

Н.М. ПРИС
А.Г. СХИРТЛАДЗЕ
В.П. ПУЧКОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА:

аналитические расчеты при проектировании

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Допущено
Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области
автоматизированного машиностроения (УМО АМ)
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»,
«Автоматизация технологических процессов и производств»*

Москва
КУРС
2019

УДК 621(075.8)
ББК 30.605я73
П77

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
----------------	---

Рецензенты:

Завалишин Ю.К., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии специального машиностроения Саровского государственного физико-технического института;

Тимофеев В.В., главный технолог АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»

Прис Н.М.,
П77 Технологическая оснастка: аналитические расчеты при проектировании : учеб. пособие / Н.М. Прис, А.Г. Схиртладзе, В.П. Пучков. — М.: КУРС, 2019. — 144 с.

ISBN 978-5-907064-27-0 (КУРС)

Учебное пособие содержит материалы, необходимые для проектирования технологической оснастки (основные решаемые задачи и расчеты, выполняемые при проектировании, экономические основы применения станочных приспособлений и т.п.). При этом каждый раздел включает краткую теоретическую часть, примеры решения типовых задач, наборы задач для самостоятельного решения, контрольные вопросы для самоподготовки.

Представлена методика выполнения курсового проекта по проектированию технологической оснастки и справочный материал, необходимый в учебной практике студентов вузов и профессиональной деятельности инженеров-технологов.

УДК 621(075.8)
ББК 30.605я73



ISBN 978-5-907064-27-0 (КУРС)

© Прис Н.М., Схиртладзе А.Г.,
Пучков В.П., 2018
© КУРС, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
1. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.....	8
Практическая работа № 1. <i>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....</i>	10
Практическая работа № 2. <i>РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ И РАСЧЕТ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ЭТОМ ПОГРЕШНОСТЕЙ.....</i>	21
Практическая работа № 3. <i>РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И МЕХАНИЗМОВ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....</i>	32
2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ.....	49
2.1 Задание на проектирование.....	
2.2 Содержание основных разделов пояснительной записки.....	50
2.2.1 Введение.....	50
2.2.2 Анализ исходных данных.....	50
2.2.3 Проектная часть.....	53
2.2.4 Конструкторская часть.....	94
2.2.5 Заключение.....	102
2.3 Требования к оформлению пояснительной записки и графического материала.....	103
2.3.1 Требования к пояснительной записке.....	103
2.3.2 Требования к оформлению чертежей.....	116
Библиографический список.....	121
Приложение 1. Задание на курсовой проект по дисциплине «Технологическая оснастка».....	123
Приложение 2. Примерное содержание пояснительной записки	124
Приложение 3. Характеристики станочных приспособлений	125
Приложение 4. Расчетные схемы	126
Приложение 5. Исходные данные к расчету коэффициента запаса надежности закрепления	128

Приложение 6. Погрешность установки	130
Приложение 7. Нормы жесткости станков	135
Приложение 8. Нормы точности станков	136
Приложение 9. Относительный износ инструментов	136
Приложение 10. Значение коэффициента и показателей степени в формуле силы резания	137
Приложение 11. Погрешности измерения	137
Приложение 12. Материалы для деталей станочных приспособлений	138
Приложение 13. Бланк на обложку пояснительной записки курсового проекта	140
Приложение 14. Титульный лист пояснительной записки	141
Приложение 15. Оформление иллюстраций и таблиц	142
Приложение 16. Формы основных надписей на текстовой и графической документации	143
Приложение 17. Расположение основных надписей на чертежах	144
Приложение 18. Эскиз технологической операции	145
Приложение 19. Оформление технологических схем сборки	146

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проектирование и производство технологической оснастки относится к технологической подготовке производства. Технологическая подготовка машиностроительного производства определяет его состояние и развитие.

В понятие технологическая оснастка входят все вспомогательные устройства и инструмент (режущий, мерительный, слесарный и пр.). Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства, используемые на операциях механической обработки заготовок, контроля заготовок и деталей машин, сборки деталей в узлы и механизмы. При этом приспособления являются наиболее сложной, трудоемкой и дорогостоящей частью технологической оснастки, определяющей производительность, точность и качество обработки заготовок деталей машин.

Непрерывное совершенствование современных машин, механизмов, повышение требований к их качеству, точности и надежности, повышение эффективности производства обуславливают рост потребности в различных приспособлениях и необходимость повышения их качества и эффективности. Однако рост числа приспособлений и другой технологической оснастки неизбежно вызывает значительное увеличение затрат. Поэтому весьма актуальной становится задача повышения эффективности использования приспособлений, что требует от технологической науки и практики создания конструкций и систем приспособлений, совершенных с точки зрения простоты их изготовления, сборки и эксплуатации, обеспечивающих неуклонное сокращение сроков подготовки производства. а также разработки новых методов проектирования и расчета [11].

Лекционные курсы по проектированию технологического оснащения сопровождаются практикумом, который способствует лучшему усвоению студентами теоретического материала и закреплению теоретических знаний.

Практические работы охватывают важнейшие разделы дисциплины:

экономические основы применения средств технологического оснащения, выбор схем базирования и расчет точности установки заготовок деталей машин на технологических операциях, определение необходимых и достаточных сил зажима заготовки в приспособлениях различного типа.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практические занятия по технологической оснастке носят расчетный характер и имеют целью привить студентам навыки выполнения проектных расчетов. Выполнению каждой практической работы должно предшествовать изучение теоретического материала на лекциях, а также в рамках СРС (самостоятельной работы студентов).

Приобретенные студентами навыки в проектной и конструкторской деятельности используются в дальнейшем при курсовом проектировании, выполнении ВКР (выпускной квалификационной работы), а также в производственной деятельности.

На первом занятии в каждом семестре преподаватель знакомит студентов с календарно-тематическим планом выполнения практических работ, общей методикой их выполнения и зачета. Задания для самостоятельной работы индивидуальны и выполняются в соответствии с вариантом, выдаваемым преподавателем.

Порядок выполнения практических работ

Выполнение каждой практической работы рассчитано на четыре академических часа.

В начале занятия преподаватель в течение 15–20 минут проводит теоретический опрос студентов. Перечень контрольных вопросов приводится в конце каждой практической работы.

Студент, ответивший правильно на три вопроса и более, получает допуск к выполнению практической работы, а преподаватель ставит в журнал оценку за ответ. Студенты, ответившие правильно на два вопроса и менее, к выполнению практической работы не допускаются или допускаются условно, т.е. ко времени сдачи зачета по работе они обязаны разобраться в пропущенных вопросах.

Каждый студент оформляет отчет индивидуально. Эскизы и рисунки аккуратно выполняются карандашом. В отчете указывается цель работы, задание, исходные данные, выполненные в соответствии с заданием расчеты и **обязательно - выводы**. Выводы по работе должны содержать анализ полученных результатов и принятых в ходе их выполнения решений.

Требования к зачету

Для сдачи зачета студенту необходимо:

- иметь аккуратно оформленный отчет по практической работе с подписью и указанием даты выполнения работы;
- знать теоретические основы раздела дисциплины, по которой проводится практическое занятие;
- понимать практический смысл используемых расчетных зависимостей;
- уметь анализировать полученные результаты и делать выводы по выполненной работе.

СТУДЕНТЫ, НЕ СДАВШИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩУЮ ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ, К ВЫПОЛНЕНИЮ СЛЕДУЮЩЕЙ РАБОТЫ НЕ ДОПУСКАЮТСЯ!

Практическая работа 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ*

Цель работы:

- изучение способов определения ориентировочной и годовой стоимости приспособления;
- овладение методикой оценки экономической эффективности применения станочных приспособлений различного типа в конкретных условиях.

Задание

1. Ознакомиться с методикой оценки экономической целесообразности применения приспособлений.
2. Рассмотреть примеры расчета экономической эффективности применения приспособлений различного типа.
3. Используя исходные данные своего варианта, решить задачи № 1, 2, 3 и проанализировать полученные результаты.

Форма отчета

Отчет, аккуратно оформленный в тетради, должен содержать название работы, задание, выполненные расчеты и ***анализ полученных результатов***.

Проектирование технологической оснастки – один из важнейших этапов разработки технологических процессов изготовления деталей машин. Для процесса проектирования характерна многовариантность возможных решений. От того, насколько грамотно приняты инженерные решения в ходе проектирования, зависит экономическая эффективность технологического процесса в целом

Таким образом, при конструировании специального приспособления необходимо обосновывать экономическую целесообразность его изготовления и эксплуатации. В расчетах на рентабельность обычно сопоставляют различные

* приводимые и используемые в расчетах сведения по стоимости станочных приспособлений носят условный характер

конструктивные варианты приспособления для выполнения одной и той же технологической операции.

Экономический эффект от применения приспособлений определяется путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления деталей, то есть за счет сокращения затрат на заработную плату рабочих-станочников, цеховых накладных расходов.

Как было отмечено, применение приспособления экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения больше годовых затрат, связанных с его эксплуатацией. Экономическая эффективность применения любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, то есть срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости изготавливаемых деталей. Методы расчетов экономической эффективности применения приспособлений постоянно совершенствуются и конкретизируются в соответствии с совершенствованием существующих типов приспособлений и внедрением новых. Далее рассматривается один из методов [1, 2].

Ориентировочная стоимость (руб.) специального приспособления может быть определена по формуле:

$$C_{\text{пр}} = K D', \quad (1.1)$$

где K - средняя (условная) стоимость одной детали приспособления, руб. Для простых приспособлений можно принять $K=6$ руб., для сложных $K=9$ руб.; D' - количество деталей в приспособлении, шт. Ориентировочная стоимость определяется также по табл. 1.1 и рис. 1.1.

Годовая стоимость (руб.) приспособления:

$$C_{\text{пр.год}} = C_{\text{пр}} (1/A + q/100), \quad (1.2)$$

где A – срок амортизации приспособления. Для простых приспособлений $A=1$ год, для приспособлений средней сложности $A=2$ года, для сложных $A=4...5$ лет, q – расходы на эксплуатацию приспособления берут равными 20 процентов от его стоимости.

Таблица 1.1

Ориентировочная стоимость приспособления

Группа сложности приспособления	1	2	3	4	5	6
Количество наименований деталей в приспособлении	<5	3-15	10-20	20-40	35-55	>55
Стоимость приспособления, руб.	<17	20-90	90-190	250-440	600-1000	>1240
Срок амортизации, годы	1	2	3	4	5	6

При технико-экономических расчетах, считая, что расходы на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для рассматриваемых вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления. Следовательно, элементы себестоимости обработки, зависящие от конструкции приспособления, для сравниваемых вариантов I и II при использовании нового (модернизированного) (технологическая себестоимость $C_{\text{техII}}$) и старого (технологическая себестоимость $C_{\text{техI}}$) приспособлений определяют по формулам:

$$C_{\text{техI}} = C_{\text{ТМИ}} t_{\text{шпI}} P(1 + H/100) + C_{\text{прI}}(1/A_I + q/100); \quad (1.3)$$

$$C_{\text{техII}} = C_{\text{ТМИI}} t_{\text{шпII}} P(1 + H/100) + C_{\text{прII}}(1/A_{II} + q/100), \quad (1.4)$$

где $C_{\text{ТМИ}}$, $C_{\text{ТМИI}}$ – тарифные минутные ставки в сопоставляемых вариантах, руб. (табл. 1.6); $t_{\text{шпI}}$, $t_{\text{шпII}}$ – штучное время на операцию, мин.; P – годовая программа выпуска изделий, шт.; H – накладные расходы, в процентах; $C_{\text{прI}}$, $C_{\text{прII}}$

– ориентировочная стоимость приспособления, руб.; A_I , A_{II} – сроки амортизации, год.

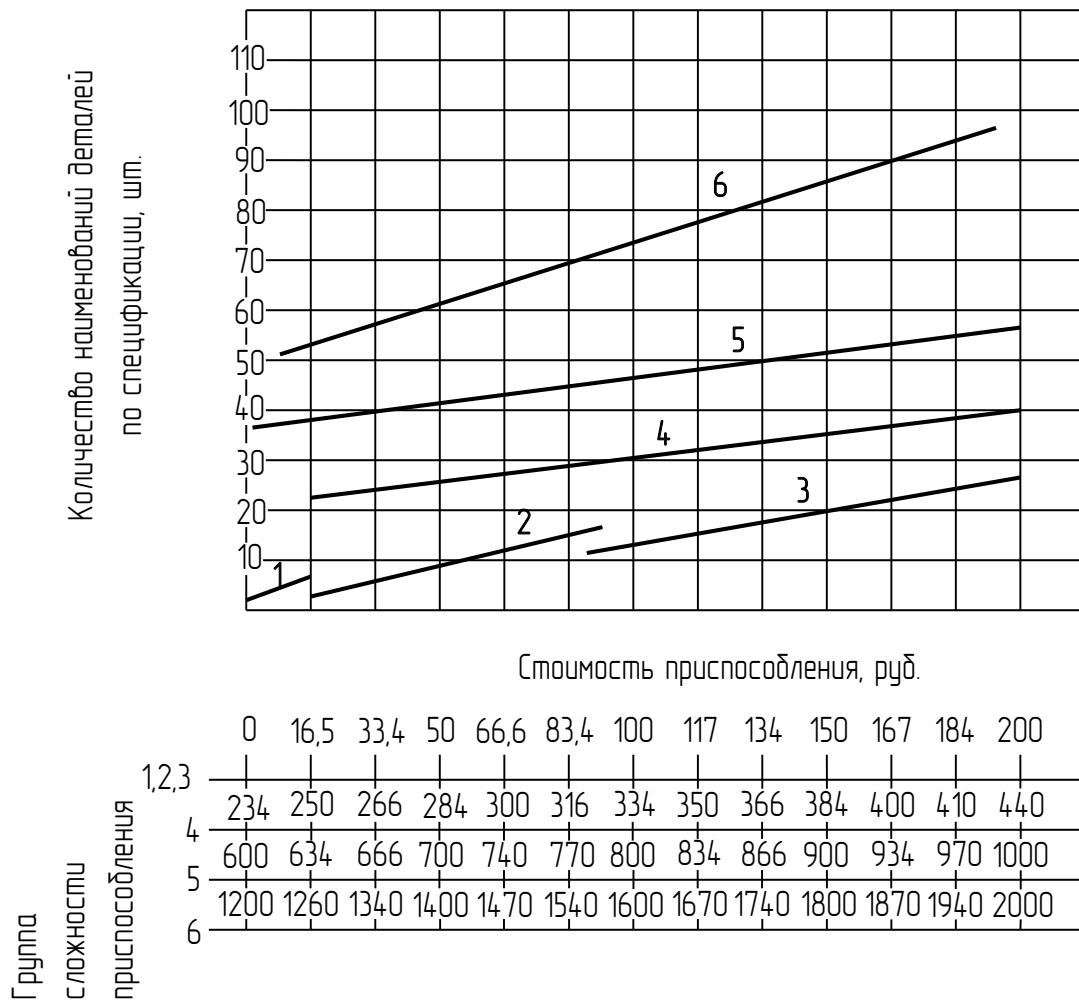


Рис. 1.1. Определение ориентировочной стоимости приспособления

Срок окупаемости (год) более дорогого приспособления:

$$T_{OK} = (C_{ПРІІ} - C_{ПРІ}) / (C_{ТЕХІ} - C_{ТЕХІІ}). \quad (1.5)$$

Срок окупаемости T_{OK} должен быть меньше, чем срок амортизации: $T_{OK} < A$.

Критическая годовая программа выпуска деталей (шт.), при котором оба сопоставляемых варианта в экономическом отношении равноценны, определяется по формуле:

$$P_{KP} = \frac{C_{ПРІІ}(1/A_{II} + q/100) - C_{ПРІ}(1/A_I + q/100)}{C_{ТМІ}t_{ШПІ} - C_{ТМІІ}t_{ШПІІ}}. \quad (1.6)$$

Если заданная годовая программа $P > P_{кр}$, то выгоднее применять более сложное приспособление (вариант II), и, наоборот, при $P < P_{кр}$ экономичнее применять приспособление по варианту I.

Применение станочного приспособления считается экономически выгодным, если экономия $\mathcal{E}_{год}$, руб. от применения приспособления больше годовых затрат на него, т.е. при выполнении условия:

$$\mathcal{E}_{год} > \mathcal{E}_{пр. год} \quad (1.7)$$

или

$$(t_{штI} C_{CCI} - t_{штII} C_{CII})P > C_{комп} K_{повт}, \quad (1.8)$$

где $t_{штI}, t_{штII}$ – штучное время на операцию до и после применения приспособления (например, УСП), мин.; C_{CCI}, C_{CII} – себестоимость одной станкоминуты со всеми начислениями и амортизацией, руб. (табл. 1.2); $C_{комп}$ – затраты на одну компоновку УСП, руб. (табл. 1.3); $K_{повт}$ – количество повторений партий в год.

Таблица 1.2

Себестоимость одной станкоминуты

Тип станка	Себестоимость одной станкоминуты по видам работ, руб.					
	Разряды					
	1	2	3	4	5	6
Токарные, фрезерные, шлифовальные	0,13	0,14	0,16	0,17	0,20	0,26
Сверлильные	0,11	0,12	0,13	0,15	0,18	0,22

Таблица 1.3

Затраты на компоновку УСП

Затраты на одну компоновку УСП, руб.	Группа сложности УСП			
	1	2	3	4
Полная компоновка	4,6	6,8	9,6	15
Неполная (без учета амортизации)	2,6	4,8	7,6	13

Сокращение норм времени на операцию после применения приспособлений и других мероприятий по совершенствованию технологии производства:

$$\Delta T = \frac{t_{\text{шт}} - t_{\text{шт}}'}{t_{\text{шт}}} 100\%. \quad (1.9)$$

Рост производительности труда (%) на рассматриваемой операции:

$$\Pi = (100\Delta T) / (100 - \Delta T). \quad (1.10)$$

Пример 1. Определить группу сложности приспособления, его ориентировочную стоимость, срок амортизации и годовую стоимость, если рассмотрение чертежа и его спецификации позволяет сделать следующее заключение: кондуктор средних размеров; общее количество деталей – 25; количество наименований деталей – 12.

Решение. Пользуясь табл. 1.1 и рис. 1.1, определяют группу сложности – 3.

Ориентировочная стоимость приспособления по табл. 1.1: $C'_{\text{пр}} = 190$ руб.

По формуле (1.1):

$$C_{\text{пр}} = KД' = 6 \times 25 = 150 \text{ руб.}$$

В среднем

$$C_{\text{пр}} = (190 + 150) / 2 = 170 \text{ руб.}$$

Годовая стоимость приспособления с учетом расходов на эксплуатацию ($q=20\%$) определяется по формуле (1.2):

$$C_{\text{пр.год}} = C_{\text{пр}} (1/A + q/100) = 170 (1/2 + 20/100) = 119 \text{ руб.}$$

Пример 2. При оснащении техпроцесса изготовления средней по трудоемкости и массе детали, выпускаемой в количестве 2800 шт. в год, были предложены два варианта приспособлений: I тип – с простым ручным зажимом, II тип – с пневмоприводом. Проработка этих предложений дала исходные данные, приведенные в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Результаты проработки предлагаемых вариантов приспособлений

Тип приспособления	Норма времени, мин.	Разряд работ	Ориентировочная группа сложности приспособления	Стоимость приспособления, руб.	Срок амортизации А, год
I	5,8	3	2	50	1,5
II	3,1	2	4	350	3

Накладные расходы цеха – 200%, годовые расходы на эксплуатацию приспособления – 20% от его себестоимости.

Определить экономически более выгодный вариант, срок окупаемости более дорогого приспособления и размер критической программы в целях разработки рекомендаций для выбора типа приспособлений при равном размере программы выпуска деталей.

Решение. Используя формулы (1.3) и (1.4), определяем годовую экономию от применения приспособлений по сравниваемым вариантам.

Годовая технологическая себестоимость приспособлений:

$$C_{\text{технII}} = \frac{1,1}{60} 3,1 \times 2800 \left(1 + \frac{200}{100} \right) + 350 \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100} \right) = 661,2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{технI}} = \frac{1,21}{60} 5,8 \times 2800 \left(1 + \frac{200}{100} \right) + 50 \left(\frac{1}{1,5} + \frac{20}{100} \right) = 1026,02 \text{ руб.}$$

Годовая экономия за счет применения разных приспособлений:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = C_{\text{технI}} - C_{\text{технII}} = 1026,02 - 661,2 = 364,8 \text{ руб.}$$

Экономически целесообразным следует считать применение более дорогого приспособления второго типа, дающего экономию в 364,8 руб. за счет снижения времени выполнения операции и возможности использовать рабочего более низкой квалификации.

Срок окупаемости более дорогого приспособления определяется по формуле (1.5):

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{прII}} - C_{\text{прI}}}{C_{\text{техI}} - C_{\text{техII}}} = \frac{350 - 50}{364,8} = 0,82 \text{ г.}$$

Такой срок окупаемости вполне удовлетворителен, так как срок амортизации этого приспособления принят 3 года и, следовательно, в течение периода, равного $(3 - 0,8) = 2,2$ года, применение приспособления будет давать прибыль.

Размер критической годовой программы определяется по формуле (1.6)

$$P_{\text{кр}} = \frac{C_{\text{прII}}(1/A_{\text{II}} + q/100) - C_{\text{прI}}(1/A_{\text{I}} + q/100)}{C_{\text{тмI}}t_{\text{штI}} - C_{\text{тмII}}t_{\text{штII}}} = \frac{350\left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right) - 50\left(\frac{1}{1,5} + \frac{20}{100}\right)}{\frac{1,21}{60}5,8 - \frac{1,1}{60}3,1} = 2367 \text{ шт.}$$

На основании размера критической программы устанавливаем, что при годовой программе выпуска менее 2367 шт., целесообразнее применять более простое и дешевое приспособление. Если же годовая программа более 2367 шт., целесообразнее применение более дорогого приспособления.

Пример 3. По старому технологическому процессу фрезерование ведется без приспособления. Операция выполняется рабочим 5-го разряда, и штучное время составляет $t_{\text{штI}} = 48$ мин. При использовании УСП группы сложности № 3 штучное время составит $t_{\text{штII}} = 8$ мин. и работу может выполнить рабочий 3-го разряда.

Годовая программа в 32 детали выполняется в четыре партии (по одной партии в квартал). Установить экономическую эффективность УСП.

Решение. Оценка экономической эффективности применения УСП производится решением неравенства (1.8):

$$(t_{\text{штI}} C_{\text{СИ}} - t_{\text{штII}} C_{\text{СИ}})P > C_{\text{комп}} K_{\text{повт}};$$

$$(48 \times 0,20 - 8 \times 0,16)32 > 9,6 \times 4,$$

или

$$266,24 > 38,4.$$

Из приведенного решения видно, что экономия по себестоимости выполняемой операции от применения УСП превышает годовые затраты на него и, следовательно, применение УСП экономически оправдано.

Задания для СРС

Задача №1. Определить годовую стоимость приспособления, если рассмотрение чертежа общего вида и спецификации дает следующие сведения (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Исходные данные к задаче № 1 для самостоятельных расчетов

№ варианта	Наименование приспособления	Количество наименований деталей	Общее количество деталей
1	Расточное приспособление	35	80
2	Приспособление для протягивания шпоночного паза	5	7
3	Оправка токарная центровая	11	18
4	Расточное приспособление для расточки отверстий по двум осям	50	110
5	Фрезерное делительное приспособление простое	14	23
6	Фрезерное приспособление средних размеров с пневмоприводом	60	130
7	Токарное приспособление типа специального патрона	15	35
8	Приспособление для протягивания отверстий самоустанавливающееся	14	20
9	Многошпиндельная сверлильная головка средних размеров и средней сложности	55	90
10	Кондуктор накладной простой	8	20

Задача №2. Разработать рекомендации для выбора типа приспособления, используя исходные данные, приведенные в табл. 1.5, 1.6. Стоимостью приспособления и сроком амортизации задаться в соответствии с группой сложности. Прочерки в данных о группе сложности приспособления в вариантах 3, 6, 8 и 10 означают, что работа выполняется без приспособлений.

Таблица 1.5

Исходные данные к задаче № 2 для самостоятельных расчетов

№ варианта	Группа сложности по типам		Разряд рабочего по типам		Время $t_{шт}$ или $t_{шк}$, мин по типам		Накладные расходы цеха, %	Годовая программа P , тыс.шт.
	I	II	I	II	I	II		
1	2	3	4	3	12,7	8,1	250	1,8
2	2	5	5	3	4,9	3,7	220	1,5
3	-	3	4	2	18,9	12,8	320	0,9
4	3	4	5	3	5,8	3,7	180	50
5	2	4	3	2	4,3	2,7	190	100
6	-	2	4	2	12,1	6,4	270	1,2
7	3	4	5	3	12,1	2,7	250	4,8
8	-	2	3	1	24,3	10,8	270	3
9	3	5	3	2	7,3	3,1	180	150
10	-	3	4	2	17,9	7,8	290	0,5

Таблица 1.6

Тарифные ставки (руб.) и тарифные коэффициенты, применяемые на авиационных предприятиях для рабочих станочников

Группа рабочих	Разряды					
	1	2	3	4	5	6
На работах с нормальными условиями труда						
Для сдельщиков: тарифные коэффициенты	1,0	1,087	1,202	1,330	1,497	1,714
часовые тарифные ставки	1,08	1,17	1,3	1,43	1,61	1,85
Для повременщиков: тарифные коэффициенты	1,0	1,089	1,205	1,332	1,499	1,716
часовые тарифные ставки	1,01	1,1	1,21	1,34	1,51	1,73
На работах с вредными условиями труда						
Для сдельщиков: тарифные коэффициенты	1,0	1,09	1,20	1,33	1,50	1,72
часовые тарифные ставки	1,13	1,23	1,36	1,51	1,7	1,94
Для повременщиков: тарифные коэффициенты	1,0	1,087	1,202	1,330	1,498	1,713
часовые тарифные ставки	1,06	1,15	1,27	1,41	1,59	1,82

Задача №3. Установить экономическую эффективность применения УСП на рассматриваемой операции и процент повышения производительности труда, используя исходные данные табл. 1.7.

Таблица 1.7

Исходные данные к задаче № 3 для самостоятельных расчетов

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{шт.Б}$, мин.	29	40	75	24	180	70	140	15	24	14
Разряд рабочего при работе без УСП	5	4	4	3	4	5	5	5	3	3
Группа сложности УСП	3	2	3	3	4	2	4	1	1	1
$t_{шт.П}$, мин.	19	15	27	17	60	45	65	4	10	8
Разряд рабочего при работе с УСП	3	3	2	2	3	4	4	4	3	2
P , шт.	40	25	18	45	12	60	22	36	17	20
$K_{повт.}$	2	1	2	1	2	3	1	4	12	6
Вид работ	сверление			точение			фрезерование			

Контрольные вопросы

1. Дать определение понятиям «технологическая оснастка», «станочное приспособление».
2. Служебное назначение приспособлений и задачи, решаемые с их помощью.
3. Привести полную классификацию приспособлений.
4. Что такое коэффициент технологической оснащенности?
5. Исходные данные для проектирования приспособлений.
6. Последовательность этапов проектирования специальных станочных приспособлений и их содержание.
7. Основные группы элементов приспособлений и их служебное назначение.
8. Существующие подходы к оценке экономической целесообразности применения приспособления.
9. Определение срока амортизации и срока окупаемости приспособления.
10. Способы расчета ориентировочной и годовой стоимости приспособления.
11. Перечислить элементы технологической себестоимости обработки, зависящие от конструкции приспособления.
12. Требования, предъявляемые к станочным приспособлениям.

Практическая работа 2

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ УСТАНОВКИ ЗАГОТОВКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ И РАСЧЕТ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ЭТОМ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Цель работы: овладение методикой выбора опор различного типа и расчета погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении.

Задание

1. Ознакомиться с существующими схемами базирования и конструкциями установочных элементов.
2. Рассмотреть примеры расчета погрешности установки для различных видов опор, выбора базовых поверхностей и конструкций установочных элементов.
3. Используя исходные данные своего варианта, приведенные в таблицах, решить задачи № 1, 2, 3 и проанализировать полученные результаты.

Форма отчета

Отчет, аккуратно оформляемый в тетради, должен содержать название работы, задание, выполненные карандашом схемы и графики, необходимые расчеты и *анализ полученных результатов*.

Каждое приспособление должно обеспечивать выполнение всех функций, обусловленных операцией. Среди них главной является базирование заготовки, т.е. придание ей требуемого положения в приспособлении.

Любое твердое тело (в том числе и заготовка) имеет шесть степеней свободы. Согласно теоретической механике требуемое положение твердого тела (заготовки) относительно выбранной системы координат достигается наложе-

нием геометрических связей. Для лишения заготовки всех шести степеней свободы необходимо наложить на нее шесть связей в виде точек контакта баз с опорными элементами.

Базирование нельзя заменить закреплением! Если из шести опорных точек отсутствует одна или несколько, то у заготовки остается одна или несколько степеней свободы. Это значит, что в направлении отсутствующих опорных точек положение заготовки не определено, и заменить отсутствующие опорные точки закреплением с целью базирования нельзя.

На основании сказанного формулируется так называемое правило «**шести точек**»: чтобы придать заготовке вполне определенное положение в приспособлении, необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, лишаящих ее всех шести степеней свободы.

Опорные точки реализуются различными конструкциями опорных элементов, которые зависят от формы базы и числа лишаемых степеней свободы. Детали приспособлений, несущие установочные поверхности, применяются в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и др. Конструкции и размеры установочных деталей (опор) должны выбираться по ГОСТ или нормам машиностроения, так как большинство из них гостировано или нормализовано.

Любая схема базирования может обеспечивать одинаковое положение всех заготовок партии только в том случае, если у них не будет погрешностей в размерах и относительном положении баз. В действительности же по тем или иным причинам погрешности имеют место и влияют на положение заготовки в приспособлении.

Заготовки типа валов устанавливаются в приспособлениях наружными цилиндрическими поверхностями на *установочные призмы*. Расчет величины погрешности базирования при установке заготовок на неподвижную призму про-

изводится по формулам, приведенным в табл. 1.8, в зависимости от способа задания исходного размера (рис. 1.2).

Таблица 1.8

Погрешности установки заготовки на неподвижную призму

Условие задания основного размера	Формула для расчета погрешности установки	Формула для расчета погрешности при $\alpha=90^\circ$
От верхней образующей (рис. 1.2, а)	$\varepsilon_{h1} = \frac{TD(1 + \sin \alpha / 2)}{2 \sin \alpha / 2} \quad (1.11)$	$\varepsilon_{h1} = 1,21TD \quad (1.12)$
От нижней образующей (рис. 1.2, б)	$\varepsilon_{h2} = \frac{TD(1 - \sin \alpha / 2)}{2 \sin \alpha / 2} \quad (1.13)$	$\varepsilon_{h2} = 0,21TD \quad (1.14)$
От центра (рис. 1.2, в)	$\varepsilon_{h3} = \frac{TD}{2 \sin \alpha / 1} TD \quad (1.15)$	$\varepsilon_{h3} = 0,7TD \quad (1.16)$

В формулах:

TD – допуск базовой поверхности заготовки, мм;

α – угол расположения рабочих поверхностей установочной призмы, град.

Установка корпусных заготовок деталей машин чаще всего происходит по плоскости и двум перпендикулярным к ней отверстиям на *установочные пальцы*, которые бывают постоянные (цилиндрические и срезанные) и сменные (цилиндрические и срезанные). Расчет погрешности базирования при установке заготовок по двум отверстиям на установочные пальцы позволяет вычислить величину наибольшего возможного угла смещения (перекоса) (рис. 1.3).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max 1} + S_{\max 2}}{2L}, \quad (1.16)$$

где α – максимально возможный угол поворота, град.; L – расстояние между осями установочных пальцев, мм; $S_{\max}$ – максимальный зазор между отверстием и пальцем, мм.

$$S_{\max} = D_{\text{омак}} - D_{\text{п min}}, \quad (1.17)$$

где D_{max} – наибольший предельный размер отверстия заготовки, мм; D_{min} – наименьший предельный размер пальца, мм.

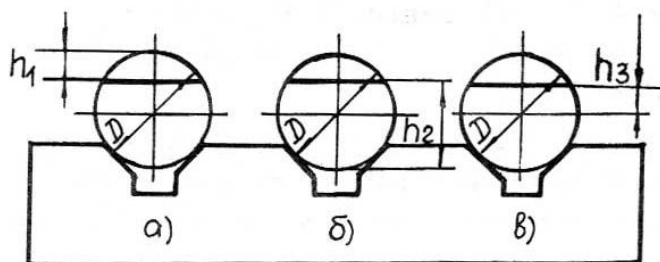


Рис. 1.2. Схема образования погрешности при установке вала на призму

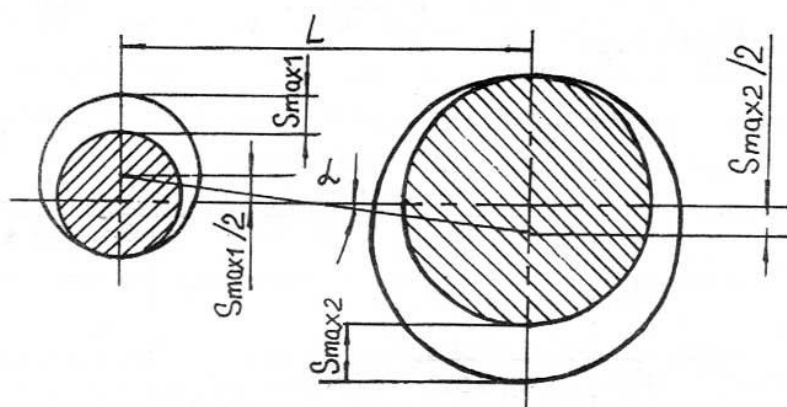


Рис. 1.3. Схема смещения (перекоса) заготовки при установке отверстиями на два пальца

Пример 1. Разработать рациональную схему установки заготовки на консольно-фрезерном станке для выполнения указанной обработки (рис. 1.4), выбрать установочные базы, подобрать установочные элементы и проверить выполнение правила «шести точек».

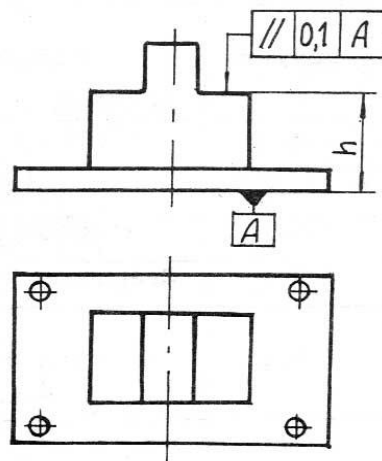


Рис. 1.4. Схема установки заготовки на консольно-фрезерном станке

Решение. За установочную базу в данном случае рационально выбрать плоскость А, которая, судя по размеру h , является конструкторской базой. Для правильной угловой ориентации установочными базами следует выбрать также два (из четырех имеющихся) отверстия, расположенных диагонально.

В качестве установочных элементов выбираем три опоры (ГОСТ 13440-68) под плоскость А и расставляем их как можно дальше друг от друга (три точки), палец цилиндрический по ГОСТ 12209-66 (две точки) и палец срезанный по ГОСТ 12210-66 (одна точка). Правило «шести точек» выдержано.

Пример 2. Определить погрешность установки гладкого вала на неподвижную призму с углом $\alpha = 90^\circ$, если фрезеруется паз и выдерживается размер $h_2 = 54,5_{-0,2}$. Диаметр базовой поверхности $D = 60e8 \begin{pmatrix} -0,060 \\ -0,106 \end{pmatrix}$ (рис. 1.5).

Решение. Рассматриваемая задача относится ко второму случаю (размер h_2 задан от нижней образующей вала, см. рис. 1.2) и для расчета величины погрешности используется формула (1.13) из табл. 1.8.

Для нашего случая:

$$TD = 0,106 - 0,060 = 0,046 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{h_2} = 0,21TD = 0,21 \times 0,046 = 0,009 \text{ мм}.$$

Величина погрешности установки составляет незначительную величину от допуска исходного размера и, очевидно, не может вызвать затруднений при обработке:

$$\varepsilon_{h_2} < T_{h_2};$$

$$0,009 < 0,200.$$

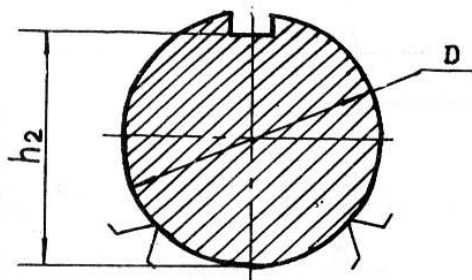


Рис. 1.5. Схема установки вала при фрезеровании паза

Пример 3. Определить максимальную угловую погрешность при установке заготовке по двум отверстиям (рис. 1.6). Установка производится на два пальца $\varnothing 50e8$ и $\varnothing 12e8$ по ГОСТ 12209-66 и 12210-66. Размеры: $a = 60$ мм, $b = 79$ мм.

Решение. Определяем межцентровое расстояние:

$$l = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{3600 + 5625} = 96 \text{ мм}.$$

Диаметры пальцев:

$$D_{n1} = 50e8 \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,089 \end{pmatrix}; D_{n2} = 12e8 \begin{pmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{pmatrix}$$

Диаметры базовых поверхностей:

$$D_{o1} = 50H9 \begin{pmatrix} +0,062 \\ 0 \end{pmatrix}; D_{o2} = 12H9 \begin{pmatrix} +0,043 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Определяем наибольший зазор в соединении отверстия с пальцем $\varnothing 50e8$ по формуле (1.17):

$$S_{\max 1} = 0,062 + 0,089 = 0,151 \text{ мм.}$$

Определяем наибольший зазор в соединении отверстия с пальцем $\varnothing 12e8$

$$S_{\max 2} = 0,043 + 0,059 = 0,102 \text{ мм.}$$

Наибольшее угловое смещение по формуле (1.16):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,151 + 0,102}{2 \times 96} = \frac{0,253}{192} = 0,00132 \text{ мм.}$$

Наибольший возможный перекося составит 0,13 мм на длине 100 мм, а угловая погрешность $\alpha = 4'$.

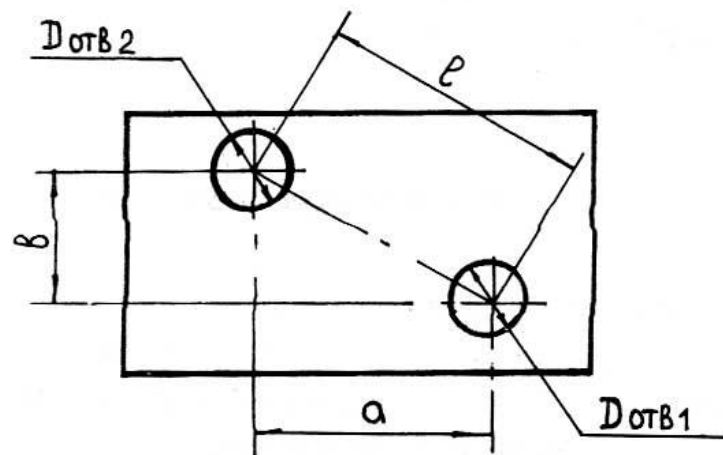


Рис. 1.6. Схема установки заготовки отверстиями на два пальца

Задания для СРС

Задача №1. Разработать рациональную схему установки заготовки на указанном станке при выполнении заданной обработки (рис. 1.7), выбрать установочные базы и установочные элементы, проверить выполнение правила «шести точек» (табл. 1.9).

Таблица 1.9**Исходные данные к задаче № 1 для самостоятельного решения**

№ варианта	№ рисунка	Содержание операции
1	2.59, а	Фрезерование наклонного паза
2	2.59, б	Сверление отверстия
3	2.59, в	Фрезерование проушины
4	2.59, г	Сверление наклонного отверстия
5	2.59, д	Расточка ступенчатого вала на токарном станке
6	2.59, а	Фрезерование наклонного паза
7	2.59, б	Сверление отверстия
8	2.59, в	Фрезерование проушины
9	2.59, г	Сверление наклонного отверстия
10	2.59, д	Расточка ступенчатого вала на токарном станке

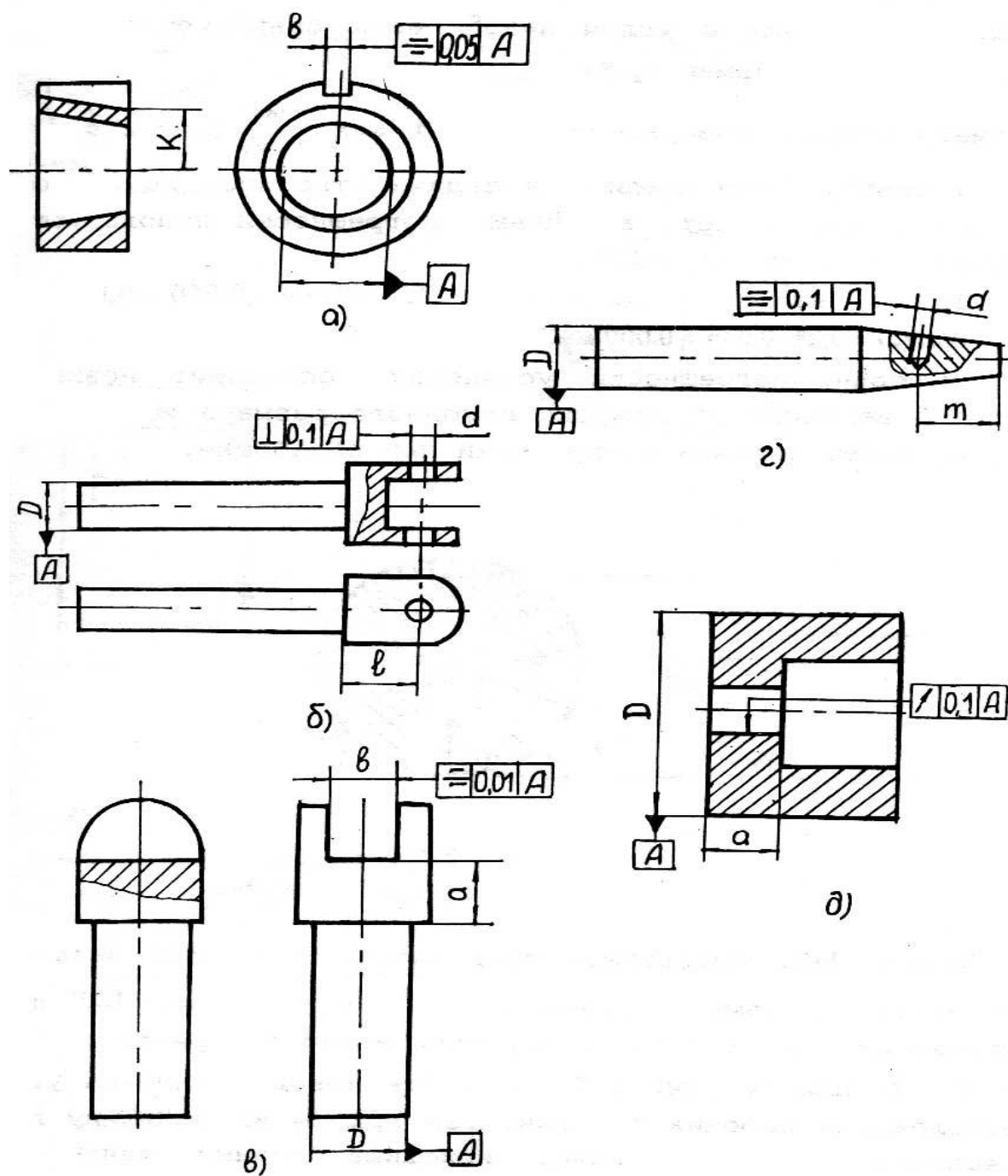


Рис. 1.7. Исходные данные к задаче № 1

Задача №2. Определить погрешность установки вала на неподвижные призмы с углами $\alpha = 60^\circ, \alpha = 90^\circ, \alpha = 120^\circ$ при выполнении заданной операции (рис. 1.8), если нужно выдержать размеры h_1, h_2 или h_3 (см. рис. 1.2). Сделать вывод о влиянии угла расположения рабочих поверхностей призмы на величину погрешности установки вала. Исходные данные приведены в табл. 1.10.

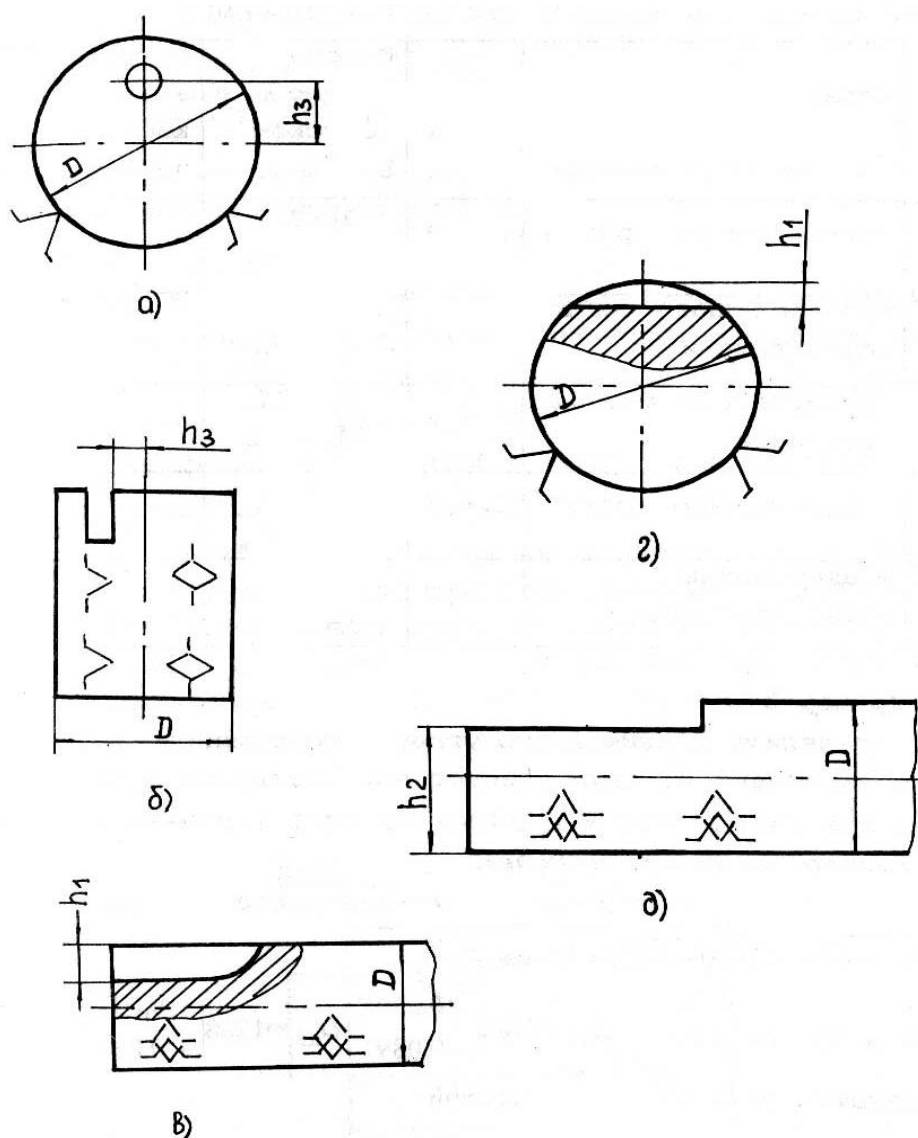


Рис. 1.8. Исходные данные к задаче № 2

Таблица 1.10

Исходные данные к задаче № 2 для самостоятельного решения

№ варианта	Содержание операции	Номер рисунка	Исходный размер с допуском h , мм	Диаметр базовой поверхности с допуском D , мм
1	Сверление отверстия	1.8, а	$30 \pm 0,2$	$165e8$
2	Сверление отверстия		$10 \pm 0,05$	$120h9$
3	Фрезерование паза в торце заготовки	1.8, б	$20 \pm 0,1$	$140js6$
4	Фрезерование паза в торце заготовки		$17 \pm 0,2$	$160h11$
5	Фрезерование шпоночного паза	1.8, в	$6,7H12$	$40d9$

№ варианта	Содержание операции	Номер рисунка	Исходный размер с допуском h , мм	Диаметр базовой поверхности с допуском D , мм
6	Фрезерование шпоночного паза	1.8, $в$	11,7H12	50h6
7	Фрезерование лыски	1.8, $з$	18h11	140h6
8	Фрезерование лыски		35h12	150h11
9	Фрезерование шпоночного паза	1.8, $д$	63h11	70e8
10	Фрезерование шпоночного паза		110h11	120h11

Задача №3. Проверить возможность установки заготовки на цилиндрический и срезанный пальцы (допуск межосевого расстояния базовых отверстий T_o принять по IT8, установочных пальцев T_n – по IT6). А также:

1) определить увеличенный зазор X в соединении срезанного пальца с отверстием;

2) определить наибольшую угловую погрешность при установке заготовки по двум отверстиям, выполненным с необходимой точностью и находящимся друг от друга на заданных расстояниях (см. рис. 1.6; табл. 1.11).

Установка производится на два установочных пальца (ГОСТ 12209-66 и 12210-66), диаметры которых имеют отклонения указанных полей допусков.

Таблица 1.11

Исходные данные к задаче № 3 для самостоятельного решения

№ варианта	Диаметры базовых отверстий заготовки, мм		Основные размеры между осями базовых отверстий заготовки, мм			Диаметры установочных пальцев D_1 и D_2 , мм	
	1	2	a	$в$	L	1	2
1	10H9	10H9	220	150	---	10f9	10f9
2	70H9	10H9	220	150	---	70f9	10g6
3	6H9	6H9	---	---	180	6f9	6f9
4	20H7	70H9	---	---	245	20g6	70g6
5	16H7	15H7	350	300	---	16g6	15g6
6	100H7	15H7	200	270	---	100g6	15f9
7	8H9	8H9	---	---	250	8f9	8f9
8	75H9	12H9	---	---	150	75f9	12f9
9	8H7	8H7	120	120	---	8f9	8f9
10	50H9	12H9	150	150	---	50f9	12f9

Примечание. Условие возможности установки заготовки на цилиндрический и срезанный пальцы, а также формула для вычисления увеличенного зазора X в соединении срезанного пальца с отверстием приведены в курсе лекций по технологической оснастке.

Контрольные вопросы

1. Привести определения «базирование», «база».
2. Полная классификация баз.
3. Основные схемы базирования.
4. Правила выбора установочных баз.
5. Принцип единства (совмещения) баз.
6. Опоры (основные и вспомогательные).
7. Требования, предъявляемые к установочным элементам.
8. Основные опоры под базовые плоскости.
9. Основные опоры для базирования по внутренним цилиндрическим поверхностям.
10. Основные опоры для базирования по наружным цилиндрическим поверхностям.
11. Основное условие обеспечения требуемой точности обработки заготовки в приспособлении.
12. Основные независимые составляющие суммарной погрешности обработки.
13. Последовательность расчета приспособления на точность.
14. Целесообразная точность расчета.

Практическая работа 3

РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И МЕХАНИЗМОВ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Цель работы: овладение методикой проектирования и расчета зажимных элементов и механизмов механизированных приводов станочных приспособлений.

Задание

1. Ознакомиться с существующими конструкциями зажимных устройств и видами механизированных приводов станочных приспособлений.
2. Рассмотреть примеры расчета сил зажима для элементарных механизмов и усилий на штоке, развиваемых механизированными приводами различного типа.
3. Используя исходные данные своего варианта, решить задачи №1, 2, 3, 4, 5, 6 и проанализировать полученные результаты.

Форма отчета

Отчет должен содержать название работы, задание, выполненные карандашом и соответствующие выданному варианту схемы зажимов, необходимые расчеты и *анализ полученных результатов*.

Основное назначение зажимных устройств приспособлений – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами, предупреждение ее смещения и вибрации в процессе обработки. Зажимные устройства приспособлений разделяются на простые (элементарные) и комбинированные, т.е. состоящие из нескольких простых. Простые зажимные устройства (*зажимы*) состоят из одного элементарного зажима. Они бывают клиновые, винтовые, эксцентриковые, рычажные и т.д. Комбинированные зажимы (*прихваты*) состоят из нескольких простых устройств, соединенных вместе. В зависимости от числа ведомых звеньев зажимные устройства разделяют на одно-, двух- и многозвенные.

В зависимости от источника силы, требуемой для зажима заготовок деталей, зажимные устройства подразделяют на ручные, механизированные и автоматизированные.

При проектировании приспособлений *по требуемой силе закрепления заготовки устанавливают основные размеры зажимного устройства и оп-*

ределяют исходную силу (момент) на рукоятке или силовом узле привода приспособления.

Усилие зажима (Н), создаваемое винтом или гайкой, рассчитывают по формуле:

$$W = \frac{PL}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + K}, \quad (1.18)$$

где P – усилие, приложенное к гаечному ключу или рукоятке, Н; L – длина ключа или рукоятки (плечо), мм; r_{cp} – средний радиус резьбы, мм; α – угол подъема резьбы (у метрических резьб с крупным шагом $\alpha = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$); φ – угол трения в резьбовом соединении (для метрических резьб $\varphi = 6^\circ 34'$); K – коэффициент, зависящий от формы и размеров поверхности соприкосновения зажимного элемента с зажимной поверхностью.

Значения коэффициента K для различных случаев:

- винт со сферическим опорным торцом (рис. 1.9, а)

$$K = 0;$$

- винт с плоским опорным торцом (рис. 1.9, б)

$$K = 0,6\mu r; \quad (1.19)$$

- винт со сферическим опорным торцом, соприкасающимся с конусным углублением (рис. 1.9, в)

$$K = R_{\mu} \operatorname{ctg} \beta / 2; \quad (1.20)$$

- винт с кольцевым опорным торцом или гайка (рис. 1.9, з, д)

$$K = \frac{0,33\mu(D_{\text{нар}}^3 - D_{\text{вн}}^3)}{D_{\text{нар}}^2 - D_{\text{вн}}^2}. \quad (1.21)$$

В этих формулах: μ – коэффициент трения на торце винта или гайки, обычно 0,1; r – радиус опорного торца винта, мм, ($r = 0,4d_1$), где d_1 – внутренний диаметр резьбы; R – радиус сферы опорного торца винта, мм; β – угол при вершине конусного углубления, ($\beta = 120^\circ$); $D_{\text{нар}}, D_{\text{вн}}$ – наружный и внутренний диаметр опорного кольцевого торца винта или гайки, мм.

Усилие зажима, развиваемое Г-образным прихватом (рис. 1.10), определяется с учетом сил трения по формуле:

$$P_{\text{зж}} = W(1 - (0,3l/H)), \quad (1.22)$$

где W – действующая на прихват осевая сила, Н; l – плечо прихвата, мм; H – высота прихвата, мм.

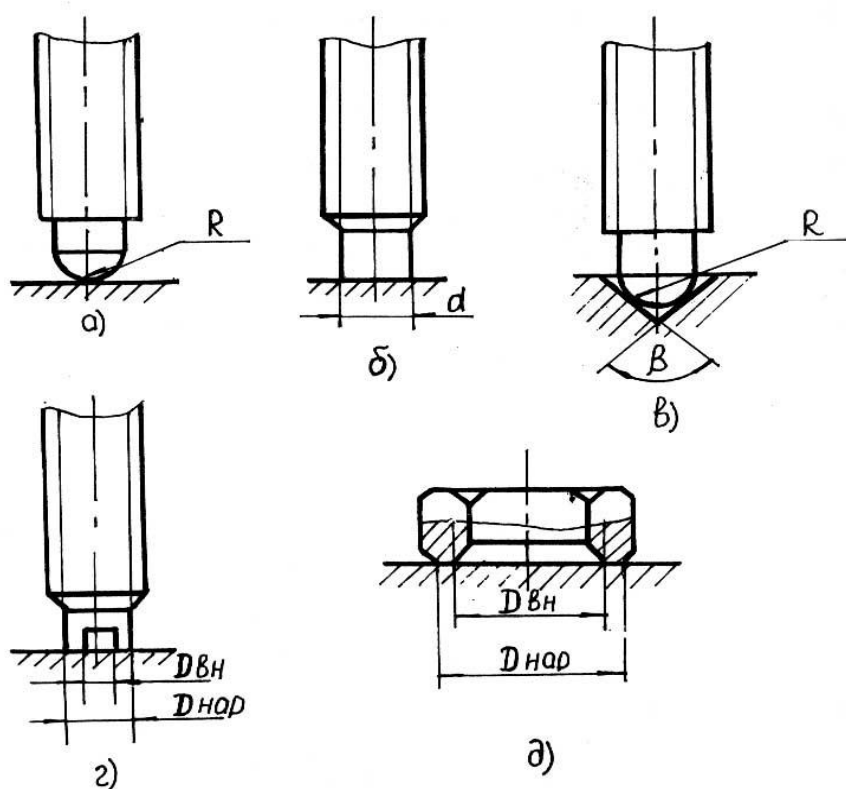


Рис. 1.9. Форма опорного торца винта и гайки

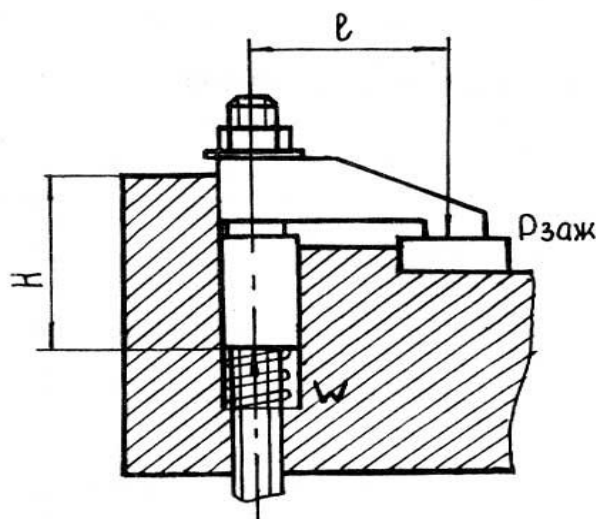


Рис. 1.10. Г-образный винтовой прихват (I типа)

Усилие зажима, развиваемое эксцентриком (рис. 1.11), рассчитывают по формуле:

$$W = \frac{PL}{\rho(\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1)}, \quad (1.23)$$

где P – усилие, приложенное к рукоятке, Н; L – плечо рукоятки (ее длина), мм; ρ – радиус кривизны эксцентрика в точке касания, мм. У кругового эксцентрика ρ изменяется от $\rho_{\min} = (D/2) - e$ до $\rho_{\max} = (D/2) + e$, где e – эксцентриситет.

При повороте эксцентрика на 90° :

$$\rho = D/2 \cos \alpha,$$

где α – угол подъема эксцентрика в градусах. У кругового эксцентрика α изменяется от 0° при угле поворота эксцентрика на $\gamma = 0^\circ$ до $\alpha_{\max}$ при $\gamma = 90^\circ$ и вновь до 0° при $\gamma = 180^\circ$:

$$\operatorname{tg}(\alpha_{\max}) = 2e/D;$$

φ и φ_1 – углы трения на поверхности соприкосновения эксцентрика с зажимаемой заготовкой и на оси эксцентрика соответственно.

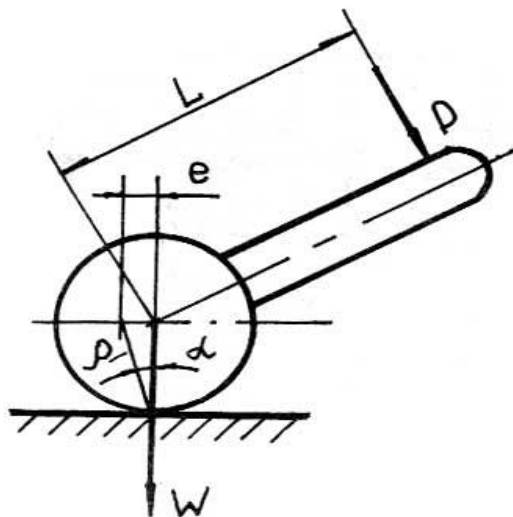


Рис. 1.11. Круговой эксцентрик

Усилие $Q_{шт}$ (Н) на штоке пневматических и гидравлических цилиндров определяется по формулам:

для цилиндров одностороннего действия (рис. 1.12, а)

$$Q_{шт} = 0,785 D_{ц}^2 P \eta - q_{пр}; \quad (1.24)$$

для цилиндров двустороннего действия при пуске воздуха или масла в бесштоковую полость (рис. 1.12, б)

$$Q_{шт} = 0,785 D_{ц}^2 P \eta; \quad (1.25)$$

то же – в штоковую полость

$$Q_{шт} = 0,785 (D_{ц}^2 - d_{шт}^2) P \eta, \quad (1.26)$$

где $D_{ц}$ – диаметр цилиндра, мм; $d_{шт}$ – диаметр штока цилиндра, мм. Обычно $d_{шт} = (0,3 - 0,4) D_{ц}$; P – давление воздуха или масла, Н/мм²; η – к.п.д. цилиндров ($\eta = 0,85 \dots 0,9$); $q_{пр}$ – сопротивление возвратной пружины, Н.

Усилие на штоке пневматической диафрагменной камеры двустороннего действия (рис. 1.13) рассчитывают по формуле:

$$Q_{шт} = 0,26(D^2 + Dd + d^2)P\eta, \quad (1.27)$$

где P – давление воздуха, Н/мм²; D – диаметр пневмокамеры (внутренний), мм; d – диаметр опорного диска, мм. Обычно $d = 0,7D$. При этом условии:

$$Q_{шт. ср} = 0,58D^2P\eta. \quad (1.28)$$

Длина штока у камер с тарельчатыми диафрагмами составляет обычно 20...22% от внутреннего диаметра диафрагмы.

Формулы для определения расчетных зависимостей для рычажных и клиновых механизмов и других типов усилителей приведены в рекомендуемой литературе для самостоятельной подготовки.

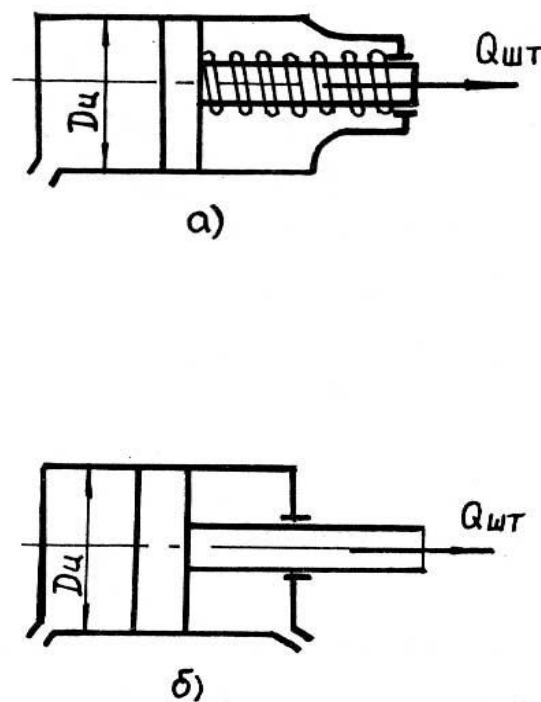


Рис. 1.10. Схемы пневматических цилиндров

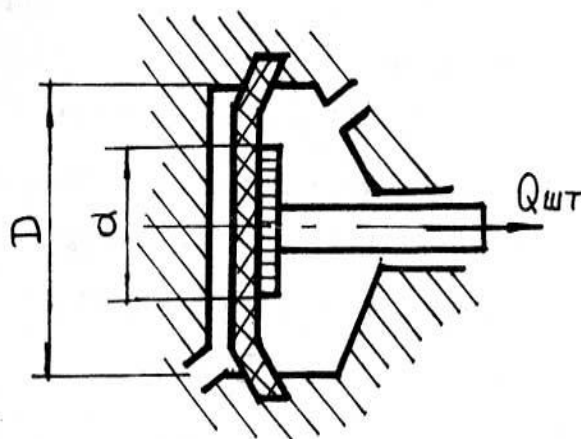


Рис. 1.11. Схема пневматической камеры

Пример 1. Определить усилие W , создаваемое винтом М20 со сферическим торцом при действии на плоскость, если усилие, прилагаемое к ключу, $P = 100$ Н.

Решение. Выясняем значения величин r_{cp} , α , φ , входящих в формулу, для определения усилия, создаваемого винтом: $L = 12D = 12 \times 20 = 24$ мм, $r_{cp} = 9,19$ мм (ГОСТ 24705-81), принимаем $\alpha = 3^{\circ}15'$, $\varphi = 6^{\circ}34'$. Тогда

$$W = \frac{100 \times 240}{9,19 \operatorname{tg}(3^{\circ}15' + 6^{\circ}34')} = 15130 \text{ Н.}$$

Сверяем с табличным значением [3]: $W_T = 16500$ Н.

Пример 2. Определить усилие, создаваемое винтовым прихватом (рис. 1.12), если резьба гайки М20, а размеры плеч $a = 75$ мм, $b = 150$ мм.

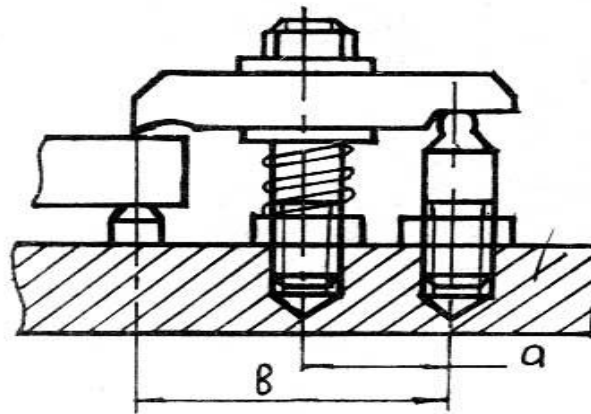


Рис. 1.14. Рычажный винтовой прихват (II типа)

Решение. Усилие, создаваемое гайкой M20, рассчитываем по формулам (1.18) и (1.21) или определяем по табл. 3.2 [3]: $P_r = 8500 \text{ Н}$.

Для определения усилия зажима, действующего от прихвата на зажимаемую заготовку, составляем схему сил на прихвате (рис. 1.15) и уравнение моментов всех сил на планке.

Из условия $\sum M = 0$, получаем $W_{\text{зак}} \cdot b - P_r \cdot a = 0$, тогда

$$W_{\text{зак}} = P_r \cdot a / b = 8500 \times 75 / 100 \text{ Н} = 4250 \text{ Н}.$$

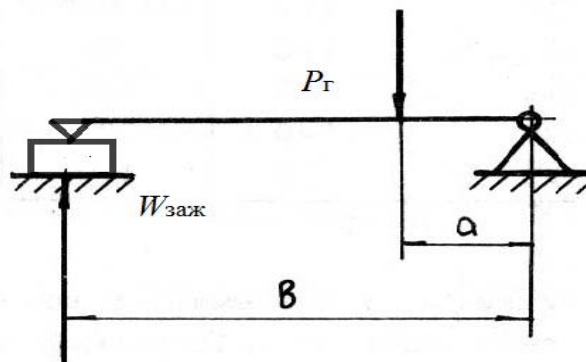


Рис. 1.15. Схема действия сил на прихвате

Пример 3. Определить усилие зажима, которое действует на заготовку от Г-образного прихвата, если диаметр резьбы шпильки и гайки M12 (рис. 1.16).

Решение. Осевое усилие W , создаваемое гайкой M12, навинчиваемой на шпильку, определяется по формуле (1.18). В рассматриваемом случае можно принять $W = 5800$ Н [3], если усилие, прилагаемое к ключу 70Н, а длина ключа 40 мм.

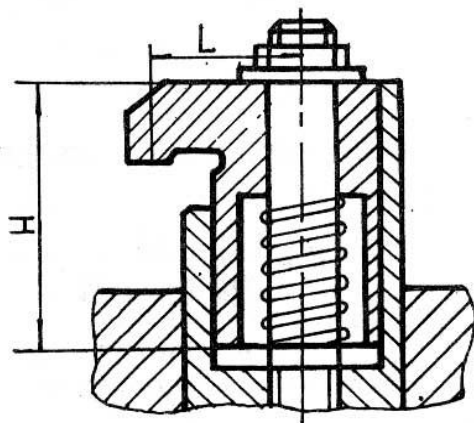


Рис. 1.16. Винтовой прихват

Длину прихвата L и высоту H определяем из его чертежа: $L = 40$ мм, $H = 70$ мм.

Расчет усилия, развиваемого прихватом, производим по формуле (1.22)

$$P_{\text{зак}} = 5800(1 - 0,3 \times 40/70) = 4800 \text{ Н.}$$

Пример 4. Выбрать круговой эксцентрик для зажима заготовки по размеру $H=100h16$ (рис. 1.17). Определить усилие W , развиваемое этим зажимом.

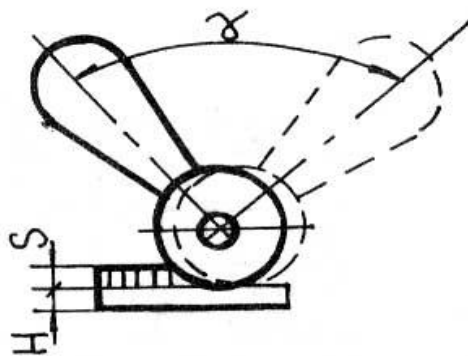


Рис. 1.17. Круговой эксцентрик для зажима заготовки по размеру H

Решение. Допуск размера заготовки в точке зажима $H=100h16$, составит $TH = 2,2$ мм. Величину эксцентриситета практически принимают не более 1,5 величины допуска на размер H обрабатываемой заготовки в месте зажима. Следовательно

$$e = 1,5TH = 1,5 \times 2,2 = 3,3 \text{ мм, принимаем } e = 3,5 \text{ мм.}$$

Самоторможение в эксцентриковом зажиме обеспечивается при определенном значении его характеристики

$$D/e \geq 14.$$

Определяем диаметр эксцентрика из этого условия

$$D \geq 14e, \text{ следовательно, } D = 14 \times 3,5 = 49 \text{ мм.}$$

Размеры кругового эксцентрика принимают с учетом ГОСТ 9061-68 ($D = 32 \dots 80$ мм, $e = 1,7 \dots 3,5$ мм). Окончательно принимаем $D = 70$ мм.

Для определения усилия зажима W , устанавливаем величину элементов, входящих в формулу (1.23)

$$P = 150H; L = 2D = 2 \times 70 = 140 \text{ мм,}$$

так как при конструировании круговых эксцентриков обычно принимают $\alpha = 8^\circ 32'$, то радиус эксцентрика в точке касания в среднем положении (т.е. при $\beta = 90^\circ$)

$$\rho = D/2 \cos \alpha = 70/2 \times 0,989 = 34,6 \text{ мм.}$$

Если принять коэффициент трения $f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1$ (для сталей при хорошо обработанных поверхностях сопряжения), то $\varphi = \varphi_1 = 5^\circ 43'$.

Тогда усилие зажима эксцентриком составит

$$W = \frac{150 \times 140}{34,6 \operatorname{tg}(8^\circ 32' + 5^\circ 43') + \operatorname{tg} 5^\circ 43'} = 1715 \text{ Н.}$$

Пример 5. Подобрать пневматический цилиндр двустороннего действия, если при пуске сжатого воздуха под давлением $p = 0,4 \text{ МПа}$ в бесштоковую камеру усилие на штоке составит $Q_{\text{шт}} = 5000 \text{ Н}$.

Решение. Воспользуемся формулой (1.25)

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{шт}}}{0,785 P \eta}} = \sqrt{\frac{5000}{0,785 \times 0,4 \times 10^6 \times 0,85}} = 0,137 \text{ м.}$$

По ГОСТ 15.608-81 на пневмоцилиндры принимаем $D_{\text{ц}} = 160 \text{ мм}$, тогда действительное усилие на штоке составит

$$Q_{\text{шт}} = 0,785 \times 0,16^2 \times 0,4 \times 10^6 \times 0,85 = 6800 \text{ Н.}$$

Пример 6. Определить диаметр $D_{\text{ц}}$, мм гидравлического цилиндра двустороннего действия, если масло подается в полость без штока под давлением $0,8 \text{ МПа}$ и требуется усилие на штоке $Q_{\text{шт}} = 7000 \text{ Н}$.

Решение. Используя формулу (1.25), получим

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{шт}}}{0,785 \times P \times \eta}} = \sqrt{\frac{7000}{0,785 \times 0,8 \times 10^6 \times 0,9}} = 0,111 \text{ м.}$$

Принимаем гидроцилиндр $D_{\text{ц}} = 125 \text{ мм}$ (ГОСТ 16514-87) и проверяем усилие на штоке этого цилиндра

$$Q_{\text{шт}} = 0,785 \times 0,125^2 \times 0,8 \times 10^6 \times 0,9 = 8830 \text{ Н.}$$

Пример 7. Определить усилие на штоке диафрагменной камеры двустороннего действия при среднем положении диафрагмы, если ее размеры $D = 200 \text{ мм}$, $d = 140 \text{ мм}$, давление сжатого воздуха $P = 0,4 \text{ МПа}$.

Решение. Усилие на штоке можно определить по формуле (1.27). В нашем случае оно составит:

$$Q_{шт.ср} = 0,26(0,2^2 + 0,2 \times 0,14 + 0,14^2) 0,4 \times 10^6 \times 0,9 = 8200 \text{ Н.}$$

Задания для СРС

Задача №1. Определить усилия, создаваемые винтом или гайкой при заданных условиях (табл. 1.12).

Таблица 1.12

Исходные данные к задаче № 1 для самостоятельного решения

№ варианта	Тип винта или гайки	Диаметр резьбы, мм	Прилагаемое усилие P , Н
1	Гайка шестигранная	10	90
2		16	120
3		24	150
4	Винт со сферическим торцом	12	70
5		16	130
6		20	150
7	Винт с плоским опорным торцом	12	90
8		20	120
9	Винт со сферическим опорным торцом, опирающимся в конусное отверстие	16	110
10		24	160

Табличные значения сил, развиваемых винтовыми зажимами, приведены в табл. 1.13 [1].

Таблица 1.13

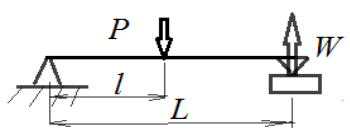
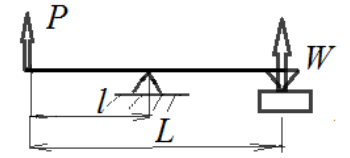
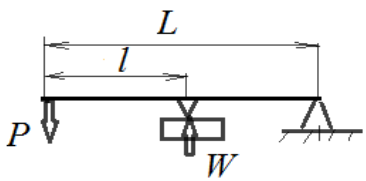
Силы, развиваемые винтовыми зажимами

Характеристика зажима	Номинальный диаметр резьбы, мм	Длина ключа, мм	Исходное усилие на ключе P , Н	Сила зажима W , Н
Винт со сферическим торцом	10	120	25	4200
	12	140	35	5700
	16	190	65	10600
	20	240	100	16500
	24	310	130	23000
Винт с опорным наконечником (пятой)	10	120	25	3000
	12	140	35	4000
	16	190	65	7200
	20	240	100	11400
	24	310	130	16000
Зажим гайкой	10	120	45	4000
	12	140	70	5800
	16	190	100	8500
	20	240	100	8500
	24	310	150	14600

Задача №2. Определить усилие W , создаваемое винтовым прихватом указанного типа без учета и с учетом потерь сил на трение. Исходные данные приведены в табл. 1.14. Сравнить W по величине для приведенных схем прихватов.

Таблица 1.14

Исходные данные к задаче № 2 для самостоятельного решения

№ варианта	Тип прихвата	Диаметр винта или гайки, мм	L , мм	l , мм
1		M24	200	100
2		M20	175	75
3		M12	125	80
4		M30	250	120
5		M24	200	100
6		M16	150	100
7		M12	125	75
8		M30	250	150
9		M24	200	100
10		M12	125	75

Задача №3. Определить усилие, развиваемое Г-образным прихватом указанного типа (см. рис. 1.10 и 1.14), выполненного под шпильку, имеющую резьбу заданного диаметра (табл. 1.15).

Таблица 1.15

Исходные данные к задаче № 3 для самостоятельного решения

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип прихвата	I	II	I	II	II	I	II	II	I	II
Диаметр резьбы, мм	M10	M24	M8	M20	M10	M12	M12	M8	M20	M12

Задача №4. Выбрать круговой эксцентрик для зажима заготовки детали по размеру H . Определить усилие, развиваемое этим зажимом (табл. 1.16).

Таблица 1.16

Исходные данные к задаче № 4 для самостоятельного решения

№ варианта	Н, мм	№ варианта	Н, мм
1	25±0,5	6	279h16
2	140h14	7	300h16
3	210h12	8	500h14
4	70±0,25	9	35±0,6
5	90±0,3	10	115±15

Задача №5. Подобрать пневматический цилиндр двустороннего действия, если при давлении сжатого воздуха P усилие на штоке составит $Q_{шт}$ (табл. 1.17).

Таблица 1.17

Исходные данные к задаче № 5 для самостоятельного решения

№ варианта	$Q_{шт}$, Н	P , МПа	Пуск сжатого воздуха в полость
1	8 000	0,4	без штока
2	33 000	0,6	
3	23 000	0,4	
4	3 100	0,4	
5	3 500	0,4	
6	8 000	0,6	со штоком
7	4 500	0,4	
8	2 500	0,4	
9	30 000	0,6	
10	25 000	0,5	

Задача №6. Определить диаметр гидравлического цилиндра двустороннего действия или при каком давлении масла P , МПа можно работать, если необходимо иметь усилие на штоке $Q_{шт}$, Н (см. табл. 1.18). Диаметр штока принять $0,5D$.

Таблица 1.18

Исходные данные к задаче № 6 для самостоятельного решения

№ варианта	D , мм	$Q_{шт}$, Н	P , МПа	Пуск масла в полость
1	-	19 000	8,0	без штока
2	50	1 700	-	
3	-	8 000	6,0	
4	60	19 000	-	
5	-	4 000	4,0	
6	70	5 000	-	со штоком
7	-	2 500	5,0	
8	50	4 000	-	
9	-	6 500	6,0	
10	60	7 200	-	

Задача №7. Определить усилие $Q_{шт}$ на штоке диафрагменной камеры двустороннего действия, если заданы ее размеры и известно давление воздуха P , МПа (табл. 1.19).

Таблица 1.19

Исходные данные к задаче № 7 для самостоятельного решения

Параметры	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_{нар}$, мм	230	200	175	230	200	175	230	200	175	230
D , мм	178	148	130	178	148	130	178	148	130	178
d , мм	120	88	80	120	88	80	-	-	-	-
P , МН/м ²	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,45	0,4	0,45

Контрольные вопросы

1. Служебное назначение и классификация зажимных механизмов.
2. Правила выбора величины, направления и места приложения сил закрепления.
3. Перечислить силы, действующие на заготовку при обработке.
4. Винтовой зажим: основные элементы конструкции, расчет усилия зажима.
5. Достоинства и недостатки, область применения винтовых зажимов.
6. Эксцентриковый зажим: основные конструктивные параметры, расчет усилия зажима.

7. Достоинства и недостатки, область применения эксцентриковых зажимов.
8. 8. Возможные конструктивные исполнения эксцентриковых зажимов.
9. Основные схемы прихватов: достоинства и недостатки.
10. Классификация механизированных приводов станочных приспособлений.
11. Пневмоприводы: основные элементы конструкции, достоинства и недостатки. Расчет усилия на штоке.
12. Основные виды двигателей пневмоприводов: особенности конструкций, достоинства и недостатки, область применения.
13. Приводы с гидравликой: существующие разновидности, область применения.
14. Гидроприводы: основные элементы конструкции, достоинства и недостатки. Расчет усилия на штоке.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ

Технологическая оснастка играет немаловажную роль в модернизации конструкций машин, совершенствовании технологии их изготовления, повышении производительности труда. Станочные, контрольные и сборочные приспособления, а также приспособления для установки и закрепления инструмента, схваты промышленных роботов – все это называют *технологической оснасткой*. В общем объеме оснастки станочные приспособления составляют 80-90%, так как их используют при выполнении каждой операции технологического процесса для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. *Станочными приспособлениями* называют дополнительные устройства к металлорежущим станкам, позволяющие наиболее экономично в заданных производственных условиях обеспечить заложенные в конструкции детали требования точности размеров, формы и относительного положения обрабатываемых поверхностей.

По вопросам конструирования и расчета приспособлений на предприятиях машиностроения накоплен обширный опыт, а в машиностроительных вузах он получил научное обобщение, выработаны определенные методики конструирования, расчета и анализа конструкций, а также рекомендации по их выбору для различных производственных условий.

Основное внимание в этом разделе учебного пособия уделяется основам конструирования и расчета технологической оснастки, выбору и обоснованию принятых решений, в большей части станочным приспособлениям, которые являются наиболее сложными в расчетах и трудоемкими в проектировании.

2.1 Задание на проектирование

Курсовой проект по дисциплине «Технологическая оснастка» заключается в проектировании специального станочного приспособления для технологического процесса изготовления детали.

Бланк задания на курсовое проектирование выдается студенту преподавателем (прил. 1). Заданием на проектирование станочного приспособления является технологический процесс ее изготовления. Руководитель проекта также выдает чертеж детали и указывает поверхность, для получения которой разрабатывается приспособление. Все проектные решения принимаются для условий серийного производства.

2.2 Содержание основных разделов пояснительной записки

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и чертежей (графической части).

Структурированное содержание пояснительной записки приведено в прил. 2.

2.2.1 Введение

Краткое обоснование роли технологической оснастки в реализации технологических процессов механической обработки заготовок, основные пути совершенствования их конструкции и перспективные направления дальнейшего развития (разработка систем переналаживаемой технологической оснастки, унификация и стандартизация приспособлений, автоматизация проектирования и т.д.).

2.2.2 Анализ исходных данных

Исходными данными, необходимыми для выполнения курсового проекта, являются: чертеж детали, описание технологического процесса ее изготовления, тип производства в зависимости от объема выпуска. К числу исходных данных можно также отнести техническую характеристику станка, в том числе сведения о его рабочем органе, на который монтируется проектируемое приспособление. Указывается также тип приспособления согласно принятой классификации.

Анализ исходных данных целесообразно начинать с изучения чертежа детали.

Соответствие чертежа детали требованиям ЕСКД и ЕСТД

На этом этапе проектирования производится тщательный анализ выданного руководителем чертежа детали, который должен быть исполнен с учетом последних требований систем стандартов ЕСКД и ЕСТД. Чертеж детали должен давать полное представление о конструкции детали и форме ее поверхностей (в том числе базовых), содержать минимальное количество изображений, видов разрезом, сечений. На чертеже детали должны быть указаны все размеры, необходимые для ее изготовления, проставленные технологически грамотно. На чертеже детали должны быть также приведены технические требования к ее изготовлению.

Служебное назначение детали

Служебное назначение – это максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой предназначена машина. Применительно к деталям - следует установить принадлежность к одной из классификационных групп (корпуса, фланцы, валы и т.д.) и оценить возможность выполнения предъявляемых требований. Так, например, основное требование, предъявляемое к корпусным деталям: возможность в процессе работы станка и в течение длительного времени сохранять неизменность относительных положений базовых поверхностей, т.е. неизменность геометрической формы. Данные требования обеспечиваются высокой жесткостью и виброустойчивостью конструкций, износостойкостью направляющих. Это достигается с помощью как конструктивных способов, так и технологическими методами.

Технологичность конструкции детали

В пункте «Технологичность конструкции детали» необходимо дать качественную оценку технологичности ее конструкции.

Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом. Размеры и поверхности детали должны иметь оптимальные параметры точности и шероховатости. Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Для обеспечения технологичности конструкции по форме поверхности деталь должна отвечать следующим требованиям:

- большая часть поверхностей детали должна иметь правильную геометрическую форму;
- деталь должна обладать необходимой жесткостью. Рекомендуемое отношение длины к диаметру $l \leq 10d$;
- должны быть предусмотрены удобные базирующие поверхности;
- конструкция должна обеспечивать по возможности совмещение конструкторских, технологических и измерительных баз;
- отверстия в деталях по возможности необходимо делать сквозными;
- на наружных поверхностях необходимо избегать выступов, не вписывающихся в контур тела вращения;
- ступенчатые цилиндрические поверхности следует располагать по убыванию: от одного конца к другому или с середины к обоим концам;
- в глухих отверстиях необходимо предусматривать конус от сверла без указания размера конуса;
- конструкция детали должна обеспечивать свободный вход и выход инструмента;
- поверхности, обрабатываемые различными режущими инструментами, следует разделять канавками, пазами, уступами;
- при проектировании сферических поверхностей необходимо предусматривать канавку для выхода инструмента;
- участки поверхности, имеющие один и тот же номинальный размер, но различные требования по точности и шероховатости, необходимо

разделять канавками. Если по условию прочности канавки недопустимы, то на линейные размеры участков следует назначать предельные отклонения не менее 1,5 мм;

- конические поверхности должны иметь канавки для выхода инструмента;
- необходимо избегать скругления острых кромок, требующих специальной заточки инструмента. Их следует заменить фасками;
- оси отверстий должны быть перпендикулярны поверхностям детали;
- внутренние сопряжения должны иметь радиус, соотносимый с радиусом обрабатывающего инструмента;
- в глухих отверстиях необходимо предусматривать канавку или недо-рез резьбы;
- закрытые пазы и прорезы необходимо проектировать в соответствии с размером и конфигурацией режущего инструмента.

Отработка конструкции детали на технологичность не затрагивает ни свойств материала, ни требований к точности геометрических показателей качества. Заключение о технологичности конструкции детали теснейшим образом связано с объемом ее выпуска, видом и формой производственного процесса.

Результатом анализа могут стать рекомендации по изменению конструкции детали, реализация которых будет способствовать повышению производительности труда и качества изделий при максимальном снижении затрат времени, средств на разработку, технологическую подготовку производства, изготовление, эксплуатацию и ремонт изделия.

2.2.3 Проектная часть

Процесс проектирования станочных приспособлений представляет собой цепь последовательных этапов, осуществляемых конструктором от начала получения задания до выдачи готовых чертежей приспособления. Методика проектирования приспособления включает **проектную** (расчетную) и **конструкторскую** части.

Приступая к процессу **проектирования** приспособления, следует тщательно изучить технологический процесс изготовления детали. Особое внимание при этом уделяется анализу операции, для которой требуется разработать приспособление.

Описание технологической операции

Описание технологической операции предполагает анализ соответствия метода обработки указанной поверхности детали (согласно технологическому процессу) предъявляемым к ней требованиям по точности и шероховатости. Приводиться полная структура технологической операции.

В отсутствии достаточного опыта следует руководствоваться таблицами средней экономической точности, содержащими ориентировочные данные по точности для различных методов обработки, полученные систематизацией непосредственных наблюдений в производственных условиях [4].

Пример 1. Определить технологический метод обработки отверстия $\varnothing 15+0,3$ мм в детали и применяемый режущий инструмент при условии обеспечения требования шероховатости по параметру Ra 10 мкм.

Решение. Технологическая операция будет состоять из одного технологического перехода: «сверлить отверстие $\varnothing 15+0,3$ мм», поскольку сверление обеспечивает установленные чертежом параметры точности и шероховатости. Так, согласно табл. 5 [4] при номинальных диаметрах отверстий св. 10 до 18 мм достигаемые параметры точности и шероховатости: технологический допуск на размер $T=270$ мкм, шероховатость поверхности Ra 25-0,8 мкм. Режущий инструмент – сверло спиральное $\varnothing 15$ ГОСТ886-77, материал режущей части – сталь быстрорежущая марки P6M5.

Разработка схемы базирования заготовки на технологической операции

Заготовки деталей, устанавливаемые в станочные приспособления, имеют различные комплекты базирующих поверхностей в зависимости от их геометрии.

ческой формы (см. раздел 2 [1], практическая работа №1 «Базирование и базы в машиностроении»). Напомним лишь, что при назначении технологических баз для точной обработки следует руководствоваться *принципом единства баз*.

Разработка схемы установки включает также выбор вида установочного элемента в зависимости от формы и качества базовой поверхности, заданной точности обработки. Так, для базирования по наружной цилиндрической поверхности используются призмы или втулки, для установки по отверстию применяются различные по конструкции пальцы – цилиндрические, срезанные. Заготовки с плоскими технологическими базами устанавливаются на пластины, а также штыри с плоскими или сферическими рабочими поверхностями.

Пример 2. Для операции сверления двух отверстий диаметром d разработать схему базирования заготовки детали «Плитка», позволяющую получить размеры, заданные на рис. 2.1.

Решение. Судя по конфигурации заготовки детали, следует выбрать схему базирования прямоугольного параллелепипеда (плитки). Комплект баз для этой схемы включает:

- установочную базу, лишающую заготовку трех степеней свободы;
- направляющую базу, лишающую заготовку двух степеней свободы;
- опорную базу, лишающую заготовку одной (шестой) степени свободы.

Анализ точностных требований показывает, что за установочную базу следует принять нижнюю плоскость, относительно которой задано требование перпендикулярности: оси обрабатываемых отверстий должны быть перпендикулярны нижнему основанию заготовки. Опорные точки 1-3.

Направляющей базой будет продольная ось, от которой задано требование параллельности и размер a : общая ось обрабатываемых отверстий должна быть параллельна продольной оси заготовки и находиться от нее на расстоянии a . Опорные точки 4 и 5.

Размер b , заданный на рисунке от оси левого выступа определяет выбор опорной базы. Опорная точка 6.

Полученная после простановки опорных точек схема базирования представлена на рис . 2.2.

При разработке схемы базирования учтено правило «шести точек» и реализован один из основополагающих принципов базирования – принцип единства (совмещения) баз.

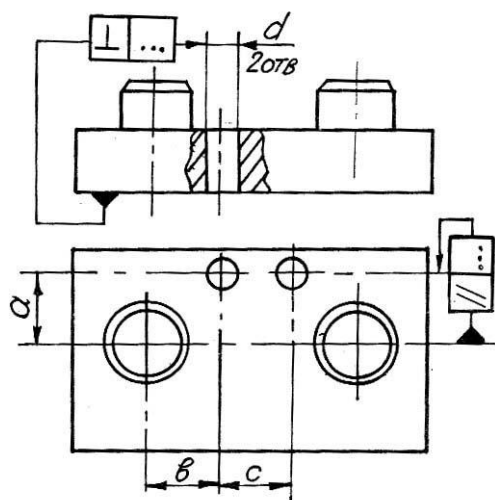


Рис.2.1. Заготовка детали «Плитка»

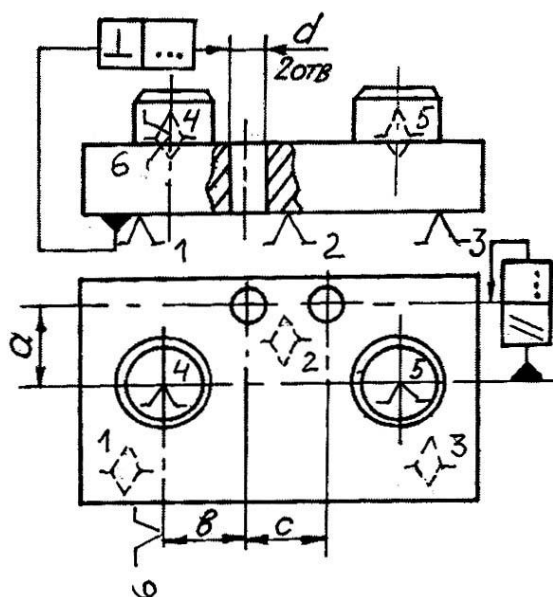


Рис. 2.2. Схема базирования заготовки детали «Плитка»

При отсутствии уточняющих сведений о состоянии базовых поверхностей заготовки в качестве установочных элементов в данном примере можно рекомендовать к использованию стандартные опоры (ГОСТ 13440-68, 13441-68, 13442-68) под базовые плоскости в виде штырей, разместив их в приспособлении согласно разработанной схеме базирования (см. рис. 2.2).

Анализ возможных вариантов конструкции приспособления

Основная задача этого этапа проектирования состоит в том, чтобы выбрать оптимальный вариант конструкции приспособления из возможных при *максимальном использовании уже имеющихся решений*. При этом возникают вполне объяснимые трудности выбора. Один из конструктивных вариантов оснастки может иметь наименьший вес и габаритные размеры, но зато другой, при больших размерах и весе, более прост в эксплуатации, зажим заготовок в нем более надежен и т.д. Поэтому необходимо использовать достаточно обоснованный метод определения оптимального варианта конструкции приспособления. Чтобы облегчить сравнение и оценку качества конструкции, можно применить метод сравнительных коэффициентов, при котором все наиболее важные качественные показатели конструкции выражаются коэффициентами, установленными опытным путем [5].

Коэффициент качества приспособления K_c определяется как произведение коэффициентов

$$K_c = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (1.1)$$

где K_1 - коэффициент для учета зависимости веса конструкции от усилия, развиваемого приводом;

K_2 - коэффициент хода губок, отражающий отношение хода губок (кулачков, тяги) привода к весу приспособления;

K_3 - коэффициент трудоемкости, равный отношению средней трудоемкости к фактической;

K_4 - коэффициент транспортабельности, вводимый для учета влияния веса на качество продукции;

K_5 - коэффициент универсальности, отражающий способность конструкции приспособления к переналадке.

Максимальная величина K_c может быть равной 1.

Сравнительная оценка типовых представителей групп тисков машинных и патронов к токарным и револьверным станкам приведена в таблицах приложения 3.

Силовой расчет приспособления

Выбрав способ установки (базирования) заготовки и разместив установочные элементы в приспособлении, определяют величину, место приложения и направление сил зажима, поскольку положение обрабатываемой заготовки на станке относительно режущего инструмента может быть нарушено под действием сил резания, которые при определенных видах обработки могут достигать значительной величины. Надежное крепление заготовки в приспособлении с помощью тех или иных зажимных устройств обеспечивается в ходе силового расчета, который осуществляется в определенной последовательности:

- составление расчетной схемы приспособления;
- расчет сил резания;
- расчет сил зажима;
- расчет силового привода.

При проектировании зажимных устройств необходимо обеспечить соответствующее направление сил зажима и способов их приложения, т.е. составить рациональную **расчетную схему** установки заготовки в приспособлении. В противном случае силы закрепления могут сместить обрабатываемую заготовку в приспособлении. Места приложения силового замыкания на схеме станочного приспособления изображаются стрелкой, указывающей точку приложения и направление силового замыкания.

Примеры расчетных схем приведены в приложении 4.

Расчет сил закрепления в первом приближении может быть сведен к задаче статики на равновесие заготовки под действием приложенных к ней внешних сил – резания, зажима, трения, реакций опор (или соответствующих моментов).

Расчет сил резания и их моментов является составной частью расчета режима обработки. Его осуществляют по эмпирическим формулам теории резания металлов [4]. Порядок расчета режимов резания при точении будет следующим.

Глубина резания: при черновой (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную глубину резания t , мм, равную всему припуску на обработку или большей его части. При чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача S , мм/об, при черновой обработке выбирается максимально возможная, исходя из жесткости и прочности технологической системы, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов. При чистовой обработке – в зависимости от требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания V , м/мин, рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V, \quad (2.2)$$

где C_V , m , x , y – значения коэффициента и показателей степеней, зависящие от обрабатываемого материала и вида обработки.

Здесь и далее в формулах (2.3), (2.6), (2.7) значения коэффициентов и показателей степеней в формулах для определения режимов резания приведены в справочных таблицах [1, 4].

T – период стойкости инструмента, применяемого для данного вида обработки, мин.

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания V учитывает конкретные значения глубины резания t , подачи S и стойкости инструмента T и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания V с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент K_V .

K_V – поправочный коэффициент как произведение ряда коэффициентов:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV}, \dots \dots \dots (2.3)$$

где K_{MV} – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По рассчитанному значению скорости резания определяют n частоту вращения шпинделя станка, об/мин:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \dots \dots \dots (2.4)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Расчетное значение частоты вращения шпинделя корректируют по паспортным данным станка, по принятому значению определяют фактическую величину скорости резания:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \quad . \quad (2.5)$$

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную (тангенциальную) составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N_e и крутящий момент на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитывают по эмпирическим формулам:

$$P_{x,y,z} = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (2.6)$$

где $P_{x,y,z}$ - соответственно осевая, радиальная и тангенциальная, составляющие силы резания;

C_p, x, y, z, n - значения коэффициентов и показателей степени, зависящие от видов обработки;

K_p - общий поправочный коэффициент, учитывающий измененные по сравнению с табличными условия резания, представляющий собой произведение из ряда коэффициентов:

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (2.7)$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ - коэффициенты, характеризующие геометрию инструмента.

Заканчивается расчет режима резания определением мощности, потребляемой на резание N , кВт.

Следует еще раз подчеркнуть, что приведенная последовательность и формулы не в полной мере отражают особенности процессов формообразования, присущие другим видам обработки. Так, например, формула, по которой вычисляют мощность резания [4]:

при точении, строгании, долблении, фрезеровании

$$N = \frac{P_z V}{1020 \times 60}, \quad (2.8)$$

при сверлении, рассверливании, зенкеровании, развертывании

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}, \quad (2.9)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, Нм.

Полученные данные используют при выборе **модели станка**, для которого проектируется приспособление. Техническими характеристиками, определяющими, например, выбор конкретной модели вертикально-сверлильного станка, являются: наибольший условный диаметр сверления в стали, размеры рабочей поверхности стола, частота вращения шпинделя, подача шпинделя, мощность электродвигателя привода главного движения. Эти сведения приведены в таблицах 2 - 60 [4].

Пример 3. Рассчитать элементы режима резания при сверлении отверстия $\varnothing 15+0,3$ мм в детали типа «вал». Вид и материал заготовки – сталь 40Х, $\sigma_{\text{в}} = 850$ МПа.

Глубина резания при сверлении определяется формулой

$$t=0,5D, \quad (2.10)$$

где D – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

$$t=0,5 \times 15=7,5 \text{ мм.}$$

При сверлении без ограничивающих факторов выбирается максимально допустимая по прочности сверла подача $S_0=0,3$ мм/об (см. табл. 35[4]).

Скорость резания при сверлении

$$V=\frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \quad (2.11)$$

где K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v=K_{Mv} K_{Иv} K_{lv}, \quad (2.12)$$

где K_{Mv} , $K_{Иv}$, K_{lv} , - коэффициенты, учитывающие обрабатываемый материал, инструментальный материал и глубину сверления соответственно (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Поправочные коэффициенты для скорости резания

Обрабатываемый материал	K_{Mv}	$K_{Иv}$ для инструмента из стали Р6М5	K_{lv} при глубине обработки отверстия не более $3D$
Сталь	$K_{Mv}=K_{\Gamma}$ $\left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$	1,0	1,0

Примечания. 1 Коэффициент K_{Γ} , характеризующий группу стали по обрабатываемости для инструмента из быстрорежущей стали $K_{\Gamma}=1,0$ [4].

2 Показатель степени n_v при обработке стали сверлами из быстрорежущей стали $n_v=0,9$ [4].

$$V = \frac{9,8 \times 15^{0,4}}{20^{0,2} \times 0,3^{0,5}} \times \left(\frac{750}{850}\right)^{0,9} = 26 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения инструмента

$$n = \frac{1000 \times 29}{3,14 \times 15} = 552 \text{ об/мин.}$$

Крутящий момент, Нм, и осевая сила, Н

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p, \quad (2.13)$$

$$P_o = 10 C_p D^q s^y K_p. \quad (2.14)$$

Значения поправочных коэффициентов и показателей степеней в формулах (2.11-2.13) для данного примера приведены в табл. 2.2 и 2.3.

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 15^{2,0} \times 0,3^{0,8} \times 1^{0,75} = 29,5 \text{ Нм.}$$

$$P_o = 10 \times 68 \times 15^{1,0} \times 0,3^{0,7} \times 1^{0,75} = 4390 \text{ Н.}$$

Мощность резания по формуле (2.9)

$$N = \frac{29,5 \times 552}{9750} = 1,67 \text{ кВт.}$$

Таблица 2.2

Значения поправочных коэффициентов и показателей степеней

Обрабатываемый материал	Прочность, твердость	Для скорости V				Для момента M			Для осевой силы P_o		
		C_v	q	m	y	C_M	q	y	C_p	q	y
Сталь	$\sigma_B = 850$ МПа	9,8	0,40	0,2	0,5	0,0345	2,0	0,8	68	1,0	0,7

Таблица 2.3

Поправочный коэффициент K_p , учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Прочность, твердость	K_p	n
Сталь	$\sigma_B = 850$ МПа	$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$	0,75

На основании полученных расчетов выбирается вертикально-сверлильный станок модели 2Н125, основные технические характеристики которого приведены в табл. 2.4.

Как уже отмечалось выше, **расчет силы зажима** заготовки производится в результате решения задачи статики на равновесие заготовки под действием системы внешних сил и сил закрепления.

К внешним силам, действующим на заготовку, относятся:

1. составляющие силы резания, которые по величине, направлению и месту приложения являются переменными факторами. При расчете

Таблица 2.4

Техническая характеристика станка

Параметр	Единица измерения	2Н125
Наибольший условный диаметр сверления в стали	мм	25
Рабочая поверхность стола	мм	400 x 450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола	мм	700
Частота вращения шпинделя	об/мин	45-2000
Подача шпинделя	мм/об	0,1-1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения	кВт	2,2

следует принимать *наихудший вариант* действия сил (см. приведенные ниже рекомендации по выбору направления и места приложения зажимной силы W).

2. объемные силы, к которым относятся центробежные и инерционные силы, а также силы тяжести заготовки. Данные силы возникают при определенных условиях обработки.
3. второстепенные силы, возникающие при врезании или выходе режущего инструмента.

Таким образом, к заготовке с одной стороны приложены силы резания, объемные и второстепенные силы, а с другой стороны – искомые зажимные силы и реакции опор. Под действием этих сил заготовка должна сохранять равновесие.

Исходными данными при расчете силы зажима являются:

- схема установки, разработанная с учетом схемы базирования заготовки;
- величина, направление и место приложения внешних сил, возникающих при обработке;
- схема закрепления заготовки, определяющая направление и точку приложения зажимной силы W .

При выборе *направления зажимной силы W* необходимо соблюдать определенные правила.

1. Сила зажима должна быть направлена перпендикулярно поверхности установочных элементов, чтобы обеспечить плотный контакт между технологической базой заготовки и установочными элементами.
2. При базировании по нескольким технологическим базам сила зажима должна быть направлена на тот установочный элемент, с которым заготовка имеет наибольшую площадь контакта.
3. Направление силы зажима, по возможности, должно совпадать с направлением веса заготовки и сил резания.

Правильному выбору *места приложения силы зажима W* способствуют следующие рекомендации.

1. Сила зажима не должна опрокидывать или сдвигать заготовку по установочным элементам приспособления. Для этого необходимо, чтобы точка приложения силы зажима: а) проектировалась на установочный элемент, по возможности ближе к его центру, или в многоугольник, образованный линиями, соединяющими установочные элементы; б) лежала бы на участке поверхности заготовки, параллельной поверхности установочного элемента, воспринимающего силу зажима.
2. Сила зажима с реакциями опор не должна создавать изгибающих деформаций.

3. Точка приложения силы зажима должна быть расположена как можно ближе к месту обработки, особенно для нежестких заготовок.

На практике трудно удовлетворить всем этим правилам одновременно и поэтому всегда необходимо искать оптимальное решение.

Пример 4. Определить силу W зажима заготовки на операции сверления отверстия во фланце втулки [6]. Анализ схемы обработки показывает, что в процессе сверления возможно опрокидывание заготовки осевой силой P_0 и поворот под действием момента сверления M_p (рис.2.3).

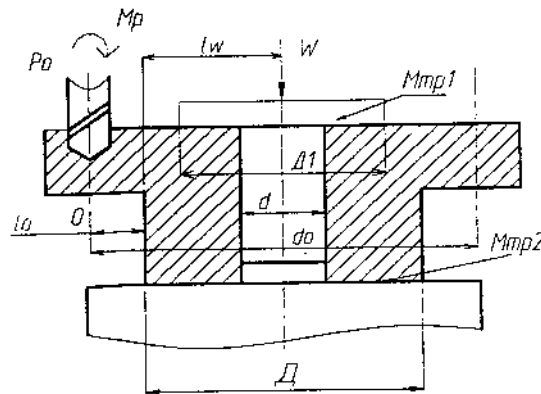


Рис. 2.3. Расчетная схема при сверлении отверстия на вертикально-сверлильном станке

Уравнение моментов

$$\sum M_i = 0,$$

$$KM_p - M_{\text{тр}1} - M_{\text{тр}2} = 0,$$

где $M_{\text{тр}1}$ – момент трения между зажимным элементом и заготовкой;

$M_{\text{тр}2}$ – момент трения между заготовкой и опорной плоскостью.

$$M_{\text{тр}1} = \frac{1}{3} W \frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} f_1, \quad (2.15)$$

$$KM_{\text{тр}2} = \frac{1}{3} W \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} f_2, \quad (2.16)$$

$$KM_{\text{тр}} = \frac{1}{3} W \left(\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} f_1 + \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} f_2 \right). \quad (2.17)$$

Сила, удерживающая заготовку от поворота

$$W' = \frac{3KM_p}{\frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2} f_1 + \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} f_2}, \quad (2.18)$$

В рассматриваемом случае следует рассчитать также силу W'' , препятствующую опрокидыванию заготовки силой P_o . Уравнение равновесия под действием осевой силы

$$P_o l_o - W l_w = 0.$$

тогда

$$W'' = \frac{P_o l_o}{l_w}. \quad (2.19)$$

Для расчета зажимного механизма используют максимальное значение силы зажима W .

Пример 5. При расчете силы зажима всегда следует выбирать наихудший вариант расположения сил, что можно пояснить на следующем примере [6].

При растачивании на каждом обороте борштанги силы резания P_y и P_z меняют точки приложения и направление. На рис. 2.4 приведены четыре положения режущего элемента борштанги, когда вершина резца последовательно находится в точках 1,2,3,4. При расположении резца в точках 1 и 2 сила P_z отрывает заготовку от опорной точки O_1 , поворачивая ее вокруг точки O_2 . P_y – наоборот. Когда же резец находится в точке 3, сила P_z прижимает заготовку к опорам, а в точке 4 поворачивает вокруг точки O_3 . Условие равновесия заготовки может быть описано суммой моментов:

$$M(P_z) + M(P_y) + M(W) = 0.$$

$$W' = \frac{KP_z}{f_1 + f_2}, \quad W'' = \frac{KP_y}{f_1 + f_2}. \quad (2.20)$$

Учитывая то, что заготовка – жесткое тело, следует также проверить возможность сдвига заготовки с установочных элементов.

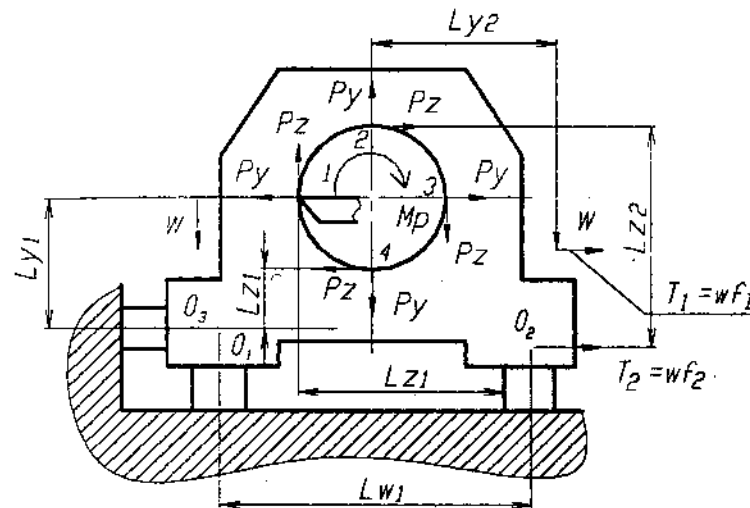


Рис. 2.4. Расчетная схема при растачивании отверстия

Используя формулу (2.20), можно для различных положений борштанги определить необходимую силу W и максимальное ее значение использовать для расчета зажимного механизма.

Пример 6. В заготовке на агрегатном станке сверлится отверстие (рис. 2.5).

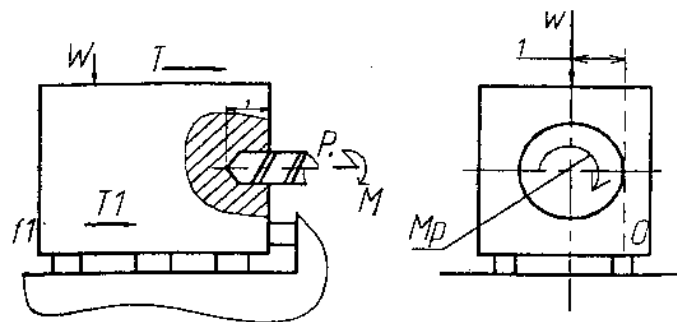


Рис. 2.5. Расчетная схема при сверлении отверстия на агрегатном станке

Осевая сила сдвигает заготовку, но этому препятствует сила трения

$$P_o - T - T_1 = 0;$$

$$T = Wf, \quad T_1 = Wf_1, \quad W = KP_o / (f + f_1). \quad (2.21)$$

Момент резания борштанги M_o стремится повернуть заготовку вокруг точки О, но этому препятствует момент зажима:

$$KM_p = Wl, \quad W'' = \frac{KM_p}{l}. \quad (2.22)$$

В расчетах сил закрепления вводят коэффициент запаса K . Он необходим для обеспечения надежности зажимных устройств, так как вырыв или смещение заготовки в связи с колебанием сил резания в процессе механической обработки недопустимы. Коэффициент K учитывает неточность расчетов, непостоянство условий обработки и установки заготовок. Применение в расчетах среднего значения K неправильно: при малом K надежность зажимного устройства недостаточна, при большом K получают завышенные силы закрепления, что увеличивает размеры зажимных устройств и приспособления в целом. В зависимости от конкретных условий построения операции значение K следует выбирать дифференцированно, как произведение первичных коэффициентов, отражающих поправки на различных этапах расчета

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (2.23)$$

где K_0 – постоянный (гарантированный) коэффициент запаса, учитывающий неточность расчетов. При определении сил резания следует ориентироваться на самые невыгодные условия обработки – наибольшую глубину резания и наибольшую твердость обрабатываемого материала заготовки. При всех случаях механической обработки $K_0 = 1,5$;

K_1 – учитывает состояние поверхности заготовки (обработанная или необработанная). Выбирается по табл. П.5.1;

K_2 – учитывает увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при обработке прерывистых поверхностей на заготовке;

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство зажимной силы, развиваемой приводом;

K_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах;

K_6 – коэффициент, учитываемый при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую заготовку вокруг оси.

Коэффициенты запаса $K_2 \dots K_6$ выбираются по табл. П.5.2

Выбирая значения коэффициентов $K_1 \dots K_6$ соответственно условиям выполнения операции, можно получить величину $K=1,5 - 8,0$. Если в результате расчетов коэффициента надежности получилось $K \leq 2,5$, то при расчете надежности закрепления его следует принять $K=2,5$ (ГОСТ 12.2.029-88).

Коэффициент трения f (т.е. отношение силы трения к нормальной силе) зависит от сочетания контактирующих поверхностей. При контакте необработанных заготовок (отливок, поковок) с опорами, имеющими сферическую головку, его значение определяется величиной нормальной силы и радиусом сферы. С увеличением нормальной силы и уменьшением радиуса сферы коэффициент трения возрастает от 0,18 до 0,30 в результате сопротивления сдвигу при контактных деформациях.

При обычных нагрузках на опору коэффициент трения можно брать 0,20-0,25. При контакте заготовок с зажимными и установочными рифлеными элементами коэффициент трения зависит от нормальной силы. С ее ростом увеличивается глубина внедрения рифлений в поверхность заготовки и сопротивление сдвигу возрастает; коэффициент трения достигает 0,7-0,9.

При контакте обработанных заготовок с установочными и зажимными элементами коэффициент трения покоя мало зависит от шероховатости поверхности заготовки, давления, материала заготовок и наличия следов смазочно-

охлаждающей жидкости. При повышении давления до предельных значений и смачивании поверхностей контакта коэффициент трения повышается на одну - две сотых. В расчетах коэффициент трения можно принимать равным 0,16.

При конструировании приспособлений по требуемой силе закрепления заготовки устанавливают основные размеры зажимного устройства и определяют исходную силу (момент) на рукоятке или силовом узле привода.

Основным назначением **силового привода** в приспособлении является создание исходной силы тяги Q , необходимой для зажима заготовки силой W .

Силовой агрегат привода представляет собой преобразователь какого-либо вида энергии в механическую, необходимую для работы зажимных механизмов. В связи с этим приводы обычно классифицируют по виду преобразуемой энергии. В приспособлениях используют следующие приводы: пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, механогидравлические, электромеханические, магнитные, вакуумные и др.

В массовом и крупносерийном производстве наибольшее применение получили пневматические приводы. Это объясняется тем, что пневматические приводы приспособлений имеют простую конструкцию, являются быстродействующими, просты в управлении. Обладают надежностью и сравнительно недорогой стоят. Исходной энергией в пневматических приводах является энергия сжатого воздуха, подаваемого под давлением $p=0,4 - 0,6$ МПа. Общие технические требования на пневмоприводы даны в ГОСТ 18460-91.

Осевую силу Q на штоке пневмоцилиндра (Н) находят по формулам:

для пневмоцилиндра одностороннего действия

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta - q, \quad (2.24)$$

для пневмоцилиндров двустороннего действия при давлении сжатого воздуха на поршень в бесштоковой полости

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta \quad (2.25)$$

и штоковой полости

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta, \quad (2.26)$$

где D – диаметр пневмоцилиндра (поршня), мм;

d – диаметр штока поршня, мм;

p – давление сжатого воздуха, МПа;

η – КПД, учитывающий потери в пневмоцилиндре, $\eta = 0,85-0,9$;

q – сила сопротивления возвратной пружины в конце рабочего хода поршня, Н.

Для цилиндра одностороннего действия сила на штоке уменьшается в конце рабочего хода на величину силы сжатия пружины q . При ее предельном сжатии (в конце рабочего хода поршня) она оказывает сопротивление от 5% при больших до 20% при малых диаметрах пневмоцилиндра от силы Q в момент зажима заготовки в приспособлении.

При расчете пневмоприводов определяют осевую силу на штоке поршня, зависящую от диаметра пневмоцилиндра и давления сжатого воздуха в его полостях. Можно по заданной силе на штоке поршня и давлению сжатого воздуха определить диаметр пневмоцилиндра.

Пример 7. Определить диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия, если известно усилие на штоке Q и давление сжатого воздуха p в бесштоковой полости. В формуле (2.25) для упрощения расчетов опустим КПД, но для надежности зажима найденную силу Q на штоке увеличим в 1,5 раза. Тогда формула (2.25) примет вид

$$1,5 Q = \frac{\pi D^2}{4} p,$$

откуда

$$D = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{p}}. \quad (2.27)$$

Найденный размер диаметра пневмоцилиндра округляют по нормали и по принятому диаметру определяют действительную осевую силу на штоке. Прак-

тически применяют следующие размеры диаметров рабочей полости цилиндров: 75, 100, 125, 200, 250, 300, 350 мм.

Наиболее прост расчет зажимного устройства **прямого действия**, когда в качестве силового узла используется пневмоцилиндр. В этом случае, используя формулу (2.25), по заданным Q и p находят диаметр цилиндра D (см. пример 7).

Расчет усложняется, если между зажимным элементом и силовым узлом встроен промежуточный (обычно усиливающий или самотормозящий) механизм. В этом случае для *наименее выгодного положения* зажимного элемента находят силу на штоке силового узла с учетом передаточного отношения промежуточного механизма и потерь на трение в его звеньях. Вместе с этим находят ход штока (его полную величину от исходного положения до момента закрепления заготовки). По методике расчета зажимных устройств прямого действия определяют диаметр цилиндра или пневмокамеры (см. пример 8).

Гидравлический привод состоит из гидроцилиндра и источника питания, который создает высокое давление рабочей среды (масла), вследствие чего гидравлические силовые узлы в сравнении с пневматическими имеют меньшие габариты. В приспособлениях применяют гидроцилиндры поршневого типа. Отличие гидроцилиндра состоит в наличии дополнительных уплотнений в виде резиновых колец в крышках и в местах присоединения штока к поршню. В качестве рабочей среды применяют техническое масло средней вязкости, подаваемое под давлением $p=1,0 - 10,0$ МПа.

Исходная сила на штоке для гидроцилиндров одностороннего действия: толкающих

$$P_{\text{и}} = \frac{\pi D^2}{4} p_{\text{п}} - q, \quad (2.28)$$

тянущих

$$P_{\text{и}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p_{\text{п}} - q. \quad (2.29)$$

Для гидроцилиндров двустороннего действия при подаче масла: в бесштоковую полость

$$P_{и} = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \quad (2.30)$$

в штоковую полость

$$P_{и} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \eta, \quad (2.31)$$

где D – диаметр поршня гидроцилиндра, мм;

p - давление масла на поршень, МПа;

η - КПД, гидроцилиндра, $\eta=0,85-0,9$;

q - сила сопротивления сжатой пружины при крайнем рабочем положении поршня, Н;

d - диаметр штока, мм.

Диаметр поршня гидроцилиндра двустороннего действия при подаче масла в бесштоковую полость можно вычислить, используя формулу (2.30)

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{P_{и}}{p}}. \quad (2.32)$$

Пример 8. В конструкции консольного скальчатого кондуктора заложен Г-образный зажимной механизм (рис. 2.6), образуемый рамкой кондукторной плиты и силовым приводом. Данный механизм не дает выигрыша в силе, но прост и надежен в работе.

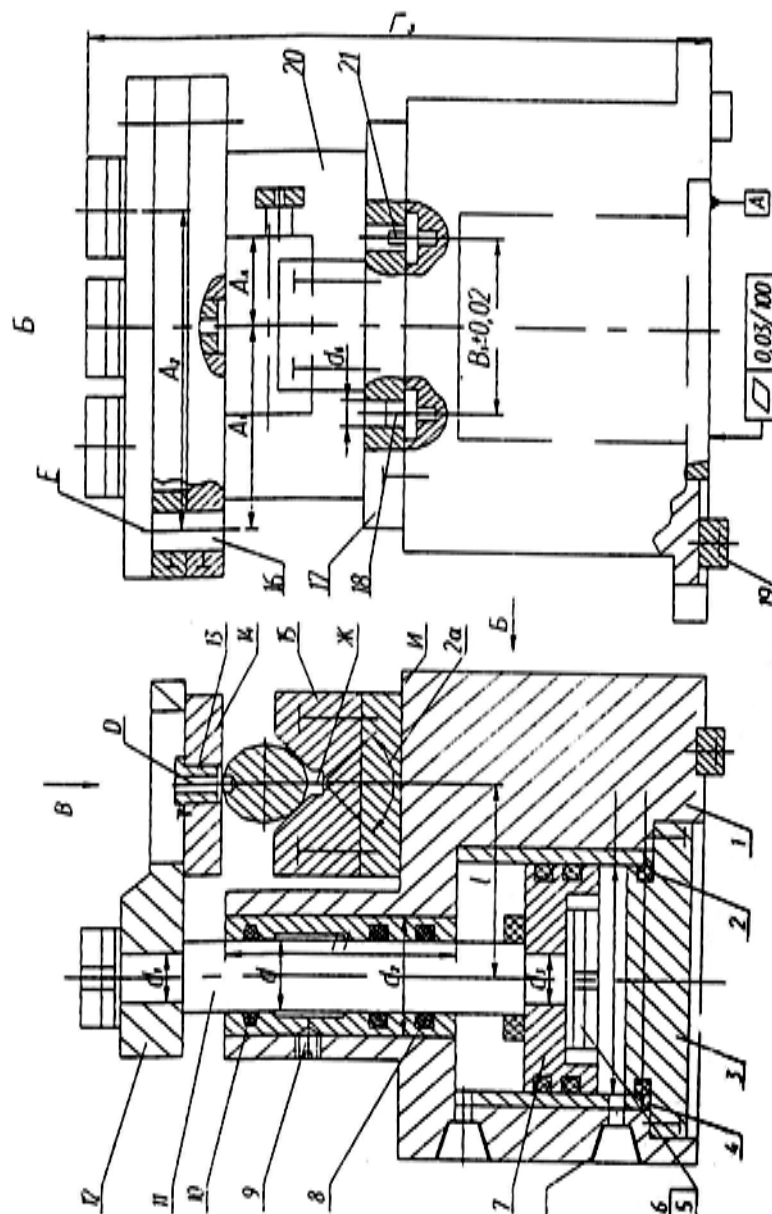


Рис. 2.6. Схема скальчатого кондуктора

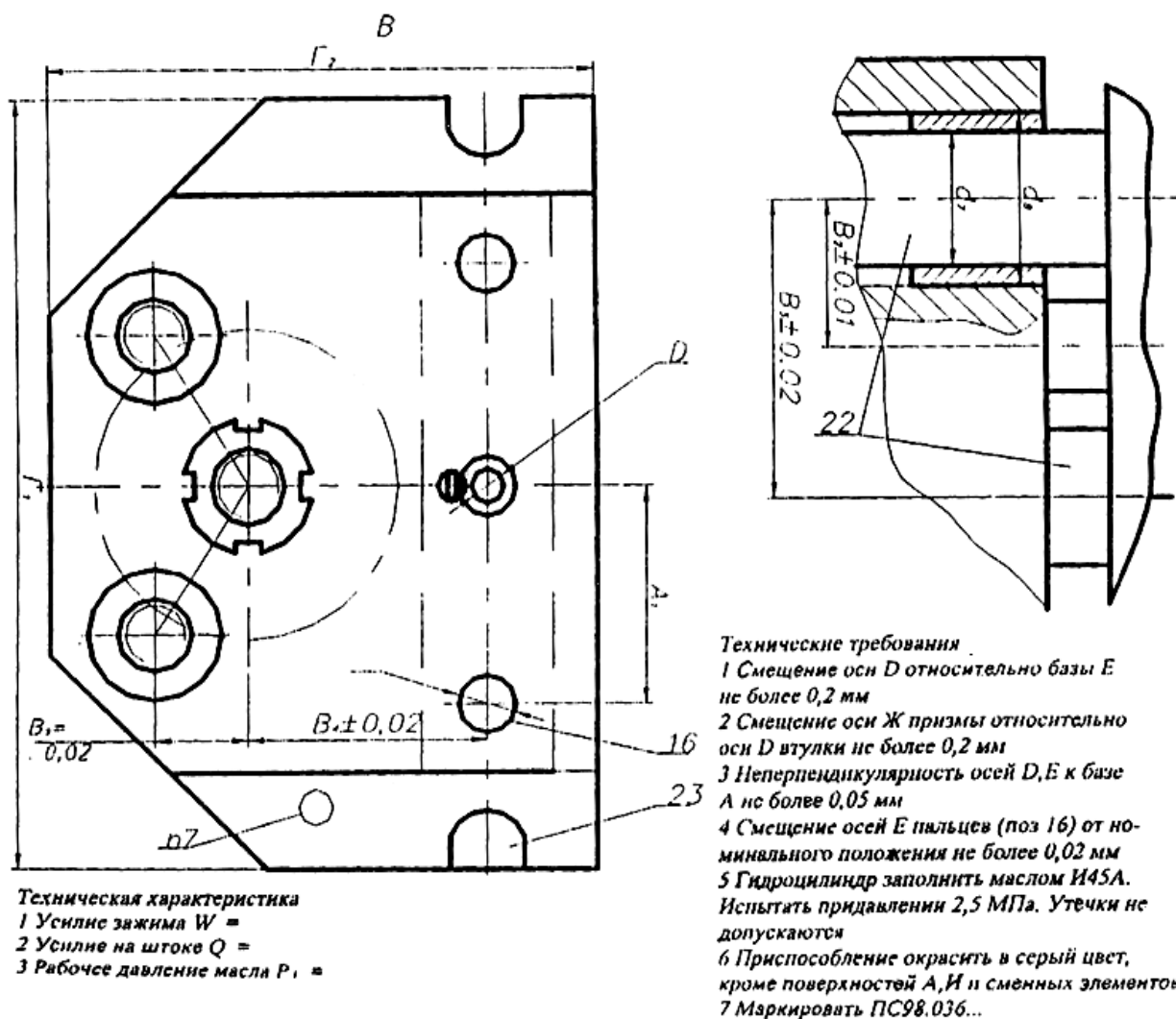


Рис. 2.6 – Схема скальчатого кондуктора (продолжение)

Величина усилия Q на штоке силового привода рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{W}{1 - \frac{3l}{H} f_1},$$

где l – вылет рамки, расстояние от места приложения силы W до оси штока поршня. Значение l складывается из звеньев $l = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$ (для данной схемы). Рекомендуемые значения звеньев $A_1 = \frac{D_{\text{зат}}}{2}$, $A_2 = 5-10$, $A_3 = 8$, $A_4 = 10-12$, $A_5 = 10-15$ мм, $A_6 = \frac{d_{\text{шт}}}{2}$. Обычно значение l определяется путем прочерчива-

ния данного узла в масштабе 1:1 и после выбора размеров уплотнительных колец 8 и длины стопорного винта 9 (см. рис. 2.6);

H – длина направляющей штока привода, из опыта конструирования рекомендуется $H=(0,8-1,5) l$;

f_1 – коэффициент трения в контакте штока с направляющими. Можно принять с учетом ограниченной смазки $f_1=0,08 - 0,1$.

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод, размещаемый во внутренней полости корпуса кондуктора (в этом случае габариты последнего уменьшаются). Наибольшее применение в кондукторах получили гидравлический и пневматический приводы.

Диаметр поршня гидравлического или пневматического привода рассчитывается по формулам (2.27) или (2.32).

Опыт конструирования кондукторов показывает, что если диаметр поршня силового привода превышает 80 мм, то конструкция получается громоздкой и не технологичной. Изменение диаметра поршня D до заданного значения $D=80-100$ мм можно достичь путем регулирования давления масла, подаваемого в гидроцилиндр $p=1,0; 2,5; 5,0; 7,0; 10,0$ МПа. Давление воздуха мало поддается регулировке и обычно принимается в расчетах $p=0,4$ МПа.

Ход поршня S принимается из условия свободной установки заготовки на установочные элементы вручную.

Расчет приспособления на точность

Составной частью курсового проекта по дисциплине «Технологическая оснастка» является расчет приспособления на точность, поскольку основное требование, предъявляемое к приспособлению – обеспечить заданную точность обработки заготовки на настроенном станке.

Заданная точность будет обеспечена, если получающаяся максимальная погрешность обработки будет меньше допуска. Это значит, что для каждого выдерживаемого на операции размера должно соблюдаться условие

$$\Delta_{\Sigma} \leq T, \quad (2.33)$$

где Δ_{Σ} - максимальная результирующая погрешность обработки, мм;

T – допуск на размер, получаемый на данной операции, мм.

Расчет точности обработки рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. из размеров, выдерживаемых на операции, выделить те, на точность которых влияет приспособление;
2. из них выбрать для проверки размер с минимальным допуском;
3. выявить все составляющие суммарной погрешности Δ_{Σ} , которые влияют на точность проверяемого размера;
4. определить максимальное значение каждой из составляющих погрешностей;
5. вычислить результирующую погрешность Δ_{Σ} ;
6. сопоставить погрешность Δ_{Σ} с допуском на проверяемый размер.

***Если $\Delta_{\Sigma} \geq T$, то точность не обеспечивается и необходимо путем уменьшения какой-либо из составляющих погрешностей уменьшить Δ_{Σ} .
Если $\Delta_{\Sigma} < T$, то точность обеспечивается.***

Все погрешности, определяющие точность обработки заготовок деталей машин на металлорежущих станках, могут быть разделены на три категории:

- 1) погрешности установки заготовок ε_y ;
- 2) погрешности настройки станка Δ_n ;
- 3) погрешности на стадии процесса обработки, которые вызываются:
 - а) размерным износом режущих инструментов - $\Delta_{и}$;
 - б) упругими деформациями технологической системы под влиянием силы резания - Δ_y ;
 - в) геометрическими неточностями станка - $\Sigma\Delta_{ст}$;
 - г) температурными деформациями технологической системы - $\Sigma\Delta_{т}$.

При обработке на станках с ЧПУ дополнительно возникают погрешности позиционирования элементов системы и отработки программ управления.

Расчет точности необходим в основном для операций чистовой обработки, выполняемых с допуском по 6-11-му квалитетам.

Суммарные погрешности обработки деталей на настроенных станках определяют по уравнениям [7]:

для диаметральных размеров

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_n^2 + (1,73\Delta_{и})^2 + (1,73\Sigma\Delta_{ст})^2 + (1,73\Sigma\Delta_T)^2}; \quad (3.34)$$

для линейных размеров

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \Delta_y^2 + \Delta_n^2 + (1,73\Delta_{и})^2 + (1,73\Sigma\Delta_{ст})^2 + (1,73\Sigma\Delta_T)^2}. \quad (3.35)$$

Расчет погрешности диаметральных размеров при однорезцовом точении может быть выполнен по методике, изложенной в [4].

После определения суммарной погрешности Δ_{Σ} проверяется возможность обработки без брака по уравнению (2.33). **В случае несоблюдения этого условия необходимо предложить конкретные мероприятия по снижению Δ_{Σ} .**

Погрешность обработки на фрезерных станках рассчитывается с учетом погрешности установки ε_y , которая может быть определена по [4] или приложению 6.

При обработке плоскостей на фрезерных станках погрешность Δ_y , вызванная упругими деформациями технологической системы, зависит в основном от колебания величины припуска и податливости системы «шпиндель – стол». В связи с тем, что подача при обработке осуществляется столом станка, податливость системы W не изменяется при изменении относительно положения заготовки и фрезы (т.е. $W = \text{const}$). В то же время податливость фрезерных оправок и заготовок при чистовой обработке сравнительно мала. Поэтому податливость технологической системы W при расчетах принимается постоянной

и равной податливости системы «шпиндель – стол» $W_{ш-с}$, величину которой можно определить, например, по [4] или по приложению 7.

Максимальная ($P_{z \max}$) и минимальная ($P_{z \min}$) касательные составляющие усилия фрезерования определяются по [4] при максимально и минимально возможных глубинах резания t , ширине B и принятых условиях фрезерования.

Суммарная погрешность $\Sigma\Delta_{ст}$, вызванная геометрическими неточностями станка, может быть определена по [4] или приложению 8. Погрешность Δ_n , вызванная размерным износом фрез, находится по [4] или приложению 9.

В связи с прерывистым характером процесса резания при фрезеровании величина относительного износа больше, чем при точении; ее определяют по уравнению

$$и_{о\text{фр}} = \left(1 + \frac{100}{B}\right) и_о, \quad (2.36)$$

где B – ширина фрезерования, мм;

$и_о$ – относительный износ, мкм/км.

Для твердосплавных фрез $и_о$ выбирается по [4] или приложению 9; для быстрорежущих фрез $и_о$ принимают равным 15 - 20 мкм/км.

Длина пути резания $L_{т.фр}$, км, партии деталей:

при т о р ц о в о м фрезеровании

$$L_{т.фр} = \frac{l_d B N}{S_{пр} \times 10^6}; \quad (2.37)$$

при ц и л и н д р и ч е с к о м фрезеровании

$$L_{ц.фр} = \frac{\pi D_{фр} l_d N}{S_{пр} \times 10^6}, \quad (2.38)$$

где l_d, B – длина и ширина обрабатываемой поверхности, мм;

N – число деталей в обрабатываемой партии, шт.;

$S_{пр}$ – продольная подача инструмента или детали, мм/об;

$D_{\text{фр}}$ – диаметр фрезы, мм.

Погрешности Δ_n и Δ_T определяются так же, как при обработке на токарных станках.

Методика расчета элементарных и суммарной погрешностей на станках с ЧПУ принципиально не отличается от методики расчета точности обработки на станках обычного типа. Однако суммарная погрешность состоит из большего числа элементарных погрешностей. К д о п о л н и т е л ь н ы м погрешностям, как известно, можно отнести:

$\Delta_{\text{п.с}}$ – погрешность позиционирования суппорта; по величине она может быть принята равной двум дискретам привода подач по соответствующей координате;

$\Delta_{\text{п.р}}$ – погрешность позиционирования резцедержателя (инструментальной головки или блока); в современных станках с ЧПУ она не превышает 6 - 8 мкм;

$\Delta_{\text{кор}}$ – погрешность отработки коррекции (в случае работы с корректорами), численно равная двум дискретам привода подач по соответствующей координате.

Вместе с тем при работе с корректором из расчета Δ_{Σ} можно исключить систематическую погрешность от размерного износа инструмента Δ_n (так как в программу можно ввести периодическую коррекцию положения инструмента), а из расчета погрешности размерной настройки Δ_n – составляющую $\Delta_{\text{рег}}$ (так как эта составляющая учитывается погрешностью коррекции $\Delta_{\text{кор}}$).

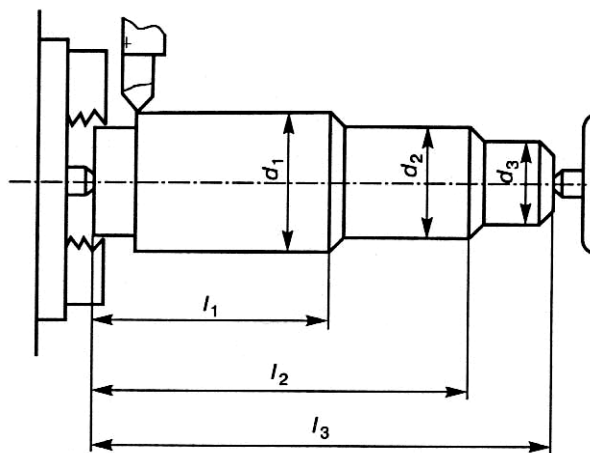
В связи с более жесткой конструкцией податливость станков с ЧПУ может быть принята в 2 - 4 раза меньшей, чем у аналогичных станков с ручным управлением, т.е. $W_{\text{ст.ЧПУ}} = 0,33 W_{\text{ст.руч.упр.}}$.

Пример 9. Ступени d_1, d_2, d_3 вала (таблица 2.5) обрабатываются чистовым точением в центрах гидрокопировального станка модели 1Н713 с допуском IT10. Определить для варианта 1 суммарную погрешность обработки ступени d_2 . Заготовки вала из стали 45 на предшествующей операции обработаны

черновым точением по IT13. Условия обработки: резец с пластиной из твердого сплава T15K6 имеет параметры: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$; минимальный припуск – 0,5 мм на сторону, подача $S = 0,15$ мм/об; скорость резания $V = 130$ м/мин.

Таблица 2.5

Исходные данные к примеру 9



Размеры, мм						Предел прочности материала детали $\sigma_{в}$, МПа	Припуск на обработку Z_{min} , мм	Число заготовок в партии N , шт.
d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3			
40	30	25	100	150	225	750	0,5	30

1. Величина погрешности $\Delta_{и}$ (на радиус), вызванная размерным износом резца определяется по [4]:

$$\Delta_{и} = \frac{L + L_0}{1000} \text{и}_o, \quad (2.39)$$

где L – длина пути резания при обработке партии N деталей:

$$L = \frac{\pi[d_1 l_1 + d_2(l_2 - l_1) + d_3(l_3 - l_2)]N}{1000S},$$

$$L = \frac{\pi(40 \times 100 + 30 \times 50 + 25 \times 75) \times 30}{1000 \times 0,15} = 4631 \text{ м.}$$

$$\Delta_{\text{н}} = \frac{4631 + 1000}{1000} \times 6 = 33,8 \text{ мкм.}$$

Дополнительный путь резания $L_0 = 1000$ м соответствует начальному износу вершины резца в период приработки. Для сплава Т15К6 относительный износ $\text{и}_0 = 6$ мкм/км (см. [4] или приложение 9).

2. Колебание отжатий системы Δ_y вследствие изменения силы P_y из-за непостоянных глубины резания и податливости системы при обработке согласно [4]

$$\Delta_y = W_{\text{max}} P_{y \text{ max}} - W_{\text{min}} P_{y \text{ min}}, \quad (2.40)$$

где $W_{\text{max}}, W_{\text{min}}$ – наибольшая и наименьшая податливость системы, мкм/кН;

$P_{y \text{ max}}, P_{y \text{ min}}$ – наибольшее и наименьшее значения составляющей силы резания, совпадающей с направлением выдерживаемого размера, кН.

Для станка 1Н713 нормальной точности наибольшее и наименьшее допустимые перемещения продольного суппорта под нагрузкой 16 кН составляют соответственно 450 и 320 мкм (см. [4] или приложение 7). При установке вала в центрах минимальная податливость системы будет возможна при положении резца в конце обработки, т.е. у передней бабки станка. Исходя из этого, можно принять $W_{\text{min}} = 320/16 = 20$ мкм/кН. Приблизительно можно считать, что максимальную податливость система имеет при расположении резца посередине вала, когда его прогиб под действием усилия P_y достигает наибольшей величины. Поэтому

$$W_{\text{max}} = W_{\text{ст. max}} + W_{\text{заг. max}},$$

где $W_{\text{ст. max}}$ – наибольшая податливость станка.

$$W_{\text{ст. max}} = (320 + 450) / (2 \times 16) = 24 \text{ мкм/кН};$$

$W_{\text{заг. max}}$ – наибольшая податливость заготовки.

Вал в центрах можно представить как балку на двух опорах, нагруженную сосредоточенной силой, а наибольший прогиб в середине вала

$$y_{\text{д max}} = \frac{P_y l_{\text{д}}^3}{48EJ}, \quad (2.41)$$

где $l_{\text{д}}$ – длина вала;

E – модуль упругости материала;

$J = 0,05d_{\text{пр}}^4$ – момент инерции поперечного сечения вала ($d_{\text{пр}}$ – приведенный диаметр вала).

Для гладких валов

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{вала}};$$

для ступенчатых валов с односторонним уменьшением диаметров ступеней

$$d_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}; \quad (2.42)$$

для валов с двусторонним уменьшением диаметров ступеней

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}}. \quad (2.43)$$

Имея в виду, что $W = y/P_y$, после соответствующих преобразований можно получить выражения для величины максимальной податливости заготовки.

При установке заготовки с поджатием задним центром

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{2}{d_{\text{пр}}} \left(\frac{l_{\text{д}}}{d_{\text{пр}}} \right)^3; \quad (2.44)$$

при консольной установке детали в патроне

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{32}{d_{\text{пр}}} \left(\frac{l_d}{d_{\text{пр}}} \right)^3. \quad (2.45)$$

Приведенный диаметр обрабатываемой заготовки

$$d_{\text{пр}} = \frac{40 \times 100 + 30 \times 50 + 25 \times 75}{225} = 32,8 \text{ мм},$$

а величина наибольшей податливости заготовки

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{2}{32,8} \left(\frac{225}{32,8} \right)^3 = 20 \text{ мкм/кН}.$$

Тогда максимальная податливость технологической системы

$$W_{\text{max}} = 24 + 20 = 44 \text{ мкм/кН}.$$

Наибольшая $P_{y \text{ max}}$ и наименьшая $P_{y \text{ min}}$ нормальные составляющие усилия резания определяются по формуле

$$P_y = C_p t^x S^y V^n.$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени даны в прил.10.

Исходя из условий задачи, на предшествующей операции (черновом точении) заготовка обработана с допуском по IT13, т.е. возможно колебание припуска на величину $\frac{1}{2}(T_{IT13} - T_{IT10})$, что для диаметра 32,8 мм составит

$\frac{1}{2}(0,39 - 0,1) \approx 0,15 \text{ мм}$, а колебание глубины резания:

$$t_{\text{min}} = 0,5 \text{ мм}; \quad t_{\text{max}} = 0,5 + 0,15 = 0,65 \text{ мм}.$$

Тогда

$$P_{y \max} = 2,43 \times 0,65^{0,9} \times 0,15^{0,6} \times 130^{-0,3} = 0,123 \text{ кН};$$

$$P_{y \min} = 2,43 \times 0,5^{0,9} \times 0,15^{0,6} \times 130^{-0,3} = 0,097 \text{ кН}.$$

Колебание получаемого размера вследствие упругих деформаций

$$\Delta_y = 44 \times 0,123 - 20 \times 0,097 = 3,5 \text{ мкм}.$$

3. Погрешность $\Sigma \Delta_{\text{ст}}$, вызванная геометрическими неточностями станка согласно [4] или приложения 8 определяется по формуле

$$\Sigma \Delta_{\text{ст}} = \frac{Cl}{L}, \quad (2.46)$$

где C – допустимое отклонение от параллельности оси шпинделя относительно направляющих станины в плоскости выдерживаемого размера на длине L ;

l – длина обрабатываемой поверхности.

Для токарных станков нормальной точности при наибольшем диаметре обрабатываемой поверхности до 250 мм допустимое отклонение $C = 20$ мкм на длине $L = 300$ мм (см. прил. 8). При длине обработки $l = 50$ мм

$$\Sigma \Delta_{\text{ст}} = \frac{20 \times 50}{300} = 3,3 \text{ мкм}.$$

4. В предположении, что настройка резца на выполняемый размер производится по эталону с контролем положения резца с помощью металлического щупа, погрешность настройки определяется в соответствии с [4]:

$$\Delta_{\text{н}} = \sqrt{(K_p \Delta_p)^2 + \left(K_{\text{и}} \frac{\Delta_{\text{изм}}}{2}\right)^2}, \quad (2.47)$$

где Δ_p – погрешность регулирования положения резца;

$\Delta_{изм}$ – погрешность измерения размера детали;

$K_p = 1,73$ и $K_n = 1,0$ – коэффициенты, учитывающие отклонения величин

Δ_p и $\Delta_{изм}$ от нормального закона распределения.

Для заданных условий обработки [4] $\Delta_p = 10$ мкм и $\Delta_{изм} = 15$ мкм при измерении $d_2 = 30 \pm 10$ мм. Тогда погрешность настройки

$$\Delta_n = \sqrt{(1,73 \times 10)^2 + \left(\frac{1}{2} \times 15\right)^2} = 19 \text{ мкм.}$$

5. Температурные деформации технологической системы определяются в предположении, что они равны 15% от суммы остальных погрешностей [4]:

$$\sum \Delta_t = 0,15(33,8 + 3,5 + 3,3 + 19) = 9 \text{ мкм.}$$

6. Суммарная погрешность обработки по уравнению (2.34):

$$\Delta_\Sigma = 2\sqrt{3,5^2 + 19^2 + (1,73 \times 33,8)^2 + (1,73 \times 3,3)^2 + (1,73 \times 9)^2} = 127 \text{ мкм;}$$

она превышает заданную величину допуска для $d = 30$ мм ($T_d = 84$ мкм).

В случае, когда чистовое точение является операцией, предшествующей дальнейшему шлифованию поверхности $\varnothing 30$ мм, превышением поля рассеяния в сравнении с полем допуска операционного размера чистового точения можно пренебречь, так как это превышение вызовет только колебание припуска на шлифование в пределах $\pm 0,011$ мм, т.е. $\pm 3\%$. Если же операция чистового точения является окончательной, обязательно требуется выполнение условия работы без брака, т.е. обеспечение справедливости неравенства

$$\Delta_\Sigma \leq ITd_2.$$

Анализ элементарных погрешностей показывает, что наиболее действенным мероприятием для уменьшения суммарной погрешности разности размера d_2 является снижение погрешности от размерного износа резца $\Delta_{\text{и}}$. Этого можно достигнуть:

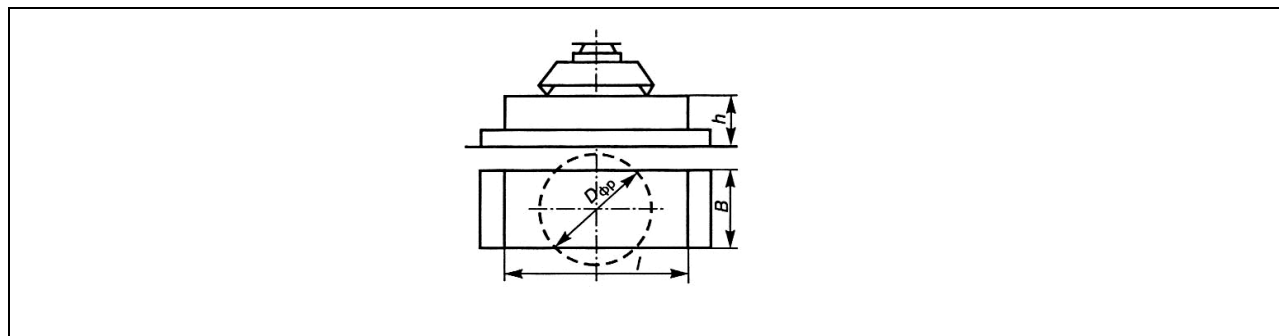
- 1) применением более износостойкого твердого сплава (например, вместо Т15К6 применить сплав Т30К4, имеющий почти в 2 раза меньший относительный износ) или соответствующим снижением режимов резания при использовании сплава Т15К6;
- 2) уменьшением размера партии деталей, обрабатываемых за межнастро-ечный период (сокращение длины пути резания);
- 3) использованием автоналадчиков, позволяющих периодически или непрерывно корректировать положение вершины резца при его износе.

Пример 10. Определить суммарную погрешность размера h при чистовом торцовом фрезеровании партии заготовок (см. табл. 2.6).

Заготовки, предварительно обработанные по размеру с точностью $h13$, устанавливают на опорные пластины приспособления с пневматическим зажимом. Глубина резания $t_{\text{min}} = 1,2$ мм, $S_z = 0,5$ мм/зуб и $V = 120$ м/мин. Настройку фрезы производят с контролем положения металлическим щупом.

Таблица 2.6

Исходные данные к примеру 10



Высота h , мм	45 $h10$
Ширина B , мм	100
Длина l , мм	300
Материал детали	Сталь углеродистая, $\sigma_B = 750$ МПа
Размер партии N , шт.	40
$D_{\text{фр}}$, мм	150
Число зубьев фрезы z	12
Материал режущей части фрезы	T15K6
Тип станка	6P12
Ширина стола станка, мм	320

1. Погрешность установки заготовки ϵ_y для заданных условий определяется по [4] или приложению 6: $\epsilon_y = 40$ мкм.

2. Погрешность настройки фрезы на размер h согласно [4]:

$$\Delta_n = \sqrt{(K_p \Delta_p)^2 + (K_n \Delta_{\text{изм}})^2} = \sqrt{(1,73 \times 10)^2 + (1 \times 20)^2} = 26,5 \text{ мкм},$$

где Δ_p - погрешность регулирования фрезы по эталону с контролем металлическим щупом (принимается равной 10 мкм);

$\Delta_{\text{изм}}$ - допускаемая предельная погрешность измерения размера 45 $h10$ (см. [4] или приложение 11);

K_p, K_n - коэффициенты, учитывающие отклонения закона распределения величин Δ_p и $\Delta_{\text{изм}}$ от нормального.

3. Размерный износ инструмента при торцовом фрезеровании с учетом уравнения (2.36):

$$\Delta_n = \left(1 + \frac{100}{B}\right) i_o \frac{l_d}{10^6 S_z z}, \quad (2.48)$$

где $S_{\text{пр}} = S_z z$ - продольная подача стола станка, мм/об;

u_0 - относительный износ при точении, мкм/км (см. [4] или приложение 9).

$$\Delta_{\text{и}} = \left(1 + \frac{100}{100}\right) \times 6 \times \frac{300}{10^6 \times 0,05 \times 12} = 24 \text{ мкм.}$$

4. Погрешность Δ_y . Поле рассеяния размера $45h10$ под действием упругих деформаций зависит от колебания осевой составляющей силы резания P_x при изменении величины снимаемого припуска и податливости системы «шпиндель-стол». В соответствии с [4] для станка 6P12 (ширина стола 320 мм) податливость технологической системы может быть определена как

$$W = \frac{y}{P_x}, \quad (2.49)$$

$$W = \frac{360}{8} = 45 \text{ мкм/кН.}$$

Согласно [4] $P_x / P_z = 0,5$, тогда

$$P_x = 0,5P_z = 0,5 \frac{C_p t^x S_z^y B_z^u}{D^q n^w}. \quad (2.50)$$

Учитывая, что $n = 1000 \text{ V}/(\pi D_{\text{фр}}) = 1000 \times 120/(\pi \times 150)$, получается $n = 255 \text{ мин}^{-1}$, и если принять коэффициенты и показатели степени по [4] или приложению 37, можно определить $P_{x \max}$ и $P_{x \min}$:

$$P_{x \min} = \frac{8,25 \times 1,2^{1,0} \times 0,05^{0,75} \times 100^{1,1} \times 1,2}{150^{1,3} \times 255^{0,2}} = 0,46 \text{ кН.}$$

Так как показатель при t равен 1,0, то

$$P_{x \max} = \frac{t_{\max}}{t_{\min}} P_{x \min}; \quad (2.51)$$

$$P_{x \max} = \frac{1,6}{1,2} \times 0,46 = 0,61 \text{ кН.}$$

Тогда

$$\Delta_y = W(P_{x\max} - P_{x\min});$$
$$\Delta_y = 45(0,61 - 0,46) = 6,8 \text{ мкм.}$$

5. Погрешность, вызванная геометрическими неточностями фрезерования станка нормальной точности, представляет собой отклонение от параллельности верхней поверхности основания на длине 300 мм и согласно [4] $\Sigma\Delta_{\text{ст}} = 25$ мкм.

6. Погрешность $\Sigma\Delta_T$ от температурных деформаций системы принимается в размере 10% от суммы остальных погрешностей:

$$\Sigma\Delta_T = 0,1(40 + 26,5 + 24 + 6,8 + 25) = 12,1 \text{ мкм.}$$

7. Суммарная погрешность согласно формуле (2.35):

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{40^2 + 6^2 + 26,5^2 + (1,73 \cdot 24)^2 + (1,73 \cdot 25)^2 + (1,73 \cdot 12,1)^2} = 72,1 \text{ мкм.}$$

Заданная точность обеспечивается, так как

$$IT10_{45} = 100 \text{ мкм} > \Delta_{\Sigma} = 72,1 \text{ мкм.}$$

Описание конструкции приспособления

Проектная часть пояснительной записки курсового проекта заканчивается описанием конструкции приспособления, которое включает:

- **служебное назначение;**
- **принцип действия приспособления.**

При выполнении этого пункта рекомендуется использовать следующие ключевые слова: ...«предназначено».... «содержит»... «работает» и т.п.

Приведем **пример описания конструкции кондуктора**, представленного ранее на рис. 2.6:

«Скальчатый кондуктор относится к группе универсальных наладочных приспособлений (УНП) и состоит из базового блока и сменных элементов.

В базовый блок приспособления входят корпус 1 с запрессованной в нем гильзой 4, получаемый литьем из серого чугуна; силовой привод, включающий поршень 7, закрепленный на штоке 11 стопорной шайбой 5 и гайкой 6, уплотнения 2, 8, 10 и крышку 3; рамка 12, жестко связанная со штоком и цилиндрическими направляющими 22 (скалками), а также фиксирующие элементы 16, 18, 21 для базирования сменных элементов.

К сменным элементам относятся установочные элементы (в данном примере - призма 15 и упор 21 с опорой-штырем, закрепленные на плите 17) и кондукторная плита 14 с кондукторными втулками 13 для направления режущего инструмента (сверла). Кондукторная плита 14 базируется на центрирующие пальцы 16, установленные в рамке 12 и крепится винтами.

Расположение кондукторных втулок в плите зависит от координат обрабатываемых отверстий заготовки. Сам кондуктор на столе сверлильного станка базируется с помощью шпонок 19, основания корпуса (база А) и крепится Т-образными болтами через проушины 23 (см. рис.2.6).

Винт 9 закрывает технологическое отверстие.

Кондуктор работает следующим образом. В исходном положении рамка должна находиться в крайнем верхнем положении. Заготовка устанавливается, как правило, вручную, на установочные элементы приспособления до плотного касания с ними и путем переключения крана и золотника (на чертеже приспособления обычно не изображаются) осуществляется подача рабочей среды (сжатого воздуха или масла под давлением) в верхнюю полость силового привода. Поршень 7, перемещаясь вниз, опускает жестко связанную с ним рамку 12 и кондукторную плиту 14, которая прижимает заготовку к установочным элементам кондуктора. При подаче рабочей среды в обратную полость силового привода происходит раскрепление заготовки».

2.2.4 Конструкторская часть

Конструкторская часть при проектировании приспособления также выполняется в определенной последовательности.

Разработка технических требований на приспособление

На этом этапе конструирования выполняется ряд последовательных действий.

1. Вычертить тонкими линиями контуры заготовки без мелких элементов типа фасок и т.д. в двух-трех проекциях на достаточном удалении друг от друга. *Заготовка считается прозрачной* и сквозь нее видны все элементы приспособления. Приспособления проектируются в масштабе 1:1 с соблюдением требований ЕСКД.

2. Прочертить остальные элементы приспособления в последовательности: заготовка – установочные элементы – элементы для направления режущего инструмента – зажимной механизм – силовой привод – корпус приспособления – вспомогательные элементы (крышки, болты и т.д.).

Рабочий чертеж общего вида приспособления должен содержать необходимое количество разрезов, видов для полного понимания конструкции приспособления.

3. Проставить на чертеже размеры, которые по значимости подразделяются на три группы.

Первая группа - размеры элементов приспособления, непосредственно влияющие на точность операционного размера. Обычно допуски на данные размеры определяются при расчете точности приспособления. Например, расстояние между осями кондукторных втулок влияет на точность координат просверленных отверстий (на рис. 2.6 – размеры A_1 , A_2), точность расположения рабочих поверхностей сменных кулачков токарного патрона относительно оси его вращения влияет на величину соосности базовой и обрабатываемой поверхностей заготовки и т.д.

Вторая группа – размеры, не связанные с точностью обрабатываемых размеров заготовки, но влияющие на работоспособность отдельных механизмов приспособления, т.е. на долговечность работы приспособления. Например, размеры сопряжений зажимного механизма или силового привода (посадки по диаметрам d, d_1, d_2 на рис. 2.6, по координатам расположения элементов B_1, B_2 и т.д.).

Точность этих размеров назначают исходя из необходимости обеспечения нормальной работы механизмов приспособления в пределах 6, 7 или 8 квалитетов.

Третья группа – это габаритные, настроечные размеры и справочные размеры (Γ_1, Γ_2 и т.д.). Точность их оговаривается в технических условиях и назначается в пределах 14-17 квалитетов, кроме настроечных.

4. Назначить технические требования на сборку и наладку приспособления. Слова «Технические требования» пишутся при наличии на чертеже технической характеристики приспособления («Техническая характеристика»). Требования и характеристика располагаются в правом нижнем углу в пределах штампа основной надписи.

Последовательность назначения этапов технических требований следующая:

- Погрешности формы и расположения установочных элементов зажимного механизма, силового привода, элементов для направления инструмента, опорной поверхности и базирующих элементов корпуса приспособления и т.д. Например, *«Непараллельность поверхности B относительно опорной поверхности корпуса C не более 0,01 мм»*. (См. пункты 1, 2, 3, 4 на рис. 2.6, продолжение);
- Требования, предъявляемые к рабочей среде, силовому цилиндру, к сборке шлангов и трубопроводов. Например, *«Рабочий цилиндр испытать давлением 10 МПа в течение 20 мин. Утечка масла в соединениях и трубопроводах не допускается»*. (См. пункт 5 на рис. 3.6, продолжение);

- Технические требования на сборку и наладку вспомогательных элементов приспособления (например, регулировка усилия пружины, установка средств автоматики и др.);
- Требования на маркировку, окраску и транспортировку приспособления. Например, *«Приспособление окрасить в синий цвет по ГОСТ..., за исключением поверхностей К, М и Р»*. (См. пункты 6 и 7 на рис. 2.6, продолжение).

Техническая характеристика включает: усилие зажима $W=...$, усилие на штоке $Q=...$, давление рабочей среды (масла, воздуха) $P=...$

5. Рекомендации по конструированию элементов скальчатого кондуктора (см.рис.2.6).

После разработки общего вида приспособления конструктор составляет спецификацию и приступает к выполнению рабочих чертежей деталей.

1 – корпус (конструкцию см. на рис. 2.7)

2,8 – кольцо уплотнительное (для гидроцилиндров). Размеры по ГОСТ 9833-73. Для пневмоцилиндров манжеты по ГОСТ14896-84;

3 – крышка;

4 – гильза ($d_5 = d_4 + 15$ мм);

5 – гайка круглая по ГОСТ11871-88;

6 – шайба стопорная многолапчатая по ГОСТ11872-89;

7 – поршень $d_4=60-80$ мм. Посадка $\frac{H8}{e8}$;

9 – винт по ГОСТ 8878-93;

10 – уплотнение войлочное;

11 – шток $d=25-30$ мм ($\frac{H7}{f7}, \frac{H7}{e7}$);

12 – рамка;

13 – кондукторная втулка сменная по ГОСТ18431-73;

14 – плита кондукторная;

15 – призма;

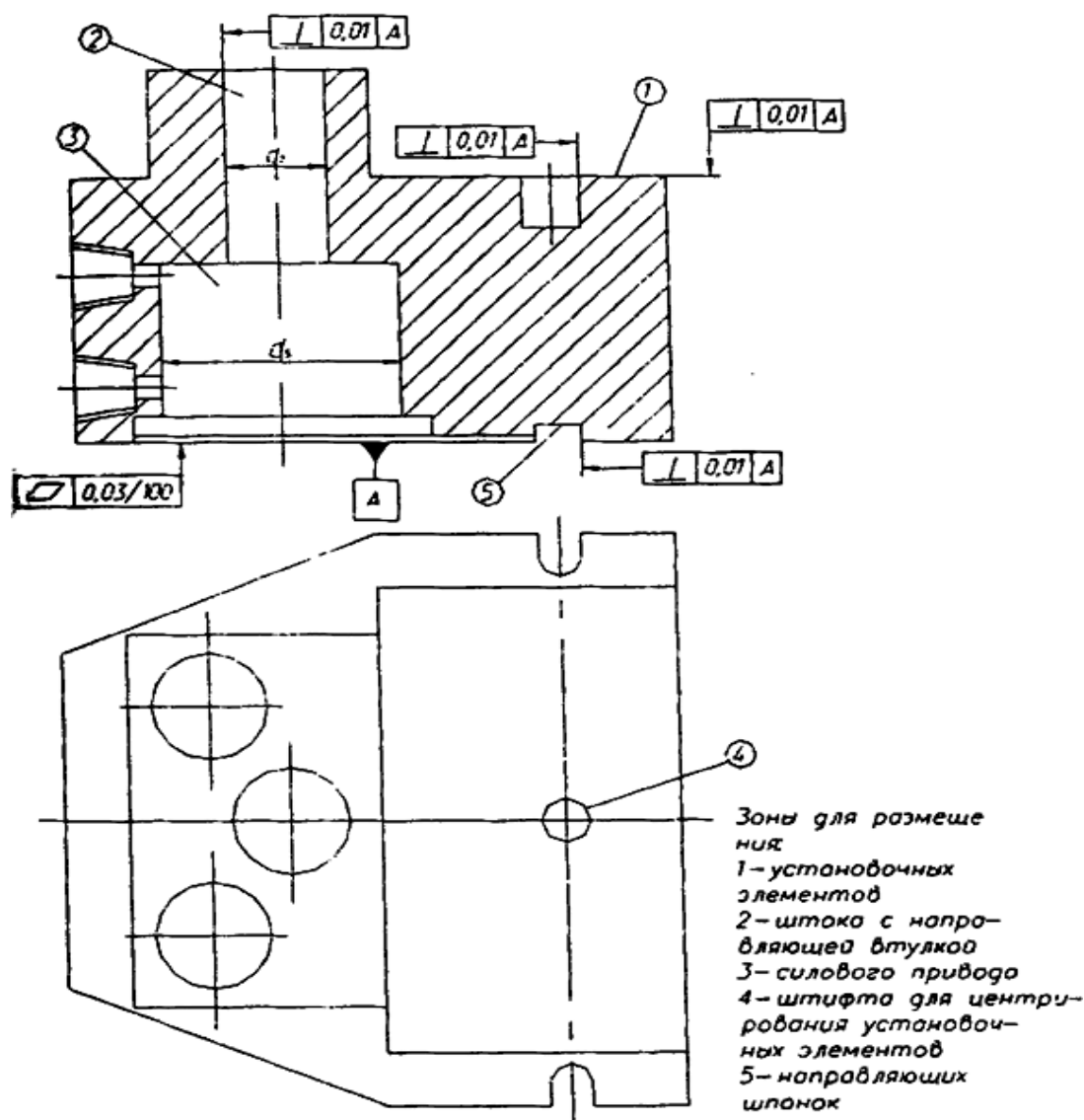
- 16 – палец центрирующий 10-15 мм ($\frac{K7}{h6}$ - в рамке);
- 17 – подставка;
- 19 – шпонка привертная по ГОСТ14737-69 исполнение 1;
- 18 – палец установочный цилиндрический;
- 20 – палец установочный ромбический;
- 21 – упор в сборе;
- 22 – скалка;
- 23 - элемент корпуса проушина [8].

Обоснование выбора материалов деталей приспособления

При выборе материалов деталей станочного приспособления необходимо учитывать их свойства, условия работы деталей и конструкций, характер нагрузок и возникающих напряжений. При назначении стали нужно учитывать целесообразность унификации марок и профилей, освоенные технологические процессы термической обработки сталей, а также долговечность детали и возможный срок эксплуатации станочного приспособления. При этом следует:

- по возможности шире использовать углеродистые стали обыкновенного качества, а также конструкционные стали (Ст3, 10, 15, 20, 35);
- в сварных конструкциях применять стали Ст3, Ст5, 15, 20, 35, для которых не требуется специальная технология сварки;
- стали, легированные никелем, молибденом и вольфрамом, следует применять, если их нельзя заменить сталями, содержащими кремний, марганец, хром;
- различные виды термической обработки преследуют две цели: конструктивную – придание детали необходимой прочности и износостойкости; технологическую – улучшение обрабатываемости заготовки и снятие внутренних напряжений, возникших в результате предыдущих технологических процессов.

$$\sqrt{Ra_{6,3}}$$



1. Неуказанные литейные радиусы R1,5.
2. Неуказанные литейные уклоны 1° .
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-тк

Рис. 2.7. Корпус кондуктора

РАЗМЕРЫ

$d = 25-30$ мм

$d_3 = 20$ мм

$d_6 = 10-12$ мм

$d_1 = 20-24$ мм

$d_4 = 60-80$ мм

$d_7 = 25-30$ мм

$d_2 = d + 18$ мм

$d_5 = d_4 + 15$ мм

$d_8 = d_7 + 12$ мм

ПОСАДКИ СОПРЯЖЕНИЙ

$$d - \frac{H7}{f7}, \frac{H7}{e7}$$

$$d_3 - \frac{H7}{k6}$$

$$d_6 - \frac{H7}{f7}, \frac{H7}{e7}$$

$$d_1 - \frac{H7}{k7}$$

$$d_4 - \frac{H8}{e7}, \frac{H9}{e9}, \frac{H8}{e8}$$

$$d_7 - \frac{H7}{f7}, \frac{H7}{e7}$$

$$d_2 - \frac{H7}{m7}$$

$$d_5 - \frac{H7}{k7}, \frac{H7}{m7}$$

$$d_8 - \frac{H7}{m7}$$

Рекомендации по применению материалов для изготовления распространенных деталей станочных приспособлений приведены в табл. П.12.1.

Как было показано в предыдущем разделе, ***часть размеров элементов приспособления может быть назначена конструктивно***, исходя из особенностей работы приспособления, его установки, например, на стол металлорежущего станка. К таким размерам относятся длины рычагов, плунжеров и пр. Другие размеры должны быть получены из условия прочности с использованием основных зависимостей сопротивления материалов.

Расчет на прочность

В курсовом проекте по технологической оснастке расчет на прочность выполняется для одного – двух элементов (по согласованию с руководителем проекта), влияющих на работоспособность станочного приспособления в целом. В пояснительной записке в обязательном порядке должны быть приведены расчетные схемы действующих сил и эпюры моментов.

В станочных приспособлениях широко применяются резьбовые соединения. Выход из строя болтов и винтов обычно происходит вследствие разрыва их стержня по резьбе или по переходному сечению у головки, либо в результате разрушения или повреждения резьбы, либо из-за разрушения головки. Шпильки выбывают из строя вследствие разрыва их стержня по резьбе, повреждения или разрушения резьбы.

Так как размеры стандартных болтов, винтов и шпилек отвечают условию их равнопрочности по указанным критериям, то их расчет обычно производится по одному основному критерию работоспособности – прочности нарезанной части их стержня.

Из расчета стержня на прочность определяют номинальный диаметр резьбы болта (под словом «болт» подразумеваются и другие резьбовые соединения: винты, шпильки, стержни с резьбой и т.п.). Длину болта принимают в зависимости от толщины соединяемых им деталей. Остальные размеры болта, а также размеры гайки, шайбы и гаечного замка принимают в зависимости от диаметра резьбы по соответствующим ГОСТам.

В специальной технической литературе рассматривается пять возможных случаев расчета болтов при их статическом нагружении [9]. К станочным приспособлениям более других применим такой: предварительно затянутый болт дополнительно нагружен внешней осевой растягивающей его силой; последующая затяжка болта отсутствует или возможна. Этот случай является самым распространенным, так как для большинства резьбовых соединений требуется предварительная затяжка болтов, обеспечивающая плотность соединения и отсутствие взаимных смещений деталей стыка, могущих нарушить работу соединения. К болтам этой категории относятся фланцевые, крышечные, фундаментные и т. п.

После предварительной затяжки болта силой P_3 под действием этой силы болт растягивается, а детали стыка сжимаются (рис. 2.8).

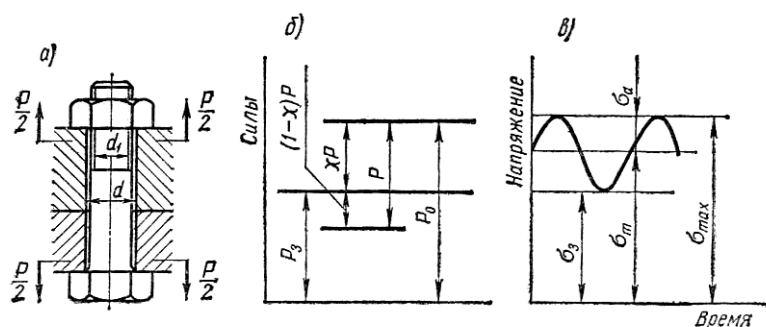


Рис. 2.8 . Схема резьбового соединения и возникающие при этом силы и напряжения

Проектный расчет болта при отсутствии последующей затяжки его производится по формуле

$$\pi d_1^2 / 4 = P_p / [\sigma_p],$$

откуда внутренний диаметр резьбы болта

$$d_1 = 1,13 \sqrt{P_p / [\sigma_p]}, \quad (2.52)$$

где P_p – расчетная сила, Н;

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение для болта, МПа.

Проектный расчет болта, для которого возможна последующая затяжка, производят с учетом крутящего момента, вызванного этой затяжкой по расчетной силе, равной $1,3 P_o$:

$$\pi d_1^2 / 4 = 1,3 P_o / [\sigma_p],$$

откуда

$$d_1 = 1,3 \sqrt{P_o / [\sigma_p]}, \quad (2.53)$$

где P_o – осевая растягивающая сила, действующая на болт после предварительной его затяжки, Н.

Детали станочного приспособления должны быть прочными и жесткими. Штоки станочных приспособлений должны быть рассчитаны на статическую прочность. При расчете штоков на статическую прочность могут быть определены их размеры и затем принята для них окончательная конструкция. Штоки воспринимают нагрузку от расположенных на них деталей (поршней пневматических или гидравлических двигателей горизонтального исполнения, например) и работают на изгиб. При действии осевых нагрузок штоки дополнительно работают также на растяжение или сжатие.

Расчет штоков на статическую прочность при изгибе может быть произведен по формуле
проверочный

$$\sigma_{и} = M_{и} / 0,1 d^3 \leq [\sigma_{и}], \quad (2.54)$$

проектный

$$d = \sqrt[3]{10M_{и} / [\sigma_{и}]}, \quad (2.55)$$

где $\sigma_{и}$ – расчетное напряжение изгиба в опасном сечении штока, МПа;

$M_{и}$ – изгибающий момент в опасном сечении штока, Нм;

$0,1 d^3$ – момент сопротивления изгибу сечения штока, Нм;

d – диаметр штока, м;

$[\sigma_{и}]$ – допускаемое напряжение на изгиб, Нм.

2.2.5 Заключение

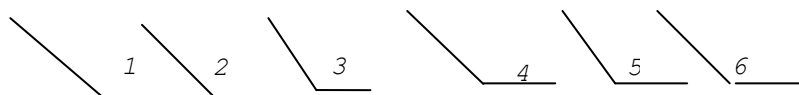
Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполненной работы или отдельных ее этапов;
- оценку полноты решений поставленных перед началом процесса проектирования задач;
- разработку рекомендаций по конкретному использованию полученных результатов;
- оценку технико-экономической эффективности внедрения;
- оценку научно-технического уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

2.3 Требования к оформлению пояснительной записки и графического материала

2.3.1 Требования к пояснительной записке

При оформлении пояснительной записки следует указывать шифр, приведенный ниже



1 позиция – тип проекта (например, КП – курсовой проект);

2 позиция – наименование вуза;

3 позиция – шифр направления подготовки (15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств);

4 позиция – номер группы;

5 позиция – номер темы проекта по приказу или порядковый номер по списку группы;

6 позиция – год написания.

Оформление пояснительной записки должно соответствовать требованиям СТП.

Объем пояснительной записки не должен превышать 25 – 40 страниц рукописного текста (25 – 30 страниц машинописного).

Структурными элементами пояснительной записки являются:

- задание,
- титульный лист;
- аннотация;
- ведомость курсового проекта;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- нормативные ссылки;
- список литературы;
- приложения;
- спецификация.

Применяемые форматы для пояснительных записок, чертежей, схем и плакатов должны соответствовать основным форматам ГОСТ 2.301: А0 (841x1189), А1 (594x841), А2 (420x594), А3 (297x420), А4 (210x297). Допускается применение кратных форматов.

На обложку пояснительной записки наклеивают в зависимости от вида документа соответствующий форменный бланк (прил. 13).

Титульный лист пояснительной записки к курсовому проекту должен соответствовать форме (прил. 14), а первый и последующие листы пояснительной записки – форме 9 и 9а ГОСТ 2.106.

Основная надпись первого листа пояснительной записки должна выполняться по форме 2 ГОСТ 2.104 и заполняться аналогично основной надписи для чертежей по форме 1 ГОСТ 2.104, а последующих листов - по форме 2а ГОСТ 2.104 (прил.16).

Текст пояснительных записок выполняют одним из следующих способов

- рукописным, темными чернилами, четким почерком;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (принтера) в соответствии с требованиями ГОСТ 2.004-88. Набор текста производить в текстовом редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman размером 12 pt через 1,5 интервала или 14 pt через 1 интервал. Рекомендуемое значение поля страницы: левое-30 мм, правое-15 мм, верхнее и нижнее 20 мм, позиция табуляции-12.3 мм

Расстояние от рамки формы до границы текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней и нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Расстояние между заголовком раздела и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3 - 4 интервалам, при выполнении рукописным способом – 15 мм. При выполнении на компьютере - один дополнительный междустрочный интервал. Между подразделом и текстом дополнительный интервал не ставится.

Построение пояснительной записки

Текст пояснительной записки разделяют на разделы, подразделы и пункты.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без точки, и начинаться с абзацевого отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Например: 2.1 – первый подраздел второго раздела.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если пояснительная записка не имеет подразделов, то нумерация пунктов в ней должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится. Например: 4.1 – первый пункт четвертого раздела.

Если пояснительная записка имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. Например: 3.1.2 – второй пункт первого подраздела и третьего раздела.

Если пояснительная записка подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах пояснительной записки.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта. Например: 4.2.1.1, 4.2.1.2 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления ставится дефис. Для дальнейшей детализации перечислений используются арабские цифры, после которых ставится скобка.

Пример.

а)

б)

1)

2)

в).....

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Стиль оформления заголовков и подзаголовков должен быть одинаковым в пределах всего документа.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел пояснительной записки начинается с нового листа (страницы).

На первом листе пояснительной записки помещают содержание, включающее номера и заголовки разделов и подразделов с указанием номеров страниц.

Содержание включают в общее количество листов пояснительной записки.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка с выравниванием по центру с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

В пояснительной записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные государственными стандартами. Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316-2008.

В тексте пояснительной записки перед обозначением параметра дают его

пояснение, например «Временное сопротивление разрыву σ_B ».

В конце пояснительной записки приводят список литературы и включают в содержание пояснительной записки.

Нумерация страниц пояснительной записки и приложений, входящих в состав этой пояснительной записки, должна быть сквозная.

Титульный лист не включается в общую нумерацию страниц.

Изложение пояснительной записки

Текст пояснительной записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует».

При изложении других положений следует применять слова – «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть», «в случае» и т.д. При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста пояснительной записки, например, «применяют», «указывают» и т.п.

В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак «минус» (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак « $\emptyset$ » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте пояснительной записки, перед размерным числом следует писать знак $\emptyset$;
- применять без числовых значений математические знаки, например $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), $\geq$ (больше или равно), $\leq$ (меньше или равно), $\neq$ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы

физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002.

Числовые значения с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

В тексте пояснительной записки допускаются ссылки на стандарты, технические условия.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данной пояснительной записки.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение.

Формулы и уравнения

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример: Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = m / V, \quad (1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют.

При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают - (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: « в формуле (1)».

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например:

«формула (А.1)» – первая формула приложения А.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, отделенного точкой, например: «формула (2.1)» – первая формула второго раздела.

Примечания

Примечания приводят в пояснительных записках, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требований.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Примеры

Примечание – _____

Примечания

1 _____

2 _____

Иллюстрации, рисунки

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его.

Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: «Рисунок А.4».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: «Рисунок 3.4».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 4» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 4.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 1– Детали прибора» (рис. П.15.1 приложения 15).

Если в пояснительной записке имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, кото-

рые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций.

При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

Указанные данные наносят на иллюстрациях согласно ГОСТ 2.109-73.

Оформление таблиц

Название таблицы, при его наличии, должно отражать её содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Пример оформления таблицы приведен на рис. П.15.2 приложения 15.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица А.1», если она приведена в приложении А.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой, например «Таблица 3.1».

На все таблицы пояснительной записки должны быть приведены ссылки в тексте пояснительной записки, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа, сверху и снизу ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными ли-

ниями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от её размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на неё, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к пояснительной записке.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа пояснительной записки.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, её делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют её головку и боковик. При делении таблицы на части допускается её головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и её продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы в соответствии с рисунком 3 ГОСТ 2.105-95.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумера-

ция граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте пояснительной записки имеются ссылки на них.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единиц физической величины, то её обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части - над каждой её частью.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после её наименования. Допускается при необходимости выносить в отдельную строку (графу) обозначение единицы физической величины.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы.

Обозначение единиц плоского угла следует указывать не в заголовках граф, а в каждой строке таблицы.

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Содержание

Содержание включает введение, основную часть (разделы, подразделы, пункты, если они имеют наименование), заключение, библиографический список, нормативные ссылки (перечень используемых ГОСТов), список приложений с указанием номеров страниц.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Приложения

Материал, дополняющий текст пояснительной записки, допускается по-

мещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ. В курсовом проекте по дисциплине «Технологическая оснастка» в приложении помещают спецификации деталей к сборочному чертежу спроектированного станочного приспособления.

Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на последующих его листах.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Например: «Приложение Б».

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в пояснительной записке одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

Аннотация

Аннотация – краткая характеристика документа с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей.

Аннотация используется в качестве элемента библиографической записи, элемента выходных сведений и элемента оформления публикуемых материалов (по ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ 7.19-2001, ГОСТ 7.23-6, ГОСТ 7.51-98, ГОСТ 7.57-89).

Аннотация включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели работы и ее результата.

Библиографическая запись аннотации кроме текста аннотации включает заглавие аннотации, библиографическое описание пояснительной записки (обязательный элемент) в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, элементы информационно-поискового языка, используемого для индексирования аннотируемого документа в соответствии с ГОСТ 7.59-2003 и ГОСТ 7.66-92. Заглавие аннотации обычно совпадает с заглавием аннотируемого документа.

Издательское оформление и расположение аннотации публикуемой в издании, выполняется в соответствии с ГОСТ 7.4-95 и ГОСТ 7.5-98.

Нормативные ссылки

Структурный элемент «Нормативные ссылки» содержит перечень стандартов, на которые в тексте пояснительной записки дана ссылка.

Перечень ссылочных стандартов начинают со слов: *«В настоящей пояснительной записке использованы ссылки на следующие стандарты»*.

В перечень включают обозначения стандартов и их наименования **в порядке возрастания регистрационных номеров** обозначений.

Спецификация

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект на формах 1 и 1а ГОСТ 2.106-96 .

Допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом, располагая ее непосредственно над основной надписью чертежа (см. прил. 43 и 44).

2.3.2. Требования к оформлению чертежей

Графическая часть курсового проекта не должна превышать трех листов формата А1(594×841 мм) и выполняется в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Оформление и расположение основной надписи указано в приложениях 16 и 17.

Графическая часть курсового проекта по дисциплине «Технологическая оснастка» может включать следующие чертежи:

- Чертеж детали;
- Схема базирования заготовки на технологической операции;
- Эскиз технологической операции;
- Сборочный чертеж приспособления;
- Рабочие чертежи деталей станочного приспособления (по указанию руководителя курсового проекта);
- Технологическая схема сборки станочного приспособления.

При нанесении на чертежи надписей, спецификаций и технических требований следует руководствоваться ГОСТ 2.104-68, 2.109-73, 2.316-68.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертежи в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Текст располагается над основной надписью чертежа. При отсутствии места допускается расположение слева от основной надписи чертежа (длина строк не более 185 мм).

Технические требования на чертеже излагают в следующей последовательности:

1. Требования к заготовке, материалу, термообработке.
2. Указания о размерах (размеры для справок, радиусы закруглений, углы).
3. Предельные отклонения размеров (неуказанные отклонения).

4. Допуски формы и расположения, на которые в стандарте отсутствуют основные графические знаки.

5. Требования к качеству поверхности (указания по дополнительной обработке, покрытию и т.п.).

6. Условия и методы испытаний.

7. Указания о маркировании и клеймении.

Заголовок «Технические требования» не пишется.

На рабочих чертежах деталей станочного приспособления указывают: изображение детали во всех видах, необходимых для изготовления и контроля, размеры с предельными отклонениями, шероховатость, допуски формы и расположения поверхностей, технические требования.

Карты эскизов и схем технологических наладок оформляются в соответствии с ГОСТ 3.1105-84. На карте эскизов указываются все данные, необходимые для выполнения технологического процесса изготовления детали: основная надпись; эскиз заготовки детали (в положении, занимаемом ею при обработке на станке); обрабатываемые поверхности (обводятся сплошной линией толщиной от 2S до 3S по ГОСТ 2.303-68); размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями; шероховатость; опоры и зажимы принятой схемы базирования; таблица режимов резания по переходам; режущий инструмент; направления всех движений. Заготовка детали изображается в том виде, который она получает после данной операции. Обрабатываемые поверхности нумеруются арабскими цифрами по ходу часовой стрелки. Режущие инструменты нумеруются арабскими цифрами согласно номеру поверхности и изображаются упрощенно в конечном для обработки положении, кроме инструментов, предназначенных для обработки отверстий. Сверла, зенкеры, метчики и т.п. изображаются в исходном положении. При многоинструментальной наладке указываются все режущие инструменты. Направления всех движений, имеющих место при работе на схемах технологических наладок, указываются стрелками и стандартными буквами (D_s , D_r). Возвратное движение инструмента в исходное положение не указывается. В таблице по переходам указывается модель станка,

номер перехода, номер поверхности, номер и марка инструмента, режимы резания (t , S , V , n) и норма основного и штучного времени.

Пример карты эскизов приведен в прил.18.

Сборочный чертеж приспособления должен содержать: две-три проекции сборочной единицы; размеры; посадки, характеризующие сопряжения поверхностей; номера позиций составных частей; габаритные, установочные и присоединительные размеры; технические требования; элементы крепления приспособлений к станку.

На чертеже тонкими линиями указываются соседние узлы станка и закрепляемая заготовка. Все элементы приспособления изображаются в конечном положении (деталь закреплена). Рабочие чертежи выполняются на оригинальные детали приспособления.

При выполнении учебно-конструкторской документации необходимо выполнять следующие условия:

1. Стандартные изделия изображаются подробно, а не условно (например, подшипник вычерчивается в разрезе).

2. При вычерчивании деталей должны быть показаны конструктивные элементы (проточки и пазы для выхода инструмента, зазоры между стержнем болта и отверстием и т.д.).

3. Крепежные детали, шпонки, валы, рукоятки при продольном разрезе показывают нерассеченными.

Номера позиций составных частей изделия указываются на полках-выносках, один конец которых (на детали) заканчивается точкой, а другой - полкой. Номера позиций на чертеже соответствуют номерам позиций в спецификации.

Линии-выноски не должны быть параллельными линиями штриховки, не должны пересекаться между собой и с размерными линиями. Цифры номеров позиции проставляются параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения так, чтобы они располагались по одной горизонтальной или вертикальной линии.

Технологическая схема сборки приспособления показывается общей схемой сборки (прил. 19). На схеме все элементы изделия обозначаются одинаковыми прямоугольниками, разделенными на три части. В верхней части прямоугольника пишется наименование элемента, в нижней правой – количество элементов, в левой – номер позиции по спецификации.

Процесс сборки обозначается горизонтальной линией, проведенной от базовой детали к готовому изделию. Сборочные единицы располагаются ниже горизонтальной линии (включая покупные). Детали, в том числе стандартные, располагаются выше горизонтальной линии. Сборка осуществляется слева направо; снизу вверх (для сборочных единиц 1-го порядка); справа налево (для сборочных единиц 2-го порядка).

К сборочному чертежу станочного приспособления прилагается спецификация, которая помещается в приложении к пояснительной записке. Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу. В общем случае она состоит из разделов, располагающихся в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают [10].

В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначение которых записывают в графе «Обозначение». Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе «Формат» указывают БЧ. Для документов, записанных в разделе «Стандартные изделия», «Материалы», графу «Формат» не заполняют. Графу «Зона» в учебном проекте обычно не заполняют. В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в изделие, в последовательности записи их в спецификации. В графе «Обозначение» указывают: в разделе «Документация» – обозначение записываемых документов; в разделе «Детали», «Сборочные единицы» – обозначение основных конструкторских документов. В графе «Наименование» указывают присвоенное деталям, сборочным единицам наименование. Для стандартных изделий вписы-

вают ГОСТ. В графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, например, твердость, массу и т.п. Основная надпись на первом листе спецификации выполняется по форме 2 ГОСТ 2.104-68.

Порядок простановки номеров чертежей приведен ниже.

Чертеж детали - КП 01.00.NN. Третья группа цифр указывает порядковый номер студента по журналу группы.

Схема базирования заготовки - КП 02.00.NN.

Эскиз технологической операции - КП 03.00.NN.

Сборочный чертеж станочного приспособления - КП 04.00.NN.

Рабочие чертежи деталей станочного приспособления - КП 04.NN.NN.

Вторая группа цифр указывает номер детали по спецификации.

Технологическая схема сборки приспособления - КП 05.00.NN.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Схиртладзе А.Г., Пучков В.П., Прис Н.М.** Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.П.Пучков, Н.М. Прис. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 408 с.
2. Проектирование технологической оснастки: Методические указания к выполнению практических работ / НГТУ; Сост.: Н.М. Прис.- Н.Новгород,

1998. - 47 с.

3. **Ансеров М.А.** Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 584 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т./ Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение-1, 2000.
5. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Под ред. Ю.М.Соломенцева. – 2-е изд., испр.- М.: Высш. шк., 1999.-415 с.
6. Расчет и конструирование станочных приспособлений: Учебное пособие / А.В.Бобровский, О.И. Драчев, С.В. Николаев и др.- М.: Славянская школа, 2002.-190 с.
7. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учебное пособие/ В.И. Аверченков, О.А.Горленко, В.Б. Ильицкий и др.; Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А.Польского.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: ИНФРА – М., 2005.-288с.
8. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./ Ред.совет: Б.Н.Вардашкин (пред.) и др.- М.: Машиностроение, 1984.- Т.1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова, 1984.-592 с.
9. **Гузенков П.Г.** Детали машин: Учебник для вузов/ П.Г. Гузенков. - М.: Высшая школа, 1975.-464 с.
10. Технология машиностроения: Методическое пособие по выполнению дипломного проекта для студентов специальности 120100 всех форм обучения / НГТУ; Сост.: В.П.Пучков, Н.М.Прис, Т.В. Рябикина. - Н.Новгород, 2005.-89 с.
11. **Тарабарин О.И., Абызов А.П., Ступко В.Б.** Проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 304 с.

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ЗАДАНИЕ

**на курсовой проект по дисциплине
« Технологическая оснастка»**

Студент.....Группа.....

1. Тема проекта: «Проектирование специального станочного приспособления для технологического процесса изготовления детали «.....» на операции...обработки.....»

2. Исходные данные к проекту:
рабочий чертеж детали «.....»
тип производства.....

3. Содержание курсового проекта:

3.1. Пояснительная записка

Введение

3.1.1. Анализ исходных данных (соответствие чертежа детали требованиям ЕСКД и ЕСТД, служебное назначение детали, технологичность конструкции детали)

3.1.2. Проектная часть (описание технологической операции; разработка схемы базирования заготовки на технологической операции; анализ возможных вариантов конструкции приспособления; силовой расчет приспособления: составление расчетной схемы приспособления, расчет сил резания и выбор модели станка, расчет силового привода; расчет приспособления на точность; описание конструкции приспособления: служебное назначение, принцип действия приспособления).

3.1.3. Конструкторская часть (разработка технических требований на приспособление, обоснование выбора материала деталей приспособления, расчет на прочность)

Заключение

Список литературы

Нормативные ссылки

Приложения

3.2. Графическая часть

3.2.1. Чертеж детали

3.2.2. Схема базирования заготовки на технологической операции

3.2.3. Эскиз технологической операции

3.2.4. Сборочный чертеж приспособления

3.2.5. Рабочие чертежи деталей станочного приспособления

3.2.6. Технологическая схема сборки станочного приспособления

4. Дата выдачи задания

5. Срок сдачи проекта

6. Фамилия, имя, отчество руководителя проекта

7. Дата защиты проекта, оценка

Приложение 2

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение

1 Анализ исходных данных

1.1 Соответствие чертежа детали требованиям ЕСКД и ЕСТД

1.2 Служебное назначение детали

1.3	Технологичность конструкции детали
2	Проектная часть
2.1	Описание технологической операции
2.2	Разработка схемы базирования заготовки на технологической операции
2.3	Анализ возможных вариантов конструкции приспособления
2.4	Силовой расчет приспособления
2.4.1	Составление расчетной схемы приспособления
2.4.2	Расчет сил резания и выбор модели станка
2.4.3	Расчет сил зажима
2.4.4	Расчет силового привода
2.5	Расчет приспособления на точность
2.6	Описание конструкции приспособления
2.6.1	Служебное назначение
2.6.2	Принцип действия приспособления
3	Конструкторская часть
3.1	Разработка технических требований на приспособление
3.2	Обоснование выбора материалов деталей приспособления
3.3	Расчет на прочность
	Заключение
	Нормативные ссылки
	Список литературы
	Приложение

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Сравнительная характеристика тисков

Приложение 3

Таблица П.3.1

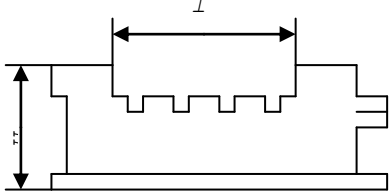
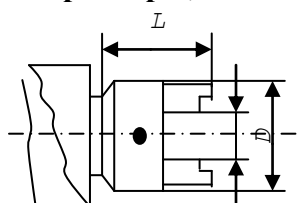
Характеристика тисков	Эскиз и основные размеры, мм			Вес P , кг	Наибольшее перемещение губки L_x , мм	Суммарный коэффициент качества K_c
		H	l	B (ширина)		
Пневматические поворотные: $Q = 30000$ Н	200	212	150	73	15	0,73
$Q = 70000$ Н	155	120	120	59,3	3	0,74
Пневматические: $Q = 45000$ и 22000 Н	170	210	160	-	10	-
$Q = 15000$ Н	130	145	125	44,6	15	0,86
Пневматические, винтовые: $Q = 30000$ Н	160	220	150	51	3	0,56
Гидравлические, поворотные: $Q = 50000$ Н	210	160	130	85	15	0,85

Таблица П.3.2 – Сравнительная характеристика патронов

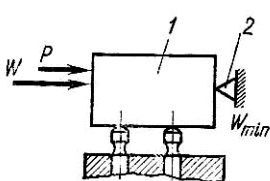
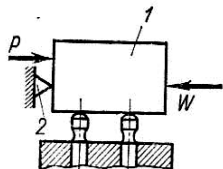
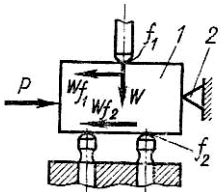
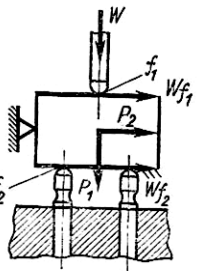
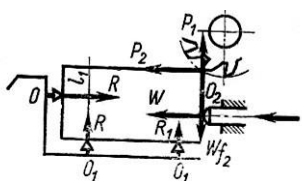
Характеристика патронов	Эскиз и основные размеры, мм			Вес P , кг	Усилие Q , кг	Ход кулачков, L_x , мм	Время установки патрона на станке, мин	Суммарный коэффициент качества K_c
		L_b	$d_{наиб}$	D				
Трехкулачковый гидравлический к токарному станку	100	150	260	65	3700	10	6	0,5
Трехкулачковый гидравлический к крупногабаритному револьверному станку	135	160	320	80	4600	10	6	-
Трехкулачковый гидравлический к револьверному станку	118	110	210	38	2200	8	9	0,6

Приложение 4

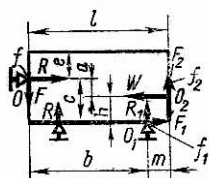
РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ

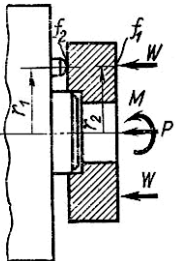
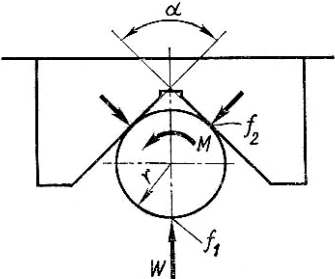
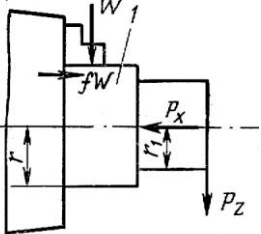
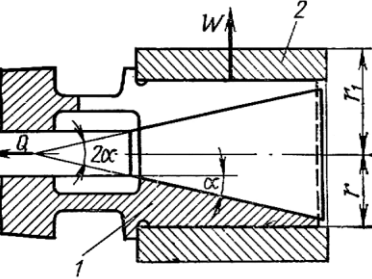
Таблица П.4.1

Расчетные схемы и формулы для вычисления силы зажима W

Расчетная схема	Пояснения к ней	Формула
1	2	3
	Сила зажима W , приложенная к обрабатываемой заготовке 1 и сила резания P одинаково направлены и прижимают заготовку к опоре 2 приспособления	W_{min}
	Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку 1 в противоположных направлениях	$W = KP$
	Сила зажима W и сила резания P действуют на обрабатываемую заготовку 1 во взаимно перпендикулярных направлениях. Силе резания противодействуют силы трения на опоре и в точке зажима	$W = KP/(f_1 + f_2)$
	Сила зажима W прижимает заготовку к опорам, при этом одна сила резания P_1 имеет одно направление с силой зажима и прижимает заготовку к нижним опорам, а вторая сила резания P_2 действует в направлении, перпендикулярном силе зажима	$W = (KP_2 - P_1 f_1)/(f_1 + f_2)$
	Обрабатываемая заготовка зажимается горизонтально действующей силой зажима W . На заготовку действуют силы зажима W , силы реакции R_1 и R_2 от установочных и зажимных опор и силы трения F , F_1 и F_2 между поверхностями заготовки, установочными и зажимными элементами приспособления	$W = [R_1(b + f_1 c)]/(a - f_2 l)$

Окончание табл. П.4.1



	При обработке заготовки фрезой на нее действуют силы резания P_1 и P_2	$W = [K(P_2 e + P_1 l)] / (a + f_2 e)$
	Обрабатываемую заготовку выточкой устанавливают на центрирующий жесткий палец приспособления и левой плоскостью прижимают к трем опорным штырям несколькими прихватами. На заготовку действуют сдвигающий момент M , осевая сила P и силы трения между поверхностями установочных и зажимных элементов приспособления	$W = (KM - f_2 P r_1) / (f_1 r_2 + f_2 r_1)$ При небольшой тангенциальной жесткости зажима $W = (KM - f_2 P r_1) / (f_2 r_1)$
	Обрабатываемая заготовка наружной цилиндрической поверхностью установлена в призме с углом $\alpha = 90^\circ$ и зажата силой W . Повороту заготовки около ее оси противодействуют силы трения на поверхностях контакта заготовки с установочными и зажимными элементами приспособления	$W = \frac{KM}{f_1 r + f_2 r l \sin(\alpha/2)}$
	На обрабатываемую заготовку 1, зажатую в трехкулачковом патроне станка действует силы резания P_z и P_x . Сила резания P_z создает момент $M_{рез} = P_z r_1$, который стремится повернуть обрабатываемую заготовку вокруг ее оси, а сила P_x - переместить обрабатываемую заготовку вдоль ее оси.	$W_{сум} = KM_{рез} / (f r) = K P_z r_1 / (f r)$
	На обрабатываемую втулку 2, установленную и зажатую на цанговой оправке 1, действует сила резания P_z . Сила P_z при обработке втулки 2 создает момент резания $M_{рез}$, которому противодействует момент от силы трения $M_{тр}$ между установочной поверхностью цанги и обрабатываемой заготовкой.	$W_{сум} = KM_{рез} / (f r) = K P_z r_1 / (f r)$

Приложение 5

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАСЧЕТУ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА

НАДЕЖНОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Таблица П.5.1

Коэффициент K_1 , учитывающий состояние поверхности заготовки

Метод обработки	Компоненты сил резания	K_1	Обрабатываемый материал
Сверление	Крутящий момент, осевая сила	1,15	Чугун
Предварительное (по корке)	Крутящий момент	1,30	Чугун (износ по задней поверхности 1,5 мм)
Зенкерование чистовое	Осевая сила. Крутящий момент и осевая сила	1,20	Чугун (износ по задней поверхности 0,7-0,8 мм)
Точение и предварительное растачивание	P_z	1,00	Сталь
		1,00	Чугун
	P_y	1,40	Сталь
		1,20	Чугун
	P_x	1,60	Сталь
		1,25	Чугун
Чистовое и растачивание	P_z	1,00	Сталь
		1,05	Чугун
	P_y	1,05	Сталь
		1,40	Чугун
	P_x	1,00	Сталь
		1,30	Чугун
Фрезерование: цилиндрическое предварительное и чистовое торцовое	Окружная сила	1,6-1,8	Вязкая сталь
		1,2-1,4	Твердая сталь
Предварительное и чистовое	Тангенциальная сила	1,6-1,8	Вязкая сталь
		1,2-1,4	Твердая сталь и чугун
Шлифование	Окружная сила	1,15-1,20	Чугун и сталь

Таблица П.5.2

Коэффициенты запаса $K_2 \dots K_6$

Коэффициент	Условия работы, учитываемые коэффициентом	Значение коэффициента	Примечание
K_2	Изменение величины припуска черновых заготовок	1,0	Для чистовой и отделочной обработки
		1,2	Для черновой обработки
K_3	Увеличение сил резания при прерывистом резании	1,2	При точении
K_4	Род привода	1,0	Для пневматических, гидравлических и других приводов
		1,3	Для ручных зажимов
K_5	Расположение рукоятки для ручных зажимных устройств	1,0	Расположение рукоятки: с малым диапазоном угла ее отклонения
		1,2	с большим диапазоном угла отклонения (более 90°)
K_6	Наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку на опорах	1,0	Установка на опоры с ограниченной поверхностью контакта (штыри и др.)
		1,5	Установка на пластины и другие элементы с большей поверхностью

Приложение 6

ПОГРЕШНОСТЬ УСТАНОВКИ

Таблица П.6.1

Погрешность установки заготовок в патронах и на оправках без выверки

Тип патрона или оправки	Квалитет базы заготовки	Погрешность установки, мкм, для направления	
		радиального	осевого
1	2	3	4
Цанговые оправки при диаметре установочной поверхности, мм: до 50 свыше 50 до 200	7-9	10 - 35 20 - 60	20 50
Трехкулачковые патроны с незакаленными кулачками или разрезанными втулками при диаметре до 120 мм	При зазоре до закрепления погрешность 0,02 - 0,10 мм	10 - 30	10 - 120
Двухкулачковые патроны при диаметре детали 200 мм: с винтами с рейками	11-13	100 - 200 20 - 60	50 - 100 15 - 40
Цилиндрические оправки с гайками (установка на оправку с зазором)	8-11	В пределах допуска зазора	10
Конусные оправки при отверстии длиной менее 1,5 d	7	30	Определяется размерами деталей и оправок
Патроны и оправки с упругими втулками и гидропластмассой при отверстии длиной: до 0,5 d свыше 3,0 d	7-9	3 - 10 10 - 20	— —

Окончание табл. П.6.1

1	2	3	4
Патроны и оправки с пластинчатыми (тарельчатыми) пружинами	7-11	10 - 20	—
Патроны и оправки с упругими втулками и роликами, опирающимися на тела, имеющие форму гиперболоида вращения	7-8	3 - 8	—
Мембранные патроны	7-9	3 - 5	—
Патроны и оправки с упругими элементами гофрированного типа	5-7	2 - 5	—
П р и м е ч а н и е - Применение пневматических и гидравлических силовых узлов позволяет уменьшить погрешность установки на 20...40%. Обработку с использованием необработанных кулачков и втулок применяют при партии деталей не более 80 - 120 шт.			

Таблица П.6.2

Погрешность установки заготовок в приспособлении

В мкм

Вид образца-заготовки	Направление смещения заготовки	Диаметр базы, мм									
		свыше 6 до 10	свыше 10 до 18	свыше 18 до 30	свыше 30 до 50	свыше 50 до 80	свыше 80 до 120	свыше 120 до 180	свыше 180 до 260	свыше 260 до 500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Установка в цанговом патроне											
Шлифованная контрольная оправка, установленная в новом патроне	Радиальное	15 - 20	15 - 40	20 - 45	25 - 50	30 - 75	—	—	—	—	
	Осевое	25	50	75 - 100	100	150 - 200	—	—	—	—	
Прутки калиброванные	Радиальное	50	60	70	90	100	120	—	—	—	
	Осевое	30	40	50	60	70	80	—	—	—	
Установка в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне											
Прутки горячекатаные:											
	повышенной точности	Радиальное	100	120	150	200	300	450	650	—	—
	обычной точности	Осевое	70	80	100	130	200	300	420	—	—
	повышенной точности	Радиальное	—	200	220	280	400	500	800	—	—
		Осевое	—	130	150	190	250	350	520	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Единичная заготовка с базой: шлифованной чисто обработанной	Радиальное	20	20	20	20	30	30	40	40	50
	Осевое	10	10	10	10	15	15	25	25	30
	Радиальное	50	50	50	50	80	80	100	100	120
	Осевое	30	30	30	30	50	50	80	80	100
Отливка по выплавляемой модели или в оболочковую форму	Радиальное	100	100	100	100	150	150	200	200	250
	Осевое	50	50	50	50	80	80	100	100	120
Предварительно обработанная поверхность; заготовка, штампованная на ГКШП	Радиальное	200	200	200	200	300	300	400	400	500
	Осевое	80	80	80	80	100	100	120	120	150
Примечание. При установке в цанговых патронах единичных заготовок вместо прутковых погрешность установки в осевом направлении увеличивается на 10...30 мкм. При неподвижной цанге смещение в осевом направлении минимально (5 - 20 мкм). Поджатием деталей при закреплении в патронах погрешность установки можно уменьшить на 20...30%. В патронах с пневматическими и гидравлическими силовыми узлами погрешность установки уменьшается на 20...40% по сравнению с указанными в таблице.										

Таблица П.6.3

Погрешность (мкм) установки заготовок на опоры (в числителе – для постоянных опор; в знаменателе – для опорных пластин)

Поверхность заготовки	Наибольший размер заготовки по нормали к обработанной поверхности, мм					
	6 - 10	10 - 18	18 - 30	30 - 50	50 - 80	80 - 120
Установка в приспособлении с винтовыми или эксцентриковыми зажимами						
Шлифованная	60/20	70/30	80/40	90/50	100/60	110/70
Чисто обработанная, полученная литьем под давлением	70/30	80/40	90/50	100/60	110/70	120/80
Предварительно обработанная, полученная литьем по выплавля- емым моделям или в оболочко- вые формы	80/40	90/50	100/60	110/70	120/80	130/90
Полученная литьем в постоян- ную форму, в песчаную форму машинной формовки, по метал- лическим моделям	–/55	100/60	110/70	120/80	130/90	140/100
Штампованная, горячекатаная	90/90	100/100	125/110	150/120	175/135	200/150
Установка в приспособлении с пневматическим приводом						
Шлифованная	35/15	40/20	50/25	55/30	60/40	70/50
Чисто обработанная, полученная литьем под давлением	55/25	60/30	65/35	70/40	80/50	100/60
Предварительно обработанная, полученная литьем по выплав- ляемым моделям или в оболочко- вые формы	65/35	70/40	75/50	80/55	90/60	110/70
Полученная литьем в постоян- ную форму, в песчаную форму машинной формовки, по метал- лическим моделям	–/50	80/55	90/60	100/65	110/70	120/80
Штампованная, горячекатаная	70/70	90/80	100/90	120/100	140/110	160/120

Таблица П.6.4

Погрешность установки заготовки на опорные пластины приспособлений с пневматическим приводом (база заготовки – предварительно обработанная)

Наибольший размер заготовки по нормали к обработанной поверхности, мм	Погрешность установки заготовки, мкм
50 - 80	60
80 - 120	70
120 - 200	80

Приложение 7

НОРМЫ ЖЕСТКОСТИ СТАНКОВ

Таблица П.7.1

Допускаемое смещение

Наименование станка	Модель	Прилага- емая сила, Н	Допускаемое смещение, мкм		
			шпинделя в верти- каль-ном направле- нии	относи- тельно оправки, закреплен- ной в шпинделе	относи- тельно оправки, закреп- ленной в пиноле
Токарный многошпиндельный горизонтальный прутковый автомат	1Б240-4К	5980	—	80	—
Токарно-револьверный одношпиндельный	1Е140	5600	—	500	—
Токарно-револьверный многошпиндельный	1Г340	5490	—	260	—
Токарный гидрокопировальный полуавтомат	1Н713	16000	—	320	450
Вертикально- фрезерный	6Р12	8000	360	—	—
Консольно-фрезерный	6Р81	7840	400	—	—
Примечание. Нормы жесткости станков других типов приведены в [4].					

НОРМЫ ТОЧНОСТИ СТАНКОВ

Таблица П.8.1

Нормы точности металлорежущих станков С (мкм) на длине

$L = 300$ мм

Наименование станка	Модель	Допустимые отклонения от параллельности	
		оси шпинделя относительно направляющих	обрабатываемой поверхности основанию
Гидрокопировальный полуавтомат	1Н713	20	—
Вертикально-фрезерный	6Р12	—	20
Консольно-фрезерный	6Р81	—	25
<i>Примечание.</i> Нормы точности станков других типов приведены в [4].			

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ИЗНОС ИНСТРУМЕНТОВ

Таблица П.9.1

Относительный износ $и_0$ (мкм/км) твердосплавных инструментов при обработке

Материал режущего инструмента	Обрабатываемый материал		
	углеродистая сталь	легированная сталь	чугун
T30K4	3 - 4	4 - 6	—
T15K6	5 - 7	9 - 10	—
BK8	—	17 - 25	13 - 14
BK3	—	9 - 10	6 - 10

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ
В ФОРМУЛЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

Таблица П.10.1

Значения коэффициента C_p и показателей степени в формулах силы резания при обработке твердосплавным инструментом

Вид обработки	Составляющая силы резания									
	тангенциальная P_z						радиальная P_y			
	C_p	x	y	u	q	w	C_p	x	y	u
Точение конструкционной стали	—	—	—	—	—	—	243	0,9	0,6	-0,3
Фрезерование торцовое:										
конструкционной стали	825	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2	—	—	—	—
серого чугуна	54,5	0,9	0,74	1,0	1,0	0	—	—	—	—
ковкого чугуна	491	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2	—	—	—	—

ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

Таблица П.11.1

Допуски размеров (мкм) (в числителе) и допустимые погрешности $\Delta_{изм}$ (мкм) (в знаменателе) в зависимости от качества

Номинальные размеры, мм	Квалитет IT				
	14	13	12	11	10
Свыше 18 до 30	520/100	330/70	210/40	130/25	84/15
" 30 " 50	620/120	390/80	250/50	160/30	100/20
" 50 " 80	740/150	460/90	300/60	190/40	120/20
" 80 " 120	870/170	540/100	350/70	220/40	140/25
" 120 " 180	1000/200	630/120	400/80	250/50	160/30
" 180 " 250	1150/220	720/140	460/90	290/60	185/35

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Таблица П.12.1

Материалы и термическая обработка сталей [8]

Детали	Материал и термическая обработка
1	2
Валы ведущие	35 – В37; 40Х – М40
Втулки кондукторные:	
с диаметром под инструмент менее 9 мм	9ХС – М64
с диаметром под инструмент 9-27 мм	У10А – В61
с диаметром под инструмент 27-80 мм	20Х – Ц – М60
Винты силовые тисочные	У10 – В61
Гайки к ходовым винтам механизмов, требующие легкости перемещения	
малонагруженные	ЛС 59 – 1
сильнонагруженные	45 – У
Гильзы цилиндров:	
пневматических	45 – М37
гидравлических	40Х – М49; СЧ25; СЧ30
Корпуса:	
токарных оправок	45 – У; 40Х – М40
мелких приспособлений	35 – В37; 45 – У; СЧ 10; СЧ 15
приспособлений средних размеров	Ст5 – В37; СЧ 18; СЧ 20
крупных приспособлений сложной формы	СЧ 18; СЧ 20
сварные	Ст3; 20; 35
Крышки:	
пневмоцилиндров	Д1Т; АЛ – 15В
гидроцилиндров	35 – В37; СЧ 18; СЧ 20
упорные	35 – В37; 40Х – У
Клинья усиливающих механизмов	20Х – Ц – М60; 40ХНМА – М49
Кулачки патронов, губки тисков	20 – Ц – В60; 40Х – М49; 45 – М37; 9ХС – М56
Опоры постоянные	20 – Ц – В60; 20Х – Ц – М60
Ножки кондукторов	40Х – М49; 20 – Ц – В60

1	2
Оправки конические и цилиндрические: диаметром до 50 мм, длиной до 200 мм диаметром св. 50 мм, длиной св. 200 мм	45 – М37; 40Х – М40 20 – Ц – В60; 20Х – Ц – М60
Пальцы установочные: диаметром до 20 мм, длиной до 50 мм диаметром св. 20 мм, длиной св. 50 мм	У7А – В53; 40Х – М49 20 – Ц – В60; 20Х – Ц – М60
Плиты кондукторные: без направляющих втулок с отверстиями под инструмент: диаметром до 50 мм то же св. 50 мм с направляющими втулками литые	У12А – В63 20 – Ц – В60 Ст 6; 35 – В37 Сч15; Сч18
Поршни: пневмоцилиндров гидроцилиндров	Д1Т; АЛ – 15В Сч25; Сч30
Призмы: крупные небольшие	45 – В46; 20Х – Ц – М60 20 – Ц – М60; 40Х – М49
Рычаги, работающие с нагрузками: малыми значительными	Ст 6; 35 – В37 40Х – М41; 18ХГТ – Ц - М60
Скалки различных устройств	45 – М37; 40Х – М40
Цанги зажимные	У8А – В56; 65Г – М60 (твёрдость хвостовика 43-49)
Центры токарные	У7А – В53; У8А – В60
Шайбы быстросъёмные, контактирующие с обработанным изделием	45 – М37; 40Х – М40
Штоки пневмо- и гидроцилиндров	45 – М37; 40Х – М40
Эксцентрики	20Х – Ц – М60; 9ХС – М60; ШХ15 – М63

БЛАНК НА ОБЛОЖКУ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

(НАЗВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту

(фамилия, имя, отчество)

Факультет _____

Кафедра _____

Группа _____

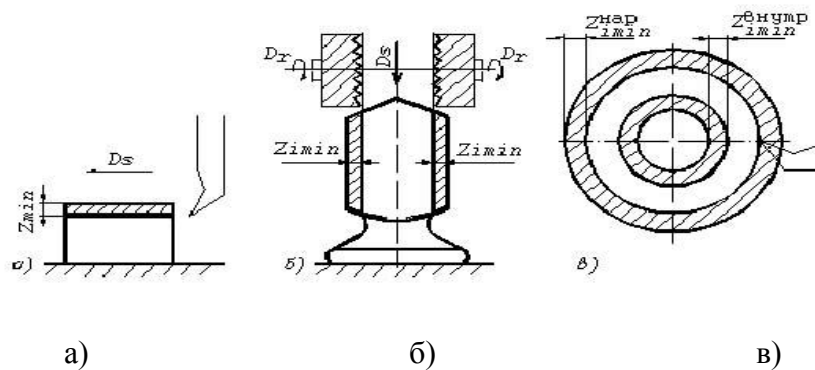
Дата защиты " " 20 г.

Индекс КП-АПИ НГТУ-15.03.15-(АСМ 14-1)-24-

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ (НАЗВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ)	
Кафедра _____ _____ (наименование темы или проекта)	Заведующий кафедрой _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	
К _____ (вид документа – проект дипломный, курсовой, исследовательская работа или часть и т.п.)	
КОНСУЛЬТАНТЫ: 1. По _____ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)	РУКОВОДИТЕЛЬ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)
2. По _____ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)	СТУДЕНТ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата) (группа или шифр)
3. По _____ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)	Проект защищен _____ (дата) Протокол № _____ С оценкой _____
РЕЦЕНЗЕНТ _____ _____ (подпись) (фамилия, и., о.) _____ (дата)	
20 ____ г.	

ОФОРМЛЕНИЕ ИЛЛЮСТРАЦИЙ И ТАБЛИЦ



а - последовательная обработка противоположных поверхностей; б - параллельная обработка противоположных поверхностей, в - обработка тел вращения

Рис. П.15.1. Технологические схемы обработки и припуски

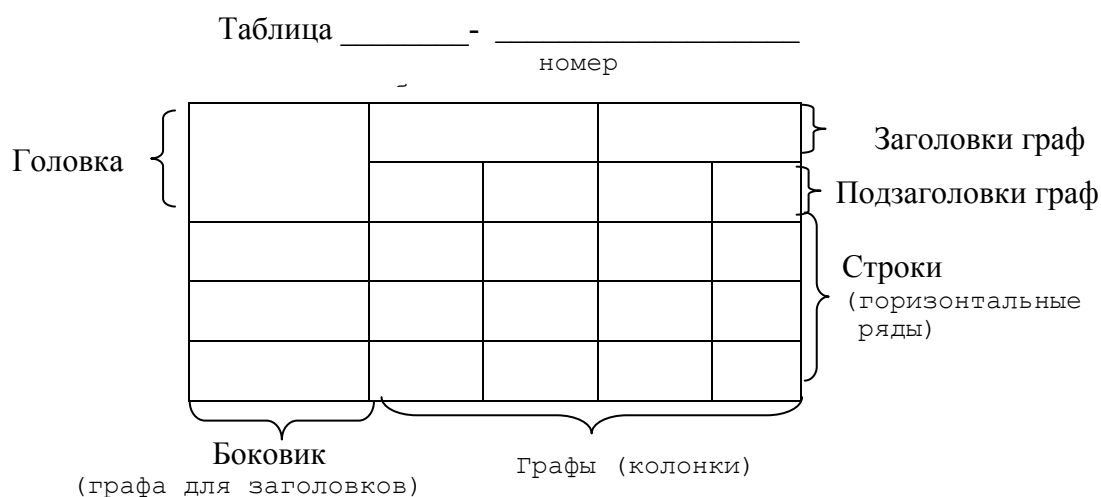


Рис. П.15.2. Пример построения таблицы

Таблица 1- Размер гаек

В миллиметрах

d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
t	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25
s	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13

Продолжение таблицы 1

d	10	12	16	20	24	30	36	42
t	1,5	1,75	3	2,5	3	3,5	4	4,5
s	17	19	24	30	36	46	55	65

Рис. П.15.3. Пример построения таблицы с продолжением

Приложение 16

ФОРМЫ ОСНОВНЫХ НАДПИСЕЙ НА ТЕКСТОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Форма 2 по ГОСТ 2.104–68. Первый или заглавный лист текстовых документов

Diagram of Form 2, the first or title page of text documents. The overall width is 185 and the overall height is 40 (8x5). The layout includes a header section with fields for document number, signature, and date, and a main body section for the document content. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 25 high. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 25 high.

Форма 2а по ГОСТ 2.104–68. Последующие листы текстовых документов

Diagram of Form 2a, subsequent pages of text documents. The overall width is 110 and the overall height is 15 (3x5). The layout includes a header section with fields for document number, signature, and date, and a main body section for the document content. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 10 high. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 10 high.

Форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Основная надпись на чертежах

Diagram of Form 1, the main title on drawings. The overall width is 185 and the overall height is 55 (11x5). The layout includes a header section with fields for document number, signature, and date, and a main body section for the document content. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 40 high. The header section is divided into two parts: a top part with fields for document number, signature, and date, and a bottom part with fields for author, reviewer, and approver. The main body section is divided into two parts: a left part for the document content and a right part for the document number, signature, and date. The header section is 15 high, and the main body section is 40 high.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ НАДПИСЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

[illegible]

Рис. П.17.1. Расположение основных и дополнительных надписей (формат А1,А2,А3)

[illegible]

Рис. П.17.2. Расположение основных и дополнительных надписей (формат А4)

[illegible]

Рис. П.17.3. Расположение основных и дополнительных надписей (формат А1,А2,А3)

		Номер операции		Эскиз технологической операции		КР.01.00.03		
		020				Шпилька		
								КР.02.00.03

Справ. №

Перв. примен.

Изм.№

Взам.изм.№

Подп. и дата

1. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – т.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.2 – тк.
3. * Размеры для справок.

Горизонтально-фрезерный станок	1	1	P6M5	1	15	0,06	127,2	450
Наименование и модель оборудования	№ обраб. поверх.	№ инструмента	Материал режущей части	t, мм	B, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин

КР.02.00.03			
Разраб. Пров. Т. контр. Утв.	№ докум.	Подп.	Эскиз технологической операции
	Горенкова		
	Прис Н.М.		
020			АПИ НГТУ МА 09-Т

Копировать
Формат А3

ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СБОРКИ

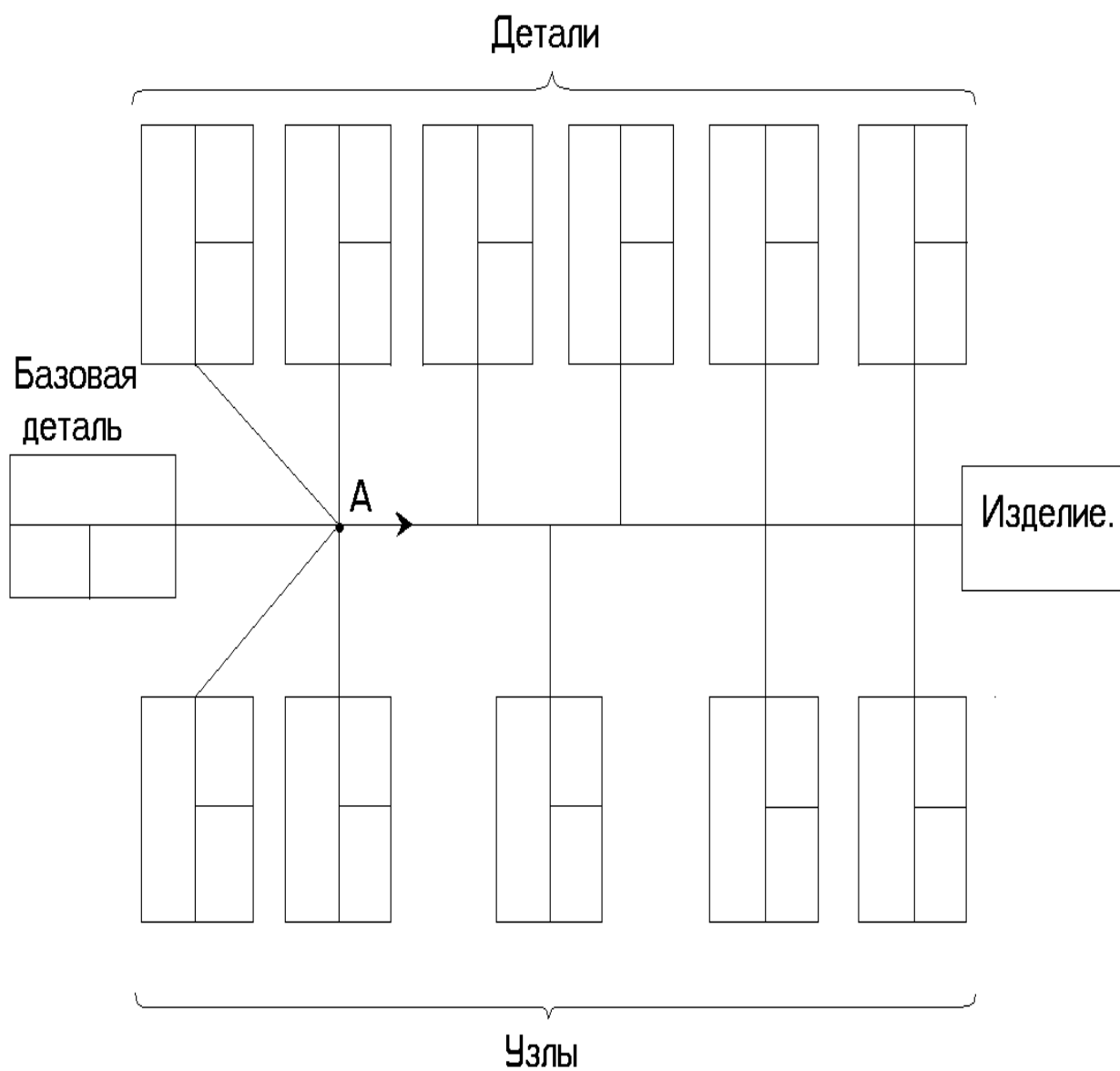


Рис. П.19.1. Схема общей сборки, где А – направление сборки

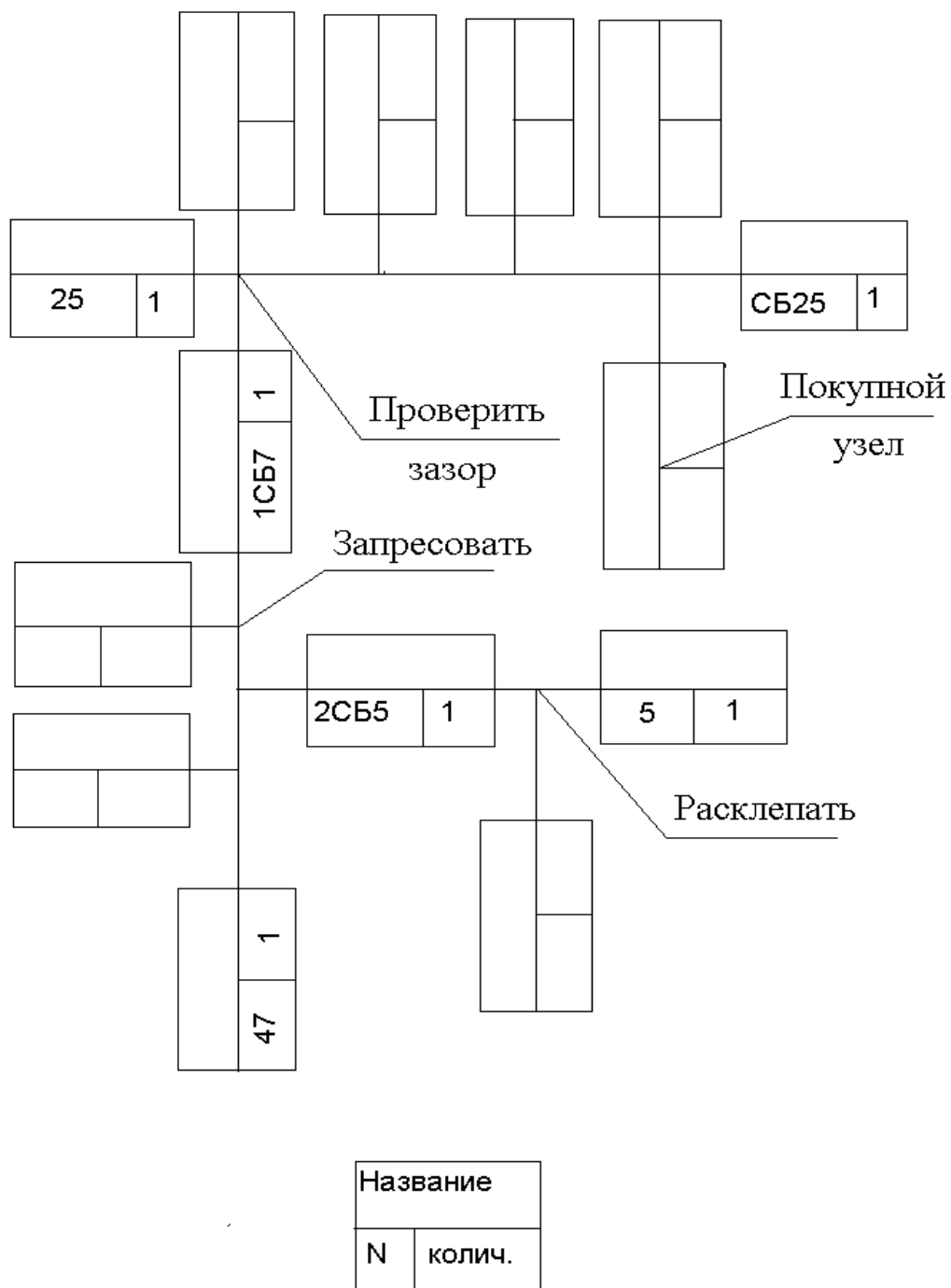


Рис.П.19.2. Схема узловой сборки

