

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА"**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Методические указания к курсовой работе

САМАРА 2006 г.

Составители: *Шулепов А.П., А.В. Мещеряков*

УДК 621.753.4

Проектирование технологической оснастки: Метод. указания к курсовой работе / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. *А.П. Шулепов, А.В. Мещеряков*. Самара, 2006. – 27 с.

В методических указаниях даны рекомендации по содержанию, последовательности выполнения и трудоёмкости основных разделов курсовой работы по проектированию приспособлений. Даны методики разработки конструктивных схем специальных приспособлений, расчёта на точность, надёжности закрепления заготовок, экономической эффективности применения приспособлений.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов», изучающих курсы «Технология производства АД и ЭУ», «Технология машиностроения», «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении», «Инновационные производственные технологии в двигателестроении».

Методические указания разработаны на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

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

Рецензент:

Содержание

Введение.....	4
1. Объём и содержание курсовой работы	5
2. Выполнение разделов курсовой работы	6
2.1. Изучение исходных данных	6
2.2. Разработка вариантов конструктивных схем приспособления	8
2.3. Техничко-экономические расчёты при проектировании приспособлений.....	10
2.3.1 Расчёт приспособления на точность	10
2.3.2. Расчёт экономической эффективности применения приспособления.....	12
2.3.3. Расчёт надёжности закрепления заготовки	15
2.4. Разработка 3D-модели приспособления	18
2.5. Расчёт прочности деталей и узлов приспособления.....	19
2.6. Разработка и оформление сборочного чертежа приспособления	21
2.7. Выполнение рабочих чертежей на оригинальные детали	22
3. Оформление расчётно-пояснительной записки	22
Список литературы.....	25

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 позволяют 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 таблице 1.

Таблица 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 расчётно-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:

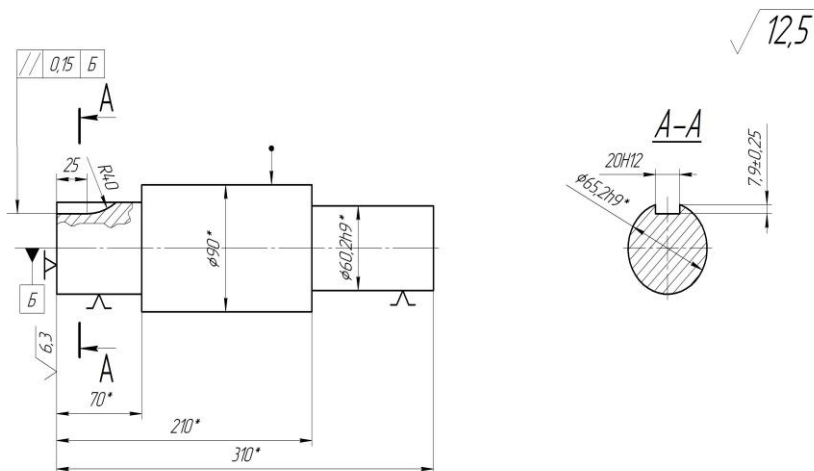
- рабочие чертежи детали и исходной заготовки;
- операционную карту с эскизом обрабатываемой заготовки в данной операции со схемой базирования и закрепления;
- операционные карты предшествующих операций, на которых обрабатывались базовые поверхности и поверхности, используемые для закрепления заготовки 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.).



- Т.Т.: 1. Смещение паза от номинального положения не более 0,2 мм.
 2. Перекас 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 $\phi 80$ мм, материал P6M5, $z=18$
Режимы обработки	$S=0,08$ мм/зуб; $n=250$ об/мин.
Годовая программа	1500 шт.
Исполнитель	Фрезеровщик 4-го разряда

Рис. 1. Исходные данные

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.

После изучения и анализа исходных данных, разрабатывается техническое задание на проектирование специального приспособления (Таблица 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 T-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 рисунках 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 таблице 3 приведен пример применения метода экспертных оценок для приспособлений приведённых на рисунках 2, 3.

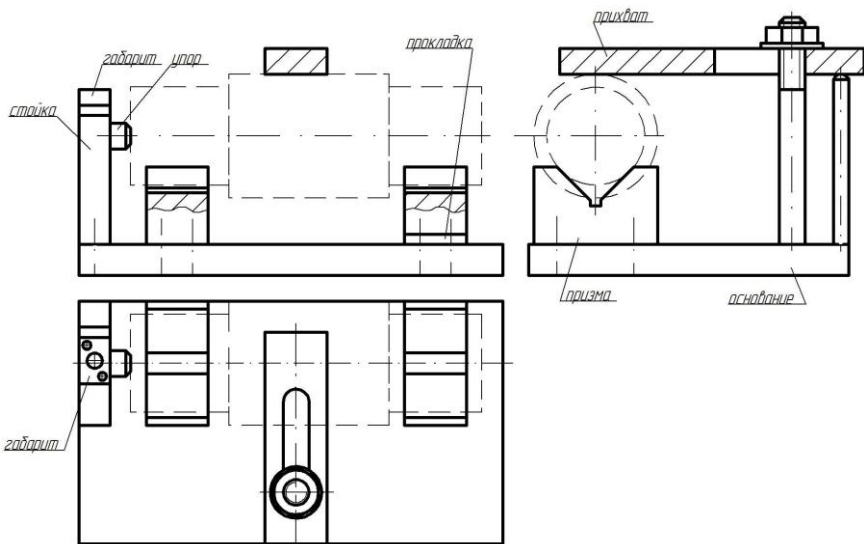


Рис. 2. Приспособление с ручным зажимом

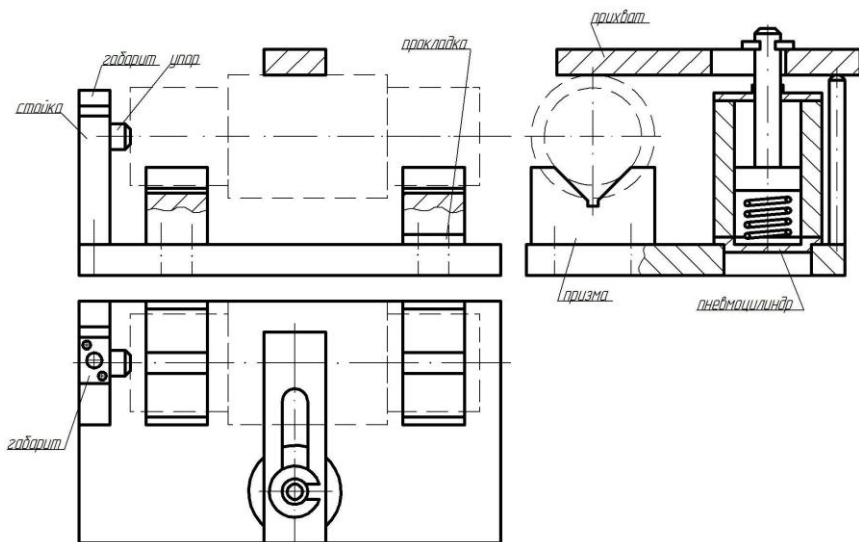


Рис. 3. Приспособление с механизированным зажимом

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. Трудоёмкость эксплуатации	6	0,17	7/1,19	5/0,85
6. Трудоёмкость проектирования	3	0,08	7/0,56	5/0,4
Комплексный показатель качества Q_i			5,4	5,6

Как видно из таблицы 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. Техничко-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:

$$\omega = \omega_0 + \omega_y \leq T, \quad (1)$$

где ω_0 - погрешность, связанная с методом обработки;

ω_y - погрешность, связанная с установкой.

Из уравнения (1) получим $\omega_y \leq T - \omega_0$, 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 $\omega_б$, погрешности закрепления $\omega_з$ и погрешности изготовления и износа приспособления $\omega_{пр}$. [1]:

$$\omega_y = 1,2 \sqrt{\omega_б^2 + \omega_з^2 + \omega_{пр}^2}.$$

Погрешность базирования $\omega_б$ включает в себя погрешность установки заготовки $\omega_{у.з.}$ и погрешность от не совмещения баз $\omega_{н.б.}$:

$$\omega_б = \omega_{у.з.} + \omega_{н.б.}$$

Погрешность изготовления и износа приспособления определяется по формуле :

$$\omega_{пр.} = \omega_{изг.} + \sqrt{3\omega_{и}^2 + \omega_{у.пр.}^2},$$

где $\omega_{изг.}$ - погрешность изготовления приспособления;

$\omega_{и}$ - погрешность, связанная с износом установочных элементов;

$\omega_{у.пр.}$ - погрешность установки приспособления на станке.

Составляющая $\omega_{изг.}$ характеризует неточность положения установочных и направляющих элементов приспособления. Погрешность изготовления может включать в себя несколько составляющих звеньев и определяется исходя из анализа конструктивной схемы приспособления.

Составляющая $\omega_{\text{н}}$ 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 $\omega_{\text{у.пр.}}$ 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 $\omega_{\text{у.пр.}}$ обычно не превышает 0,02 ... 0,05 мм. В некоторых приспособлениях, например кондукторах, $\omega_{\text{у.пр.}} = 0$, 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_0 . Эта погрешность зависит от метода обработки заготовки и на неё влияет большое количество производственных погрешностей. В курсовой работе величина ω_0 выбирается по нормативным данным [5].

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

- определяется значение ω_0 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 $\omega_{\text{у.р.}}$;
- расчётная величина $\omega_{\text{у.р.}}$ сопоставляется с допустимой погрешности установки ($\omega_{\text{у.д.}} \leq T - \omega_0$); если $\omega_{\text{у.р.}} \geq \omega_{\text{у.д.}}$, необходимо уменьшить составляющие погрешности и снова определить $\omega_{\text{у.р.}}$; если $\omega_{\text{у.р.}} \leq \omega_{\text{у.д.}}$, 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 состоят 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 \mathcal{E}_r больше годовых затрат по использованию приспособления с учётом расходов на эксплуатацию и ремонт $\mathcal{Z}_{\text{пр.год}}$:

$$\mathcal{E}_r \geq \mathcal{Z}_{\text{пр.год}}$$

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

$$\mathcal{E}_r = C_{\text{тех.год1}} - C_{\text{тех.год2}},$$

где $C_{\text{тех.год1}}$, $C_{\text{тех.год2}}$ - 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/:

$$C_{\text{тех.год}} = C_{\text{ч.т.}} \cdot t_{\text{шт.-к}} \cdot N \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \mathcal{Z}_{\text{пр.год}}$$

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

$t_{\text{шт.-к}}$ - 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 /6/:

$$\mathcal{Z}_{\text{пр.год}} = C_{\text{пр.}} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

где $C_{пр.}$ – 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/:

$$C_{пр.} = C_{у.д.} D_{пр.} K_{сл.} ?$$

где $C_{у.д.}$ - стоимость одной условной детали приспособления;

$D_{пр.}$ - 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, входящих в состав приспособления. Значения этих показателей приведены в таблице 2.

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:

$$N_{кр.} = \frac{3_{пр.год1} - 3_{пр.год2}}{\frac{C_{ч.г.}}{60} (t_{шт.-к1} - t_{шт.-к2}) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)}$$

Таблица 2

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, повернуться 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

щие 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 поверхностями 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 надёжности 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:

$$Q = K_3 \cdot P_{\text{рез.}} ;$$

$$M_{\text{зак.}} = K_3 \cdot M_{\text{рез.}} ,$$

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

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

Пример. Определить усилие закрепления при фрезеровании паза (рис. 3). 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 .

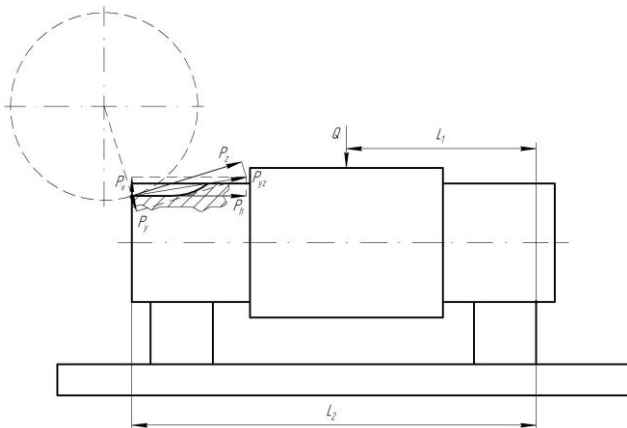


Рис. 3. Схема сил, действующих на заготовку

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. 4). Рассматривая проекции всех трех сил на вертикальную ось, получаем:

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

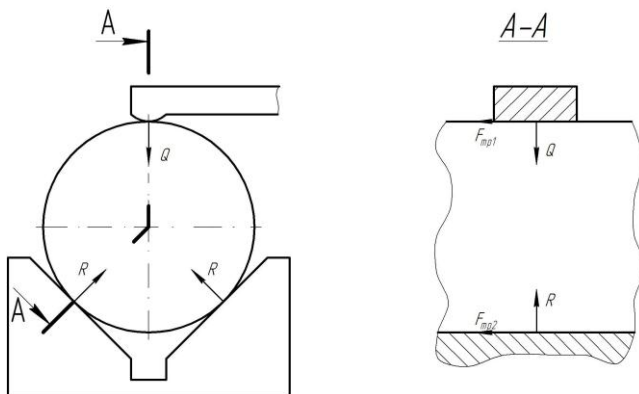


Рис. 4. Распределение сил на призме

Действию силы P_h , стремящейся сдвинуть заготовку в осевом направлении, противодействуют силы трения в месте контакта заготовки с при-

хватом $F_{тр.1} = f Q$ и в месте контакта заготовки с призмами $F_{тр.2} = f R = 0,354 f Q$. Уравнение надёжности закрепления запишется в виде:

$$F Q + 4 \cdot 0,354 f Q = K_3 P_h, \text{ откуда}$$

$$Q = \frac{K_3 P_h}{2,414f}$$

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 $M_Q = Q L_1$, тогда условие надёжности закрепления запишется в виде:

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

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 3-D модели конструкции приспособления

Разработка 3-D 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 3-D модели студент должен предусмотреть возможность динамической сборки приспособления. В пояснительной записке необходимо представить последовательность создания моделей отдельных деталей и приспособления в целом. На рисунке 5 показана 3-D модель приспособления для фрезерования паза.

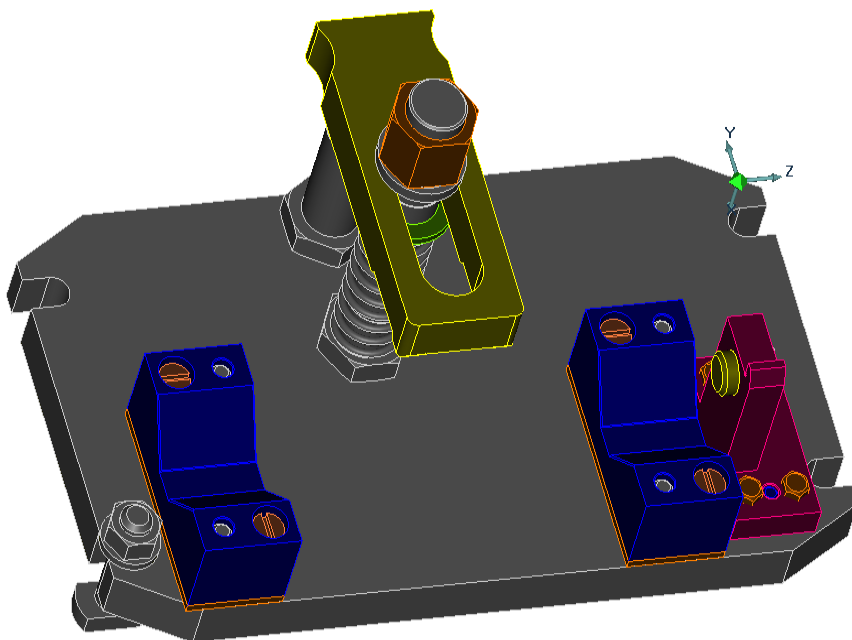


Рис. 5. 3-D модель приспособления

2.5. Расчёт прочности деталей и узлов приспособления

Расчёты на прочность деталей приспособления необходимы при обработке заготовок со значительными усилиями резания, при разработке ме-

ханизированных 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 рисунках 6, 7 приведены примеры представления результатов расчёта напряжений и перемещений, возникающих в прихвате приспособления, показанного на рис. 5, под действием усилия развиваемого гайкой прихвата.

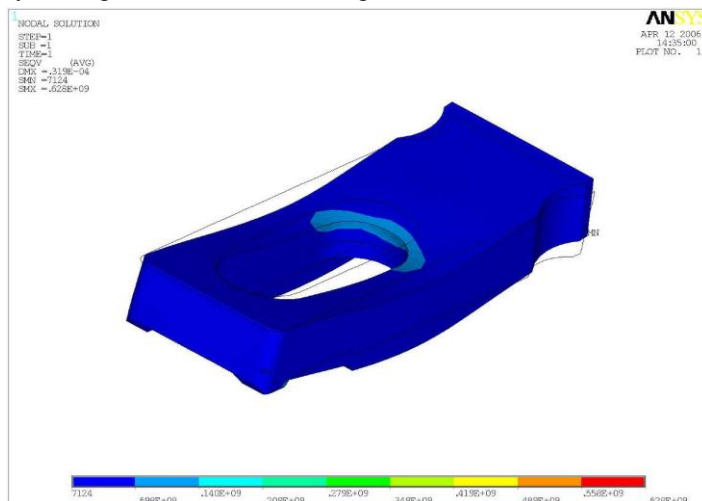


Рис. 6. Напряжения в прихвате

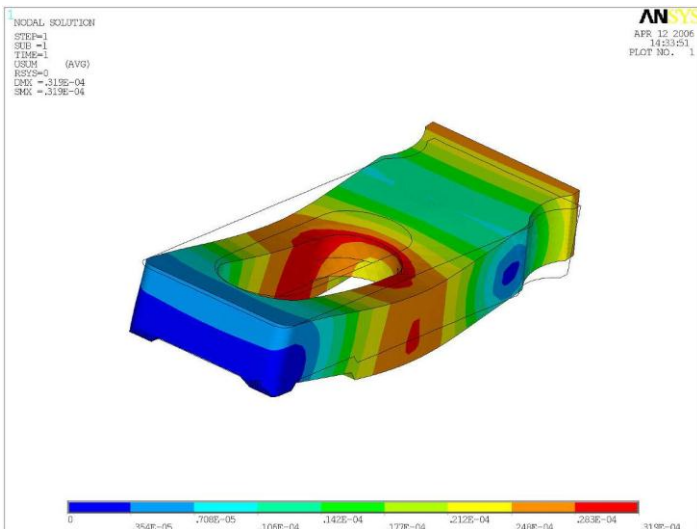


Рис. 7. Перемещения в прихвате.

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 приспособления. 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 3-D 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).

Список литературы

1. Шулепов А.П., Шманёв В.А., Шитарев И.Л. Проектирование технологической оснастки: Учебник. Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1996.- 332с.
2. Проектирование схем технологических наладок на операции механической обработки резанием: Уч. Пособие /Е.И. Федин, В.П. Кузнецов, А.С. Ямщиков.-Тула: Изд. ТулГУ, 2003.-116с.
3. Станочные приспособления для станков с ЧПУ: Уч. Пособие В.Ф. Безъязычный и др. / Под. общ. ред. В.Ф. Безъязычного.- М.: Машиностроение, Рыбинск.- Ч1, 2000.-147с.
4. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х 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-х 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.

Учебное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Методические указания

Составители: Шулепов Александр Павлович,
Мещеряков Александр Викторович

Самарский государственный аэрокосмический
университет им. академика С.П. Королева
443086 Самара, Московское шоссе, 34