

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний*

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

УДК 004.92
ББК 32.97
М74



**Инновационная образовательная программа
"Развитие центра компетенции и подготовка
специалистов мирового уровня в области аэро-
космических и геоинформационных технологий"**

Составители: *В.В. Казандаев, А.В. Мещеряков, В.Г. Смелов,
Г.В. Смирнов, А.П. Шулепов, Л.А. Чемтинский.*

Рецензент д-р техн. наук, проф. В. А. К о с т ы ш е в

М74 Моделирование технологической подготовки производства : метод. указания / [сост.: В.В. Казандаев и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 160 с.

В практикум вошли три курсовые и две лабораторные работы. В работах изложены методики автоматизации технологической подготовки производства при помощи программ Adem, КОМПАС и TECHCARD.

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по специальности: 160301 Авиационные двигатели и энергетические установки, изучающих курсы «Технология производства АД и ЭУ», «Технология машиностроения», «Технологические методы обеспечения надежности деталей ГТД», и «Информационные технологии».

Методические указания разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

УДК 004.92
ББК 32.97

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| Работа № 1 | Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей (в среде CAD/CAM/CAPP ADEM)..... | 4 |
| Работа № 2 | Проектирование разделительных штампов (в среде «Компас-штамп»)..... | 35 |
| Работа № 3 | Проектирование технологической оснастки (в CAD/CAM ADEM с расчетом на прочность деталей оснастки в системе ANSYS)..... | 96 |
| ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | | |
| Работа № 1 | Подготовка управляющих программ (в среде CAD/CAM/CAPP ADEM)..... | 121 |
| Работа № 2 | Создание комплекта технологической документации (в среде TECHCARD)..... | 144 |

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

КУРСОВАЯ РАБОТА № 1

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ (В СРЕДЕ CAD/CAM/CAPP ADEM)

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый практикум является справочным пособием по использованию CAD/CAM ADEM v.3.03 в сквозном проектировании. Он содержит материал по плоскому 2D моделированию, твердотельному 3D моделированию и подготовке управляющих программ на станки с ЧПУ. Следует иметь в виду, что справочное пособие не является безусловной рекомендацией. Главная цель пособия – дать возможную схему решения типовых задач.

1. СКВОЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В процессе автоматизированного проектирования мы рассмотрим вопросы составления эскизов, создания твердотельной 3D модели, оформления конструкторской документации, формирования технологических эскизов, а также подготовку и отладку управляющих программ на фрезерную, сверлильную и токарную операции.

1.1. Построение эскизов

На рис. 1 представлен чертеж детали «Корпус».

Для построения 3D модели нам, как известно, потребуется нарисовать плоские контуры (эскизы). Ранее, на кафедре инженерной графики, Вы освоили традиционный метод, когда построение велось с использованием вспомогательных линий с заданными точными размерами. Сейчас же мы воспользуемся параметрическим методом, когда предварительно необходимо создать приблизительный эскиз, а чертеж сгенерировать автоматически в соответствии с заданными размерами.

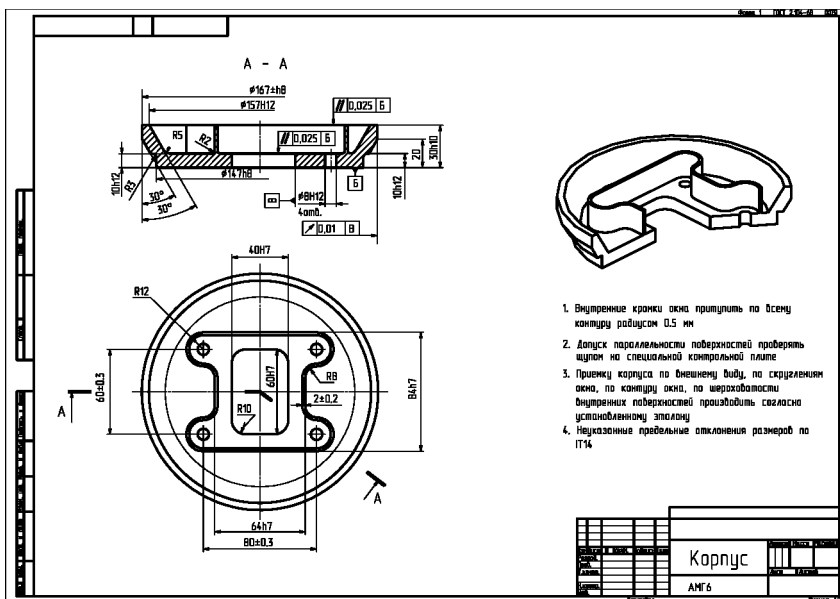



Рис. 1. Чертеж детали "Корпус"

1. Включите режим ортогональности. Для этого нажмите кнопку **I** на меню или клавиатуре. Появится запрос: "Угол=". Введите значение — 15° . Теперь все отрезки отклоняющиеся от ортогональности не более чем на 15° будут автоматически выровнены.

2. Установите тип линии – штрихпунктирная и проведите вертикальную осевую линию произвольной длины.

3. Установите тип линии – основная, выберите элемент ломаная  и постройте контур, как показано на рис. 2. Используйте совместное нажатие средней и правой кнопки мыши для притяжения курсора к осевой линии.

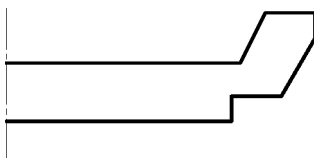


Рис. 2. Построение контура направляющей корпуса

4. Проставьте размеры, используя функцию **Автомат размеров**. Для этого изображение контура включите в группу **Гр 0**. Из дополнительного меню **&** выберите функцию **Автомат размеров**, и укажите точку привязки в нижнем левом узле контура (рис. 3, слева).

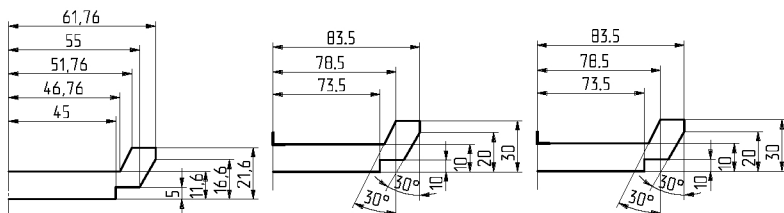



Рис. 3. Последовательность построения параметрической модели

5. Замените часть линейных размеров угловыми (рис. 3, в центре). Значения остальных размеров измените, используя функцию **P-T** - редактирование текстовой строки (рис. 3, справа).

6. Произведите изменение геометрии эскиза в соответствии с проставленными размерами, используя функцию «эвристическая параметризация». Для этого установите начало системы координат в верхнем узле контура, расположенного на оси (см. рис. 3, справа). Нажмите поле меню **ПРМ**, а затем **Эвристический метод <Все>**

7. Результат параметрического изменения геометрии контура представлен на рис. 4, слева. Постройте образующий элемент для создания основания корпуса с помощью операции **БЭФ Лифт**. Для этого выберите  и постройте окружность произвольного радиуса с центром в начале координат (рис. 4, справа).

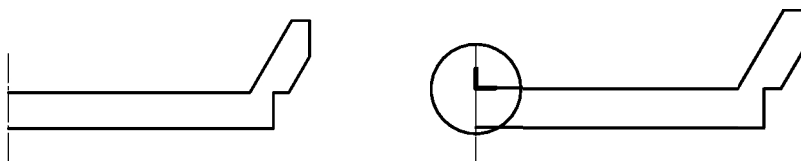


Рис. 4. Эскизы для формирования 3D модели основания корпуса

На запрос системы: "Сечение XY?" укажите окружность. На запрос системы: "Лифт-линия?" укажите контур направляющей кор-

пуса (см. рис. 4, справа). Результат моделирования представлен на рис. 5.

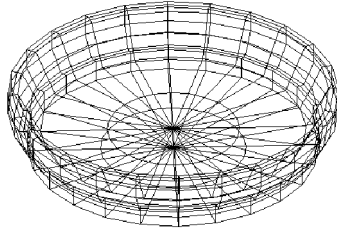


Рис.5. 3D модель основания корпуса

8. В модуле ADEM3D включите проекцию . Создайте изображение вида сверху. Для этого в меню **Файл** нажмите строку «Сохранить как», включите тип файла SAT, введите имя вида «XY» и нажмите ОК. В открывшемся окне диалога оставьте значения всех параметров по умолчанию. Нажмите кнопку ОК.

В модуле ADEM2D поместите полученный эскиз вида сверху на рабочее поле, вызвав его из каталога фрагментов . Для этого укажите место, где будет располагаться точка привязки фрагмента, и дважды нажмите <Esc> (рис. 6, слева). Установите начало относительной системы координат в центре полученного вида <O>.

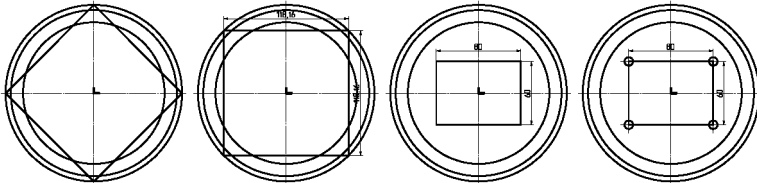



Рис. 6. Последовательное построение вида сверху и крепежных отверстий

9. Как показано на рис. 6, последовательно постройте квадрат (, , число сторон - 4, «вписанный») с центром в начале координат на виде сверху, поверните его на 45 градусов, воспользовавшись функцией получите значения размеров его сторон (в качестве точки привязки укажите левый нижний угол

квадрата), используя команду **P-T** измените значения размеров высоты и ширины соответственно на 80 и 60 мм, в режиме параметризации (включите в группу квадрат вместе с осевыми линиями и размерами, **ПРИ**, **Эвристический метод <Гр.>**) получите в углах прямоугольника координаты центров крепежных отверстий и постройте их изображения (**M2**, **D**, на запрос системы ответьте $D=8$ мм).

10. Постройте изображение окна. Используя команду **P-T**, измените значения размера 80 на 40 мм, примените операцию **Эвристический метод <Гр.>** для изменения геометрии окна в соответствии с вновь проставленными размерами. Используя команду **XV+R**, постройте четыре сопряжения радиусом $R=10$ мм в углах окна

11. Постройте изображение бобышки, руководствуясь последовательностью действий, представленных на рис. 7. Для этого взяв элемент , задайте шаг движения курсора $D=10$ мм, установите курсор в центре одной из окружностей и постройте внутренний контур бобышки (рис. 7 слева). Затем, используя команду **XV+R**, постройте сопряжения радиусом $R=10$ мм в углах бобышки. Используя команду **Эквидистанта** из дополнительного меню **&**, постройте эквидистанту к контуру бобышки на расстоянии 2 мм в следующем порядке. Укажите контур бобышки. На запрос системы "Расстояние?" введите 2 мм, выберите внешнюю эквидистанту (рис. 7 в центре) и произведите сборку ее контура с помощью команды **Сборка элемента** из дополнительного меню **&**.

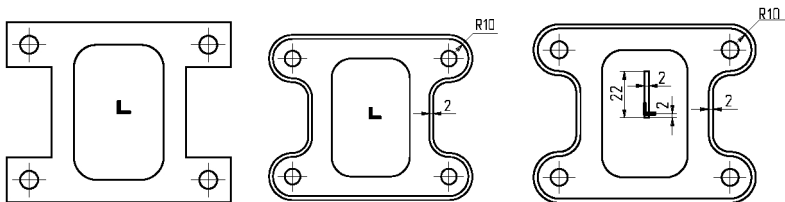



Рис. 7. Последовательность построения изображения бобышки

12. Как показано на рис. 7 справа, постройте прямоугольное сечение бобышки размером 2×22 мм (включив элемент , **<Home>**,

введите значение координаты $Y=-2$, <Enter>, <Пробел>, введите координаты $X=2$, $Y=20$ и поставьте второй узел (<Пробел>).

1.2. Построение 3D модели и чертежа корпуса

Взяв за основу созданные выше контуры конструктивных элементов корпуса, постройте его 3D модель, руководствуясь последовательностью, представленной на рис. 8. Операцией «Лифт», как было указано ранее, постройте модель основания (см. рис. 5), затем операциями «Сечение» - модели окна и четырех отверстий; операцией «Труба» (перемещением сечения по внутреннему контуру) - модель бобышки.

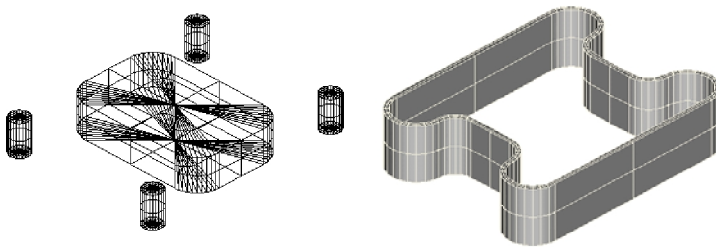


Рис. 8. 3D элементы корпуса

В модуле ADEM 3D последовательно соберите отдельные элементы в 3D модель корпуса (рис. 9).

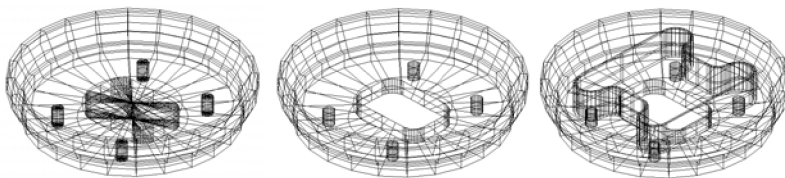


Рис. 9. Последовательность формирования 3D модели корпуса

По 3D модели детали постройте изображения видов детали, ее разреза (A – A), запишите технические требования и заполните основную надпись (см. рис. 1).

Для этого, как показано на рис. 10, постройте 3D модель «резака», вычтите ее из 3D модели детали и получите изображение

разреза на виде спереди, вида сверху и аксонометрии, а также в режиме напишите на чертеже следующие технические

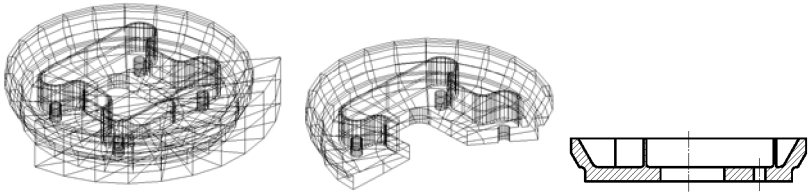


Рис. 10. Последовательность формирования разреза

требования:

- 1) Внутренние кромки окна притупить по всему контуру радиусом 0.5 мм.
- 2) Допуск параллельности поверхностей проверять щупом на специальной контрольной плите.
- 3) Приемку корпуса по внешнему виду, по скруглению окна, по контуру окна, шероховатости внутренних поверхностей производить согласно установленному эталону.
- 4) Неуказанные предельные отклонения размеров по IT14.

1.3. Моделирование процесса изготовления детали. Построение операционных эскизов

Процесс моделирования изготовления детали начните с определения формы заготовки. Исходя из условия единичного производства, в качестве заготовки примем плиту. Используя виды чертежа, начертите два вида плиты. Габариты плиты 213 x 213 x 38.

Создайте эскиз для фрезерной операции предварительной обработки чистой базы (рис.12). Для этого, заключив изображение основного вида в группу , получите его зеркальное отображение относительно горизонтальной оси. Удалите группу командой . Начертите снимаемый припуск. Обратитесь к каталогу

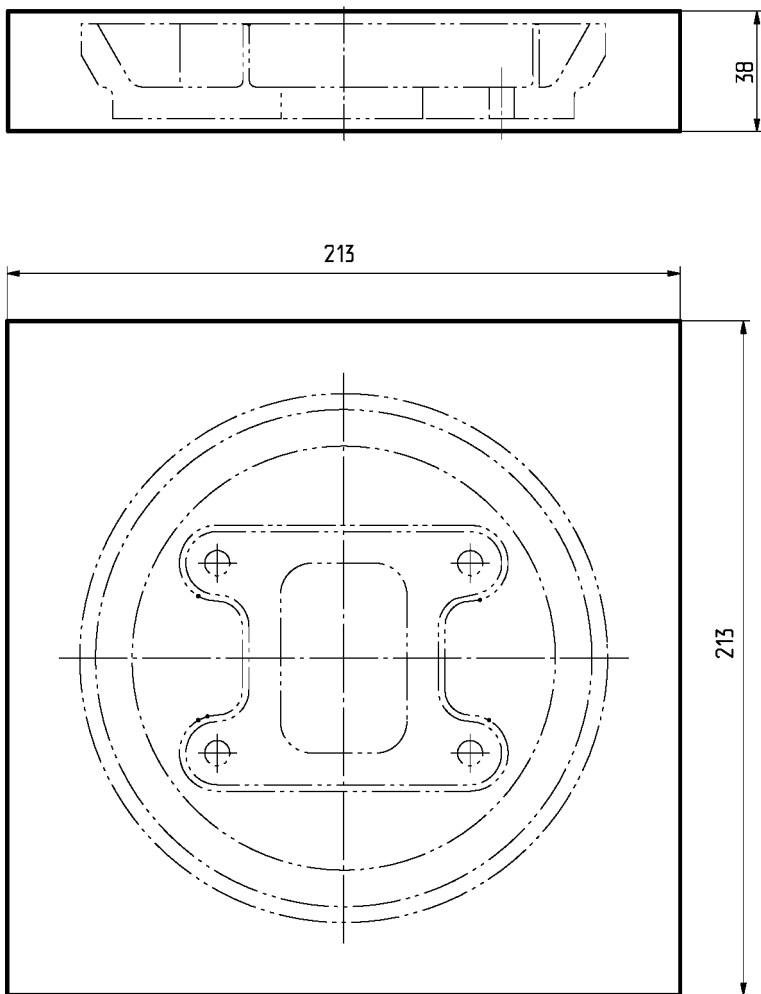


Рис. 11. Построение чертежа заготовки

для чтения типовых обозначений базирования и закрепления (M2). Проставьте необходимые размеры, обозначения шероховатости поверхности и поместите эскиз в форматку с основной надписью.

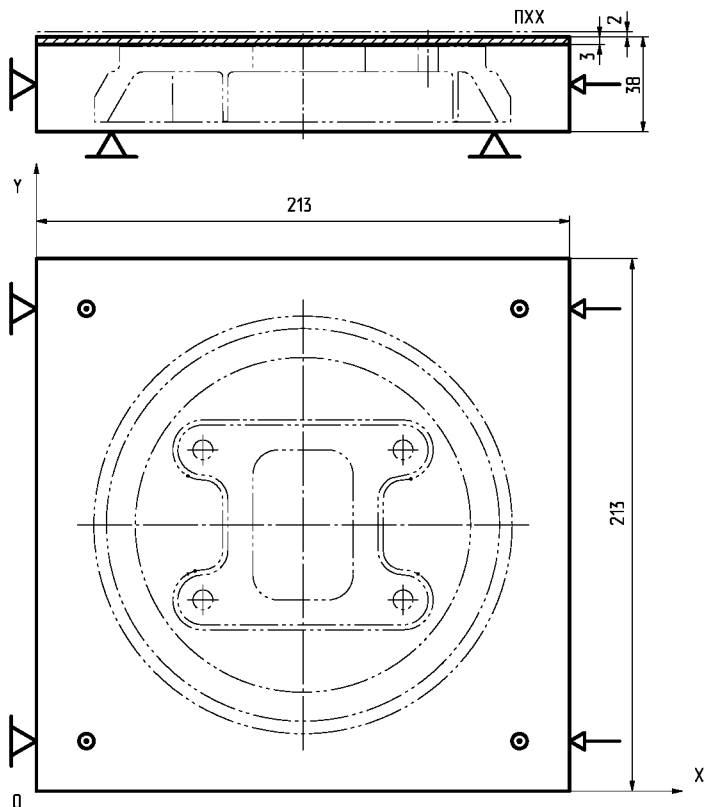


Рис. 12. Эскиз фрезерной операции обработки чистовой базы

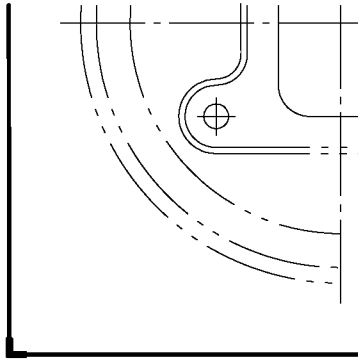
1.3.1. Формирование управляющей программы

Операция 1. Фрезерная. Подготовка чистовых баз

Для формирования управляющих программ предназначен модуль ADEMNC.

Переход 1: задать начало цикла

В модуле ADEMNC установите начало системы координат в левом нижнем углу плиты на "виде сверху". Для этого нажмите клавишу "O". Затем задайте координаты точки начала цикла, последовательно нажав **ВГРД**, **НЦ** в правой колонке меню, **КООРДИНАТЫ** в появившемся меню диалога, и введя значения $X=-20$; $Y=-20$; $Z=50$ (рис. 13).



+

Рис. 13. Установка координат начала цикла

В информационной строке появится надпись: ТО: 1 НЦ.
Переход 2: фрезеровать плоскость предварительно

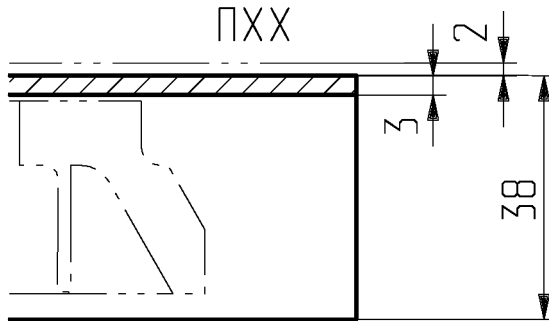


Рис. 14. Эскиз перехода 2

Задайте конструктивный элемент ПЛОСКОСТЬ (**Плск** в левой колонке меню). В открывшемся меню задайте параметры: Глубина = 3 Плоскость, КЭ = 38, ОК. Укажите контур плоскости плиты на виде сверху (рис. 15). Нажмите среднюю кнопку мыши, или <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 2. ****/Плоскость

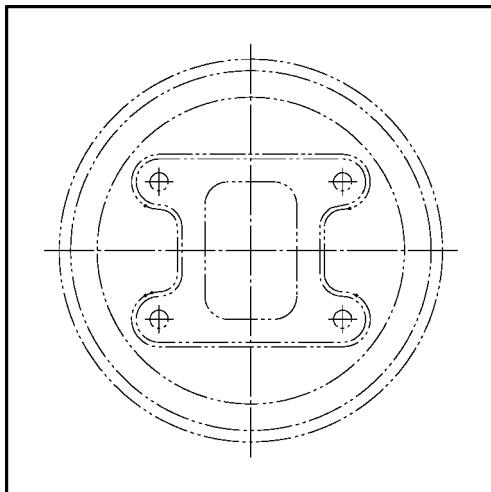


Рис. 15. Контур плоскости

Задайте технологический переход **ФРЕЗЕРОВАНИЕ** (**ФРЕЗ**), в открывшемся меню задайте параметры:

Гл.рез. = 10, **Тип обработки ЭКВИДИСТАНТА** измените на **ЗИГЗАГ**, угол = 0;

ИНСТРУМЕНТ/ ДИАМЕТР = 20, ОК,ОК.

Замечание: Для задания параметров инструмента нажмите на правую часть кнопки **ИНСТРУМЕНТ** (☰).

В информационной строке появится надпись:

ТО: 2. Фрезеровать/Плоскость Фреза D20 поз.1

Переход 3: фрезеровать плоскость окончательно (рис. 16)

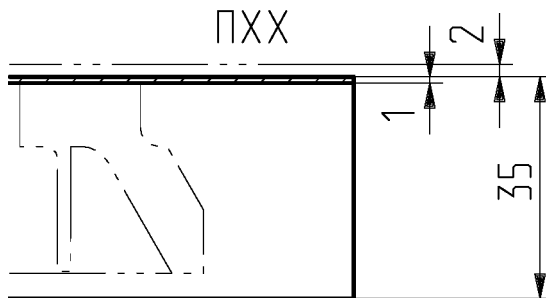


Рис. 16. Эскиз перехода 3

Задайте конструктивный элемент ПЛОСКОСТЬ (**Плск**). В открывшемся меню диалога задайте параметры: Глубина = 1; Плоскость, КЭ = 35, ОК.

Укажите контур плоскости плиты (см. рис.15), Нажмите среднюю кнопку мыши, или <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 3. ****/Плоскость

Перенесите технологический переход из технологического объекта 2. Для этого нажмите **Т.Об** (Технологические объекты) в левом столбце меню. В открывшемся меню выберите команду ПЕРЕХОД ИЗ МАРШРУТА. Откроется окно содержащие заданный маршрут обработки:

1. НЦ

2. Фрезеровать/Плоскость Фреза D20 поз.

Укажите слово **Фрезеровать** из перехода 2. В информационной строке появится надпись:

ТО: 3. Фрезеровать/Плоскость Фреза D20 поз.1

Нажмите поле **Изм.** (в левой колонке меню). В ответ на запрос "Что изменить?" нажмите поле **ФРЕЗ**. В открывшемся меню диалога измените параметры: Гл.рез. = 5, ОК. Процесс задания исходных данных для этого перехода завершен.

Расчет траектории движения инструмента

Нажмите поле **Процессор** (в верхней строке справа), <Esc>. В соответствии с введенными Вами параметрами траектория движения инструмента будет рассчитана.

Моделирование процесса обработки

Нажмите поле **Моделирование**, <Esc>. Рассчитанная модель траектории движения инструмента для выполнения операции 1 «Подготовка чистовых баз» представлена на рис.17.

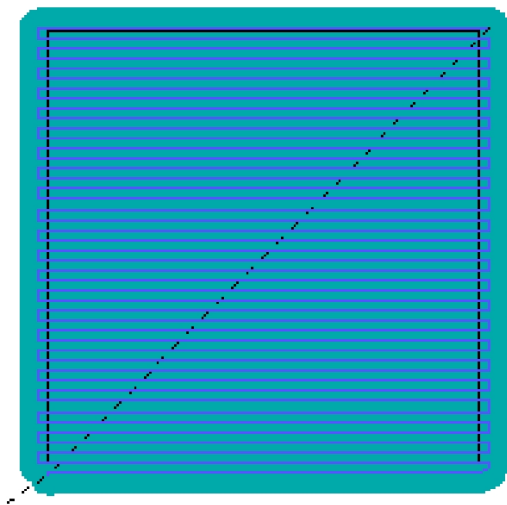



Рис. 17. Модель траектории движения инструмента операции «Подготовка чистовых баз»

Операция 2. Фрезерная. Обработка корпуса

Подготовка эскиза

Перейдите в модуль ADEM2D. Выберите элемент . Начертите четыре прихвата, которые будут использованы для закрепления заготовки. Для этого задайте шаг движения курсора $D=30$ мм. Установите курсор в левый нижний угол заготовки. Перемещая курсор клавишами со стрелками, начертите прихват, снимите в углах фаски ($R=5$ мм). Произведите угловое копирование прихвата относительно центра заготовки (рис. 18).

Переход 1: задать начало цикла

Перейдите в модуль подготовки Управляющих Программ ADEMNC. Установите начало системы координат в левом нижнем углу плиты на "виде сверху". Для этого нажмите клавишу <O>. Задайте координаты точки начала цикла (рис. 19). Задайте координата-

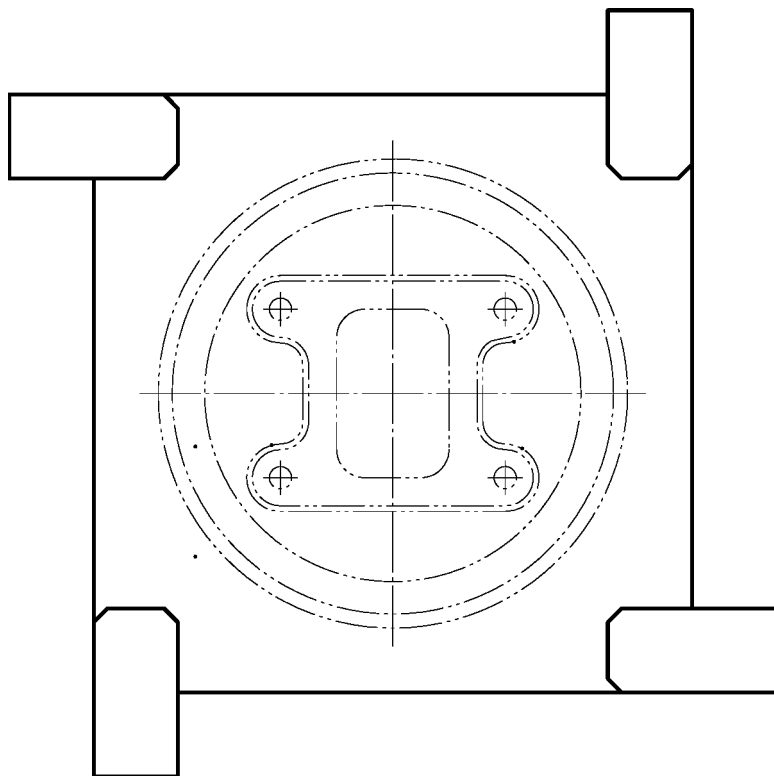


Рис. 18. Расположение прихватов

ты точки начала цикла, последовательно нажав , в правой колонке меню, **КООРДИНАТЫ** в появившемся меню диалога, и введя значения $X=-20$; $Y=-106.5$; $Z=50$. В информационной строке появится надпись:

ТО: 1. НЦ

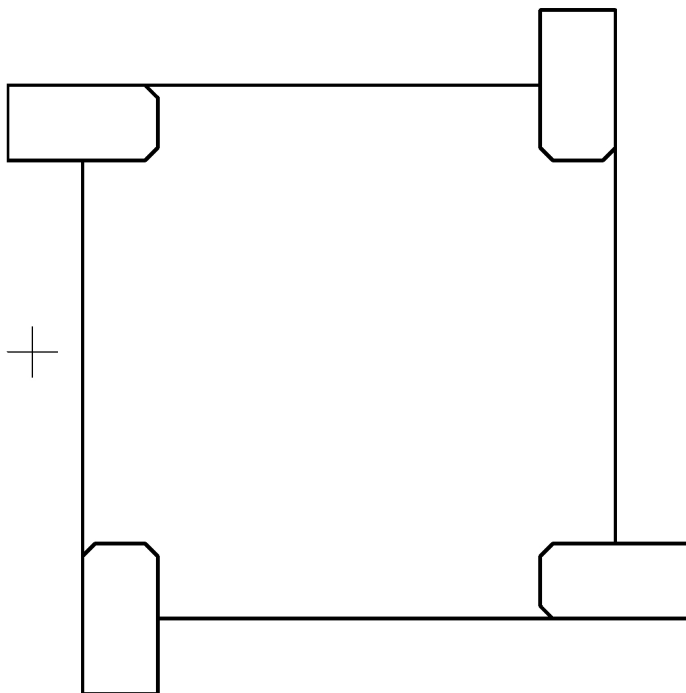


Рис. 19. Установка координат начала цикла

Переход 2: фрезеровать плоскость предварительно (рис. 20)

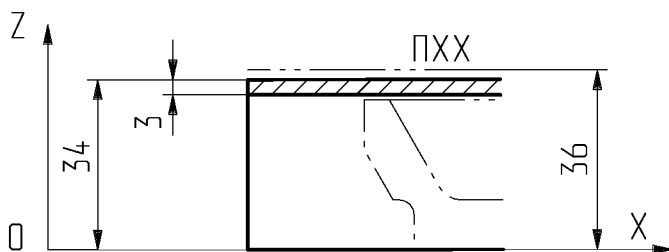


Рис.20. Эскиз перехода 2

Задайте конструктивный элемент ПЛОСКОСТЬ (в левой колонке меню). В открывшемся меню задайте параметры: Глубина = 3 Плоскость, КЭ = 34, ОК. Укажите контур плоскости плиты на виде сверху, затем контуры всех прихватов (см. рис. 19). Нажмите

среднюю кнопку мыши, или <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 2. ****/Плоскость

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ (), в открывшемся меню задайте параметры: Остаточный припуск, Внутренний = 2; Гл.рез. = 10, Тип обработки ЭКВИДИСТАНТА измените на ЗИГЗАГ, угол = 0; ИНСТРУМЕНТ/ДИАМЕТР = 20, ОК, ОК.

Замечание: В данном случае контуры прихватов были заданы в качестве внутренних бобышек, поэтому траектория движения инструмента будет рассчитана таким образом, чтобы обойти прихваты. Параметр «остаточный припуск внутренний» задает в данном случае величину недобега до прихватов.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 2. Фрезеровать/Плоскость Фреза D20 поз.1

Переход 3: фрезеровать часть плоскости окончательно (рис. 21).

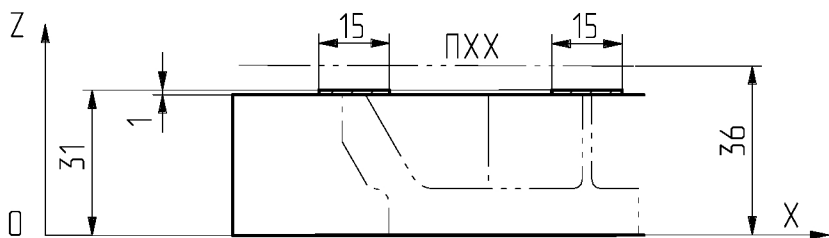


Рис. 21. Эскиз перехода 3. Параметры пазов

Задайте конструктивный элемент ПАЗ (в левой колонке меню). В открывшемся меню задайте параметры: Глубина = 1 Плоскость, КЭ = 31, ОК. Укажите контур наружного паза на "виде сверху", руководствуясь его положением на эскизе (см. рис. 21). Появятся две желтые стрелки, для задания положения материала относительно указанного контура. На запрос системы "Где материал?", нажмите среднюю кнопку мыши, или <Esc>. В этом случае центр фрезы при обработке пройдет по указанному контуру. Укажите кон-

тур внутреннего паза. Задайте положение материала как указано выше. Завершите задание контуров. Для этого нажмите клавишу <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 3. ****/Паз

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ (, , в открывшемся меню задайте параметры: Гл.рез. = 5, ИНСТРУМЕНТ/ ПОЗИЦИЯ = 7//ДИАМЕТР = 15, ОК,ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 3. Фрезеровать/Паз Фреза D15 поз.7

Нажмите поле (в верхней строке справа), <Esc>. Траектория движения инструмента будет рассчитана в соответствии с введенными Вами параметрами трех переходов операции 2 «Фрезерная. Обработка корпуса».

Нажмите поле , <Esc>. Модель траектории движения инструмента должна соответствовать рис. 22.

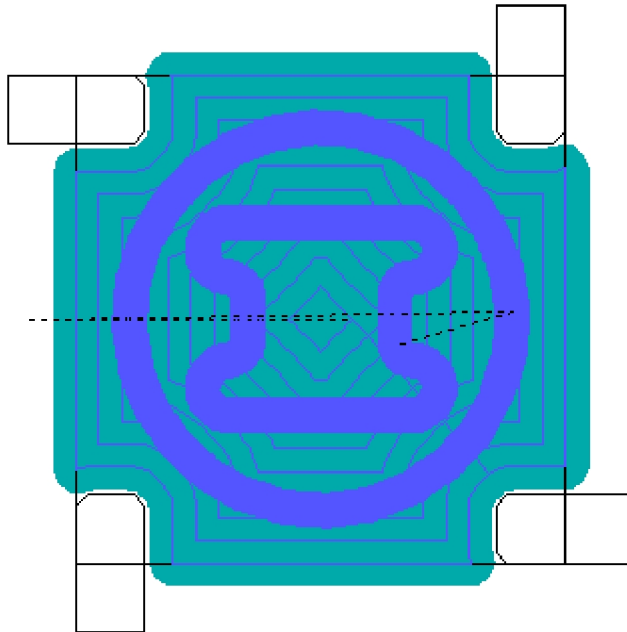


Рис. 22. Модель траектории движения инструмента (плоская)

Получите объемную модель траектории движения инструмента (рис. 23). Для этого перейдите в модуль ADEM Simulator, нажав поле Модуль. В появившемся меню нажмите Моделирование CLDATA.

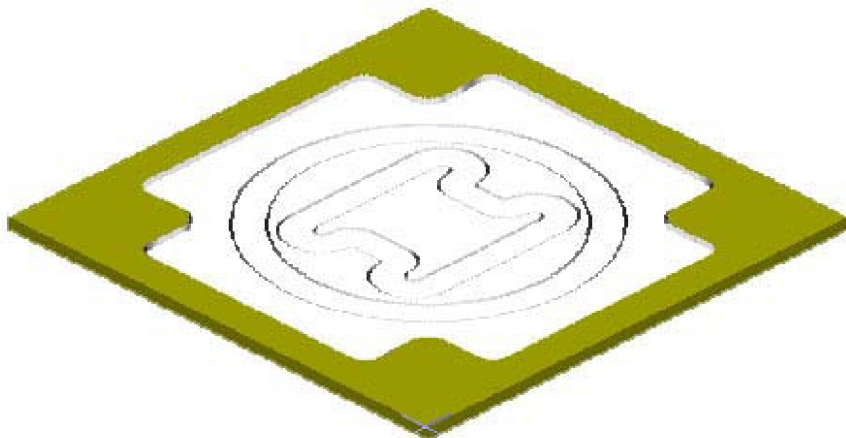


Рис. 23. Модель траектории движения инструмента (объемная)

Переход 4: фрезеровать внутренний колодец предварительно

Задайте конструктивный элемент КОЛОДЕЦ (КЛЩ в левой колонке меню). Задайте параметры: Глубина = 20; Плоскость XX/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 31, ОК (см. рис. 24)

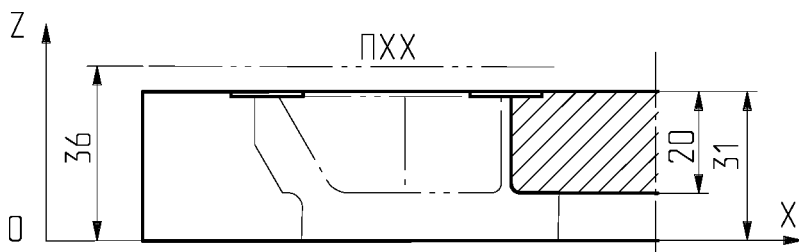


Рис. 24. Параметры колодца

Последовательно укажите контуры внутреннего колодца на "виде сверху" (рис. 25).

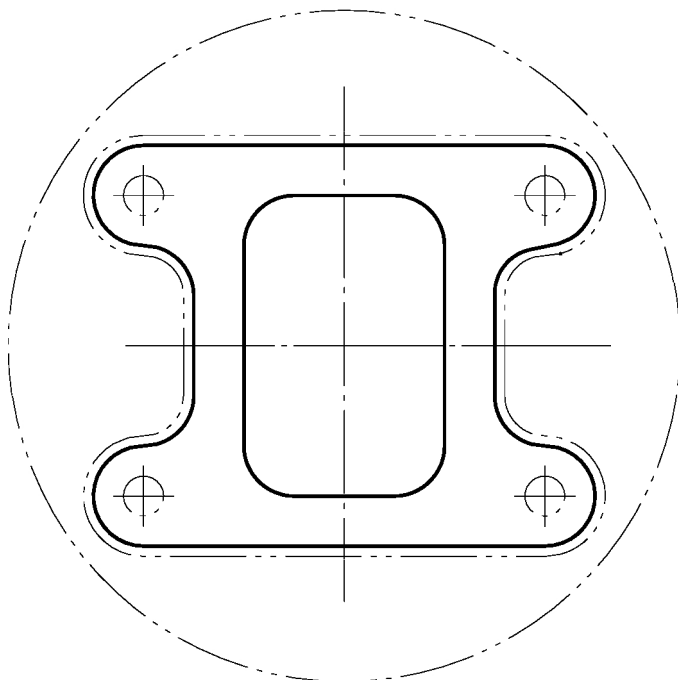


Рис. 25. Контуры (сплошные линии) внутреннего колодца

В информационной строке появится надпись:

ТО: 4. *****/Колодец

Задайте технологический переход **ФРЕЗЕРОВАНИЕ** (**ПРЕД**, **ФРЕЗ**), в открывшемся меню задайте параметры: Остаточный припуск/ Внешний = 1; Гл. рез = 5; Обработка по Z/ Многопроходная/ Глубина = 3; ЗАСВЕРЛИВАНИЕ/ВКЛ/ (**...**) ИНСТРУМЕНТ(**...**)/Сверло/ /ПОЗИЦИЯ =2, ДИАМЕТР = 6, ОК, ОК; ИНСТРУМЕНТ (**...**)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 3, R.Скругл. = 5, ДИАМЕТР = 10, ОК.

Замечание: Радиус скругления инструмента равный половине диаметра фрезы позволяет задавать обработку сферической фрезой.

В информационной строке появится. надпись:

ТО: 4. Фрезеровать/Колодец Фреза D10 поз. 3 Сверло D6 поз.2.

Переход 5: фрезеровать окно предварительно

Задайте конструктивный элемент ОКНО (**ОКНО**). Задайте параметры: Глубина = 11, Плоскость XX/Высота = 36, Плоскость/КЭ = 11 (рис. 26), ОК.

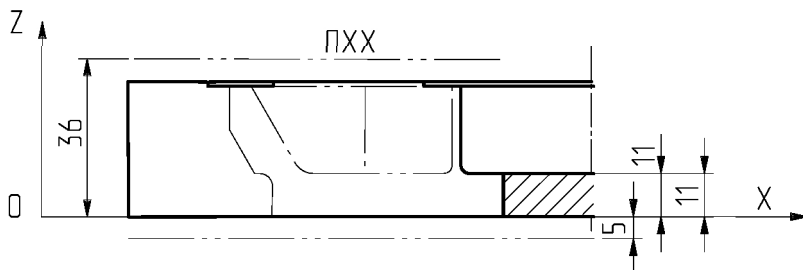


Рис. 26. Параметры окна

Укажите контур окна на "виде сверху" (рис. 27), <Esc>. В информационной строке появится надпись: ТО: 5. ****/Окно

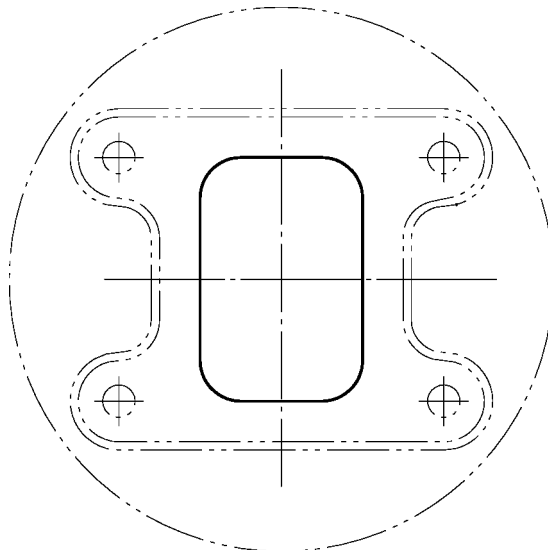


Рис. 27. Контур окна

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ (**ПРИД**, **ФРЕЗ**), в открывшемся меню задайте параметры: Остаточный припуск/ Внешний = 1; Гл. рез = 5; Перебег = 5, Обработка по Z/ Многопроходная/ Глубина = 3; ЗАСВЕРЛИВАНИЕ/ВКЛ/ (**...**), Глу-

бина = 5, ИНСТРУМЕНТ(☐)/Сверло/ /ПОЗИЦИЯ =2, ДИАМЕТР = 6, ОК, ОК; ИНСТРУМЕНТ (☐)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 3, R.Скругл. = 5, ДИАМЕТР = 10, ОК.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 5. Фрезеровать/Окно Фреза D10 поз. 3 Сверло D6 поз.2

Переход 6: фрезеровать внешний колодец предварительно

Перейдите в модуль ADEM2D. Начертите контур для задания стенки колодца методом контурная стенка. Для этого выполните разметку контура на "основном виде" с помощью команды **Разметка элемента** из меню &. Элементом ☐ (ломаная линия) начертите контур внешней стенки колодца (рис. 28).

Замечание: Положения контура стенки на чертеже относительно контура колодца может быть любое. Однако для удобства Вы можете переместить его на "вид сверху", с помощью команды ПЕРЕНОС.

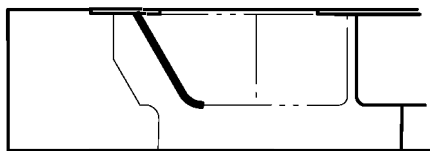


Рис. 28. Контурная стенка

Перейдите в модуль ADEMNC. Активизируйте режим КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА. Для этого нажмите поле **ПКон** в левой колонке меню. Задайте конструктивный элемент КОЛОДЕЦ (☐). Задайте параметры: Глубина = 19; Плоскость ХХ/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 31, ОК (рис. 29).

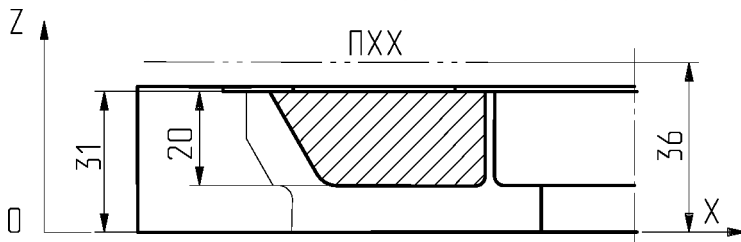


Рис. 29. Параметры колодца

Укажите внешний контур колодца на "виде сверху" (рис 30). Откроется диалог "Параметры". Измените опцию стенки на КОНТУРНАЯ. Нажмите ОК. Укажите контур стенки. Появятся две желтые стрелки, для задания положения материала относительно указанного контура.

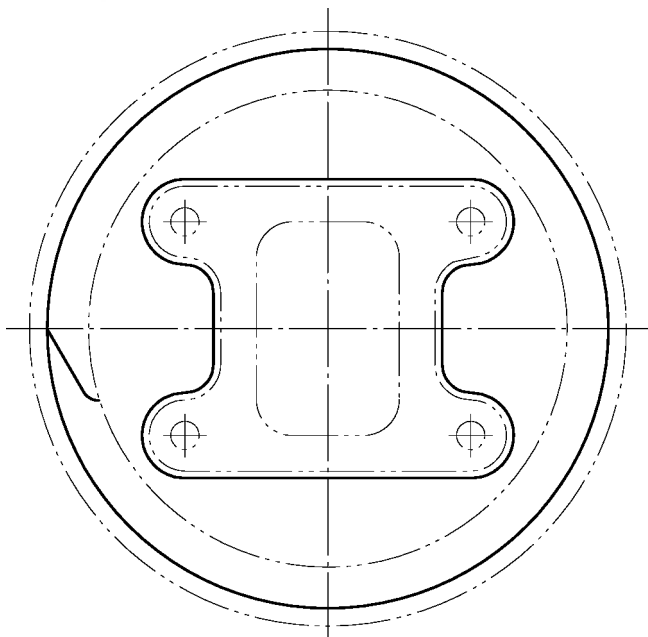


Рис. 30. Контур колодца

На запрос системы "Где материал?", укажите на стрелку, направленную в сторону материала, который останется после обработки. Откроется диалог "Параметры". Задайте параметр ГЛУБИНА/ВКЛ = 19. Нажмите ОК. Укажите контур бобышки (внутренний контур колодца). Откроется диалог "Параметры". Задайте параметр ГЛУБИНА = 0. Нажмите ОК. Завершите задание контуров. Для этого нажмите Esc. В информационной строке появится надпись:

ТО: 6 ****/Колодец

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ. Нажмите поле **Т.06** - технологические объекты (вверху левой колонки меню).

Откроется меню. Выберите команду ПЕРЕХОД ИЗ МАРШРУТА. Откроется окно содержащее заданный маршрут обработки.

Укажите слово Фрезеровать из перехода 4. В информационной строке появится надпись:

ТО: 6. Фрезеровать/Колодец Фреза D10 поз.3 Сверло D6 поз.2

Переход 7: фрезеровать внутренний колодец окончательно (стенки)

Задайте конструктивный элемент КОЛОДЕЦ (в левой колонке меню) Задайте параметры: Глубина = 19; Плоскость XX/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 30, ОК (рис. 31)

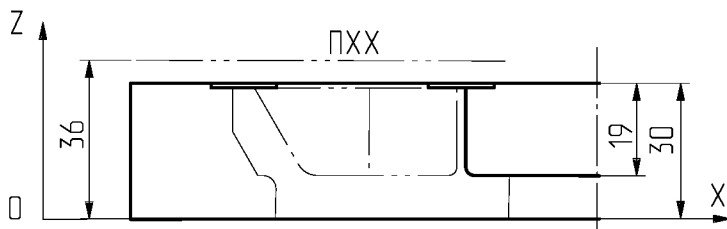


Рис. 31. Параметры колодца

Укажите контур внутреннего колодца на "виде сверху". Завершите задание контуров. Для этого нажмите клавишу Esc. В информационной строке появится надпись:

ТО: 7. ****/Колодец

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ () в открывшемся меню задайте параметры: Гл. рез = 2; Проходов = 1; Обработка по Z/ Многопроходная/ Глубина = 1; ИНСТРУМЕНТ () Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 4, R.Скругл. = 2, ДИАМЕТР = 4, ОК.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 7. Фрезеровать/Колодец Фреза D4 поз.4

Переход 8: фрезеровать внутренний колодец окончательно (дно)

Активизируйте режим КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ КОНТУРА () задайте конструктивный элемент КОЛОДЕЦ () задайте

параметры: Глубина = 20; Плоскость XX/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 30; Дно/припуск = 1; ОК (рис. 32).

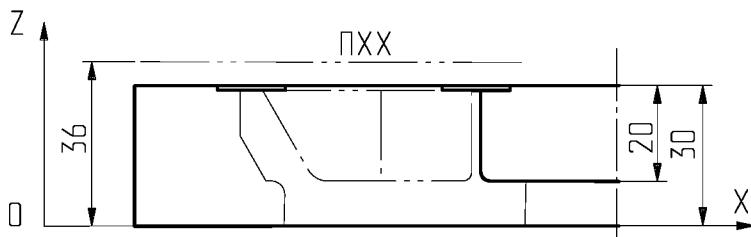


Рис. 32. Параметры Колодца

Укажите контур внутреннего колодца на "виде сверху". В открывшемся меню нажмите ОК. Укажите контур окна. В открывшемся меню задайте параметр ГЛУБИНА = 20, нажмите ОК. Завершите задание контуров. Для этого нажмите клавишу <Esc>.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 8. ****/Колодец

Замечание: Так как контур окна задан лежащим в плоскости дна (параметр ГЛУБИНА = 20), то он будет воспринят системой как граница углубления. Центр фрезы в этом случае пройдет по контуру окна.

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАНИЕ (), в открывшемся меню задайте параметры: Гл. рез = 2; Проходов = 0; Обработка по Z/ВЫКЛ; ИНСТРУМЕНТ () Фреза/ПОЗИЦИЯ = 4, R.Скругл. = 2, ДИАМЕТР = 4, ОК.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 8. Фрезеровать/Колодец Фреза D4 поз.4

Переход 9: фрезеровать окно окончательно

Нажимая клавишу PageUp, перейдите к переходу (технологическому объекту) 5. Дублируйте переход (в левой колонке меню) В информационной строке появится надпись:

ТО: 9. Фрезеровать/Окно Фреза D10 поз.3 Сверло D6 поз.2

Измените параметры перехода ФРЕЗЕРОВАТЬ. Для этого нажмите вверху левой колонки меню. На запрос системы "Что изменить?", нажмите в открывшемся меню задайте параметры:

Остаточный припуск/ Внешний = 0; Гл. рез = 2; Перебег = 5, Обработка по Z/ВЫКЛ; ЗАСВЕРЛИВАНИЕ/ВЫКЛ; ИНСТРУМЕНТ (☐...)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 4, R.Скругл. = 2, ДИАМЕТР = 4, ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 9. Фрезеровать/Окно Фреза D4 поз.4

Переход 10: фрезеровать внешний колодец окончательно (стенки)

Дублируйте переход 6. Измените параметры перехода ФРЕЗЕРОВАТЬ: Гл. рез = 2; Проходов = 1; Обработка по Z/ Многопроходная/ Глубина = 1; ЗАСВЕРЛИВАНИЕ/ВЫКЛ; ИНСТРУМЕНТ (☐...)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 4, R.Скругл. = 2, ДИАМЕТР = 4, ОК.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 10. Фрезеровать/Колодец Фреза D4 поз.4

Переход 11: фрезеровать внешний колодец окончательно (дно)

Дублируйте переход 10. Измените параметры конструктивного элемента: Глубина = 19; Плоскость XX/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 30; Дно/Припуск = 1, ОК

Укажите контуры колодца. Параметр ГЛУБИНА для контурной стенки задайте равным 19.

Измените параметры перехода ФРЕЗЕРОВАТЬ: Гл. рез = 2; Проходов = 0; Обработка по Z/ВЫКЛ; ЗАСВЕРЛИВАНИЕ/ВЫКЛ; ИНСТРУМЕНТ (☐...)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 4, R.Скругл. = 2, ДИАМЕТР = 4, ОК.

В информационной строке появится надпись:

ТО: 11. Фрезеровать/Колодец Фреза D4 поз.4

Переход 12: центровать четыре отверстия

Активизируйте режим оптимизации длины холостых перемещений. Для этого нажмите поле в левой колонке меню **Опти**. Задайте конструктивный элемент ОТВЕРСТИЕ (**ОТВ**). Задайте параметры: Глубина = 3; Плоскость XX/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 10, ОК.

Последовательно укажите четыре отверстия на "виде сверху". Завершите задание контуров, нажав <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 12. ****/Отверстие

Задайте технологический переход ЦЕНТРОВКА (**ЦЕНТР** в правой колонке меню), параметры:

ИНСТРУМЕНТ (**□**) /Центровка/ ПОЗИЦИЯ = 5, ДИАМЕТР = 6, ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 12. Центровать/Отверстие Центровка D6 поз.5

Переход 13: сверлить четыре отверстия

Задайте конструктивный элемент ОТВЕРСТИЕ (**ОТВ**), параметры: Глубина = 10; Плоскость ХХ/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 10, ОК.

Последовательно укажите четыре отверстия на "виде сверху", <Esc>. В информационной строке появится надпись:

ТО: 13. ****/Отверстие

Задайте технологический переход СВЕРЛЕНИЕ (**СВРЛ**) и параметры: Перебег = 3, ИНСТРУМЕНТ(**□**)/Сверло/ ПОЗИЦИЯ = 6, ДИАМЕТР = 8, ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО:13. Сверлить/Отверстие Сверло D8 поз.6

Переход 14: фрезеровать стенку

Задайте конструктивный элемент СТЕНКА (поле **СТЕН** в левой колонке меню) и параметры: Глубина = 34; Плоскость ХХ/Высота = 36; Плоскость/КЭ = 34, ОК.

Укажите самую большую окружность на "виде сверху"<Esc> (см. рис. 30). В информационной строке появится надпись:

ТО: 14. ****/Стенка

Задайте технологический переход ФРЕЗЕРОВАТЬ (**ФРЕЗ**) и параметры Остаточный припуск/ Внешний = 4; Гл. рез = 7.5; Перебег = 5, Подход/Радиусный/ **□**/ Радиус = 35 /Угол = 90, ОК; ИНСТРУМЕНТ (**□**)/ Фреза/ ПОЗИЦИЯ = 7, ДИАМЕТР = 15, ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 14. Фрезеровать/Стенка Фреза D15 поз.7

Расчет траектории движения инструмента и моделирование процесса обработки

Рассчитайте траекторию движения инструмента, используя команду ПРОЦЕССОР.

Выполните моделирование процесса обработки на плоскости, используя команду МОДЕЛИРОВАНИЕ (результат на рис. 33), и, перейдя в модуль ADEM Simulator, в пространстве (рис. 34).

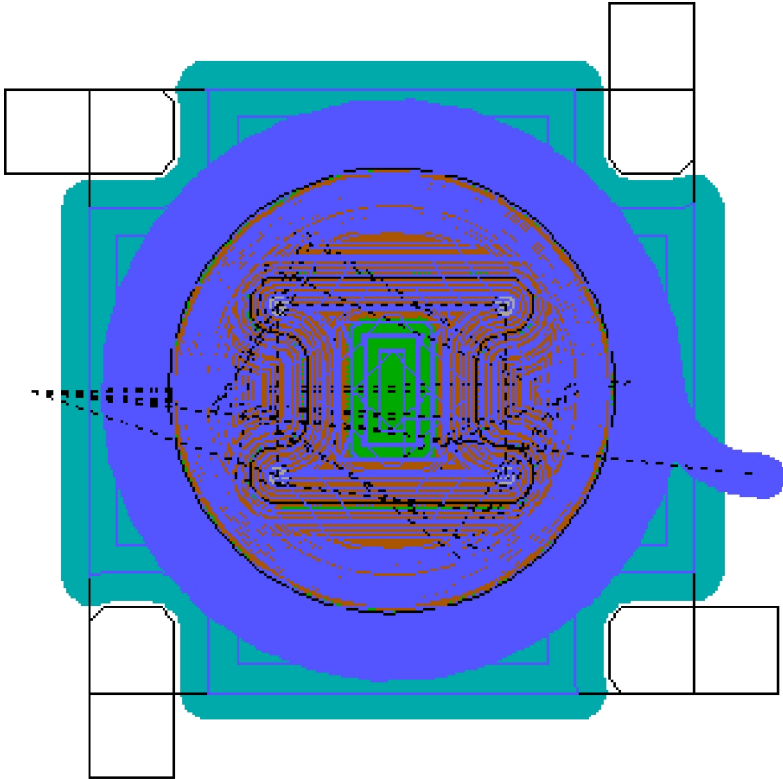


Рис.33. Результат моделирования процесса обработки в ADEMNC

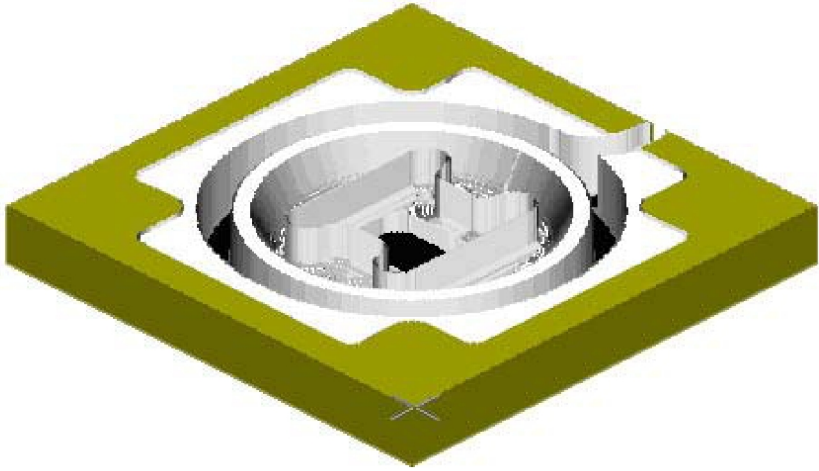


Рис. 34. Результат объемного моделирования

Формирование управляющей программы и ее запись

Выберите необходимое оборудование, используя команду СТАН (обрабатывающий центр НІТАСНІ, ОК). Нажмите поле меню со стрелкой рядом с полем ПРОЦЕССОР. Нажмите поле АДАПТЕР. Будет сформирована Управляющая Программа для выбранного станка. Появится сообщение о времени обработки и длине перфоленты .

Нажмите меню Файл и в открывшемся окне поле «Сохранить Управляющую Программу Как ...». Программа будет записана в виде текстового файла.

Операция 3. Токарная. Обработка корпуса

Подготовка эскиза

Перейдите в модуль ADEM2D. Включите в группу Гр1 "основной вид". Используя операцию ПОВОРОТ, разверните вид на угол 90° , начертите токарную область, задающую материал, снимаемый при обработке. Для этого в режиме привязки обведите контур "основного вида" начиная с правого узла (рис. 35).

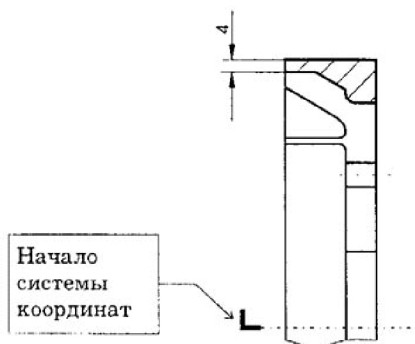


Рис. 35. Построение токарной области

Перейдите в модуль ADEMNC .

Переход 1: задать начало цикла

Установите начало системы координат на оси вращения корпуса на "основном виде". Для этого нажмите клавишу "O". Задайте координаты точки начала цикла. Нажмите кнопку КМНД. Произойдет смена меню. Нажмите кнопку НЦ/КООРДИНАТЫ. Введите значения $X=80$; $Y=-110$; $Z=0$. В информационной строке появится надпись:

ТО: 1. НЦ

Переход 2: точить область предварительно

Задайте конструктивный элемент ОБЛАСТЬ. Нажмите кнопку ОБЛ. Откроется диалог. Задайте параметры: ОТКРЫТАЯ. Укажите контур области. Задайте технологический переход ТОЧЕНИЕ. Нажмите кнопку ПРХД/ТОЧТ. Откроется диалог. Задайте параметры:

ЧИСТОВОЕ изменить на: ЧЕРНОВОЕ

ГЛ.РЕЗ. = 1

ОСТ.ПРИП = 1

ПЕРЕБЕГ = 2

ИНСТРУМЕНТ/

ШИРИНА = 6

Нажмите ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 2. Точить/Область Резец В6 поз.1

Переход 3: точить область окончательно

Дублируйте переход 2, используя кнопку Дубл. Измените параметры токарного перехода, используя кнопку Изм.

ЧЕРНОВОЕ изменить на: ЧИСТОВОЕ

ГЛ.РЕЗ/ПРОХОД ВЫКЛ

ОСТ.ПРИП = 0 ПЕРЕБЕГ = 2

ИНСТРУМЕНТ/

ПОЗИЦИЯ = 2

ШИРИНА = 4

Нажмите ОК. В информационной строке появится надпись:

ТО: 3. Точить/Область Резец В4 поз.2

Расчет траектории движения инструмента

Выберите необходимое оборудование, используя команду СТАН.

Рассчитайте траекторию движения инструмента, используя команду ПРОЦЕССОР (рис. 36).

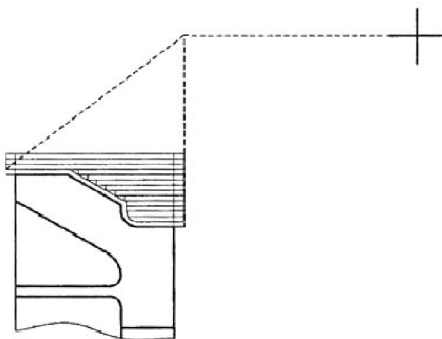


Рис. 36. Траектория движения инструмента

Выполните моделирование процесса обработки на плоскости, используя команду МОДЕЛИРОВАНИЕ.

Формирование Управляющей Программы

19. Нажмите кнопку со стрелкой рядом с кнопкой ПРОЦЕССОР. Откроется меню. Нажмите кнопку АДАПТЕР. Будет сформирована управляющая программа для выбранного станка.

Сохранение информации

20. Сохраните на диске файлы, содержащие Управляющую Программу, используя кнопку ЗпУп. Введите имя файла "CODE_03".

21. Сохраните на диске файл, содержащий технологию, используя кнопку Сохранить.

КУРСОВАЯ РАБОТА № 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ШТАМПОВ (В СРЕДЕ «КОМПАС-ШТАМП»)

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсового и дипломного проекта по холодной листовой штамповке одному из разделов курса «Обработка конструкционных материалов» студенты технологической специальности испытывают определенные трудности, связанные с проектированием конструкции технологической оснастки – штампа. Разработанная конструкция штампа должна отвечать требованиям производства, быть экономичной для заданной программы выпуска. Выбранная конструкция должна быть обоснована.

Студентам бывает трудно обеспечить перечисленные выше требования в своей конструкции.

Данные методические указания имеют цель оказать помощь студентам при выполнении им конструкторской части курсового проекта, свести к минимуму непроизводительные затраты времени при разработке конструкции штампов, обстоятельно разобраться с основами проектирования подобной оснастки. Не заменяя собой многочисленные справочные материалы, методические указания представляют собой своеобразный путеводитель по данным материалам при ручном проектировании штампов.

Кроме того, для студентов, выполняющих проектирование в машинном режиме предлагается методика его выполнения, для программного продукта «КОМПАС-ШТАМП», принятого в качестве базового на факультете двигателей летательных аппаратов.

Использование данного программного продукта позволяет выполнять проектирование на современном уровне, не затрачивая время на поиск вспомогательных материалов, сосредоточившись на творческих задачах.

1. ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

1.1. Классификация штампов

Изготовление деталей из листового материала является наиболее прогрессивным и экономичным технологическим методом производства, позволяющим многократно повысить коэффициент использования материала при изготовлении деталей оболочкового типа, уменьшить потребное количество металлорежущих станков, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Листовая штамповка охватывает две группы штамповочных операций: разделительные и формообразующие. *Разделительная операция* – это такая операция обработки металла давлением, в результате которой происходит полное или частичное отделение одной части заготовки от другой (резка, вырубка-пробивка, обрезка, надрезка, зачистка, проколка, высечка и т. д.).

Формообразующая операция листовой штамповки – это операция, при которой изменяется форма заготовки результате пластического деформирования последней. К ним можно отнести гибку, скручивание, закатку, завивку, вытяжку, раздачу, обжим, рельефную формовку, правку, кернение, дорнование, вытяжку с утонением и т. д.

Операции листовой штамповки осуществляются с помощью специального инструмента-приспособления, который называется *штампом*. С помощью штампа заготовка приобретает форму и размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих элементов штампа. Штамп является инструментом, так как заготовка изменяет свою форму и размеры в результате силового воздействия на нее со стороны рабочих частей штампа при их непосредственном контакте. С точки зрения технологии штамп является приспособлением, так как адаптирует кривошипно-шатунный пресс, на который устанавливается штамп для выполнения любой операции листовой штамповки, ориентируя при этом деталь определенным образом в пространстве. Штампы различаются по трем признакам: *технологическому, конструктивному, и эксплуатационному*.

По *технологическому признаку* штампы делят на типовые группы в зависимости от рода выполняемой операции. Таких групп две: штампы для разделительных операций и формообразующие штампы. Кроме того, по количеству одновременно выполняемых операций их можно разделить на однооперационные (*простые*) и многооперационные (*комбинированные*). К простым и комбинированным могут относиться как разделительные, так и формообразующие штампы. В свою очередь комбинированные штампы по характеру совмещения операций во времени подразделяются на *последовательные, совмещенные* и *последовательно-совмещенные*. В штампах *последовательного* действия обработка заготовки производится за несколько переходов различными инструментами (за несколько ходов ползуна) при последовательном перемещении исходной заготовки перпендикулярно движению ползуна в плоскости нижней плиты. То есть переходы разделены пространственно но совмещены по времени. В штампах *совмещенного* действия заготовка обрабатывается за один ход ползуна пресса аксиально расположенными инструментами при неизменном положении исходной заготовки относительно нижней плиты. То есть в совмещенных штампах переходы совмещены в пространстве, но разнесены по времени. В *последовательно-совмещенных* штампах требуемая заготовка получается путем сочетания последовательной и совмещенной обработки.

Однооперационные штампы проще и дешевле в изготовлении, но менее производительны, поэтому их применяют обычно при небольшой программе выпуска (мелкосерийном и единичном производстве). Штампы многооперационные (комбинированные) сложнее и дороже в изготовлении, но более производительны. Их применяют в условиях от среднесерийного до массового производства.

В связи с тем, что в комбинированных штампах последовательного действия точность размеров заготовки зависит от точности позиционирования при передвижении ее в зону выполнения перехода, и при прочих равных условиях чем она ниже, тем больше переходов, данные штампы используются для изготовления заготовок невысокой точности (12...15 квалитетов) и при сравнительно больших до-

пусках на взаимное расположение ее внутренних и наружных обрабатываемых поверхностей.

Штампы совмещенного действия рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9...11 квалитет) с жесткими допусками на взаимное расположение внутренних и наружного контуров (менее $\pm 0,1$ мм для отверстий размерами до 20 мм и $\pm 0,15$ мм для отверстий от 20 до 50 мм).

По конструктивному признаку штампы делятся на штампы с направляющими устройствами и без них. Штампы без направляющих просты по конструкции, имеют низкую стоимость, но неудобны в эксплуатации, так как требуют постоянной поднастройки после изготовления определенного числа заготовок. Так как за счет усилия штамповки происходит смещение верхней части штампа, соединенного с ползуном относительно нижней части, закрепленной на столе прессы. Поэтому штампы без направляющих применяются в мелкосерийном и единичном производстве, для которого важным является низкая стоимость оснастки и не столь существенным стоимость переналадки, так как количество переналадок в условиях единичного производства минимально. Для снижения стоимости штампов их рабочие элементы изготавливают из материалов имеющих невысокую стойкость, тем не менее обеспечивающую заданное качество изготовления всей партии заготовок.

Штампы с направляющими элементами (колонки со втулками, плиты) удобны и безопасны в эксплуатации, позволяют автоматически поддерживать заданное расположение элементов, расположенных на нижней и верхней плите штампа друг относительно друга в течение всего срока эксплуатации, не требуют поднастройки. В то же время стоимость этих штампов выше, поэтому они используются и окупаются только в условиях серийного-массового производства.

По эксплуатационному признаку штампы делятся на группы в зависимости от способа подачи исходной заготовки на штампы с ручной и автоматической подачей. А по способу удаления отштампованных заготовок - на конструкции, работающие на провал заготовок через отверстие в матрице, с обратной запрессовкой заготовки

в полосу или ленту, с выталкиванием заготовки в верхнюю часть штампа и удалением ее жестким выталкивателем, или вручную.

1.2. Детали и узлы штампов

Детали и узлы штампов подразделяются на две основные группы технологического и конструкторского назначения. К первой относят рабочие элементы, а также фиксирующие детали, обеспечивающие необходимое положение исходной заготовки во время выполнения операции (фиксаторы, упоры), прижимающие и удаляющие детали (прижимы, съемники, выталкиватели и т. п.); ко второй — опорные и держащие детали (плиты, пуансоно-держатели и т. п.), направляющие узлы (колонки, втулки), крепежные и прочие детали. Кроме того, иногда выделяется третья группа деталей кинематического назначения, обеспечивающих необходимые перемещения частей штампа, например, преобразование вертикального движения ползуна пресса в поступательные, вращательные, колебательные движения отдельных элементов штампа и вспомогательных устройств.

Под рабочим элементом подразумевается основная деталь или сборочная единица штампа, выполняющая разделение или формообразование заготовки (матрица, пуансон, пуансон-матрица).

Штамп, как правило, состоит из двух основных узлов — блока и пакета. Первый обеспечивает крепление пакета и совмещение рабочих элементов штампа при штамповке, второй — фиксацию и крепление рабочих элементов (рис. 1,2). Блок для специальных штампов состоит обычно из верхней и нижней плит и направляющих узлов [8, табл. 167].

Конструкция пакетов и количество применяемых в них деталей определяется классом штампа (см. классификации штампов) [8, табл. 170; 3,6].

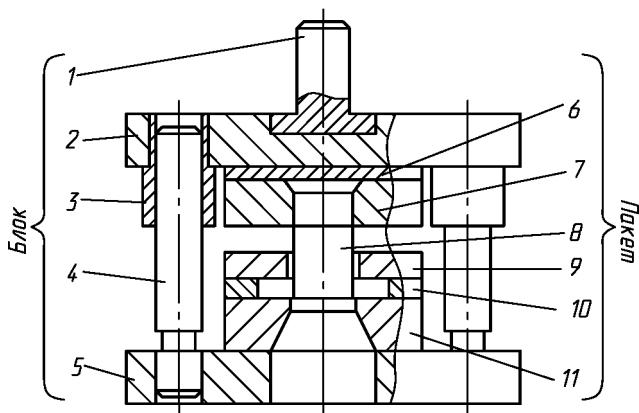


Рис. 1. Штамп для пробивки отверстия: 1 – хвостовик, 2 – верхняя плита, 3 – втулка, 4 – колонка, 5 – нижняя плита, 6 – подкладка, 7 – пуансонодержатель, 8 – пуансон, 9 – съемник, 10 – подкладка, 11 – матрица (элементы крепления пакета к блоку условно не показаны)

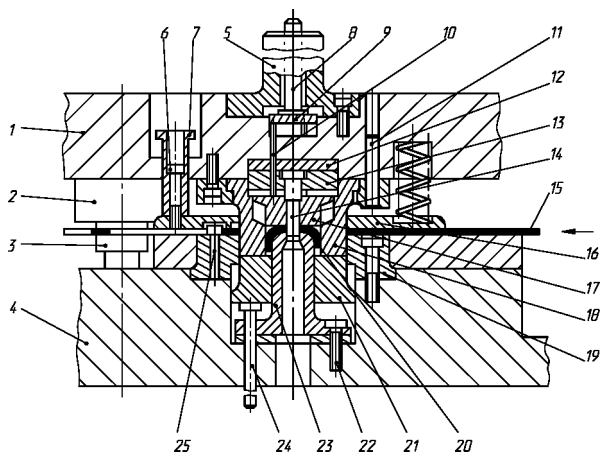


Рис. 2. Штамп для вырубki и вытяжки (штамп совмещенного действия): блок: 1 – нижняя плита, 2 – колонка, 3 – втулка, 4 – верхняя плита, 5 – хвостовик; пакет: 6 – винт, 7 – фиксатор положения съемника, 8 – шток выталкивателя, 9 – траверса, 10 – стержень, 11 – штифт, 12 – подкладка, 13 – пуансонодержатель, 14 – пуансон, 15 – полоса, 16 – съёмник, 17 – выталкиватель, 18 – пуансон-матрица, 19 – матрица, 20 – заготовка, 21 – прижим-выталкиватель, 22 – винт, 23 – пуансон-матрица, 24 – шток выталкивателя (привод буферного устройства), 25 – упор

2. РУЧНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В проектировании конструкции штампа листовой штамповки целесообразно придерживаться следующей последовательности: анализ исходных данных, выбор принципиальной схемы штампа, проведение расчетов по определению потребного усилия штамповки, выбор прессового оборудования и установление закрытой высоты штампа, определение центра давления штампа, подетальная разработка конструкции штампа, расчет на прочность и жесткость основных деталей его, и наконец, оформление сборочного чертежа штампа.

2.1. Уточнение исходных данных

К основным исходным данным, необходимым для проектирования штампов листовой штамповки, относятся сведения об операции, для которой должен быть спроектирован штамп, годовая программа выпуска деталей, типы имеющегося на производстве оборудования, справочные материалы по типовым конструкциям штампов и его деталей, ГОСТы, ОСТы, РТМы, правила техники безопасности и др. [1 – 6, 8, 10, 11].

Анализ этих данных проводит технолог, разрабатывающий технологический процесс изготовления детали и составляющий заказ на проектирование штампа на какую-либо операцию, и конструктор штампа при получении такого заказа. Их совместные усилия позволяют наметить более оптимальный путь решения задачи по выполнению операции штамповки.

2.2. Выбор принципиальной схемы штампа

Этап выбора принципиальной схемы штампа является наиболее ответственным при разработке конструкции штампа. Опираясь на имеющиеся разработки типовых штампов [3, 4, 6, 8, 10, 11], проектировщик должен выбрать такой штамп, который мог бы обеспечить требуемые геометрические параметры заготовки, учитывая при этом возможность обеспечения заданной программы выпуска при соблюдении правил техники безопасности и экономики (простота конст-

рукции, применение нормализованных узлов и деталей и др.).

Принципиальная схема штампа должна полностью отображать его конструкцию, т. е. должны быть учтены все рабочие детали, виды направляющих исходной заготовки, направление хода заготовки и отходов, вид съемников и выталкивателей и др. Так, например, при разработке конструкции штампа для разделительной операции при выборе принципиальной схемы необходимо учитывать некоторые правила. Штампы с неподвижным направляющим съемником позволяют автоматически (без участия рабочего) удалять заготовку (или отход) через провальное окно, что дает возможность применять быстроходное прессовое оборудование и многорядную штамповку. Такие съемники просты по конструкции, а потому наиболее распространены. Однако следует учитывать, что при применении неподвижных направляющих съемников наблюдается частичное ухудшение плоскостности заготовки. Поэтому их рекомендуют применять при штамповке из листа толщиной более 0,5 мм. В противном случае необходимо использовать штампы с верхним прижимом-съемником, правда, при этом снижается жесткость штампа, усложняется его конструкция.

Разделительные штампы совмещенного действия рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9-11 квал.); при наличии жестких допусков на размеры, определяющих расположение отверстий относительно контура (менее $\pm 0,1$ мм для размеров до 20 мм и $\pm 0,15$ мм для размеров от 20 до 50 мм); при изготовлении заготовок, имеющих форму тел вращения.

Штампы последовательного действия применяются в том случае, когда не предъявляются высокие требования к точности геометрических параметров. Они проще по конструкции и более надежны при работе в автоматическом режиме.

2.3. Расчет потребного усилия штамповки P_{on}

Разделительные операции

1. При работе на провал заготовки (отхода)

$$P_{on} = P_{рез} + Q_{прот} \text{ (с жестким съемником)}$$

или $P_{on} = P_{рез} + Q_{прот} + Q_c$ (с пружинным съёмником).

2. При работе с возвратом заготовки (отхода) в ленту после вырубки (с запрессовкой) или пробивки $P_{on} = P_{рез} + Q_{буф} + Q_c$, где $P_{рез}$ – усилие резания; $Q_{прот}$ – усилие проталкивания заготовки через матрицу; Q_c – усилие съема полосы (заготовки) с пуансона; $Q_{буф}$ – усилие, необходимое для сжатия буфера или пружины штампа [1, с.15].

Гибка

1. Усилие гибки без правки $P_{on} = P_{гиб} + Q_{буф}$

2. Усилие гибки с правкой $P_{on} = P_{прав} + Q_{буф}$,

где $P_{гиб}$ – усилие гибки; $Q_{буф}$ – усилие буфера; $P_{прав}$ – усилие правки [8, с. 70].

Вытяжка

$P_{on} = P_{выт} + Q_{буф}$, где $P_{выт}$ – усилие, необходимое для вытяжки заготовки [8, с. 171].

Формовка

При этом процессе в большинстве случаев необходим «жесткий» удар: $P_{on} = P_{форм} + P_{прав} + Q_{буф}$, где $P_{форм}$ – потребное усилие формовки.

Чеканка

Усилие чеканки $P_{on} = P_{чек}$. Величину составляющих определяют по общеизвестным рекомендациям, приведенным в технологической литературе [4, 5, 8, 9].

При комбинированной штамповке, когда операция выполняется за ряд последовательно или параллельно протекающих процессов, определение потребного усилия осуществляют за несколько ступеней по тем же зависимостям, предварительно сгруппировав факторы, действие которых осуществляется одновременно. Например, при

штамповке на штампе последовательного действия сначала в полосе (или ленте) проводится вырубка заготовки, потом в новой позиции — вытяжка. Расчет проводят последовательно: сначала находят $P_{выр} = P_{рез} + Q_{буф} + Q_c$, потом $P_{выт}$ и $Q_{буф}$. По наибольшему значению устанавливают $P_{он}$.

Если штамповка проводится с автоматической подачей исходной заготовки, то учитывают и усилие, потребное для осуществления работы привода механизма подачи.

2.4. Выбор прессового оборудования

Операции листовой штамповки выполняют в основном на кри-вошипных и гидравлических прессах [7, 14].

К технической характеристике прессы относятся следующие данные (рис. 3): $P_{ном}$ — номинальное усилие, развиваемое прессом, кН (ТС); S — ход ползуна, мм (для прессов с регулируемым ходом различают $S_{наиб}$ и $S_{наим}$, для прессов двойного действия — ход внутреннего ползуна S и ход наружного ползуна S_1); n — частота ходов ползуна в минуту;

M — величина регулировки длины шатуна, мм; H — наибольшая закрытая высота прессы, мм (расстояние от подштамповой плиты до ползуна в его нижнем положении при максимальном ходе и наименьшей длине шатуна); H_2 — наименьшая закрытая высота прессы ($H-M$); N — расстояние от выталкивателя до нижней поверхности ползуна, мм; C — ход выталкивателя, мм; H_3 — глубина отверстия в ползуне для крепления хвостовика штампа, мм; R — расстояние от станины до оси ползуна, мм; $A \times B$ — размеры подштамповой плиты; D — диаметр отверстия в плите и др.

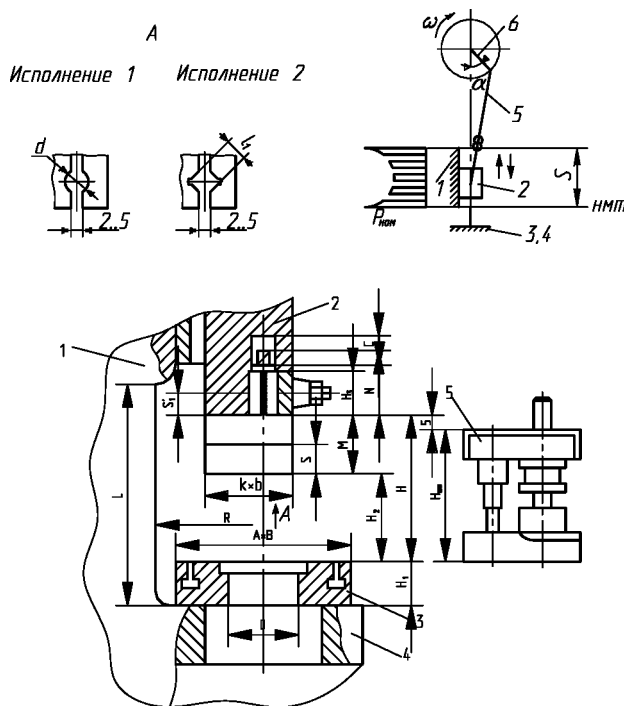


Рис. 3. Рабочее пространство кривошипного пресса: 1 – станина, 2 – ползун, 3 – подштамповая плита, 4 – стол пресса, 5 – шатун, 6 – кривошип

При выборе пресса исходят из следующих соображений:

- тип пресса и величина хода ползуна соответствуют технологической операции штамповки;
- номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;
- пресс обладает достаточной жесткостью и точностью направляющих (последнее важно для разделительных операций);
- закрытая высота пресса соответствует или несколько больше закрытой высоты штампа;
- габаритные размеры стола и ползуна пресса позволяют установку и закрепление штампа, а отверстие в столе и плите — свободное проваливание штампуемых заготовок (при штамповке «на провал»);

- частота ходов пресса обеспечивает достаточно высокую производительность штамповки;
- работа и обслуживание пресса отвечают требованиям техники безопасности.

Подбор пресса по усилию производят следующим образом.

Усилие, необходимое для выполнения технологической операции, находят по соответствующим формулам, приведенным выше.

Номинальное усилие пресса $P_{ном}$ должно быть равным требуемому операционному $P_{оп}$. Так как прессы изготавливают в определенном интервале по номинальному усилию (6,3; 10; 16; 25; 40; 68; 80; 100ТС и т. д.), то обычно при выборе пресса расчетное усилие не соответствует точно номинальному усилию. Поэтому прессы берут заведомо большего усилия, чем требуется по расчету. Применение более сильного пресса обеспечивает повышенную жесткость, а, следовательно, и большую стойкость штампов, особенно для разделительных операций.

Величина усилия, создаваемого кривошипным прессом, переменна на протяжении хода пресса. Она достигает наибольшего значения в конце рабочего хода (см. рис. 3). Обычно в каталожных и паспортных данных приводится номинальное усилие кривошипных прессов, создаваемое при угле $\alpha=20...30^\circ$. Это необходимо учитывать в операциях, требующих большой величины рабочего хода, так как давление, развиваемое прессом в начале операции, будет меньше номинального. Иногда они отличаются на 40...50%.

2.5. Определение закрытой высоты штампа

Штампы должны проектироваться на конкретные прессы в соответствии с технической характеристикой последних или на группу прессов, близких по мощности и аналогичных по технической характеристике.

Рабочая зона выбранного пресса будет определять габариты штампа.

Штамп изображается графически в нижнем рабочем положении, в котором наилучшим образом увязывается взаимодействие рабо-

чих, прижимающих и удаляющих деталей штампа. При этом почти исключается возможность конструктивных ошибок по несогласованности верхней и нижней частей штампа.

Высота штампа в нижнем рабочем положении называется *закрытой высотой штампа* $H_{\text{зам}}$ (см. рис. 3), которая увязывается с закрытой высотой прессы. Обычно штамп проектируют ближе к наибольшей закрытой высоте прессы, учитывая желательность работы при укороченном (свинченном) шатуне, а также уменьшение высоты штампа вследствие последующих перешлифовок. В большинстве случаев принимают $H - 5\text{мм} \geq H_{\text{зам}} \geq H_2 + 10\text{мм}$. Если закрытая высота штампа будет меньше H_2 , необходимо применять промежуточные подкладные плиты.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОВЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

Основными узлами штампа являются блоки и пакеты (см. рис. 1 и 2). Стандартные блоки штампов с указанием области их применения приведены в табл. 167, 168, а в табл. 169 и 170 – пакеты [8].

Остановимся подробнее на выборе конструкции некоторых деталей блоков и пакетов.

3.1. Детали блока

Плиты штампов. Плиты штампов должны обладать рациональной металлоемкостью и достаточной прочностью для выполнения технологической операций. Плиты массой более 16 кг следует оснащать средствами для захвата (зачаливания) при транспортировке: комплектами съемных стержней, приливами, рым-болтам и т. п.

Расчет плит на прочность проводится только в случаях, когда возникает в этом явная необходимость. Наибольшему деформированию подвергается обычно нижняя плита блока, так как часто оказывается в более неблагоприятных условиях, чем верхняя. Расчет плиты на прочность проводится после того, как будет установлена её схема нагружения. Основные виды схем нагружения плит различных штампов представлены в табл. 4 [3]. Проведенные расчеты по-

зволяют установить габаритные размеры плиты, которые далее выбираются по нормам [1], ГОСТ 13110—83, ГОСТ 13114—75 и др.

Направляющие элементы. Направляющие элементы блока предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих деталей пакета верхней (подвижной) части штампа с рабочими деталями пакета нижней части штампа (неподвижной). Они должны обладать высокой точностью и жесткостью, достаточной стойкостью и удобством в эксплуатации. Требования к точности и жесткости определяются характером технологической операции, величиной зазора между инструментами, а также конструкцией и габаритными размерами штампа.

Направляющие элементы бывают двух видов — скольжения и качения. Первые широко применяются во всех разновидностях штампов (разделительных, формоизменяющих), а вторые — преимущественно в прецизионных разделительных штампах.

Направляющие скольжения изготавливают цилиндрическими и призматическими. Массовое распространение, однако, получили цилиндрические как наиболее точные и технологичные в изготовлении. Классической, универсальной направляющей парой является комплект из колонки и втулки (рис. 4,а), изготовленных из низкоуглеродистых цементируемых сталей марки СТ20 (НРС, 56...60) и высоколегированных сталей марки ШХ15, 9ХС, 38ХМЮА (НРСЭ 62...64). Шероховатость поверхностей колонки и втулки, обеспечивается в пределах 0,63...0,16 мкм.

Колонку обычно делают гладкой, а втулку — с канавками для смазки. На прессах с ходом ползуна не более 150 мм (перемещение рабочего инструмента) рекомендуется обеспечивать постоянный контакт в направляющей паре на всем ходе ползуна (чтобы при открытом штампе колонки не выходили из втулок). С этой целью предусматривается втулка с удлиненной выступающей частью (рис. 4,б). Короткую часть колонки сажают в нижнюю плиту с натягом, а длинную — подгоняют по $H6/h5...H7/e8$ в зависимости от величины технологических зазоров (зазора между пуансоном и матрицей) и условий работы штампа. В частности, точность по $H6/h5$

достигается в разделительных штампах при получении заготовки из листа толщиной менее 0,3 мм.

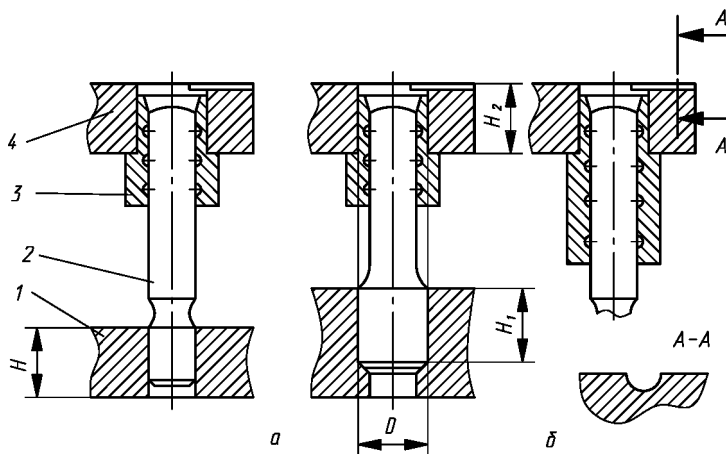
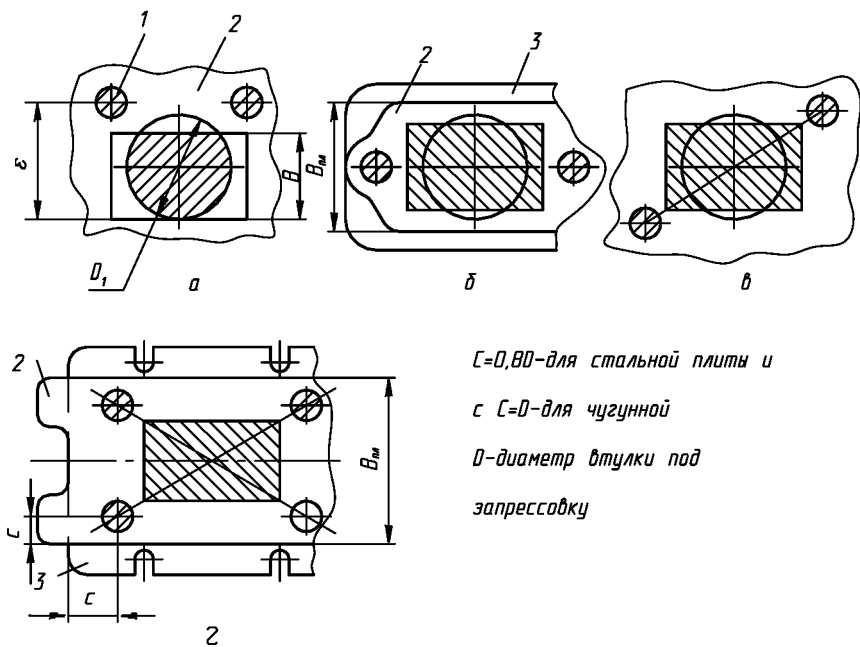


Рис. 4. Типичные конструкции направляющей пары скольжения: 1 – нижняя плита блока, 2 – колонка, 3 – втулка, 4 – верхняя плита

Относительная длина зоны контакта колонки со втулкой при полном ее заглублении должна быть не менее двух диаметров колонки, а в прецизионных штампах – не менее 3. Отношение H/d при установке втулок и колонок должно быть 1.5...2 [1], ГОСТ 13118—83, ГОСТ 13120—83, ГОСТ 13121—83.

Направляющие трения качения (шариковые направляющие) рекомендуется применять в штампах разделительных операций, когда зазор между матрицей и пуансоном не превышает 0,025 мм при наличии рабочих частей, изготовленных из инструментальных или высоколегированных сталей и 0,1 мм – из твердого сплава [4, 10]. В процессе работы штампа с шариковыми направляющими выход втулок из колонок не допускается.

Диаметр колонок и втулок, а также число пар направляющих назначают в зависимости от габаритных размеров плит, характера технологической операции, толщины штампуемого материала, габаритных размеров и усилия пресса. Основными показателями являются ширина плиты и характер технологической операции (рис. 5).



$C=0,80$ —для стальной плиты и
 $C=0$ —для чугунной
 D —диаметр втулки под
 запрессовку

Рис. 5. Варианты расположения круглых направляющих в плитах: 1 – колонка, 2 – верхняя плита, 3 – нижняя плита

Число направляющих пар (в виде колонки со втулкой) в блоке обычно выбирают не менее 2 и не более 4. Чем больше направляющих пар, тем выше точность блока (по совпадению верха с низом).

Для разделительных штампов с условным размером меньшей стороны прямоугольника (зоны установки пакета) $B \leq 200 \text{ мм}$ или диаметром $D \leq 250 \text{ мм}$ при зазоре между пуансоном и матрицей $Z = 0,02 \dots 0,04 \text{ мм}$ следует применять двухколонные блоки преимущественно с диагональным или осевым расположением направляющих (рис. 5, в); при повышенных требованиях к точности штампующих заготовок и $Z \leq 0,02 \text{ мм}$ применяют трех или четырехколонные блоки (рис. 5, г). Если размер $B > 200 \text{ мм}$ или $D > 250 \text{ мм}$ при зазоре $Z \leq 0,04 \text{ мм}$, также рекомендуется применять три или четыре колонки. При $Z > 0,03 \text{ мм}$ с условным вылетом $E \leq 400 \text{ мм}$ допускается установка двух колонок, расположенных на одной стороне от

пакета (см. рис. 5, а). Если $E > 400 \text{ и } i$, то необходимо применять трех- или четырехколонный блок (рис. 5, г).

При выборе блоков для формоизменяющих штампов большее внимание уделяют не вопросам точности направляющих элементов, а соблюдению удобства и безопасности в работе. Поэтому многие малогабаритные штампы монтируют с применением двухколонных блоков.

Требования к блокам для штампов совмещенного и последовательного действия предъявляют исходя из тех операций, точность которых наибольшая по сравнению с другими. Обычно такими определяющими технологическими операциями являются разделительные.

Рекомендуемые ряды диаметров колонок и втулок (в миллиметрах) и их число в зависимости от ширины плиты $B_{пл}$ и характера технологической операции приведены в табл. 1.

Хвостовики. Хвостовик блока обеспечивает связь штампа с прессом. Хвостовики подразделяются на жесткие и плавающие. Первые в зависимости от назначения могут быть несущими (осуществлять крепление штампа к прессу) или центровочными. Вторые выполняют только крепежные функции [1, ГОСТ 16714—71, ГОСТ 16722—71].

Наиболее прочное соединение с верхней плитой из жестких хвостовиков обеспечивает хвостовик с буртом (рис. 6, а). Его рекомендуют применять в разделительных штампах при больших усилиях съема материала с пуансонов.

Универсальный (по назначению) хвостовик с большим фланцем (рис. 6, б) устанавливают во многих штампах с механическим толкателем пресса и без него. Размер и число крепежных отверстий во фланце зависит от отрывного усилия и конфигурации траверсы выталкивателя. Хвостовик с резьбовым соединением (рис. 6, в), в отличие от рассмотренных, менее надежен в работе. Его необходимо стопорить винтом или штифтом.

Центровочные хвостовики не работают на отрыв, их крепят одним – тремя винтами. Длина центровочного хвостовика может быть

значительно меньше длины несущего хвостовика (рис. 6, г).

Таблица 1

Ряды диаметров колонок

| Ширина плиты, мм | Число направляющих пар | Технологические операции | | |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|---------|-----------------|
| | | разделительные при Z, мм | | формоизменяющие |
| | | <0,05 | >0,05 | |
| 50 | 2 | 16 (14) | 16 (14) | 16 (14) |
| 60 | 2 | 20 (18) | 20 (18) | 20 (18) |
| 80 | 2 | 22 (20) | 22 (20) | 22 (20) |
| 100 | 2 | 25 (22) | 25 (22) | 25 (22) |
| | 4 или 3 | 22 (25) | 22 (25) | - |
| 125 | 2 | 28 (25) | 28 (25) | 28 (25) |
| | 4 или 3 | 25 (28) | 25 (28) | - |
| 160 | 2 | 32 (28) | 32 (28) | 32 (28) |
| | 4 или 3 | 28 (32) | 28 (32) | - |
| 200 | 2 | 36 (32) | 36 (32) | 36 (32) |
| | 4 или 3 | 32 (36) | 32 (36) | - |
| 250 | 2 | 40 (36) | 40 (36) | 40 (36) |
| | 4 или 3 | 36 (40) | 36 (40) | - |
| 320 | 2 | - | 45 (40) | 45 (40) |
| | 4 или 3 | 40 (45) | 40 (45) | 40 (45) |
| 400 | 2 | - | 50 (45) | 50 (45) |
| | 4 или 3 | 45 (50) | 45 (50) | 45 (50) |
| 500 | 2 | - | 55 (50) | 55 (50) |
| | 4 или 3 | 50 (55) | 50 (55) | 50 (55) |

Примечания:

1. Размеры, указанные в скобках, менее желательны.
2. При соотношении длины плиты к ее ширине, равном 2,5, рекомендуется брать следующий больший диаметр

Хвостовики плавающие образуют между ползуном прессы и штампом соединение в виде шарнира (рис. 7), что снижает вредное влияние несоосности направляющих ползуна и колонок штампа.

В результате улучшается работа штампа, повышается его стой-

кость и точность. Плавающие хвостовики рационально использовать в блоках разделительных штампов и главным образом при малых зазорах между пуансоном и матрицей (менее 0,05 мм). Эти хвостовики широко применяют в разделительных штампах с твердосплавным инструментом. Наиболее известны две конструкции плавающих хвостовиков: закрытые (рис. 7, а) и открытые (рис. 7, б). Последние пригодны только для малогабаритных штампов (при небольших отрывных усилиях) [8].

3.2. Детали пакета

К деталям пакета относятся матрицы, пуансоны, шаговые ножи и ножи для резки отходов, пуансонодержатели, прижимы, съемники, фиксаторы, ловители, упоры, упругие элементы (пружины спиральные, тарельчатые, гидравлические, резиновые блоки) и др.

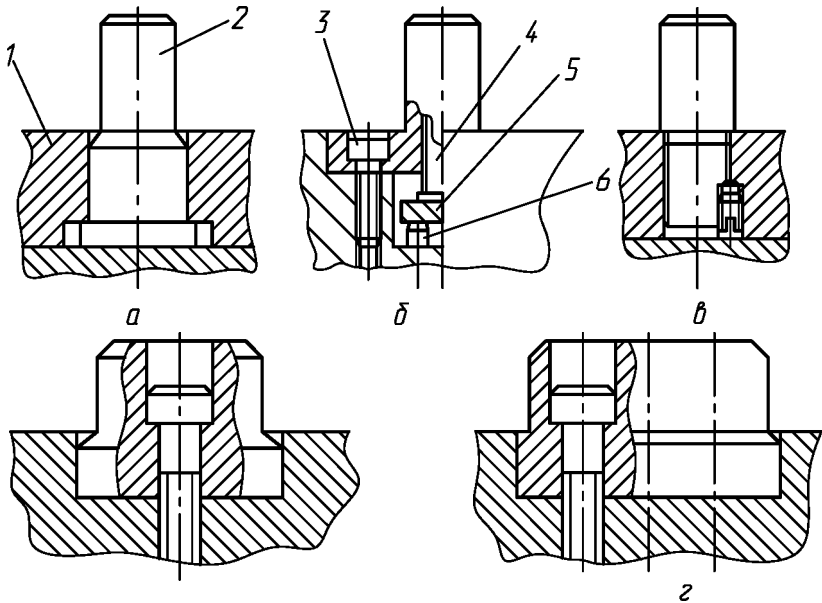


Рис. 6. Варианты крепления жестких хвостовиков: 1 – верхняя плита, 2 – хвостовик, 3 – винт, 4 – выталкиватель, 5 – траверса, 6 – стержень

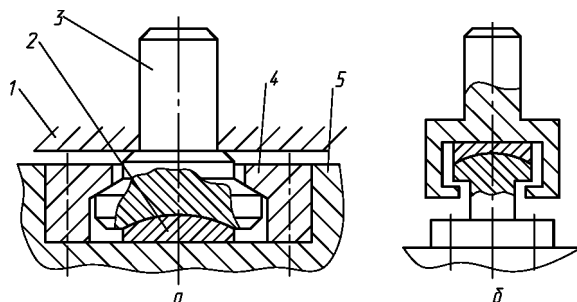


Рис. 7. Варианты крепления плавающих хвостовиков: 1 – ползун прессы, 2 – сферическая опора, 3 – хвостовик, 4 – шайба, 5 – верхняя плита блока

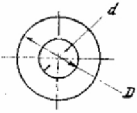
Остановимся на рекомендациях по выбору конструкции некоторых перечисленных деталей пакета.

Матрицы. Геометрические параметры матриц разделительных штампов (ширину, длину) следует назначать в соответствии с данными табл. 2 и 3.

Таблица 2
Геометрические параметры прямоугольных матриц, мм

| Эскиз | Наибольшие размеры рабочего отверстия матрицы $l \times b$, мм | Габаритные размеры матрицы $L \times B$, мм | Наибольшие размеры рабочего отверстия матрицы $l \times b$, мм | Габаритные размеры матрицы $L \times B$, мм |
|-------|---|--|---|--|
| | 28 × 20 | 60 × 50 | 80 × 50 | 140 × 100 |
| | 38 × 40 | 80 × 60 | 80 × 70 | 140 × 120 |
| | 50 × 32 | 100 × 60 | 100 × 50 | 170 × 100 |
| | 50 × 40 | 100 × 80 | 110 × 60 | 170 × 120 |
| | 70 × 40 | 120 × 80 | 110 × 80 | 170 × 140 |
| | 70 × 50 | 120 × 100 | 130 × 60 | 200 × 120 |
| | 80 × 30 | 140 × 80 | 130 × 80 | 200 × 140 |

Геометрические параметры круглых матриц, мм

| Эскиз | Наибольший размер рабочего отверстия матрицы d , мм | Габаритный размер D , мм | Наибольший размер рабочего отверстия матрицы d , мм | Габаритный размер D , мм |
|---|---|----------------------------|---|----------------------------|
|  | 20 | 60 | 105 | 160 |
| | 35 | 80 | 115 | 180 |
| | 50 | 100 | 230 | 200 |
| | 70 | 120 | 150 | 220 |
| | 85 | 140 | 180 | 250 |

Зная требуемые размеры рабочего отверстия в матрице b, l, d выбирают габаритные размеры B, L, D .

Наименьшая толщина плоской прямоугольной матрицы может быть определена по формуле $H = 7 + S + K \cdot \sqrt{l + b}$.

Значение K принимают в зависимости от величины σ_e — временного сопротивления штампуемого материала (при $\sigma_e = 80 \text{ кгс/мм}^2$ $K=1,3$; $\sigma_e = 40 \text{ кгс/мм}^2$ $K=1,0$; $\sigma_e = 25 \text{ кгс/мм}^2$ $K=0,8$; $\sigma_e = 12 \text{ кгс/мм}^2$ $K=0,6$).

Расчетную толщину матрицы H округляют до ближайшего большего значения по следующему ряду размеров толщин: 10, 16, 20, 25, 30, 35, 40 мм. Расстояние между краем матрицы и рабочим отверстием (наименьшее) B_1 принимают равным толщине матрицы H .

Расчетную толщину матрицы H округляют до ближайшего отверстия $(B - A)/2 = 1,2 \cdot d_1$, если $d_1 < 8,5 \text{ мм}$ и $(B - A)/2 = 1,4 \cdot d_1$, если $d_1 > 8,5 \text{ мм}$ (см. табл.2). Диаметр крепежных винтов и их количество выбирают исходя из габаритных размеров матрицы ($L \times B$). Так, $d_1' = 6,5 \text{ мм}$ при $L \times B$ до $80 \times 60 \text{ мм}$, $d_1' = 8,5 \text{ мм}$ при $L \times B$ до $120 \times 100 \text{ мм}$, $d_1' = 10,5 \text{ мм}$ при $L \times B$ до $170 \times 140 \text{ мм}$,

$d_1' = 12,5 \text{ мм}$ при $L \times B$ до $300 \times 200 \text{ мм}$ и $d_1' = 16,5 \text{ мм}$ при $L \times B$ до $600 \times 300 \text{ мм}$. Количество крепежных винтов при этом должно быть соответственно 4, 4, 4, 6, 8.

Форма профиля рабочего отверстия матрицы в значительной степени влияет на величину усилия штамповки и на продолжительность периода износа штампа до верхнего предела зазора. Имеется несколько разновидностей профилей рабочего отверстия матрицы, но наибольшее распространение в штамповочной практике получили матрицы двух типов: рабочее отверстие которых выполнено в виде пояска h определенной высоты (3...12 мм), переходящего потом в коническое или цилиндрическое отверстие (рис. 8, а); с рабочим отверстием в виде конуса от верхней зеркальной их плоскости. Величина угла наклона α в этом случае колеблется от $10'$ до 1° в зависимости от толщины штампуемого материала (рис. 8, б) [1, с. 393, табл.184].

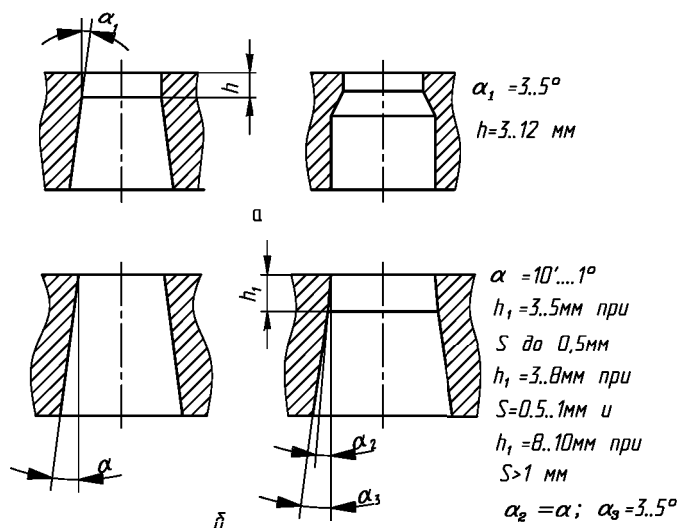


Рис. 8. Профиль рабочего отверстия матрицы

Достоинством матриц первого типа является то, что они имеют достаточно прочную режущую кромку и не теряют при заточке своего рабочего размера. Недостатком их является скопление отхода

или заготовок в рабочем отверстии, вследствие чего увеличивается трение вырубленной заготовки о стенки отверстия матрицы, что приводит к образованию обратного конуса при проталкивании заготовок.

В матрицах второго типа в процессе вырубки скапливается небольшое количество отходов или заготовок, благодаря чему значительно уменьшается трение их о стенки матрицы. Обратный конус здесь также будет меньше. Стойкость матриц этого типа будет выше, чем стойкость матриц с пояском.

На практике матрицу с пояском обычно применяют при вырубке с обратной выдачей заготовок (на штампах совмещенного действия) во избежание возможного заклинивания заготовок в отверстии матрицы, а также при зачистной штамповке. При вырубке заготовок на провал (их удаление через отверстие матрицы) успешно применяют матрицу с конусом от зеркальной поверхности.

Конфигурация матрицы определяется в основном контуром вырубаемой заготовки и характером выбранного раскроя. Матрицы со сложным режущим контуром у штампов мелких и средних размеров изготавливают составными (секционными, сборными вкладышами, комбинированными).

Секционные матрицы состояются из двух или более секций, образующих контур рабочего отверстия (рис. 9, а). Применяются при длине рабочего окна $l > 200\text{ мм}$ или малой ее ширине ($b < 2\text{ мм}$), или когда сложный контур матрицы труднодоступен для обработки.

Сборная матрица состоит из некаленной обоймы или корпуса основной части матрицы и одного или более каленных вкладышей (рис. 9, б). Применяется при наличии в контуре резких выступов, малых размерах ($b < 2\text{ мм}$) и др.

Комбинированная матрица состоит из двух или более секций, которые запрессовываются один или более вкладышей, в совокупности образующих контур рабочего отверстия. Такую конструкцию рекомендуется применять в случае необходимости сочетания секционных матриц со сборными.

заготовки с прижимом—матрицы с упрощенной формой профиля (рис 10,г).

Ответственнейшим геометрическим параметром вытяжной матрицы является радиус R_i . Малые радиусы приводят к увеличению усилия вытяжки и, следовательно, к увеличению опасности разрыва детали, а слишком большие радиусы способствуют образованию складок. При однооперационной вытяжке без утонения круглых заготовок $R_i = (4...10) \cdot S$ – для заготовок из мягкой стали и $R_i = (3...5) \cdot S$ – для заготовок из мягкой латуни и алюминия (S – толщина исходной заготовки – ленты, полосы). Более конкретные материалы по выбору R_i при формообразовании круглых и прямоугольных заготовок можно найти в справочниках и нормалях [8, 9].

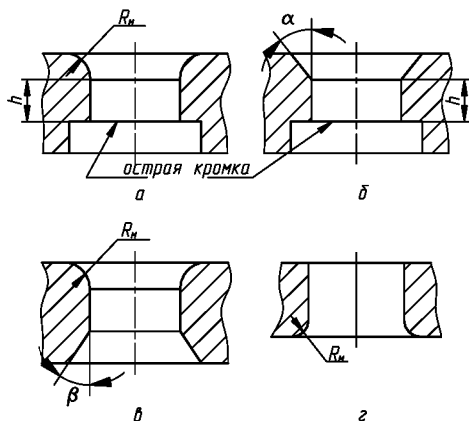


Рис. 10. Варианты профиля вытяжных матриц

На процесс вытяжки существенное влияние оказывает высота цилиндрического пояска матрицы (см. рис. 10). Высокий поясок способствует налипанию металла, что приводит к быстрому износу матрицы, а низкий поясок — к перекоосу вытяжки. Высота пояска h в миллиметрах определяется зависимостью $h = (5...10) \cdot S$. Большее значение h принимается для вытяжки заготовок из тонких материалов.

Пуансоны. В холодной листовой штамповке применяется большое количество пуансонов различного технологического назначения. Значительная часть из них не является типовой, а зависит от формы и характера штампуемых заготовок. Остановимся на конструкции и области применения наиболее типовых пуансонов разделительных и формообразующих штампов.

На рис. 11, а показан пуансон, выполненный заодно с хвостовиком. Применяется при штамповке мелких заготовок в штампах без верхней плиты. Для пробивки отверстий диаметром до 5 мм применяется ступенчатый пуансон с заплечиком (рис. 11, б), а при пробивке отверстий больших размеров (от 5 до 50 мм) — усиленный пуансон с буртиком (рис. 11, в). В случае близкого расположения пробивных пуансонов и конструктивной невозможности применения пуансонов с буртиком используются пуансоны, которые удерживаются от осевого перемещения расклепкой их головок (рис. 11, г). Все, кроме первого, устанавливаются в пуансонодержателе. В случае возможного достижения удельной нагрузки свыше 10 кгс/мм^2 под пуансоном между пуансонодержателем и плитой штампа (верхней или нижней) устанавливают прокладку [8, табл. 180].

Резка (пробивка) металлов в штампах производится пуансонами преимущественно с углом резания $\alpha = 90^\circ$. Пуансоны малого диаметра по торцу делаются гладкими, а большого диаметра — с выточкой. Пуансоны, предназначенные для пробивки отверстий малого диаметра и глубиной более 4 мм, рекомендуется выполнять с углом резания $\alpha = 110^\circ$. Для пробивки отверстий относительно больших диаметров в толстых листах рекомендуются пуансоны с заостренным центром или с вогнутой торцевой поверхностью. Такая форма обеспечивает более надежную устойчивость, так как предотвращает сдвиг пуансона в первый момент контакта его с поверхностью исходной заготовки (см. рис. 11).

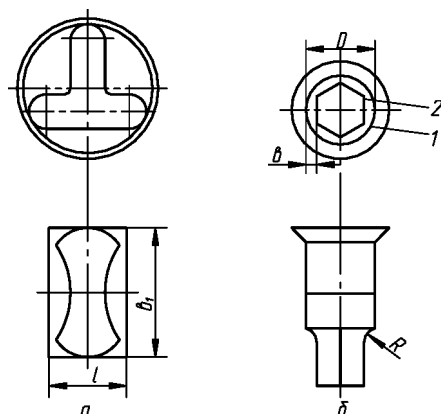


Рис. 12. Конструкции пуансонов сложной формы: 1 — контур посадочной поверхности, 2 — контур рабочей поверхности

На рис. 13 показаны конструкции типовых пуансонов для вытяжных штампов. По способу крепления различают: пуансон без пуансонодержателя (рис. 13, а), с пуансонодержателем и буртиком (рис. 13, б) с буртиком, создаваемым расклепкой (рис. 13, в). Последний применяется при $S \leq 1,2i$ (S — толщина штампуемого материала). В пуансонах следует предусмотреть центральный воздушный канал, чтобы облегчить съем с пуансона вытянутой заготовки. Диаметр воздушного канала следует выбирать равным 6...8% диаметра вытяжного пуансона.

Радиус пуансона R_f при вытяжке заготовок с утонением зависит от толщины обрабатываемого материала: при $S = 0,5...2i$ $R_f = (1,2...1,8) \cdot S$, при $S = 2...6i$ $R_f = (0,5...0,1) \cdot S$. Кроме этого, для вытяжки с утонением пуансону на его рабочей части придают конусность 0,02...0,04 мм на высоту изделия для первых операций и 0,06 мм для последних, с целью облегчения съема заготовки с пуансона после вытяжки.

Геометрические параметры матрицы и пуансона гибочного штампа можно определить из РТМ34-65[9]. Там же приводится и конструкция этого рабочего инструмента.

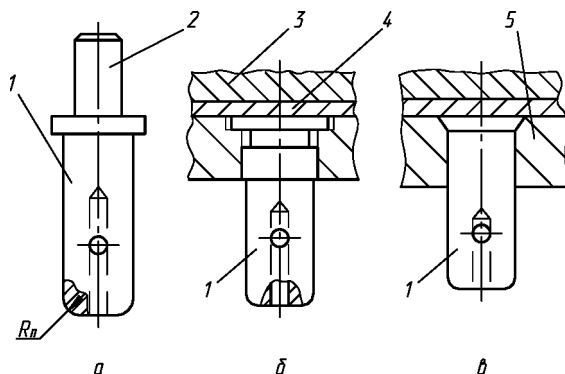


Рис. 13. Типовые конструкции вытяжных пуансонов: 1 — пуансон, 2 — хвостовик, 3 — плита, 4 — прокладка, 5 — пуансонодержатель

Шаговые ножи. Шаговые ножи применяют в основном в штампах последовательного действия для обеспечения точной подачи полосы и повышения производительности. Их рекомендуется применять в многопереходных штампах, при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры, при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения заготовки. В зависимости от конфигурации заготовки и требуемой точности подачи в штампе могут быть установлены один или два ножа. Наиболее распространенные конструктивные формы шаговых ножей показаны на рис. 14: наиболее простая в изготовлении форма, на рис. 14, а ее недостаток — образование «усиков» при затуплении ножа; более сложная форма на рис. 14, б, исключая образование «усиков». Применение шаговых ножей обычно связано с дополнительным расходом материала (припуск Z), что особенно ощутимо при штамповке мелких заготовок. Расхода можно избежать, применяя ножи, изображенные на рис. 14, в, или располагая шаговые ножи в зоне отхода полосы (рис. 14, г) [8, 9].

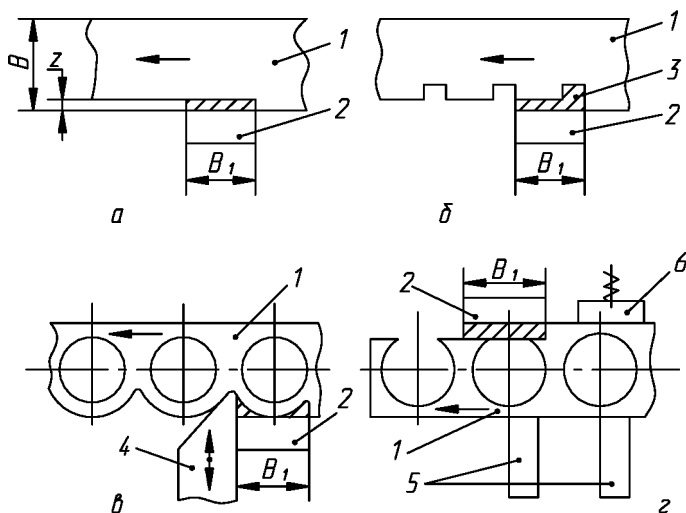


Рис. 14. Конструктивные формы шаговых ложей: 1 — полоса, 2 — шаговый нож, 3 — выступ для предотвращения образования «усика», 4 — подвижной упор, 5 — временные упоры, 6 — боковой прижим

Съемники. Съемники вырубных штампов предназначаются для съема отходов полосы с пуансонов либо для придания точного направления пуансонам. Последнее может быть рекомендовано при следующих условиях: в штампах, не имеющих направляющих колонок; в многопуансонных штампах с различными размерами пуансонов; при вырубке тонколистовых ($S \leq 0,5 \text{ мм}$) и неметаллических материалов в штампе с верхним прижимом. Основные типы съемников и область их применения смотрите в [8, табл. 191] или в [9]

Фиксирующие детали штампов. Фиксирующие детали предназначаются для ориентации исходной заготовки в требуемом положении относительно рабочего инструмента. Способ фиксации заготовки в рабочей зоне штампа является весьма важным эксплуатационно-производственным фактором, определяющим как производительность и точность обработки, так и безопасность работы. К фиксирующим деталям относятся направляющие планки, упоры, фиксаторы и ловители. Рекомендации по выбору конструкции этих деталей смотрите в справочной литературе [8, табл. 186 — 189; 4].

Толкатели. Толкатели в штампе необходимы для принудительного удаления заготовки из рабочей зоны. Наиболее распространенной конструкцией толкателя является толкатель, в котором выталкивание заготовки осуществляется двумя регулируемыми упорами и выталкивающей планкой (траверсой), проходящей через прямоугольную прорезь в ползуне прессы. Конструкции таких толкателей показаны в работе [4, рис. 320] и на рис. 2.

Упругие элементы (детали). Упругие элементы (детали) в штампах используются в качестве привода. К ним прежде всего относятся: пружины, резина, полиуретан, сжатый воздух и жидкость. В штампах их используют или в собранном виде (например, буферы) или в виде отдельных пружин и резиновых блоков.

Спиральные цилиндрические пружины сжатия применяют в штампах с широким диапазоном развиваемого усилия (ориентировочно от 0,5 до 800 кгс). Часть их изготавливают одинарными, редко собранными в комплекты из двух или трех пружин. С помощью этих пружин приводится в действие большинство съемников, сбрасывателей, толкателей и других деталей штампа.

Кроме спиральных пружин в штампах получили широкое применение тарельчатые пружины, позволяющие создать значительные нагрузки при малых габаритах.

Перечисленные пружины являются настолько распространенной деталью конструкции штампа, что их изготавливают как нормализованные детали, а конструкторы штампов вместо расчета пружин производят их подбор по таблицам и нормальям [8,10, с.46]. В указанной литературе также показаны различные способы установки спиральных и тарельчатых пружин, рассмотрена область применения упругих элементов из резины и других материалов.

Крепежные детали штампов. Учитывая многоциклическую работу штампа со знакопеременным нагружением деталей и узлов, к выбору способа крепления предъявляют повышенные требования. Основными крепежными деталями внутри штампа являются винт с внутренним шестигранником, обеспечивающий по сравнению со шлицевым более прочное соединение, и цилиндрический штифт. Материал штифтов должен иметь твердость HRC₃ 56...59. Наиболее

целесообразно изготавливать штифты цианированными или цементированными из стали А12.

Число и диаметр деталей крепления назначают исходя из трех факторов: силового, конструктивного и масштабного [11]. Длина винтов не должна превышать норм, установленных практикой. Рекомендуется применять винты длиной, не превышающей восьми его диаметров. Следует стремиться к ограничению типоразмеров применяемых крепежных деталей в проектируемом штампе, что значительно облегчит труд изготовителей и наладчиков штампов.

Фиксация одного сборочного узла пакета штампа обычно обеспечивается с помощью двух цилиндрических штифтов (реже — четырех). Планируя размещение крепежа на рабочих деталях (рис. 15), подвергаемых закалке до высокой твердости, необходимо соблюдать нормы максимально допускаемых толщин стенок (перемычек), установленных практическим путем в зависимости от толщины соответствующих деталей и диаметров винтов, штифтов в миллиметрах (табл. 4).

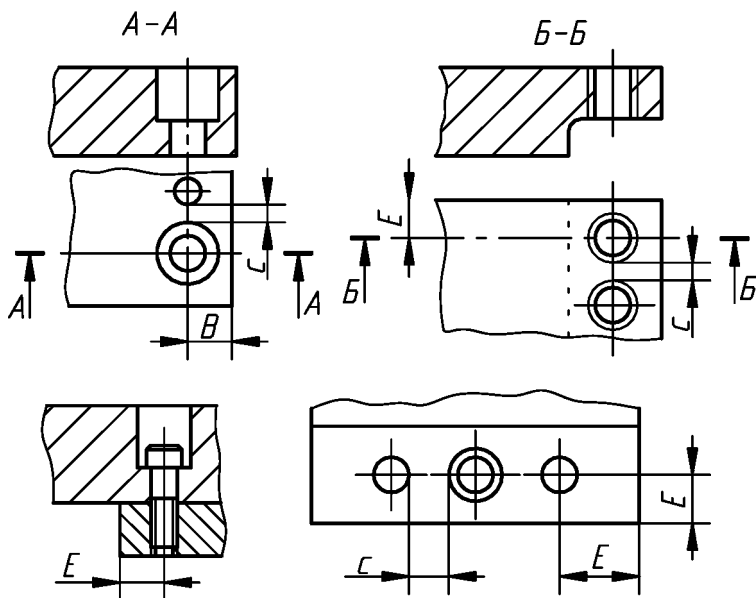


Рис. 15. Лимитированные места крепления рабочих частей пакета

Минимально допускаемая толщина стенок в закалённых рабочих деталях штампа при размещении деталей крепления, мм

| Обозначение (см. рис.14) | Высота, (толщина) <i>H</i> участка детали, мм | Диаметр винта (штифта), мм | | | | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|------|----|------|------|----|----|
| | | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 |
| <i>B</i> | 10... 15 | 9 | 10,5 | 12 | — | — | — | — |
| | Св. 15 до 20 | 9,5 | 11 | 13 | 14 | 16 | — | — |
| | Св. 20 до 30 | — | 12 | 14 | 16 | 18 | 22 | — |
| | Св. 30 до 50 | — | — | 17 | 20 | 22 | 27 | 30 |
| <i>C</i> | 10... 15 | 3 | 4 | 4 | — | — | — | — |
| | Св. 15 до 20 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | — | — |
| | Св. 20 до 30 | — | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | — |
| | Св. 30 до 50 | — | — | 9 | 10 | 11 | 13 | 16 |
| <i>E</i> | 10... 15 | 5,5 | 6,5 | 8 | 9,5 | — | — | — |
| | Св. 15 до 20 | 6,5 | 7,5 | 9 | 10,5 | 11,5 | 14 | — |
| | Св. 20 до 30 | — | 8,5 | 10 | 12 | 13 | 16 | — |
| | Св. 30 до 50 | — | — | 12 | 15 | 16 | 20 | 23 |

Оптимальным вариантом эффективного применения штифтов является фиксация с их помощью одновременно двух или трех деталей. По аналогии с винтом длина штифта также не должна превышать $8d$ [8, табл. 174, 175].

При изготовлении штампов с составными (сборными) матрицами, когда невозможно применить обычное крепление винтами и штифтами, с успехом используется соединение и точная установка сборных матриц и пуансонов путем заливки их легкоплавким (сурмяно-свинцово-оловянно-висмутовым) сплавом или быстротвердеющей пластмассой (АТС-Т, стиракрил). Этот способ соединения деталей штампов рекомендуется применять при штамповке из листа толщиной 1... 1,5 мм [8, 11].

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА И ИХ ТВЕРДОСТИ

Разрабатывая конструкцию штампа, необходимо хотя бы ориентировочно знать условия его работы. Обычно штампы подразделяются на легкие, средние и тяжелые. Такое деление условно, но оно облегчает выбор соответствующего материала для изготовления той или иной детали штампа.

Оценка условий зависит от масштабов производства (программы выпуска), физико-механических свойств штампуемого материала и его толщины, удельной нагрузки рабочих деталей и характера технологической операции. В единичном и мелкосерийном производстве высокостойкие штампы не требуются. При конструировании таких штампов необходимо стремиться к их упрощению и изыскивать для рабочих деталей наиболее дешевые и менее стойкие материалы.

В большинстве разделительных штампов рабочие части выполнены из углеродистых и легированных сталей и твердых сплавов. При небольшой программе выпуска пуансоны и матрицы можно изготавливать из закаливаемых, но менее стойких сталей, а некоторые из конструкции допускается изготавливать даже из низкоуглеродистой стали с последующей цементацией.

На выбор материала непосредственно влияет конфигурация детали. Если рабочие детали штампа имеют сложную форму и нетехнологичны для термообработки, то следует выбирать высоколегированные стали, которые в меньшей степени подвержены короблению и обладают более прочной структурой после закалки. К таким сталям относятся преимущественно хромистые: X12Ф1, X12М, 9ХС, ХВГ и др. Эти же стали рекомендуется применять и при тяжелых условиях работы штампа. К тяжелым условиям следует относить процессы, связанные с обработкой толстых листовых материалов, а также тонких, если рабочие части имеют ажурную форму и относительно малые сечения.

При ударных нагрузках необходимо рабочие части изготавливать из сталей, обладающих большой вязкостью.

На выбор материала для рабочих деталей штампа влияет сортмент штампуемых материалов. Одни материалы обладают большой пластичностью, другие нет, третьи имеют повышенную прочность или жаростойкость и т. д. Одни материалы хорошо штампуются инструментами из обычных рекомендуемых сталей, другие, как, например высококремнистые стали, способны обрабатываться только твердосплавными рабочими инструментами.

Выбор материала пуансонов, матриц и других деталей штампов

смотрите в [8, с. 411; 4, с. 442 и 9, с. 7].

Твердость рабочих деталей штампа должна быть предельно высокой. Однако чрезмерная твердость может вызвать разрушение этих деталей в процессе эксплуатации штампа, поэтому следует применять оптимально высокую твердость, при которой детали штампа обладают наибольшей прочностью.

Твердость матрицы и пуансона в разделительных штампах при малых партиях получаемых заготовок (до 1000) может быть $HRC_3=40...45$, при программе выпуска до 5000 шт. — не менее $HRC_3=52...56$. Твердость стальных матриц и пуансонов, предназначенных для штамповки больших партий заготовок, зависит от условий работы (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Влияние условий работы на твердость матриц и пуансонов

| Условия работы | Твердость HRC3 | |
|-----------------------------------|----------------|---------|
| | пуансонов | матриц |
| Лёгкие | 56 ... 60 | 58...62 |
| Тяжёлые | 52...56 | 55...68 |
| При штамповке в горячем состоянии | 40...50 | 50...54 |

В разделительных штампах твердость пуансона меньше твердости матрицы. Это объясняется тем, что пуансон является, как правило, подвижной рабочей частью, наносит удар при выполнении технологической операции. Следовательно, пуансон в большей степени подвержен выкрашиванию, чем неподвижная матрица. Исключением являются части из металлокерамического твердого сплава, когда пуансон и матрица имеют одинаковую твердость. Однако в данном случае для исключения сдвигающих нагрузок (поперечных) штамп должен быть оснащен высокоточными направляющими элементами.

Малая сопротивляемость твердого сплава изгибу иногда не позволяет применять тонкие пуансоны. В таких случаях целесообразно сочетать твердосплавную матрицу с пуансоном из высоколегированной стали (ХВГ, Х12М, 5ХС и др.). Замечено, что при таком варианте материалов стойкость стального пуансона повышается в

5...6 раз по сравнению с обычным вариантом, когда матрицу и пуансон изготавливают из стали.

В разделительных штампах помимо рабочих деталей термообработке подвергаются: ловители, фиксаторы, упоры, ножи, а в некоторых случаях и державки.

Ловители и фиксаторы работают на истирание, поэтому твердость их материала должна быть достаточно высокой ($HRC_3 = 50...54$), упоры, не связанные с выполнением точных размеров, подвергают термообработке до твердости $HRC_3 = 40...45$. При более жестких условиях работы их твердость должна повышаться до $HRC_3 = 50...54$. Ножи (шаговые, для разрезки отходов и др.) должны обладать твердостью пуансонов. Державки для пуансонов и матриц подвергаются термообработке при работе в тяжелых условиях: запрессовке в них рабочих частей из твердых сплавов и креплении быстросменного инструмента. Для первого случая твердость державки $HRC_3 = 50...54$, а для второго $HRC_3 = 56...60$.

В формообразующих штампах (вытяжных, гибочных и др.) в значительной степени изнашиваются матрица и прижимы. На интенсивность их износа существенно влияет скорость движения рабочих органов прессы. При работе на быстроходных прессах указанные детали штампов изготавливают из высококачественных инструментальных сталей с твердостью $HRC_3 = 56...60$. В штампах для тихоходных прессов (не более 20 ходов в мин) эти детали могут иметь твердость $HRC_3 = 40...50$. Однако, если условия работы тяжелые (большая глубина вытяжки, резкие переходы на рабочей поверхности), то твердость материала деталей должна быть достаточно высокой ($HRC_3 = 56...60$).

При штамповке цветных металлов в мелкосерийном производстве жесткие требования к твердости рабочих деталей штампов не предъявляются. Подробно и конкретно о выборе твердости материала деталей штампа смотрите в [11, с. 150; 4 и 8].

5. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ШТАМПА

Специфика конструкций штампов потребовала разработки специального раздела в ЕСКД, посвященного оформлению соответствующих чертежей. В отличие от чертежей общего машиностроения, сборочный чертеж штампа включает «план верха» (вид сверху на

верхнюю часть штампа) и «план низа» (вид сверху на нижнюю часть штампа). В целях отражения тесной связи оснастки с технологическим процессом на сборочном чертеже вычерчивают операционный эскиз штампуемой заготовки, а при выполнении первой операции из ленты или полосы показывают раскрой соответствующего материала.

Штампы листовой штамповки следует изображать в соответствии с ГОСТ 2.424-80. На чертеже общего вида штампа необходимо указать:

- высоту всего штампа в нижнем положении;
- габаритные размеры;
- посадки;
- расположение рымболтов при весе штампа свыше 20 кг;
- специальные размеры (длина хвостовика, расстояние от упора до режущей кромки или оси матрицы и т. п.).

В технических требованиях чертежа штампа следует отразить: требуемое усилие штамповки; величину хода ползуна прессы (для вытяжных штампов во всех случаях, а для вырезных, зачистных, гибочных — по мере необходимости); размер провального окна в случае, если оно превышает размеры отверстия в подштамповой плите.

В зависимости от конкретных схем штампов в технологических требованиях проставляется ряд дополнительных требований: зазор резания на сторону и место его обеспечения (разделительные штампы); зазор между направляющими колонками и втулками (разделительные штампы); допуск параллельности (верхней плиты) относительно поверхности (нижней плиты) в сомкнутом положении штампа (не более 0,05/300x300 мм); необходимость периодической (не реже одного раза в сутки) проверки состояния натяжения резьбовых соединений и др.

Специальные (установочные или конструктивные) размеры требуются для обеспечения взаимосвязи между деталями штампа, которые закрепляют порознь. Эти размеры на сборочном чертеже должны учитывать построение размерной цепи штампуемой заготовки.

С главными осями штампа не всегда необходимо увязывать раз-

мерами все монтируемые детали, а достаточно увязать только одну из них. Установочные размеры для рабочих контуров указывают на плаке низа или реже на плане верха, иногда некоторые подобные размеры наносятся на изображении главного вида. Пример простановки спецразмеров приведен на рис. 16, рис. 17. Определение требуемой точности таких и других размеров штампов можно провести согласно методике, изложенной в работе [1].

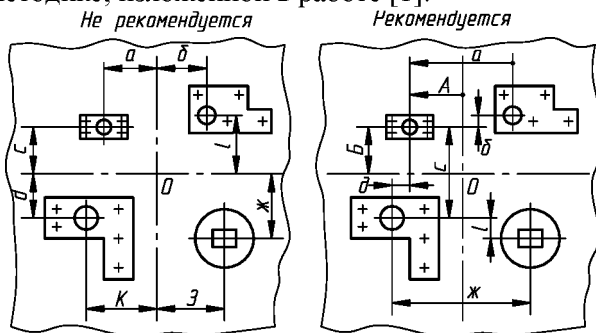


Рис. 16. Вид сверху на нижнюю часть разделительного штампа: 1 — нижняя плита блока штампа, 2 — матрицы

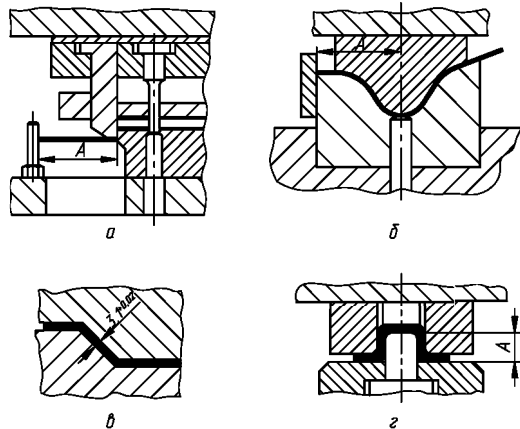


Рис. 17. Примеры простановки спецразмеров, проверяемых при сборке штампов: а — разделительный штамп; б, в, г — формообразующие

На операционном эскизе штампуемой заготовки указывается: марка, толщина и состояние (твердый, мягкий, отожженный, закаленный и т. д.) материала; допуски на размеры, получаемые в дан-

ном штампе, и базовые размеры. Остальные размеры проставляются как справочные.

Спецификация деталей штампов осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Примеры выполнения сборочного чертежа штампов смотрите в методическом пособии [15].

6. МАШИННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ

Существенное сокращение времени при проектировании конструкции штампов возможно при использовании специальных пакетов программ, позволяющих осуществить этот процесс в диалоговом режиме. В качестве базовой при обучении технологов по специальности двигателя летательных аппаратов была выбрана система КОМПАС – ШТАМП, использующая в качестве графического редактора КОМПАС.

Поэтому остановимся подробнее на процессе проектирования штампов разделительного класса последовательного и совмещенного действия с использованием системы КОМПАС – ШТАМП. Общее описание системы

Система КОМПАС-ШТАМП 5.3 ориентирована на автоматизацию проектирования штампов для различных операций холодной листовой штамповки и обеспечивает автоматизацию проектирования штампов как оригинальных, так и типовых конструкций.

Процесс проектирования штампа средствами системы состоит из двух этапов:

- формирование проекта конструкции штампа;
- проектирование и формирование комплекта чертежей на представленную в проекте конструкцию.

6.1. Формирование проекта штампа

На этапе формирования проекта конструкции штампа пользователь должен указать основные характеристики конструкции проектируемого штампа. Проект конструкции отображается на экране в виде "дерева проекта" и отражает номенклатурный состав и компоновку составляющих элементов конструкции штампа. В качестве составляющих элементов конструкции могут выступать сборочные

единицы (блок, пакет и т.д.), технологические системы (система крепежа, система фиксации заготовки и т.д.), детали штампов. Проект конструкции штампа формируется конструктором путем выбора составляющих элементов конструкции из вариантов, предлагаемых системой.

6.2. Проектирование и формирование комплекта чертежей на представленную в проекте конструкцию

Проектирование и формирование сборочных и детализированных чертежей штампа ведется в среде КОМПАС-ГРАФИК под управлением библиотек проектирования. Каждая библиотека обеспечивает связанное проектирование какого-либо одного объекта (блока, пакета, технологической системы, отдельных деталей штампа) или выполнение каких-либо конструкторско-технологических расчетов.

Полученная в процессе проектирования информация (включая спроектированные чертежи) накапливается в папке с уникальным именем, заданным пользователем.

Главной особенностью системы КОМПАС-ШТАМП 5.x является возможность спроектировать практически любую конструкцию штампа, используемую в холодной листовой штамповке. Проектирование некоторых конструкций более унифицировано, чем других. К таким относятся разделительные штампы всех типов (вырубка-пробивка). Это последовательные штампы с жестким съёмником и верхним прижимом, пробивные, отрезные, вырубные и совмещенного действия. Проектирование формообразующих штампов в силу большого разнообразия их конструкций менее унифицировано и требует большего опыта работы с системой.

В системе не определен строгий порядок проектирования штампа за некоторым исключением. Нельзя, например, сформировать спецификацию, не спроектировав детализированные чертежи. Не имея сведений о рабочей зоне, нельзя спроектировать рабочие детали штампа (пуансоны, пуансон-матрица, выталкиватель). Нельзя расставить крепеж, не имея сведений о скрепляемых деталях.

Поэтому рекомендуется начинать проектирование с формирования рабочей зоны.

На любом этапе проектирования конструктор может внести необходимые коррективы, изменить ранее принятые решения, повторив только те этапы, которые непосредственно связаны с корректировкой.

Информационная база системы содержит табличные данные из справочников и государственных стандартов, используемых при проектировании штампов. Предусмотрен простой и удобный доступ для редактирования таблиц НСИ с целью адаптации системы к условиям конкретного предприятия.

В системе широко используются текстовые, экранные и слайдовые меню, которые позволяют конструктору выбирать решение на основании привычных графических образов.

В системе КОМПАС-ШТАМП 5.3 для сборочных чертежей приняты следующие системы привязок объектов конструкции штампа:

основной (глобальной) системой координат является условная система осей штампа (**X-Y-Z**). **Z** – это ось **Y** главного вида штампа.

В качестве нулевой точки плана штампа пользователь может указать геометрический центр рабочей зоны, центр давления штампа или любую другую точку по своему усмотрению. Положение нулевой точки осей штампа на экране запрашивается Системой в начале проектирования каждого объекта конструкции штампа.

Каждый объект конструкции штампа имеет локальную систему координат, относительно которой определяется положение элементов объекта;

Локальные системы координат крепежных элементов определяются относительно центра детали, по которой установлен крепеж.

Запускаем КОМПАС-ШТАМП 5.2 по ярлыку КОМПАС-ШТАМП на “Рабочем столе”.

Выбираем опцию “Создать проект” в появившемся диалоговом окне. (При первом после инсталляции запуске система запрашивает наименование предприятия для заполнения углового штампа).

Задаем имя проекта (под таким именем в папке Stamp5 будет заведена папка, для хранения результатов проектирования этого штампа). Нажимаем кнопку “Создать”.

Указываем автора проекта и обозначение проекта (для заполнения углового штампа чертежей)

Начинаем создание “дерева проекта” штампа в появившемся диалоговом окне, для этого щелкаем курсором по зеленому кружочку возле имени проекта, открывается кнопка "Добавить в Проект" и нажимаем ее.

В открывшемся окне выбираем курсором пункт "Штамп" и нажимаем кнопку "Добавить".

- Выделяем мышью пункт меню "Штамп", нажимаем кнопку "Добавить в Штамп".
- Из открывшегося меню выбираем пункт “Эскиз детали, формирование рабочей зоны” и нажимаем кнопку "Добавить".
- Выделяем пункт “Эскиз детали, формирование рабочей зоны” и нажимаем кнопку "Запись проекта". Следует заметить, что **при любом изменении “дерева проекта” следует делать запись проекта.**
- Нажатие кнопки “Запуск” обеспечивает загрузку КОМПАС-ГРАФИКа, открытие чертежа и автоматическое подключение соответствующей библиотеки. Необходимо помнить, что запуск системы возможен только в том случае, если курсор находится на “ветке Дерева проекта”, отмеченной красной точкой. Нажимаем кнопку “Запуск” и переходим к построению эскиза штампуемой детали средствами КОМПАС-ГРАФИК.

При вставке готовых фрагментов в чертеж эскиза детали следует выбрать "Способ вставки фрагмента" в режиме "рассыпать".

6.2.1. Проектирование рабочей зоны

После записи эскиза детали следует в режиме “Сервис” активировать библиотеку РАБОЧАЯ ЗОНА→РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШТАМП

*Пример проектирования разделительного штампа
последовательного действия*

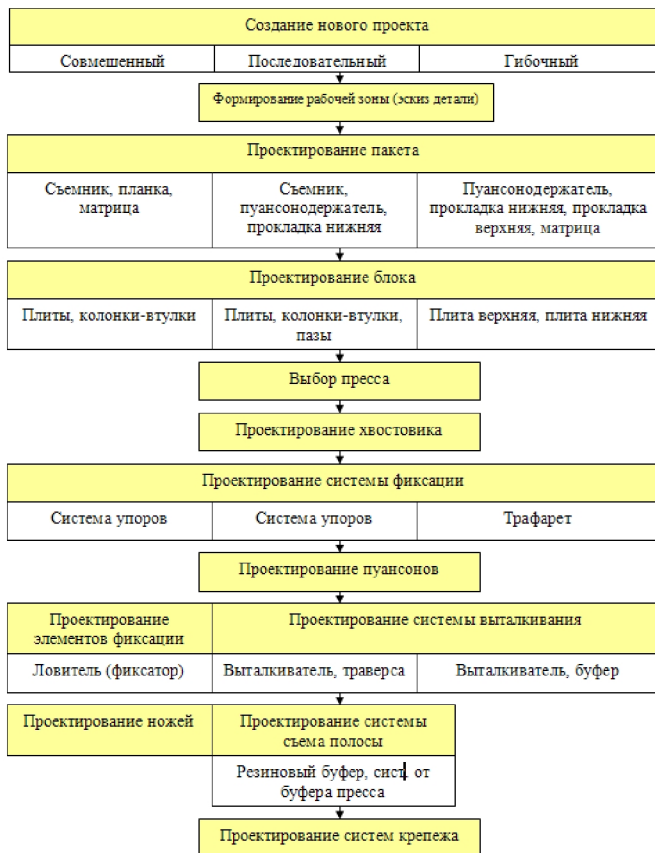


Рис. 18. Примерный порядок проектирования штампов различных типов

Библиотека "Рабочая зона" содержит три раздела:

- ФОРМООБРАЗУЮЩИЙ ШТАМП
- ЗАПИСЬ ФРАГМЕНТА РАЗМЕРОВ
- СПРАВКА О БИБЛИОТЕКЕ

Раздел РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШТАМП включает следующие пункты:

- Операционный эскиз (!деталь);
- Контрольная прорисовка детали;
- Установка ножей;

- Размещение ловителей;
- Схема штамповки (! Расчет усилия);
- Рабочая зона (дополнительные пуансоны);
- Контрольная прорисовка рабочей зоны.

Восклицательные знаки, стоящие в некоторых строчках меню, указывают, что эти пункты меню обязательны для выполнения.

Для формирования схемы раскроя полосы следует активизировать строку меню "**Операционный эскиз (!деталь)**".

По запросу системы вводим толщину материала и выбираем марку материала.

Внизу экрана появляется подсказка: «Укажите левый нижний угол рамки эскиза детали»;

Прямоугольной рамкой выделяем эскиз штампуемой детали;

Далее, следуя указаниям подсказки, выполняем следующие пункты:

- Исключаем попавшие в рамку элементы, не имеющие отношения к штампуемой детали;
- Указываем базовую точку для записи фрагмента;
- Определяем вид заготовки в появившемся окне: “Заготовка - полоса?” (полоса);
- И тип штампа в окне: “Штамп совмещенный?” (Далее подробно рассматривается проектирование последовательного штампа);
- Определяем боковые и междетальные перемычки;

При выборе боковых и междетальных перемычек указываем тип контура детали, прилегающего к перемычке – круг или прямоугольник. Система рассчитывает величины перемычек. При желании эти значения, рассчитанные системой автоматически, можно скорректировать.

- Определяем шаг штамповки и ширину полосы. На запрос системы: “Укажите точку на линии сечения контура детали” указываем точку, принадлежащую контуру, в самом широком месте контура. По этой точке система определяет шаг штамповки и ширину полосы. При желании эти значения, рассчитанные системой автоматически, можно скорректировать.

- На запрос системы: “Укажите базовую точку для чертежа схемы полосы” указываем точку на свободном месте для привязки чертежа схемы полосы. Система сформировала схему штамповки.

Предложенная схема может быть изменена. Если есть необходимость изготавливать деталь за большее число шагов (например, из-за невозможности разместить пуансоны в одном шаге штамповки), то надо сместить вправо на нужное число шагов штамповки внутренние контура. При изменении схемы штамповки важно соблюдать следующие правила: все штампуемые контуры должны быть вычерчены основным типом линии, остальные - любыми другими типами линий.

6.2.2. Установка ножей

Шаговые ножи применяют в основном в штампах последовательного действия для обеспечения точной подачи полосы и повышения производительности. Их рекомендуется применять в многопереходных штампах, при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры, при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения заготовки. В зависимости от конфигурации заготовки и требуемой точности подачи в штампе могут быть установлены один или два ножа. Применение шаговых ножей обычно связано с дополнительным расходом материала (припуск), что особенно ощутимо при штамповке мелких заготовок. Расхода можно избежать, применяя специальные профилированные ножи, или располагая шаговые ножи в зоне отхода полосы.

Переходим к выполнению пункта меню библиотеки - “Установка ножей”.

- Определяем количество ножей.
- На запрос системы: “Укажите левый нижний угол полосы”, указываем данную точку.
- Подтверждаем, в появившемся окне, ранее рассчитанную величину шага штамповки и ширины полосы.
- Уточняем величину ножевой перемычки (2мм).

- Выбираем форму ножа и вид его крепления.
- На запрос системы: “Укажите шаг штамповки, в котором устанавливается 1 нож”, указываем шаг штамповки (шаги обозначены вертикальными штрихпунктирными линиями).
- На запрос системы: “Укажите сторону полосы, к которой устанавливается 1 нож”, указываем сторону полосы, к которой будет установлен 1-й нож.
- Уточняем ширину ножа. Первый нож установлен.
Если необходимо, аналогично устанавливаем 2-й нож, в том же шаге, но только снизу полосы.

6.2.3. Установка ловителей

В последовательных штампах для точной фиксации полосы недостаточно одного только упора, какой бы конструкции он ни был, так как упоры не обеспечивают точности и совпадения осей предварительного отверстия и вырезной матрицы (наружного контура). Для получения более точных деталей необходимо обязательное применение ловителей, устраняющих погрешности подачи и обеспечивающих соосность внутреннего отверстия и наружного контура с точностью до $\pm 0,1$ мм (для небольших деталей толщиной до 2 мм).

- Вводим количество ловителей.
- На запрос системы: “Укажите левый нижний угол полосы”, указываем данную точку.
- Подтверждаем, в появившемся окне, ранее рассчитанную величину шага штамповки и ширины полосы.
- Указываем контур, в котором будет устанавливаться ловитель (окружность).
- Определяем шаг, в котором будет ставиться этот ловитель.

Если необходимо, аналогично устанавливаем второй ловитель. Если ловитель устанавливается в прямоугольном отверстии, система предлагает построить в этом контуре окружность, центр и радиус которой соответствуют устанавливаемому ловителю.

6.2.4. Расчет усилия штамповки

В данной системе этот этап обозначен – **“Схема штамповки (! Расчет усилия)”**.

- По запросу системы – “Укажите левый нижний угол рамки заготовки”, выделяем схему полосы с помощью прямоугольной рамки и исключаем элементы, попавшие в рамку, но не относящиеся к рабочей зоне штампа.
- Система рассчитала и пометила на чертеже геометрический центр (синий крестик) и центр давления штампа (черный "конверт"). Центр осей штампа можно поместить в геометрический центр, центр давления, либо в любую произвольную точку рабочей зоны.

По введенным сведениям система рассчитывает технологические усилия и усилие прессы.

Дополнительные пуансоны при штамповке нашей детали не нужны, поэтому пункт меню **“Рабочая зона (дополнительные пуансоны)”** пропускаем.

Пункты меню **“Контрольная прорисовка детали”** и **“Контрольная прорисовка рабочей зоны”** позволяют визуально удостовериться, что все контуры штампуемой детали и рабочей зоны штампа сняты правильно. В предлагаемом примере контрольная прорисовка контуров не делается.

После ввода сведений о рабочей зоне возвращаемся к работе с “деревом проекта”.

6.2.5. Проектирование пакета

Добавляем в “дерево проекта” “ветку” “пакет” штампа, предварительно выделив значок “Штамп”. Далее уточняем вид пакета, выбрав пункт “Добавить в пакет”. В системе предусмотрены следующие виды пакетов:

- 1) *пакет стандартный;*
- 2) *пакет типовой;*
- 3) *пакет оригинальный.*

Пакет стандартный состоит из прямоугольных деталей. Список деталей регламентирован соответствующим ГОСТом и в процессе

проектирования не может быть изменен. Габариты пакета и высоты деталей предлагаются системой в соответствии с габаритами рабочей зоны на основании таблиц НСИ. Конструктор может изменять габариты пакета только в пределах этих таблиц.

Пакет типовой отличается от стандартного тем, что в процессе проектирования пользователь может изменить форму, взаиморасположение деталей и предложенные системой размеры любой детали пакета по своему усмотрению. Список деталей пакета остается неизменным.

Пакет оригинальный представляет собой набор деталей, сформированный на стадии создания проекта конструкции штампа. Номенклатурный состав деталей пакета выбирается из предлагаемого списка при составлении “Дерева проекта”. Положение, форму и размеры каждой детали, их количество пользователь определяет по своему усмотрению.

Типовые пакеты, в свою очередь, предлагаются следующих видов:

- Пакет штампа с неподвижным съемником;
- Пакет штампа с верхним прижимом;
- Пакет штампа совмещенного действия;
- Пакет гибочного штампа.

Уточняем характеристики пакета проектируемого штампа.

Записываем измененное “дерево проекта” и переходим к проектированию типового пакета штампа в среде КОМПАС-ГРАФИК.

- Проектирование начинаем с размещения рабочей зоны плана низа на поле сборочного чертежа. (В появившемся окне выбираем “План низа” - “Рабочая зона”, затем указываем точку для привязки центра рабочей зоны).
- В диалоговом окне выбираем “План низа” - “Пакет”, затем указываем точку на чертеже рабочей зоны, через которую проходит ось штампа для привязки центра пакета. Проектирование деталей нижней части пакета начинается с проектирования матрицы.

- Для этого из слайдового меню выбираем форму матрицы, уточняем, при необходимости, предложенные системой размеры и накладываем на чертеж рабочей зоны фантом чертежа детали, определяя ее местоположение относительно осей штампа. Таким же образом проектируем остальные детали нижней части пакета – “Съемник” и “Планки”.
- Аналогично прорабатываем план верха, проектируя верхнюю прокладку и пуансонодержатель. В системе КОМПАС-ШТАМП проектирование плана верха необязательно, если план верха не проектируется, то параметры детали верхней части пакета определяются позднее, при проектировании разреза главного вида штампа и детализованных чертежей.
- Переходим к проектированию разреза главного вида пакета (выбираем в окне “Разрез главного вида” - “Пакет”). Указываем на чертеже вертикальную ось штампа и точку привязки нижней детали пакета. Разрез пакета отрисован. При необходимости, можно зайти в режим редактирования и откорректировать взаиморасположение и высоты деталей пакета.

6.2.6. Проектирование блока

Возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем в него блок штампа, предварительно выделив значок “Штамп”. Блоки, как и пакеты, бывают стандартные, типовые и оригинальные; уточняем вид блока.

Проектирование его начинается с формирования плана низа блока.

6.2.6.1. Установка направляющих элементов блока

Направляющие элементы блока предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих деталей пакета верхней части штампа с рабочими деталями нижней части штампа.

Число направляющих пар (в виде колонки со втулкой) в блоке обычно выбирают не менее 2 и не более 4. Чем больше направляющих пар, тем выше точность блока.

Для разделительных штампов с условным размером меньшей стороны прямоугольника (зоны установки пакета) $B \leq 250$ мм при зазоре между пуансоном и матрицей $Z = 0,02 \dots 0,04$ мм следует применять двухколонные блоки преимущественно с диагональным или осевым расположением направляющих; при повышенных требованиях к точности штампуемых заготовок и $Z \leq 0,02$ мм применяют трех или четырехколонные блоки. Если размер $B > 200$ мм при зазоре $Z \leq 0,04$ мм, также рекомендуется применять три или четыре колонки. При $Z > 0,03$ мм с условным вылетом $E \leq 400$ мм допускается установка двух колонок, расположенных на одной стороне от пакета. Если $E > 400$ мм, то необходимо применять трех- или четырехколонный блок. При выборе блоков для формоизменяющих штампов большее внимание уделяют не вопросам точности направляющих элементов, а соблюдению удобства и безопасности в работе. Поэтому многие малогабаритные штампы монтируют с применением двухколонных блоков. Требования к блокам для штампов совместного и последовательного действия, предъявляют исходя из тех операций, точность которых наибольшая по сравнению с другими. Обычно такими определяющими технологическими операциями являются разделительные.

Определяем колонки-втулки штампа. Из слайдового меню выбираем вид используемых колонок и втулок.

- Определяем тип их размещения – диагональное, заднее, осевое и т.д.
- Корректируем (по желанию конструктора) предложенные параметры колонок и устанавливаем их на плане низа.
- Уточняем способ установки (втулки запрессованы в нижнюю плиту, в верхнюю, одна в нижнюю, другая в верхнюю и т.д.).
- На плане верха колонки-втулки вычерчиваются автоматически после выбора соответствующего пункта в окне.

6.2.6.2. Установка плиты

Проектирование плит типового блока сходно с проектированием деталей типового пакета – также выбираем из слайдового меню

форму плиты, уточняем предложенные системой габариты, размещаем на чертеже.

Проектирование разреза главного вида блока начинается с размещения плит на разрезе. Указываем на чертеже точку привязки деталей блока – пересечение вертикальной оси штампа и нижней части пакета. Система считает закрытую высоту блока. При необходимости, блок можно отредактировать. Переходим к размещению колонок-втулок на разрезе: точку привязки фантома колонок-втулок совмещаем с точкой пересечения вертикальной оси штампа и нижней частью плиты, при желании параметры колонок-втулок также можно изменить.

Проектирование блока штампа окончено.

6.3. Выбор прессы

Возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем “ветку” – “Выбор прессы”, предварительно выделив значок “Штамп”. Система напоминает рассчитанные ранее усилия и габаритные размеры блока. На основании этих данных конструктор должен выбрать пресс из предложенной таблицы оборудования.

Добавляем в “дерево проекта” “ветку” “Чертеж стола и ползуна прессы”, предварительно выделив зеленый значок “Выбор прессы”. Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и совмещаем точку привязки фантома стола прессы с точкой привязки осей штампа на плане низа.

6.3.1. Проектирование хвостовика

Возвращаемся в “дерево проекта”. При проектировании хвостовика добавляем “ветку” в директорию “Дополнительные детали” и выбираем деталь “Хвостовик”, запускаем систему.

Из слайдового меню выбираем тип хвостовика, уточняем диаметры отверстия под хвостовик в прессе. Выбираем вид хвостовика: “с отверстием под толкатель” или без него. Определяем место распо-

ложения хвостовика: “В центре оси штампа”, в “В центре верхней плиты” или “В произвольной точке”. Хвостовик отрисовывается на плане верха и на разрезе. Параметры установки хвостовика можно изменить.

6.3.2. Проектирование системы фиксации. Установка упоров

Фиксирующие детали предназначаются для ориентации исходной заготовки в требуемом положении относительно рабочего инструмента. Способ фиксации заготовки в рабочей зоне штампа является весьма важным эксплуатационно-производственным фактором, определяющим как производительность и точность обработки, так и безопасность работы. К фиксирующим деталям относятся направляющие планки, упоры, фиксаторы и ловители. Рекомендации по выбору конструкции этих деталей смотрите в справочной литературе [1].

При проектировании системы фиксации в директорию “Штамп” добавляем “ветку” – “Система фиксации” – “Система упоров”, запускаем систему.

По очереди проектируем упоры, применяемые в штампе. Выбрав пункт меню “Ввод параметров упора“, задав номер упора, из слайдового меню выбираем тип упора, а из справочной таблицы размеры. Размещение упора осуществляем, выбрав пункт меню “Установка на плане сборочного чертежа“, указываем номер проектируемого упора и указываем курсором сторону ножа, к которой он устанавливается. Аналогично устанавливаем второй упор. Так как сверху упоры закрыты съемником, меняем тип линии, которой вычерчены упоры на штриховую и самостоятельно прочерчиваем на матрице пазы под ножевые упоры.

6.3.3. Проектирование систем крепежа

В директорию “Штамп” добавляем “ветку” – “Системы крепежа” и переходим к ее проектированию.

Системой крепежа в КОМПАС-ШТАМPE считается ряд элементов крепления с одинаковыми параметрами, объединенных общим

перечнем скрепляемых деталей. Так крепление винтами и штифтами одних и тех же деталей описывается двумя различными системами крепления. Каждая система крепежа имеет:

- уникальный порядковый номер;
- список скрепляемых деталей;
- параметры, содержащие сведения о типе, количестве и размерах крепежных элементов.

При проектировании, для правильного расчета параметров, добавление системы крепежа в “дерево проекта” нужно производить после формирования сведений о блоке, пакете и прочих скрепляемых деталях (т.е. после их проектирования).

Средства библиотеки "СИСТЕМЫ КРЕПЕЖА" позволяют сформировать список скрепляемых деталей, параметры крепежных элементов, расположить отверстия системы крепежа на чертежах деталей или сборочных чертежах, получить изображения систем креплений на деталях, разрезы отверстий и изображение крепежных элементов на разрезе. Предусмотрены режимы редактирования и удаления систем крепления, получения справочной информации о системах крепежа.

При проектировании штампов со стандартными или типовыми пакетами автоматически формируются четыре системы крепежа, которые необходимо только разместить на чертежах.

Система 1 (винты) и система 2 (штифты) скрепляют детали нижней части пакета с нижней плитой (головки винтов в съемнике).

Система 3 (винты) и система 4 (штифты) скрепляют детали верхней части пакета с верхней плитой (головки винтов в плите).

Все остальные системы крепежа, а их может быть сколько угодно, конструктор вводит самостоятельно.

Начинаем установку первой системы крепежа.

Входим в пункт меню “РАЗМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ - На сборочных чертежах” библиотеки.

- Выбираем систему № 1, параметры системы можно посмотреть в “Справке о системе”. Из слайдового меню выбираем вид отрисовки винта.

- На запрос системы “Укажите центр плана чертежа Съемник“ устанавливаем курсор в центр плана низа штампа (если центры всех деталей низа штампа совпадают).
- Далее отвечаем на запросы системы: “Крепеж размещаем стандартно по пакету?“, “Элементы размещаем вдоль основания?“, “Штифты есть?“.
- Выбираем номер системы штифтов, скрепляющих детали низа – № 2.

Две системы крепления (винты и штифты) на плане низа установлены. Размещение систем крепежа на плане верха выполняется аналогично, для этого опять входим в пункт меню “РАЗМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ - На сборочных чертежах” библиотеки. Выбираем систему №3. Вид отрисовки винтов – вид сверху. Центр плана чертежа Пуансонодержатель у нас совпадает с осями штампа на плане верха, если план верха не проектируется, то расстановка крепежа проводится при проектировании детализовочного чертежа пуансонодержателя. Крепеж размещаем стандартно по пакету. Штифты у нас есть. Выбираем номер системы штифтов, скрепляющих детали низа – №4. Две системы крепления (винты и штифты) на плане верха установлены.

Переходим к отрисовке крепежа на главном виде. Для этого входим в пункт меню библиотеки “ОТРИСОВКА СИСТЕМ (КРЕПЕЖ В РАЗРЕЗЕ) - на сборочных чертежах”. Выбираем первую систему крепежа. На экране появляется фантом винта в разрезе, на плане низа подсвечиваются соответствующие винты. Указываем курсором на плане центр крепежного элемента, разрез которого мы хотим изобразить на главном виде чертежа. Если параметры винта нас не устраивают, их можно изменить, можно также включить угол поворота крепежного элемента, либо отрисовку его половинного профиля. При размещении крепежа на разрезе необходимо точно установить фантом винта только по Y-й координате, по X-й система привяжет его сама. Устанавливаем винт на разрезе. Аналогично устанавливаем систему № 2 (штифты) и системы, скрепляющие детали верхней части пакета (№ 3 и № 4). При вычерчивании этих систем есть смысл использовать половинные профили винта и штифта - вклю-

чить соответствующие опции в параметрах отрисовки крепежных элементов.

Выходим из библиотеки крепежа.

6.3.4. Проектирование пуансонов

Возвращаемся в “дерево проекта” и в директорию “Штамп” добавляем “ветку” “Пуансоны” и далее уточняем тип пуансона разделительный или формообразующий, добавив в директорию “Пуансоны” соответствующую “ветку”. Если в детали имеется несколько разновидностей штампуемых контуров, то для пробивки каждого вида контура будет применяться свой особый тип пуансонов, поэтому в “ветку” “Пуансоны” необходимо добавить нужное количество пуансонов, требуемого типа. Переходим к их проектированию.

Выбираем из меню библиотеки первый вид разделительных пуансонов.

На экране появляется фрагмент рабочей зоны с пронумерованными контурами. Указываем номер контура, для которого будем проектировать пуансон (1). Выбранный контур подсвечивается на экране. Из слайдового меню выбираем тип проектируемого пуансона: с усиленной частью, с посадкой, с усилением и посадкой, крепящийся буртом или расклепом.

Далее системе необходимо указать, сколько пуансонов-близнецов данного вида используется при штамповке детали (сколько одинаковых контуров у детали). Указываем номера контуров, пробиваемых этими пуансонами.

Переходим к проектированию вида пуансона в плане. Выбираем тип посадочной части пуансона – круг или прямоугольник, – вводим величину посадки на сторону – 1 мм, накладываем на контур фантом посадочной части. Определяем тип крепления пуансона (вид бурта) указываем ширину бурта – 2 мм, накладываем на контур фантом бурта. Пуансон спроектирован, если есть пуансоны-близнецы, то они вычерчиваются автоматически.

Выполним отрисовку главного вида пуансона, выбрав соответствующий пункт в меню. Вводим номер контура, пуансон для которого будет помещен на разрез главного вида штампа. Система подсве-

чивает контур, пробиваемый пуансоном. Помещаем фантом разреза пуансона на главный вид сборочного чертежа. Войдя в режим “Параметры”, можно уточнить рассчитанные системой параметры пуансона, включить, при необходимости, отрисовку половинного контура. На разрезе главного вида фантом пуансона необходимо точно разместить по У-й координате, по Х-й он встанет сам.

Пуансон на главном виде вычерчен, теперь нужно выбрать для него вид провального окна матрицы из слайдового меню, уточнить параметры окна и разместить его на чертеже (привязываем фантом провального окна только по У-й координате).

Переходим к проектированию вида в плане окна в пуансонодержателе. Вводим номер контура, из слайдового меню выбираем вид окна в плане для пуансонодержателя (выбираем круглое окно), накладываем фантом окна на проектируемый контур. Для остальных пуансонов-близнецов окна в пуансонодержателе вычерчиваются автоматически.

Сформируем детализовочный чертеж спроектированного пуансона, выбрав пункт “Детализовка“ в меню. Система вызывает заготовку чертежа пуансона с заполненной основной надписью и техническими требованиями. Размещаем на чертеже фантом пуансона в разрезе.

Проектирование остальных типов пуансонов ведется аналогично. Если для крепления пуансонов применяется расклеп, то на плане штампа он не чертится.

6.3.5. Проектирование ловителей

При проектировании ловителей возвращаемся в “дерево проекта”. На данный момент “ветка” автоматического проектирования ловителей в системе КОМПАС-ШТАМП не подключена, поэтому воспользуемся библиотеками конструктора штампов. Добавляем в директорию “проект “Штамп_П” ветку “Библиотеки” и уточняем, что будем работать с библиотекой элементов фиксации. Соответст-

вующая библиотека будет подключена. Нажимаем кнопку “Запуск” и переходим к проектированию ловителей в КОМПАС-ГРАФИКЕ.

Активизируем библиотеку “Детали фиксации”, зайдя в меню интерфейса “Сервис“, и выберем один из предложенных фиксаторов, определим его параметры, уточним рабочий диаметр ловителя и поместим изображение ловителя в нужное место на разрезе штампа.

6.3.6. Проектирование ножей

При проектировании ножей добавляем соответствующую “ветку” в директорию “Штамп”. Проектирование разреза ножей на главном виде аналогично проектированию пуансонов, а вид окна в плане в пуансонодержателе формируется автоматически.

6.3.7. Проектирование деталеровочных чертежей

В директорию “Штамп” добавляем ветку “Формирование чертежей” – “Детали пакета”. Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и выбираем деталь, для которой будем формировать деталеровочный чертеж – **матрицу**. Система автоматически открывает подготовленную заготовку чертежа с заполненным угловым штампом и техническими требованиями.

Формирование чертежа начинаем с вида сверху. Выбираем из предложенного меню пункт “ВИД СВЕРХУ” – “Детали”, появившийся фантом матрицы помещаем на поле чертежа. Автоматически вычерчиваются отверстия под крепежные элементы, проходящие через матрицу. После выбора пункта “Рабочие окна” на матрице прочерчиваются рабочие окна. наносятся размеры. Выбрав пункт “Размеры рабочих контуров”, привязываем систему размеров к центру осей штампа.

Переходим к разрезу главного вида детали, выбираем из предложенного меню пункт “Детали” и помещаем фантом разреза на поле чертежа. Проекционные связи отслеживаются автоматически. Система предлагает вычертить на разрезе отверстия под крепеж. Переходим к разрезу рабочих окон. Покажем на разрезе профили окон матриц. Вводим номер разрезаемого контура и устанавливаем по У-ой координате фантом окна на разрезе детали.

Для расчета исполнительных размеров выбираем соответствующий пункт из меню библиотеки. Указываем курсором пересчитываемый размер, в открывшейся таблице уточняем тип размера – для вырубаемого контура, для пробиваемого контура или привязочный. Запускаем расчет и, если его результаты нас удовлетворяют, нажимаем кнопку “Изменить размер на чертеже”. Аналогично пересчитываем все размеры.

Окончательная доводка чертежа – редактирование, простановка недостающих размеров и штриховка выполняется средствами КОМПАС-ГРАФИКА.

Спроектируем еще один детализированный чертеж – **пуансонодержатель**.

На формат чертежа помещаем фантом вида сверху детали, на нем автоматически вычерчиваются отверстия под крепеж, размещаются рабочие окна. Переходим к разрезу главного вида. Размещаем фантом разреза пуансонодержателя на поле чертежа и показываем на разрезе крепежные отверстия, ответив положительно на запрос системы: “Отверстия высвеченной системы показывать на разрезе?”.

Переходим к разрезу рабочих окон. Указываем количество рабочих окон, которые мы хотим разрезать. Указываем номер контура разрезаемого окна. Система просит указать контур посадочного окна, либо построить соответствующую окружность, если посадочный контур не вычерчен. Затем необходимо указать курсором контур разделки под крепление или построить его. Указываем У-ю координату привязки сформированного разреза окна. При необходимости параметры окна можно изменить.

Если контур рабочего окна не круглый указываем на чертеже левую и правую точки сечения контура посадочного окна и левую и правую точки сечения разделки под крепление и размещаем сформированный фантом окна на разрезе детали.

Кратко рассмотрим формирование чертежа планки. При обращении к пункту “ВИД СВЕРХУ” – “Детали” система предлагает подготовку чертежа сразу двух планок, не разделенных полосой. После выполнения пункта меню “ВИД СВЕРХУ” – “Рабочих окон” на чертеже вычерчивается полоса с окнами под ножи, разделяющая заго-

товку на две планки. Средствами КОМПАС-ГРАФИКА удаляем с чертежа лишние линии и чертеж нижней планки, производим окончаттельную доводку чертежа.

Аналогично формируем и детализованные чертежи деталей блока.

6.3.8. Спецификация

В директорию “Штамп” добавляем “ветку” “Формирование спецификации”, пункт “Формирование спецификации”. И переходим к ее созданию.

Из списка ранее спроектированных чертежей штампа, выбираем чертежи, входящие в раздел спецификации “Документация”, и указываем будет ли спецификация содержать раздел “Сборочные единицы”. На основании этих данных система автоматически формирует чертежи спецификации. Просматриваем и записываем сформированные чертежи.

Если мы хотим что-либо изменить в спецификации (добавить или удалить строки, изменить последовательность), то возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем пункт “Редактирование спецификации”.

Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и выбираем из открывшегося меню библиотеки таблицу, соответствующую разделу спецификации, подлежащему корректировке (детали). Средствами стандартного текстового редактора NOTEPAD редактируем содержимое таблицы. Повторно запускаем формирование спецификации.

Переходим к простановке позиций на сборочном чертеже. Для этого в “дерево проекта” в “ветку” “Формирование спецификации” добавляем пункт “Простановка позиций” и запускаем систему. Выбираем тип объектов чертежа, с которыми будем работать в настоящий момент: “Детали”, “Крепежные элементы”, “Стандартные детали”.

Начнем с деталей. Из таблицы перечня деталей выбираем наименование детали и указываем на сборочном чертеже начало линии выноски, начало и направление полки линии выноски для выбран-

ной детали. Номер позиции детали на чертеже в соответствии со спецификацией система проставит автоматически.

При простановке позиций для крепежных элементов выбранный из таблицы элемент и все остальные элементы, входящие в ту же систему крепежа, подсвечиваются на разрезе и плане сборочного чертежа.

Окончательное редактирование, штриховка, компоновка и оформление чертежей выполняется средствами КОМПАС-ГРАФИКА.

Примечание: Для облегчения работы студентов при проектировании штампа к пособию прилагается демонстрационная версия примера проектирования, позволяющая непрерывно и покадрово проследить все этапы процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 13110—83 и др. Штампы для листовой штамповки. Блоки с направляющими скольжения: Сборник. М.: Иг.д-во стандартов, 1986. Содерж.: ГОСТ 13110—83, ГОСТ 13111—83; ГОСТ 13112-83, ГОСТ 13113—83, ГОСТ 13114—75, ГОСТ 13116—75, ГОСТ 13118—83, ГОСТ 13120—83, ГОСТ 13121—83, ГОСТ 13124—83, ГОСТ 13125—83, ГОСТ 13126—83.

2. ГОСТ 13130—83. Штампы для листовой штамповки. Блоки. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1986. 5 с.

3. Дураноин М. М., Рымзин И. П., Шихов И. А. Штампы для холодной штамповки легких деталей. Альбом конструкций и схем. М.: Машиностроение, 1978. 90 с.

4. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева. М.: Машиностроение, 1987. 544 с.

5. Малов А. И. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1969. 560 с.

6. Мещерин В. Т. Листовая штамповка, Атлас схем. М., 1975, 100 с.

7. Рабинович И. П., Рудман Л. И. Наладка прессов и штампов. М.: Машиностроение, 1967. 175 с.

8. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. М.—Л.: Машиностроение, 1979. 520 с.
9. РТМ 34—65. Штампы для холодной листовой штамповки. Расчеты и конструирование. М., 1966.
10. Скворцов Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты. М.: Машиностроение, 1972. 360 с.
11. Скворцов Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты. Подготовительные работы. М.: Машиностроение, 1974. 300 с.
12. Технологический анализ рабочего чертежа холодноштампованных деталей: Метод. указания / Сост. К. П. Крашенинников, И. Л. Шитарев/Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев, 1983.
13. Томаров М. М. Техника безопасности по холодной штамповке листового материала. М.: Оборонгиз, 1972. 60 с.
14. Эксплуатация и обслуживание оборудования и технологической оснастки для листовой штамповки: Справочник / Под ред. Л. И. Рудмана. М.: Машиностроение, 1984. 300 с.
15. Яницкий Ю. В. Штамповка деталей авиадвигателей из листового материала: Учеб. пособие по курсовому проекту / Куйбышев авиац ин-т. Куйбышев, 1980. 93 с.
16. Яницкий Ю. В. Технологические размерные расчеты операции листовой штамповки / Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев, 1988.

КУРСОВАЯ РАБОТА № 3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ (В CAD/CAM ADEM С РАСЧЕТОМ НА ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ОСНАСТКИ В СИСТЕМЕ ANSYS)

ВВЕДЕНИЕ

Согласно учебному плану по дисциплине «Проектирование технологической оснастки» предусматривается курсовая работа. Целью её является расширение, углубление и закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков при решении конкретного задания по проектированию средств технологического оснащения.

Каждый студент получает индивидуальное задание на проектирование специального станочного, сборочного или контрольного приспособления. При выполнении курсовой работы студент решает весь комплекс вопросов, связанных с экономическими, точностными и др. расчётами при конструировании специального приспособления. При этом необходимо, чтобы спроектированные приспособления отвечали современным требованиям, имели высокий уровень механизации, а при необходимости и автоматизацию отдельных циклов работы.

Курсовая работа является самостоятельной работой, качественное и своевременное выполнение которой в первую очередь зависит от самого студента, т.е. от его инициативы, организованности и трудолюбия, творчества и умения использовать полученные теоретические знания. За принятые решения при проектировании приспособления, за правильность и обоснованность проведенных расчётов, качество оформления чертежей и пояснительной записки отвечает сам студент. Следует иметь в виду, что основная задача руководителя работы - это направить работу студента на решение поставленных вопросов в соответствии с современным уровнем науки и техники и развития авиационной технологии, а также оказать методическую помощь.

Полученные студентом знания и практические навыки при выполнении курсовой работы будут необходимы при последующем выполнении курсового и дипломного проектов по технологии производства авиационных двигателей.

Данные методические указания позволят студенту получить представление об объёме и содержании курсовой работы, о последовательности выполнения работы, об оформлении чертежей и расчётно-пояснительной записки, а также будут способствовать, рациональной организации своего рабочего времени.

1. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Общий объём курсовой работы составляет 1-2 листа формата А1 чертежей и 15-20 страниц расчётно-пояснительной записки. Расчётно-пояснительная записка должна содержать: анализ исходных данных на проектирование; пояснения по выбору вариантов конструктивных схем; технико-экономические расчёты по обоснованию оптимального варианта приспособления; описание разработанной конструкции расчётами или конструктивными соображениями выбора формы и размеров деталей, назначенных допусков, посадок, технических требований, применения материалов и термообработки для основных деталей приспособления; описание работы и монтажа приспособления на станке.

Записка должна сопровождаться необходимыми схемами, эскизами, расчётами, графиками, таблицами.

Оформление чертежей, простановка размеров, допусков и посадок, технических требований, составление спецификации должны строго соответствовать ГОСТ, Единой системе конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системе допусков и посадок (ЕСДП).

Содержание, последовательность выполнения и трудоёмкость основных разделов курсовой работы приведены в табл. 1.

Содержание курсовой работы

| № п/п | Содержание раздела | Объём, % |
|-------|--|----------|
| 1 | Изучение исходных данных: задание на проектирование технологической карты на операцию, данных о станке, нормативной и справочной информации, альбомов типовых приспособлений и других материалов, разработка технического задания на проектирование. | 5 |
| 2 | Разработка двух-трех вариантов конструктивных схем приспособления. | 15 |
| 3 | Технико-экономические расчёты по обоснованию оптимального варианта приспособления. | 20 |
| 4 | Разработка конструкции принятого варианта приспособления в форме сборочного чертежа (общий вид) и объёмной 3-D модели. | 40 |
| 5 | Выполнение рабочих чертежей двух-трех основных деталей приспособления (деталировка). | 10 |
| 6 | Оформление расчетно-пояснительной записки. | 10 |

Примечание: 1) пункт 5 выполняется по указанию руководителя работы

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Изучение исходных данных

Для проектирования приспособления необходимо иметь следующие исходные материалы:

- рабочие чертежи детали и исходной заготовки;
- операционную карту с эскизом обрабатываемой заготовки в данной операции со схемой базирования и закрепления;
- операционные карты предшествующих операций, на которых обрабатывались базовые поверхности и поверхности, используемые для закрепления заготовки на данной операции;
- годовую программу выпуска деталей;
- технические данные станка, для которого проектируется приспособление;
- режимы обработки.

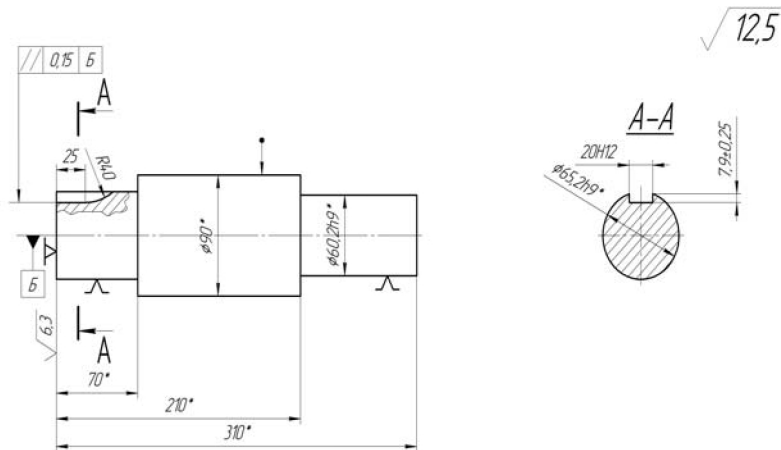
Для упрощения документации в задании даётся обобщенный технологический эскиз со всеми исходными данными (рис. 1).

Внимательное изучение конструкции детали позволяет получить полное представление о форме, размерах, технических требованиях и других её особенностях. Из операционной карты студент выясняет схему установки заготовки, точностные и другие требования к обработке, последовательность переходов, материал заготовки, режимы резания и т.п. Кроме того, следует обратить внимание на форму, размеры, точность, шероховатость, жёсткость и расположение базовых поверхностей и мест приложения усилий закрепления.

При ознакомлении с годовой программой необходимо обратить внимание на количество выпускаемых деталей, а также на трудоёмкость операции, что позволит хотя бы ориентировочно определить производительность и наметить уровень механизации и автоматизации проектируемого приспособления.

При изучении применяемого станка, кроме его технологических возможностей, необходимо выяснить форму и размеры посадочных мест, на которые будет устанавливаться и закрепляться приспособление (форма и размеры конца шпинделя станков токарного типа, пазов на столах фрезерных станков и т.п.).

Необходимо также ознакомиться со вспомогательными материалами: альбомами типовых конструкций приспособлений; стандартизованных полуфабрикатов, силовых приводов, механизмов и элементов приспособлений; справочниками по конструкционным материалам, применяемым для изготовления деталей приспособлений; справочниками и учебными пособиями, необходимыми для выполнения технико-экономических расчётов по обоснованию возможности применения приспособлений.



- Т.Т.: 1. Смещение паза от номинального положения не более 0,2 мм.
 2. Перекос паза на длине 100 мм не более 0,05 мм.

*-размеры для справок

| | |
|-----------------------|---|
| Наименование | Вал |
| Материал | Ст. 45 |
| Наименование операции | Фрезерование паза |
| Станок | Горизонтально-фрезерный станок 6М81Г |
| Инструмент | Дисковая фреза $\varnothing 80$ мм, материал Р6М5, z=18 |
| Режимы обработки | S=0,08 мм/зуб; n=250 об/мин |
| Годовая программа | 1500 шт. |
| Исполнитель | Фрезеровщик 4-го разряда |

Рис. 1. Исходные данные

После изучения и анализа исходных данных, разрабатывается техническое задание на проектирование специального приспособления (табл. 2).

Таблица 2

Техническое задание на проектирование специального приспособления

| Раздел | Содержание раздела |
|--|--|
| Наименование и область применения | Приспособление для фрезерования паза шириной $20^{+0,3}_{-0,1}$ мм, глубиной $7,9 \pm 0,25$ мм на длине 25 мм на горизонтально-фрезерном станке 6М81Г. |
| Основание для разработки | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали "вал". |
| Цель и назначение разработки | Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надёжное закрепление заготовки вала, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров паза и его положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,3 мин.; рост производительности труда на данной операции на 10...15% |
| Технические (тактико-технические) требования | <p>Тип производства – серийный; программа выпуска – 1500 шт. в год; общий выпуск по неизменным чертежам – 3000 шт.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку 6М81Г.</p> <p>Регулирование конструкции приспособления не допускается.</p> <p>Время закрепления заготовки не более 0,3 мин.</p> <p>Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%.</p> <p>Выходные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: наружный диаметр заготовки $\varnothing 90_{-0,26}$, $R_a = 12,5$ мкм; длина заготовки $310^{+0,2}_{-0,1}$ мм, шероховатость торцов заготовки $R_a = 6,3$ мкм. Базирующие поверхности цилиндрические: левая – диаметр 65,2h9 мм, длина 95 мм, упор в левый торец.</p> <p>Выходные данные операции: ширина паза $20^{+0,3}_{-0,1}$ мм, $R_a = 12,5$ мкм; глубина паза – $7,9 \pm 0,25$ мм, $R_a = 12,5$ мкм; длина паза – $65^{+0,5}$ мм.</p> <p>Смещение оси симметрии паза относительно оси наружной поверхности заготовки не более 0,2 мм; отклонение от параллельности нижней поверхности паза относительно образующей $\varnothing 65,2$ мм заготовки не более 0,1 мм на длине 300 мм.</p> <p>Приспособление обслуживается оператором 4-го разряда. Техническая характеристика станка 6М81Г: размеры рабочей поверхности стола 250x1000 мм; расстояние от оси шпинделя до стола (30...450) мм; ширина Т-образного паза стола станка 14Н8 (центральный паз).</p> <p>Характеристика режущего инструмента: диаметр дисковой прямозубой фрезы 80 мм, $z = 18$; ширина фрезы $20_{-0,029}$ мм (ГОСТ 3755-78); материал фрезы Р6М5.</p> <p>Операция выполняется в один переход. Режимы резания, штучное время на операцию приведены в операционной карте.</p> <p>Коэффициент загрузки на данной операции $K_z = 0,8$.</p> |
| Документация, используемая при разработке | <p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.</p> <p>ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкций изделий. ГОСТ 14.201-83</p> |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка, сборочный чертеж фрезерного приспособления; спецификация; 3D-модель приспособления, детализовка. |

2.2. Разработка вариантов конструктивных схем приспособления и их сравнение методом экспертных оценок

На основе изучения исходных материалов и типовых конструкций студент разрабатывает варианты конструктивных схем приспособлений. При этом он, сохраняя общую схему прототипа, либо изменяет только конструкции отдельных элементов, либо создает совершенно иные принципиальные схемы вариантов конструкций приспособлений.

В первом случае, чаще всего, конструкция варьируется за счёт изменения установочных (жесткие или самоцентрирующие), зажимных (с ручным или механизированным приводом) и корпусных (литой, штампованный, сварной, сборный корпус) элементов прототипа. Изменение конструкций установочных и зажимных элементов, прежде всего, оказывает влияние на точность и производительность обработки заготовки, а изменение корпуса - на сроки его изготовления и стоимость.

Во втором случае разрабатываются варианты конструктивных схем приспособлений. Например, для сверления нескольких отверстий в заготовке могут быть предложены - кондуктор накладной или кондуктор совместно с многошпиндельной сверлильной головкой. При этом в каждом варианте приспособления будет различный уровень механизации и автоматизации. На рис. 2, 3 приведены примеры конструктивных схем приспособления для фрезерования паза (см. рис. 1).

При разработке конструктивной схемы необходимо руководствоваться тем, что принципиальное решение по базированию и закреплению заготовки определено технологом. Поэтому задача конструктора приспособления претворить замысел технолога в реальную конструкцию, отвечающую всем требованиям данной операции.

Разработанные конструктивные схемы приспособлений предварительно сравнивают методом экспертных оценок [14]. Экспертные оценки основаны на способности человека определять качественные отличия сравнением по любым критериям – как количественным,

так и качественным. При сравнении вариантов приспособлений студенту рекомендуется использовать шкалу 1-9 как наиболее простую, но допускающую применение промежуточных значений оценки. В табл. 3 приведен пример применения метода экспертных оценок для приспособлений приведённых на рис. 2, 3.

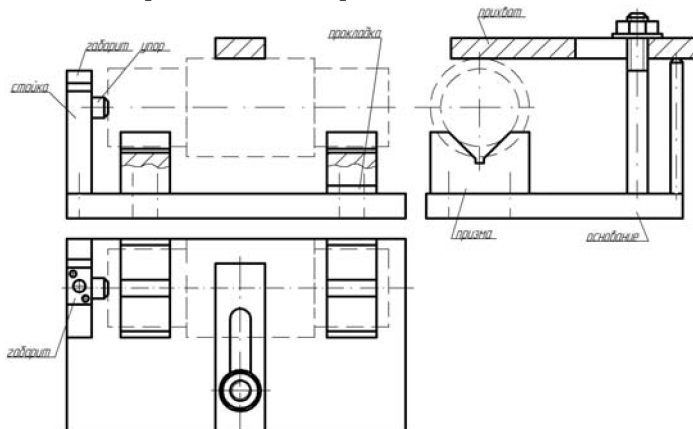


Рис. 2. Приспособление с ручным зажимом

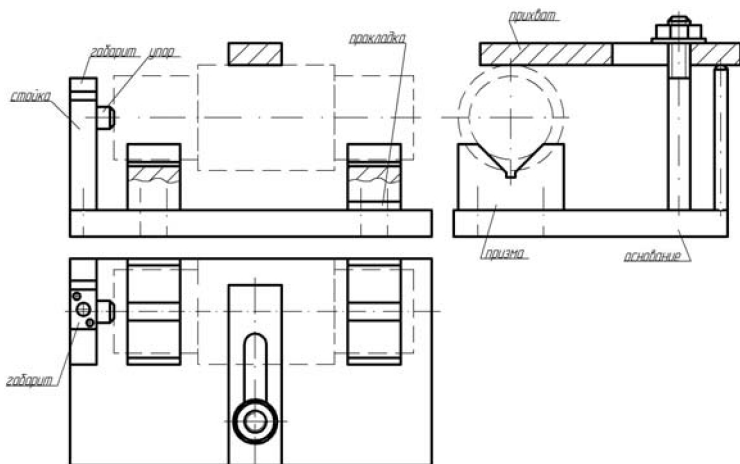


Рис. 3. Приспособление с механизированным зажимом

Результаты расчётов показателей качества

| Критерий j | Значимость критерия | | Степень удовлетворенности F_j /показатели качества q_{ij} вариантов i / | |
|---------------------------------------|---------------------|-------|--|-----------|
| | a_j | k_j | Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1. Быстродействие | 8 | 0,22 | 1/0,22 | 9/1,98 |
| 2. Надёжность закрепления | 9 | 0,25 | 7/1,75 | 5/1,25 |
| 3. Переналаживаемость | 5 | 0,14 | 7/0,98 | 4/0,56 |
| 4. Стоимость изготовления | 5 | 0,14 | 5/0,7 | 4/0,56 |
| 5. Трудоемкость эксплуатации | 6 | 0,17 | 7/1,19 | 5/0,85 |
| 6. Трудоемкость проектирования | 3 | 0,08 | 7/0,56 | 5/0,4 |
| Комплексный показатель качества Q_i | | | 5,4 | 5,6 |

Как видно из табл. 3 по критерию комплексного показателя качества Q_i наиболее предпочтительным является второй вариант, имеющий большее значение этого показателя.

Недостатком метода экспертных оценок является его субъектизм, поэтому окончательный выбор оптимального варианта конструкции приспособления необходимо проводить на основании технико-экономических расчётов: расчёта на точность и экономической эффективности использования приспособления.

2.3. Технико-экономические расчёты при проектировании приспособлений

Технические и экономические расчёты позволяют всесторонне оценить предлагаемые варианты конструкций приспособлений и на основании этого выбрать из них оптимальный вариант. Расчёты начинаются с оценки точности выполнения операции с использованием приспособления. Если этот критерий удовлетворяет требованиям выполнения операции, то продолжают дальнейшие расчёты. Если приспособление не обеспечивает необходимой точности, то этот вариант считают не пригодным для производства.

2.3.1. Расчёт приспособления на точность

Результирующая погрешность обработки при выполнении любой операции с применением приспособлений не должна превышать заданного допуска на геометрический параметр, т. е.

$$\omega \leq T,$$

где ω – результирующая погрешность обработки заданного геометрического параметра;

T – допуск на геометрический параметр.

Результирующая погрешность включает в себя большое количество производственных (элементарных) погрешностей. Учитывая их случайный характер, распределение которых в первом, приближении подчиняется нормальному закону, результирующую погрешность можно представить в виде:

$$\omega = \omega_o + \omega_y \leq T, \quad (1)$$

где ω_o – погрешность, связанная с методом обработки;

ω_y – погрешность, связанная с установкой.

Из уравнения (1) получим $\omega_y \leq T - \omega_o$, т.е. допустимая погрешность, связанная с установкой заготовки является частью допуска. Таким образом, расчёт приспособления на точность сводится к определению ожидаемой (расчётной) погрешности установки, которая не должна превышать допустимую погрешность ω_y . В общем случае погрешность установки складывается из следующих составляющих: погрешности базирования ω_b , погрешности закрепления ω_z и погрешности изготовления и износа приспособления ω_{np} . [1]:

$$\omega_b = 1,2 \sqrt{\omega_a^2 + \omega_\varphi^2 + \omega_{i\delta}^2}.$$

Погрешность базирования ω_b включает в себя погрешность установки заготовки $\omega_{y.z.}$ и погрешность от не совмещения баз $\omega_{н.б.}$:

$$\omega_b = \omega_{y.z.} + \omega_{н.б.}$$

Погрешность изготовления и износа приспособления определяется по формуле :

$$\omega_{i\delta} = \omega_{e\varphi\bar{\alpha}} + \sqrt{3\omega_e^2 + \omega_{\delta i\delta}^2},$$

где $\omega_{изз.}$ – погрешность изготовления приспособления;

ω_u – погрешность, связанная с износом установочных элементов;

$\omega_{y.np.}$ – погрешность установки приспособления на станке.

Составляющая $\omega_{изз.}$ характеризует неточность положения установочных и направляющих элементов приспособления. Погреш-

ность изготовления может включать в себя несколько составляющих звеньев и определяется исходя из анализа конструктивной схемы приспособления.

Составляющая ω_u характеризует износ установочных и направляющих элементов приспособления. Величина износа зависит: от времени работы приспособления; материала, массы и состояния базовых поверхностей заготовки, а также условий установки заготовки в приспособление и снятия её. В станочных приспособлениях эту погрешность устанавливает конструктор и её величина обычно не превышает 0,01...0,02 мм.

Составляющая $\omega_{y,np.}$ возникает при установке приспособления на станок. Для её уменьшения применяют различные методы: обработку рабочих поверхностей установочных элементов после их сборки с корпусом, выверку положения приспособления на станке и т.д. Величина $\omega_{y,np.}$ обычно не превышает 0,02...0,05 мм. В некоторых приспособлениях, например кондукторах, $\omega_{y,np.} = 0$, т.к. координаты обрабатываемого отверстия не зависят от положения корпуса кондуктора на столе станка.

Для того чтобы определить допустимую погрешность установки, необходимо знать погрешность ω_o . Эта погрешность зависит от метода обработки заготовки и на неё влияет большое количество производственных погрешностей. В курсовой работе величина ω_o выбирается по нормативным данным [5].

Расчёт точности, связанный с обработкой в приспособлении, рекомендуется вести в следующей последовательности:

-определяется значение ω_o и величина допустимой погрешности установки;

- на основании анализа технологической операции и конструкции приспособления выявляются основные погрешности, влияющие на точность обработки;

- определяются их значения по таблицам и формулам;

- определяется расчётная погрешность $\omega_{y,p}$;

- расчётная величина $\omega_{y,p}$ сопоставляется с допустимой погрешности установки ($\omega_{y,o} \leq T - \omega_o$); если $\omega_{y,p} \geq \omega_{y,o}$, необходимо уменьшить

составляющие погрешности и снова определить $\omega_{y,p}$; если $\omega_{y,p} \leq \omega_{y,\delta}$, то делается вывод о том, что приспособление обеспечивает заданную точность.

2.3.2. Расчёт экономической эффективности применения приспособления

Целесообразность применения приспособлений должна быть экономически оправдана. Расчёты экономической эффективности основываются на сопоставлении разовых затрат и получаемой экономии. Затраты слагаются из расходов на амортизацию и эксплуатацию приспособления, а экономия достигается за счёт снижения себестоимости обработки заготовок на данной операции в результате уменьшения трудоёмкости, а иногда и разряда работы. Экономическая эффективность нового приспособления или более дорогостоящего (по сравнению с применяемым) достигается при условии, если ожидаемая годовая экономия Θ_z больше годовых затрат по использованию приспособления с учётом расходов на эксплуатацию и ремонт $Z_{np,год}$:

$$\Theta_z \geq Z_{np,год}$$

Годовая экономия определяется как разность сравниваемых элементов годовой технологической себестоимости выполнения операции по вариантам:

$$\Theta_z = C_{тех,год1} - C_{тех,год2},$$

где $C_{тех,год1}$, $C_{тех,год2}$ - годовая технологическая себестоимость выполнения операции по первому и второму вариантам приспособления соответственно.

Технологическая себестоимость выполнения операции, отнесённая к одному году эксплуатации, зависящая от конструкции приспособления, определяется для сравниваемых вариантов по формуле /6/:

$$\tilde{N}_{\delta \delta \delta \delta \delta} = \tilde{N}_{\delta \delta \delta \delta \delta} \cdot t_{\delta \delta \delta \delta \delta} \cdot e^{-e} \cdot N \left(1 + \frac{H}{100} \right) + C_{\delta \delta \delta \delta \delta},$$

где $C_{ч.т.}$ - часовая тарифная ставка производственного рабочего, руб.;

$t_{шт.-к}$ – штучно-калькуляционное (штучное) время на операцию, ч.;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.;

H – накладные расходы, %;

Часовая тарифная ставка, нормы времени на операцию, накладные расходы определяются расчётным путём или по нормативам / 7, 15 /.

Годовые затраты по использованию приспособления с учётом расходов на эксплуатацию и ремонт определяются по формуле:

$$C_{i \delta. \tilde{a} \tilde{a}} = \tilde{N}_{i \delta.} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

где $C_{np.}$ – первоначальная стоимость приспособления, руб.;

A – срок амортизации приспособления, лет;

q – затраты на эксплуатацию и ремонт приспособления (принимают равными 20...30% от первоначальной стоимости приспособления).

Стоимость специальных приспособлений можно установить по фактическим затратам на их проектирование и изготовление, стоимость универсальных приспособлений - по действующим прейскурантам.

Поскольку экономический расчёт делается в начальный период проектирования, когда разработана только конструктивная схема и фактические затраты на проектирование приспособления точно определить невозможно, его первоначальная стоимость может быть определена по формуле /5/:

$$\tilde{N}_{i \delta.} = \tilde{N}_{\delta. \tilde{a}.} \tilde{A}_{i \delta.} \tilde{E}_{\tilde{a}.},$$

где $C_{y. \delta.}$ – стоимость одной условной детали приспособления;

$D_{np.}$ – количество деталей в приспособлении, шт.;

$K_{сл.}$ – коэффициент сложности, зависящий от группы сложности приспособления.

Стоимость одной условной детали, коэффициент сложности, а также срок амортизации зависят от группы сложности приспособления, которая определяется количеством наименований деталей, вхо-

дящих в состав приспособления. Значения этих показателей приведены в таблице 4.

В курсовой работе стоимость одной условной детали определяется частным от деления стоимости приспособления на количество наименований деталей, входящих в приспособление.

Из таблицы видно, что каждое приспособление с числом оригинальных деталей больше пяти можно отнести к двум смежным группам сложности. Чтобы решить, какую группу сложности принять для расчёта стоимости приспособления, руководствуются следующими положениями: если приспособление имеет менее сложные детали, невысокую точность, их изготовления, то его относят к меньшей группе сложности.

Критическая программа выпуска определяется по формуле:

$$N_{ед.} = \frac{C_{г.д.а.а1} - C_{г.д.а.а2}}{\frac{C_{г.д.а.а}}{60} \cdot (t_{г.д.а.-\epsilon 1} - t_{г.д.а.-\epsilon 2}) \cdot \left(1 + \frac{I}{100}\right)}$$

Таблица 4

| Количество наименований деталей в приспособлении, шт. | Группа сложности | Коэффициент сложности приспособления | Срок амортизации, лет | Стоимость приспособления, руб. |
|---|------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| ≤5 | I | 1,0 | 1 | не более 350...400 |
| 3...5 | II | 1,5 | 2 | 350...680 |
| 5...10 | | | | 680...1200 |
| 10...15 | III | 1,7 | 3 | 1200...2480 |
| 15...20 | | | | 2480...3200 |
| 20...25 | | | | 3200...3800 |
| 20...25 | IV | 2,7 | 4 | 5000...5800 |
| 25...30 | | | | 5800...7000 |
| 30...35 | | | | 7000...7600 |
| 35...40 | | | | 7600...8600 |
| 35...40 | V | 3,4 | 5 | 12000...13000 |
| 40...45 | | | | 13000...14400 |
| 45...50 | | | | 14400...15600 |
| 50...55 | | | | 15600...16600 |
| 50...60 | VI | 4,6 | 6 | 24400...27600 |
| 60...70 | | | | 27600...30600 |
| 70...80 | | | | 30600...34000 |
| 80...90 | | | | 34000...37000 |

На основании экономического расчёта выбирается оптимальный вариант, для которого окончательно разрабатывается конструкция приспособления

2.3.3. Расчёт надёжности закрепления заготовки

Для закрепления заготовок применяются различные зажимные устройства (зажимы). При выборе зажима необходимо, прежде всего, учитывать условия надёжности закрепления заготовки, т.е. следить за тем, чтобы заготовка в процессе обработки под действием сил и моментов не смогла сдвинуться с установленного положения, провернуться или вырваться из зажимного устройства.

Величину необходимого зажимного усилия Q определяют на основании решения задачи статики, рассматривая равновесия заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого необходимо составить расчётную схему, т.е. изобразить на схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и момент резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными элементами и зажимными устройствами. Расчётную схему следует составлять для наиболее неблагоприятного местоположения режущего инструмента по длине обрабатываемой поверхности.

По расчётной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину проекций всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов.

Силы и моменты резания определяют по нормативам и формулам теории резания металлов применительно к конкретному методу обработки. Но в процессе обработки действительные силы резания могут существенно отличаться от расчётных вследствие колебания механических свойств самого материала, наличия наклепа и поверхностной корки на заготовках, притупления режущего инструмента, неравномерности снимаемого припуска и в силу других причин. Кроме того, при принятой схеме расчёта потребной силы зажима возможны различные состояния контакта (смятие поверхностей, наличие смазки, различная шероховатость и т.п.) между опорными по-

верхностями приспособления и заготовкой, заготовкой и зажимом. Все эти изменения сил резания и состояния контакта расчётным путём учесть невозможно. Поэтому величину силы резания, найденную расчётным путем умножают на коэффициент надежности закрепления K_3 , который для чистовой обработки принимают равным $K_3 = 1,3 \dots 1,5$, а для черновой $K_3 = 2,0 \dots 2,5$. В общем случае условие надёжности закрепления может быть записано в виде:

$$Q = K_3 \cdot P_{рез.},$$

$$M_{зак.} = K_3 \cdot M_{рез.},$$

где $M_{зак.}$ – момент от сил закрепления;

$P_{рез.}$, $M_{рез.}$ – сила резания и момент от сил резания.

Пример. Определить усилие закрепления при фрезеровании паза (рис. 4). При фрезеровании паза дисковой фрезой возникает окружная сила резания P_z , которую для удобства рассматривают состоящей из P_h – горизонтальной составляющей усилия резания, сдвигающей заготовку в осевом направлении и P_v – вертикальной составляющей, опрокидывающей заготовку вокруг точки O .

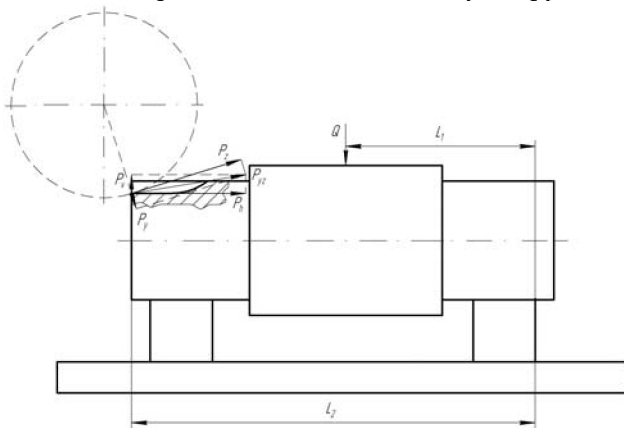


Рис. 4. Схема сил, действующих на заготовку

Определяем усилие закрепления, необходимое для компенсации действия горизонтальной составляющей силы резания. Прихват зажимного устройства приспособления, действующий на заготовку силой Q , вызовет в точках касания заготовки с призмами появление

нормальных составляющих R (рис. 5). Рассматривая проекции всех трех сил на вертикальную ось, получаем:

$$Q - 4R \cos 45^\circ = 0, \text{ откуда } R = 0,354Q.$$

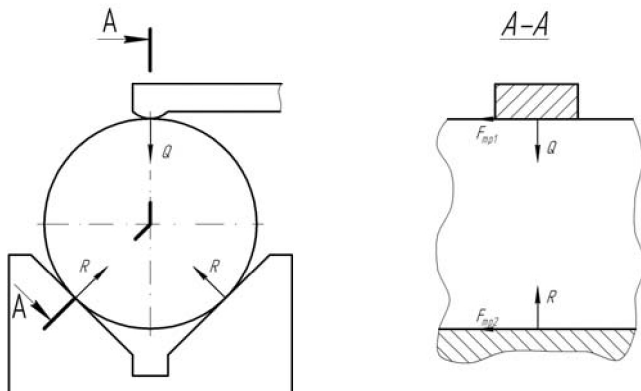


Рис. 5. Распределение сил на призме

Действию силы P_h , стремящейся сдвинуть заготовку в осевом направлении, противодействуют силы трения в месте контакта заготовки с прихватом $F_{mp,1} = fQ$ и в месте контакта заготовки с призмой $F_{mp,2} = fR = 0,354fQ$. Уравнение надёжности закрепления запишется в виде:

$$FQ + 4 \cdot 0,354 fQ = K_3 P_h, \text{ откуда}$$

$$Q = \frac{\hat{E}_\varphi \hat{D}_h}{2,414 f}.$$

Определяем необходимое усилие закрепления от действия вертикальной составляющей силы резания P_v . Момент от силы P_v , опрокидывающей заготовку относительно точки O будет равен $M_{P_v} = P_v L_2$, а момент от силы закрепления $M_Q = QL_1$, тогда условие надёжности закрепления запишется в виде:

$$QL_1 = 2P_v L_2, \text{ откуда } Q = 2P_v L_2 / L_1.$$

Из двух полученных значений усилий выбирают наибольшее и используют его в дальнейших расчётах.

После того как будет найдена потребная сила закрепления заготовки, решается задача по окончательному выбору конструкции зажимного устройства и привода и производится расчёт фактической

силы зажима заготовки. При этом, фактическая сила, развиваемая зажимным устройством, должна быть равна или несколько больше потребной. В случае если выбрано зажимное устройство с ручным приводом (например, прихват), то при расчётах усилие, которое прикладывает рабочий к зажиму, принимают равным 100 Н.

Зная фактическое усилие закрепления заготовки, производят расчёт на прочность наиболее нагруженных элементов приспособления.

2.4. Разработка 3D модели конструкции приспособления

Разработка 3D-модели приспособления и каждого его элемента в отдельности выполняется с помощью системы ADEM 7.1.

Разработку модели необходимо начинать с создания модели заготовки. Затем разрабатывают установочные, направляющие и зажимные элементы. После этого оформляют конструкцию корпуса приспособления. При создании корпуса необходимо стремиться к более простой конструкции, позволяющей изготавливать его из стандартных заготовок. Затем разрабатывают вспомогательные, крепёжные и другие недостающие детали. При этом необходимо стремиться к максимальному использованию баз данных стандартизованных и нормализованных деталей и полуфабрикатов системы ADEM 7.1, что позволяет сократить трудоёмкость проектирования примерно на 25% и уменьшить стоимость изготовления приспособления на 20...30 %.

Размеры и форма специальных деталей приспособления определяются на основании прочностных расчётов или выбираются из конструктивных соображений.

При разработке 3D-модели студент должен предусмотреть возможность динамической сборки приспособления. В пояснительной записке необходимо представить последовательность создания моделей отдельных деталей и приспособления в целом. На рис. 6 показана 3D-модель приспособления для фрезерования паза.

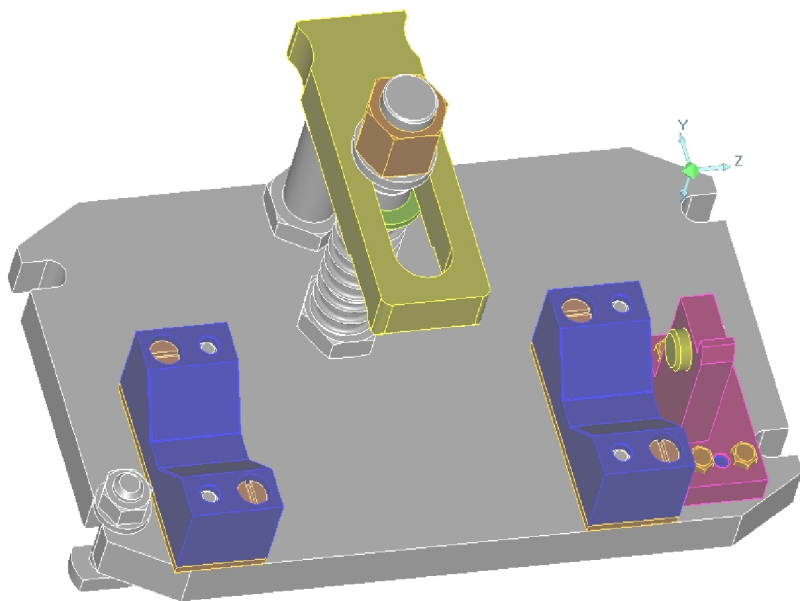


Рис. 6. 3D-модель приспособления

2.5. Расчёт прочности деталей и узлов приспособления

Расчёты на прочность деталей приспособления необходимы при обработке заготовок со значительными усилиями резания, при разработке механизированных и автоматизированных быстродействующих приспособлений и в некоторых других случаях. Все они выполняются по заданию руководителя работы и по методикам, изложенным в учебниках по общинженерным дисциплинам (сопротивление материалов, теория машин и механизмов, детали машин и др.).

В современных условиях для анализа прочности деталей приспособлений применяют метод конечных элементов. В курсовом проекте расчёты на прочность студенты проводят, используя возможности системы ANSYS.

Для анализа возникающих в деталях напряжений и перемещений необходимы 3D-модели деталей приспособления. Их получают при разработке 3D-модели конструкции приспособления. Методики и схемы нагружения деталей необходимыми усилиями рассмотрены в

соответствующих приложениях описания системы ANSYS. На рис. 7, 8 приведены примеры представления результатов расчёта напряжений и перемещений, возникающих в прихвате приспособления, показанного на рис. 6, под действием усилия развиваемого гайкой прихвата.

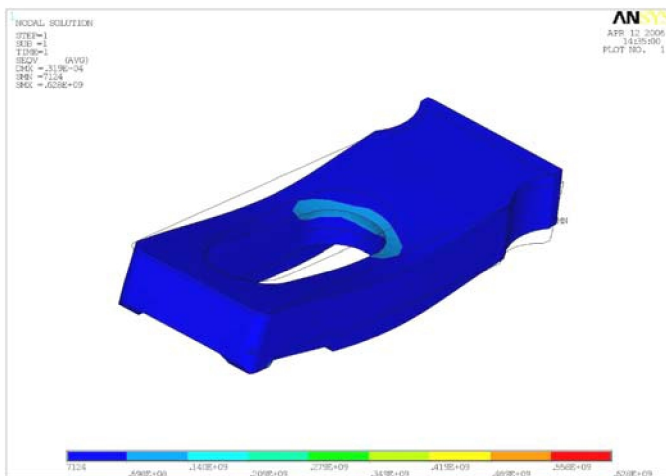


Рис. 7. Напряжения в прихвате

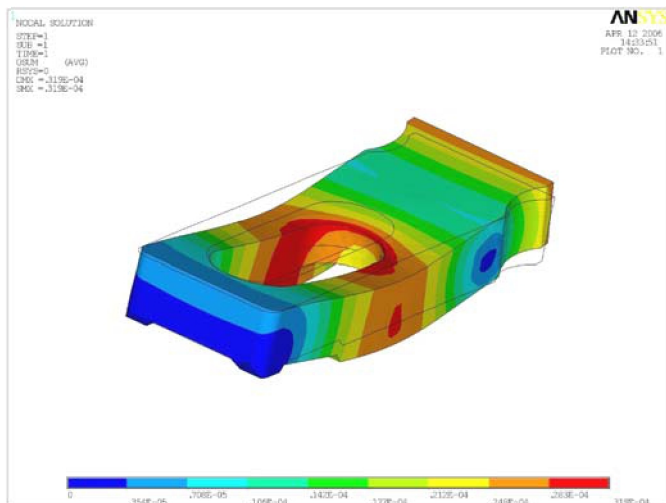


Рис. 8. Перемещения в прихвате

По результатам расчётов делается вывод о прочности деталей приспособления.

2.6. Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления

На чертеже приспособление изображается в рабочем положении в масштабе 1:1, со всеми необходимыми проекциями, сечениями и разрезами, позволяющие полностью представить конструкцию всех элементов приспособления и их взаимосвязь. На нём проставляются габаритные, координирующие, посадочные размеры, размеры направляющих элементов и размеры, связывающие приспособление со станком. Кроме того, назначаются технические требования, которые определяют точность сборки приспособления и его монтажа на станке, условия эксплуатации, сроки контроля точностных параметров приспособления и др. К сборочному чертежу прилагается спецификация.

Оформление сборочного чертежа конструкции приспособления, простановка размеров, написаний технических требований, составление спецификации должны строго соответствовать Государственным стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы допусков и посадок (ЕСДП).

2.7. Выполнение рабочих чертежей на оригинальные детали

По согласованию с преподавателем студент выполняет чертежи 2...3 оригинальных деталей спроектированного приспособления. Чертеж выполняется в масштабе 1:1 и содержит все необходимые виды, разрезы и сечения. На нём проставляются размеры с соответствующими допусками, шероховатость обработанных поверхностей, а также технические условия на взаимное расположение поверхностей, указывается материал детали и её твёрдость после соответствующей термообработки.

3. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчётно-пояснительная записка оформляется согласно ГОСТ

7.32-8, а также методическим указаниям по оформлению конструкторской и технологической документации при выполнении студентами самостоятельных работ. Она должна быть отпечатана на листах формата А4 с полями: слева 25 мм, справа 15 мм, сверху 15 мм, снизу 17 мм (размер шрифта 14, Times New Roman, через 1,5 межстрочных интервала).

Записку рекомендуется писать параллельно с выполнением разделов курсовой работы. Она должна быть написана грамотно, в сжатой форме, иметь максимум собственных выводов, пояснений, расчётов и минимум материалов из различных литературных источников в виде цитат, таблиц и т.п.

В соответствии со стандартом установлен следующий состав пояснительной записки: титульный лист, реферат (аннотация), содержание, основная часть, заключение, список литературы, приложение.

На **титульном листе** указывается название работы, ф.и.о. студента, группа и должность руководителя работы. После титульного листа вкладывается бланк задания на курсовую работу.

Реферат пишется на отдельной странице и должен отражать краткое содержание работы. В конце реферата указывается число страниц, таблиц, рисунков и литературных источников.

Содержание представляет перечисление заголовков разделов и подразделов записки с их нумерацией и указанием номеров страниц.

Рекомендуется следующая последовательность и содержание разделов расчётно-пояснительной записки.

Введение. Этот раздел должен содержать сведения о современном состоянии, значении и развитии производства двигателей летательных аппаратов на базе внедрения механизации и автоматизации технологических процессов, оснащения производства специальными высокопроизводительными приспособлениями; формулируются цель и задачи работы.

Изучение и анализ исходных материалов. В этом разделе приводятся: краткое описание обрабатываемой на данной операции заготовки; схема базирования и закрепления; серийность производства, краткие сведения по станку, для которого проектируются при-

способления. На основании изучения типовых и существующих конструкций студент излагает свои соображения о возможности применения различных вариантов приспособлений для обработки заданной заготовки.

Разработка вариантов конструктивных схем приспособления. Разработка вариантов является наиболее важной частью курсовой работы, поэтому ее необходимо выполнять с особой тщательностью. В записку необходимо поместить эскизы 2...3 вариантов конструктивных схем приспособления с описанием их преимуществ и недостатков. На конструктивных схемах приспособления необходимо проставить соответствующие размеры с допусками, которые потребуются для выполнения расчётов на точность и надёжность закрепления. Кроме того, необходимо ориентировочно оценить количество наименований деталей в конструкции для выполнения экономического расчёта.

Технико-экономические расчёты по обоснованию оптимального варианта приспособления. В этом разделе выполняются расчёты на точность, надёжность закрепления, расчёт экономической эффективности применения приспособления. Расчёты должны дополняться соответствующими схемами, ссылками на справочную и другую литературу. В результате должен быть выбран оптимальный вариант конструкции приспособления.

Описание конструкции и работы спроектированного приспособления. В этом разделе дается описание конструкции спроектированного приспособления, принцип его работы, правила техники безопасности при его эксплуатации. Знание конкретных размеров деталей приспособления и сил закрепления даёт возможность выполнить проверочный расчёт на прочность 1...2 деталей.

Разработка 3D-модели конструкции приспособления. В этом разделе приводится последовательность создания моделей отдельных деталей и приспособления в целом с соответствующими эскизами.

Расчёт прочности деталей и узлов приспособления. В разделе даётся краткое описание создания расчётной схемы нагружения деталей, для которых проводится расчёт на прочность.

Заключение. В заключении подводятся итог выполненной работы, даются сведения о нерешённых вопросах.

Список литературы. Приводится список использованных при выполнении курсовой работы литературных источников.

Приложение. Здесь помещается сборочный чертёж приспособления, рабочие чертежи деталей и спецификация (если её не представляется возможным разместить на листе).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шулепов А.П., Шманёв В.А., Шитарев И.Л. Проектирование технологической оснастки: Учебник / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. - Самара, 1996. – 332 с.

2. Проектирование схем технологических наладок на операции механической обработки резанием: Учеб. пособие / Е.И. Федин, В.П. Кузнецов, А.С. Ямщиков. - Тула: Изд-во. ТулГУ, 2003. – 116 с.

3. Станочные приспособления для станков с ЧПУ: Учеб. пособие / В.Ф. Безъязычный и др. / Под. общ. ред. В.Ф. Безъязычного. - М.: Машиностроение, 2000. – 147 с.

4. Станочные приспособления: Справочник. В 2 т. / Под ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984.

5. Шулепов А.П., Шманёв В.А. Инженерные расчёты при проектировании станочных приспособлений для изготовления деталей двигателей летательных аппаратов: Метод. указания / КУАИ. Куйбышев, 1986.

6. Определение технологической себестоимости операции по элементам затрат: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. А.П. Шулепов, Н.Д. Проничев. - Самара, 2004.

7. Расчёт себестоимости механической обработки деталей по статьям калькуляции: Метод. указания к курсовой работе / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. А.В. Мещеряков. Самара, 2005. - 39 с.

8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд. - М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.

9. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.

10. Ансеров. М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 665 с.
11. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Баков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – Машиностроение, 1983. – 359 с.
12. Олеров И.М. Допуски на изготовление и износ деталей станочных приспособлений: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983.
13. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
14. Справочник по функционально-стоимостному анализу. / Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчика. - М.: Финансы и статистика, 1988. - С. 189-221.
15. Общемашиностроительные нормативы времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: ЦБПНТ, 1974.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

(В СРЕДЕ CAD/CAM/CAPP ADEM)

ВВЕДЕНИЕ

Модуль ADEM CAM предназначен для разработки управляющих программ (УП) для следующих видов технологического оборудования:

- Обрабатывающих центров
- Фрезерные станки
- Сверлильные и расточные станки
- Токарные станки
- Листопробивные прессы и штампы
- Электроэрозионные станки
- Оборудование для лазерной и газовой резки и т.д.

Обработка детали в модуле проектируется на основе модели, построенной в модуле ADEM CAD. Команды обработки сначала формируются в стандартном виде, затем автоматически преобразуются в УП для конкретного станка в соответствии с правилами, заложенными в постпроцессоре.

Для создания постпроцессоров существует специальный модуль, называемый генератором постпроцессоров (ADEM GPP).

Ассоциативность геометрии детали и обработки позволяет при изменении геометрии автоматически получить новую УП.

Моделирование процесса обработки на экране позволяет проверить и отладить УП до ее выхода на станок.

Имеется возможность автоматического определения областей, оказавшихся недоступными для заданного инструмента, и обработки их инструментом меньшего диаметра.

Реализована многосторонняя обработка корпусных деталей (обработка зон).

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Любую деталь, подлежащую обработке, можно представить набором *конструктивных элементов* (КЭ). Например, для фрезерной обработки это плоскость, колодец с островами, стенка и т.д.

Проектирование обработки в ADEM CAM выполняется поэлементно. *Технологический объект* (ТО) - это единица информации об обработке в модуле CAM, он содержит данные об обработке одного КЭ. Эти данные могут быть разделены на две части:

Информация о конструкции:

1. тип конструктивного элемента (КОЛОДЕЦ, УСТУП и т. д.);
2. параметры конструктивного элемента (глубина, припуск на дне и др.);
3. геометрия конструктивного элемента (контур).

Информация о технологии:

1. тип технологического перехода (ФРЕЗЕРОВАТЬ, ТОЧИТЬ и т.д.)
2. параметры технологических переходов (подача, частота вращения шпинделя и др.)

Конструктивный элемент - это *геометрическая модель*, на базе которой разрабатывается УП. Она создается в модуле двухмерного моделирования ADEM CAD.

Технологический объект, содержащий информацию об обработке одного КЭ, называется также *парой переход / конструктивный элемент* (ТП/КЭ).

Система сохраняет связь между технологическими объектами и геометрическими элементами, на базе которых они созданы. Если обрабатываемый контур модифицирован в ADEM CAD, то не нужно заново проектировать обработку, достаточно автоматический пересчитать траекторию инструмента со старыми параметрами конструктивных элементов и технологическими переходами. Это справедливо и для параметрических геометрических моделей.

Технологические объекты могут быть *параметрически связаны* между собой. Несколько технологических объектов могут быть

созданы с одним конструктивным элементом. Если изменяется КЭ в одном из них, он автоматически меняется во всех остальных параметрических связанных технологических объектах.

Существуют также технологические объекты, не связанные с непосредственной обработкой (снятием металла). Такие ТО называются *технологическими командами*.

Технологические команды задают:

1. координаты начального положения инструмента и безопасной позиции
2. плоскость холостых ходов при перемещении инструмента от одного КЭ к другому

Также с их помощью можно включить в УП команды:

1. координаты начального положения инструмента и безопасной позиции
2. плоскость холостых ходов при перемещении инструмента от одного КЭ к другому

Маршрут обработки - это последовательность технологических объектов. При желании пользователь может изменить порядок технологических объектов, что приведет к изменению маршрута обработки.

После того, как создан маршрут обработки запускается команда **Процессор**, которая на основе информации, содержащейся в ТО, рассчитывает перемещения инструмента, необходимые для обработки детали. Эта последовательность перемещений инструмента называется *траекторией движения инструмента*.

Результатом работы команды **Процессор** является CLDATA - последовательность команд станку. CLDATA содержит команды перемещения инструмента (собственно траекторию инструмента), команды не связанные с перемещением инструмента (например, включение/выключение шпинделя или охлаждения) и справочную информацию (название УП, модель станка и др.).

Результатом работы модуля ADEM CAM является *управляющая программа (УП)* - последовательность команд станку в формате его стойки ЧПУ. Команда **Адаптер** конвертирует CLDATA в УП соответствии с *постпроцессором*. Постпроцессор - это набор

файлов, содержащих правила преобразования CLDATA в УП для конкретного станка. Для каждой модели станка/стойки ЧПУ в модуле ADEM GPP создается свой собственный постпроцессор.

Проект - это один маршрут обработки. В одном файле можно создать несколько проектов (маршрутов обработки) и для каждого из них получить свою УП, таким образом получить на базе одной геометрической модели различные УП для различных станков.

Кроме того, один проект может быть вызван из другого. Так в системе может быть разработана УП с подпрограммами.

2. ЭТАПЫ РАБОТЫ

Процесс создания технологического объекта на основе созданной или импортированной геометрической модели включает следующие стадии:

1. Указание конструктивного элемента (колодец, уступ, плоскость, отверстие, поверхность и т.п.).

2. Задание технологического перехода (фрезеровать, сверлить, точить, пробить и т.п.).

Результатом выполнения шагов 1 и 2 является созданный технологический объект.

3. Повторение шагов 1-2 для каждого технологического объекта.

4. Задание технологических команд (начало цикла, плоскость холостых ходов, стоп и т.п.).

5. Расположение созданных технологических объектов в правильном порядке.

6. Расчет траектории движения инструмента.

7. Выполнение моделирования процесса обработки.

8. Создание управляющей программы.

До начала генерации управляющей программы, необходимо выбрать тип оборудования и указать ряд дополнительных параметров. Это можно сделать на любом этапе работы в ADEM CAM, однако рекомендуется задать все необходимые установки в начале работы над проектом, так как информация, содержащаяся в постпроцессоре

может оказывать влияние на формирование траектории движения инструмента.


2.1. Подготовка геометрии для составления управляющей программы обработки на токарном станке

Геометрия детали может быть создана в модуле ADEM CAD или импортирована из другой системы. Для работы в модуле ADEM CAM геометрия детали должна быть соответствующим образом доработана: заданна граница заготовки, заданна система координат, произведена разборка (сборка) контура.

2.1.1. Заготовка

Заготовка задается ограничивающей линией или несколькими линиями, которые определяют границу зоны обработки. Данные линии задают припуск на обработку на диаметр и на торцы. Заготовку можно задать отрезком или ломаной линией (рис.1).

Чтобы построить отрезок:

1. Нажмите кнопку Отрезок  на панели инструментов 2D Объекты.
2. Укажите начальную (НТ) и конечную точки (КТ) отрезка.

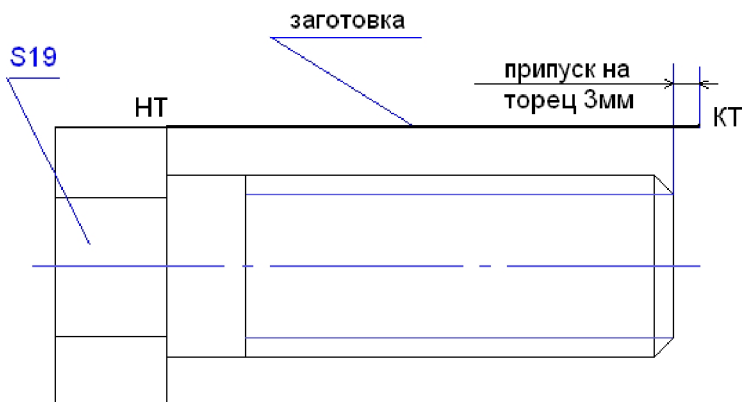


Рис. 1. Подготовка геометрии детали

2.1.2. Система координат


Совместите систему координат детали и геометрической модели, ось X – ось вращения детали, ось Y – направлен на рабочего. Можно перемещать относительную систему координат в рабочей плоскости, поворачивать оси X и Y в рабочей плоскости, а также менять направление оси Z на противоположное с помощью команд, находящихся на панели инструментов **Рабочая плоскость**.

Команда **Относительная система координат** позволяет перемещать центр относительной системы координат **в рабочей плоскости**:

В точку курсора - перемещение начала относительной системы координат в указанную точку на рабочей плоскости.

В абсолютный ноль - перемещение начала относительной системы координат в точку проекции положения центра абсолютной системы координат на рабочую плоскость.

Чтобы переместить центр координат в указанную точку выполните одно из действий:

- нажмите и удерживайте кнопку **Относительная система координат**  на панели инструментов **Рабочая плоскость** и выберите команду **В абсолютный ноль** из дополнительного меню;
- нажмите клавишу **A** на клавиатуре;
- для перемещения начала системы координат позиционируйте курсор в нужном месте и нажмите клавишу **O** на клавиатуре (рис. 2).

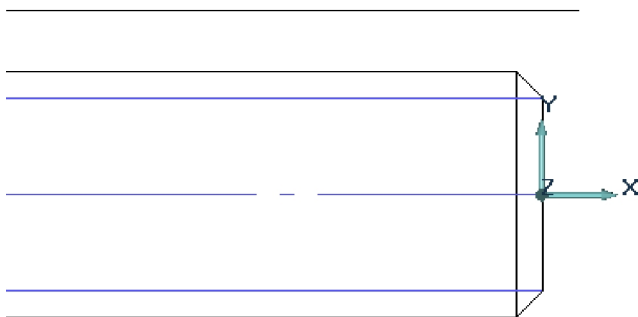



Рис. 2. Относительная система координат

2.1.3. *Контур детали*

Для удобства задания обрабатываемых поверхностей, производим разборку контура детали, на составные элементы (отрезки, дуги, ...)

Для разборки элемента:

1. Нажмите кнопку **Дополнительные функции**  на панели **Редактирование 2D**. Появится дополнительное меню. Выберите команду **Разборка элемента**.

2. Укажите элемент, который необходимо разобрать.

3. Укажите следующий элемент или нажмите клавишу **Esc** для выхода из команды.

2.2. Маршрут обработки

При токарной обработке надо придерживаться следующего маршрута:

- **начало цикла** (позиция смены инструмента);
- **плоскость холостых ходов** (для перемещения инструмента по двум координатам);
- **1-й конструктивный элемент** (торец, область...);
- **технологический переход** (точить, подрезать...);
- **отвод инструмента**;
- **плоскость холостых ходов**;
- **2-й конструктивный элемент** и т.д.

2.2.1. Технологическая команда «Начало цикла»

Технологическая команда «Начало цикла» задает положение начала цикла (настроечной точки инструмента) в пользовательской системе координат. За настроечную точку инструмента принимают либо базовую точку шпинделя или резцедержателя, либо вершину какого-либо участвующего в обработке, или фиктивного инструмента.

В системе реализовано три способа задания положения начала цикла (НЦ):

- номером системы координат;
- номерами корректоров с координатами положения инструмента;


➤ значениями координат по каждой оси.

Первые два способа задают положение инструмента неявно. Способ установки начала цикла детали зависит от типа станка и системы ЧПУ, а также от того, в какой системе координат, абсолютной или относительной, формируются перемещения инструмента. Неявный способ задания положения начала цикла допускается только при перемещениях в абсолютной системе координат станка.

При явном способе установки нуля в управляющую программу (УП) выдаются команда установки нуля и координаты положения инструмента. При неявном способе - только команда установки нуля, а координаты положения инструмента определяются значением корректоров или считываются из памяти.

Технологическая команда «Начало цикла» может задаваться многократно для переопределения координат положения инструмента, например, при обработке корпусных деталей, и должна предшествовать первому перемещению, заданному относительно вновь определяемого начала отсчета.


Задание начала цикла

1. Нажмите кнопку «Начало цикла»  на панели инструментов «Технологические команды». Появится диалог «Начало цикла».
2. Задайте начало цикла, используя один из трех методов.
3. Нажмите кнопку **ОК**. Будет создан технологический объект «Начало цикла». Название **ТО** появится в информационной строке (**ТО:# Начало цикла**).

2.2.2. Технологическая команда «Плоскость холостых ходов»

Плоскость холостых ходов (ПХХ) - это плоскость, по которой выполняются холостые перемещения инструмента при переходе от одного конструктивного элемента к другому.

Задание плоскости холостых ходов

1. Нажмите кнопку «Плоскость холостых ходов»  на панели инструментов «Технологические команды». Появится диалог «Плоскость холостых ходов».


2. Задайте параметры плоскости холостых ходов (если это необходимо).

3. Нажмите кнопку **ОК**. Будет создан технологический объект «Плоскость холостых ходов». Название ТО появится в информационной строке (**ТО:# Плоскость холостых ходов**).

2.2.3. Технологический переход «Подрезать»

Подрезать — технологический переход, определяющий обработку конструктивного элемента торец. Тип инструмента, используемого в переходе «Подрезать» — резец.

Задание технологического перехода «Подрезать»

1. Нажмите кнопку «Подрезать»  на панели «Переходы». Появится диалог «Подрезать» (рис. 3).

2. Задайте параметры перехода «Подрезать».

3. Нажмите **ОК**. Технологический переход «Подрезать» будет сформирован. В строке подсказки появится сообщение: (**ТО:# Подрезать/***)**).

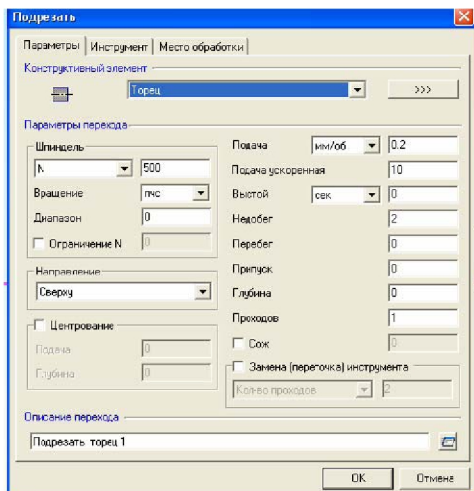


Рис. 3. Технологическая команда "Подрезать"

Шпиндель

Чтобы назначить режимы работы шпинделя, в группе **Шпиндель** задайте следующие параметры:

N – частота вращения шпинделя (обороты в минуту).

V_c – скорость резания (метры в минуту).

ЧС – направление вращения шпинделя часовой стрелки.

ПЧС – направление вращения шпинделя против часовой стрелки.

ки.

Направление (рис. 4)

Сверху – подрезка к центру.

Снизу – подрезка от центра.

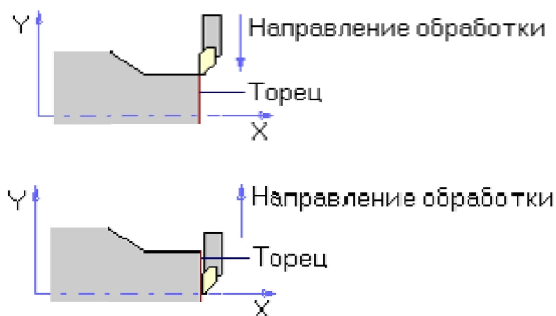


Рис. 4. Направление движения инструмента

Подача

Чтобы назначить режимы резания в группе **Подача** задайте значение рабочей подачи и выберите из списка:

в мин. — задание величины подачи в миллиметрах в минуту.

на оборот — задание величины подачи в миллиметрах на оборот.

Припуск – остаточный припуск – это необработанный слой материала, оставленный на контуре конструктивного элемента (рис. 5). Величина остаточного припуска может быть как положительной, так и отрицательной.

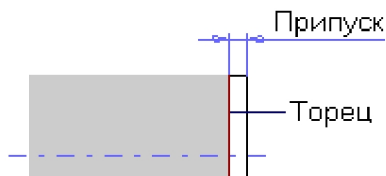


Рис. 5. Остаточный припуск

Ограничение N – максимальное число оборотов (об/мин) шпинделя. Параметр необходим для ограничения числа оборотов в процессе снятия материала, так как при уменьшении диаметра обрабатываемой детали количество оборотов шпинделя за единицу времени возрастает.

Недобег – расстояние от инструмента до точки начала обработки (рис. 6), на котором производится переключение с холостого хода на подачу врезания

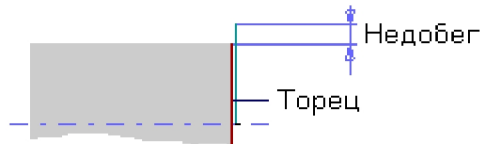


Рис. 6. Величина недобега

Перебег – расстояние, на которое инструмент выходит за границу области обработки на рабочей подаче.

СОЖ

Задайте параметры работы со смазочно-охлаждающей жидкостью в группе **СОЖ**.

Поставьте флажок **СОЖ** и задайте в соответствующем поле номер трубопровода для подачи СОЖ в зону резания.

Центрование

Если флажок установлен, совместно с подрезкой торца выполняется его центрование.

Подача - подача центрования торца.

Глубина – глубина центрования. Если глубина центрования равна нулю, центрование торца выполнено не будет.

Диапазон – номер механического диапазона.

Глубина – глубина резания. Количество проходов определяется системой исходя из общей глубины области. Последний проход может быть выполнен на меньшую глубину, чем заданная.

Проходов – количество одинаковых по глубине проходов. Глубина слоя металла снимаемого за один проход определяется делением глубины области на количество проходов.

Инструмент

Тип инструмента (рис. 7)

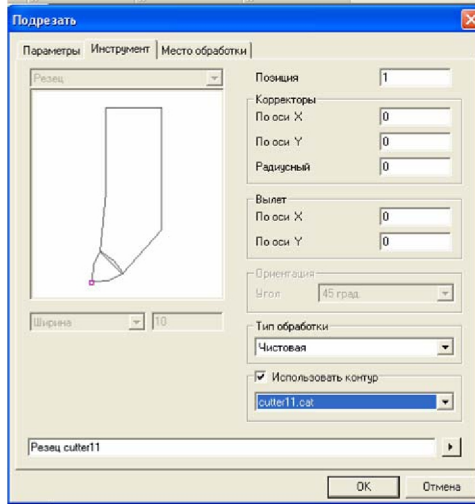


Рис. 7. Панель "Инструмент"

Различные типы технологических переходов требуют инструмент различного типа. Для перехода **Точить** используется следующие типы инструмента:

- Резец
 - Пластина ромбическая
 - Пластина квадратная
 - Пластина треугольная
 - Пластина прорезная
 - Пластина круглая
- Место обработки (рис. 8)

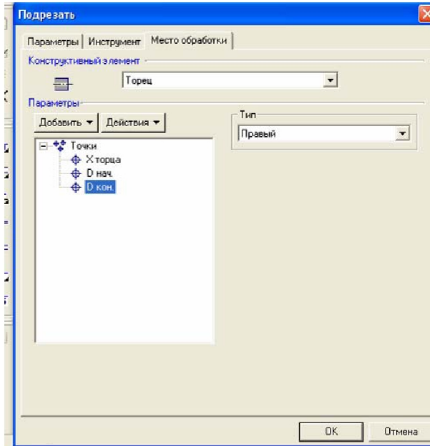


Рис 8. Панель "Место обработки"

Параметры – Добавить определяет положение торца, начальный диаметр торца и конечный диаметр торца.

Чтобы задать расположение торца на оси вращения детали, нажмите кнопку "**Начальная координата X**" **X нач.** и на любом контуре укажите узел, **координата X** которого задает плоскость в которой лежит торец.

Диаметр.

Размер торца задается внешним и внутренним диаметром. Чтобы задать внешний диаметр торца, нажмите кнопку "**Начальный диаметр**" **D нач.** и на любом контуре укажите узел, **координата Y** которого определит внешний диаметр торца.

Чтобы задать внутренний диаметр торца, нажмите кнопку "**Конечный диаметр**" **D кон.** и на любом контуре укажите узел, **координата Y** которого определит внутренний диаметр торца.


Параметры - Тип

Чтобы задать торец, который должен быть обработан слева, выберите тип **Левый**. Чтобы задать торец, который должен быть обработан справа, выберите тип **Правый**.

2.2.4. Технологическая команда «Отвод»


При выполнении команды **Отвод** система формирует в УП последовательность команд перемещения инструмента из текущего положения в безопасную позицию.

Формирование технологической команды «Отвод»

1. Нажмите кнопку «Отвод»  на панели инструментов «Технологические команды».

2. Будет создан технологический объект «Отвод». Название ТО появится в информационной строке (ТО:# Отвод).

2.2.5. Изменение последовательности технологических объектов

С помощью диалога «Управление маршрутом» (рис. 9) можно изменять последовательность технологических объектов в маршруте обработки. Чтобы открыть окно диалога «Управление маршрутом», нажмите кнопку «Маршрут»  на панели инструментов «Управление Технологическими Объектами».

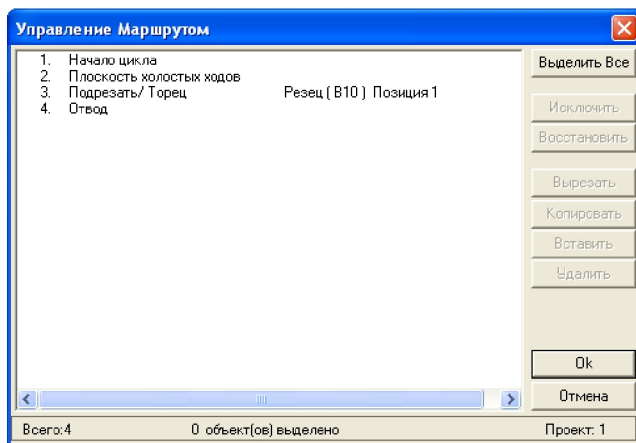


Рис. 9. Маршрут обработки

В процессе задания маршрута обработки возникает необходимость изменить параметры созданного технологического объекта. ADEM CAM позволяет редактировать параметры конструктивного элемента, технологического перехода и инструмента, технологиче-

ской команды, а также изменять тип конструктивного элемента или технологического перехода.

Чтобы изменить параметры технологического перехода или технологической команды:

1. Сделайте текущим технологический объект, в который необходимо внести изменения.

2. Нажмите кнопку «Редактирование параметров перехода»



на панели инструментов «Управление Технологическими Объектами» или щелкните левой кнопкой мыши на поле с названием ТО в информационной строке и выберите технологический переход из дополнительного меню. Появится диалоговое окно с параметрами соответствующего технологического перехода.


3. Внесите необходимые изменения в параметры технологического перехода и нажмите кнопку **ОК**.

3. ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

После задания всех технологических объектов можно рассчитать траекторию движения инструмента. Расчет производится при помощи команды «Процессор». Результатом расчета является файл CLDATA, который содержит последовательность команд для станка с ЧПУ. Можно рассчитать траекторию инструмента как для всех ТО, так и для текущего ТО. После выполнения команды «Процессор» можно просмотреть файл CLDATA.

Управляющая программа генерируется с учетом особенностей конкретного оборудования. Перед расчетом CLDATA и генерацией управляющей программы необходимо выбрать тип оборудования и постпроцессор. Диалог «Оборудование» содержит список с моделью и типом станка, номером постпроцессора и комментарием.

Для выбора постпроцессора:

1. Нажмите кнопку «Станок»  в вкладке «Операция» (рис. 10). Появится диалог «Оборудование» (рис. 11).

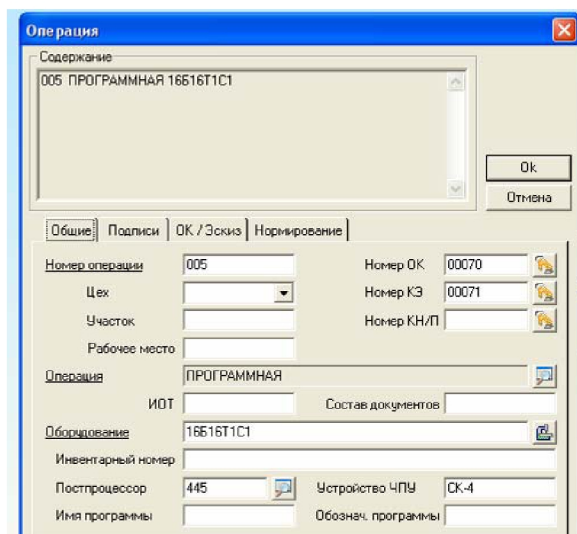


Рис. 10. Выбор оборудования

2. Выберите постпроцессор из списка.

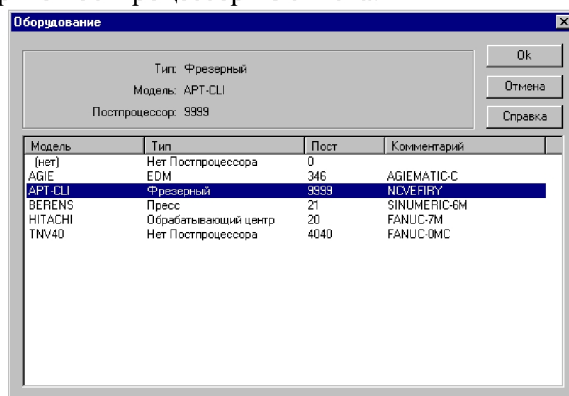



Рис. 11. Список оборудования

Для расчета траектории движения инструмента нажмите кнопку «Процессор»  на панели «Расчет». При выполнении команды «Процессор» будет показана траектория движения инструментов и появится диалог «Процессор» с сообщением «Успешное выполнение» (рис. 12).

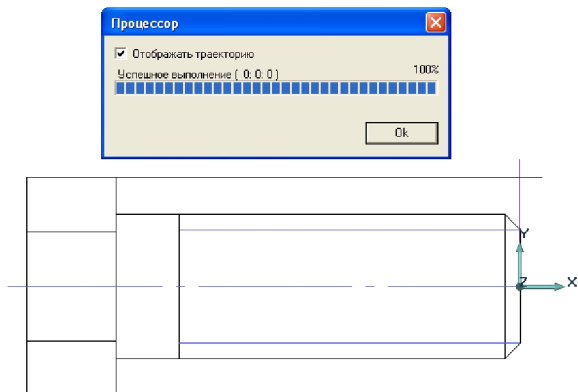



Рис. 12. Генерация траектории

После выполнения команды «Процессор» Вы можете просмотреть файл CLDATA (рис. 13).

```

0 Program/ adam ;
0 Part/ adpart ;
0 Machine/ NCT-90, Обрабатывающий центр;
1 Home Position/ 13.353000 33.012001 0.000000;
1 Phrase Code 400 ;
2 Clear Plane/ off ;
2 Phrase Code 400 ;
3 operation/ Lathe Face;
3 Phrase Code 400 ;
3 Tool/ Lt_Cutter width 10.000000 Position 1 ;
3 slide Step/ 1.000000 ;
3 Spin/ SPIN 500.000000;
3 Feed/ Fast;
3 Lin.Motion/
0.000000 14.149996 0.000000;
3 Feed/ 0.150000 mm/rev;
3 Lin.Motion/
0.000000 -0.000000 0.000000;
3 Feed/ Fast;
3 Lin.Motion/
2.000000 -0.000000 0.000000;
4 G0N0M0;
0 The End;
  
```

Рис. 13. Список команд CLDATA

CLDATA – это текстовый файл в формате ASCII, содержащий команды перемещения инструмента, команды не связанные с перемещением инструмента (например, включение/выключение шпинделя, охлаждения), справочную информацию (название УП, модель станка и т.п.). Вы можете просмотреть файл CLDATA, а также транслировать его в управляющую программу для определенного вида оборудования при помощи команды «Адаптер». Для просмотра файла CLDATA нажмите кнопку «Просмотр CLDATA»  на панели «Вид».

4. ГЕНЕРАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ


Управляющая программа (УП) – последовательность команд для определенного вида оборудования. Перед генерацией управляющей программы Вы должны рассчитать траекторию движения инструмента и выбрать конкретный вид оборудования (модель станка).

Файл CLDATA транслируется в управляющую программу при помощи команды «Адаптер». После трансляции CLDATA в УП появится диалог «Параметры» с параметрами: время обработки и длина управляющей программы в метрах перфоленты.

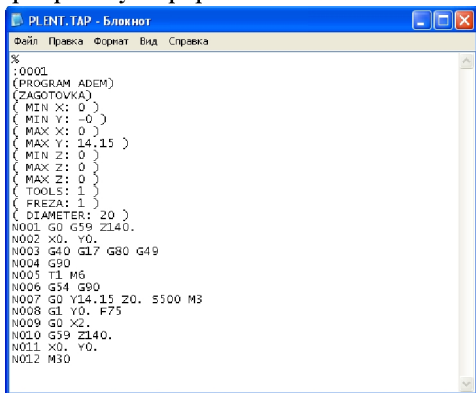
4.1. Преобразование CLDATA в управляющую программу

Для преобразования файла CLDATA в управляющую программу нажмите кнопку «Адаптер»  на панели «Расчет».

4.2. Просмотр управляющей программы

После преобразования файла CLDATA в управляющую программу Вы можете просмотреть текст УП. для просмотра УП нажмите кнопку «Просмотр управляющей программы»  на панели «Вид».

Вы можете просмотреть и сохранить (рис. 14) сгенерированную управляющую программу в форматах .TAP или .TNC.



```
PLC1.TAP - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
%
:0001
(PROGRAM ADEM)
(ZAGOTOVKA)
( MIN X: 0 )
( MIN Y: -0 )
( MAX X: 0 )
( MAX Y: 24,15 )
( MIN Z: 0 )
( MAX Z: 0 )
( MAX Z: 0 )
( TOOLS: 1 )
( FREZA: 1 )
( DIAMETER: 20 )
N001 G0 G59 Z140.
N002 X0. Y0.
N003 G10 G17 G80 G49
N004 G90
N005 T1 M6
N006 G54 G90
N007 G0 Y24.15 Z0. S1000 M3
N008 G1 Y0. F75
N009 G0 X2.
N010 G59 Z140.
N011 X0. Y0.
N012 M30
```

Рис. 14. Управляющая программа


4.3. Для сохранения УП


1. Выберите команду **«Сохранить управляющую программу как...»** из меню **«Файл»**.
2. Введите имя управляющей программы в поле **Имя файла**.
3. Выберите диск и каталог.
4. Нажмите кнопку **ОК**.


5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ

После расчета траектории движения инструмента (команда «Процессор») можно динамически смоделировать процесс обработки. Выбираем один из следующих типов моделирования: полное моделирование, пошаговое моделирование, отображение траектории движения инструмента.


Для объемного отображения траектории движения инструмента и моделирования обработки используется модуль ADEM Verify. Конечным результатом моделирования обработки будет твердотельная тонированная модель

Команда **Полное моделирование**  используется для моделирования обработки с отображением в строке состояния координат текущего положения инструмента и параметров инструмента (подача, скорость вращения шпинделя, СОЖ).

Команда **Моделирование**  используется для моделирования обработки с отображением в строке состояния координат инструмента в конечной точке текущего элемента CLDATA и параметров инструмента.

Команда **Пошаговое моделирование**  используется для моделирования обработки с отображением в строке состояния координат текущего положения инструмента и параметров инструмента (подача, скорость вращения шпинделя, СОЖ). При этом инструмент останавливается в каждой конечной точке текущего элемента CLDATA. Для продолжения моделирования нажмите любую клавишу на клавиатуре или левую кнопку мыши.

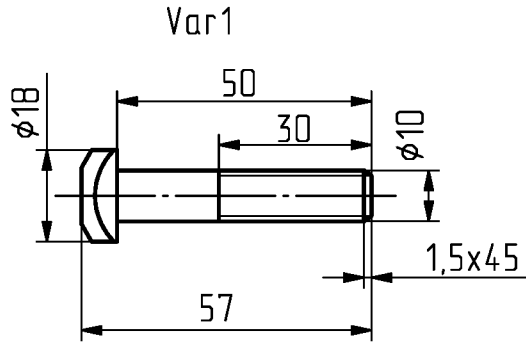
Для моделирования обработки в модуле ADEM Verify:

1. Нажмите кнопку «Объемное моделирование»  на панели «Моделирование». Появится окно модуля ADEM Verify. Текущий файл CLDATA автоматически передается в модуль ADEM Verify.
2. Нажмите кнопку **Режим моделирования** на панели **Моделирование**.
3. Нажмите кнопку **Старт** на панели **Моделирование**.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

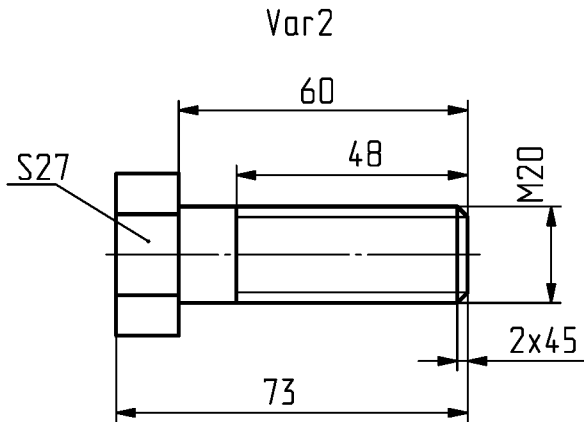
1. Изучить методическое указание по разработке УП с применением программы ADEM.
2. Запустить программу ADEM.
3. В модуле ADEM CAD считать из директории d:\user\var графическую информацию по своему варианту (без размеров), добавить контуры заготовки (достаточно одной половины – верхней), задать начало отсчета (ось вращения – торец готовой детали).
4. Сформировать маршрут обработки (подрезка торца, обработка области, резьба резцом, отрезка).
5. Стенерировать управляющую программу и записать под именем G2xx_x, 2xx – номер группы, x – номер варианта.
6. Управляющую программу сохранить в папке \\221\pdla311\user\257
7. Распечатать чертеж детали и полученную УП.

Задание 1



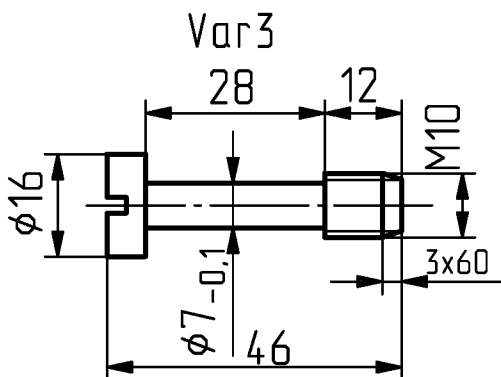
Материал Ст45
Пруток $\phi 20$

Задание 2



Материал Ст45
Шестигранник S27

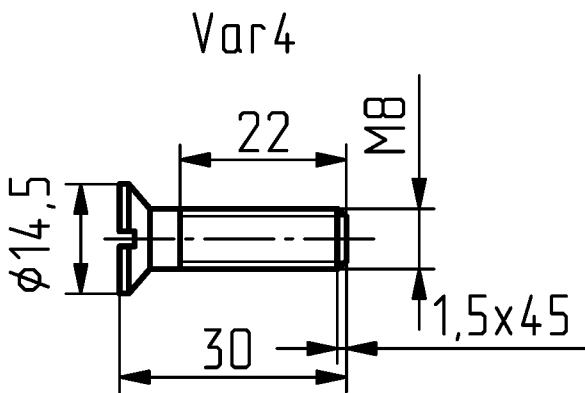
Задание 3



Материал Ст45

Пруток $\phi 18$

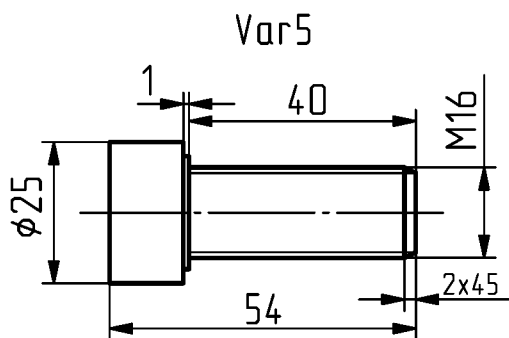
Задание 4



Материал Ст45

Пруток $\phi 18$

Задание 5



Материал Ст45

Пруток $\phi 28$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (В СРЕДЕ TECHCARD)

Цель работы: изучить принципы функционирования систем автоматизированной подготовки технологической документации.

Задачи работы: научиться разрабатывать технологическую документацию в автоматизированном режиме с использованием библиотек средств технологического оснащения.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Перед началом лабораторного занятия студент обязан самостоятельно ознакомиться с данными методическими указаниями, усвоить теоретические сведения согласно п. 3, назначение и структуру объекта исследования (модуль TECHCARD) согласно п. 4, подготовить бланк отчёта. В начале занятия преподаватель производит проверку уровня подготовки студента к выполнению данной работы. В случае если уровень не соответствует перечисленным выше требованиям, студент не допускается к выполнению лабораторной работы.

2. Получить задание для выполнения работы (маршрут технологического процесса).

3. Включить компьютер, войти в операционную систему.

4. Запустить модуль TECHCARD.

5. Создать новый технологический процесс, задать параметры операций и переходов, добавить сведения о средствах технологического оснащения.

6. Добавить эскизы для 2 – 3 операций механической обработки.

7. Сгенерировать комплект технологической документации, выполнить проверку его корректности.

8. Сохранить файл на диске в папке «Мои документы».

9. Внести данные по работе в отчёт.

10. Выйти из модуля TECHCARD.

11. Записать выводы по работе согласно п.7.

12. Произвести защиту лабораторной работы согласно имеющемуся отчёту, созданным в результате работы файлам и контрольным вопросам, приведённым в п. 10.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для автоматизации подготовки технологической информации используются системы автоматизированного проектирования классов TDM (Technologic Data Management) и CAPP (Computer-Aided Product Processing). Системы данных классов предназначены для создания технологических процессов изготовления изделий и разработки комплекта технологической документации, а также обеспечивают полную информационную поддержку данных технологического процесса.

Информация о технологическом процессе в таких системах, как правило, представляется в иерархическом виде (рис. 1):

- на первом уровне сосредоточены данные, касающиеся проекта в целом;
- на втором уровне – данные об операциях, выполняемых в технологическом процессе;
- на третьем уровне – данные о технологических и вспомогательных переходах;
- на четвёртом уровне – о средствах технологического оснащения.

В соответствии с порядком следования уровней информации выстраивается и порядок проектирования технологического процесса. Причём при создании маршрута в качестве основы могут использоваться техпроцессы-аналоги.

Основой автоматизации в системах TDM и CAPP являются базы данных (библиотеки), которые содержат информацию о стандартных и типовых средствах технологического оснащения, оборудовании, типовых переходах и операциях, припусках, режимах обработки, бланках документации установленной формы и т. д.

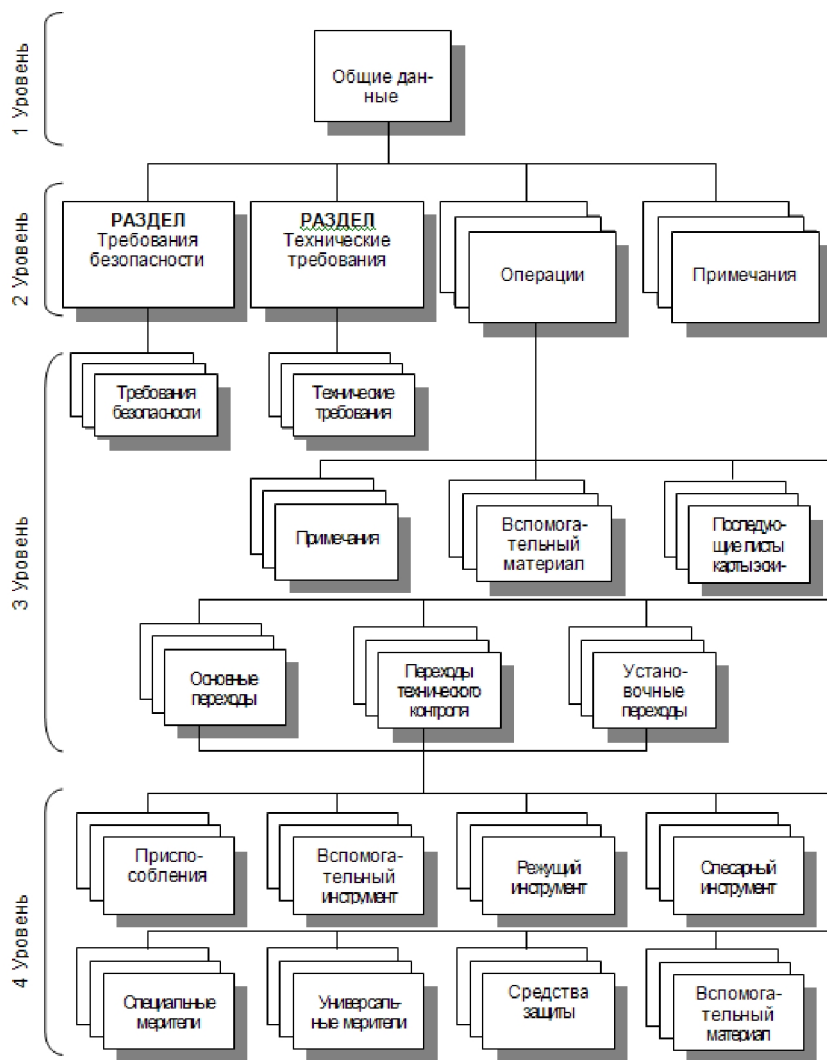


Рис. 1. Типовая схема представления данных в системах автоматизированной подготовки технологической документации

Основными преимуществами использования систем автоматизированной подготовки технологической документации являются:

- сокращение сроков технологической подготовки производства за счёт частичной автоматизации труда технолога;

- простота внесения изменений в разработанный технологический процесс;
- надёжность хранения данных за счёт возможности использования политик учётных записей и дублирования ценной информации;
- простота тиражирования;
- возможность совместной (коллаборативной) работы технологов над различными частями одного проекта;
- простота обмена информацией между различными подразделениями предприятия.

3. ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В TECHCARD

На рис. 2 представлено главное окно модуля TECHCARD, на котором указаны основные элементы управления, использующиеся в процессе создания технологических процессов.

Главное окно TECHCARD содержит главное меню в верхней части, панель кнопок рабочий стол и строку состояния в нижней части.

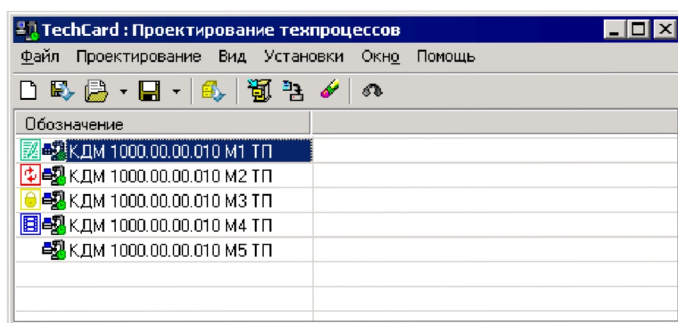


Рис. 2. Главное окно программы проектирования

На рабочем столе отображается информация о редактируемых и просматриваемых в модуле проектирования техпроцессах.

Цветовые значки рядом с техпроцессами показывают текущее состояние техпроцесса: синий значок указывает, что документ открыт для просмотра, желтый – взят на изменение, но еще не редак-

тируется; зеленый – взят на изменение и открыт на редактирование; красный – открыт на редактирование и изменен.

Техпроцесс в системе представляется в виде структурированного дерева, аналогичного дереву, которое представлено на рис. 1. В программе TECHCARD операции всегда являются папками, а переходы – «листьями».

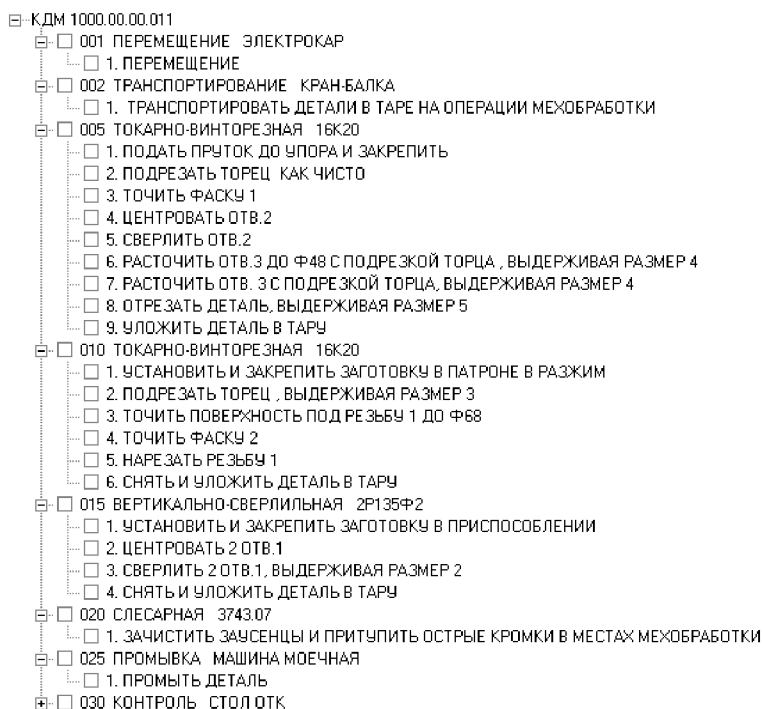


Рис. 3. Пример маршрутного дерева

Дерево маршрута обработки позволяет открывать и закрывать любые поддеревья маршрута. Если необходимо просмотреть содержимое какой-либо операции, достаточно раскрыть соответствующее поддерево. Можно одновременно раскрыть несколько поддеревьев, чтобы, к примеру, сравнить их содержимое.

В любой момент времени один из элементов дерева (папка или лист) является текущим и отмечается курсором. В целом разработка технологического процесса заключается в составлении маршрута и

последовательной детализации его составляющих. То есть в последовательном добавлении и редактировании объектов маршрута.

Пункт "Файл" главного меню предоставляет команды для работы с файлами техпроцессов. Часть этих команд дублируется кнопками кнопочной панели (рис. 4).

Техпроцесс на изделие (деталь) создается 2 путями:

1. По команде Новый техпроцесс, или по команде всплывающего меню Новый техпроцесс, или по кнопке Создать новый техпроцесс главного меню программы проектирования ТП отображается следующий диалог (рис. 5)

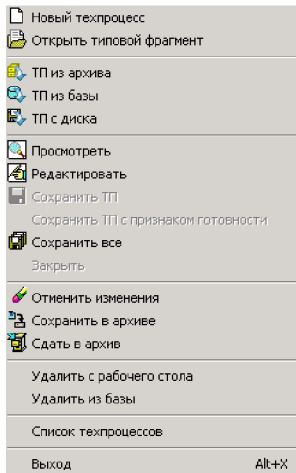


Рис. 4. Пункт меню "Файл"

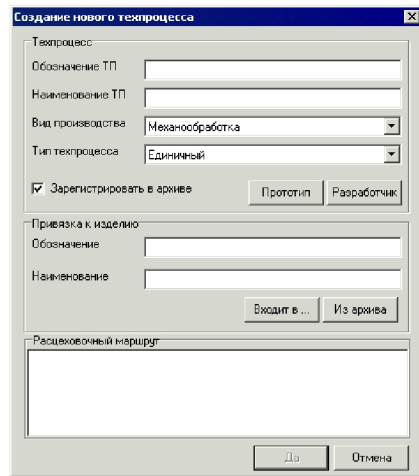


Рис. 5. Диалог создания ТП

2. На рабочий стол берется изделие (деталь) по команде всплывающего меню или кнопке Взять изделие в окне Изделия. По команде всплывающего меню или кнопке Создать ТП отображается следующий диалог (рис. 6).

При добавлении первой операции на дереве маршрута обработки должна быть корневая папка дерева. Затем воспользуйтесь кноп

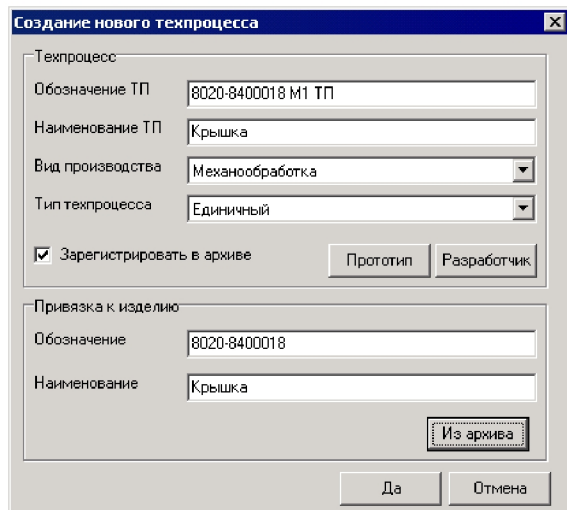


Рис. 6. Диалог создания нового ТП

кой “Операция” главной кнопочной панели или командой главного меню Проектирование / Операция / Добавить после чего появится диалог выбора операций (рис. 7, 8).

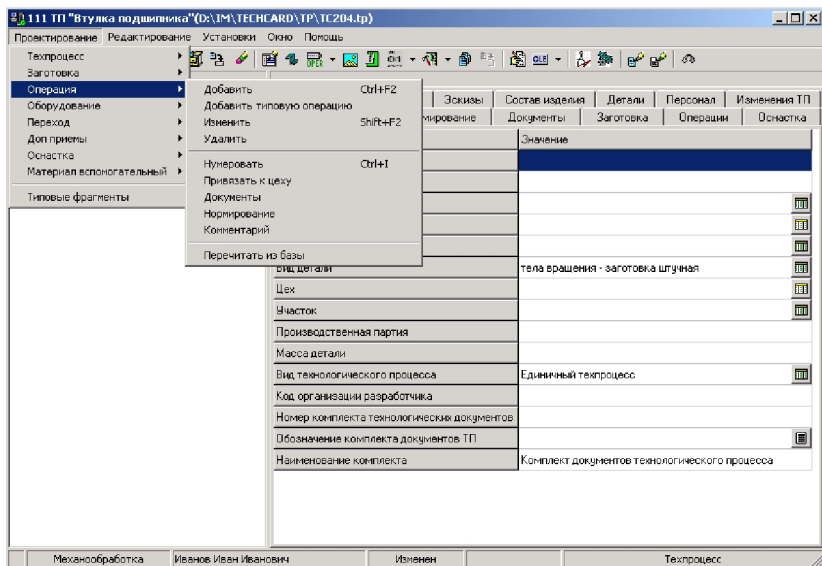


Рис. 7. Всплывающее меню для выбора операций

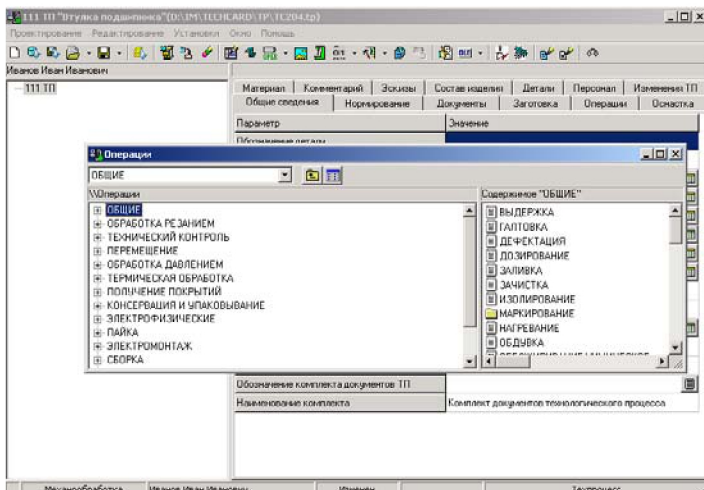


Рис. 8. Диалог выбора операций

Для того чтобы выбрать требуемую операцию, необходимо дважды щелкнуть по операции-листу (папке, не содержащей папок-потомков) левой кнопкой мыши. Если операция добавляется в конец техпроцесса, то ей назначается номер, получаемый суммированием номера предыдущей операции и шага номеров операций. Если операция вставляется между другими операциями, то ей назначается номер предыдущей операции, увеличенный на единицу.

В результате дерево маршрута будет выглядеть следующим образом:

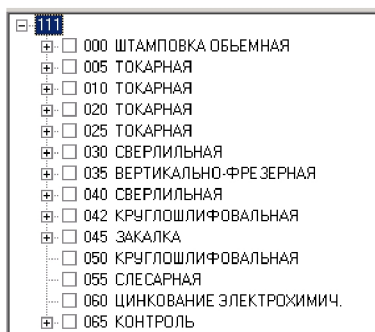


Рис. 9. Пример дерева маршрута

Для изменения номеров одной или сразу нескольких операций следует воспользоваться командой меню:

Проектирование/Операция/Нумеровать или соответствующей командой всплывающего меню страницы "Операция".

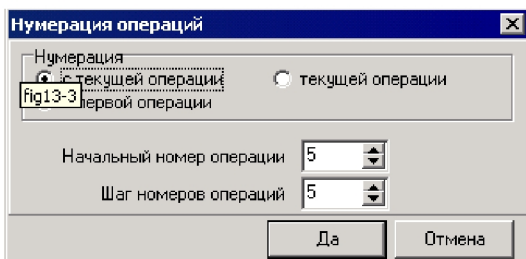


Рис.10. Диалог нумерации операций

В диалоге можно указать, как именно производить нумерацию: только текущей операции, всех операций техпроцесса или начиная с текущей операции до конца техпроцесса. В поле "Начальный номер операции" указывается число, начиная с которого нужно производить нумерацию. В поле "Шаг номеров операций" указывается шаг, с которым нужно произвести нумерацию операций.

При выборе операции система заносит в поля рабочего окна "Цех" и "Участок" внутризаводской код цеха/участка, к которым привязана выбранная операция. Если операция не привязана к цеху/участку, то берется информация из общих сведений о детали. Замена цеха/участка производится по команде

Проектирование|Операция|Привязка к цеху главного меню или по команде "Привязка к цеху" всплывающего меню страницы "Операции".

Назначение оборудования выполняется по команде Проектирование| Оборудование|Добавить. После чего будет предложен каталог оборудования

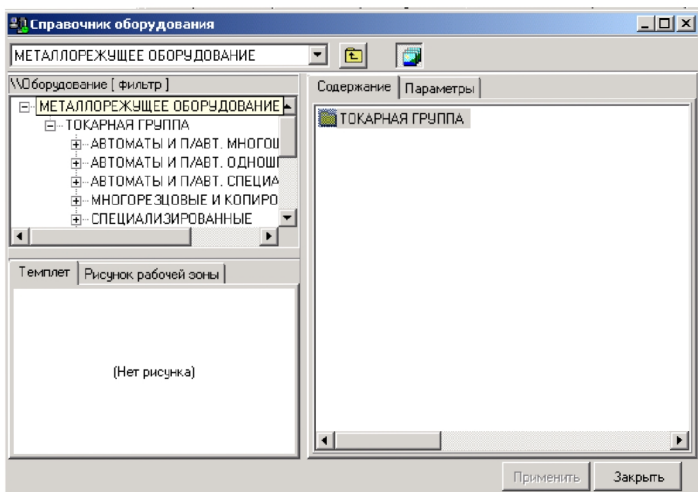


Рис. 11. Диалог выбора оборудования

Выбор оборудования производится путем указания соответствующей папки каталога оборудования. Если при настройке каталога оборудования было указано, что выбор оборудования производится по инвентарным номерам, то дополнительно должен быть выбран инвентарный номер оборудования на странице "Параметры".

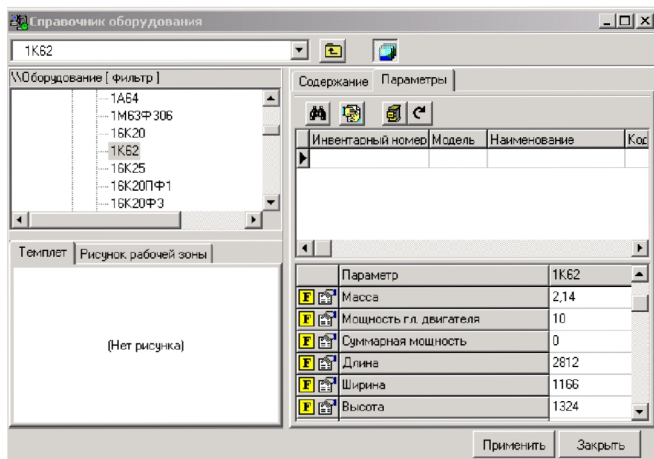


Рис. 12. Страница "Параметры" в диалог выбора оборудования

Подтверждение выбора производится по двойному нажатию левой кнопки мыши на нужном объекте или при нажатии кнопки "Применить", при этом окно выбора остается в активном состоянии, давая возможность не тратить время на повторное открытие при последующих выборах оборудования.

Заменить или удалить информацию по оборудованию можно при помощи соответствующих команд всплывающего меню страницы "Оборудование" или команд главного меню.

Далее на каждую операцию нужно назначить переходы.

Для добавления нового перехода необходимо установить курсор на дереве маршрута обработки на переход, после которого требуется добавить новый переход (при добавлении первого перехода в операцию текущей папкой на дереве должна быть папка операции).

Команды для работы с переходами содержит пункт главного меню Проектирование|Переход. Кроме того, можно воспользоваться кнопкой "Переход" (кнопочная панель редактора ТП), которая позволяет вызвать окно каталога для выбора переходов.

Информация о том, какие переходы допустимы для операции, определяется привязками переходы-операции, поэтому после указания команды Проектирование|Переход|Добавить, будет предложен каталог переходов, которые могут быть задействованы на текущей операции (при отсутствии привязок отображается все дерево переходов).

Для выбора перехода необходимо дважды щелкнуть по переходу-листу (папке, не содержащей других папок) левой кнопкой мыши, при этом окно выбора останется в активном состоянии, давая возможность не тратить время на повторное открытие при последующих выборах переходов.

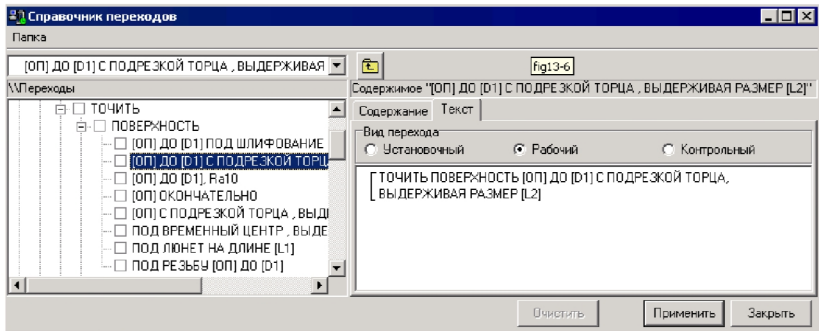
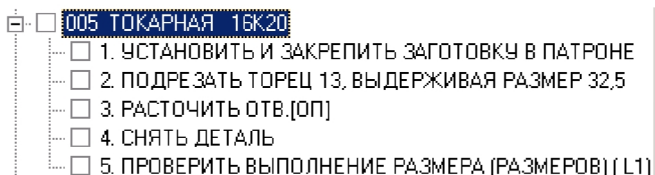


Рис. 13. Диалог выбора переходов

Например,



Далее на каждый из переходов необходимо назначить инструмент.

Оснастка на операцию назначается, меняется и удаляется на странице "Оснастка" с помощью соответствующих групп команд всплывающего меню Добавить, Заменить, Удалить.

Для создания эскизов используется AutoCAD R14 или R2000 в сочетании с системой CADMECH-T.

Следующий этап - необходимо создать операционные эскизы.

Существует возможность не создавать эскизы к операциям при помощи CADMECH-T (на базе ACAD), а использовать в качестве эскиза различные графические объекты и выводить их на бланке документа. Для этого существует понятие OLE с наименованием "Операционный эскиз OLE", типом "OLE-контейнер", типом записи ТП "Операции" и признаком "Исп. в бланках". Для того, чтобы эскиз появился на бланке, необходимо в редакторе бланков на поле рисунка "Кадр (редактирование)" указать признак "OLE-контейнер", идентификатор "OLE", имя - "операционный эскиз OLE".

Для выбора рисунка и привязки его к операции необходимо выполнить следующие действия: установить курсор на нужную операцию, нажать кнопку "OLE" кнопочной панели, в появившемся окне по правой кнопке мыши вызвать всплывающее меню, указать команду Добавить и выбрать графический объект.

Информация об объекте будет сохранена в файле техпроцесса/БД ТП.

После того, как все необходимые операции, переходы, оснастка введены и созданы эскизы, требуется получить выходные документы, просмотреть их по отдельности или в комплекте и отправить на печать.

Документы на операцию назначаются на странице "Документы", когда курсор на дереве маршрута обработки установлен на операцию или корневую папку. В последнем случае назначается набор документов на деталь (изделие). Документы, которые нужно сгенерировать, назначаются в список по команде всплывающего меню Добавить.

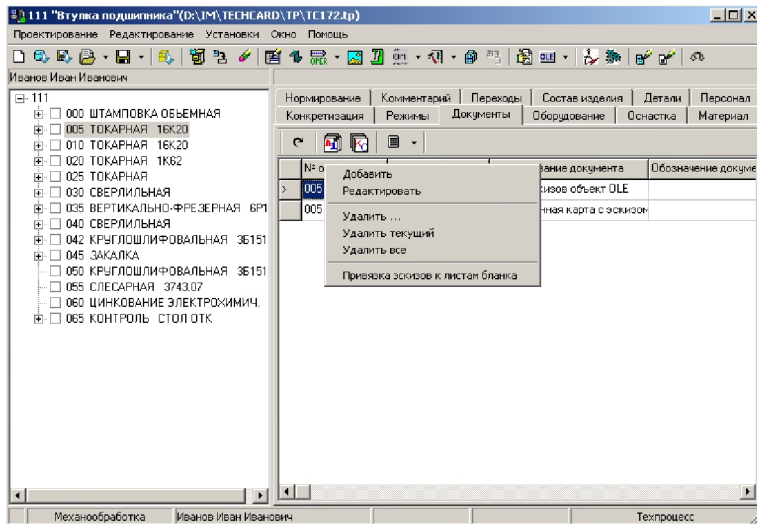


Рис. 14. Всплывающее меню при выборе документов.

В результате полученные выходные документы просмотрите по отдельности или в комплекте и отправьте на печать.

Выходными документами являются титульный лист, маршрутная карта, операционная карта, карта эскизов, ведомость технологической документации, ведомость оснастки.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОБЩЕНИЯМ И ОЦЕНКАМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ

В выводах по работе необходимо проанализировать достоинства и недостатки автоматизированной подготовки технологической документации.

5. ОБОРУДОВАНИЕ

Персональная ЭВМ в составе локальной вычислительной сети с установленной на ней системой TECHCARD.

6. ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по охране труда и правилам поведения при работе с компьютерной техникой. Работа может выполняться только в присутствии преподавателя. Студентам запрещается приносить и пользоваться дискетами и компакт-дисками без разрешения преподавателя.

Строго запрещается использовать компьютеры в целях, которые не предусмотрены данной лабораторной работой.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие системы используются при автоматизированной подготовке технологической документации?
2. Какие основные задачи систем автоматизированной подготовки технологической документации?
3. В каком виде хранится технологическая информация в системах САПР?
4. Каковы основные достоинства систем автоматизированной подготовки технологической документации? Каким образом можно создать новый технологический процесс?
5. Как создать ТП, частью которого является типовой или групповой ТП?

6. Как взять деталь из архива и создать для нее ТП?
7. Как сохранить в архиве и на жестком диске ТП, взятый из архива?
8. Как добавить или удалить операцию ТП?
9. Каков механизм и положительные стороны использования фильтрации выводимых в окнах «Изделие» и «Документация на изделие» файлов?
10. Как назначить и отредактировать переходы?
11. Как просмотреть данные по оборудованию, на котором выполняется обработка заготовки?
12. Каким образом осуществляется нормирование времени на операции?
13. Как добавить к операции эскиз ОЛЕ, как его отредактировать или создать?

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать следующую информацию:

- титульный лист;
- цель работы;
- задачи работы;
- конфигурация оборудования;
- данные по работе: технологический маршрут механической обработки с указанием моделей оборудования, перечень средств технологического оснащения;
- результаты формирования документации: объём и состав сгенерированной документации;
- выводы по работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компьютерные технологии в науке, технике и образовании: Учеб. пособие / Под общ. ред. А.И. Промптова. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000. – 396 с.

2. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении / Р. А. Аллик, В. И. Бородянский, А. Г. Бурин и др.; Под общ.

ред. Р. А. Аллика. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 319 с.: ил.

3. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учеб. для вузов по спец. "Технология машиностроения", "Металлорежущие станки и инструменты"/С. Н. Корчак, А. А. Кошин, А. Г. Ракович, Б. И. Сеницын; Под общ. ред. С. Н. Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.: ил.

4. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.

Учебное издание

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

Курсовое проектирование

Составители: *Казандаев Владимир Васильевич,
Мещеряков Александр Викторович,
Смелов Виталий Геннадьевич и др.*

Технический редактор *В. Н. Матвеев*
Редакторская обработка *А. А. Нечитайло*
Корректорская обработка *А. А. Нечитайло*
Доверстка *А. А. Нечитайло Т. К. Кренинина, О. Ю. Дьяченко*

Подписано в печать 29.11.06. Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная
Усл. печ. л. 9,3. Усл. кр.-отт. 9,42. Печ. л. 10,0
Тираж 50 экз. Заказ ИП-33/2006

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086, Самара, Московское шоссе, 34

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34