки со шпильками и гайками, позволяет значительно сократить время простоев прессов.

С целью совмещения вспомогательных операций на прессе и сокращения времени цикла прессования ход прессующей траверсы несколько превышает две длины контейнера (пресс двухходовой), что позволяет производить одновременно отделение пресс-остатка с пресс-шайбой от изделия и загрузку новой заготовки с пресс-шайбой в контейнер. Увеличение холостого хода прессующей траверсы компенсируется повышением скорости ее перемещения.

Контейнер пресса выполнен многослойным, состоящим из трех втулок, посаженных с натягом. Для обеспечения требуемого температурного режима прессования наружная втулка контейнера снабжена встроенным индуктором.

Контейнер установлен в контейнеродержателе на продольных шпонках, обеспечивающих сохранение осевой центровки пресса в процессе работы, несмотря на интенсивный нагрев контейнера. В осевом направлении контейнер фиксируется в контейнеродержателе с помощью двух секторных затворов, входящих в кольцевую проточку на наружной втулке контейнера.

Корпус контейнеродержателя выполнен неразъемным с кольцевым пазом для размещения термоизоляции и отверстиями для крепления тяг цилиндров передвижения, которые смонтированы на передней поперечине пресса. Величина хода контейнеродержателя определяется его перемещением, необходимым для

смены контейнера и прохода к матрице устройства для отделения пресс-остатка от изделия. Усилие цилиндров контейнеродержателя при прижиге контейнера к матрице обычно составляет 8-10 % номинального усилия пресса и должно обеспечивать возможность прессования со смазкой; усилие отвода контейнера от матрицы составляет 12-15 % номинального усилия пресса и должно обеспечивать возможность прессования через язычковую матрицу с отрывом пресс-остатка (прессование со сваркой металла в зоне деформации). Необходимость передачи таких больших усилий обуславливает цельную конструкцию корпуса контейнеродержателя.

Матрицедержатель выполнен в виде салазок с поперечным перемещением в направляющих, закрепленных на передней поперечине пресса. Он имеет две позиции для размещения матричных комплектов и передвигается для совмещения любого из них с осью прессования при помощи гидравлических цилиндров. Такая конструкция матрицедержателя позволяет производить смену матриц, очистку, смазку и контроль формы ее рабочего канала без остановки процесса прессования.

Устройство для отделения пресс-остатка и пресс-шайбы от изделия выполнено в виде ножиц, которые крепятся с внутренней стороны передней поперечины пресса. Ножицы производят рабочий ход при отводе контейнера от матрицы, как показано на рис.17. Крайнее верхнее положение фиксируется с помощью стопора.

Последовательность технологических операций при прессовании профилей сплошного сечения из алюминиевых сплавов на рассматриваемом прессе схематически показана на рис.17. В исходном положении перед подачей нагретой заготовки прессующая траверса с пресс-штемпелем находятся в крайнем заднем положении. Заготовку с пресс-шайбой специальным механизмом подают на ось пресса в зазор между пресс-штемпелем и торцом контейнера (позиция I).

При холостом ходе прессующей траверсы вперед пресс-штемпель заталкивает заготовку и пресс-шайбу в контейнер, после чего подающий механизм возвращается в исходное положение, освобождая пространство для дальнейшего движения прессующей траверсы (позиция II).

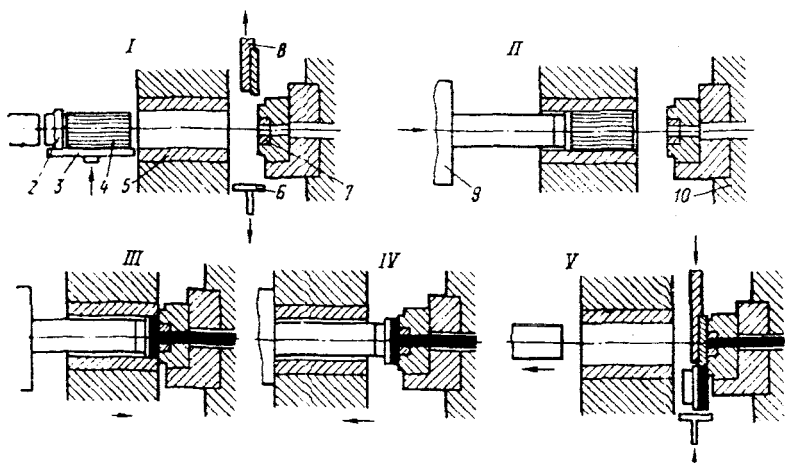


Рис.17. Схема прессования сплошных профилей: 1 - пресс-штемпель; 2 - пресс-шайба; 3 - устройство для подачи заготовок; 4 - заготовки; 5 - контейнер; 6 - приемник пресс-остатка; 7 - матрица; 8 - ножницы; 9 - прессующая траверса; 10 - передняя поперечина

При последующем движении пресс-штемпеля после прижатия контейнера к матрице происходит процесс прессования заготовки через матрицу с образованием пресс-изделия (позиция III). Прессование идет до тех пор, пока длина пресс-остатка не достигнет заданной величины, после чего траверсу останавливают.

Для удаления пресс-остатка вместе с пресс-шайбой из контейнера последний отводят от матрицы, освобождая пространство для прохода ползуна ножниц и приемника пресс-остатков (позиция IV). Движением ножа ножниц пресс-остаток с пресс-шайбой отделяют от изделия и специальным механизмом транспортируют в разделительное устройство, расположенное вне пресса, где производят отделение пресс-остатка от пресс-шайбы. Ползун ножниц возвращается в исходное положение (позиция V).

Одновременно с операциями отделения пресс-остатка и пресс-шайбы от изделия происходит возвращение пресс-штемпеля в крайнее заднее положение и загрузка следующей заготовки с пресс-шайбой в контейнер пресса, т.е. начинается следующий цикл прессования.

На рис.18 показана схема горизонтального гидравлического пресса для обратного прессования профилей с постоянной матрицей на шплинтоне. Его конструкция является универсальной и позволяет осуществлять прямое прессование.

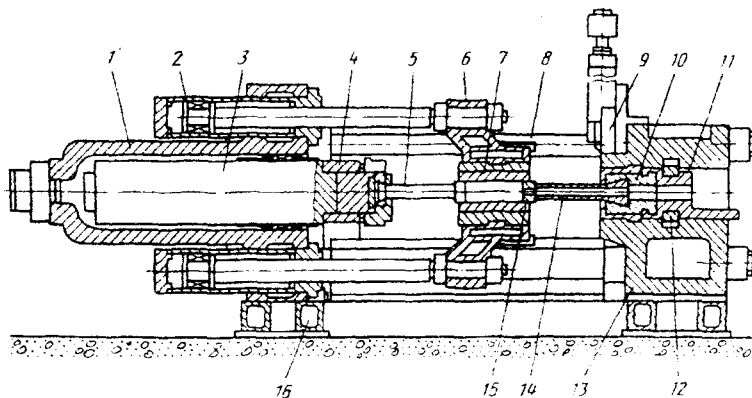


Рис.18. Прутково-профильный горизонтальный гидравлический пресс для прессования с прямым и обратным истечением металла: 1 - задняя поперечина - рабочий цилиндр; 2 - цилиндры передвижения контейнера; 3 - главный плунжер; 4 - прессующая траверса; 5 - пресс-штемпель; 6 - контейнеродержатель; 7 - контейнер; 8 - колонна; 9 - ножницы для отделения пресс-остатка; 10 - салазки; 11 - мундштук шплинтон; 12 - затвор мундштука; 13 - передняя поперечина; 14 - шплинтон; 15 - матрица; 16 - станина

Основное отличие этого пресса от предыдущего состоит в конструкции матрицедержателя и применении пресс-штемпеля вместо затвора. Шплинтон имеет возможность перемещения вдоль оси пресса на мундштуке и поперек оси пресса на салазках. Крайние положения осевого хода мундштука, примерно равного длине контейнера, фиксируются затвором. Поперечный ход салазок обеспечивает при необходимости смену шплинтон или матрицы без остановки процесса прессования. Ножницы для отделения пресс-остатка 9 при обратном и прямом прессовании смонтированы стационарно на передней поперечине пресса. Пресс-штемпель в процессе обратного прессования выполняет роль затвора прессующей траверсы, закрывающего полость контейнера, и обеспечивает их совместное движение при рабочем ходе.

Последовательность технологических переходов при обратном прессовании сплошных профилей на подобном прессе представлена на рис. 19.

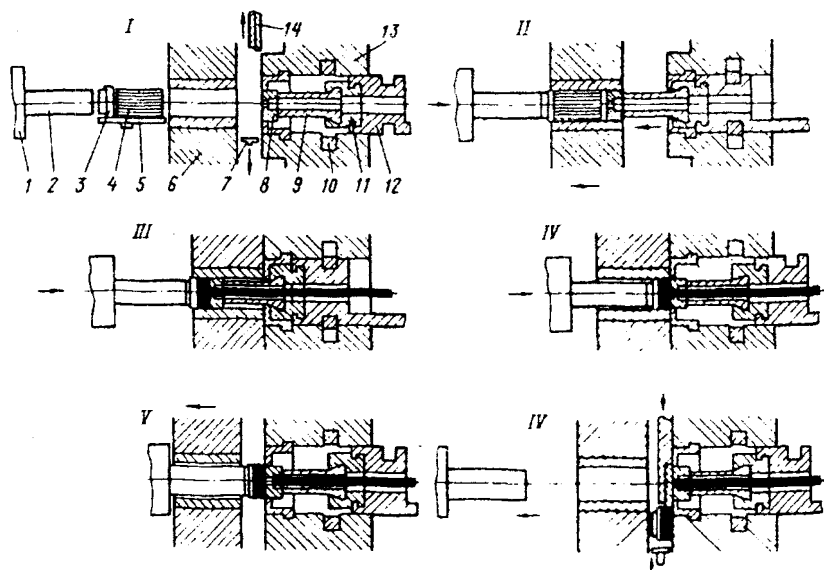


Рис. 19. Схема процесса прессования сплошных профилей с обратным истечением металла: 1 - прессующая траверса; 2 - пресс-штемпель; 3 - пресс-шайба; 4 - заготовка; 5 - податчик заготовок; 6 - контейнер; 7 - приемник пресс-остатков; 8 - матрица; 9 - шплинтон; 10 - затвор; 11 - салазки; 12 - мундштук; 13 - передняя поперечина; 14 - ножницы

В исходном положении перед подачей нагретой заготовки прессующая траверса с пресс-штемпелем находится в крайнем заднем положении, контейнер - у передней поперечины пресса, затвор мундштука открыт и шплинтон расположен в крайнем переднем положении (позиция I).

Заготовка с пресс-шайбой подаются на ось пресса в пространство между пресс-штемпелем и торцом контейнера. Контейнер надвигается на заготовку. В это время шплинтон выдвигается в крайнее заднее положение - положение прессования, и затвор мундштука закрывается (позиция II).

Перед началом прессования контейнер с заключенной в него заготовкой с передней стороны закрыт матрицей, а с другой стороны - пресс-штемплем через пресс-шайбу. Процесс прессования происходит при совместном движении прессующей траверсы и контейнера (позиция III).

Прессование прекращают, когда пресс-остаток достигает заданной величины и контейнер упирается в переднюю поперечину. Затвор муштака открывается, и пресс-штмпель проталкивает пресс-шайбу и пресс-остаток через контейнер (позиция IV). Для полной очистки контейнер отводится от матрицы, выпрессовывая пресс-остаток с пресс-шайбой (позиция V). Шплинтон находится в положении отрезка пресс-остатка, а прессующая траверса возвращается в исходное положение. После отделения изделия от пресс-остатка вместе с пресс-шайбой и загрузки новой заготовки процесс повторяется (позиция VI).

Переход от прессования с обратным истечением к прямому прессованию осуществляется простым перемещением салазок и установкой на ось пресса нового комплекта инструмента. Также осуществляется смена инструмента при обратном прессовании. Последовательность технологических операций при прессовании на этом прессе с прямым истечением аналогична показанным на рис.17.

К вспомогательному оборудованию относятся все механизмы и оборудование, необходимые для осуществления полного технологического цикла от резки слитков перед прессованием до консервации и упаковки готовых профилей.

В данном разделе записки дается технически обоснованный выбор типов основного оборудования в соответствии с принятым технологическим процессом, краткое описание работы и основные паспортные характеристики, обоснование выбора того или иного типа оборудования. Например, усилие растяжной правильной машины определяют по усилию правки, найденному по формуле

$$Q_{пр} = k_3 \sigma_T f ;$$

где k_3 - коэффициент запаса, учитывающий наклеп материала и др., $k_3 = 1,2$

Предварительный выбор типа прутково-профильного гидравлического пресса осуществляют по размерам контейнера (см. табл. 8).

При выборе печи для нагрева заготовок следует иметь в виду, что чаще всего для нагрева круглых заготовок диаметром от 82 до 1080 мм из алюминиевых сплавов используют индукционные нагревательные печи. Основные характеристики печей приведены в табл. 11.

Таблица 11

Индукционные печи для нагрева заготовок

Марки печи	ИН-51	ИН-52	ИН-31	ИН1600	ИН800	ИН1100
Диаметр заготовки, мм	82-215	110-165	190-430	410-560	480-700	630-1000
Длина заготовок, мм	200-700	200-700	28-1000	400-1100	700-1800	700-1900
Максимальная температура нагрева, °C	570	570	570	550	550	550
Максимальная производительность при нагреве до 450°C, т/ч	1,5	2,5	5	4	10	10
Максимальная мощность, потребляемая печью, кВт	350	600	1300	1200	2500	2500
Длина индуктора, мм	4300	4300	4300	6775	6780	6790

При нагреве в индукционных печах возможен большой перепад температуры между периферией и центром $\Delta T_{\text{пц}}$, который может привести к недопустимым термическим напряжениям и возникновению трещин в заготовке. Для высоколегированных сплавов установлено, что $\Delta T_{\text{пц}}$ допустимо в пределах 20-40°C, для малолегированных сплавов $\Delta T_{\text{пц}}$ допустимо до 40-100 °C. Величина $\Delta T_{\text{пц}}$ регулируется временем нагрева (табл. 12).

Таблица 12

*Минимальное время нагрева до 500°С
в индукционных печах в мин*

При $\Delta T_{пл}$, °С	Минимальное время нагрева, мин, заготовок различных диаметров, мм							
	100	125	165	195	240	350	400	600
20	3,1	5,1	10,3	15,5	25,0	51,5	86,0	177
40	1,5	2,4	5,1	7,5	12,0	27,5	41,3	85
60	0,95	1,5	3,3	4,8	8,7	17,5	26,3	54
80	0,68	1,1	2,4	3,5	5,5	12,6	19,0	39
100	0,52	0,8	1,8	2,6	4,2	9,6	14,5	30

Переход с нагрева заготовок одного диаметра на нагрев заготовок другого диаметра осуществляют путем смены индукторов.

Печи включают непосредственно в сеть 380 или 500В и допускают регулирование мощности в пределах 15-100%. Температуру нагрева заготовок можно регулировать двумя путями: или по расходу электроэнергии, или по данным непосредственных замеров контактной термопарой.

Основной узел печи - индуктор. Его изготавливают с двух-или трехслойной обмоткой с рядом отпаяк от наружного слоя. Индуктор используют как автотрансформатор для повышения напряжения в контуре до 600 В. Мощность индуктора регулируют, включая его обмотки на звезду или треугольник. Схема типовой печи ИН-31 приведена на рис.20.

Заготовки из бункера 6 подают через дозатор 7 на подъемно-поворотный стол 4, а затем при помощи гидравлического толкателя 5 в индуктор 3. Перемещение заготовок в индукторе происходит путем последовательной загрузки их при помощи толкателя 5. Нагретая заготовка по выходе из индуктора касается термопары 2, при помощи которой измеряют ее температуру. Если температура заготовки соответствует заданному режиму, она подается на при-

водной рольганг выгрузки 7, при помощи которого транспортируется к загрузочному устройству прессы.

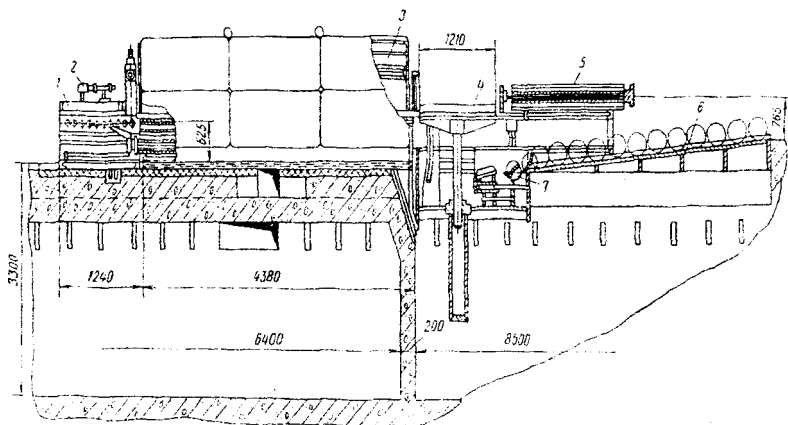


Рис. 20. Индукционная печь промышленной частоты для нагрева заготовок

Стандартное оборудование выбирается по соответствующим каталогам и справочникам. Если стандартное оборудование не удовлетворяет требованиям, выдвигаемым технологией обработки, то для данной операции может проектироваться специальное оборудование. Основные технические характеристики выбранного оборудования приводятся в виде таблиц (табл.13).

Потребное количество основного и вспомогательного оборудования, необходимого для выполнения заданной программы, находится по выражению

$$n_{OB} = NK_z / P_r,$$

где N - программа производства; K_z - коэффициент запуска металла. $K_z = 100/\eta$, η - выход годного в процентах; P_r - годовая производительность единицы оборудования, $P_r = p\Phi$, Φ - эффективный головной фонд времени работы оборудования, p - часовая производительность единицы оборудования.

Часовая производительность прессы по запуску металла в кг может быть определена по формуле

Таблица 13

Технические характеристики прутково-профильных гидравлических прессов

Параметр	Усилие пресса, МН					
	12,5	16	20	25	50	60
Метод прессования	Прямой	Прямой	Прямой	Прямой	Прямой	Прямой, обратный
Обрабатываемый материал	Al сплавы	Al сплавы	Сталь, титан	Al сплавы	Al сплавы	Al сплавы
Наибольший ход прессующей траверсы, мм	1770	1680	1980	2460	1520	5250
Скорость рабочего хода, мм/с	0,5-30,0	До 20,0	100-350	До 200	1,8-60,0	До 33,9
Усилие форсирующих цилиндров МН	0,84	1,10	нет	3,0	нет	-
Усилие возвратных цилиндров	1,17	0,59	2,00	2,00	2,17	-
Диаметр втулок контейнера, мм	130-170	162-212	125-130	150-250	300-500	387,457
Длина контейнера, мм	760	760	815	950	1200	2460
Усилие цилиндров контейнера (вперед-назад), МН	1,1-2,00	0,93-1,36	2,40-1,10	1,03-2,30	2,40-3,90	3,70-2,17
Наибольший ход контейнера, мм	750	355	900	850	550	1520
Тип матриц/держателя	Слазая	Слазая	Поворотная головка	Слазая	Мундштук	Слазая и мундштук
Устройство для отделения пресс-остатка	Ножицы	Ножицы	Пила	Ножицы	Ножицы	Ножицы
Тип гидропривода	Напорный	Напорный	НПС	НАС	НАС	Напорный
Давление рабочей жидкости, МПа	50,0	21,0	16,30	32,0	30,0	21,0
Масса пресса, т	102	82	235	193	415	-

$$p = GnK_H,$$

где n - число прессовок в час, $n = 60 / (T_{\text{маш}} + T_{\text{всп}})$;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время на одну прессовку, мин;

$$T_{\text{маш}} = (L_p - H) / V_{\text{пр}};$$

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время на одну прессовку, мин, определяется в зависимости от усилия пресса;

K_H - коэффициент использования пресса, $K_H = 0,9 - 0,95$.

Значения $T_{\text{всп}}$:

Усилие пресса $P_{\text{пр}}$, МН	200	120	50	30	25	20	12	7,5
$T_{\text{всп}}$, мин	3,5	3,0	2,5	2,0	1,2	1,0	0,8	0,6

2.9. Характер и последовательность технологических операций

Подготовка заготовки к прессованию. В этом разделе записки необходимо дать требования, предъявляемые к заготовкам, описать вид заготовок, способы их получения.

Нагрев заготовки перед прессованием. При описании этой операции особое внимание обратить на порядок нагрева заготовки, контроль регулирования температуры и производительность печи, дефекты при нагреве.

Прессование - основная технологическая операция. При ее описании дается порядок работы наладки прессового инструмента, указывается величина пресс - остатка и способы его отделения от пресс - изделия, режимы прессования профилей и возможные при этом дефекты. Следует помнить, что при прессовании алюминиевых сплавов технологическую смазку используют только для подмазывания канала матрицы.

Термическая обработка. В этом разделе необходимо дать режимы термической обработки и характеристику применяемого при этом оборудования, краткое описание и возможные дефекты.

Прессованные изделия из алюминиевых сплавов в основном поставляются после закалки и старения или в горячепрессованном состоянии. В отдельных случаях изделия после прессования подвергают отжигу.

Отжиг прессованных полуфабрикатов из термически упрочняемых сплавов проводят в основном для заготовок под последующую холодную обработку (например, холодную прокатку или волочение труб) с целью повышения пластических и снижения прочностных характеристик. Прессованные изделия из нетермоупрочняемых сплавов также отжигают с целью повышения стойкости готовых изделий против межкристаллитной коррозии и коррозии под напряжением. Режимы отжига прессованных изделий приведены в табл.14.

Таблица 14

Режимы отжига пресс-изделий

Марка сплава	Температура отжига, °С	Время выдержки, ч	Условия охлаждения
АД31, АД35, АВ, АК4, АК6, АК8	380-420	1,5	В печи со скоростью более 30°С /ч до 250°С, затем на воздухе
АК4-1, Д1, Д16	380-420	2	То же
Д19 В93	350-430	2	»»»
В95	380-430	2	»»»
АД1, АМг2, АМц	380-420	1,5	На воздухе
АМг3	380-420	1,5	То же
АМг5, АМг6	320-335	1,0	»»»

Для отжига используют камерные электрические печи с принудительной циркуляцией воздуха. Изделия загружаются с

помощью кассет, в которые устанавливают корзины с изделиями. Емкость таких печей 3-8 т. Кроме того, имеются печи с выдвижным подом одно- и многокамерные, рассчитанные на садку массой 40-100 т.

Закалка прессованных изделий из термоупрочняемых сплавов заключается в нагреве изделий и быстром охлаждении. Основной особенностью режима нагрева под закалку алюминиевых сплавов является весьма узкий интервал температур $\pm 5^{\circ}\text{C}$, а для некоторых $\pm 3^{\circ}\text{C}$, что должно обеспечиваться конструкцией нагревательной печи.

Закалка прессованных изделий на современных заводах проводится в основном на вертикальных закалочных агрегатах, состоящих из нагревательной печи и закалочного бака (рис.21).

Нагревательная печь этих агрегатов по существу является термостатом с непрерывной циркуляцией воздуха со скоростью 10-15 м/с. Принципиальное устройство печи (рис.21) заключается в том, что она состоит из трех металлических цилиндров. Между наружным 1 и средним 2 цилиндрами находится теплоизоляция в виде плаковаты, а между средним и внутренним 3 расположены 5-7 секций спиральных электронагревателей 4 с автономным управлением. Вентилятор 5, забирая воздух из рабочего пространства, направляет его вверх между внутренним и средним цилиндрами, там он нагревается и сверху двигается по рабочему пространству, где подвешены нагреваемые изделия. Контроль за нагревом проводится термопарами, укрепленными непосредственно на изделиях в верхней и нижней частях садки.

После нагрева и выдержки выключается вентилятор, открывается заслонка 6 и изделия опускаются в бак с водой 7. Скорость опускания садки находится в пределах 0,5-1 м/с.

Температура нагрева прессованных изделий под закалку приведена в табл. 15.

Время выдержки при нагреве под закалку определяется максимальной толщиной элементов поперечного сечения изделий. Изменение времени выдержки в зависимости от максимальной толщины полки изделий приведено ниже:

Толщина, мм время выдержки	До 1,2 10-20	1,3-3,0 15-30	3,1-5,0 20-45	5,1-10,0 30-60
Толщина, мм время выдержки	11-20 35-75	21-30 45-90	31-50 60-120	51-75 100-150
Толщина, мм время выдержки	76-100 120-200	101-150 150-200	151-200 180-240	- -

Таблица 15

Режимы нагрева прессованных изделий под закалку

Марка сплава	Температура начала отсчета продолжительности выдержки, °C	Допустимый интервал температуры нагрева под закалку, °C
АД31, АД33, АВ	510	515-530
АК6, АК6-1	510	515-525
АК8	490	495-505
АК4, АК4-1	520	525-535
Д1	490	495-505
Д16	480	485-503
Д19	490	495-505
В93	445	350-470
В95, В96, В96ц	470	465-475
1915, 1925	445	445-460

Температура воды в закалочном баке должна быть в пределах 20-60°C, так как при более высокой температуре снижаются прочностные характеристики изделий и их стойкость против межкристаллитной коррозии и коррозии под напряжением.

Для уменьшения склонности к поверхностной коррозии изделий в воду закалочного бака добавляют 0,2-0,4% бихромата калия и натрия. С целью поддержания равномерной концентрации этой добавки производят барботаж воды сжатым воздухом, который начинают подавать в бак за 10-15 мин до опускания садки изделий.

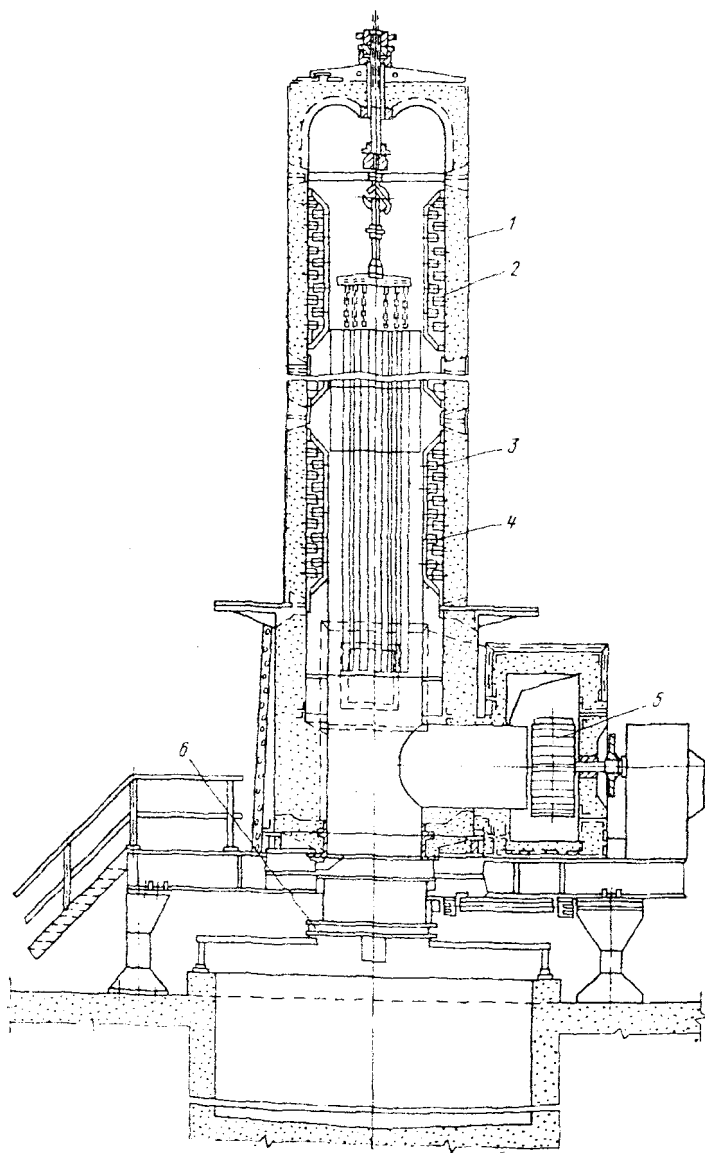


Рис. 21. Схема вертикального закалочного агрегата:
 1, 2, 3 - соответственно наружный, средний и внутренний цилиндры;
 4 - электронагреватели; 5 - вентиляторы; 6 - заслонка; 7 - бак с водой

После закалки прессованные изделия подвергают, как правило, старению (естественному и искусственному) по режимам, приведенным в табл.16.

Старению изделий предшествует правка, которую можно проводить в ограниченное после закалки время.

Искусственное старение изделий из сплавов АД31, АВ, АК6, АК8, АК4, АК4-1 необходимо проводить в течение пяти суток после закалки; изделий из сплавов В93, В95, В96 - в течение 10 суток после закалки. Для искусственного старения используют электрические цепи (по конструкции аналогичные печам отжига), рассчитанные на температурный режим старения.

Таблица 16

Режимы старения прессованных изделий

Марка сплава	Вид старения	Температура старения, °С	Продолжительность старения, ч
АВ	Искусственное	160—170	10—12
АД31, АД33	Естественное	Комнатная	240—360
	Искусственное	160—170	10—12
АК6	Естественное	Комнатная	>96
	Искусственное	150—165	6—15
АК8	Естественное	Комнатная	>96
	Искусственное	165—175	10—12
АК4	Искусственное	165—180	10—16
АК4-1	Искусственное	190—200	12—13
Д1, Д16	Естественное	Комнатная	>96
Д19	Естественное	Комнатная	120—240
	Искусственное	185—195	12—14
1915	Искусственное ступенчатое		
	I ступень	95—105	24
	II ступень	145—155	10
1925	Естественное	Комнатная	360—480
В93	Искусственное ступенчатое		
	I ступень	115—125	3
	II ступень	160—170	4

B95	Искусственное Искусственное ступенчатое	135—145	15—17
	I ступень	115—125	3
	II ступень	157—163	3
B96	Искусственное	135—145	15—17

Для искусственного старения пресс-изделий из алюминиевых сплавов в последнее время наиболее широкое распространение получили электрические печи камерного типа с торцевой загрузкой (рис.22). Эти печи по сравнению с печами шахтного типа имеют более высокую степень механизации, удобны в эксплуатации. Пресс-изделия в них загружаются в кассетах на сменных тележках, которые цепным транспортером закатываются в рабочее пространство печи через торцевые дверки. Каждую следующую садку подготавливают на тележке в процессе старения предыдущей. Для уменьшения тепловых потерь - подсосов холодного и выбивания горячего воздуха через щели загрузочных дверок, а также для обеспечения жесткого

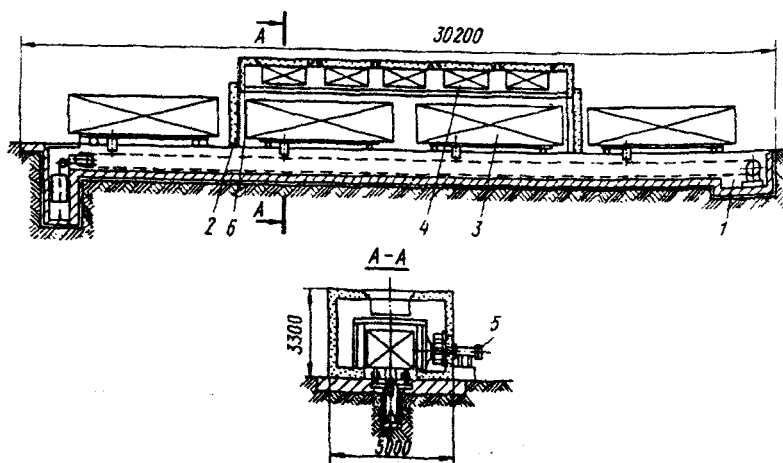


Рис.22. Печь для искусственного старения с торцевой загрузкой:

- 1 - механизм продольного перемещения тележек; 2 - дверка;
3 - тележка; 4 - электронагреватели; 5 - вентилятор; 6 - каркас печи

температурного режима дверки снабжены уплотнениями и пневматическими диафрагмами, прижимающими их к корпусу печи.

Характерной особенностью печей для искусственного старения пресс-изделий из алюминиевых сплавов, технические характеристики которых приведены ниже, является мощная воздушная циркуляция, которая обеспечивает минимальный температурный перепад по длине и высоте садки пресс-изделий:

Технические характеристики	Тип печи		
	камерная	с торцевой загрузкой	шахтная
Наибольшая температура нагрева, °C	200	230	220
Производительность, кг/ч	1000	600	250
Наибольшая масса садки, кг	2×6000	7000	2700
Наибольшая длина профиля, м	13,0	7,0	11,0
Время нагрева садки, ч	1,5	-	2,0
Установленная мощность нагревателей, кВт	600	416	234,0
Мощность вентиляторов, кВт	5×40	-	-
Средняя скорость циркуляции воздуха, м/с	8	-	5,5
Габаритные размеры рабочего пространства, мм:			
длина	13700	7000	11800
ширина	2600	2000	1450
высота	1800	2000	1300

Правка. После прессования или термической обработки профили, как правило, имеют нарушения продольной и поперечной геометрии: в виде кривизны; скрутки относительно продольной оси; одновременно наличия кривизны и скрутки.

Нарушение поперечной геометрии проявляется в искривлении полок профиля, искажении углов в поперечном сечении, непараллельности отдельных элементов профиля.

Нарушения продольной геометрии профилей исправляется растяжением и раскруткой в правильно-растяжных и раскруточных машинах, а также гибкой в роликовых правильных машинах с шахматным расположением роликов. Нарушения поперечной геометрии исправляются в процессе гибки на роликовых правильных машинах фасонными роликами с соосным расположением верхнего и нижнего роликов. В ряде случаев дополнительная правка профилей крупного поперечного сечения осуществляется гибом на гидравлических прессах, а мелкого - вручную с помощью специальных приспособлений.

При растяжении и кручении профиля с остаточной деформацией в процессе пластической деформации устраняются, главным образом, плавные искажения продольной геометрии и скрутка. Необходимое усилие для правки растяжением P_p определяется произведением площади поперечного сечения профиля f на величину предела текучести материала профиля σ_T . Для раскрутки профиля требуется крутящий момент M_p , равный:

$$M_p = I_H \sigma_T / 2,$$

где I_H - полярный момент инерции сечения профиля относительно центра тяжести сечения.

Конструктивное исполнение правильно-растяжных машин, рис.23, накладывает, кроме усилия растяжения, ограничения на наименьшую и наибольшую длину профиля, на размеры полок профиля (их ширину и высоту), которые могут быть зажаты в зажимы машины, на эксцентриситет приложения нагрузки и минимально допустимую длину захвата профиля. Последнее определяет величину геометрических отходов металла.

Технические характеристики растяжных машин малых и средних усилий для правки прессованных изделий приведены в табл.17.

Передняя головка предназначена для зажима профиля в губках, раскрутки его и растяжения; задняя - для зажима профиля и удержания в процессе правки. При растяжении передняя головка перемещается по станине под действием гидроцилиндра привода, закрепленного на станине и соединенного с индивидуальной

маслонасосной установкой. Привод механизма раскручивания профиля осуществляется от электродвигателя через червячную передачу.

Таблица 17

Технические характеристики растяжных машин

Параметры	Усилие растяжной машины, МН				
	0,3	0,5	0,63	4,0	7,0
Длина пресс-изделий, м	7-33	1,5-8,5	6-36	4-9	2,8-20,0
Наибольший диаметр описанной окружности или поперечное сечение пресс-изделия, мм	180×120	100	175	250×160	700×350
Максимальный ход передней головки, мм	1750	1500	1500	1500	1500
Скорость растяжения, мм/с	10-100	5-25	100	31,6	12
Скорость обратного хода, мм/с	300	350	250	330	130
Частота вращения, об/мин	2,0	3,5	5,5	4,5	1,5
Давление рабочей жидкости, МПа	10	8	16	20	17
Общая мощность электродвигателей, кВт	44,9	52,3	91,0	190,0	265,0
Мощность электроконтактной установки, кВт	-	235	-	380	-
Максимальная температура нагрева профилей, °С	-	850	-	850	-
Длина машины, мм	45000	17120	46910	23000	32865
Масса, т	24,0	19,0	32,0	157,0	376,0

Механизм перемещения задней головки смонтирован на каретке и служит для быстрой настройки машины на другую длину профиля. Он имеет привод от электродвигателя через цепную и винтовую

передачи. Фиксацию каретки на станине для удержания задней головки во время растяжения профиля осуществляют штифтом через каждые 1000 мм.

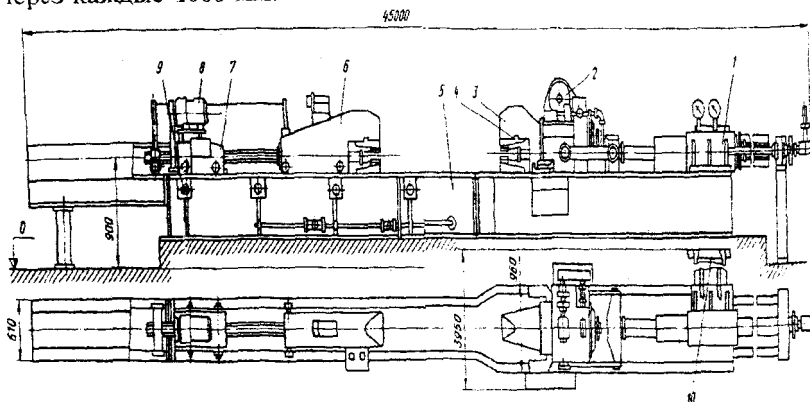


Рис.23. Правильно-растяжная машина усилием 0,3МН для правки и раскрутки профилей из алюминиевых сплавов: 1 - гидроцилиндр привода; 2 - механизм поворота передней головки; 3 - передняя головка; 4 - зажимные губки; 5 - станина; 6 - задняя головка; 7 - каретка; 8 - механизм перемещения задней головки; 9 - фиксатор; 10 - насосная станция

Зажимные механизмы головок выполнены в виде клиновых самозатягивающихся губок с приводом от пневмоцилиндров.

Управление машиной предусмотрено с пультов, размещенных на зажимных головках. Контроль величины деформации профиля при растяжении производится автоматически. Загрузку профилей в зажимные головки и их удаление после правки осуществляют вручную.

Правку изделий из термически упрочняемых сплавов проводят не позднее, чем через шесть часов после закалки при площади поперечного сечения изделия до 35 см^2 и восемь часов - при площади поперечного сечения свыше 35 см^2 . Изделия из быстростареющих сплавов Д1, Д16, Д19, В95, АК6, АК8 рекомендуется править не позднее трех часов после закалки.

Технологический режим правки определяется величиной остаточной деформации удлинения профиля ϵ_{oc} , которая контролируется по величине абсолютного перемещения ΔL тянущей головки под нагрузкой.

В процессе пластического растяжения профиля происходит упрочнение металла, проявляющееся в увеличении предела текучести σ_T , предела прочности σ_b и уменьшении относительного удлинения δ .

Кроме этого, правка растяжением приводит к снижению остаточных напряжений в профилях, возникающих в процессе закалки. Наибольшее снижение остаточных напряжений наблюдается при ϵ_{OC} порядка 2,5-3% у сплава В95 и при $\epsilon_{OC}=3-4\%$ у сплава Д16. Исходя из этих положений рекомендуемой областью ϵ_{OC} при правке растяжением принято считать 2-3% для сплава В95, 3-4% для сплава Д16, АМг6 и других сплавов.

При выполнении операции правки растяжением профилей необходимо обеспечить надежный захват профиля в головках машины.

В целях предупреждения обрыва профиля в захватках принимаются меры по обеспечению наибольшей поверхности контакта захваток с наиболее толстыми полками профиля. Для этого используются профилированные зажимы. Для повышения сцепления губок с поверхностью профиля их рабочая поверхность имеет насечку. Размеры шага и глубина насечки зависят от материала и толщины элементов профиля. Для профилей с тонкой стенкой используется более мелкая насечка.

Профили, имеющие продольную скрутку, при правке растяжением подвергаются раскрутке поворотом головки машины. Раскрутка профилей проводится после незначительного натяжения в растяжной машине.

Правка профилей на роликоправильных машинах проводится после правки растяжением для доводки поперечной геометрии полок профилей и размеров по пространству до уровня требований ГОСТов и ТУ. К ним относятся углы между полками, расстояния между параллельными или наклоненными друг к другу полками.

Принципиальные схемы основных видов операции правки на роликовых правильных машинах приведены на рис.24. где стрелками показаны направления изменения геометрии элементов профиля.

Для проведения этого вида операции правки используют машины с двумя, тремя и в основном с четырьмя парами шпинделей для установки роликов.

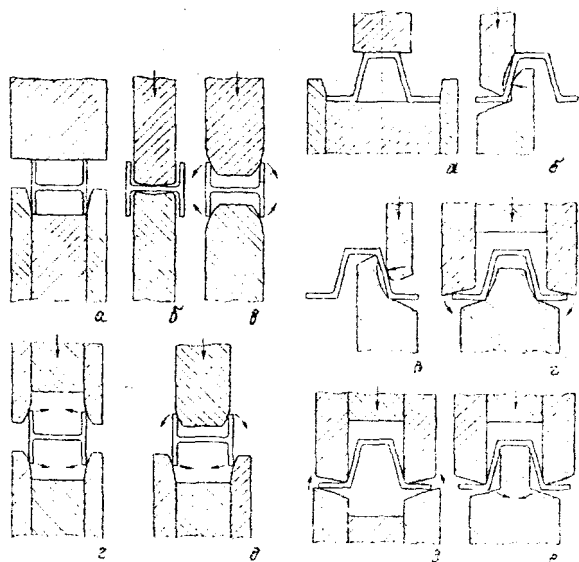


Рис.24. Схемы правки профилей в роликовой машине

В данном разделе пояснительной записки необходимо выбрать тип машины, степень деформации и кратко описать процесс правки на этих машинах.

Резка. После прессования и охлаждения профили поступают на резку, где осуществляют отделение переднего и заднего концов, вырезку дефектов и разрезку в меру. Резку проводят на оборудовании, приведенном в табл.18.

Наиболее распространена резка на дисковых пилах отрезными фрезами, рис.25.

Пила расположена под столом и имеет прямоугольный цикл движения пильного диска. Она состоит из станины 11, по направляющим которой на катках перемещается тележка 6, несущая на себе хобот пилы 14. Этот хобот при отрезке поднимается вверх пневмоцилиндром 13 с поворотом вокруг оси 17. На одном конце хобота на подmotorной плите 2 закреплен электродвигатель 1 переменного тока, а на другом - пильный диск 3, приводимый от этого электродвигателя через клиноременную передачу 12. Тележка 6 перемещается на четырех катках 20 от электродвигателя

Таблица 18

Оборудование для резки пресс-изделий

Способ резки и оборудование	Ширина резки, мм	Производительность, резки, мм / ч	Изделия
На металлорежущих станках: - дисковыми пилами с отрезными фрезами, - ленточными пилами	2-18 0,6-2,5	≤ 130 $\leq 50^*$	Любые, разной толщины Диаметром ≤ 300 мм любой толщины из материала с $\sigma_s < 600$ МПа
На абразивно-отрезных станках	0,5-5,0	≤ 200	Диаметром ≤ 120 мм любой толщины из материала с $\sigma_s > 600$ МПа
Анодно-механическая резка дисковой шилтой	0,1-0,3	≤ 150	Диаметром ≤ 300 мм любой толщины из материала с $\sigma_s > 600$ МПа

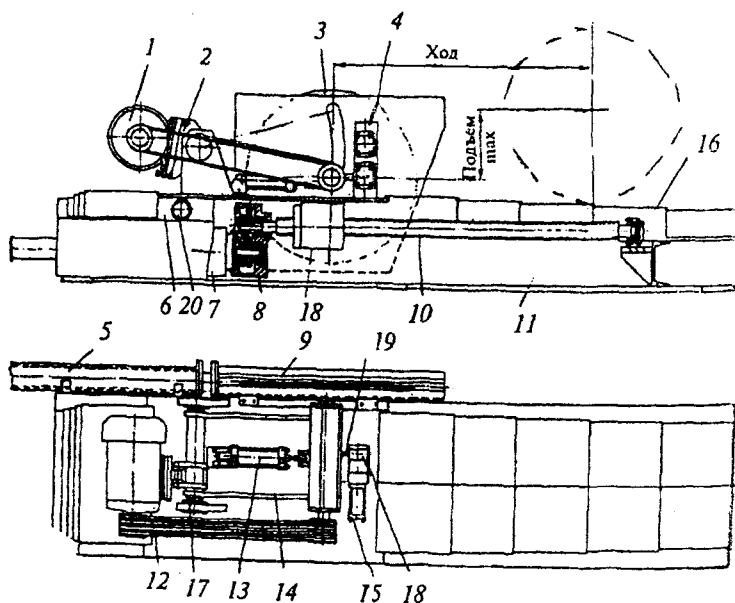


Рис. 25. Пила с нижним расположением пыльного диска

постоянного тока 7 через редуктор 8, винт 10 и гайку 18, закрепленную на тележке снизу. Изменением числа оборотов электродвигателя 7 можно менять скорость перемещения пыльного диска 2. В зависимости от толщины разрезаемого изделия пыльный диск имеет три фиксированных положения с помощью двух ходоограничителей, находящихся в корпусе гайки 18, которые вводятся в него двумя пневмоцилиндрами 15, при этом в ходоограничитель упирается пластинка 19, закрепленная на хоботе 14. При максимальном подъеме пыльного диска оба ходоограничителя выведены, два других положения создаются поочередным введением ходоограничителя. К тележке 6 крепится кожух пилы 9 для сбора стружки от разрезаемого изделия. К кожуху 9 подсоединено телескопическое устройство 5, к которому, в свою очередь, подсоединяется труба отсасывающего устройства (на рисунке не показана). На стенке кожуха 9, обращенной к тележке 6, имеется криволинейный паз, по которому перемещается головка хобота 14, на которой закреплен пыльный диск 3. Для защиты винта

10 и гайки 18 от стружки пила имеет телескопическое защитное устройство 16. Электропитание к электродвигателю 1 и сжатый воздух к распределителям подводятся по кабелям и шлангам, также не показанным на рисунке. Изделие при резке зажимается в специальном устройстве, не показанном на рисунке.

Дисковая пила, расположенная над столом, оснащена прижимным устройством с демпфирующими прокладками, обеспечивающим зажим пресс-изделия, что повышает качество реза и снижает уровень шума при резке. Подобные пилы часто делают подвесными, и их использование возможно только в ручном режиме работы.

Ленточная пила (стальная замкнутая лента с зубьями) используется в мелкосерийном производстве.

Абразивно-отрезные станки с приводными абразивными кругами диаметром до 500 мм используются для разделки прочных сплавов.

Анодно-механическая резка основана на использовании явления электрической эрозии, когда разрушение металла осуществляется под действием импульсных электрических разрядов, возбуждаемых между двумя электродами.

Отделка необходима для повышения коррозионной стойкости и улучшения качества поверхности профилей. Она включает процессы травления и анодирования.

Травление и последующее анодирование осуществляют с целью повышения коррозионной стойкости профилей, придания им товарного вида или с целью создания основы для последующего нанесения на профили лакокрасочного покрытия. Кроме того, операции отделки, особенно травление, часто проводят с целью выявления и последующего удаления поверхностных дефектов, которые на не протравленных изделиях более трудно различимы (мелкие пленки, запрессовки металла и смазки, мелкие риски, надиры и др.).

Поэтому травление проводят не только как операцию, предшествующую анодированию, но и как самостоятельный процесс.

Технологический процесс травления включает следующие операции: обезжиривание, щелочное травление, кислотное осветление, промывку в теплой и холодной воде, сушку.

Химическое обезжиривание проводят в водных растворах технического тринатрийфосфата ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) с различными добавками. Наиболее часто применяют следующие растворы:

- тринатрийфосфат (20-50 г/л), едкий натр NaOH (8-12 г/л), жидкое стекло (25-35 г/л);
- тринатрийфосфат (50-70 г/л), жидкое стекло (25-35 г/л), жидкое мыло (3-5 г/л).

Общая щелочность ванны в пересчете на NaOH составляет 1,6-2,5%, температура обезжиривания в первом растворе 60-70 °С, во втором 75-80 °С. Время обезжиривания 3-5 мин. Химическое обезжиривание может быть заменено обезжириванием органическими растворителями (бензином, уайт-спиритом). Обезжиривание проводят двукратной протиркой изделий ветошью, смоченной органическими растворителями. После обезжиривания изделия промывают в теплой проточной воде путем 3-4-кратного погружения, температура воды 30-45 °С.

Травление проводят в растворе едкого натра с содержанием NaOH 170-200 г/л, температура раствора 50-70 °С, время травления при этом составляет 3-5 мин.

После травления профили промывают в теплой проточной воде. Порядок промывки, обмен воды и ее температура при промывке после травления и после химического обезжиривания аналогичны. Осветление проводят в азотной кислоте для удаления с поверхности профилей темного налета, образовавшегося при травлении. Концентрация кислоты 200-500 г/л, ванну не подогревают, время выдержки до полного осветления обычно составляет 2-5 мин.

Промывку осуществляют путем 3-4-кратного погружения в холодную воду, а затем 3-4-кратного погружения в горячую воду с температурой 50-70 °С. Профили сушат в сушильных камерах при 60-80 °С или путем обдувки сжатым воздухом.

Анодирование представляет процесс нанесения защитной пленки оксида алюминия на поверхность обрабатываемых изделий.

Для анодирования изделие погружают в электролит и соединяют с положительным полюсом источника тока анодом. При пропускании тока на аноде выделяется кислород, вследствие взаимодействия которого с алюминием на поверхности профиля образуется оксидная пленка. Анодирование повышает коррозионную

стойкость изделий, увеличивает прочность сцепления с поверхностью изделия лакокрасочного покрытия, придает поверхностному слою износостойкость, а также тепло- и электроизоляционные свойства.

Технологический процесс анодирования изделий включает следующие операции: обезжиривание, травление, промывку, осветление, собственно анодирование, сушку, наполнение анодной пленки.

При травлении под анодирование используют менее концентрированные щелочные растворы:

- едкий натр (40-60 г/л);
- едкий натр (10-15 г/л), углекислый натрий (12-15 г/л), азотнокислый натрий (5-10 г/л).

Температура растворов 45-60 °С, время выдержки 2 мин. После травления и промывки проводят осветление в азотной кислоте 20-30%-й концентрации. Далее следует промывка в холодной воде. Анодирование наиболее часто всдут в растворе серной кислоты концентрации 180-200 г/л.

Режим анодирования приведен ниже:

Анодная плотность тока, А/дм ²	0,8-1,5
Температура электролита, °С	13-25
Напряжение на шинах ванны, В	13-22
Удельный расход электроэнергии, А·мин/дм ²	20
Продолжительность анодирования, мин	15-25

Указанный режим обеспечивает получение анодной пленки толщиной около 5 мкм. Для получения большей толщины пленки увеличивают анодную плотность тока и продолжительность анодирования.

С целью повышения коррозионной стойкости профилей малолегированных алюминиевых сплавов анодную пленку подвергают уплотнению в растворе бихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) концентрацией 40-55 г/л, а чтобы получить уплотненную бесцветную пленку - в горячей воде при 85-95 °С.

Анодную пленку на профилях из высоколегированных сплавов уплотняют только путем добавки в раствор бихромата калия; температура раствора 90-95°С, время наполнения 20-25 мин.

После наполнения пленки профили подвергают сушке, а затем контролируют качество анодной пленки.

Контроль. Каждый профиль, выпускаемый цехом, подвергается контролю качества. Этот контроль должен подтвердить, что готовое изделие соответствует техническим требованиям, изложенным в ГОСТе, ОСТе или технических условиях.

Если изделие полностью отвечает всем этим требованиям, отдел технического контроля (ОТК) подтверждает это документально и тем самым дает разрешение на сдачу изделий на склад готовой продукции, откуда она будет направлена заказчику. Если же изделие имеет какие-либо отступления от указанных требований, его (в зависимости от величины и характера обнаруженного дефекта) направляют либо на дополнительную обработку, либо в брак и на переплавку.

На профилях контролируют размеры, кривизну, качество поверхности, макро-и микроструктуру, механические свойства. В этом разделе необходимо описать существующие методы контроля указанных параметров и применяемые при этом приборы и инструменты.

Консервация и упаковка обеспечивают защиту пресс-изделия от коррозии и механических повреждений на период транспортирования, а также на период хранения у потребителя в течение 10 суток с даты получения в условиях, исключающих попадание атмосферных осадков.

Для консервации применяют смесь, состоящую из 90-95% индустриального масла марки И-12А и И-20А по ГОСТ 20799-88 и 5-10% присадки АКФ-1 по ГОСТ 15171-78; смесь применяют без подогрева или с подогревом до температуры 40-60°C.

Для промасливания бумаги применяют те же смазки, что и для консервации полуфабрикатов.

Основной вид упаковки - мягкая, при которой пачку профилей обертывают двумя слоями упаковочной бумаги и заключают в конверт из битумной или водонепроницаемой двухслойной бумаги. Упаковку в решетчатые ящики применяют для профилей с толщиной полки менее 3 мм. Предварительно пачку профилей обертывают двумя слоями упаковочной бумаги.

Получив профили, потребители должны немедленно их распаковать, так как срок действия защитных мер при консервации и упаковке не более 10 суток. Без упаковки, консервации и обертывания в бумагу загружают алюминиевые шины и полосы электротехнического назначения.

Правила маркировки профилей установлены стандартами и техническими условиями, по которым заказаны профили. В частности, профили, изготовленные по ГОСТ 8617-81, должны быть заклеены маркой сплава, состоянием поставки, номером партии и клеймом отдела технического контроля предприятия – изготовителя. Профили маркируют путем привязывания к пучку ярлыка с указанными данными.

Маркировку грузов и тары производят по ГОСТ 14192-71. Основной способ маркировки – нанесение надписей и необходимых знаков на металлические ярлыки, прикрепленные к грузовому месту или прибиваемые к таре гвоздями. На ярлык наносят основные надписи (станция и пункт назначения, наименование отправителя, станция и пункт отправления и пр.), вспомогательные надписи (масса брутто и нетто, количество грузовых мест, условное обозначение продукции, номер партии, шифр профиля и пр.), предупредительные знаки.

Сдача готовых профилей производится по теоретической массе. Здесь производится оформление документации и на ящик наносится информация о его содержимом.

Принятые операции технологического процесса заносят в технико-экономическую карту. Карта заполняется чернилами. Обязательным является заполнение всех граф (приложение).

Содержание технико-экономической карты включает три части:

- наименование операции, установленные режимы, размеры после операции, масса получаемого изделия;
- нормированные отходы на операции, включая геометрические, безвозвратные и отходы на настройку процесса, а также заправочный коэффициент на тонну годного;
- нормируемые затраты станко-часов, человеко-часов, рублей на одну тонну выпуска готовой продукции.

Разделы первой группы технико-экономической карты заполняются на основе принятой технологии и последовательности выполнения операций.

Геометрические отходы на операции прессования включают пресс-остаток, "рубашку" при прессовании без смазки.

Геометрические отходы при резке состоят из обрезаемых концов и стружки. Определение отходов по массе и в процентах аналогично предыдущему. Безвозвратные отходы возникают как угар металла при нагреве заготовок и как отходы металла в процессе травления. Величина этих отходов назначается в долях процентов на основе статистических данных многолетней практики и составляют 0,05-0,2%.

Отходы в процентах, планируемые на настройку процесса, отражают фактическое состояние технологии и при ее хорошей наладке должны составлять доли процента. Однако при работе на сильно изношенном оборудовании эти отходы могут достигать 1-3%.

Для оценки экономичности выбранного варианта необходимо подсчитать выход годного по формуле

$$\eta = 1 - \frac{V_{OTX}}{V},$$

где V_{OTX} - геометрические и технологические отходы в объемном отношении,

$$V_{OTX} = V_{II} + V_{ВЫХ} + V_{УГ} + V_{ОБР} + 2V_{ЗАХВ},$$

где V_{II} - отходы на пресс-остаток,

$V_{ВЫХ}, V_{УГ}$ - на обрезку выходных и утяжных концов,

$V_{ОБР}$ - на образцы,

$V_{ЗАХВ}$ - на захватки для правильной растяжной машины.

При заполнении технологической карты все геометрические и технологические отходы вначале определяются в весовом отношении, а затем в процентах от веса заготовки. Например, вес пресс-остатка определяется по формуле

$$G_{ПР} = \frac{\pi D_K^2}{4} H_{ПР},$$

а процент от массы заготовки равен $G_{ПР}/G \cdot 100\%$.

Аналогично находят и другие отходы. Технологические отходы назначаются условно как возможный брак и необходимая наладка в процентах по каждой операции отдельно. Далее подсчитывается запуск металла на одну тонну годных профилей:

$$З = \frac{1000}{\eta} .$$

В технологическую карту заносятся: вид прессуемого изделия, материал и состояние поставки, наименование операций, наименование оборудования и его усилие, режимы обработки. После оформления карта технологического процесса подклеивается в конце расчетно-пояснительной записки в качестве приложения.

Данные, полученные в результате расчета технологической карты, служат исходным материалом для определения: количества металла на программу цеха, оборудования, рабочей силы и т.д.

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

3.1. Состав прессового инструмента

В состав прессового инструмента или, как говорят, инструментальной наладки, входят: матрица, контейнер, пресс-штемпель, пресс-шайба, подкладка под матрицу.

На рис. 26 представлена типовая инструментальная наладка для получения пресс-изделий сплошного сечения с прямым истечением. Матрицу 6 и подкладку под матрицу 7 устанавливают в матрицедержатель 5. Фиксацию матрицы с подкладкой осуществляют с помощью штифта, запрессованного в торец матрицы, обращенной к подкладке. Такое соединение обеспечивает точное совпадение канала матрицы и профилированного отверстия в подкладке, которая служит опорой матрицы.

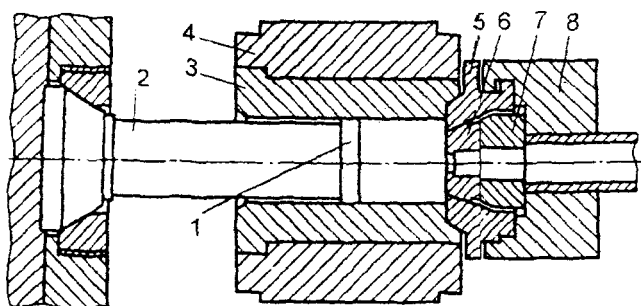


Рис. 26. Типовая инструментальная наладка для прессования изделий с прямым истечением

Собранный таким образом матричный комплект (матрица, подкладка, матрицедержатель) устанавливается неподвижно в специальную U-образную опору - мундштук 5, расположенную в передней поперечине пресса, и фиксируется в нем.

Пресс-штемпель 2 передает давление пресса на заготовку. Для предохранения торца пресс-штемпеля от контакта с нагретой заготовкой используют сменные диски - пресс-шайбы 1, как правило, не скрепленные с пресс-штемпелем. Пресс-штемпель изготавливают на несколько миллиметров меньше диаметра втулки 3 контейнера 4.

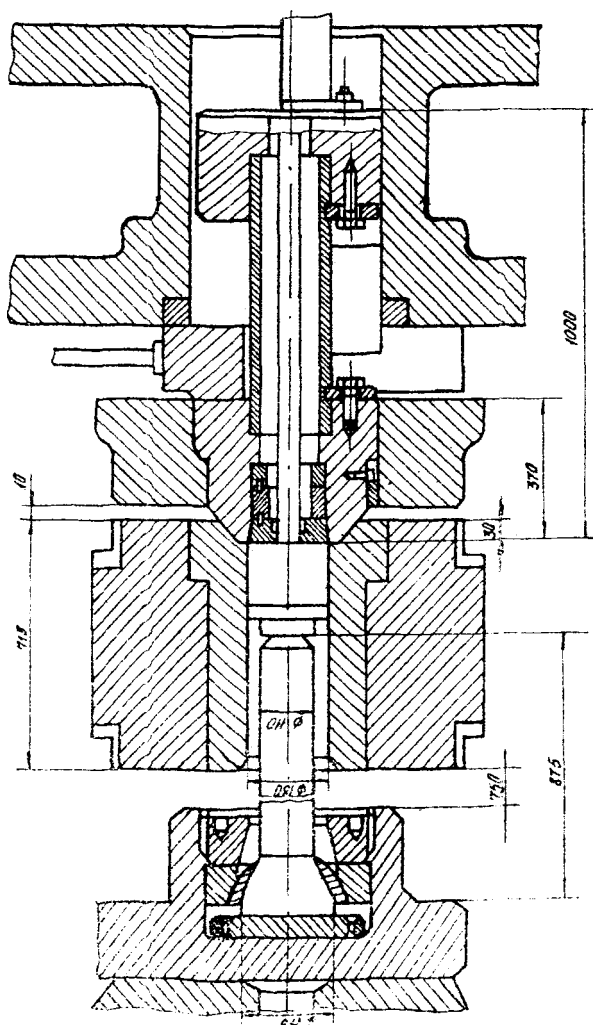


Рис. 27. Наладка инструмента для прессования профилей на прессах 12 мм, 20МН

Крепление пресс-штемпеля в прессующей траверсе осуществляют с помощью различных соединений.

В непосредственном контакте с прессуемым металлом в процессе выдавливания находятся матрица, внутренняя втулка контейнера 3 (который может иметь несколько концентрических втулок 7) и пресс-шайба. Все они испытывают значительные силовые и тепловые циклические нагрузки, что приводит к их износу.

На рис.27 приведена наладка для прессования профилей на прессах 12 мм, 20 МН.

На стойкость инструмента влияют следующие факторы: свойства прессуемого сплава; температурные и силовые условия прессования; сложность поперечного сечения пресс-изделия; качество проектирования инструмента; длительность воздействия высоких температур, передаваемых от прессуемого металла на инструмент; динамичность приложения нагрузки на прессуемый металл и через него на инструмент; наличие или отсутствие смазки; конструктивные особенности инструмента; условия эксплуатации: периодичность зачистки налипаний прессуемого металла, систематические профилактические ремонты, обеспечение удовлетворительной

Таблица 19

Ориентировочная усредненная стойкость инструмента, тыс. шт. прессовок, для прессования профилей из алюминиевых сплавов

Инструмент	Стойкость инструмента прессов усилием, МН							
	7,5	12	20	25	30	50	120	200
Контейнер	150	200	300	400	600	1000	1000	1000
Рабочая втулка контейнера	10	15	20	20	20	25	50	60
Пресс-шмпель	10	15	25	30	40	75	250	500
Пресс-шайба	0,5	0,75	0,75	1,0	1,0	1,5	5,0	5,0
Матрица	0,25	0,25	0,4	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0
Матрица комбинированная	0,15	0,15	0,25	0,3	0,4	0,4	-	-
Оправка, игла	-	0,9	1,2	1,7	2,5	-	-	-
Подкладка	0,5	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	-	-

соосности пресса и инструмента, благоприятные условия предварительного нагрева инструмента перед установкой на прессе во избежание возникновения дополнительных термических напряжений, система восстановительных ремонтов, серийность производства.

Теоретически рассчитать норму стойкости прессового инструмента не представляется возможным. Оценить стойкость можно только на основе анализа большого числа данных по среднестатистической стойкости из опыта многолетней практики работы заводов. В табл.19 приведена ориентировочная усредненная стойкость инструмента для прессования профилей из алюминиевых сплавов.

3.2. Выбор материала

Материал для прессового инструмента выбирают в зависимости от температуры и силовых условий работы инструмента, а также

Таблица 20

*Марки сталей, применяемые для изготовления
прессового инструмента*

Вид инструмента	Марка стали	Твердость после термообработки, HRC_{γ}
Наружные и промежуточные втулки контейнера	5ХНМ, 5ХНВ, 5ХНМЗ, 3ХНЗМ, ЭИ383, 40ХГ, 3Х2Н2МВФ, 3ХВ4СФ	40-45
Внутренняя втулка контейнера	4Х4НМВФ, 5МФИС, 3Х3МЗФ, 37Х2НЗМ2Ф	40-45
Пресс-штемпель	3Х3МЗФ, 37Х2НЗМ2Ф, 4Х5МФ1С	40-50
Матрицедержатель	5ХНМ, 5Х2МНФ, 4Х5МФС	43-48
Пресс-пайба	5ХНМ, 5Х2МНФ, 5Х2МНФ	40-45
Матрица	3Х3МЗФ, 4Х5МФС, 5Х2МНФ	45-52

Таблица 21

*Механические свойства некоторых сталей и сплавов, рекомендуемых
для изготовления прессового инструмента*

Марка стали или сплава	Температура, °C		Тепло- стойкость, °C	$t_{\text{впл.}}$ °C	Механические свойства					
	t_1	$t_{\text{отп}}$			σ_s , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	KCU , кДж/см ²	HRC
5ХНМ	850	520		20	1270	1390	14	44	550	39
3Х2С3Ф	1150	575	660	400	1160	960	10	35	420	35
				500	870	850	14	62	380	30
				506	1600-1700	1140	8	30-35	200-250	48-50
3Х2М3Ф	1040	600	650	20	1220	1120	11	30-35	300-350	40
				600	1150-1650	900-950	10	32	350	28-32
				70	1700	1500	12	50	250-450	48
4Х4ВМФ-С	1070	620	660	20	1300	1150	10	50	550-600	44
				500	1180	1060	12	55	550-670	35
				600	1700-1800	1550-1650	8-10	35-42	400-500	50
4Х3В2Ф-С	1040	580	630	20	1400	1200	12	48	550	45
				500	1050-1150	900-1000	10-15	50-65	550-650	28
				600	1850	1550	10	45	450	50
4Х3МФ-С				20	1400	1200	9	52	600	45
				500	1250	1100	10-11	52	600	40
				600	1750	1600	11	54	550	48
2Х6В8М2К8			735	20	1400	1150	10	52	600	45
				500	1200	1050	11	-	500	45
				600	1570-1680	1480-1510	9-11	31-24	120-170	55-60
				30	1470-1580	1230-1270	10-11	24-25	530-540	49-50
				650	1170-1280	1000-1120	11,5	24-26	730-770	45-47
				750	950-1000	800-900	12,5	40,5	900-950	41-43

от технологии прессования. В настоящее время получили широкое распространение для изготовления прессового инструмента теплостойкие стали 5ХНМ, 3Х2В8Ф, 4Х5В2ФС и др. Они имеют хорошую прокаливаемость, высокую вязкость, теплостойкость и достаточно высокую прочность. Рекомендации по выбору марки материала для конкретного вида инструмента даны в табл.20, механические свойства в табл.21.

В данном разделе записки дается обоснование выбора стали, описание свойств и режима термообработки, обеспечивающих заданную твердость. Особое внимание следует обратить на стойкость инструмента и пути ее повышения.

3.3. Контейнер

Прессование пресс-изделий невозможно без использования контейнера. При деформации металла контейнер прессы испытывает высокие радиальные нагрузки, уровень которых может достигать 1000 МПа и выше. Для того чтобы противостоять таким нагрузкам, контейнеры делают сборными (бандажированными), состоящими из двух и более втулок (рис.28). Втулки вставляются одна в другую с натягом, который достигается горячей посадкой. В многослойных контейнерах сжимающие напряжения от посадки втулок с натягом компенсируют часть рабочих растягивающих напряжений, возникающих при прессовании металла, что повышает прочность контейнера. При применении цельного контейнера наибольшее рабочее давление не превышает 50% предела текучести. Для сборного двухслойного контейнера допустимое рабочее давление может быть увеличено почти в два раза.

Контейнер представляет собой пустотелый цилиндр, на наружной поверхности которого имеются четыре шпиночных паза со шпионками, служащими для ориентации контейнера относительно контейнеродержателя (рис.28). Перед прессованием изделий контейнер нагревается до температуры не более 500°С, что регламентируется температурой отпуска инструментальных сталей, из которых сделан контейнер. Нагрев осуществляется индуктивно за счет вихревых токов.

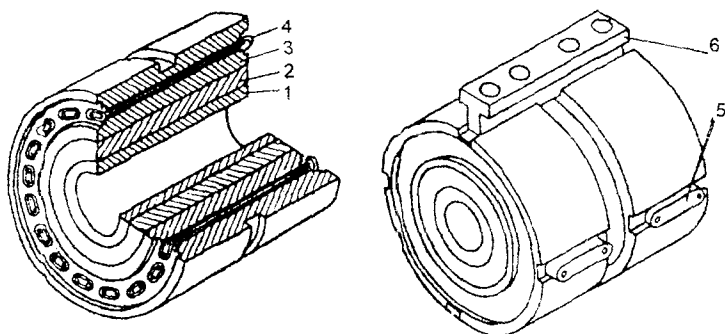


Рис.28. Многослойный контейнер: 1 - внутренняя втулка; 2 - средняя втулка; 3 - наружная втулка; 4 - нагреватель с токопроводящей перемычкой; 5 - шпонка; 6 - транспортная прокладка

По литературным источникам расчет основан на известных методиках определения окружных σ_t и радиальных σ_r напряжений в толстостенных цилиндрах по формулам Ляме. Существует такая оптимальная конструкция контейнера, которая при заданных значениях допустимых напряжений $[\sigma]_i$ для втулок и заданным давлением q_n обеспечивает получение минимального наружного диаметра, а при заданных габаритах - максимально возможное внутреннее давление. Конечная цель расчета: определить целесообразное число слоев N_K многослойного контейнера, размеры всех втулок, необходимые натяги δ между слоями и выбрать материалы для втулок.

Для этого выполняются следующие этапы:

1. Выбирают ориентировочно число втулок контейнера в зависимости от рабочего давления прессования. Для каждой втулки назначают материал (табл.22).

2. Определяют геометрические размеры всех втулок контейнера.

3. Рассчитывают эпюры окружных и радиальных напряжений от рабочего давления в предположении, что натяги между слоями отсутствуют.

4. Определяют эквивалентные напряжения (сумма окружных и радиальных напряжений) на внутреннем радиусе наружного слоя и его недогруз по прочности (как разность между допус-

Таблица 22

*Марки сталей, применяемые для
изготовления контейнера*

Вид втулки	Марка стали	σ_t ($T=450^{\circ}\text{C}$), МПа
Внутренняя	4Х4НВФ, 4Х5В2ФМ, 3Х2Н2МВФ, 5Х2НМФС, 27Х2Н2МВФ, 3ХВ4СФ	1400 - 1450
Промежуточные	3Х2НЗМ, 4Х4НМВФ	1050 - 1450
Наружная	5ХНМ, 5ХНВ	750 - 800

каемым и этим эквивалентным напряжением), а также соответствующее этому недогрузу контактное давление, от которого строят эпюры напряжений для внутренних слоев.

5. Методом суперпозиции рабочих эпюр и эпюр от контактного давления определяют напряжения на всех радиусах втулок. Этот этап повторяется столько раз, сколько имеется втулок.

6. Находят значение эквивалентных напряжений по слоям.

7. Если эквивалентные напряжения на внутренней поверхности втулок окажутся меньше допускаемых напряжений, то контейнер рассчитан правильно. В противном случае - заменяют материалы втулок на более прочные или увеличивают размеры и количество слоев и расчет повторяют.

Расчеты системы "втулки - контейнер" производятся по следующим формулам.

1. Давление прессования

$$q_{\Pi} = \frac{4P_{\Pi P}}{\pi D_K^2}, \quad (4)$$

где $P_{\Pi P}$ - усилие пресса, D_K - внутренний диаметр рабочей втулки контейнера.

2. Принимают ориентировочно количество втулок $N_{\text{оп}}$, но не больше шести, поскольку большее количество втулок применяют

только в специальных контейнерах. Определяют значение q_{II}/σ_A , по которому из табл.23 выбирают число втулок N . Сравнивают N с выбранным ранее $N_{оп}$. При необходимости изменяют допустимые напряжения, выбранные материалы или число слоев.

Таблица 23

*Рекомендуемое количество слоев (N) контейнера
в зависимости от его напряженности*

q_{II}/σ_A	0,3	0,3 – 0,55	0,56 – 0,75	0,76 – 1,0	1,0 – 1,2	1,2 – 1,4
N	1	2	3	4	5	6

3. Допускаемые напряжения во втулках контейнера

$$[\sigma]_i = \frac{(\sigma_T)_i}{K_i} \quad (5)$$

где σ_{Ti} - предел текучести металла i -й втулки при рабочей температуре работы контейнера, K_i - коэффициент запаса прочности i -й втулки. i - номер втулки, $i = 1, 2, \dots, N$.

Из практики эксплуатации контейнера $K_i = 1,1 - 1,5$. Наибольшее K назначают для внутренних втулок, наименьшее - для наружных втулок.

4. Среднее арифметическое из допустимых напряжений

$$\sigma_A = \frac{1}{N_{OP}} \sum_{i=1}^{N_{OP}} [\sigma]_i \quad (6)$$

5. Коэффициент толстостенности i -й втулки

$$T_i = \sqrt{\frac{\sigma_A}{[\sigma]_i} - \frac{2q_{II}}{N[\sigma]_i}} \quad (7)$$

6. Геометрические размеры i -й втулки

$$r_{i+1} = r_i / T_i \quad (8)$$

где r_{i+1} , r_i - наружный и внутренний радиусы i -й втулки соответственно.

7. Напряжения во втулках от давления прессования

$$(\sigma_t)_i^{q\Pi} = \frac{r_B^2 q_{\Pi}}{r_H^2 - r_B^2} \left(1 + \frac{r_{\Pi}^2}{r_i^2}\right), \quad (9)$$

$$(\sigma_r)_i^{q\Pi} = \frac{r_B^2 q_{\Pi}}{r_{\Pi}^2 - r_B^2} \left(1 - \frac{r_{\Pi}^2}{r_i^2}\right),$$

где σ_t и σ_r - окружное и радиальное напряжения соответственно, r_B - внутренний радиус рабочей втулки контейнера, r_H - наружный радиус контейнера, r_i - текущий радиус.

8. Контактное давление при посадке i -й втулки на блок внутренних $(i-1)$ втулок

$$(p_{\Pi})_i = \frac{1 - T_i^2}{2} (\sigma_{\text{ЭКВ}})_i, \quad (10)$$

где $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ - эквивалентное напряжение.

9. Эквивалентные напряжения можно рассчитать по формулам:

Четырехслойный контейнер

Посадка четвертой наружной втулки на блок ранее собранных внутренних втулок с натягом $P_{\Pi 4}$:

$$(\sigma_{\text{ЭКВ}})_4 = [\sigma]_4 - (\sigma_t)_4^{q\Pi} + (\sigma_r)_4^{q\Pi}. \quad (11)$$

Посадка третьей втулки на блок внутренних с натягом $P_{\Pi 3}$:

$$(\sigma_{\text{ЭКВ}})_3 = [\sigma]_3 - (\sigma_t)_3^{q\Pi} + (\sigma_r)_3^{q\Pi} - (\sigma_t)_3^{P_{\Pi 4}} + (\sigma_r)_3^{P_{\Pi 4}}. \quad (12)$$

Посадка второй втулки на первую с натягом $P_{\Pi 2}$:

$$(\sigma_{\text{ЭКВ}})_2 = [\sigma]_2 - (\sigma_t)_2^{q\Pi} + (\sigma_r)_2^{q\Pi} - (\sigma_t)_2^{P_{\Pi 4}} + (\sigma_r)_2^{P_{\Pi 4}} - (\sigma_t)_2^{P_{\Pi 3}} + (\sigma_r)_2^{P_{\Pi 3}}. \quad (13)$$

Трехслойный контейнер

Посадка третьей втулки на блок внутренних с натягом $P_{\Pi 3}$:

$$(\sigma_{\text{ЭКВ}})_3 = [\sigma]_3 - (\sigma_t)_3^{q\Pi} + (\sigma_r)_3^{q\Pi}. \quad (14)$$

Посадка второй втулки на первую втулку с натягом $P_{\Pi 2}$:

$$(\sigma_{ЭKB})_2 = [\sigma]_2 - (\sigma_t)_2^{q\Pi} + (\sigma_r)_2^{q\Pi} - (\sigma_t)_2^{P\Pi} + (\sigma_r)_2^{P\Pi} . \quad (15)$$

Двухслойный контейнер

$$(\sigma_{ЭKB}) = [\sigma]_2 - (\sigma_t)_2^{q\Pi} + (\sigma_r)_2^{q\Pi} . \quad (16)$$

10. Натяг на радиус при посадке i -й втулки, обеспечивающей давление P_{Π} :

$$\delta_i = r_i \frac{P_{\Pi}}{E} \left(\frac{r_i^2 + r_B^2}{r_i^2 - r_B^2} + \frac{1 + T_i^2}{1 - T_i^2} \right) . \quad (17)$$

где E - модуль упругости материала втулок.

Величина натяга обычно составляет 0,2-0,7% от радиуса втулки и уменьшается от внутренней втулки к наружной. Оптимальные значения натяга при посадке могут быть определены из условия $2\tau_{\max} / r_B = (\sigma_t - \sigma_r) \rightarrow \min$.

11. Температурный период для осуществления натяга

$$\Delta T_i = \frac{\delta_i}{r_i} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{конт}}} + (100 \div 150^\circ \text{C}) , \quad (18)$$

где α - коэффициент линейного расширения,

$$\alpha_{\text{конт}} = 12,5 \times 10^{-6} \text{ } 1/^\circ \text{C} .$$

12. Расчет напряжений во внутренних втулках от контактного давления посадки P_{Π} :

$$(\sigma_t)_i^{P\Pi} = -\frac{r_H^2 P_{\Pi}}{r_H^2 - r_B^2} \left(1 + \frac{r_B^2}{r_i^2} \right) , \quad (\sigma_r)_i^{P\Pi} = -\frac{r_H^2 P_{\Pi}}{r_H^2 - r_B^2} \left(1 - \frac{r_B^2}{r_i^2} \right) . \quad (19)$$

13. Расчет напряжений во внешней втулке от контактного давления посадки P_{Π} :

$$(\sigma_t)_i^{P\Pi} = \frac{r_B^2 P_{\Pi}}{r_H^2 - r_B^2} \left(1 + \frac{r_H^2}{r_i^2} \right) , \quad (\sigma_r)_i^{P\Pi} = \frac{r_B^2 P_{\Pi}}{r_H^2 - r_B^2} \left(1 - \frac{r_H^2}{r_i^2} \right) . \quad (20)$$

14. Расчет суммарных напряжений в характерных точках контейнера от давления прессования и контактных давлений посадки. В местах сопряжений i -й и $(i+1)$ -й втулок суммирование

напряжений проводятся отдельно для наружного радиуса i -й втулки и внутреннего радиуса $(i+1)$ -й втулки:

$$(\sigma_r)_i^{\Sigma} = (\sigma_r)_i^{q\Pi} + \sum_{i=1}^N (\sigma_r)_i^{P\Pi i} , \quad (\sigma_r)_i^{\Sigma} = (\sigma_r)_i^{q\Pi} + \sum_{i=1}^N (\sigma_r)_i^{P\Pi i} . \quad (21)$$

15. Проверка правильности расчета многослойного контейнера на прочность:

$$(\sigma_{\Sigma KB})_i = (\sigma_r)_i^{\Sigma} - (\sigma_r)_i^{\Sigma} \leq [\sigma]_i . \quad (22)$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ "ВТУЛКА - КОНТЕЙНЕР"

Расчет контейнера диаметром 155 мм для пресса усилием 1500 т. Удельное максимальное давление прессования составляет 85 кг/мм². Для уменьшения стоимости контейнера корпус его предполагается изготавливать из стали 5ХНМ, втулки - из стали 4Х4НМВФ. Для стали 4Х4НМВФ при 500°С $\sigma_{0,2} = 144,1$ кг/мм². Для стали 5ХНМ при 400°С $\sigma_{0,2} = 90$ кг/мм².

Контейнер изготавливается 4 - слойным. Принимая коэффициент запаса K по втулкам (считая изнутри), равным 1,5; 1,4; 1,3; 1,2, получим допустимые напряжения (кг/мм²) для втулок по формуле

$$[\sigma_i] = \frac{\sigma_{0,2i}}{K_i} ;$$

$$1\text{-я втулка} \quad \frac{144}{1,5} = 96 \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$\left. \begin{array}{l} 2\text{-я втулка} \\ 3\text{-я втулка} \end{array} \right\} \frac{144}{1,3} = 110 \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$4\text{-я втулка} \quad \frac{90}{1,2} = 75 \text{ кг/мм}^2 .$$

Число слоев контейнера зависит от отношения q_{Π}/σ_A , где q_{Π} - удельное давление в контейнере;

$$\sigma_A = \frac{[\sigma_1] + [\sigma_2] + \dots + [\sigma_n]}{N_{OP}} - \text{среднее арифметическое из}$$

допустимых напряжений для отдельных слоев:

$$\frac{q_{II}}{\sigma_A} = \frac{85}{97,5} = 0,873;$$

$$\sigma_A = \frac{96 + 110 + 110 + 75}{4} = 97,5 \text{ кг/мм}^2.$$

Для отношения q_{II}/σ_A из интервала 0,75 - 1,0 оптимальное число слоев контейнера равно четырем.

Коэффициенты толстостенности втулок:

$$T_1 = \sqrt{\left(\frac{97,5}{96} - \frac{2 \cdot 85}{4 \cdot 96} \right)} = 0,757 ;$$

$$T_2 = \sqrt{\left(\frac{97,5}{110} - \frac{2 \cdot 85}{4 \cdot 110} \right)} = 0,706 ;$$

$$T_3 = T_2 = 0,706 ;$$

$$T_4 = \sqrt{\left(\frac{97,5}{75} - \frac{2 \cdot 85}{4 \cdot 75} \right)} = 0,855 .$$

Радиусы втулок:

$$r_1 = 77,5 \text{ мм};$$

$$r_2 = \frac{r_1}{T_1} = \frac{77,5}{0,756} = 101 \text{ мм};$$

$$r_3 = \frac{r_2}{T_2} = \frac{101}{0,706} = 142 \text{ мм};$$

$$r_3 = \frac{r_3}{T_3} = \frac{142}{0,706} = 200 \text{ мм};$$

$$r_5 = \frac{r_4}{T_4} = \frac{200}{0,855} = 234 \text{ мм}.$$

Расчет контейнера ведется на основании 3-й теории прочности, поэтому меридиальное напряжение σ_m не учитывается.

Следовательно,

$$\sigma_{i,r} = \frac{P_B r_B^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{P_B r_B^2 r_H^2}{(r_H^2 - r_B^2) \rho^2} = \frac{85 \cdot 77,5^2}{234^2 - 77,5^2} \pm \frac{85 \cdot 77,5^2 \cdot 234^2}{(234^2 - 77,5^2) \rho^2},$$

где ρ - текущий радиус.

Напряжения имеют следующие значения, кг/мм²:

$$\sigma_{i1} = 10,4 + \frac{572000}{77,5^2} = 105,8, \quad \sigma_{r1} = 10,4 - \frac{572000}{77,5^2} = -85;$$

$$\sigma_{i2} = 10,4 + \frac{572000}{101^2} = 66,5, \quad \sigma_{r2} = 10,4 - \frac{572000}{101^2} = -45,7;$$

$$\sigma_{i3} = 10,4 + \frac{572000}{142^2} = 38,8, \quad \sigma_{r3} = 10,4 - \frac{572000}{142^2} = -18,0;$$

$$\sigma_{i4} = 10,4 + \frac{572000}{200^2} = 24,7, \quad \sigma_{r4} = 10,4 - \frac{572000}{200^2} = -3,9;$$

$$\sigma_{i5} = 10,4 + \frac{572000}{234^2} = 20,8, \quad \sigma_{r5} = 10,4 - \frac{572000}{234^2} = 0.$$

Эпюры напряжений приведены на рис. 29. Расчет контейнера ведется для случая сборки "изнутри". Эквивалентные напряжения в 4-й, наружной, втулке от посадки с натягом P_4 на блок из собранных ранее внутренних втулок можно рассчитать по формуле

$$\sigma_{ЭKB}^{P_4} = [\sigma_4] - (\sigma_{i4}^p - \sigma_{r4}^p) = 75 - (24,7 + 3,9) = 46,4 \text{ кг/мм}^2.$$

При посадке 4-й, наружной, втулки на блок из внутренних контактное давление

$$P_4 = \frac{1 - T_4^2}{2} \sigma_{ЭKB4}^{P_4} = \frac{1 - 0,855^2}{2} \cdot 46,4 = 6,25 \text{ кг/мм}^2.$$

Натяг на радиус при посадке четвертой втулки составляет

$$\delta_4 = \rho_4 \frac{P_4}{E} \left(\frac{\rho_4^2 + r_1^2}{\rho_4^2 - r_1^2} + \frac{1 + T_4^2}{1 - T_4^2} \right) = 200 \cdot \frac{6,25}{2 \cdot 10^4} \left(\frac{200^2 + 77,5^2}{200^2 - 77,5^2} + \frac{1 + 0,855^2}{1 - 0,855^2} \right) = 0,0625 \cdot 7,75 = 0,485 \text{ мм}.$$

Здесь

$$E = 2 \cdot 10^4 \text{ кг/мм}^2; \rho_4 = r_4 = 200 \text{ мм}; r_1 = 77,5 \text{ мм.}$$

Температурный перепад для обеспечения натяга

$$\Delta T_4 = \frac{\delta_4}{\rho_4} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{конт}}} + (100 \div 150^\circ \text{C}):$$

$$\alpha_{\text{конт}} = 12,5 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ \text{C}} - \text{коэффициент линейного расширения};$$

$$\Delta T_4 = \frac{0,485}{200 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6}} + 150 = 345^\circ \text{C.}$$

Напряжение во втулках от посадки 4-й втулки на блок внутренних, согласно формулам Ляме, при

$$P_{вн} = 0; \quad P_H = 6,25 \text{ кг/мм}^2; \quad r_в = 77,5 \text{ мм}; \quad r_H = 200 \text{ мм равно}$$

$$\sigma_{t,r} = \frac{-P_H r_H^2}{r_H^2 - r_в^2} \pm \frac{-P_H r_H^2 r_в^2}{r_H^2 - r_в^2} \cdot \frac{1}{\rho^2} = \frac{-6,25 \cdot 200^2}{200^2 - 77,5^2} \pm \frac{-6,25 \cdot 200^2 \cdot 77,5^2}{200^2 - 77,5^2} \cdot \frac{1}{\rho^2} =$$

$$= -7,35 \pm \frac{-42000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{t1} = -7,35 - \frac{42000}{77,5^2} = -14,7; \quad \sigma_{r1} = -7,35 + \frac{42000}{77,5^2} = 0;$$

$$\sigma_{t2} = -7,35 - \frac{42000}{101^2} = -11,47; \quad \sigma_{r2} = -7,35 + \frac{42000}{101^2} = -3,23;$$

$$\sigma_{t3} = -7,35 - \frac{42000}{142^2} = -9,43; \quad \sigma_{r3} = -7,35 + \frac{42000}{142^2} = -5,27;$$

$$\sigma_{t4} = -7,35 - \frac{42000}{200^2} = -8,45; \quad \sigma_{r4} = -7,35 + \frac{42000}{200^2} = -6,25.$$

Сама 4-я втулка находится под действием внутреннего давления $P_4 = 6,25 \text{ кг/мм}^2$.

Откуда

$$\sigma_{t,r} = \frac{-P_H r_B^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{P_B r_H^2 r_B^2}{r_H^2 - r_B^2} \cdot \frac{1}{\rho^2} = \frac{-6,25 \cdot 200^2}{234^2 - 200^2} \pm \frac{-6,25 \cdot 200^2 \cdot 234^2}{(234^2 - 200^2) \cdot \rho^2} =$$

$$= 16,65 \pm \frac{915000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$\sigma_{t4} = 16,65 + \frac{915000}{200^2} = 39,55 ; \quad \sigma_{r4} = 16,65 - \frac{915000}{200^2} = -6,25 ;$$

$$\sigma_{t5} = 16,65 + \frac{915000}{234^2} = 33,3 ; \quad \sigma_{r4} = 16,65 - \frac{915000}{234^2} = 0 .$$

Эпюры напряжений от действия давления посадки 4-й втулки приведены на рис. 30.

Эквивалентное напряжение в 3-й втулке от посадки её с натягом на блок из 1-й и 2-й втулок

$$\sigma_{\Sigma KB 3}^{P3} = [\sigma]_3 - (\sigma_{t3}^P + \sigma_{t3}^{P4} - \sigma_{r3}^P - \sigma_{r3}^{P4}) =$$

$$= 110 - (388 - 9,43 + 18,0 + 5,27) = 56,36 \text{ кг/мм}^2 .$$

При посадке 3-й втулки на блок из 1-й и 2-й давление

$$P_3 = \frac{1 - T_3^2}{2} \sigma_{\Sigma KB}^P = \frac{1 - 0,706^2}{2} \cdot 56,36 = 14,1 \text{ кг/мм}^2 .$$

При посадке 3-й втулки натяг на радиус

$$\delta_3 = \rho_3 \frac{P_3}{E} \left(\frac{\rho_3^2 + r_1^2}{\rho_3^2 - r_1^2} - \frac{1 + T_3^2}{1 - T_3^2} \right) = \frac{142 \cdot 14,1}{2 \cdot 10^4} \left(\frac{142^2 + 77,5^2}{142^2 - 77,5^2} + \frac{1 + 0,706^2}{1 - 0,706^2} \right) =$$

$$= 0,1 \cdot 4,845 = 0,48 \text{ мм} .$$

Для обеспечения натяга δ_3 температурный перепад

$$\Delta T_3 = \frac{\delta_3}{\rho_3 \alpha_{\text{конт}}} + (100 \div 150^\circ \text{C}) = \frac{0,48}{142 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6}} + 150 = 420^\circ \text{C} .$$

Напряжение на втулках от посадки 3-й втулки (рис.31).

$$\sigma_{t,r} = \frac{-P_H r_H^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{-P_H r_{II}^2 r_B^2}{(r_H^2 - r_B^2) \cdot \rho^2} = \frac{-14,1 \cdot 142^2}{142^2 - 77,5^2} \pm \frac{-14,1 \cdot 142^2 \cdot 77,5^2}{(142^2 - 77,5^2) \cdot \rho^2} =$$

$$= 20,1 \pm \frac{-121000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$\sigma_{t1} = -20,1 - \frac{121000}{77,5^2} = -40,2 ; \quad \sigma_{r1} = -20,1 + \frac{121000}{77,5^2} = 0 ;$$

$$\sigma_{t2} = -20,1 - \frac{121000}{101^2} = -31,95 ; \quad \sigma_{r2} = -20,1 + \frac{121000}{101^2} = -8,25 ;$$

$$\sigma_{t3} = -20,1 - \frac{121000}{142^2} = -26,1 ; \quad \sigma_{r3} = -20,1 + \frac{121000}{142^2} = -14,1 .$$

Втулка 3 находится под действием внутреннего давления $P_3 = 14,1 \text{ кг/мм}^2$.

Следовательно,

$$\sigma_{t,r} = \frac{P_B r_B^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{-P_B r_B^2 r_{II}^2}{(r_H^2 - r_B^2) \cdot \rho^2} = \frac{14,1 \cdot 142^2}{200^2 - 142^2} \pm \frac{14,1 \cdot 142^2 \cdot 200^2}{(200^2 - 142^2) \cdot \rho^2} =$$

$$= 14,4 \pm \frac{-545000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$\sigma_{t3} = 14,4 - \frac{545000}{142^2} = 43,9 ; \quad \sigma_{r3} = 14,4 + \frac{545000}{142^2} = -14,1 ;$$

$$\sigma_{t4} = 14,4 - \frac{545000}{200^2} = 28,8 ; \quad \sigma_{r4} = 14,4 + \frac{545000}{200^2} = 0 .$$

При посадке 2-й втулки на 1-ю с натягом эквивалентное напряжение

$$\sigma_{\Sigma KB}^{P2} = [\sigma]_2 - (\sigma_{t2}^P + \sigma_{t2}^{P4} + \sigma_{t2}^{P3} - \sigma_{r2}^P - \sigma_{r2}^{P4} - \sigma_{r1}^{P3}) =$$

$$= 100 - (66,5 - 11,47 - 31,95 + 45,7 + 3,23 + 8,25) = 29,74 \text{ кг/мм}^2 .$$

При посадке 2-й втулки на 1-ю контактное давление

$$P_2 = \frac{1-T_2^2}{2} \sigma_{\text{КВ2}} = \frac{1-0,706^2}{2} \cdot 29,74 = 7,45 \text{ кг/мм}^2.$$

Натяг на радиус при посадке 2-й втулки

$$\delta_2 = \rho_2 \frac{P_2}{E} \left(\frac{1+T_1^2}{1-T_1^2} + \frac{1+T_2^2}{1-T_2^2} \right) = \frac{101 \cdot 7,45}{2 \cdot 10^4} \cdot \left(\frac{1+0,756^2}{1-0,756^2} + \frac{1+0,706^2}{1-0,706^2} \right) =$$

$$= 0,376 \cdot 6,66 = 0,25 \text{ мм.}$$

Для обеспечения натяга δ_2 температурный перепад

$$\Delta T_2 = \frac{\delta_2}{\rho_2 \alpha_{\text{конт}}} + (100 \div 150^\circ \text{C});$$

$$\Delta T_2 = \frac{0,25}{101 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6}} + 150 = 350^\circ \text{C}.$$

Напряжение во втулках от посадки 2-й втулки на первую (рис.32)

$$\sigma_{t,r} = \frac{-P_H r_H^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{-P_{II} r_H^2 r_B^2}{(r_H^2 - r_B^2) \cdot \rho^2} = \frac{-7,45 \cdot 101^2}{101^2 - 77,5^2} \pm \frac{7,45 \cdot 101^2 \cdot 77,5^2}{(101^2 - 77,5^2) \cdot \rho^2} =$$

$$= 18,1 \pm \frac{109000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{t1} = -18,1 - \frac{109000}{77,5^2} = -36,2; \quad \sigma_{r1} = -18,1 + \frac{109000}{77,5^2} = 0;$$

$$\sigma_{t2} = -18,1 - \frac{109000}{101^2} = -28,75; \quad \sigma_{r2} = -18,1 + \frac{109000}{101^2} = -7,45.$$

Напряжение во 2-й втулке от внутреннего давления
 $P_2 = 7,45 \text{ кг/мм}^2.$

$$\sigma_{t,r} = \frac{-P_B r_B^2}{r_H^2 - r_B^2} \pm \frac{-P_B r_B^2 r_H^2}{(r_H^2 - r_B^2) \cdot \rho^2} = \frac{7,45 \cdot 101^2}{142^2 - 101^2} \pm \frac{7,45 \cdot 101^2 \cdot 142^2}{(142^2 - 101^2) \cdot \rho^2} =$$

$$= 7,6 \pm \frac{153000}{\rho^2} \text{ кг/мм}^2 ;$$

$$\sigma_{t2} = 7,6 - \frac{153000}{101^2} = 22,6 ; \quad \sigma_{r2} = 7,6 + \frac{153000}{101^2} = -7,45 ;$$

$$\sigma_{t3} = 7,6 - \frac{153000}{142^2} = 15,2; \quad \sigma_{r3} = 7,6 + \frac{153000}{142^2} = 0 .$$

Эпюры суммарных напряжений σ_r и σ_t приведены на рис.33.

Проверка правильности решения заключается в определении эквивалентных напряжений во втулках при работе.

Эквивалентные напряжения должны быть равны принятым для расчетов допустимым напряжениям по третьей теории прочности.

Тогда эквивалентные напряжения (кг/мм²) на внутренних поверхностях втулок 1, 2, 3 и 4:

$$\sigma_{\Sigma KB1} = 14,7 + 85 = 99,7; \quad [\sigma] = 96,4;$$

$$\sigma_{\Sigma KB2} = 45,6 + 64,6 = 110,2 ; \quad [\sigma] = 110 ;$$

$$\sigma_{\Sigma KB3} = 88,5 + 37,4 = 125,9 ; \quad [\sigma] = 110 ;$$

$$\sigma_{\Sigma KB4} = 93,1 + 10,1 = 103,2 ; \quad [\sigma] = 75 .$$

Найденные эквивалентные значения напряжений для 1, 2 и 3-й втулок несколько выше допустимых. Однако эта разница невелика, поэтому можно оставить выбранные размеры. Для 4-й втулки эта разница велика. В этом случае необходимо производить перерасчет.

Из втулок контейнера наиболее нагруженной является рабочая втулка, рис. 35. Поэтому при изготовлении рабочей втулки должны быть обеспечены не только высокая прочность, но и повышенная износостойкость, что достигается химико-термической обработкой ее внутренней поверхности.

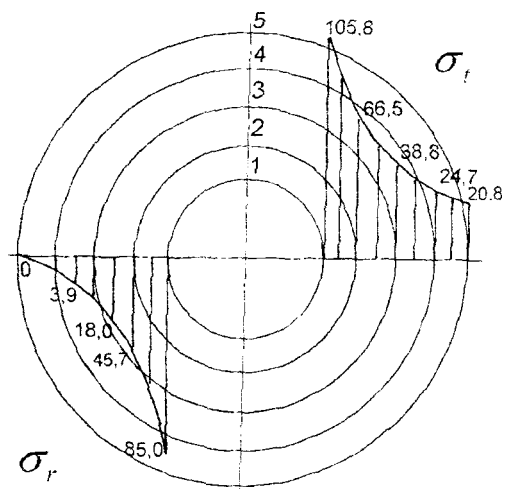


Рис. 29. Напряжение во втулках контейнера от действия внутреннего рабочего давления

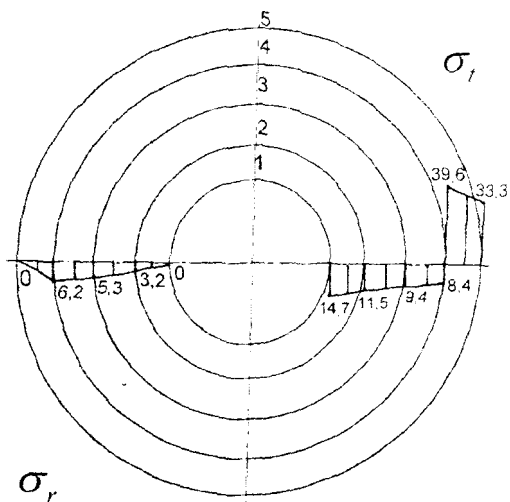


Рис. 30. Напряжение во втулках контейнера от действия давления посадки 4-й втулки

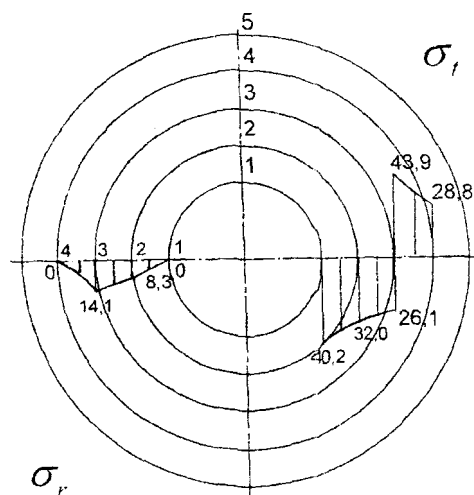


Рис.31. Напряжение во втулках контейнера от действия давления посадки 3-й втулки

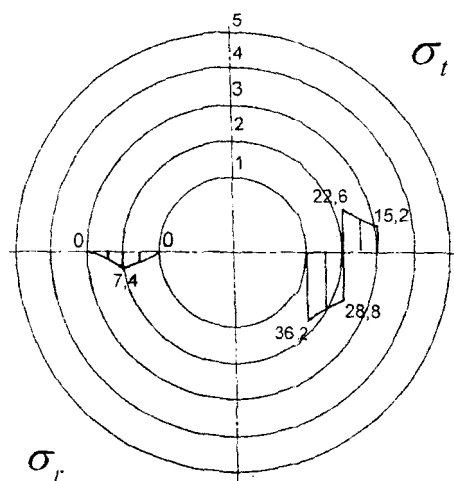


Рис.32. Напряжение во втулках контейнера от действия давления 2-й втулки

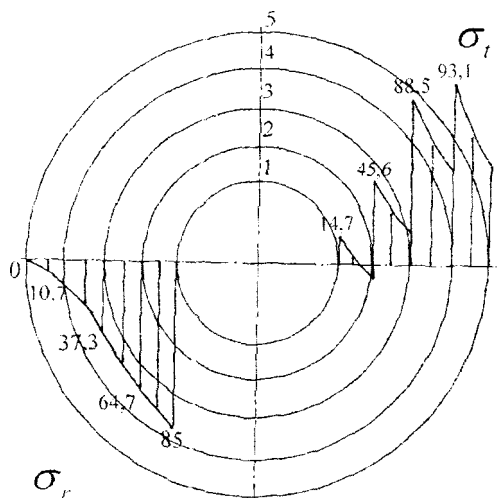


Рис.33. Суммарное напряжение во втулках контейнера от действия рабочего давления и посадки втулок с натягом

Пример конструкции четырехслойного контейнера приведен на рис. 34.

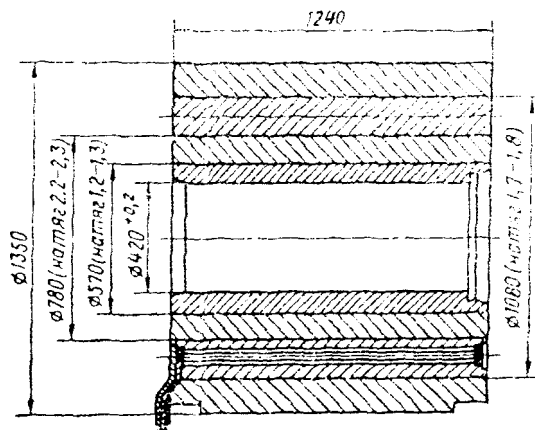


Рис.34. Четырехслойный контейнер горизонтального гидравлического пресса усилием 50 МН

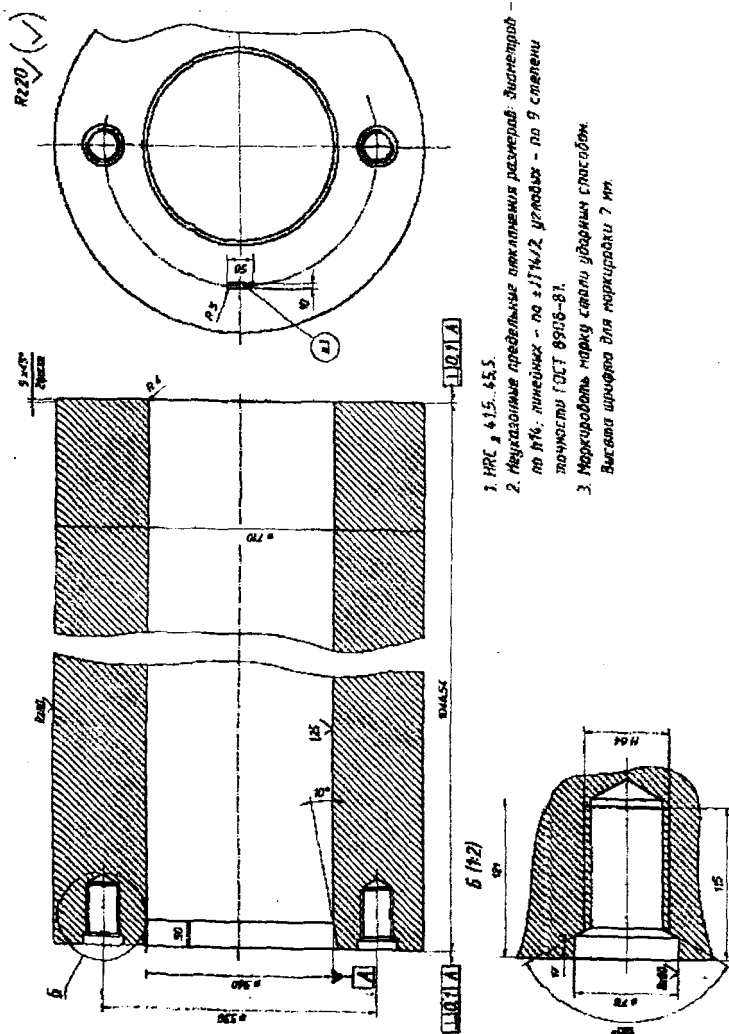


Рис. 35. Рабочая втулка контейнера

3.4. Матрица

Матрица является наиболее важным технологическим инструментом, в котором совершается формирование внешней формы пресс-изделия.

Матрица представляет собой металлический диск с прорезанным в нем каналом по форме пресс-изделия. Ее устанавливают в передней части контейнера, она замыкает его полость с заложенной заготовкой.

Основные элементы матрицы: обжимная часть (зеркало) 1, рабочий канал 2 с калибрующим пояском 3, выходная часть 4, посадочная 5 и опорная 6 поверхности, рис. 36.

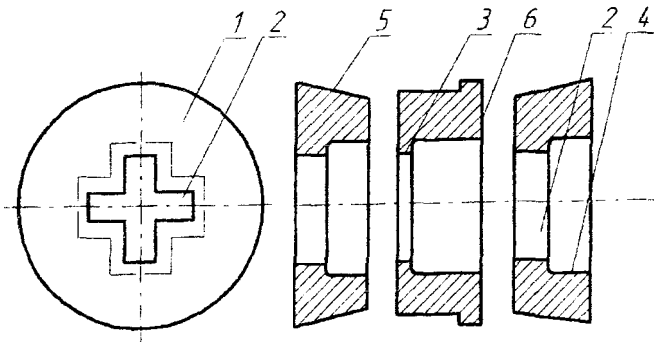


Рис.36. Основные элементы конструкции матрицы

По форме обжимной части матрицы разделяют на плоские, конические, плоскоконические, сигмоидальные и т.п.

При прессовании профилей из алюминиевых сплавов чаще всего используют плоские матрицы. В ходе прессования на плоских матрицах образуется значительная мертвая зона, которая препятствует проникновению различных дефектов в пресс-изделие и обеспечивает получение высококачественной поверхности профиля. Одна и та же плоская матрица позволяет проводить прессование из контейнеров различного диаметра. Плоские матрицы просты в изготовлении и обеспечивают легкое отделение пресс-остатка от матрицы.

По числу каналов матрицы разделяют на одно и многоканальные. Одноканальные матрицы чаще всего применяют для прессования профилей сложной конфигурации и крупных сечений, многоканальные матрицы - для прессования профилей более простых форм и небольших сечений. Использование многоканального прессования часто позволяет интенсифицировать процесс прессования и снизить неравномерность истечения.

По форме посадочной поверхности в матрицедержателе матрицы разделяют на матрицы с прямым конусом, обратным конусом и цилиндрические с бургом. Наибольшее распространение получили матрицы с обратным конусом. Посадка матрицы в матрицедержатель с обратным конусом $3-10^\circ$ обеспечивает плотное соединение матрицы с подкладкой и увеличивает опорную поверхность матрицы. Облегчается сборка и разборка инструмента в матричном узле.

К технологическим элементам конструкции матрицы относятся:

1) Форма и размеры выходного сечения канала матрицы, которые должны учитывать упругие, деформационные и температурные изменения его в процессе прессования, упругую деформационную и термическую усадку прессуемого профиля и внеконтактную пластическую деформацию металла, связанную с неравномерностью истечения отдельных элементов профиля.

2) Форма и длина калибрующих поясков канала матрицы, позволяющие менять сопротивление истечению отдельных элементов профиля.

3) Радиусы скругления выходных и входных кромок канала матрицы, оптимальная величина которых с точки зрения качества поверхности изделий и скоростей истечения неодинакова для различных групп сплавов.

4) Входные, или так называемые "тормозные", углы на рабочем пояске матрицы, создающие дополнительные сопротивления истечению металла.

5) Привязка профиля в плоскости матрицы относительно оси прессования, влияющая на перераспределение объема металла заготовки по участкам, из которых образуются отдельные элементы профиля, а следовательно, и на характер течения металла.

6) Расстояние между каналами многоканальных матриц и их расположение относительно оси прессования, оказывающие влия-

ние на стабильность геометрических размеров и степень неравномерности скорости истечения.

7) Толщина матрицы, оказывающая большое влияние на деформацию изгиба ее отдельных элементов, что существенно изменяет размеры прессуемых изделий и снижает стойкость при производстве профилей с полузамкнутыми полостями (особенно у матриц консольного типа).

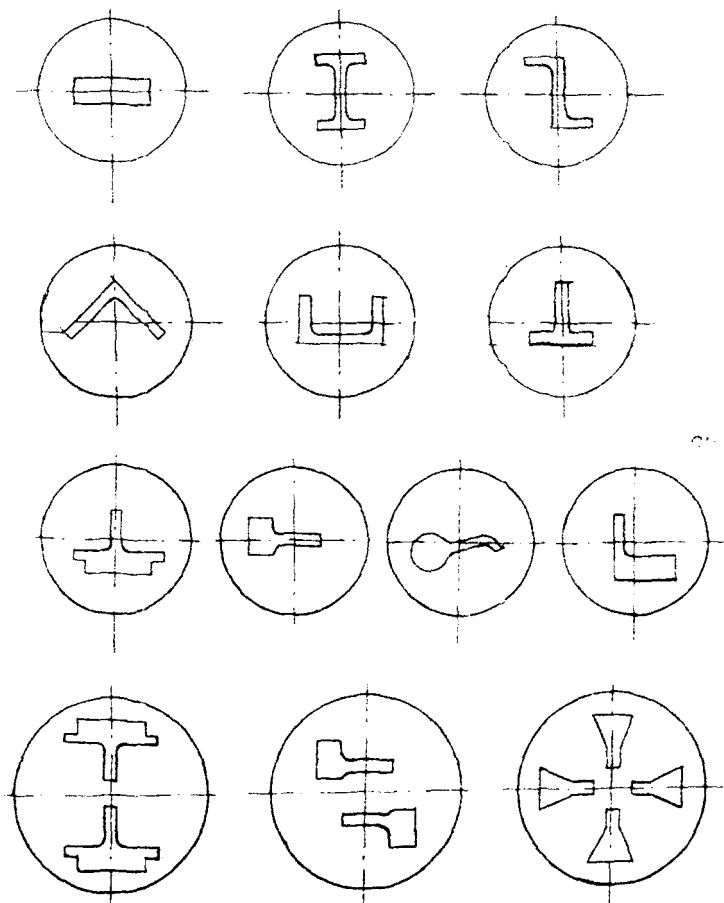


Рис.37. Варианты расположения каналов на зеркале матрицы

Исходя из сложности конфигурации и площади поперечного сечения профиля задаются количеством каналов в матрице. Каналы стремятся располагать симметрично относительно осей. Если матрица одноканальная, то канал на зеркале матрицы располагают следующим образом:

1) При наличии двух осей симметрии профиля центр тяжести его совмещают с геометрическим центром матрицы.

2) При одной оси симметрии и толщине полок профиля, незначительно отличающихся друг от друга, центр тяжести также совмещают с геометрическим центром матрицы.

3) Асимметричные профили и профили с одной осью симметрии, но со значительной разницей в симметрии полок, располагают таким образом, чтобы тонкие элементы были максимально приближены к центру матрицы. Примеры расположения каналов на зеркале матрицы приведены на рис. 37.

При прессовании сложных профилей рационального расположения канала в матрице недостаточно для выравнивания скоростей истечения. Поэтому последующее выравнивание скоростей истечения может быть получено за счет изменения величины контактной поверхности калибрующей части формообразующего канала матрицы. Поперечное сечение канала разделяют на несколько элементов равной ширины, чаще всего прямоугольной формы или близкой к ней. При одинаковых скоростях истечения длины калибрующих поясков различных элементов i и j должны быть обратно пропорциональны их удельным периметрам:

$$\frac{l_j}{l_i} = \frac{P_i}{F_i} \cdot \frac{F_j}{P_j}, \quad (23)$$

где P_i и P_j - периметры элементов i и j .

F_i и F_j - площади элементов i и j .

l_i и l_j - длины калибрующих поясков i и j .

Пример распределения сечения профиля на элементы равной ширины I, II и III показан на рис.38. Удельные периметры по элементам равны:

$$\frac{P_I}{F_I} = \frac{15+15+15+15}{225} = 0,27 ; \quad \frac{P_{II}}{F_{II}} = \frac{10+10+8+8}{80} = 0,45 ;$$

$$\frac{\Pi_{III}}{F_{III}} = \frac{20+20+5+5}{100} = 0,5$$

Задавшись длиной калибрующего пояска для элемента с наибольшим удельным периметром в пределах 3-5 мм, по формуле (23) найдем длины калибрующих поясков для остальных элементов. Приняв $\ell_{III} = 5 \text{ мм}$, получим

$$\ell_I = \ell_{III} \frac{\Pi_{III} / F_{III}}{\Pi_I / F_I} = 5 \cdot \frac{0,5}{0,27} = 9,3 \text{ мм},$$

$$\ell_{II} = \ell_{III} \frac{\Pi_{III} / F_{III}}{\Pi_{II} / F_{II}} = 5 \cdot \frac{0,5}{0,45} = 5,6 \text{ мм}.$$

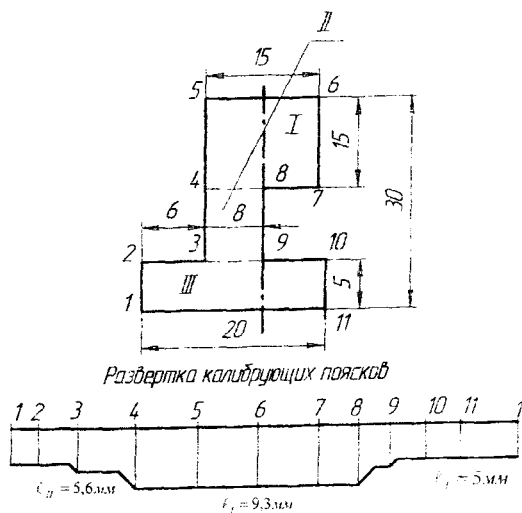


Рис.38. К расчету размеров поясков

По найденным значениям строят развертку калибрующих поясков по контуру канала матрицы. При расчете по этой методике получается одинаковая длина пояска вдоль всего периметра элемента. При переходе от одного элемента к другому выполняют главный переход с учетом среднего расчетного значения длины

пояска, рис.38. По условию прочности длина пояска берется для алюминиевых сплавов не менее 3-5 мм, а по условию эффективности работы - не более ширины прорези рассматриваемого элемента. Если по расчетам необходимо иметь более длинный поясок, чем ширина прорези отверстия, то следует применять калибрующие пояски с углами торможения. В этом случае калибрующий поясик состоит из двух участков: прямолинейного с минимально допустимой длиной 4-5мм и наклонного с углом $\gamma=1-6^\circ$ и длиной $L_T = L_p - (4 \div 5)$, где L_p - расчетная длина калибрующего пояска, полученная по формуле (23).

Изложенная методика позволяет определить параметры поясков только в первом приближении для простых профилей. Для сложных профилей и многоканальных матриц расчет усложняется и часто окончательная отработка формы матрицы производится при прессовании опытных партий.

При расчете матриц на прочность следует обратить особое внимание на ее консольные части (участки 1, 2 на рис.39), упругий прогиб которых вызывает изменение толщины профиля и исключает тормозное влияние пояска и угла торможения.

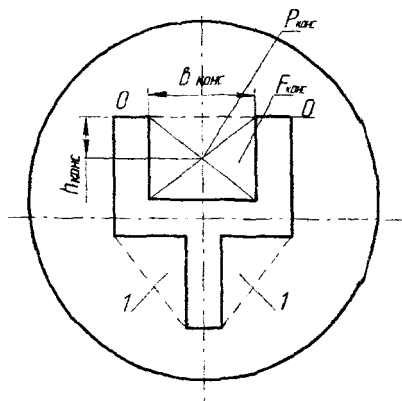


Рис.39. К расчету консольных участков матрицы

Расчет консольных участков матрицы на изгиб проводят как для консольно закрепленной балки, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой, по формуле

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} \leq [\sigma]_{изг},$$

где $\sigma_{изг}$ - напряжение изгиба,

$M_{изг}$ - изгибающий момент,

$M_{изг} = P_{конс} L_{конс}$ - расстояние от основания консоли до центра приложения равнодействующей силы $P_{конс}$, совпадающей с центром тяжести консольного участка в плане, $P_{конс} = q_{II} \cdot F_{конс}$;

q_{II} - удельное давление при максимальном усилии прессы,

$W_{изг}$ - момент сопротивления изгибу прямоугольного сечения матрицы,

$$W_{изг} = \frac{b_{конс} \cdot h^2}{6};$$

$b_{конс}$ - ширина консольного участка матрицы у основания консоли,

h - высота матрицы,

$[\sigma]_{изг}$ - допускаемое напряжение на изгиб материала матрицы,

$[\sigma]_{изг} \approx 0,7\sigma_v$.

Обычно высоту матрицы назначают из конструктивных соображений, $h = (0,3-0,5) D_K$, а затем проводят проверочный расчет.

Определение исполнительных размеров канала матрицы A_I производится с учетом номинальных размеров сечения профиля A_H , плюсовых допусков на эти размеры M , материала матрицы и условий правки по формуле

$$A_I = A_H + M + (K_Y + K_P + K_T) A_H, \quad (24)$$

где K_Y - коэффициент утягивания размера сечения при прессовании (для профилей, имеющих удлиненные участки: "уголок", "швеллер" и т.д.);

K_P - коэффициент уменьшения размера при правке растяжением (табл.24);

K_T - коэффициент температурной усадки профиля,

$$K_T = T_{заг} \alpha_{заг} - T_{матр} \alpha_{матр},$$

где $T_{заг}$ и $T_{матр}$ - температуры нагрева заготовки и матрицы, при этом $T_{заг} - T_{матр} = 30-50^\circ\text{C}$;

$\alpha_{заг}$ и $\alpha_{матр}$ - коэффициенты линейного расширения прессуемого металла (для алюминиевых сплавов $\alpha = 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$) и материала матрицы (для сталей $\alpha_I = 14 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$).

Таблица 24

Значения коэффициентов K_y и K_p

Размер элемента, мм	K_y	K_p
1-3	0,020	0,020
4-20	0,010	0,010
21-40	0,0065	0,008
41-60	0,0055	0,008
61-80	0,004	0,006
81-120	0,0035	0,005
121-200	0,0025	0,004

Допуски на размеры составляют приблизительно: для линейных размеров до 10 мм - 1,0%, для линейных размеров выше 10 мм - 0,8%. Расчетные размеры канала матрицы округляют с точностью до 0,1 мм. Более точно допуски на размеры берут из ГОСТа 8617-81.

Для примера рассчитаем исполнительные размеры очка матрицы для прессования профиля типа "тавр" из сплава Д16 (рис.40). Материал матрицы - сталь 3Х2В8Ф.

Для сплава Д16:

$$\alpha_{заг} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C} ; T_{заг} = 450^{\circ}\text{C} .$$

Для стали 3Х2В8Ф:

$$\alpha_{матр} = 14 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C} ; T_{матр} = 400^{\circ}\text{C} .$$

Определяем коэффициент K_T :

$$K_T = T_{заг} \cdot \alpha_{заг} - T_{матр} \cdot \alpha_{матр} .$$

Принимаем $K_T = 0,006$.

По формуле (49) определяем исполнительные размеры очка матрицы:

1. Для толщины полки $A_1 = 2 \pm 0,2$

$$A_1 = 2 + 0,2 + (0,02 + 0,02 + 0,006) \cdot 2 = 2,29 .$$

2. Для толщины полки $A_2 = 8 \pm 0,35$

$$A_2 = 8 + 0,35 + (0,01 + 0,01 + 0,006) \cdot 8 = 8,55 .$$

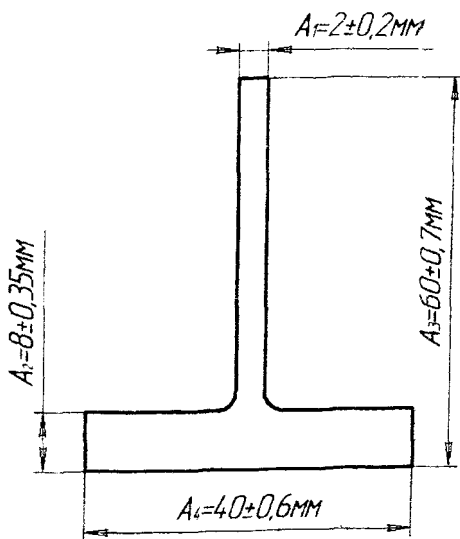


Рис.40. Поперечное сечение таврового профиля

3. Для размера $A_3=60^{\pm 0,7}$

$$A_3 = 60 + 0,7 + (0,0055 + 0,008 + 0,006) \cdot 60 = 61,87.$$

4. Для размера $A_4=40^{\pm 0,6}$

$$A_4 = 40 + 0,6 + (0,0065 + 0,008 + 0,006) \cdot 40 = 41,4.$$

Ввиду того что обычно расчетные размеры очка матрицы округляются с точностью до 0,1 мм, для рассматриваемого профиля можно назначить следующие исполнительные размеры: $A_1=2,3$ мм; $A_2=8,6$ мм; $A_3=61,9$ мм; $A_4=41,4$ мм.

Ниже приведены примеры конструкций матриц для прессования профилей сложной конфигурации. Эти матрицы спроектированы на основе расчетов, изложенных выше, а окончательная геометрия каналов установлена после корректировки размеров очка и рабочих поясков в производственных условиях при прессовании достаточно больших партий профилей, рис. 41-45.

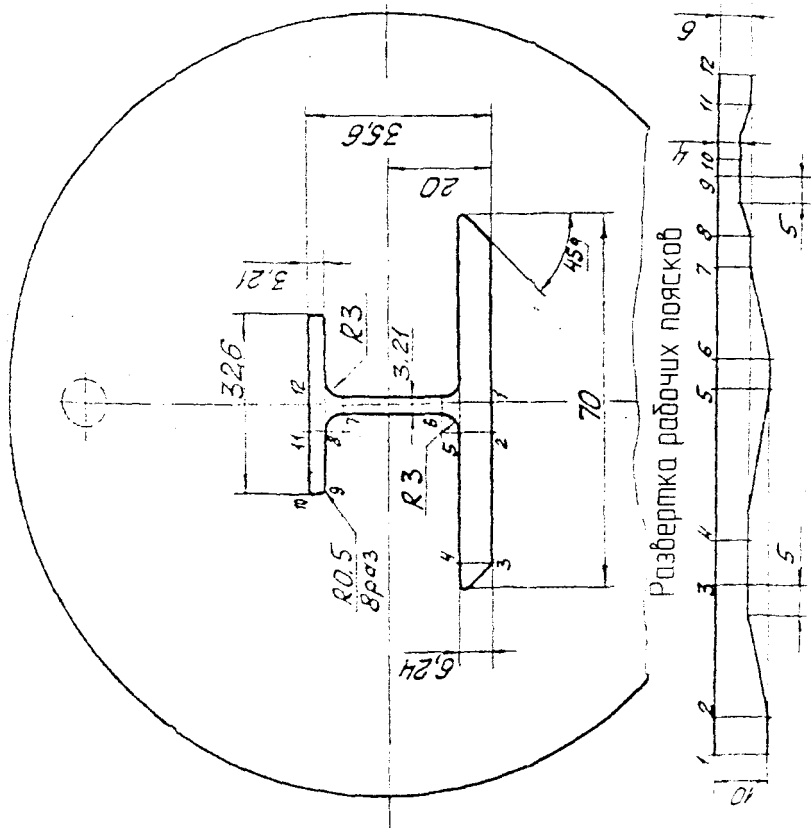


Рис. 4.2. Матрица для прессования ПК 17841

3.5. Пресс-штемпель и пресс-шайба

Величина допустимой нагрузки, которую может выдержать пресс-штемпель, определяет возможную степень деформации при прессовании. Поэтому выбор материала и конструкции пресс-штемпеля имеет важное значение в технологии прессования. На рис.46 приведен образец пресс-штемпеля.

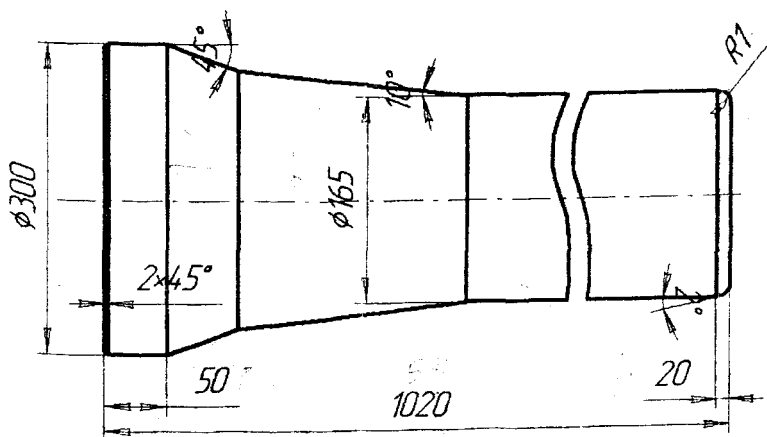


Рис.46. Пресс-штемпель

Конструктивно пресс-штемпели изготавливают монолитными, состоящими из головки и штанги (см.рис.46). После выбора материала пресс-штемпель проверяют на прочность, при этом его рассматривают как сжатый и консольно закрепленный стержень. Обычно продольная сила смещена относительно оси пресс-штемпеля из-за отсутствия идеальной центровки на величину эксцентриситета ϵ . Поэтому при расчете пресс-штемпеля необходимо определять напряжения от сжатия и от продольного изгиба (рис. 47).

Усилие пресса P_{np} , передаваемое пресс-штемпелем на слиток, вызывает в нем напряжение сжатия

$$\sigma' = \frac{P_{np}}{F_{\text{л}}},$$

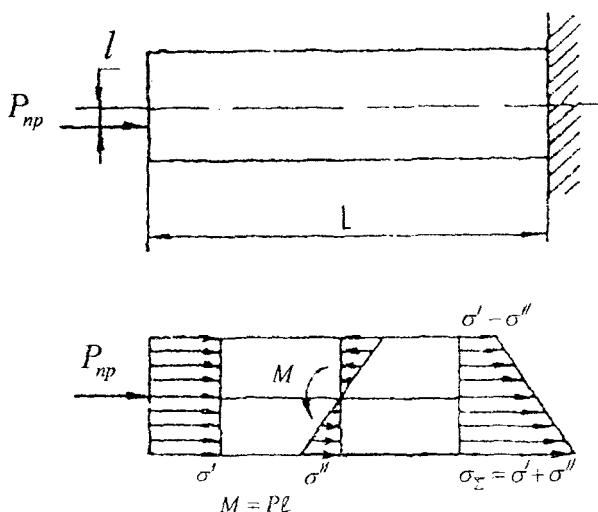


Рис.47. Схема к расчету пресс-штемпеля на прочность

где F_{II} - площадь поперечного сечения пресс-штемпеля,

$$F_{II} = \frac{\pi D_{II}^2}{4},$$

D_{II} - диаметр пресс-штемпеля.

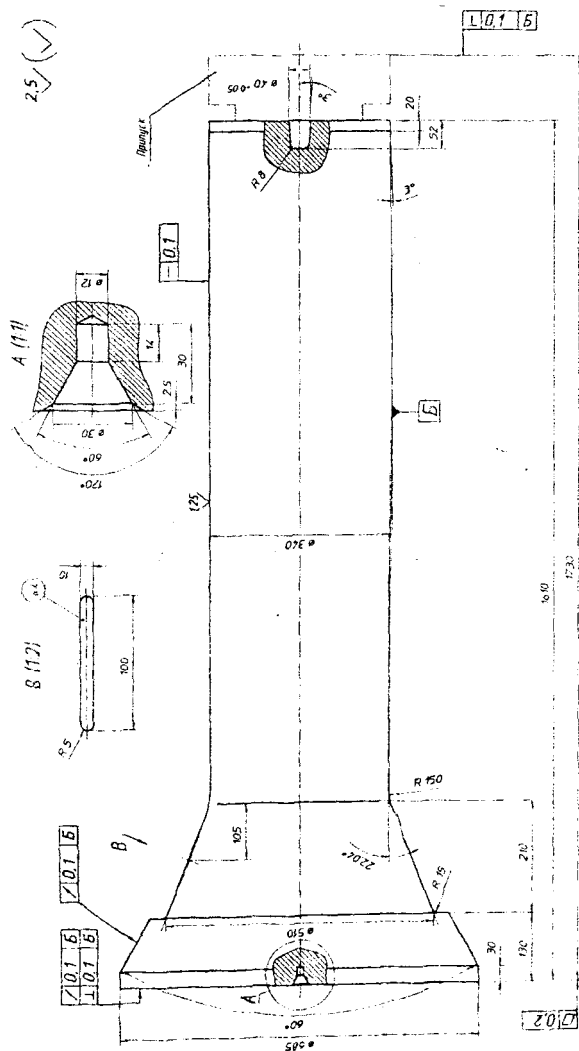
При эксцентрично приложенной нагрузке в пресс-штемпеле возникает дополнительное изгибающее напряжение σ^{II} от изгибающего момента

$$M = P_{np} \cdot l, \quad l = \frac{D_K - D_{II}}{4}, \quad \sigma^{II} = \frac{M}{W},$$

где W - момент сопротивления изгибу; для круга $W = 0,1 D_{II}^3$.

На эпюрах (рис.47) видно, что полное напряжение на пресс-штемпеле равно сумме напряжений от силы P и изгибающего момента M .

Полное напряжение в пресс-штемпеле сравнивают с допустимым: $\sigma_{II} = \sigma^I + \sigma^{II} \leq [\sigma]$, где $[\sigma] = \sigma_B$.



- 1 НПС 3 455 515
- 2 Изготовление предельные отклонения размеров диаметров - по МЗ, МЗ, минимальных - по 1112/2, средние - по 9 стандарту, по частям ГОСТ 6908-81
- 3 Остатки рамки срезать, радиус 1 мм
- 4 Изготавливать торцы стали 4 диаметр конических углов 1 мм
- 5 Выточка штифта для маркировки 7 мм
- 6 Подача специальная литьевого

Рис. 48. Пресс-штемпель (пресс 50MN)

Значение предела прочности σ_b определяют при температуре разогрева металла пресс-штемпеля, не превышающей 250°C .

Диаметр пресс-штемпеля выполняют на 10-20 мм меньше диаметра втулки контейнера D_K . Причем меньшие значения назначают для небольших по габаритам контейнеров, большие - для крупногабаритных контейнеров.

Для увеличения сопротивления продольному изгибу пресс-штемпель рекомендуется делать ступенчатым с утолщенной частью рабочего стержня (рис.48).

Пресс - шайба применяется при прессовании и предохраняет пресс - штемпель от теплового воздействия со стороны деформируемого металла. Пример пресс-шайбы приведен на рис.49 и 50.

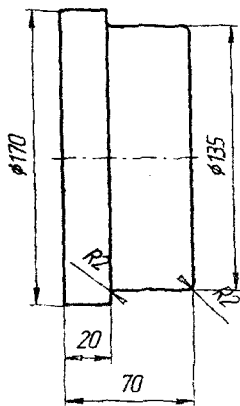


Рис.49. Пресс-шайба

Основными технологическими размерами пресс - шайбы являются рабочий диаметр $D_{ш}$ и высота $h_{ш}$. Диаметр пресс-шайбы принимают равным диаметру отверстия внутренней втулки D_K за вычетом величины технологического зазора a : $d_{ш} = D_K - a$, где $a = 0,1 - 0,5$ мм. Высота пресс-шайбы принимается $h_{ш} \leq d_{ш}$. Пресс-шайбы при конструировании рассчитывают на сжатие. При этом принимают допустимое удельное давление сжатия равным $(0,9-0,95)\sigma_T$ выбранной стали при заданных температурных условиях. Для уменьшения контактной поверхности между пресс - шайбой и внутренней втулкой иногда применяют пресс - шайбу с проточкой.

4. РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ ЦЕХА

При проектировании новых цехов целесообразно классифицировать цеха по объему производства, мощности установленных прессов, серийности производства. Исходя из годового выпуска прессованной продукции можно разделить все цеха на мелкие (выпуск менее 10 тыс.т), средние (10-20 тыс.т), крупные (более 20 тыс.т). Классификация по мощности прессов необходима для установления ряда показателей: ширины пролета и высоты здания, характеристик подъемно-транспортного оборудования, глубины заложения фундаментов и т.п.

Одним из условий рационального проектирования прессовых цехов является учет перспективы развития производства с целью освоения новых изделий, увеличения объема производства, дальнейшего внедрения механизации и автоматизации процессов.

В настоящее время высшей формой внутрицеховой организации производства прессовых профилей является поточная линия, на которой все технологические и транспортные операции механизированы, а управление работой линии осуществляется с помощью компьютера.

Профили и прутки прессуют на горизонтальных гидравлических прессах. Ввиду большой номенклатуры прессовых изделий и различий механических свойств сплавов, из которых они изготавливаются, в промышленности используются прессы с усилием прессования от 5 МН до 200 МН. Наиболее распространены прессы с максимальным усилием 12, 15, 20, 30, 35, 50 МН, работающие в большинстве случаев от групповой насосно-аккумуляторной станции. Небольшая часть прессов работает от индивидуального привода. По методу прессования – с прошивным устройством или без него.

В настоящее время работа отдельных узлов пресса автоматизирована. Имеются также прессы с полной автоматизацией технологического процесса прессования. Заготовки перед прессованием нагревают в электрических печах (индукционных или сопротивления).

В состав прессового цеха входят следующие производственные участки: прессовый участок, участок правки и резки, участок термообработки, слаточный участок.

На рис. 51 - 53 даны примерные планировки участков. При такой организации производства производственные участки работают от промежуточных складов полуфабрикатов, которые должны быть четко отражены на планировке цеха.

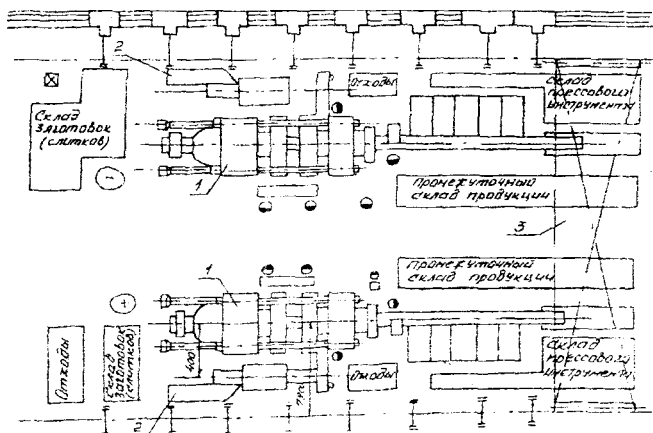


Рис.51. Типовая планировка участка прессования профилей и труб:

1 - гидравлический пресс; 2- индукционная печь; 3- кран

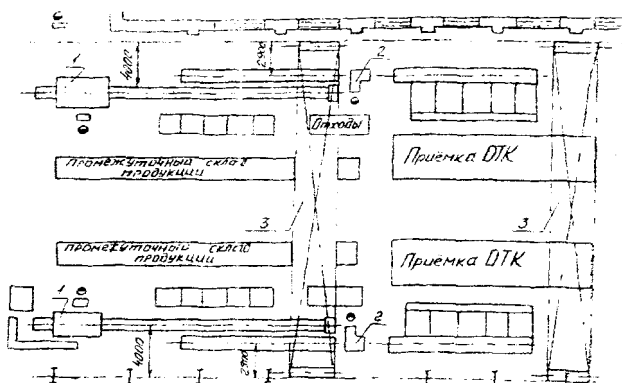


Рис.52. Типовая планировка участка правки и резки профилей:

1 - правильная машина; 2 - линия резки; 3 - кран

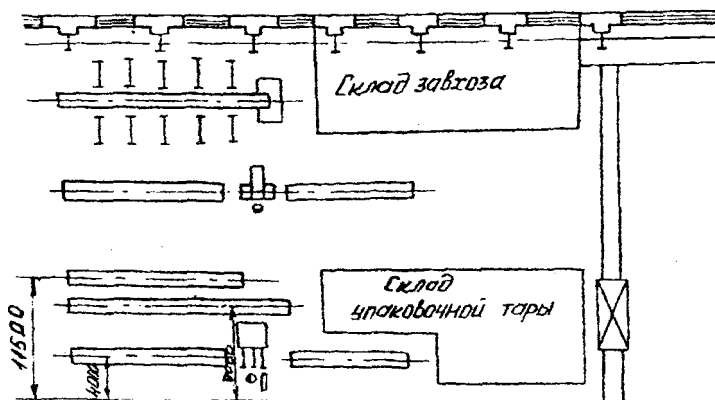


Рис.53. Термосдаточный отдел

Оборудование в цехе расставлено по технологическому принципу с соблюдением основных требований поточного производства: со склада металла заготовки поступают на линию прессов, после прессования изделия поступают на линию правки и резки, далее в термосдаточный участок. В начале цеха размещены склады заготовок и прессового инструмента, склады отпрессованных изделий. В конце цеха размещаются склады готовой продукции.

На участке прессования обычно устанавливают следующее оборудование: горизонтальный гидравлический пресс, нагревательную печь, пилу для резки и обрезки концов изделий. Иногда устанавливают дополнительные печи для подогрева деформирующего инструмента (матриц, пресс-шайб).

Как правило, в каждом пролете установлены прессы одинакового усилия.

Совершенствование прессового оборудования для производства профилей из легкопрессуемых алюминиевых сплавов направлено на создание высокопроизводительных полностью автоматизированных комплексов непрерывного производства, включающих операции от предпрессовой обработки заготовок до старения готовых отпрессованных профилей с минимально возможным количеством обслуживающего персонала (до 1-3 рабочих).

На рис.54 представлен схематично состав эксплуатируемых линий. Для повышения эффективности производства изделий на линиях скоростного прессования и улучшения качества профилей необходимы повышение конструктивной надежности оборудования (пресс-линия), значительное сокращение времени выполнения вспомогательных операций, а также выполнение в линии дополнительных технологических операций: нагрев заготовок в "столбах", горячая резка (рубка) на мерные заготовки, скальпирование боковой и торцевой поверхностей заготовок, создание градиента на заготовках, прессование с натяжением, а также автоматизация правки, резки и упаковки в линии. Желаемый состав оборудования в линии представлен на рис.54, схема Б.

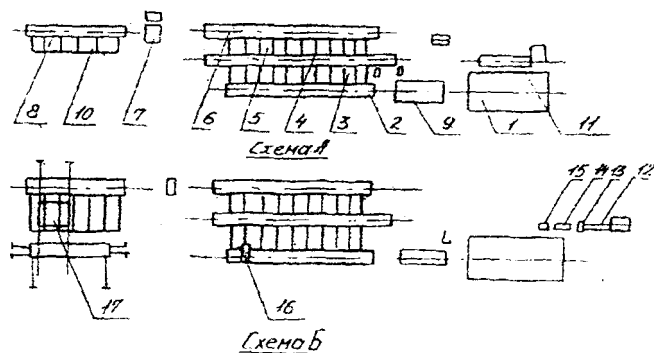


Рис.54. Состав оборудования эксплуатируемой линии скоростной обработки (схема А) и желаемый состав оборудования в линии нового поколения для производства изделий из легкопрессуемых алюминиевых сплавов (схема Б): 1- пресс; 2- выходной транспортер; 3- транспортер-холодильник; 4- растяжная машина; 5- поперечный транспортер; 6-транспортер-рольганг; 7- пила; 8- рольганг; 9- охлаждающая установка; 10- копильник; 11- индукционная установка; 12- печь нагрева; 13- устройство для рубки; 14- устройство для градиентного нагрева; 15- устройство зачистки; 16- установка натяжения; 17- штабелер

Основные размеры прессового цеха определяются, в первую очередь, числом установленных прессов и их мощностью, а также размерами приемных столов гидравлических прессов. Обычно это

довольно большое помещение, ширина которого чаще всего равна 24 или 36 м, а длина достигает 300 м, но может быть и больше. Здание одноэтажное, может быть одно- или многопролетным. Основой здания служит каркас, составленный из железобетонных колонн, закрепленных по верху металлическими фермами, которые расположены поперек пролета. На металлические фермы уложено перекрытие из железобетонных плит. Большую часть стенового ограждения между колоннами занимает оконный переилет - остекленная рама из металлических профилей. Площадь остекления относительно большая, поэтому внутри помещения при естественном дневном освещении обычно светло. Этому способствует также остекление части перекрытия, которое называется фонарем. Высота производственного цеха определяется наибольшей высотой оборудования, установленного в цехе, а также возможностью его обслуживания и проведения ремонтов с помощью мостовых кранов. Полы в цехе выложены чугунными литыми плитами.

В цехе поддерживается определенный температурный режим, наивысшая и наиминимая температуры определены санитарными нормами. Для отопления цеха применяют калориферы. При этом учитывается так называемое "техническое тепло" - выделяемое различными нагревательными устройствами. Избыток тепла в отдельных местах цеха удаляется с помощью вентиляции - принудительного движения воздуха вентиляторами и аэрации - естественного движения воздуха.

Обычно посередине цеха расположены транспортные проходы и проезды. По ним передвигается обслуживающий персонал и напольный транспорт (электрокары или автомашины). Напольный транспорт производит небольшую часть всех многочисленных транспортных операций, связанных с перемещением грузов. Так, если изготовление профилей организовано по принципу поточного производства, то заготовка с одной операции обработки на другую передается с помощью различных стационарных транспортных устройств - чаще всего рольгангов. Много грузов перемещается также и мостовыми кранами. Мостовые краны - неременная принадлежность прессового цеха: они передвигаются по подкрановым путям над всем расположенным в цехе оборудованием. Подкрановые пути уложены на балки, а те - на специальные выступы колонн.

Мостовой кран движется вдоль пролета, а поперек пролета по мосту передвигается тележка, на которой установлен подъемный механизм с краном. Таким образом, вся площадь цеха оказывается в зоне действия мостового крана, и с его помощью можно поднять и переместить груз, расположенный в любой точке цеха.

Грузоподъемность крана определяется наибольшей массой груза, который требуется переместить в цехе. Чаще всего это наиболее тяжелая деталь пресса, которую нужно переместить при производстве ремонта, например 15, 50, 100 т. Двигатели мостового крана питаются электрическим током, который подводится к ним через специальные токопроводы, протянутые по всему пути движения крана. Мостовой кран управляется крановщиком, который находится в кабине, подвешенной к мосту. Между рабочим, закрепляющим груз (стропальщиком), и крановщиком устанавливается связь (в основном с помощью определенных жестов).

В состав цеха помимо подразделений, занимающихся выполнением основных технологических операций, входят некоторые вспомогательные службы. Это прежде всего служба механика, которая следит за исправным состоянием всего технологического и другого оборудования, установленного в цехе. Обычно механик имеет свое металлорежущее оборудование для производства необходимого (относительно небольшого) ремонта. В цехе имеется также служба энергетика. Современный прессовый цех - крупный потребитель электроэнергии: различные печи, двигатель насосов высокого давления и другое оборудование, а также осветительные приборы, которые расходуют энергию, исчисляемую десятками тысяч киловатт. Большое значение для нормальной работы цеха имеет также служба инструментальщика, занимающаяся контролем за эксплуатацией и мелким ремонтом технологического инструмента. Все эти вспомогательные службы расположены или на основных производственных площадях, или в отдельно пристроенном помещении, где располагаются, кроме этого, бытовые помещения - раздевалки и душевые для рабочих, комнаты отдыха, столовая, а также административный персонал. Бытовые помещения, в отличие от производственного, могут иметь несколько этажей.

Если в цехе выполняются операции травления и анодирования профилей, то должен быть налажен сбор сточных вод и их нейтрализация для защиты окружающей среды.

Примеры планировок приведены на рис. 55 и 56.

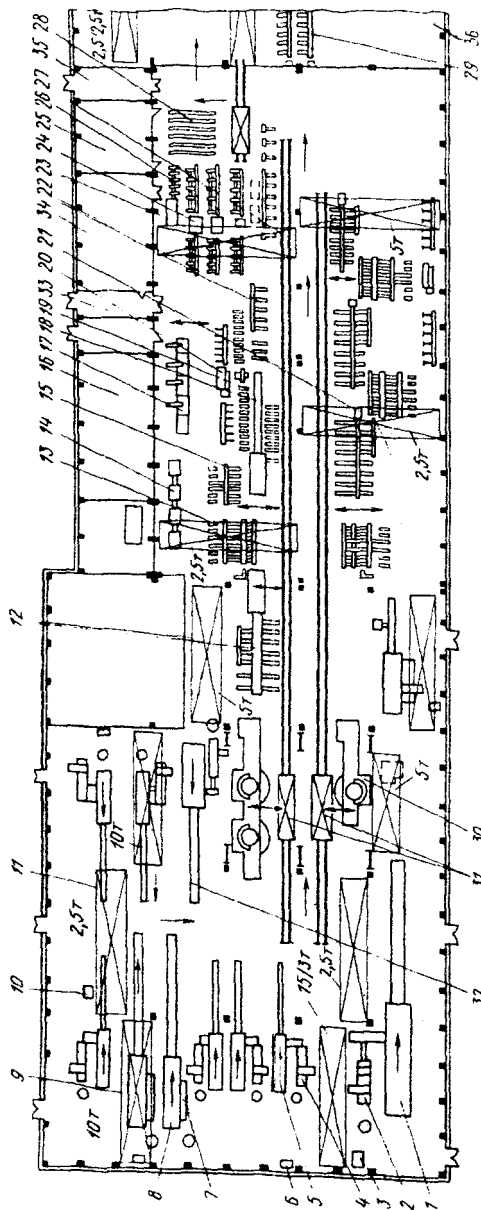


Рис.55 Планировка цеха по производству пресс-изделий из алюминиевых сплавов (партиционно-последовательное производство): 1 - горизонтальный пресс усилием 40 МН; 2 - индукционная печь усилием 11,75 МН; 3 - горизонтальный пресс усилием 11,75 МН; 4 - индукционная печь усилием 11,75 МН; 5 - горизонтальный пресс усилием 24,5 МН; 6 - печь для нагрева инструмента; 7 - индукционная печь усилием 24,5 МН; 8 - горизонтальный пресс усилием 24,5 МН; 9 - мостовой кран; 10 - установка для свертывания прутков в бухты; 11 - горизонтальный пресс усилием 19,6 МН; 12 - растяжная машина усилием 0,98 МН; 13 - участок резки профилей; 14 - роликовая правильная машина; 15 - контрольная плита; 16 - цеховая лаборатория; 17 - печь старения и отжига; 18 - растяжная машина усилием 2,45 МН; 19 - правильный пресс со стеллажами; 20 - роликовая правильная машина; 21 - роликовая правильная машина; 22 - участок резки профилей; 23 - агрегат правки и резки прутков из бухты; 24 - роликовая правильная машина; 25 - бытовые помещения; 26 - парноразливочная правильная машина; 27 - дисковая плита; 28 - участок контроля; 29 - установка для консервации профилей; 30 - вертикальный акселерационный агрегат; 31 - электрическая тележка грузоподъемностью 5 т; 32 - трубопрофильный пресс усилием 19,6 МН; 33 - магистральная кладовая; 34 - мастерская механика и электромонтажа; 35 - склад сырья; 36 - склад готовой продукции

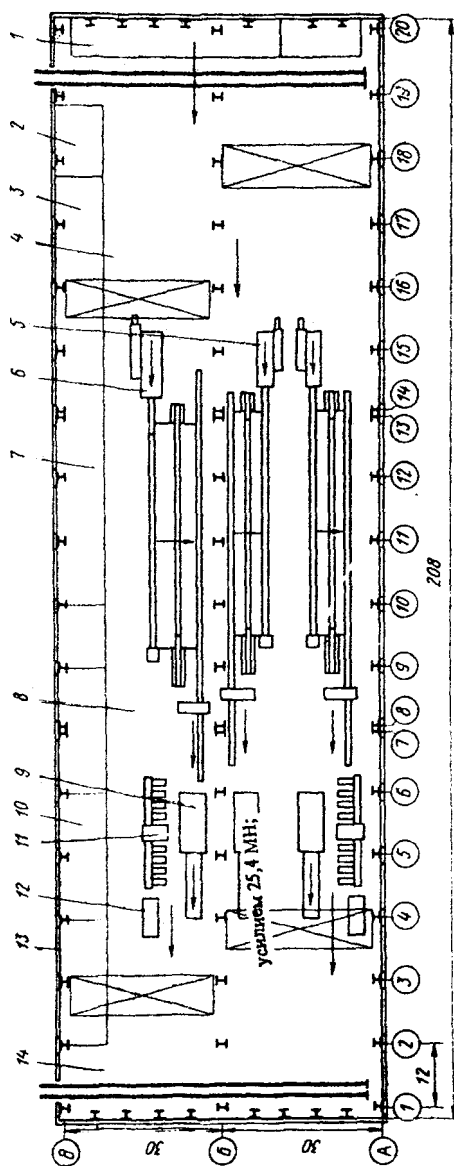


Рис. 36. Планировка цеха по производству пресс-изделий из алюминиевых сплавов (поточное производство):
 1 - участок ремонта и азотирования матриц; 2 - участок КИП; 3 - кладовая матриц; 4 - склад заготовок; 5 - прессовая установка усилием 12,25 МН с правильной машиной и линией резки; 6 - прессовая установка усилием 24,5 МН с правильной машиной и линией резки; 7 - трансформаторная подстанция; 8 - участок складирования полуфабрикатов перед термообработкой; 9 - печь старения; 10 - мастерские механика и энергетика цеха; 11 - роликовая правильная машина; 12 - раскруточная машина; 13 - кладовая; 14 - склад готовой продукции. Цифры 1 - 20 в кружках - номера колонн

5. ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект оформляется в двух частях - текстовой и графической.

Текстовая часть проекта оформляется в виде пояснительной записки, содержащей обоснования, расчеты и показатели разработанных и рекомендуемых решений.

Графическая часть проекта оформляется в виде иллюстрированных и рабочих чертежей, а также схем, диаграмм и таблиц.

5.1. Пояснительная записка

Текст пояснительной записки выполняют на листах писчей белой бумаги размером 210×297 мм (формат А4) без рамки, на одной стороне листа рукописным способом, четким почерком, чернилами или пастой темного цвета (черного, синего, фиолетового). Размер левого поля - 30 мм, правого - 10 мм, верхнего и нижнего - по 20 мм. Выравнивание текста справа не требуется.

Нумерация листов пояснительной записки-сквозная с учетом таблиц и рисунков, выполненных на отдельных листах, а также всех листов приложения. Бланки титульного листа и задания не нумеруются, но их порядковый номер (1,2) подразумевается. Номера страниц представляются арабскими цифрами в правом верхнем углу листа без точки.

Содержание, введение, реферат, разделы записки, список использованных источников и каждое приложение должны начинаться с новой страницы. Пояснительная записка должна быть сшита и иметь плотную обложку. Текст основной части пояснительной записки делят на разделы и пункты.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей записки и обозначаются арабскими цифрами. Подчеркивание заголовков не разрешается. Слова "реферат", "содержание", "введение", "список использованных источников", "заключение" оформляются как заголовки разделов, но не имеют порядкового номера.

Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. Например: "3.1" (первый подраздел третьего раздела).

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Например: "2.1.3" (третий пункт первого подраздела второго раздела).

Наименования подразделов записываются в виде заголовков обычным шрифтом с заглавной буквы. Подчеркивание заголовков, применение фломастеров и цветной пасты не разрешается. Пункты могут не иметь заголовков.

В тексте разрешены следующие сокращения:

- установленные правилами русской орфографии: т.е., т.д., др., пр., см.;
- установленные государственными стандартами, общепринятые (ГОСТ, КПД);
- ссылки на рисунки и таблицы, если после них стоят номера (рис.2, табл. 3);
- обозначения единиц измерения, если они стоят после цифр (10 м, 8 кг);
- часто встречающиеся в тексте сложные выражения, которые при первом упоминании пишут полностью и сразу же приводят в скобках сокращенную запись (если нет перечня сокращений).

В тексте не допускается употреблять математические знаки для замены слов, например, 0 (ноль), N (номер), % (процент).

Числа с размерностью в тексте следует писать цифрами (зазор - 2 мм), без размерности до десяти - словами, а более десяти - цифрами ("два пресса", но "15 единиц оборудования").

Пределы измерения величин указываются цифрами, разделенными многоточием (100....200), либо словами (от двух до пяти).

Во всех документах следует применять международную систему единиц СИ. Обозначения единиц СИ и правила их написания установлены стандартом СТ СЭВ 1052 - 78.

Формулы, используемые при расчетах, должны иметь ссылку на источник, из которого они взяты.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле, с указанием наименования величины. Первую строку пояснения начинают со слова "где" без двоеточия. Например, относительную степень деформации определяют по формуле

$$\varepsilon = \frac{F_K - f}{F_K} \cdot 100 \ ,$$

где ε - степень деформации, %; F_K - площадь поперечного сечения контейнера, мм²; f - площадь поперечного сечения профиля, мм².

Каждую формулу располагают в отдельной строке симметрично относительно текста. Если формула не умещается в одну строку, она должна быть перенесена после знаков равенства (=), плюс (+), (-), умножения (х), деления (:).

Если в тексте требуются ссылки на формулы, то последние нумеруются арабскими цифрами в пределах всей записки. Номер формулы заключают в круглые скобки и располагают вплотную к границе текста справа.

Цифровые подстановки в формулы помещают после приведения исходных данных. При этом расположение цифр должно соответствовать расположению букв в формуле. Промежуточные преобразования можно не показывать.

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц.

Каждая таблица должна иметь заголовок. Заголовок и слово "Таблица" начинают с прописной буквы. Надпись помещают над верхним углом. При наличии заголовка он пишется после дефиса в одну строку со словом таблица.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами в пределах всей записки, кроме приложений. Пример оформления таблицы приведен в приложении Д.

Заголовки граф таблиц должны начинаться с прописных букв. подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. Для сокращения текста заголовков и подзаголовков отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте. В каждой графе указывается обозначениями, если они пояснены в тексте. В каждой графе указывается размерность величин.

При необходимости графы и строки нумеруются. Номера строк в отдельную графу не вносят, а при нумерации столбцов номера проставляют в отдельной строке под головкой.

При переносе таблицы на следующую страницу заголовок помещают только над её первой частью, а над продолжением пишут, например, "Продолжение табл. 4". Вместо заголовков граф допускается применение их нумерации.

К иллюстрациям относятся чертежи, схемы, диаграммы, фотографии, рисунки. Все иллюстрации именуются рисунками. Иллюстрации размещаются в тексте или на отдельных листах. Иллюстрации обозначают словом "Рисунок" и номеруют последовательно арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки или в пределах каждого раздела, кроме приложений. Например: рис.4 или рис. 4.1.

Все иллюстрации должны иметь наименование, которое помещают снизу. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными, которые располагают снизу (подрисуночный текст). Пример оформления рисунка приведен в приложении Е.

Функциональные зависимости двух или нескольких переменных величин геометрически изображают в виде диаграммы (графика). Для этого чаще всего используется прямоугольная система координат. На осях координат строят шкалы. Поле графика разбивается координатной сеткой.

Буквенные обозначения и единицы измерения переменных величин пишут через запятую вместо последнего числа шкалы, например: м/мин, Р, кН. Если величины указывают наименованием или математическим выражением функциональной зависимости, то надпись размещают у середины шкалы с её внешней стороны вдоль осей координат, например: "Температура прессования, °С", "Давление, МПа".

Если на диаграмме нанесено несколько кривых, то их или чертят разными линиями (сплошной, штриховой) или нумеруют арабскими цифрами, или обозначают буквами. Шкалы тоже могут быть несколько.

Для показа экспериментальных точек используют условные обозначения в виде кружков, крестиков, звездочек. Расшифровку условных буквенных и цифровых обозначений кривых и точек помещают в подрисуночном тексте.

При оформлении записки в тексте должны быть ссылки на все рисунки, таблицы, формулы, использованные источники и приложения.

При ссылке на использованные источники в тексте указывают порядковый номер по списку источников, выделенный двумя косыми чертаами, например: "Расчет размеров заготовки производится по методике /3/, которая учитывает".

Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации, например: "...показано на рис.3".

Ссылки на формулы указывают порядковым номером в скобках, например: "...в формуле (36)".

Ссылки на таблицы указывают сё порядковым номером, например: "... в табл.2".

Ссылку на приложение делают в скобках, например: "... (приложение) или (см. приложение А)".

Выполнение пояснительной записки на компьютере предпочтительно производить в пакете Microsoft Office (редактор Word - любая версия). Размер шрифта основного текста - 14 пунктов с полуторным интервалом. При значительном объеме пояснительной записки допускается применять шрифт 12 пунктов и одинарный интервал. Формулы рекомендуется набирать в редакторе формул Microsoft Equation. В формулах предпочтительно использовать шрифт Times New Roman. Иллюстрации (рисунки) в тексте, а также чертежи, схемы и слайды рекомендуется готовить в графических редакторах: Corel Draw, Smart Draw, Power Point или Visio, а графики выполнять с использованием программы Microsoft Graph. Графики выполнять с сеткой, но без стрелок. Сетка графика определяется масштабом шкал (равномерных или логарифмических) осей координат. Сетка не приводится на графиках, поясняющих только характер изменения функций. На осях графиков указывают наименование и единицу величины, числовые значения которых помещены у делений шкалы на осях. Если на рисунке имеется несколько графиков, то они вычерчиваются разными линиями (непрерывной, штриховой и т.д.) или разными цветами, или около линий ставят порядковые номера с последующей расшифровкой под графиком. Цифровой материал может быть оформлен в виде таблиц с использованием программ Microsoft Word, Microsoft Excel, помещаемых в тексте рукописи.

5.2. Графическая часть

Графическая часть дипломного проекта содержит следующие виды изделий (ГОСТ 2.101-68 ЕСКД), которые приведены в табл. 25).

Таблица 25

Виды изделий

Виды изделия	Определение
1	2
Деталь	Изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Например, чертежи отдельных деталей оснастки, оборудования и т.п.
Сборочная единица	Изделия, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, сваркой и т.п.)
Комплекс	Два и более изделий, не соединенных сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Например, планировка цеха, участка и т.д.

К конструкторским документам, составляющим дипломный проект (по ГОСТ 2.102 - 68 КСКД. Виды и комплектность конструкторских документов), относятся графические и текстовые документы, которые подразделяют на виды, наиболее распространенные из них указаны в табл. 26.

Таблица 26

Виды графических и текстовых документов

Шифр документа	Вид документа	Определение
1	2	3
	Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля
СБ	Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки и контроля. Например, чертеж прессовой наладки
ВО	Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Например, чертеж контейнера, устройства
ГЧ	Габаритный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритами, установочными и присоединительными размерами. Например, чертеж установки контейнера на прессе и т.п.

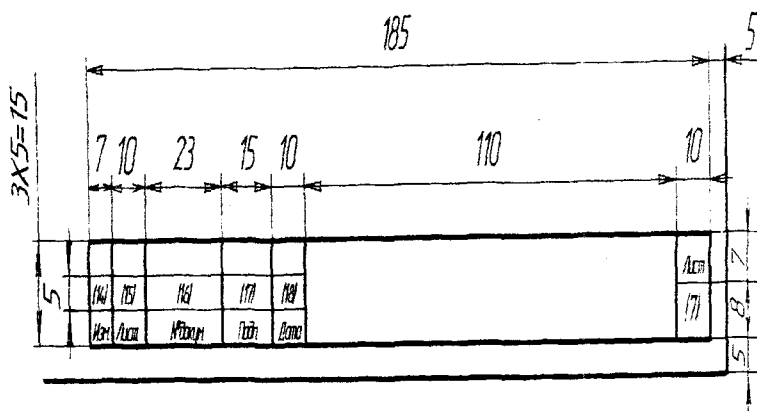


Рис. 58. Основная надпись на текстовых документах (последующие листы)

5.3. Оформление спецификации

Спецификацию в виде таблицы на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу (штамп, наладка инструмента) или комплекс (планировка цеха, участка) выполняют по форме 1 - первый лист и форме 1а - последующие листы (ГОСТ 2.108 - 68. ЕСКД. Спецификация).

Шифр документа	Вид документа	Определение
-	Спецификация (текстовый документ)	Документ, определяющий состав сборочной единицы или комплекса. Например, штампа, устройства, планировки цеха и т. д.
ПЗ	Пояснительная записка (текстовый документ)	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия изделия. В дипломном проекте пояснительная записка объединяет такие виды документов, как расчеты, таблицы, обоснование технических и технико-экономических решений и т.п.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи на чертежах и схемах должны соответствовать форме I (рис.59)

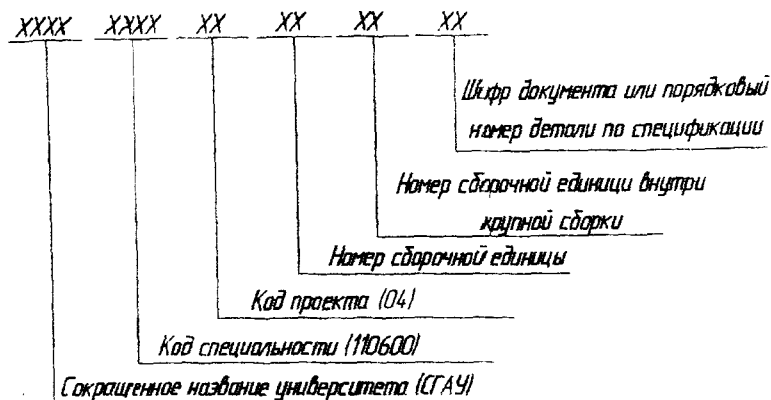


Ниже приводится расшифровка граф основной надписи (номера граф на форме показаны в скобках).

159

документу присвоен шифр. Например, "Контейнер. Чертеж общего вида", "Планировка цеха. Монтажный чертеж".

Графа 2 - обозначение документа. Устанавливается следующая структура обозначения конструкторской документации:



Например, сборочный чертеж наладки инструмента для прессования (код проекта прессового цеха - 04) может быть обозначен следующим образом:

СГАУ. 110600.04.1000.СБ.

Пресс-штемпель (12-я позиция на сборочном чертеже) этого штампа:

СГАУ. 110600.04.1000.12

Листы шпелтемы и исследовательских проектов, содержащие графики, номограммы, схемы, выполняются с основной надписью и на обратной стороне листа.

Графа 3 - обозначение материала детали с указанием ГОСТа. Графу заполняют только на чертежах деталей.

Графа 4 - литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103 - 68: "П" - техническое предложение; "Э" - эскизный проект; "Т" - технический проект; без литеры - опытный образец.

Графа 5 - масса (расчетная) в килограммах без указания наименования. На габаритных и монтажных чертежах, а также на чертежах деталей опытных образцов допускается массу не указывать.

Графа 6 - масштаб по ГОСТ 2.302- 68.

Графа 7 - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

Графа 8 - общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе). Если чертеж изделия не может быть представлен на одном листе (большие размеры, отдельные проскии выполнены на других листах и т.п.), то допускается его деление на отдельные листы. Каждый лист в этом случае должен иметь свою основную надпись и одинаковое обозначение (графа 2).

Графа 9 - наименование и различительный индекс предприятия, выпускающего документ. Указывается сокращенное название кафедры и буквенное обозначение вида работы. Например, ОМД, ДП.

Графа 10 - характер работы, выполняемый лицом, подписавшим документ:

"Разработал" - студент.

"Проверил" - руководитель проекта.

"Т.контр." - рецензент.

"Н.контр." - руководитель проекта.

"Утв." - председатель просмотрной комиссии, допускающей проект к защите в ГЭК.

Графа 11 - фамилии лиц, подписавших документ.

Графа 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13 - дата подписания документа.

Графы 14-18 - не заполняются.

Листы исследовательских дипломных проектов и спецтем, оформленные в виде плакатов, подписываются с лицевой стороны дипломником и руководителем проекта.

Основные надписи на текстовых документах (спецификации, ведомости) оформляются по форме 2 (первый лист, рис.57) и форме 2а (последующие листы, рис.58).

В пояснительной записке разрешается основную надпись на листах не делать.

В студенческих проектах чертежи выпускаются не на все детали сборочной единицы, поэтому допускается не делать раздел спецификации "Материалы". Для деталей, на которые выпущены чертежи, материал допускается указывать сразу за наименованием детали.

Заполнение граф спецификации производят сверху вниз.

1. В графе "Формат" указывают формы документов. Если документ выполнен на нескольких листах, то их перечисляют в графе "Примечание".

В разделах "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы" графу не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: ВЧ.

2. Графа "Зона", как правило, не заполняется.

3. В графе "ПОЗ" указывают порядковые номера составных частей изделия.

4. В графе "Обозначение" указывают обозначения документов. В разделах "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы" графу не заполняют.

5. В графе "Наименование" указывают: в разделе "Документация" - наименование документа ("Сборочный чертеж"); в разделах "Сборочные единицы", "Детали" - наименование изделий; в разделе "Стандартные изделия" - наименования и обозначения в соответствии со стандартами, действующими на это изделие.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

После прохождения преддипломной практики и сдачи зачета студент приступает к дипломному проектированию.

Дипломный проект выполняется на основе критического анализа материалов, собранных в процессе преддипломной практики и литературных данных.

Дипломный проект является самостоятельной творческой работой студента. За принятые в проекте технические и экономические решения, а также за правильность всех производственных расчетов полностью отвечает студент - автор проекта.

Задача руководителя проекта и консультантов - методическое руководство работой студента, ознакомление его с возможными вариантами решений отдельных вопросов, методами расчета, что помогает дипломнику творчески и самостоятельно работать над темой.

Разделы по металлургической части, безопасности жизнедеятельности, технико-экономическим расчетам подписываются соответствующими консультантами. Руководитель проекта подписывает все чертежи и пояснительную записку (Приложение А).

В течение первой недели дипломного проектирования руководитель проекта при участии студента устанавливает ему детально разработанный календарный график работы на весь период проектирования с ориентировочным указанием очередности, сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов работы (Приложение Б).

В процессе работы над проектом студент обязан систематически консультироваться и отчитываться перед руководителем (не реже одного раза в неделю) и согласовывать все отступления от ранее намеченного плана работы. На основании графика прохождения контрольных точек проверяющий от кафедры преподаватель фиксирует степень готовности дипломного проекта (в процентах к общему объему работы).

Законченный дипломный проект, подписанный студентом, консультантами и руководителем, представляется вместе с отзывом руководителя в просмотрную комиссию, возглавляемую заведующим кафедрой, для прохождения предварительной защиты.

После ознакомления с проектом и отзывом руководителя, собеседования со студентом просмотревшая комиссия решает вопрос о допуске проекта к защите, подписывает его и направляет на рецензирование. В случае, если комиссия не считает возможным допустить студента к защите дипломного проекта, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя.

Защита дипломного проекта проводится на открытом заседании государственной аттестационной комиссии (ГАК), возглавляемой главным специалистом предприятия, соответствующего профилю выпускаемых специалистов. Кроме этого, в составе ГАК работает ряд ведущих инженерно-технических работников основных производств, что позволяет наряду с объективной оценкой качества выпускников оперативно информировать заводские службы об интересных проектных решениях студентов.

В день защиты дипломант должен представить секретарю ГАК отзыв руководителя проекта, рецензию, выписку из протокола заседания выпускающей кафедры, учетно-информационную карточку с рекомендациями о возможности внедрения проекта или его части в производство.

Чертежи, плакаты вывешиваются на стенды, а расчетно-пояснительная записка предъявляется председателю ГАК.

Защита дипломного проекта начинается с объявления фамилии дипломника и темы дипломного проекта. Затем студент-дипломник в течение 10-15 минут докладывает о выполненной работе. Доклад должен быть составлен заранее со всей тщательностью и согласован с руководителем проекта. Рекомендуется начать доклад с обращения "Уважаемый председатель, уважаемые члены Государственной аттестационной комиссии". В докладе необходимо обосновать актуальность проекта, дать краткую характеристику номенклатуры легалей цеха, выбранных материалов, основных технологических процессов, оснастки оборудования; изложить основные принципы размещения грузопотоков в цехе, а также меры по безопасности жизнедеятельности.

Завершается доклад сообщением по существу проекта и анализом технико-экономических показателей работы проектируемого цеха, которые сравниваются с достигнутым в промышленности уровнем. По окончании доклада следует сказать "доклад окончен".

После доклада члены ГАК задают дипломику вопросы в соответствии с темой и содержанием проекта, устанавливая при этом глубину его знаний по отдельным разделам проекта, а также по основам общетехнических и профилирующих дисциплин.

Далее на заседании ГАК зачитывается основное содержание отзывов руководителя проекта и рецензента и дипломику предоставляется слово для ответа на замечания рецензента.

Окончательная оценка дипломного проекта и его защиты производится на закрытом заседании ГАК открытым голосованием. При этом ГАК принимает во внимание:

- а) актуальность темы;
- б) степень самостоятельности в работе;
- в) качество проработки и оригинальность принятых решений;
- г) успеваемость студента во время учебы в университете;
- д) содержание и теоретический уровень пояснительной записки;
- е) качество оформления чертежей, соблюдение норм и положений ЕСКД и ЕСТД;
- ж) знание достижений науки, передового производственного опыта и технической литературы по теме проекта;
- з) четкость доклада и правильность ответов на вопросы при защите проекта;
- и) оценку проекта руководителем и рецензентом.

Итоги защиты ГАК – решение о присвоении инженерной квалификации всем студентам, получившим положительные оценки. По окончании всех защит текущего года издается приказ по результатам ГАК и молодым специалистам на торжественном заседании вручаются нагрудные знаки и дипломы об окончании университета.

Дипломный проект после защиты сдается на выпускающую кафедру. Кафедра организует хранение дипломных проектов и передачу их в архив университета. Дипломику разрешается по его желанию снять копию дипломного проекта. При необходимости передачи дипломного проекта предприятию для использования его в производстве с него также должна быть снята копия.

В тех случаях, когда защита дипломного проекта признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите тот же проект с доработкой, опреде-

ляемой комиссией, или он обязан разработать новую тему, назначенную выпускающей кафедрой. Одновременно студент отчисляется из университета и ему выдается академическая справка установленного образца.

Лица, получившие при защите дипломного проекта неудовлетворительную оценку, допускаются к повторной защите в течение последующих пяти лет после окончания университета.

Вопросы для самоконтроля перед защитой дипломного проекта

1. В чем сущность процесса прессования?
2. Назовите преимущества и недостатки прямого прессования.
3. Преимущества и недостатки обратного прессования.
4. Технологическая схема изготовления профилей из алюминиевых сплавов при прессовании.
5. Перечислите методы подготовки поверхности заготовок к прессованию.
6. Назовите печи для нагрева заготовок перед прессованием.
7. Чем измеряют температуру заготовок перед прессованием?
8. В чем заключается принцип действия гидравлического пресса?
9. Состав прессовой установки для прессования профилей из алюминиевых сплавов.
10. Как отделяют пресс-остаток от изделия?
11. Назовите основные узлы типового горизонтального гидравлического пресса.
12. Перечислите способы выравнивания скоростей истечения отдельных элементов профиля.
13. Назовите поверхностные дефекты и способы их устранения.
14. Почему при прессовании профилей из алюминиевых сплавов редко применяют смазку?
15. Как получить точный профиль при прессовании?
16. Что такое крупнокристаллический ободок?
17. Как назначают коэффициент вытяжки?
18. Перечислите основные операции при прессовании.
19. Как устанавливают скоростной режим при прессовании?
20. Что такое пресс-утяжина?
21. Описать структуру пресс-изделий.

22. Основное назначение пресс-остатка.
23. Что входит в комплект инструмента типового пресса?
24. Назначение прессующей траверсы пресса.
25. Как осуществляется регулировка подвижных узлов типового пресса?
26. Основные типы матричных узлов, их достоинства и недостатки.
27. Назовите типы привода гидравлических прессов.
28. Как определяют размеры заготовок при прессовании?
29. Какие отходы возникают при прессовании?
30. Что такое выход годного?
31. Как выбрать температурный режим прессования?
32. Основные виды брака при прессовании и причина их возникновения.
33. Из каких материалов изготавливают прессовый инструмент?
34. Назначение и конструкция контейнера.
35. Основные виды разрушения прессового инструмента.
36. В чем сущность закалки алюминиевых сплавов?
37. Что такое старение сплавов?
38. Какие виды правки применяют в прессовых цехах?
39. Назначение и содержание стандартов на профили.
40. Какие службы проводят контроль качества продукции?
41. Как оформляют технологическую карту?
42. Как рассчитать консольные элементы матриц?
43. Каковы преимущества плоских матриц перед коническими?
44. Расчет пресс-штемпеля на прочность.
45. Схема управления прессовым цехом.
46. Как рассчитать себестоимость изготовления пресс-изделий?
47. Меры предосторожности от тепловых поражений.
48. Перечислите опасные и вредные производственные факторы при производстве пресс-изделий.
49. Как определить количество технологического оборудования?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Теория и технология прессования

1. Бережной В.Л., Щерба В.Н., Батурин А.И. Прессование с активным действием сил трения. - М.: Металлургия, 1988. - 296 с.
2. Грабарник Л.М., Нагайцев А.А. Прессование цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1983. - 240 с.
3. Горячее прессование труб и профилей / Ю.В. Манегин, А.Э. Притоманов, Шмиттель Т. и др. - М.: Металлургия, 1980. - 272 с.
4. Гильдергорн М.С., Керов В.Г., Кривонос Г.А. Прессование со сваркой полых изделий из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1975. 239 с.
5. Гильдегорн М.С. Основы теории совместного прессования разнородных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1981. - 144 с.
6. Ерманок М.З., Фейгин В.И., Сухоруков М.А. Прессование профилей из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1977. - 263 с.
7. Ерманок М.З., Каган Л.С., Головинов М.Ф. Прессование труб из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1976. - 247 с.
8. Ерманок М.З. Прессование панелей из алюминиевых сплавов. М.: Металлургия, 1974. - 231 с.
9. Ерманок М.З., Соболев Ю.П., Гельман А.А. Прессование титановых сплавов. - М.: Металлургия, 1979. - 264 с.
10. Ерманок М.З., Фейгин В.И. Производство профилей из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1972. - 272 с.
11. Ерманок М.З. Прессование труб и профилей специальной формы. - М.: Металлургия, 1992. - 305 с.
12. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Прессование металлов. - М.: Металлургия, 1971. 456 с.
13. Каталог. Прессованные профили. М.: Оборонгиз, 1975. - 356 с.
14. Каргин В.Р. Процессы получения винтовых профилей и труб. - М.: Металлургия, 1994. - 96 с.
15. Колпашников А.И., Вялов В.А. Гидропрессование металлов. - М.: Металлургия, 1973. - 296 с.

16. Кузьменко В.А. Прессование алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1986. - 108 с.
17. Прозоров Л.В., Костава А.А., Ревтов В.Д. Прессование металлов жидкостью высокого давления. - М.: Металлургия, 1972. - 152 с.
18. Перлин И.Л., Райтбарг Л.Х. Теория прессования металлов. - М.: Металлургия, 1975. - 448 с.
19. Производство полуфабрикатов из алюминиевых сплавов: Справочник. - М.: Металлургия, 1985. - 350 с.
20. Прозоров Л.В. Прессование стали и тугоплавких металлов. - М.: Машиностроение, 1969. - 244 с.
21. Прессование алюминиевых сплавов/ Г.Я. Гун, В.Н. Яковлев, Б.А. Прудковский и др. - М.: Металлургия, 1974. - 336 с.
22. Профили, прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. ГОСТ 8617-81. М.: Изд-во стандартов, 1984. - 25 с.
23. Профили прессованные из алюминиевых и магниевых сплавов. Кн.1. Справочник-каталог / Б.И. Бондарев, Г.В. Лытнева, Ф.В. Николаев и др. - М.: Металлургия, 1989. - 560 с.
24. Райтбарг Л.Х. Прессование легких сплавов. - М.: Металлургия, 1988. - 160 с.
25. Райтбарг Л.Х. Производство прессованных профилей. - М.: Металлургия, 1984. - 264 с.
26. Старостин Ю.С., Головинов М.Ф., Каргин В.Р. Ребристые трубы из алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1983. - 134 с.
27. Технология обработки давлением цветных металлов и сплавов / А.В. Зиновьев, А.И. Колпашников, П.И. Полухин и др. - М.: Металлургия, 1992. - 512 с.
28. Шевакин Ю.Ф., Грибарник Л.М., Нагайцев А.А. Прессование тяжелых цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1987. - 246 с.
29. Щерба В.Н., Райтбарг Л.Х. Технология прессования металлов. - М.: Металлургия, 1995. - 336 с.
30. Щерба В.Н. Прессование алюминиевых сплавов. - М.: Интернет Инжиниринг, 2001. - 768 с.
31. Эверхарт Г. Холодное прессование металлов. - М.: Машиностроение, 1968. - 174 с.

Прессовый инструмент

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983. - 527 с.
2. Инструмент для горячего прессования тяжелых цветных металлов и сплавов / Ю.Ф. Шевакин и др. - М.: Металлургия, 1983. - 217 с.
3. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Инструмент для горячего прессования металлов. - М.: Машиностроение, 1965. - 163 с.
4. Формообразующий инструмент для прессования и волочения / А.Н. Раввин, Э.Ш. Суходрев, Л.Р. Дудецкая и др. - Минск: Наука и техника, 1988. - 232 с.

Оборудование прессовых цехов

1. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Оборудование гидропрессовых цехов. - М.: Металлургия, 1974. - 271 с.
2. Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Якушев А.М. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов. - М.: Академкнига, 2003. - 456 с.
3. Машины и агрегаты для обработки цветных металлов и сплавов / В.С. Паршин, В.П. Костров, Б.С. Сомов и др. - М.: Металлургия, 1988. - 400 с.
4. Сомов Б.С. Трубопрофильные прессы. - М.: Металлургия, 1981. - 108 с.
5. Шур И.А. Технологическое оборудование для прессования металлов. - М.: Металлургия, 1983. - 192 с.

Алюминий и алюминиевые сплавы

1. Алюминиевые сплавы. Структура и свойства полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Справочник. - М.: Металлургия, 1974. - 432 с.
2. Галацкая И.К. Металлография металлургических дефектов и прессованных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Куйбышев: Куйбышев. кн. изд-во, 1973. - 125 с.
3. Алюминиевые сплавы (свойства, обработка, применение): - М.: Металлургия, 1983. - 610 с.

4. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1981. - 416 с.
5. Колобнев И.Ф. Термическая обработка алюминисвых сплавов. - М.: Металлургия, 1966. - 394 с.
6. Мельников А.А., Бунова Г.Э. Технология термообработки алюминиевых полуфабрикатов: Учеб. пособие. - Самара: СГАУ, 1996. - 78 с.
7. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов: Справочник. - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
8. Промышленные алюминиевые сплавы. Справ. изд./ С.Г. Алиев, М.Б. Альтман, Амбарудмян С.М. и др. - М.: Металлургия, 1984. - 528 с.
9. Смирягин А.П., Смирягина Н.А., Белова А.В. Промышленные цветные металлы и сплавы: Справочник. - М.: Металлургия, 1974. - 488 с.
10. Третьяков А.В., Зюзин В.И. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением. - М.: Металлургия, 1973. - 224 с.
11. Уваров В.В., Заббаров Р. Структура и свойства обрабатываемых материалов: Метод. указания к дипломному проектированию. 3-е изд., пререраб. и доп. - Самара: СГАУ, 2002. - 32 с.

Пректирование прессовых цехов

1. Галкин А.М., Винцевич В.А. Проектирование цехов обработки цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1980. 250 с.
2. Элементы проектирования цехов ОМД в авиастроении: Учеб. пособие/С.И. Козий, Т.Б. Козий, В.Р. Каргин и др.: Куйбышев. авиац. инст-т. Куйбышев, 1989. - 99 с.

Безопасность жизнедеятельности и экология

1. Безопасность производственных процессов: Справочник / С.В. Белов, В.Н. Бринза и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1985. - 448с.

2. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности. - М.: Высш. шк., 2001. - 485с.
3. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. - М.: Гардарики, 2002. - 687с.
4. Морозов В.В., Козий Т.Б., Козий С.С. Безопасность жизнедеятельности: Метод. указания для дипломного проектирования. - Самара: СГАУ, 2000. - 19с.

Экономика и организация производства

1. Викторова А.Н. Оценка экономической эффективности инвестиций в новую технику: Метод. указания. - Самара: СГАУ. 1998. - 64 с.
2. Гамрат - Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для машиностроительных спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1979.
3. Лавренов Ю.А., Лагшов М.В., Шебуняева О.М. Экономическо-организационные расчеты при проектировании пресово-волочильных цехов: Учеб. пособие. - Куйбышев: КуАИ, 1987. - 60 с.

Оформление

1. ГОСТ 2. 105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 36 с.
2. СТП СГАУ 6.14. - 97. Общие требования к учебным текстовым документам. - Самара: СГАУ, 1997. - 16 с.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. - М.: Высш. шк., 2001. - 493 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. Королева”**

ФАКУЛЬТЕТ №4

Кафедра *обработки металлов давлением*

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ НА ТЕМУ:

**Спроектировать прессовый цех
металлургического завода**

Дипломник	Белякова Анна Ивановна	(подпись)
Руководитель проекта	Каргин В.Р.	(подпись)
Консультанты	Лапинов М.В.	(подпись)
	Уваров В.В.	(подпись)
	Козий Т.Б.	(подпись)
Нормоконтроль	Каргин В.Р.	(подпись)
Рецензент	Корзинкин Ю. М.	(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. Королева

ФАКУЛЬТЕТ №4

Кафедра *обработки металлов давлением*

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Гречников Ф.В. (подпись)
“10 ноября” 2004г.

Задание на дипломный проект

Студенту 461 группы *Беляковой Анне Ивановне*

1. Тема проекта: *“Спроектировать прессовый цех металлургического завода” утверждена приказом по университету от 04 ноября 2004г. № 308-ст*

2. Исходные данные к проекту: *Профиль ПК 17841, сплав АД31 3000 т; профиль ПК 20647, сплав АД0 2000 т; профиль П 2044, сплав Д16 3000 т; ПК 02401, сплав АД31 2000 т.*

3. Спец. тема: *Проектирование камерной матрицы для прессования профиля ПК 02401.*

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте:

- 1) *Структура, свойства и термообработка обрабатываемых материалов.*
- 2) *Разработка технологических вопросов.*
- 3) *Технико-экономические расчеты.*
- 4) *Безопасность жизнедеятельности.*

5) Спец. тема.

5. Перечень графических разработок:

- 1) Классификатор.
- 2) Наладка прессового инструмента.
- 3) Детализовка прессового инструмента.
- 4) Планировка цеха.
- 5) Спец. тема.

6. Расчет технико-экономических показателей. Расчет оборудования и производственных площадей, численности рабочих, фонда заработной платы работающих в цехе, трудоемкости 1 тонны продукции.

7. Экология и безопасность жизнедеятельности. Анализ опасных и вредных факторов. Мероприятия по их устранению, защита от шума и экология.

8. График выполнения дипломного проекта:

Этапы дипломного проекта	%	Сроки выполнения по этапам	Итоги проверки		
1. Выбор типовых представителей, утверждение задания					
2. Анализ структур и свойств прессуемых материалов					
3. Разработка технологических процессов					
4. Конструирование прессового инструмента.					
5. Техничко-экономические расчеты					
6. Безопасность жизнедеятельности					
7. Спец. тема					

9. Консультанты:

- а) по экономике и организации производства Лапинов М.В. (подпись)
- б) по экологии и безопасности жизнедеятельности Козий Т.Б. (подпись)
- в) по технологии металлов Уваров В.В. (подпись)

10. Срок представления на кафедру законченного проекта: 01.02.05 г.

11. Дата выдачи задания: "10" октября 2004 г.

Руководитель проекта проф. В.Р. Каргин, (подпись)
Задание принял к исполнению 10 октября 2004 г.
Белякова А.И. (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА

РЕФЕРАТ

Дипломный проект

Пояснительная записка: 141 с., 47 рис., 70 табл., 4 карты
технологического процесса, 24 источника

Графическая документация: 9 л. А1

ПРЕССОВЫЙ ЦЕХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, НАЛАДКА ИНСТРУМЕНТА, МАТРИЦА, ОБОРУДОВАНИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, ПЛАНИРОВКА, КОНТЕЙНЕР

Спроектирован прессовый цех металлургического завода. Представлена характеристика производственной программы проектируемого цеха. Внесены изменения в технологические процессы изготовления типовых представителей деталей. Выполнены необходимые расчеты. Рассчитана и спроектирована наладка прессового инструмента.

Технико-экономические показатели и безопасность жизнедеятельности соответствуют современным требованиям.

Обоснована целесообразность прессования профиля ПК 02401 через камерную матрицу. Экономический эффект от предложенных мероприятий составляет 1870770 руб.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ЦЕХА.....	
2. СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ТЕРМООБРАБОТКА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	
2.1. Сплав 5754.....	
2.1.1. Фазовый состав и структура сплава в равновесном состоянии, технологические и конструкционные свойства.....	
2.1.2. Физические, механические и технологические свойства сплава.....	
2.1.3. Требования к структуре и свойствам заготовок.....	
2.1.4. Обоснование допустимых режимов нагрева и деформирования.....	
2.1.5. Термическая обработка полуфабрикатов и изделий.....	
2.1.6. Применение сплава.....	
2.2. Сплав 2024.....	
2.2.1. Фазовый состав и структура сплава в равновесном состоянии, технологические и конструкционные свойства.....	
2.2.2. Физические, механические и технологические свойства сплава.....	
2.2.3. Требования к структуре и свойствам заготовок.....	
2.2.4. Термическая обработка изделий.....	
2.2.5. Применение сплава.....	
2.3. Сплав 6063.....	
2.3.1. Фазовый состав и структура сплава в равновесном состоянии, технологические и конструкционные свойства.....	
2.3.2. Физические, механические и технологические свойства сплава.....	
2.3.3. Требования к структуре и свойствам заготовок.....	
2.3.4. Термическая обработка изделий.....	
2.3.5. Применение сплава.....	

2.4. Сталь 3ХВ4СФ.....	
2.4.1. Состав и основные свойства стали 3ХВ4СФ.....	
2.4.2. Структура стали 3ХВ4СФ	
2.4.3. Термическая обработка стали.....	
2.4.4. Применение стали.....	
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	
3.1. Конструктивно-технологический анализ профиля.....	
3.2. Обоснование оптимальной технологии изготовления.....	
3.3. Выбор размеров заготовки.....	
3.4. Определение температурно-скоростного режима прессования.....	
3.5. Анализ напряженного состояния.....	
3.6. Расчет энергосиловых параметров.....	
3.7. Характер и последовательность технологических операций. Выбор типа оборудования.....	
3.7.1. Подготовка заготовки к прессованию.....	
3.7.2. Нагрев заготовки перед прессованием.....	
3.7.3. Подготовка инструмента к прессованию.....	
3.7.4. Прессование.....	
3.7.5. Термическая обработка.....	
3.7.6. Правка.....	
3.7.7. Резка.....	
3.7.8. Контроль.....	
3.7.9. Консервация, упаковка и маркировка.....	
3.7.10. Сдача на склад готовой продукции.....	
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	
4.1. Выбор материала.....	
4.2. Контейнер.....	
4.3. Матрица.....	
4.4. Пресс-штемпель и пресс-шайба.....	
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
5.1. Выбор типа производства.....	
5.2. Расчет технически обоснованных норм времени, техно- логической станкоемкости и трудоемкости.....	
5.2.1. Расчет норм времени на одну прессовку.....	
5.2.2. Расчет производительности прессов.....	
5.2.3. Нагрев заготовок.....	

5.2.4. Термическая обработка.....	
5.2.5. Правка, резка, сдача.....	
5.2.6. Технологическая станкоемкость одной тонны продукции.....	
5.2.7. Технологическая трудоемкость одной тонны продукции.....	
5.3. Организация производства и управления.....	
5.3.1. Расчет фонда времени работы оборудования	
5.3.2. Расчет количества оборудования.....	
5.3.3. Расчет численности работающих.....	
5.3.4. Расчет фондов заработной платы.....	
5.3.5. Производственные фонды цеха.....	
5.4. Экономика производства.....	
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
6.1. Анализ устойчивости работы технологических систем.....	
6.2. Мероприятия, обеспечивающие безопасность эксплуатации технических систем и жизнедеятельности человека.....	
6.3. Экологическая экспертиза разрабатываемого процесса.....	
6.4. Обоснование технологической планировки оборудования и административно-бытовых помещений цеха.....	
6.5. Возможные чрезвычайные ситуации.....	
6.6. Выводы по разделу.....	
7. СПЕЦТЕМА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕРНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПК 02401.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели
работы прессового цеха

Показатель	Единица	Показатель
Объем выпуска	т./год	11000
Товарная продукция	р.	451862400
Нормативно-чистая продукция	р.	140332490
Стоимость основных производственных фондов	р.	112462200
В том числе: оборудования	р.	57740760
здания	р.	54721440
общее количество работающих в цехе	чел.	245
В том числе: основные рабочие	чел.	158
вспомогательные	чел.	42
ИТР, МОП и служащие	чел.	45
Коэффициент Кзп	-	0,8
Выработка на одного работающего в год	р.	1844336,32
Фондовооруженность одного	р./чел.	459029,38
Общая площадь цеха:	м ²	12107,2
В том числе: производственная	м ²	9792
вспомогательная	м ²	864
конторско-бытовая	м ²	1080
прочая	м ²	371,2

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКА

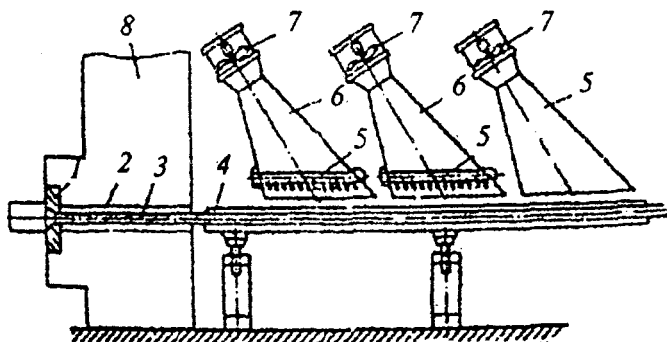


Рисунок 1 - Схема закалочного устройства на столе пресса: 1 - матрица; 2 - проводка; 3 - пресс-изделие; 4 - приемный стол; 5 - водяной коллсктор; 6 - зонт; 7 - вентилятор; 8 - передняя поперечина пресса

ПРИЛОЖЕНИЕ И

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. Королева”

Факультет ОМД
Кафедра ОМД

УЧЕТНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТОЧКА ДИПЛОМНОГО ПРЕКТИРОВАНИЯ

1. Студент _____ Группа _____
(фамилия, имя, отчество)

2. Место распределения _____

3. Тема проекта _____

Спец. Тема _____

4. Руководитель проекта _____

(ученое звание, степень, должность, фамилия, имя, отчество)

5. Консультанты:

по экономике и организации производства _____

по экологии и безопасности жизнедеятельности _____

6. Место выполнения проекта _____

(завод, цех, КБ, лаборатория, кафедра)

7. Консультанты от предприятия и других кафедр _____

(ученое звание, степень, должность, фамилия, имя, отчество)

8. Рецензенты _____

(должность, ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

9. Материалы, составляющие проект:

Расчетно-прояснительная записка на _____ стр.

Чертежи на _____ листах

10. Аннотация _____

11. Дата защиты проекта _____

12. Место защиты проекта _____

13. Оценка и рекомендации ГЭК _____

14. Реальность проекта и предполагаемое внедрение _____

15. Подтверждение предполагаемого внедрения (формируется руководителем подразделения предприятия и заверяется подписью и печатью)

Руководитель подразделения

Руководитель проекта

Заведующий кафедрой ОМД

16. Место хранения дипломного проекта (работы) _____

(архив университета, предприятия, учреждения)

Учетная карточка по п. 10 включительно заполняется дипломником. Пункты 11, 12, 13, 16 заполняются секретарем ГЭК. Пункт 14 заполняется руководителем проекта.

Учетная карточка представляется на защиту вместе с проектом и по окончании защиты передается диспетчером кафедры в деканат факультета.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алюминий и его сплавы 34
- Безопасность жизнедеятельности 27
- Выход годного 98
- Государственная аттестационная комиссия 164
- Доклад 164
- Диаграмма
 - состояния 53
 - пластичности 55
- Заготовка 46
- Классификатор пресс-изделий 19
- Контейнер 105
- Коэффициент вытяжки 47
- Коэффициент распрессовки 50
- Коэффициент запуска металла 98
- Контроль 96
- Консервация 96
- Кривизна 85
- Матрица 123
- Матрицедержатель 100
- Машина правильная 86
- Наладка инструмента 100
- Отделка 93
- Правка 85
- Прессование 9
- Пресс-шайба 9
- Пресс-штемпель 9
- Предел текучести 62
- Перлина И.Л. формула 59
- Пресс гидравлический 65
- Пресс-остаток 10
- Покрытие 93
- Планировка цеха 142
- Производительность 76
- Пережоги 51
- Пилы 90
- Проектирование
 - цеха 142
 - контейнера 105
 - матрицы 123
 - пресс-штемпеля 137
 - пресс-шайбы 140

Печи	
- камерные	84
- вертикально-закалочные	82
- индукционные	76
Рентабельность	26
Резка	90
Стали инструментальные	103
Себестоимость	25
Спецтема	29
Скорость	
- прессования	59
- истечения	48
- охлаждения	81
Срок окупаемости	27
Температура	
- прессования	56
- закалки	81
- старения	83
- отжига	79
Термическая обработка	78
- закалка	80
- старение	83
- отжиг	79
Технологическая схема производства	45
Технико-экономическое обоснование	19
Технологическая карта	97
Тепловой эффект	58
Усилие	
- прессования	59
- правки	73
Формула В.Матвеева и Е.Журавского	126

Учебное издание

Каргин Владимир Родионович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕССОВЫХ ЦЕХОВ

Учебное пособие

Редактор Л. Я. Чегодаева
Компьютерная верстка О. А. Ананьев

Подписано в печать 09.03.2005 г. Формат 60х84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 10,93. Усл.кр.-отт. 11,05. Уч. – изд.л. 11,75.

Тираж 300 экз. Заказ 19. Арт.С-11/2005.

Самарский государственный аэрокосмический
университет 443086 Самара, Московское шоссе, 34.

РИО Самарского государственного аэрокосмического
университета. 443086 Самара, Московское шоссе, 34.