

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры
«Охрана труда и окружающей среды»
«24» января 2022 г., протокол №6

Заведующий кафедрой



В.М. Панарин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ (СЕМИНАРСКИХ) ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«Технология основных производств»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

с направленностью (профилем)
Производственная безопасность

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 200401-01-22

Тула 2022 год

Разработчик методических указаний

Докт. техн. наук, доц., проф. каф. ОТиОС Маслова А.А.



Цели и задачи практических занятий

Целью выполнения практических занятий дисциплины является получение студентами инженерных, информационных, и методических основ в области технологии машиностроения и производственной безопасности, рассматривая при этом особенности технологических процессов и оборудования, а также условий работы обслуживающего персонала.

Задачами выполнения практических занятий дисциплины являются:

- овладение методологией расчета и проектирования основных технологических процессов;
- освоение правил безопасной эксплуатации оборудования;
- изучение расчета и конструкций средств защиты от воздействия опасных производственных факторов;
- овладение методологией анализа вредных производственных факторов;
- овладение методологией выбора и проектирования средств защиты от воздействия вредных производственных факторов;
- формирование подходов к решению организационных вопросов обеспечения безопасности на производстве.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. Определение типа производства

Цель:

- приобретение навыков расчета и определения типа производства.

Задачи:

- закрепить знания по теме «Тип производства»;
- определить тип производства по заданным параметрам.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип производства

Важнейшим фактором, предопределяющим построение всей производственной системы на предприятии, является тип производства, под которым понимается классификационная категория производства, выделяемая по ряду признаков (табл. 1).

Различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное.

Массовое производство характеризуется полной стабильностью производственных условий на рабочих местах, большими объемами и устойчивостью номенклатуры выпускаемой продукции.

Серийное производство характеризуется относительной стабильностью производственных условий на рабочих местах и регулярной повторяемостью выпуска продукции сериями (партиями).

Различают три разновидности серийного производства:

- мелкосерийное (по характеристиками тяготеет к единичному);
- среднесерийное;
- крупносерийное;

Мелкосерийное производство (тяготеет к единичному):

- изделия выпускаются малыми сериями широкой номенклатуры, их повторяемость в программе предприятия либо отсутствует, либо нерегулярна, а размеры серий колеблются;
- предприятие постоянно осваивает новые изделия и прекращает выпуск ранее освоенных;
- за рабочими местами закреплена широкая номенклатура операций;
- оборудование, формы специализации и производственная структура практически те же, что и при единичном производстве.

Среднесерийное производство:

- изделия выпускаются довольно крупными сериями ограниченной номенклатуры; серии повторяются с известной регулярностью.
- за рабочими местами закреплена более узкая номенклатура операций;
- оборудование универсальное и специальное, вид движения предметов труда – параллельно-последовательный.

Крупносерийное производство (тяготеет к массовому):

- изготовлением продукции крупными сериями узкой номенклатуры, а важнейшие виды продукции могут выпускаться непрерывно;
- рабочие места специализированы, оборудование обычно специальное.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий, полной неповторяемостью продукции (единичные экземпляры, малые серии), полной нестабильностью производственных условий на рабочих местах.

Таблица 1

Характеристики производств

Фактор	Единичное	Серийное	Массовое
Тип оборудования	универсальное	специализированное	специальное
Квалификация персонала	высокая	средняя	низкая
Номенклатура	неограниченная	ограничена сериями	одно – два изделия
Объем выпуска одинаковых изделий	как правило, не предусматривается	средний	большой
Контроль качества	каждого готового изделия	механизация контроля качества продукции	автоматизация контроля качества продукции
Повторяемость выпуска	как правило, не предусматривается	периодически повторяется	постоянно повторяется
Степень специализации производства	низкая	средняя	высокая
Себестоимость единицы продукции	высокая	средняя	низкая
Коэффициент закрепления	более 40	2-40	1

Специализация производства

Организация производственного процесса на любом промышленном предприятии строится на нескольких общих принципах, одним из которых является принцип специализации.

Специализация представляет собой форму общественного разделения труда, которая обуславливает выделение и обособление цехов, участков и отдельных рабочих мест, на которых изготавливают определенную продукцию, отличающуюся особым производственным процессом.

В зависимости от специализации отдельного рабочего места оно оснащается различным оборудованием: универсальным, специализированным или специальным.

К универсальному относится оборудование, предназначенное для выполнения различных операций на изделий широкой номенклатуры.

К специализированному относится оборудование, предназначенное для обработки изделий одного наименования разных габаритов (валов, муфт, линз, пластин).

К специальному относится оборудование для обработки определенного (одного) изделия.

Показатель типа производства

Критерием определения типа производства может стать коэффициент закрепления (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
Закрепления	>40	20-40	10-20	2-10	1
Серийности	-	>20	10-20	2-10	1
Массовости	-	<0,05	0,05-0,1	0,1-0,5	1

Значения коэффициентов

Коэффициент закрепления операций для группы рабочих мест определяется, как отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению и течение месяца, к числу рабочих мест:

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^n K_{опi}}{n},$$

где $K_{опi}$ – количество операций, выполняемых на i -м рабочем месте структурного подразделения;

n – количество рабочих мест в структурном подразделении.

Если за рабочим местом закреплено минимальное количество операций, то это узкая специализация, если много – широкую специализацию.

Число операций, которое может быть выполнено на i -ом рабочем месте в течение года, можно определить по формуле

$$K_{опi} = \frac{\eta_n}{\eta_{zi}},$$

где η_n – нормативный (допустимый) коэффициент загрузки станка всеми закрепленными за ним одностипными операциями, принимаемый для крупно-, средне- и мелкосерийного производства соответственно равным 0,75; 0,8; 0,9;

η_{zi} – коэффициент загрузки станка данной операцией в течение года:

$$\eta_{zi} = \frac{m_{pi}}{m_{при}}$$

m_{pi} , $m_{при}$ – расчетное и принятое число рабочих мест, необходимое для выполнения i -ой операции

$$m_{pi} = \frac{t_{шткi}}{r} = \frac{t_{шткi} N_{\Gamma}}{60 F_{\text{эф}}},$$

r – такт выпуска, мин/шт.;

N_{Γ} – годовая программа выпуска;

$F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени рабочего места, $F_{\text{эф}} = F \cdot \eta$, ч;

F – годовогой фонд времени рабочего места ($365 \cdot 24 = 8670$ ч);

η – коэффициент использования фонда времени (0,8...0,9);

$t_{шткi}$ – штучное-калькуляционное время операции:

$$t_{шткi} = t_{шти} + \frac{t_{пз}}{n_o},$$

$t_{шт}$ – время одной операции;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время состоит из времени на наладку станка, инструментов и приспособлений, времени на получения и сдачу инструментов и приспособлений в начале и в конце работы;

n_o – количество повторений операций.

В качестве $m_{пр}$ принимается ближайшее большее по отношению к m_p целое число. Например для $m_p = 0,01$ принимается $m_{пр} = 1$.

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Характер серийного производства			
Фактор	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное
Тип оборудования			
Квалификация персонала			
Номенклатура			
Объем выпуска одинаковых изделий			
Контроль качества			
Повторяемость выпуска			
Степень специализации производства			

Себестоимость единицы продукции			
---------------------------------	--	--	--

3. Определить тип производства для каждого структурного элемента и предприятия в целом по данным (табл. 3)

Таблица 3

Данные для расчета K_z					
Элементы производственной структуры	Вариант	K_{oni}			n
Цех №1					
Производственный участок №1	1	40			3
	2	30			2
	3	40			3
	4	30			4
Производственный участок №2	1	8			4
	2	7			3
	3	8			5
	4	7			6
Цех №2					
Производственный участок №1	1	15			10
	2	10			10
	3	15			10
	4	10			10
Производственный участок №2	1	1			10
	2	2			3
	3	2			4
	4	2			5
Цех №3		$t_{шти}$	$t_{пзи}$	η	n_o, N
Производственный участок №1	1	5	10	0,9	1000
	2	6	9	0,9	600
	3	7	8	0,9	700
	4	8	10	0,9	800

4. Ответить на вопросы.

Что такое структура предприятия?

На какие два типа первоначально разделяются предприятия?

Какие элементы структуры основного производства Вы можете назвать?

Что такое тип производства?

Какие критерии являются признаками типа производства?

Какие формы специализации Вы знаете?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Изучение типовых положений о подразделениях машиностроительного предприятия. Составление должностной инструкции.

Цель: изучить типовые положения о подразделениях машиностроительного предприятия. Научиться составлять должностную инструкцию.

Задание:

1 Составить должностную инструкцию согласно выданного варианта задания.

2 Сделать вывод по работе.

Методические указания

Деление на категории персонала предприятия

На машиностроительных предприятиях предусмотрен определённый штат работающих, которых делят на следующие категории:

- производственные (основные) рабочие;
- вспомогательные рабочие;
- инженерно - технические рабочие (ИТР);
- служащие;
- младший обслуживающий персонал (МОП).

Производственные (основные) рабочие — это рабочие механосборочного производства, непосредственно выполняющие операции технологического процесса.

Вспомогательные рабочие — не участвуют в технологическом процессе, а заняты обслуживанием его.

ИТР - выполняют обязанности по управлению, организации и подготовке производства и занимающие должности, для которых требуется квалификация инженера или техника.

Служащие - работники, выполняющие в соответствии с занимаемой должностью административно - хозяйственные функции, ведущие финансирование, учет, статистический учет, решающие социально - бытовые и подобные вопросы.

Младший обслуживающий персонал — сторожа, гардеробщики, уборщики бытовых и конторских помещений.

Квалификационная характеристика

На каждую категорию производственного персонала имеется *квалификационная характеристика* — краткое изложение основных задач, навыков и умений, прав и обязанностей, предъявляемых к различным специалистам.

Квалификационная характеристика для каждой должности имеет три раздела:

1 "Должностные обязанности". В этом разделе установлены основные функции, которые могут быть поручены работнику полностью или частично.

2 "Должен знать". В этом разделе содержатся основные требования, предъявляемые работнику в отношении специальных знаний, а также знаний специальных и нормативных актов, инструкций, которые работник должен применять при выполнении своих должностных обязанностей.

3 "Требования к квалификации". В этом разделе определяется уровень профессиональной подготовки работника, необходимый для выполнения предусмотренных должностных обязанностей, требования к стажу работы.

Квалификационная характеристика на предприятии служит основой для составления должностных инструкций.

Должностная инструкция - документ, содержащий краткое изложение должностных обязанностей, требующих навыков и полномочий.

Составление должностной инструкции

Пример: *"Должностная инструкция мастера производственного участка"*.

"Должностные обязанности".

- осуществление в соответствии с действующими законодательными и нормативными актами руководство участком;

- обеспечение участком выполнения в установленные сроки производственного задания по объёму выпуска, качеству и заданной номенклатуре;

- повышение производительности труда, снижение трудоёмкости изготовления продукции на основе рациональной загрузки оборудования и полного использования его технических возможностей;

- повышение коэффициента сменности работы оборудования, экономное расходование материальных ресурсов;

- своевременная подготовка производства, организация работы рабочих и бригад, контроль за соблюдением технологических процессов, оперативное выявление и устранение причин их нарушения, участие в разработке новых и совершенствовании действующих технологических процессов, проверка качества выпускаемой продукции и осуществление мероприятий по предупреждению брака;

- участие в приёмке законченных работ по реконструкции участка, ремонту оборудования, механизации и автоматизации производственных процессов;

- организация внедрения передовых методов и приёмов труда, форм его организации, аттестации и организации рабочих мест;

- обеспечение рабочими выполнения норм выработки, рациональное использование производственных площадей, оборудования, технологической оснастки;

- формирование бригад, разработка и внедрение мероприятий по обслуживанию бригад и координации их деятельности;

- установление и своевременное доведение производственных заданий бригадам и отдельным рабочим в соответствии с утвержденным планом и графиками;

- осуществление производственного инструктажа рабочих, проведение

мероприятий по выполнению правил охраны труда и технической эксплуатации оборудования и инструмента, а также контроль за их соблюдением;

- содействие внедрению прогрессивных форм организации труда, внесение предложений о пересмотре норм выработки и расценок, а также о присвоении в соответствии с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих разрядов рабочим;

анализ результатов производственной деятельности, контроль расходования оплаты труда, установленного участка, обеспечение правильности и своевременности оформления первичных документов по учету рабочего времени, выработке, заработной плате и простоев;

- содействие распространению передового опыта, развитию инициативы, внедрению рационализаторских предложений и изобретений;

- участие в осуществлении работ по выявлению резервов производства, в разработке мероприятий по созданию благоприятных условий труда, повышению организационно - технических условий производства, рациональному использованию рабочего времени и производственного оборудования;

- создание в коллективе обстановки взаимопомощи и заботливости, развитие у рабочих чувства ответственности и заинтересованности в своевременном и качественном выполнении производственного задания;

- подготовка предложений о поощрении рабочих, о наложении дисциплинарных взысканий за нарушение производственной и трудовой дисциплины;

- организация работ по повышению квалификации и профессионального мастерства рабочих и бригадиров, обучение их сложным профессиям и проведение воспитательной работы в коллективе.

"Должен знать".

- законодательные и нормативные правовые акты, нормативные и методические материалы, касающиеся производственно - хозяйственной деятельности участка;

- технические характеристики и требования, предъявляемые к продукции, выпускаемой участком, технологию её производства;

- оборудование участка и правила его эксплуатации;

- методы технико-экономического и производственного планирования;

- формы и методы производственно - хозяйственной деятельности участка;

- трудовое законодательство и порядок тарификации работ и рабочих;

- нормы и расценки на работы;

- порядок их пересмотра;

- действующие положения об оплате труда и формах материального стимулирования;

- передовой отечественный опыт по управлению производством;

- основы экономики, организации производства, труда и управления;

- правила внутреннего трудового распорядка;

- правила и нормы охраны труда.

"Требования к квалификации".

- высшее профессиональное (техническое) образование и стаж работы на производстве не менее одного года или среднее профессиональное (техническое) образование и стаж работы на производстве не менее трёх лет. При отсутствии специального образования стаж работы на производстве не менее пяти лет.

Задание: вариант по списку

1. Разработать должностную инструкцию мастера токарного участка.
2. Разработать должностную инструкцию инженера по качеству.
3. Разработать должностную инструкцию технолога.
4. Разработать должностную инструкцию энергетика.
5. Разработать должностную инструкцию электрика.
6. Разработать должностную инструкцию инженера-электроника.
7. Разработать должностную инструкцию инженера по охране труда.
8. Разработать должностную инструкцию инженера по организации труда.
9. Разработать должностную инструкцию лаборанта.
10. Разработать должностную инструкцию инженера-программиста.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите деление промышленно - производственного персонала на категории.
- 2 Укажите какие работники относятся к каждой категории работающих.
- 3 Сформулируйте понятие квалификационная характеристика.
- 4 Укажите, из каких разделов состоит квалификационная характеристика.
- 5 Перечислите содержание каждого раздела квалификационной характеристики.
- 6 Укажите назначение должностной инструкции.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Оценка надежности технологических систем по параметрам точности

Цель работы

1. Определение возможности применения рассматриваемого технологического процесса для изготовления продукции с определенными параметрами качества.

2. Оценка изменения точностных характеристик технологических систем во времени и определение их соответствия требованиям, установленным в научно-технической документации.

3. Получение информации для регулирования технологического процесса (операции).

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения [4]

Контроль точности технологических систем следует проводить по альтернативному или количественному признакам. При контроле по альтернативному признаку проверяют соответствие параметров технологического процесса и средств технологического оснащения требованиям, установленным в научно-технической документации.

Этот контроль в соответствии с ГОСТ 27.203–83 следует производить в следующих случаях:

при разработке технологических процессов на этапе технологической подготовки производства;

управлении технологическими процессами.

Для данного вида контроля в этой работе изложена суть и области практического применения метода квалитетов.

Данный метод основан на сравнении требуемых значений параметров технологической системы с их предельно возможными значениями, установленными в справочной и нормативно-технической документации в зависимости от квалитетов точности применяемых средств технологического оснащения и предметов производства. В этом случае рассчитывается суммарная погрешность обработки δ_{Σ} и сравнивается с величиной допуска T на контролируемый размер или параметр.

Для обеспечения надежности технологических операций по точности необходимо, чтобы коэффициент (показатель) точности

$$K_T = \frac{\omega = \delta_\Sigma}{T} = 0,75-0,85,$$

где T – допуск на контролируемый параметр.

Контроль точности технологических систем по количественному признаку производится в случаях, когда выполняется:

разработка технологических процессов на этапе технологической подготовки производства;

выбор методов и планов статистического регулирования технологических процессов (операций);

замена, модернизация или ремонт средств технологического оснащения;

совершенствование технологических систем в части повышения их надежности и качества изготовления продукции. Из этого вида контроля в данной работе изложена сущность расчетных и опытно-статистических методов.

Из расчетных методов практически применяются:

1. Метод случайных функций, заключающийся в расчете характеристик изменения математического ожидания и дисперсии (в данной работе он не излагается).

2. Метод элементарных погрешностей, основанный на расчете суммарной погрешности контролируемого параметра исходя из известных значений элементарных погрешностей (установки детали в приспособлении, геометрической неточности узлов станка, тепловых деформаций и т. д.) [2].

Суммарная погрешность в этом случае

$$\omega = \delta_\Sigma = t \sqrt{\lambda_1 \Delta_1^2 + \lambda_2 \Delta_2^2 + \dots + \lambda_n \Delta_n^2}, \quad (2.1)$$

где t – коэффициент риска;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ – коэффициенты, учитывающие законы распределения отдельных (элементарных) погрешностей;

$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – предельные значения отдельных погрешностей.

При нормальном законе распределения отдельных погрешностей и равномерном их выходе за обе границы поля допуска принимаемый риск

$$P = 100[1 - 2\Phi(t)], \%,$$

где $\Phi(t)$ – значение функции Лапласа.

Значения коэффициента t определяются по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значения коэффициента t

$P, \%$	32,0	10,0	4,5	1,0	0,27	0,1	0,01
t	1,0	1,65	2,0	2,57	3,0	3,29	3,89

В технологических расчетах чаще всего принимается $P = 0,27 \%$ и $t = 3,0$. Коэффициенты $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ рассчитывают при наличии фактических данных о законе распределения элементарных погрешностей. При нормальном законе распределения коэффициенты $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ равны $0,111 \left(\frac{1}{9} \right)$.

3. Опытнo-статистические методы основаны на использовании данных измерений параметров качества изделий, полученных в результате специального выборочного обследования и испытаний технологической системы и ее элементов. Они основаны на расчете \bar{X} (среднего арифметического), S (среднего квадратического), их доверительных интервалов с последующим определением критерия согласия Пирсона χ^2 , определяющим достоверность выбранного закона распределения.

При этом определяют следующие показатели точности технологических систем:

а) коэффициент точности

$$K_T = \frac{\omega}{T}, \quad (2.2)$$

где ω – поле рассеяния или разность максимального и минимального значений контролируемого параметра за установленную наработку технологической системы, определяемое с доверительной вероятностью γ по выражению

$$\omega = t \cdot S,$$

где t – коэффициент, зависящий от закона распределения контролируемого параметра (коэффициент риска).

При $t = 3,0$; $2\Phi(t) = 0,9973$ (нормальный закон)

$$\omega = 6S.$$

Для нормальной по точности технологической операции необходимо выдержать условие, соответствующее формуле (2.2):

б) коэффициент мгновенного рассеяния:

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{T},$$

где $\omega(t)$ – поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t (относится к мгновенной выборке);

в) коэффициент смещения контролируемого размера (параметра)

$$K_c(t) = \frac{\bar{\Delta}(t)}{T},$$

где $\bar{\Delta}(t)$ – среднее значение отклонения контролируемого параметра относительно середины поля допуска в момент времени t :

$$\bar{\Delta}(t) = |\bar{x}(t) - x_0|,$$

где $\bar{x}(t)$ – среднее значение контролируемого параметра;

x_0 – значение параметра, соответствующее середине поля допуска (при симметричном поле допуска x_0 совпадает с номинальным значением $x_{\text{ном}}$);

г) коэффициент запаса точности

$$K_z(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t).$$

Если имеется запас точности на операции, то величина $K_z(t) > 0$;
если такой запас отсутствует, то, соответственно, $K_z(t) < 0$.

Методические указания и порядок выполнения работы

Для выполнения работы студентам выдается задание по одному из вариантов, приведенных в табл. 2.2–2.4.

1. Варианты заданий для расчета точности обработки по методу квалитетов, приведены в табл. 2.2 (варианты 1–15).

а. На основании исходных данных определить величину суммарной погрешности обработки по формуле

$$\omega = \delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{пост}} + 2\Delta_{\text{и}},$$

где $\Delta_{\text{пост}}$ – постоянство диаметра для определенного вида оборудования, определяется по табл. 2.3 [1];

$\Delta_{\text{и}}$ – максимально возможное смещение (износ) инструмента, мкм.

б. По найденной величине $\omega(\delta_{\Sigma})$ и заданному допуску T на контролируемый размер рассчитать коэффициент точности K_T .

в. Проанализировать полученные результаты по величине коэффициента K_T , сделать заключение о точности выполняемой операции.

2. Варианты заданий для расчета точности обработки по методу отдельных (элементарных) погрешностей приведены в табл. 2.3 (варианты 1–15).

а. На основании исходных данных по формуле (2.1) определить суммарную погрешность обработки $\delta_{\Sigma}(\omega)$.

б. По найденной величине $\delta_{\Sigma}(\omega)$ и заданному допуску на контролируемый размер T рассчитать коэффициент (показатель) точности K_T .

в. Проанализировать полученные результаты и на основании значения коэффициента K_T сделать заключение о точности выполняемой операции.

3. Варианты заданий для опытно-статистического метода расчета точности обработки приведены в табл. 2.4 (варианты 1–15).

а. На основании значений $\bar{x}(t)$ и x_0 определить величину $\bar{\Delta}(t)$.

б. По величинам $\bar{\Delta}(t)$ и T рассчитать значение коэффициента смещения $K_c(t)$.

в. На основании значений $\omega(t)$ и T определить коэффициент мгновенного рассеяния $K_p(t)$.

г. По величинам $K_c(t)$ и $K_p(t)$ определить значение коэффициента запаса точности $K_z(t)$.

д. Проанализировать полученный результат и по величине $K_z(t)$, сделать заключение о точности данной операции.

Таблица 2.2

Варианты заданий

Наименование и норма точности станка	Диаметр заготовки $D_{\text{заг}}$, мм	Постоянство диаметра $\Delta_{\text{пост}}$, мкм	Максимально возможное смещение (износ) резца $\Delta_{\text{и}}$, мкм	Размер детали, допуск на обработку, мкм и квали- тет точности
1	2	3	4	5
1. Автомат токар- но-револьверный одношпиндель- ный прутковый (ГОСТ 18100–80), класс точности H	Ø35,0	25,0	15,0	Ø32h10 $T = 100,0$
2. Станок той же модели, класс точ- ности H	Ø15,0	20,0	10,0	Ø13h8 $T = 27,0$

Продолжение табл. 2.2

1	2	3	4	5
3. Станок той же модели, класс точности П	Ø50,0	20,0	25,0	Ø48h9 T = 62,0
4. Автомат токарный продольный, класс точности П ГОСТ 8831–79	Ø20,0	16,0	10,0	Ø18h9 T = 52,0
5. Станок той же модели, класс точности П	Ø15,0	12,0	8,0	Ø13h9 T = 43,
6. Станок той же модели, класс точности В	Ø25,0	10,0	12,0	Ø23h8 T = 33,0
7. Автомат токарный многошпиндельный прутковый, горизонтальный, класс точности Н , ГОСТ 43–85	Ø50,0	80,0	12,0	Ø47h11 T = 160,0
8. Станок той же модели, класс точности П	Ø30,0	40,0	10,0	Ø28h10 T = 84,0
9. Станок той же модели, класс точности Н	Ø110,0	100,0	25,0	Ø108h11 T = 220,0
10. Полуавтомат токарный многошпиндельный патронный горизонтальный, класс точности П , ГОСТ 6819–84	Ø100,0	40,0	15,0	Ø96h9 T = 87,0
11. Станок той же модели, класс точности Н	Ø150,0	80,0	25,0	Ø146h11 T = 250,0

Окончание табл. 2.2

1	2	3	4	5
12. Полуавтомат токарный многошпиндельный вертикальный патронный, класс точности Н ГОСТ 6820–75	Ø300,0	100,0	20,0	Ø296h10 T = 210,0
13. Станок той же модели, класс точности П	Ø230,0	50,0	25,0	Ø228,0h9 T = 115,0
14. Полуавтомат токарный много-резцовый и много-резцовокопировальный, класс точности Н	Ø140,0	40,0	15,0	Ø138h9 T = 100,0
15. Станок той же модели, класс точности П	Ø200,0	30,0	20,0	Ø196,0h9 T = 115,0

Таблица 2.3

Варианты заданий

Исходные данные погрешностей, мкм	Номера вариантов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Геометрические станка	40	30	35	45	50	55	60	70	80	85	90	95	100	105	110
2. Базирования	60	50	40	55	65	45	35	40	50	60	65	70	75	80	85
3. Закрепления	30	20	35	15	40	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
4. Изготовления приспособления	30	25	15	25	10	20	35	40	45	50	35	30	55	60	65
5. Изготовления инструмента	10	15	10	20	15	5	25	30	35	40	45	50	45	40	55
6. Настройки инструмента на размер	50	40	20	15	30	25	45	50	55	60	65	70	50	40	45
7. Размерного износа инструмента	15	10	5	20	10	25	30	40	45	50	55	60	65	50	55
8. Измерений	100	90	60	40	50	45	35	40	50	60	70	80	90	100	110
9. Вызванная упругими деформациями под действием сил резания	40	30	25	35	20	45	15	50	60	65	60	70	75	80	90
10. Допуск на контролируемый параметр	300	200	150	250	350	400	250	250	100	150	100	250	300	350	400
11. Принимаемый риск Р, %	1,0	0,27	0,1	1,0	0,27	4,5	0,27	0,01	32,0	10,0	4,5	1,0	0,27	0,1	0,01

Таблица 2.4

Варианты заданий

Исходные данные, мм	Номера вариантов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Контролируемый размер	$40^{+0,08}_{-0,08}$	$50^{+0,39}_{-0,39}$	$75_{-0,46}$	$100^{+0,22}_{-0,22}$	$150^{+0,4}_{-0,4}$	$25^{+0,21}_{-0,21}$	$60_{-0,3}$	$90^{+0,14}_{-0,14}$	$130_{-0,25}$	$160^{+0,4}_{-0,4}$	$170_{-0,25}$	$190^{+0,29}_{-0,29}$	$210_{-0,185}$	$260^{+0,21}_{-0,21}$	$300_{-0,32}$
2. Величина допуска T	0,16	0,39	0,46	0,22	0,4	0,21	0,3	0,14	0,25	0,4	0,25	0,29	0,185	0,21	0,32
3. Среднее значение контролируемого размера $\bar{x}(t)$	40,05	50,3	74,7	100,1	150,3	25,15	59,8	90,1	129,8	160,3	169,85	190,2	209,8	260,15	299,7
4. Поле рассеяния контролируемого размера в момент времени $t - \omega(t)$	0,12	0,1	0,1	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,05	0,04	0,05	0,03	0,05	0,02	0,06

Содержание отчета

1. Название и цели работы.
2. Исходные данные, необходимые для расчета:

$$\omega(\delta_{\Sigma}), K_T, K_p(t), K_c(t), K_3(t).$$

3. Расчет указанных величин согласно заданным вариантам.
4. Выводы по каждому варианту работы.

Примеры выполнения некоторых вариантов работы

П р и м е р 2.1

Определить величину $K_3(t)$ при следующих исходных данных:
контролируемый размер 65_{-0,3} мм (h12):

$$T = 0,3 \text{ мм}; \quad \omega(t) = 0,07 \text{ мм}; \quad \bar{x}(t) = 64,91 \text{ мм}; \quad x_0 = 64,85 \text{ мм};$$

$$\bar{\Delta}(t) = |\bar{x}(t) - x_0| = 64,91 - 64,85 = 0,06 \text{ мм};$$

$$K_c(t) = \frac{\Delta(t)}{T} = \frac{0,06}{0,3} = 0,2; \quad K_p(t) = \frac{\omega(t)}{T} = \frac{0,07}{0,3} = 0,23;$$

$$K_3(t) = 0,5 - 0,2 - 0,23 = 0,07.$$

Так как величина $K_3(t) > 0$, то в данном случае имеется запас точности по контролируемому параметру.

П р и м е р 2.2

Оценить точность токарной операции методом квалитетов. Исходные данные: операция выполняется на токарно-револьверном одношпиндельном прутковом автомате класса точности П (ГОСТ18100–80).

Операция – чистовая токарная обработка. Квалитет точности h9.

Заготовка – пруток из автоматной стали диаметром 55 мм. Максимально возможное смещение режущей кромки резца $\Delta_{\text{и}} = 15$ мкм (износ, тепловые деформации и т. д.).

Допуск на обработку $\varnothing 53h9$ равен 74 мкм.

По табл. 2.3 [1] находим, что допуск на диаметр образца-изделия (постоянство диаметра $\Delta_{\text{пост}}$) в поперечном сечении равен 20 мкм.

$$\omega = \delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{пост}} + 2\Delta_{\text{и}} = 20 + 30 = 50 \text{ мкм} .$$

Величина $\Delta_{\text{и}}$ удваивается, так как изменение точности считается по диаметральному размеру.

Сравниваем величину δ_{Σ} с допуском на обработку и определяем величину K_T :

$$K_T = \frac{\omega(\delta_{\Sigma})}{T} = \frac{50}{74} = 0,67 .$$

По значению K_T можно сделать вывод, что точность рассматриваемой операции следует считать вполне достаточной, так как требуемые нормативные значения K_T лежат в пределах 0,75–0,85.

Контрольные вопросы

1. Каковы цели расчета надежности технологических систем по параметрам точности?
2. В каких случаях производится контроль точности технологических систем (ТС) по альтернативному признаку?
3. Когда выполняется контроль точности ТС по количественному признаку?
4. Какие методы используются для оценки надежности ТС по параметрам точности?
5. В чем сущность расчетных методов?
6. Особенности методов качественных и опытно-статистических методов.
7. Как определяется коэффициент точности K_T ?
8. Основные составляющие коэффициента $K_3(t)$ и методы их определения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4
Устройство и наладка токарно-винторезного станка.
Исследование технологических операций

1 Цель и задачи исследования

Целью данной работы является изучение технологии токарной обработки. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) ознакомиться с основными теоретическими положениями об устройстве токарно-винторезного станка и приспособлениями для токарной обработки, сделать конспект с рисунками (1,2,4,8);
- 2) дать письменно ответы на контрольные вопросы.

2 Основные теоретические положения

На токарных станках обрабатывают заготовки валов, шкивов, втулок, зубчатых колес и других деталей, являющихся телами вращения. Токарный станок, оснащенный специальным устройством для нарезания резьбы, называется токарно-винторезным.

При токарной обработке (рисунок 1) используют следующие движения:

- вращение заготовки 1 (главное движение D_r);
- перемещение резца 2 (движение подачи D_s).

Этим движениям в произвольной точке режущей кромки соответствуют скорость главного движения v , скорость движения подачи v_s и скорость результирующего движения v_e . На заготовке можно выделить три поверхности:

- обработанную поверхность П, образованную в результате обработки;
- поверхность резания R;
- обрабатываемую поверхность З, которая частично или полностью удаляется при обработке.

Движение подачи чаще всего осуществляется в продольном или поперечном (рисунок 2) направлении.

Внешний вид токарно-винторезного станка показан на рисунке 3.

На станину 1 станка устанавливаются передняя 2 и задняя 3 бабки. В передней бабке располагаются механизмы и передачи, позволяющие получать различные частоты вращения шпинделя 4. На шпинделе закрепляются приспособления 5 для установки и вращения заготовки.

Резец устанавливается в поворотном резцедержателе 6. При необходимости одновременно можно закрепить четыре резца.

Движение подачи резца в продольном направлении осуществляется за счет перемещения продольного суппорта 7 по направляющим станины; необходимая скорость движения обеспечивается коробкой подач 8. Поперечные перемещения резца осуществляются за счет перемещения поперечной каретки 9, на которой смонтирован верхний суппорт 10.

Верхний суппорт перед обработкой конических поверхностей можно

поворачивать вокруг вертикальной оси. К продольному суппорту крепится фартук 11 с устройствами, преобразующими вращательное движение ходового винта 12 или ходового валика 13 в поступательные движения суппортов.

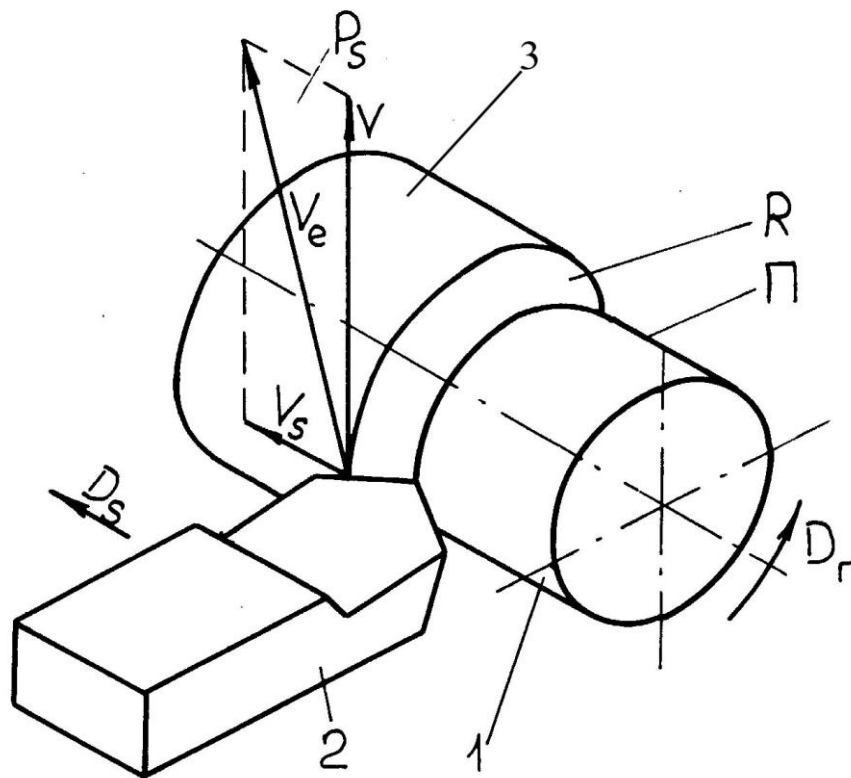


Рисунок 1 - Схема обработки резанием

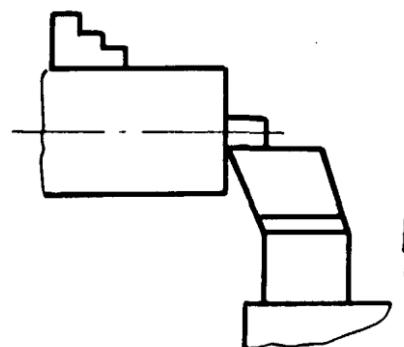


Рисунок 2 - Схема обработки с движением подачи в поперечном направлении

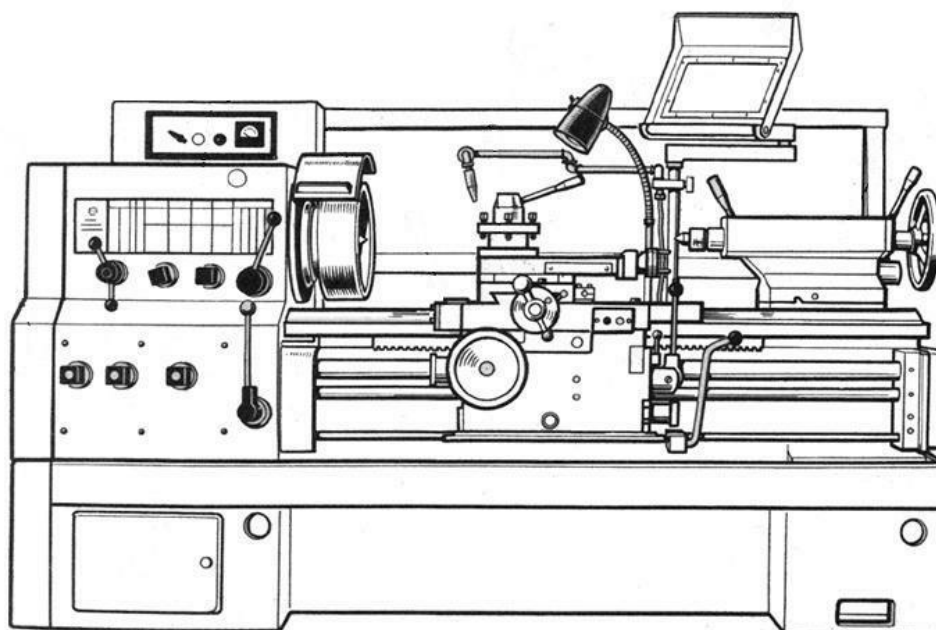


Рисунок 3 - Токарно-винторезный станок

Задняя бабка также может перемещаться по направляющим станины. Ее корпус перед обработкой конических поверхностей можно сместить относительно основания в поперечном направлении. В продольном направлении относительно корпуса может перемещаться пиноль 14, в которой устанавливают, например, инструменты для обработки отверстий.

В качестве приспособлений для установки заготовок на токарном станке обычно применяют патроны, планшайбы, центры, люнеты и оправки.

Трехкулачковый патрон (рисунок 4) обычно применяют для установки заготовок, у которых отношение длины l к диаметру d меньше 2,5-5. Перемещение кулачков 2 в пазах корпуса 1 синхронизировано, что автоматически обеспечивает центрирование, т.е. совмещение осей заготовки и патрона. Поэтому подобные приспособления называют **самоцентрирующими**.

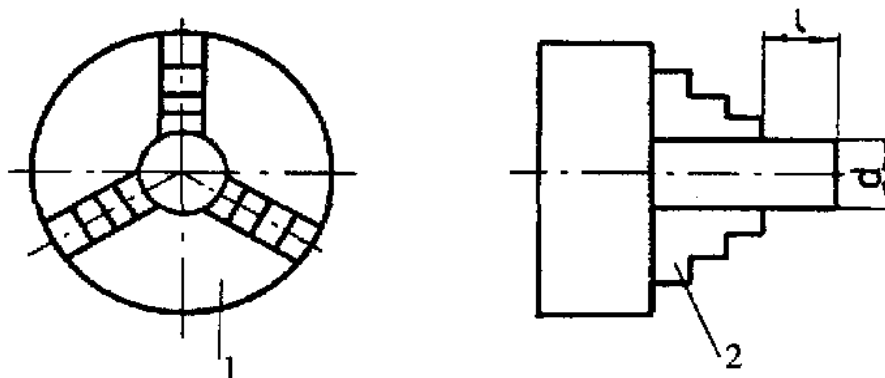


Рисунок 4 - Схема установки заготовки в трехкулачковом патроне

При средних значениях отношения l/d , не превышающих 10-15, заготовку поддерживают задним центром или же (рисунок 5) устанавливают с помощью переднего и заднего центров, которые входят в центровые отверстия на торцах заготовки 1. Передний центр вставляют в отверстие шпинделя, а задний - в отверстие пиноли задней бабки.

Передача крутящего момента при обработке в центрах осуществляется поводковыми устройствами, например, закрепленным на шпинделе станка поводковым патроном с пальцем 2, который заставляет вращаться хомутик 3 и зажатую болтом 4 заготовку.

При больших силах и скоростях резания вместо упорного заднего центра 5 используют вращающийся задний центр с подшипниками качения.

Если $\frac{l}{d} > 10 \div 15$, то для уменьшения деформаций заготовки на продольном суппорте или станине станка устанавливают соответственно подвижный (рисунок 6) или неподвижный (рисунок 7) люнеты.

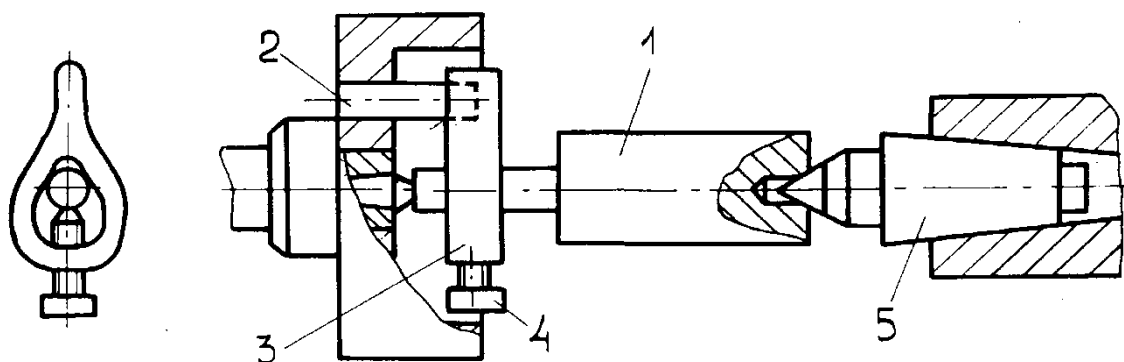
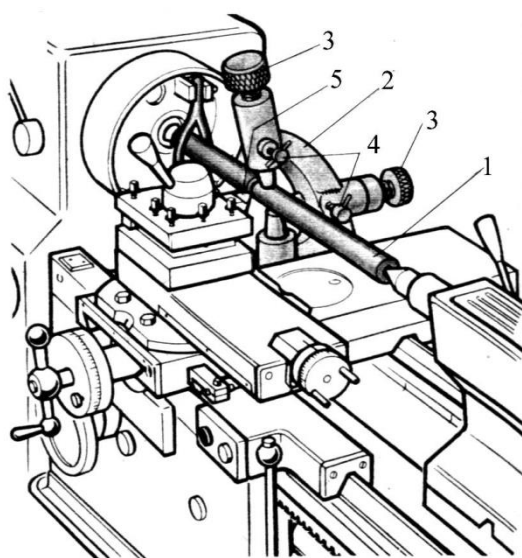


Рисунок 5 - Схема установки заготовки в центрах



*Рисунок 6 - Обработка с использованием неподвижного люнета:
1 - заготовка; 2 - люнет; 3 и 4 - винты для регулировки и закрепления кулачков люнета; 5 - резец*

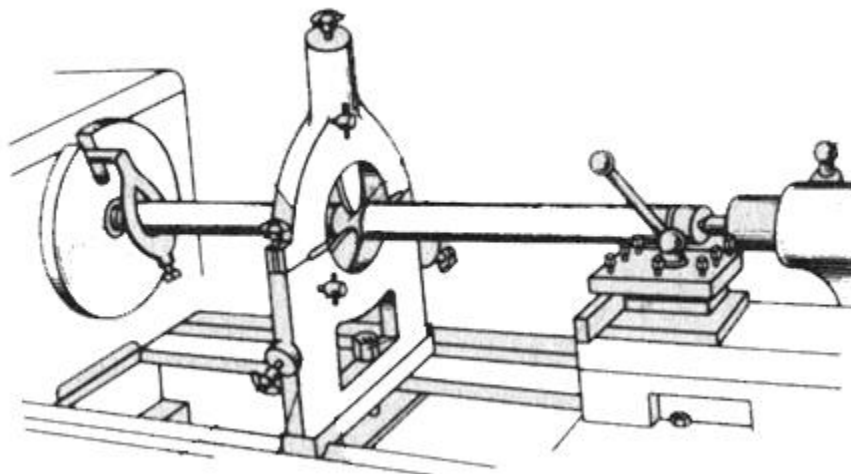


Рисунок 7 - Установка заготовки в центрах и неподвижном люнете

Для установки заготовок с отверстиями применяют различные оправки — цилиндрические, конические, цанговые и др. (рисунок 8). В этом случае наружная поверхность заготовки открыта для обработки.

Отметим, что на рисунке 8, а центры и поводковый патрон показаны условными стандартными знаками.

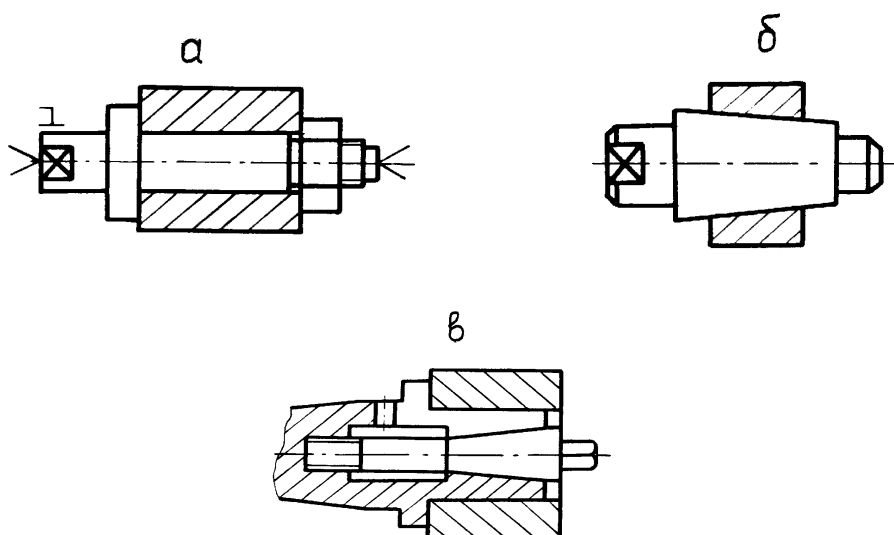


Рисунок 8 - Оправки: а — цилиндрическая; б — коническая; в — цанговая

Детали сложной формы устанавливают на планшайбах. Например, заготовку шатуна 1 (рисунок 9) на планшайбе 2 закрепляют с помощью трех винтов 3, планки 4 и двух болтов 5. Перед обработкой отверстия производят

выверку, т.е. регулируют винтами 3 положение заготовки, добиваясь совмещения оси обрабатываемого отверстия с осью вращения шпинделя. Для совмещения центра масс системы с осью вращения используется противовес 6.

При обработке на токарных станках в резцедержателе чаще всего устанавливают резцы, а в пиноли задней бабки - осевые инструменты, например, сверла.

3 Объекты и средства исследования

Объектами и средствами исследования являются:

- 1) токарный станок, трехкулачковый самоцентрирующий патрон, люнет, задний вращающийся центр, трехкулачковый самоцентрирующий патрон для установки инструмента;
- 2) токарный проходной отогнутый резец, сверла;
- 3) заготовки короткого ($l \leq 1.5d$) и длинного ($l > 10d$) валов.

4 Контрольные вопросы

- 1) Какие основные движения необходимы для обработки цилиндрических поверхностей?
- 2) Из каких основных узлов состоит токарно-винторезный станок?
- 3) Какие методы установки заготовок применяют при обработке на токарных станках?
- 4) Какие приспособления используют для токарных работ?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.
Обработка отверстий на сверлильных станках.
Исследование технологических операций

1. Цель и задачи работы

Целью данной работы является изучение технологии обработки отверстий. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи.

1. Ознакомиться с устройством вертикально-сверлильного станка и приспособлениями, используемыми при обработке отверстий.
2. Ознакомиться с инструментами и видами работ, выполняемых на вертикально-сверлильных станках.

2. Основные теоретические положения

Вертикально-сверлильные станки предназначены в основном для осевой обработки, т.е. лезвийной обработки с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе его траектории и движении подачи только вдоль оси главного движения.

2.1. Сверление и рассверливание

Наиболее распространенной разновидностью осевой обработки является сверление. Оно служит для образования отверстий в сплошном материале (рис. 1,а) и (или) увеличения диаметра имеющегося отверстия (рис. 1,б). Сверление, результатом которого является увеличение диаметра отверстия, называют рассверливанием. Необходимость в рассверливании чаще всего возникает, когда на станках недостаточной жесткости или мощности требуется обработать отверстия увеличенного диаметра.

За глубину резания t при сверлении принимают радиус отверстия (рис. 1), т.е.

$$t = \frac{D}{2},$$

где D — диаметр обработанного отверстия.

При рассверливании глубина резания

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где d — диаметр обрабатываемого отверстия.

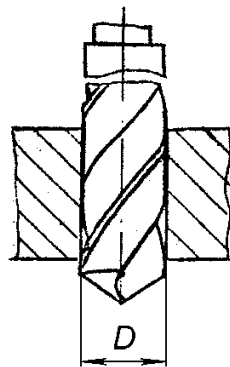
За скорость главного движения резания V принимают окружную скорость точки режущей кромки, наиболее удаленной от оси сверла, т.е.

$$V = \frac{\pi D n}{1000},$$

где n — частота вращения сверла.

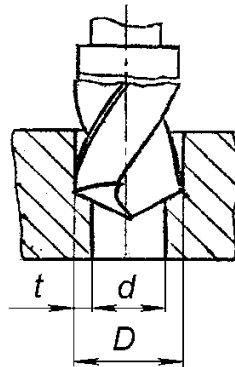
Скорость движения подачи

Схема сверления



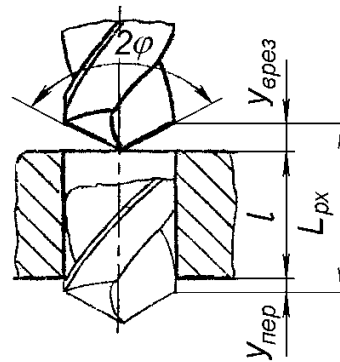
а)

Схема рассверливания



б)

Схема к расчету L_{px}



в)

Рис. 1

Схема
зенкования

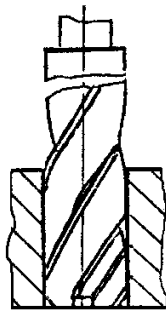


Рис. 2

Схема
развертывания

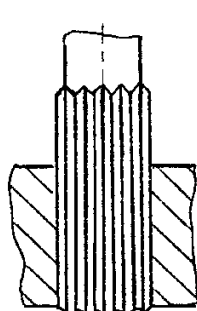


Рис. 3

Схемы
зенкования

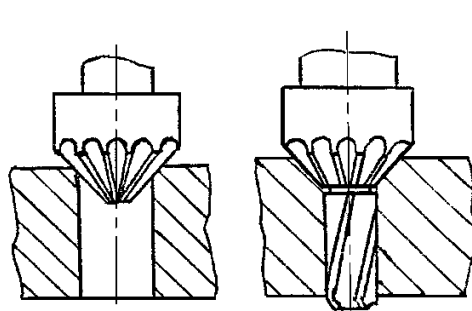


Рис. 4

Схемы цекования

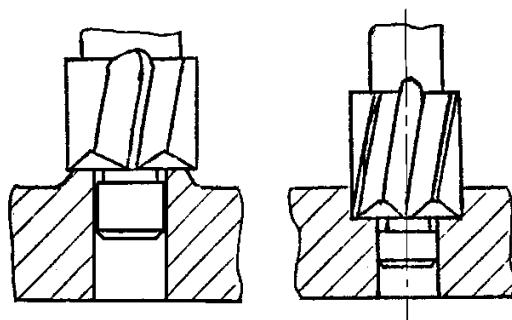


Рис. 5

Схема резьбонарезания

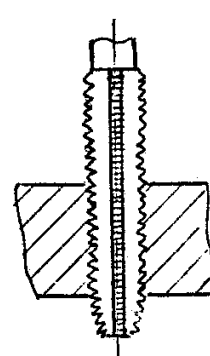


Рис. 6

$$V_s = S_0 n,$$

где S_0 — подача на оборот.

2.2. Зенкерование и развертывание

Зенкерование — осевая обработка зенкером (рис. 2) отверстий, полученных предварительно сверлением, литьем, штамповкой.

Зенкерование обеспечивает точность обработки по $11 \div 13$ качеству и шероховатость поверхности $Ra = 5 \div 10$ мкм. Так как у зенкеров в отличие от сверл главных режущих кромок больше, то зенкерование выполняют с подачами в несколько раз большими, чем сверление. Зенкерование часто является промежуточной операцией между сверлением и развертыванием.

Развертывание — осевая чистовая обработка разверткой (рис. 3) с точностью по $7 \div 11$ качеству и шероховатостью $Ra = 5$ мкм (развертывание после сверления), $Ra = 2,5$ мкм (после зенкерования), $Ra = 1,25$ мкм (после чернового развертывания). Развертывание обычно не изменяет положения оси отверстия. Чтобы обеспечить правильное направление развертки в отверстиях применяют самоустанавливающиеся патроны.

2.3. Зенкование и цекование

Зенкование — осевая обработка зенковкой (рис. 4) фасок и конических углублений под головки винтов.

Цекование — осевая обработка цековкой (рис. 5) опорных поверхностей и цилиндрических углублений под головки винтов и болтов.

Зенкование и цекование часто совмещают со сверлением и зенкерованием отверстий, используя комбинированный инструмент.

2.4. Нарезание внутренних резьб

Нарезание резьб в предварительно подготовленных отверстиях выполняется метчиками (рис. 6). При нарезании резьб материал детали несколько выдавливается метчиком и внутренний диаметр резьбы получается больше диаметра отверстия, полученного при сверлении. Поэтому под нарезание резьбы диаметр сверла подбирают по ГОСТ 19257-73, который учитывает это явление. Нарезают резьбы как правило с применением СОЖ.

2.5. Приспособления для сверления

Заготовки часто закрепляют в машинных тисках или с помощью прижимных планок 1 (рис. 7). Установка по цилиндрической поверхности возможна в патронах, которые закрепляются на столе станка или в призме 1 (рис. 8).

Схемы установок заготовок

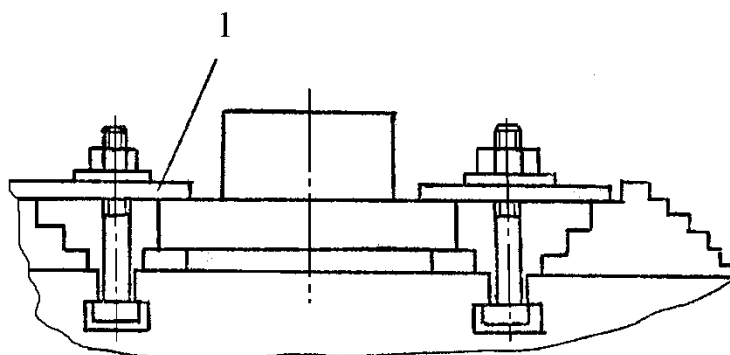


Рис. 7

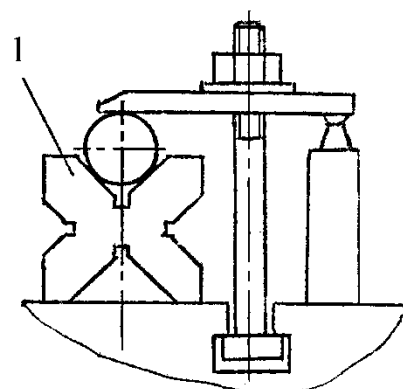


Рис. 8

Эскиз кондуктора

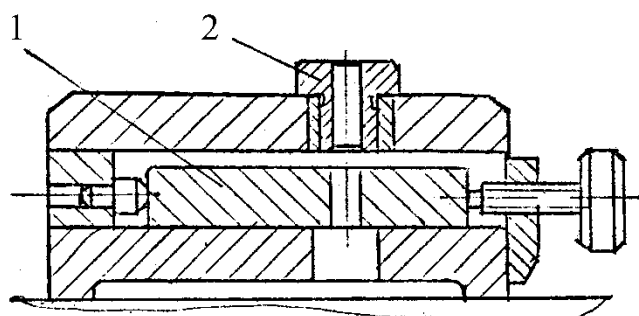


Рис. 9

Крепление сверла в шпинделе станка

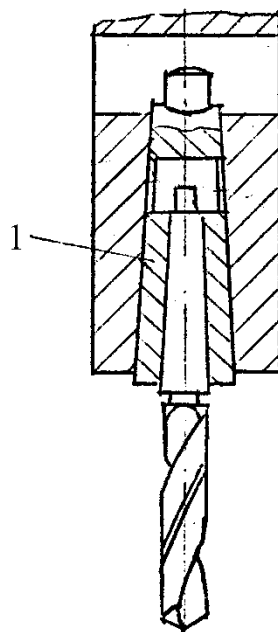
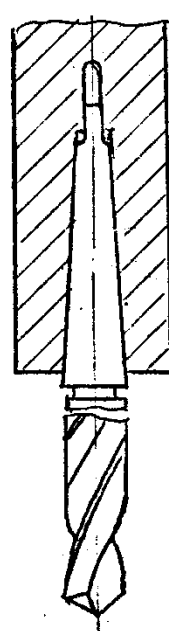


Рис. 10

Патрон цанговый

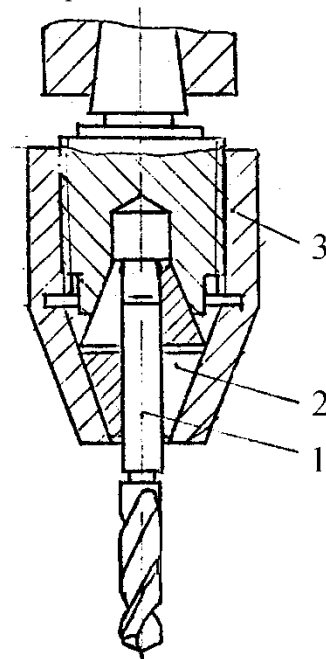


Рис. 11

Положение оси будущего отверстия в единичном и мелкосерийном производстве определяют с помощью разметки. Необходимость разметки отпадает, если заготовка 1 (рис. 9) устанавливается в кондукторе, т.е. в приспособлении с кондукторными втулками 2, направляющими режущий инструмент. Кондукторы обеспечивают точность расположения отверстий $\pm 0,15$ мм и широко применяются в серийном и массовом производствах. Однако применение втулок удлиняет сверла и снижает их стойкость. Поэтому при достаточной жесткости шпинделей на современных станках отказываются от кондукторных втулок и работают с минимальным вылетом инструмента.

Сверла с коническим хвостовиком закрепляются в шпинделе станка. Если размеры конуса хвостовика меньше размеров отверстия, то применяют конические переходные втулки 1 (рис. 10).

Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в двух, трехкулачковых или цанговых патронах. Например, на рис. 11 хвостовик сверла 1 вставляется в отверстие цанги 2 и закрепляется при вращении втулки 3.

2.6. Вертикально-сверлильный станок

У вертикально-сверлильного станка (рис. 12) на колонне 6 расположена коробка скоростей 5, которая сообщает вращение шпинделю 2 с инструментом. Движение подачи инструмент получает через коробку подач 3, расположенную в кронштейне 4. Заготовка устанавливается на столе 1. Стол и кронштейн имеют установочные вертикальные перемещения.

Совмещение оси вращения инструмента с осью отверстия кондукторной втулки или с точкой пересечения разметочных рисок достигается перемещением кондуктора или заготовки.

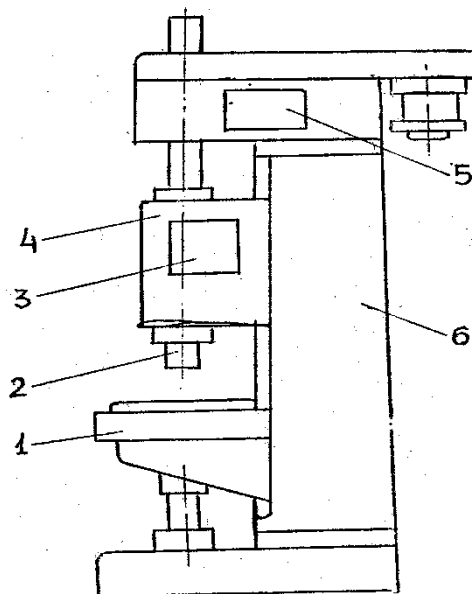


Рис. 12. Вертикально-сверлильный станок

3. Порядок выполнения работы

- 3.1. Ознакомиться с устройством вертикально-сверлильного станка.
- 3.2. Ознакомиться с приспособлениями, используемыми при сверлении.
- 3.3. Ознакомиться с режущими инструментами для обработки отверстий.
- 3.4. Оформить отчет и сдать работу преподавателю. Отчет должен содержать название работы, цель, задачи и ответы на контрольные вопросы.

4. Контрольные вопросы

1. Что такое осевая обработка?
2. Какие виды осевой обработки Вы знаете?
3. В чем заключается процесс рассверливания отверстий, в каких случаях его применяют?
4. Что такое зенкерование, цекование, зенкование?
5. Что такое развертывание отверстий, для чего его применяют?
6. Как найти скорость главного движения резания при сверлении?
7. Какие приспособления используют для установки заготовок на сверлильных станках?
8. Каковы основные различия в приемах сверления в кондукторе и по разметке?
9. Какие устройства используют для установки инструментов на сверлильных станках?
10. Из каких основных частей состоит вертикально-сверлильный станок?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6
Фрезерные станки.
Исследование технологических операций

Цель работы: изучение технологии обработки на фрезерном станке.

Задачи работы: Ознакомиться с устройством фрезерного станка и приспособлениями к нему.

Теоретические сведения

Фрезерование – процесс обработки плоскостей, фасонных и винтовых поверхностей, нарезание шлицев, резьбы и зубчатых колёс, получение винтовых канавок вращающимся режущим инструментом – фрезой. Этот метод обработки металлов резанием широко применяется в машиностроении, уступая по своей распространённости только токарной обработке. В методическом указании рассмотрены различные типы фрезерных станков, что позволяет познакомить студентов с их конструкцией, принципами работы и возможностями при обработке деталей различных габаритов и назначения.

1 Фрезерные станки

Фрезерная группа станков (6) включает: вертикально-фрезерные консольные станки – тип 1; непрерывного действия – тип 2; тип 3 – отсутствует; копировальные и гравировальные – тип 4; вертикальные бесконсольные станки – тип 5; продольно- фрезерные станки – тип 6; консольные широкоуниверсальные – тип 7; горизонтально-фрезерные консольные станки – тип 8; разные – тип 9 (шпоночно- фрезерные, резьбо-фрезерные и т.п.). При обозначении модели станка первая цифра указывает номер группы – 6 (фрезерная), буква обозначает модернизацию станка, следующая цифра – тип станка, последняя цифра – номер стола (размер стола от 0 до 5), буква, которая может стоять после номера стола обозначает модификацию станка (6Н81Г; 6Р82; 6Н11; 6Н13).

1.1 Консольные фрезерные станки

К консольным фрезерным станкам относятся горизонтально-, вертикально-, и универсально-фрезерные¹ станки. Эти станки – наиболее распространённый тип станков, применяемый для фрезерных работ. Своё название они получили от консольного кронштейна (консоли), перемещающейся по вертикальным направляющим станины станка и служащей опорой для горизонтальных перемещений стола.

Универсально-фрезерные станки отличаются от горизонтально-фрезерных станков тем, что их стол может осуществлять поворот по круговым

направляющим на угол $\pm(45...50^\circ)$, что необходимо при фрезеровании винтовых канавок.

Схема горизонтально-фрезерного станка приведена на рис. 1.

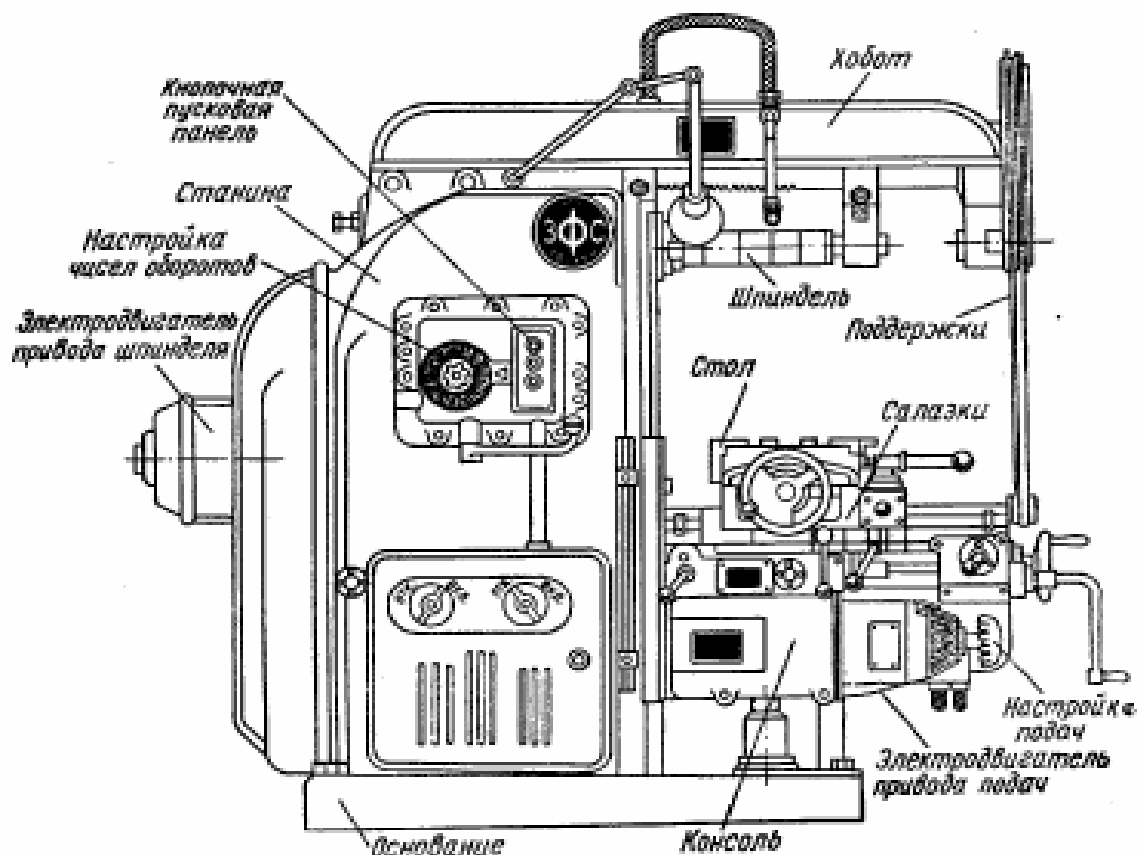


Рисунок 1 - Горизонтально-фрезерный станок 6H82Г

Шпиндель станка, на котором крепится инструмент, вращается вокруг горизонтальной оси. Станок может работать цилиндрическими, дисковыми и торцевыми фрезами. Он состоит из станины, в которой размещена коробка скоростей. По вертикальным направляющим смонтированным на станине перемещается консоль. На консоли смонтирован стол, на нём крепится заготовка, которая с помощью механизмов стола получает подачу в трёх направлениях – продольном, поперечном и вертикальном. Коробка подач размещена внутри консоли. В верхней части станины расположен хобот, по направляющим которого перемещается подвеска. В подвеске находится подшипник для поддержания оправки с фрезой – рис. 2.

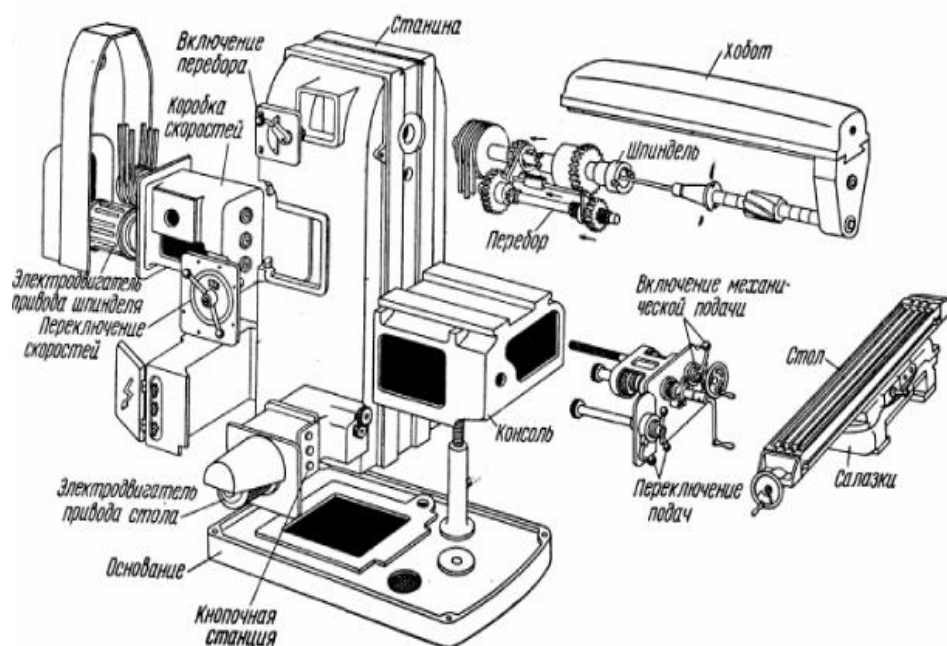


Рисунок 2 - Основные узлы консольного универсально-фрезерного станка 6М82

Вертикально-фрезерный станок называется так, потому что его шпиндель смонтирован перпендикулярно рабочей плоскости стола, т.е. расположен вертикально – рис. 3. Этот станок так же состоит из станины, в которой смонтирована коробка скоростей. Шпиндельная головка находится в верхней части станины, она может поворачиваться в вертикальной плоскости. Заготовка размещается на столе, смонтированном на консоли, и может совершать движение подачи в трёх плоскостях. В консоли смонтирована и коробка подач – рис. 4.

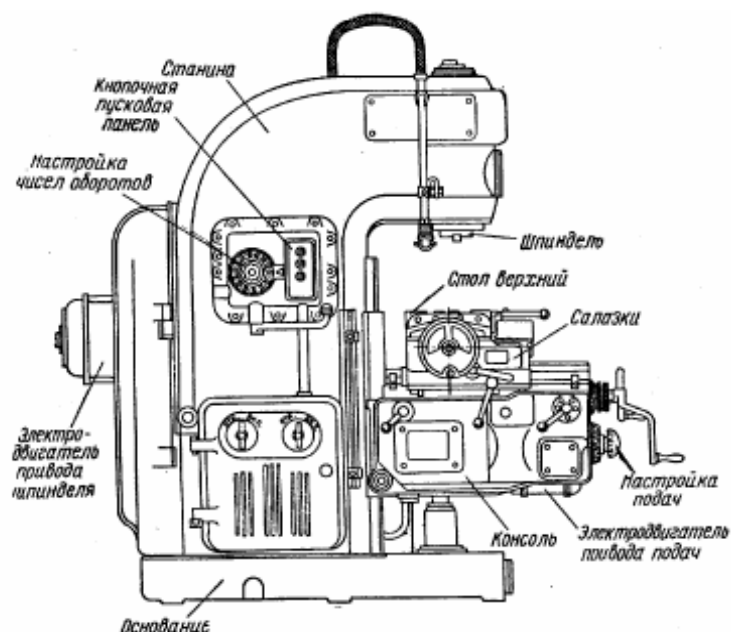


Рисунок 3 - Вертикально-фрезерный станок 6Н12

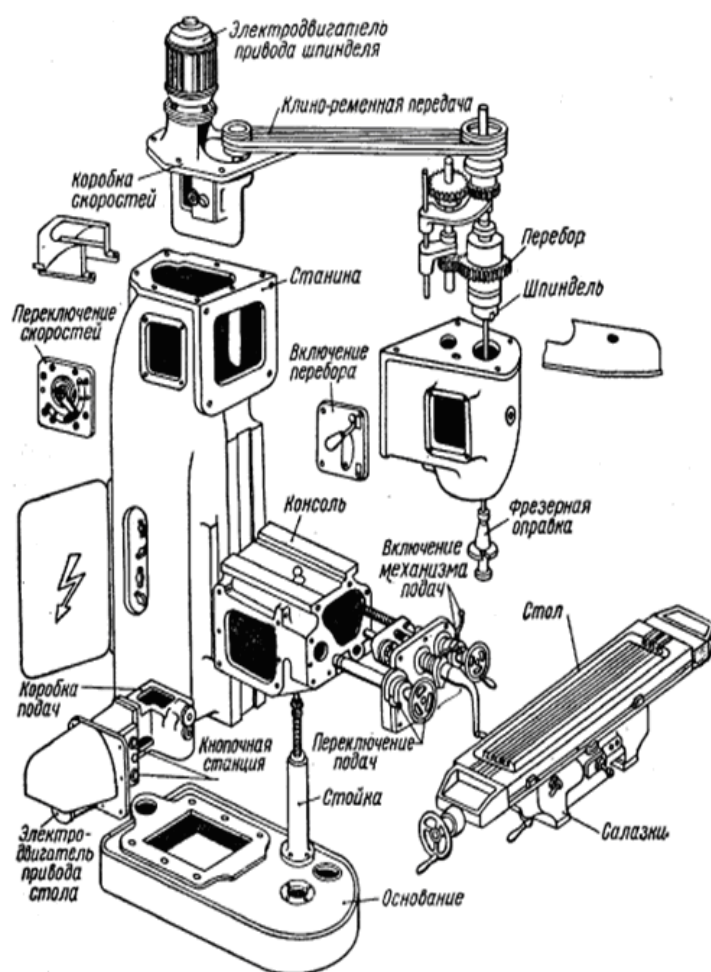


Рисунок 4 - Основные узлы консольного вертикально-фрезерного станка 6М12П

На рис. 5 приведены виды операций, которые выполняются на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках.

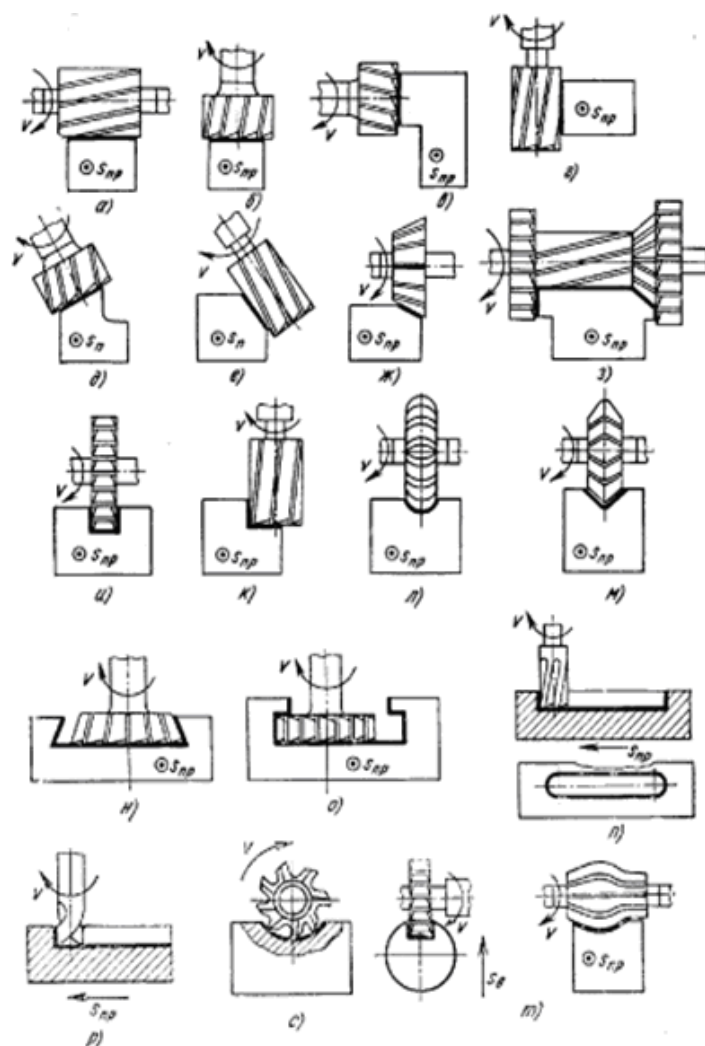


Рисунок 5 - Обработка заготовок на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках:

а – фрезерование горизонтальной плоскости на горизонтально-фрезерном станке цилиндрической фрезой; б – фрезерование горизонтальной плоскости на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой; в – фрезерование вертикальной плоскости на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой; г – фрезерование вертикальной плоскости на вертикально-фрезерном станке концевой фрезой; д – фрезерование наклонной плоскости торцевой фрезой на вертикально- фрезерном станке; е – фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; ж – фрезерование скоса на горизонтально-фрезерном станке одноугловой фрезой; з – фрезерование комбинированной поверхности набором фрез на горизонтально-фрезерном станке; и – фрезерование прямоугольных пазов и уступов дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке; к – фрезерование уступов и прямоугольных пазов концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке; л – фрезерование фасонного паза фасонной дисковой фрезой на горизонтально- фрезерном станке; м – фрезерование углового паза одноугловой и двухугловой фрезами на горизонтально-фрезерном станке; н – фрезерование паза типа «ласточкин хвост» концевой одноугловой фрезой на вертикально-фрезерном станке (фрезерование паза

осуществляется в два захода: сначала фрезеруется прямоугольный паз концевой фрезой, затем – скосы паза одноугловой концевой фрезой); о – фрезерование Т-образного паза на вертикально-фрезерном станке (фрезерование паза осуществляется за два прохода: сначала фрезеруется прямоугольный паз концевой или дисковой фрезой, затем фрезеруется нижняя часть паза фрезой для Т-образных пазов); п – фрезерование закрытых шпоночных пазов концевой шпоночной фрезой на вертикально-фрезерном станке; р – фрезерование открытого шпоночного паза концевой или шпоночной фрезой на вертикально-фрезерном станке; с – фрезерование шпоночного паза под сегментную шпонку дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке; т – фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого контура с криволинейной образующей на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках

1.2 Бесконсольные фрезерные станки

Вертикальные бесконсольно-фрезерные станки (рис. – 6) используются для обработки деталей большой массы и размеров. В отличие от консольных фрезерных станков, где деталь закрепляется на консольно установленном столе, испытывающем значительные изгибающие нагрузки, у бесконсольных станков стол смонтирован непосредственно на станине. У вертикально-фрезерных станков он имеет продольное перемещение вдоль горизонтальных направляющих салазок, которые имеют поперечное перемещение по направляющим станины. Вертикальное перемещение получает шпиндельная головка.

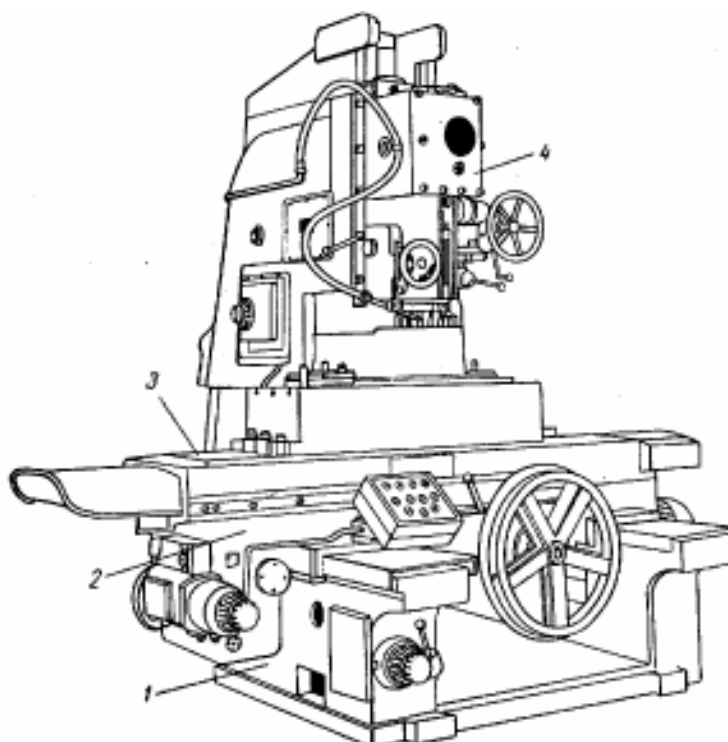


Рисунок 6 – Бесконсольный вертикально-фрезерный станок ГФ
1 – станина; 2 – салазки; 3 – стол (500×2000 мм); 4 – шпиндельная головка

1.3 Продольно-фрезерные станки

Продольно-фрезерные станки используются для обработки заготовок большой массы и размеров. У консольно-фрезерных станков большого размера производить подъём и опускание консоли становится неудобным, поэтому в этих станках подъёмные консольные столы заменены столами, имеющими только продольное перемещение. Вертикальное перемещение получает шпиндель. Продольно-фрезерные станки бывают одностоечными (рис. – 7) и двухстоечными (рис. – 8) с длиной стола 1250...12000 мм и шириной 400...5000 мм.

Заготовка устанавливается на столе станка и имеет только продольное перемещение. На стойках расположены фрезерные головки, которые могут перемещаться вверх и вниз по направляющим. Для повышения жёсткости у двухстоечных станков верхние части стоек соединены поперечиной.

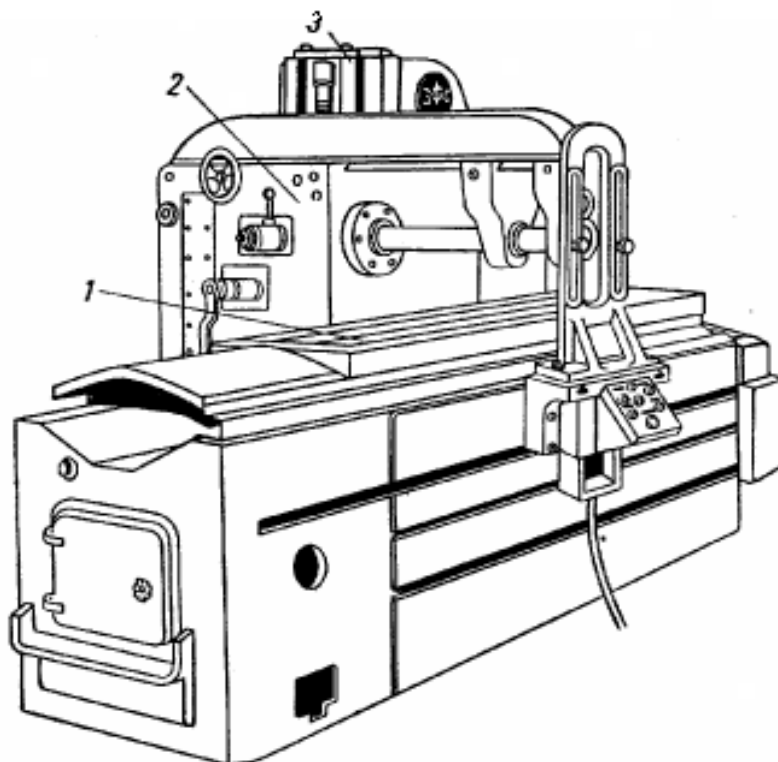


Рисунок 7 – Одностоечный продольно-фрезерный станок с одним горизонтальным шпинделем А662В:

1 – стол; 2 – шпиндельная головка; 3 – стойки перемещения шпиндельной головки

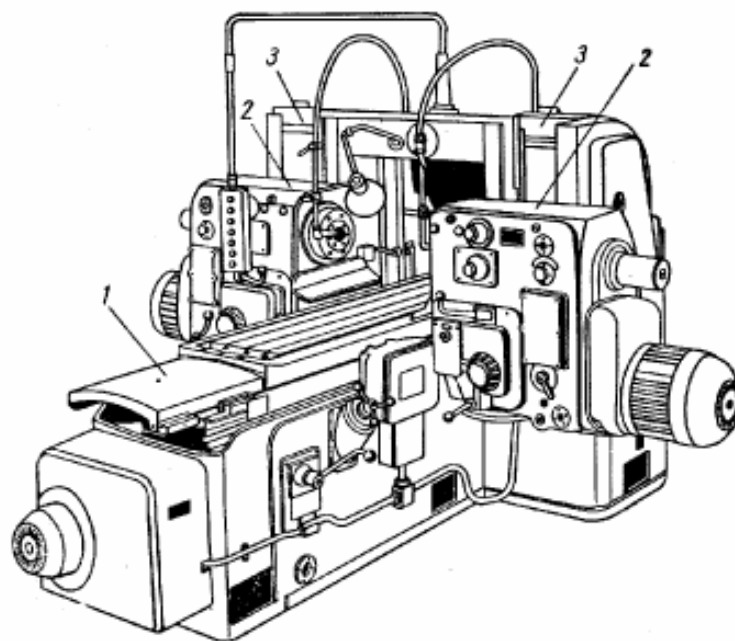


Рисунок 8 – Двухстоечный продольно-фрезерный станок А662
1 – стол; 2 – шпиндельная головка; 3 – стойки перемещения шпиндельной головки

В случае необходимости одновременной обработки более двух поверхностей используют многшпиндельные продольно-фрезерные станки (рис. – 9). Станок имеет четыре поворотные шпиндельные головки: две вертикальные головки, расположенные на траверсе, и две горизонтальные головки, расположенные на стойках. Стол имеет только продольное перемещение. Обработка заготовки может производиться одновременно четырьмя фрезами подачей стола, подачей шпиндельных бабок при неподвижном столе, подачей стола и шпиндельных бабок одновременно, подачей траверсы вниз при неподвижном столе.

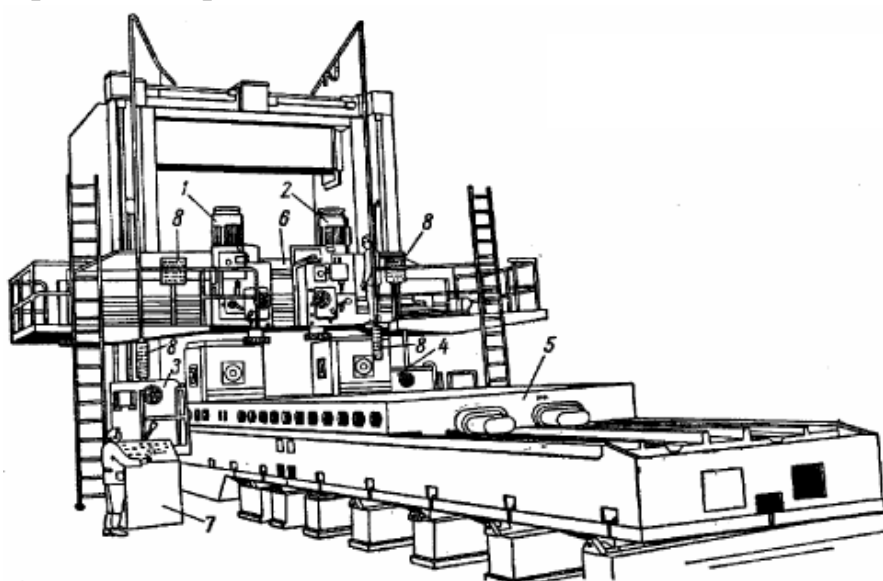


Рисунок 9 – Многшпиндельный двухстоечный продольно- фрезерный станок 66824:

1,2 – вертикальные шпиндельные головки; 3,4 – горизонтальные шпиндельные головки; 5 – стол (3,6.12 м); 6 – поперечина; 7 – пульт управления; 8 – кнопочные станции регулирования

1.4 Фрезерные станки непрерывного действия

На станках непрерывного действия фрезеруют плоские поверхности больших партий однотипных деталей. Они бывают двух типов: карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные.

Карусельно-фрезерные станки, как показано на рисунке 10 оснащены фрезерной головкой, которая перемещается вертикально по стойке станка. На круглом столе – карусели с вертикальной осью вращения установлены заготовки. Они снимаются при окончании обработки без остановки станка. Фрезерование производится непрерывно. Карусель может иметь диаметр 750×2000 мм.

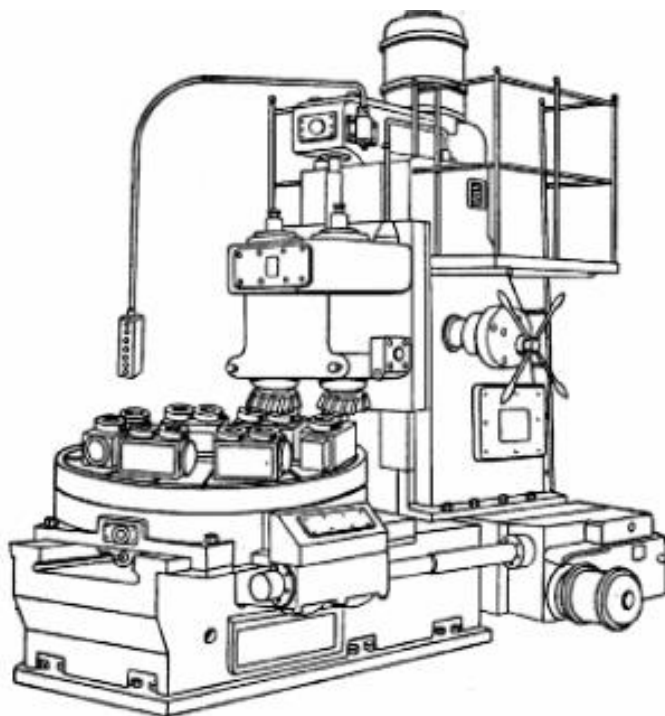


Рисунок 10 – Карусельно-фрезерный станок

У барабанно-фрезерных станков, в соответствии с рис. 11, барабан имеет горизонтальную ось вращения. Заготовки устанавливаются на гранях барабана, и они медленно вращаются вместе с барабаном, осуществляя круговую подачу. Обработка ведётся одной или несколькими фрезерными головками.

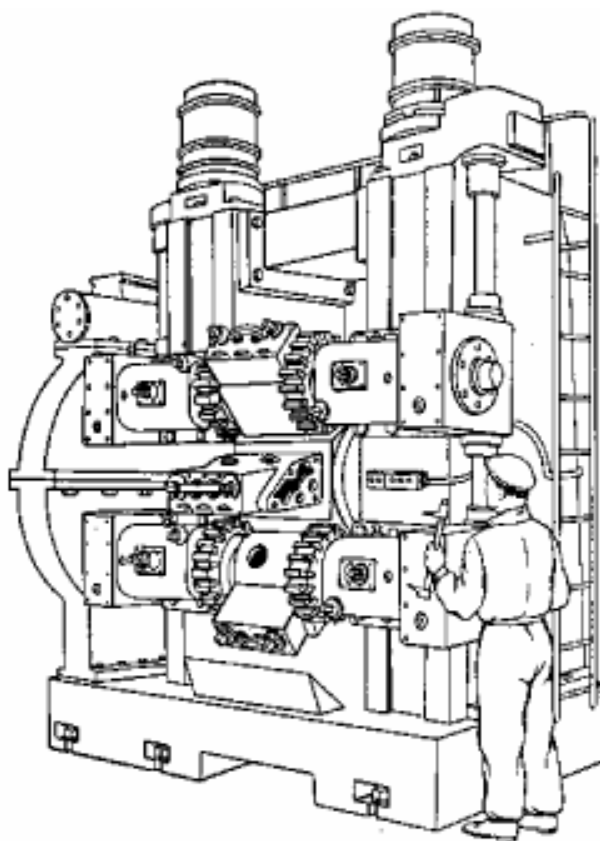


Рисунок 11 – Барабанно-фрезерный станок

2.Задание на работу

Ознакомиться с устройством фрезерных станков группы: консольные вертикально- и горизонтально-фрезерные, бесконсольные, продольно-фрезерные и фрезерные станки непрерывного действия

3.Оформление отчета

Отчет должен содержать название, цель и задачи работы, теоретические сведения и ответы на контрольные вопросы.

4.Контрольные вопросы

1. Классификация фрезерных станков.
2. Маркировка фрезерных станков.
3. Конструкция консольного горизонтально-фрезерного станка.
4. Конструкция консольного вертикально-фрезерного станка.
5. Виды обработки, производимые на консольных фрезерных станках.
6. Назначение и особенности конструкции бесконсольных фрезерных станков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.

Фрезерные станки.

Режущие инструменты и виды работ, выполняемых на фрезерных станках

I. Цель и задачи работы

Целью данной работы является изучение технологии фрезерной обработки. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Ознакомиться с различными типами фрез.
2. Ознакомиться с различными видами фрезерных работ, выполняемых на горизонтально-фрезерном станке.
3. Осуществить наладку станка для фрезерования паза, в детали типа «плита».

II. Основные теоретические положения

Характер работ, производимых на фрезерных станках, разнообразен. Чаще всего эти станки используются для обработки плоскостей, пазов, канавок, нередко фрезерные станки применяются для обработки линейчатых фасонных поверхностей. Различают следующие основные виды фрезерования: цилиндрическое, торцовое, комбинированное (рис. 1.).

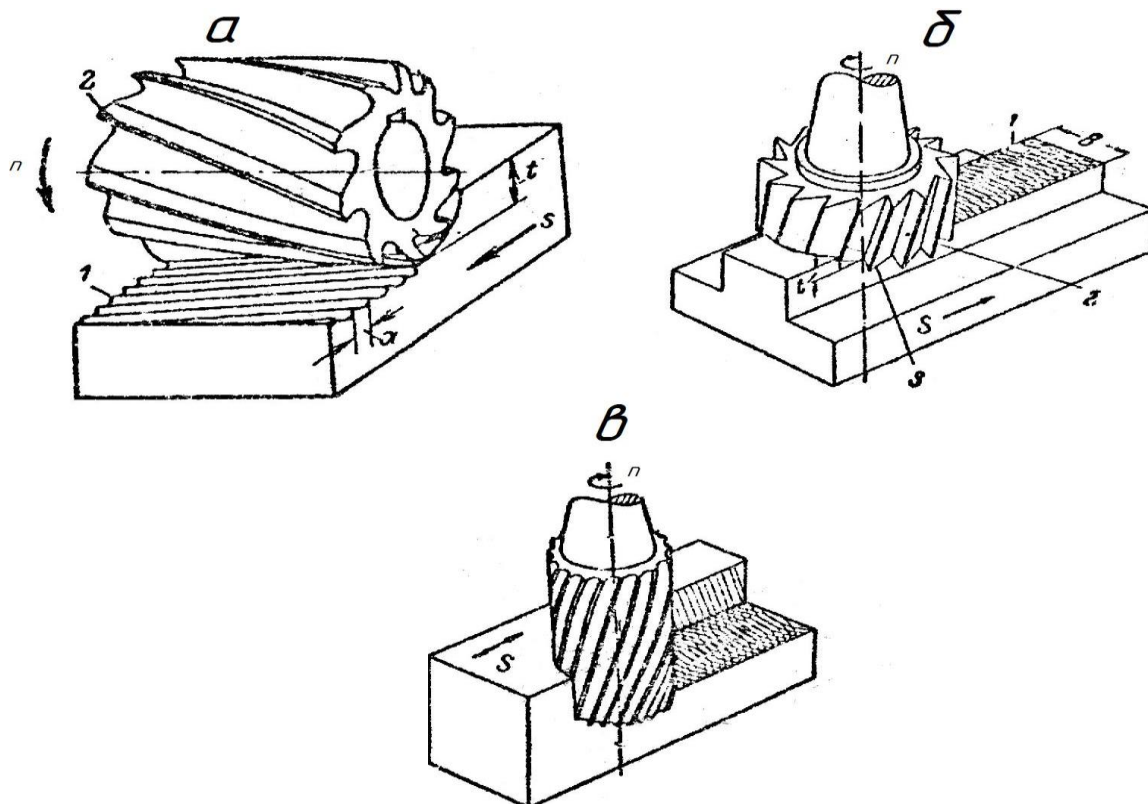


Рис. 1. Виды фрезерования: а-цилиндрическое; б-торцовое; в-комбинированное

Режущим инструментом для выполнения фрезерных работ является

фреза. Существующее разнообразие типов фрез классифицируют по различным признакам: по назначению, по форме зубьев и их направлению, по конструкции, по методу крепления на станке и т.д.

По конструкции фрезы подразделяют на цельные, напайные и сборные со вставными ножами (рис. 2.). Последние могут быть выполнены, как вставные зубья, закрепленные в корпусе фрезы механическими средствами: клиньями, коническими штифтами и т.п., а также как вставные резцы.

Напайные фрезы изготавливаются из дешевых конструкционных сталей, а на рабочей части зубьев напайваются пластинки из высококачественных инструментальных материалов. По изготовлению они более трудоемки, менее прочные, чем цельные, но зато меньшей себестоимости.

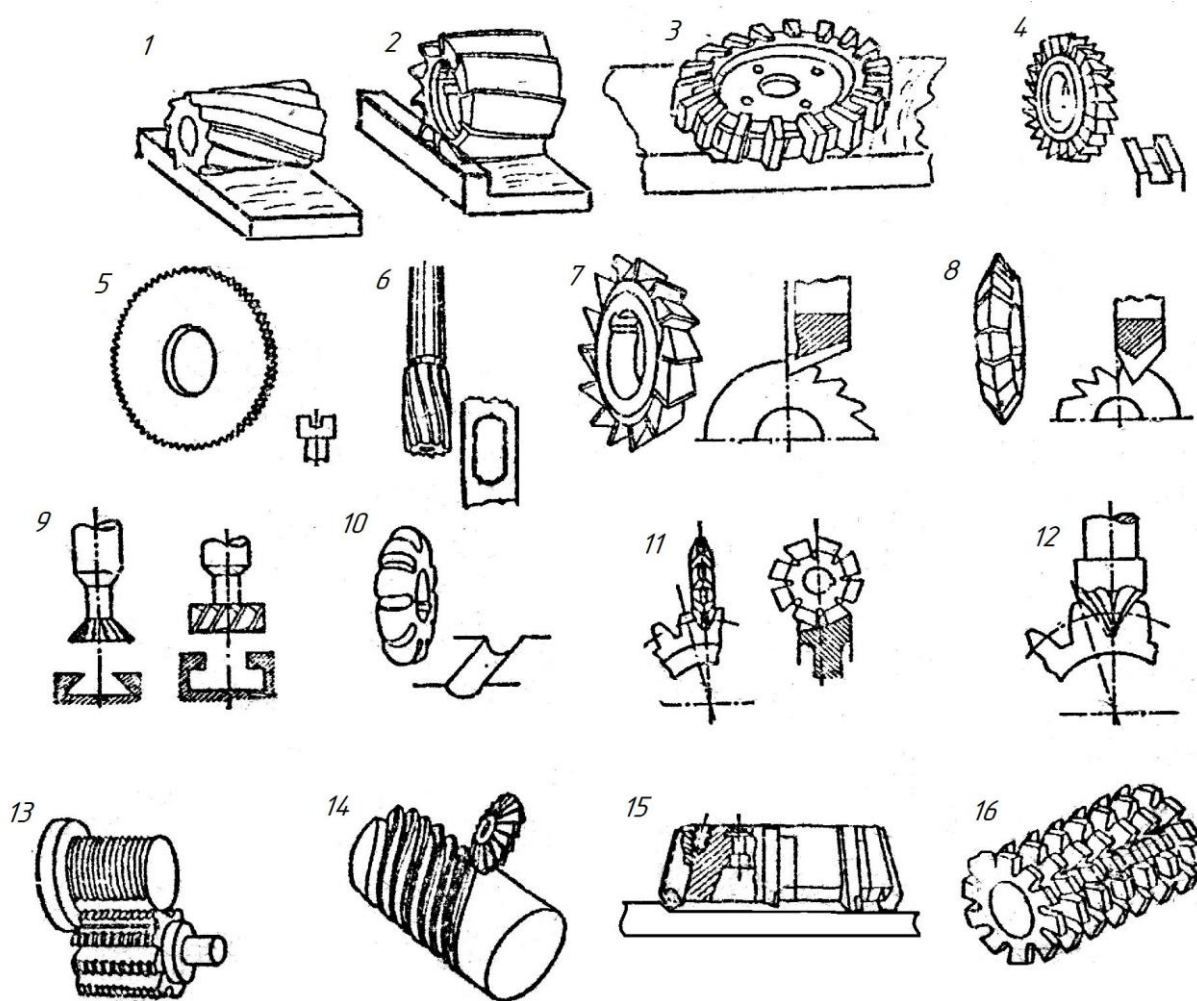


Рис.2. Типы фрез и виды фрезерных работ

Цельные фрезы 1, 2, 4, 5, 6, 7... (рис. 2.). Изготавливаются из высококачественных инструментальных материалов.

Сборные фрезы 3, 15 (рис 2.) состоят из корпуса и вставных зубьев. Если вставные зубья конструктивно представляют собой пластины, то такая фреза затачивается в собранном состоянии. Если вставные зубья в виде резцов, то

положение режущей части будет определяться либо их конструкцией, либо их предварительной настройкой вне фрезы с последующей ее сборкой.

Фрезы небольших размеров, из быстрорежущей стали, обычно изготавливаются цельными, а оснащенные твердыми сплавами – либо напайными, либо сборными.

По профилю зубья фрезы могут быть прямые или спиральные (винтовые). Прямой зуб входит в работу сразу – всей своей главной режущей кромкой, а винтовой зуб – постепенно (рис. 2., фреза 1). Поэтому фрезы с винтовыми зубьями работают более плавно, что снижает вибрации при резании.

При обработке широких поверхностей сложной формы, применяются наборы фрез, состоящие из групп, подобранных в соответствии с формой и размерами одновременно обрабатываемых поверхностей и установленных на общей оправке.

По способу крепления фрезы, подразделяют на насадные, хвостовые и фрезерные головки.

Насадные фрезы 1, 3, 4, 7 (рис. 2.) имеют отверстие и шпоночный паз и закрепляются на шпиндельных оправках, которые бывают центровыми (часто на горизонтально-фрезерных станках для установки, например, цилиндрических фрез) и концевыми (рис. 3.).

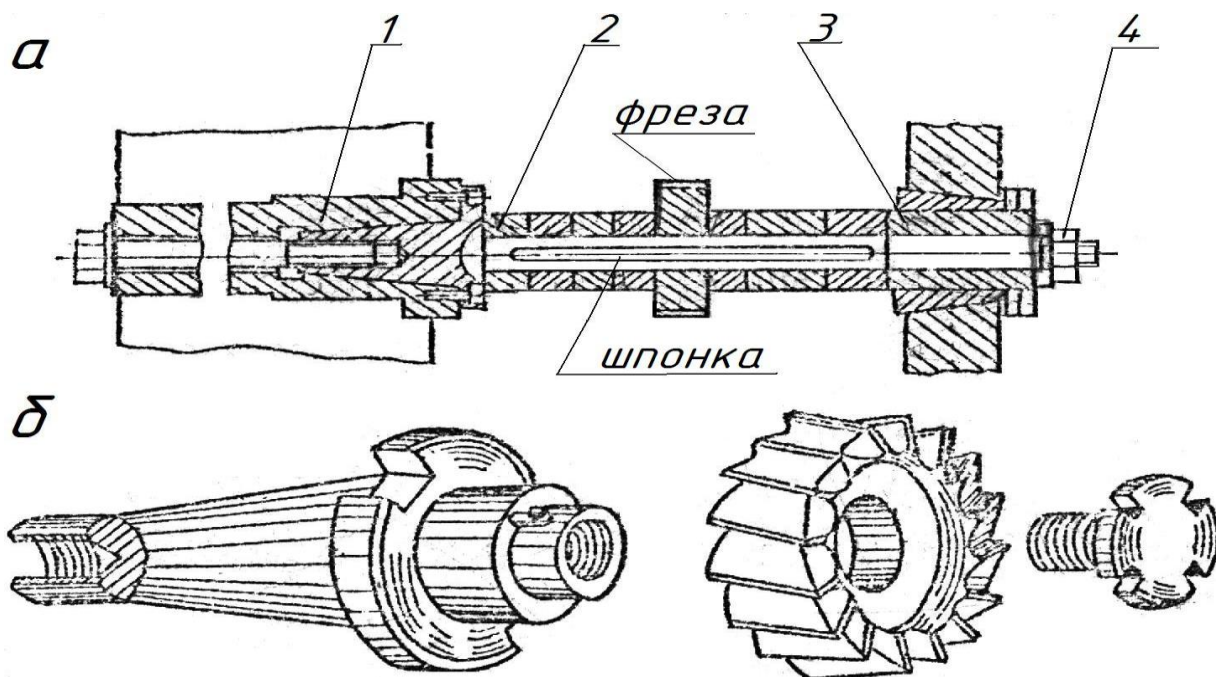


Рис. 3. Крепление насадных фрез на фрезерных станках

Концевые оправки работают консольно, на них закрепляют дисковые и торцовые фрезы.

Хвостовые фрезы имеют конический или цилиндрический хвостовик. Хвостовые фрезы с коническим хвостовиком устанавливаются непосредственно или с помощью переходных втулок в гнездо шпинделя и

подтягиваются шомполом (длинным стержнем с резьбой на концах). Хвостовые фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в небольшом кулачковом или цанговом патроне (рис. 4).

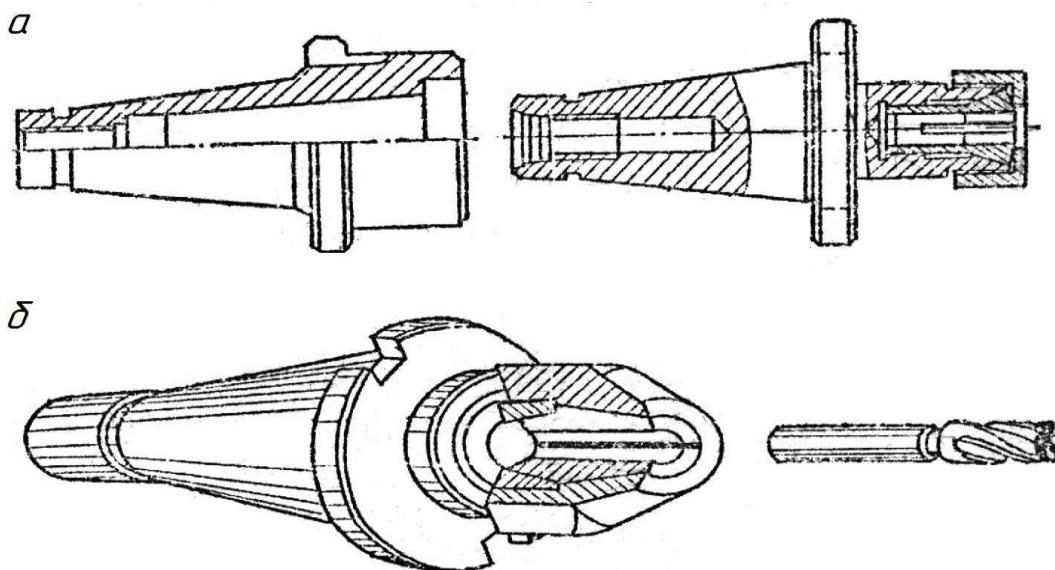


Рис. 4. Крепление фрез с цилиндрическим хвостовиком: а – в цанговом патроне; б – в кулачковом патроне

Цельные хвостовые фрезы 6, 9, 12 (рис. 2.) называют концевыми фрезами, фрезерные головки могут иметь внутреннее коническое или цилиндрическое отверстие. Крепление таких фрез показано на рис. 5.

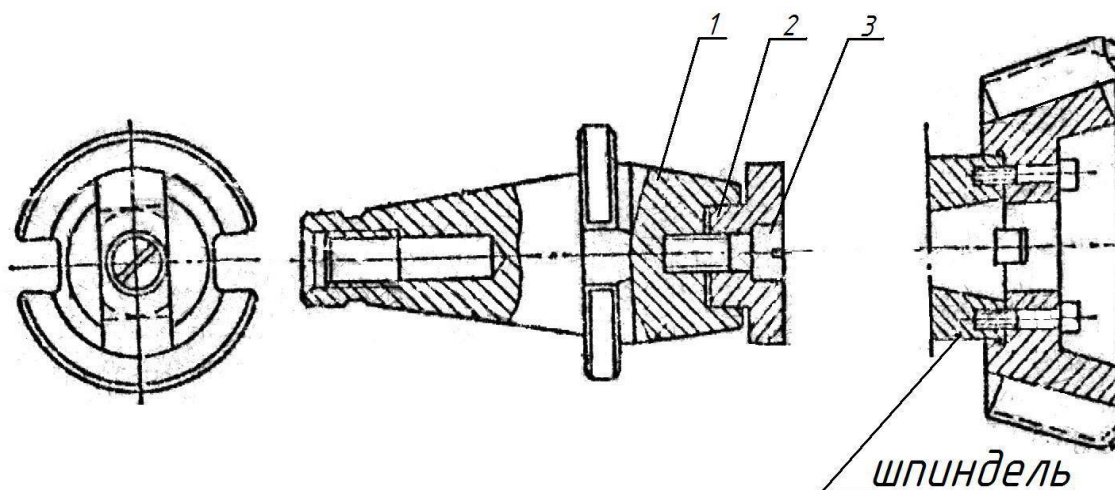


Рис. 5. Крепление фрезерных головок: а-с коническим отверстием; б-с цилиндрическим отверстием.

По виду поверхности, на которой нанесены зубья, различают фрезы цилиндрические, торцовые, дисковые, угловые и фасонные, зубонарезные, резьбовые и специальные.

III. Наладка станка

Наладка станка заключается в установке на столе станка заготовки, закреплении выбранной фрезы и переключении коробки скоростей и подач на требуемые числа оборотов шпинделя и скорость подачи стола станка. Затем производится подвод фрезы в заданное место обработки и устанавливается глубина фрезерования.

Наиболее ответственным является подвод фрезы в заданное место обработки. Наиболее простым способом является следующий. Вращающаяся фреза подводится к поверхности, от которой задан размер на чертеже, до легкого касания (появляется мелкая стружка и характерный звук начала обработки). Затем заготовка отводится, шпиндель выключается. По лимбу подачи (горизонтальной или вертикальной) устанавливается требуемый размер расположения, например, канавки на плите, а также глубины фрезерования. Последняя, фиксируется закреплением консоли, чтобы не было вертикального смещения стола станка. Затем, включается вращение шпинделя, подводится заготовка, к вращающейся фрезе, при включенной продольной подаче, происходит фрезерование паза.

После обработки паза стол возвращается в исходное положение. Штангенциркулем замеряются полученные размеры. Если требуется выполнить подналадку по глубине паза, устанавливают окончательно глубину фрезерования и осуществляют окончательный проход фрезы.

IV. Объекты и средства исследования

- горизонтально-фрезерный станок;
- дисковая трехсторонняя фреза;
- комплект прихватов для заготовки;
- комплект центральной оправки;
- заготовка: прямоугольная плита;
- штангенциркуль;

V. Порядок выполнения работы

В процессе выполнения работы необходимо:

- а) ознакомиться с конструкцией центральной оправки и способом ознакомления дисковой фрезы на горизонтально-фрезерном станке;
- б) ознакомиться со способом закрепления заготовки на столе станка с помощью комплектов прихватов;
- в) оформить отчет, в котором должны быть название работы, цель, задачи, ответы на контрольные вопросы.

VI. Контрольные вопросы

1. Какие основные виды применяют в промышленности?

2. Как классифицируют типы фрез?
3. Каковы особенности конструкции сборных фрез?
4. Почему широко применяют цилиндрические фрезы с косыми (винтовыми) зубьями, а не с прямыми зубьями?
5. Как обработать широкие фасонные поверхности методом фрезерования?
6. Как закрепляются цилиндрические фрезы с помощью концевых оправок?
7. В чем отличительная особенность настройки на размер при фрезеровании методом касания?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.

Устройство и наладка плоско-шлифовального станка.

Виды работ, выполняемые на плоско-шлифовальных станках.

Исследование технологических операций

1. **Цель работы.** Ознакомление с приемами работ на плоско-шлифовальном станке, управлением станком, видами работ на станке.

2. Порядок выполнения работы:

- изучить методическое указание;
- ознакомиться с приемами работ на плоско-шлифовальном станке;
- изобразить в отчете эскизы наладок плоско-шлифовального станка при работе периферией круга;
- оформить отчет, в котором должны быть отражены название работы, цель, конспект основных теоретических положений.

3. Основные теоретические положения

Шлифование – прогрессивный способ обработки металлов резанием.

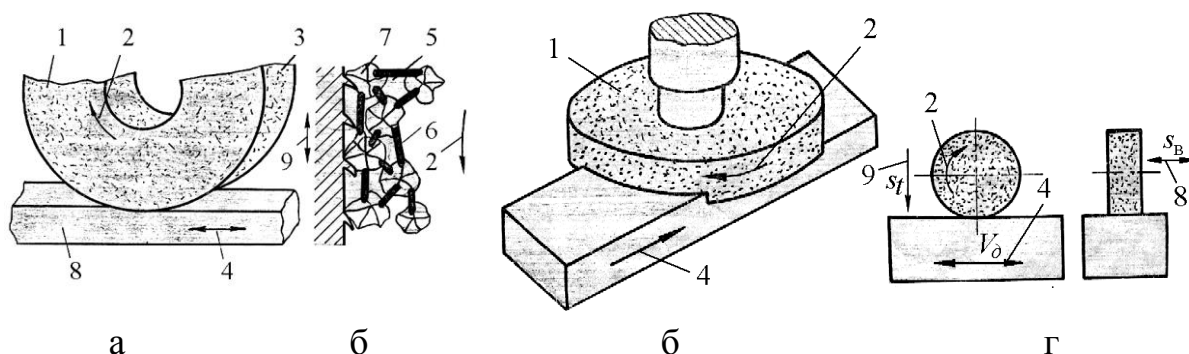


Рис. 1. Схемы плоского шлифования:

а – плоское шлифование периферией круга; б – структура круга; в – плоское шлифование торцом круга; г – плоское шлифование периферией круга с продольной и поперечной подачами заготовки; 1 – шлифовальный круг; 2 – вращение шлифовального круга; 3 – периферия круга; 4 – продольная подача заготовки; 5 – поры круга; 6 – связка; 7 – абразивные зёрна; 8 – поперечная подача заготовки; 9 – вертикальная подача круга

Припуск на шлифование срезается абразивными инструментами – шлифовальными кругами. Для осуществления процесса резания заготовке и инструменту необходимо сообщить определенные движения (рис. 1, а). Шлифовальный круг 1 представляет пористое тело, состоящее из большого количества абразивных зёрен 7 (рис. 1, б), соединенных между собой связкой 6. Между зёрнами круга и связкой имеются поры 5. Твёрдые материалы, из которых образованы зёрна шлифовального круга называют абразивными.

Процесс шлифования состоит в том, что шлифовальный круг 1, вращаясь по стрелке 2, при перемещении обрабатываемой заготовки 8 в направлении

стрелки 4 срезает тонкий слой металла вершинами абразивных зерен, расположенных на режущей поверхности (периферии) круга 3, с образованием стружки.

Количество абразивных зерен, расположенных на периферии шлифовального круга, велико, и при беспорядочном расположении зерен неправильной формы на поверхности круга происходит сильное измельчение стружки, вызывающее большой расход энергии и нагрев обработанной поверхности.

В машиностроении наиболее часто применяют следующие способы шлифования: плоское, круглое наружное и круглое внутреннее.

Плоское шлифование производят периферией круга (рис. 1, а и 1, г) и торцом круга (рис. 1, в).

Для осуществления плоского шлифования необходимы следующие движения (рис. 1, г):

а) главное движение – движение резания, т. е. вращение шлифовального круга 2;

б) движение подачи шлифуемой заготовки 4;

в) движение поперечной подачи заготовки или шлифовального круга в направлении, перпендикулярном движению подачи 8;

г) движение шлифовального круга или заготовки в направлении перпендикулярном шлифуемой поверхности – подача на глубину шлифования 9.

Если шлифовальный круг полностью перекрывает ширину шлифования, то поперечная подача 8 отсутствует.

Плоское шлифование осуществляется на плоскошлифовальных станках.

3. Устройство плоско-шлифовального станка 3Б71.

Универсальный плоскошлифовальный станок 3Б71 (рис. 2) с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом применяется для шлифования деталей периферией круга. Фасонные поверхности шлифуют специально заправленным профильным кругом с помощью приспособления.

Техническая характеристика станка 3Б71.

Размер рабочей поверхности стола, мм	630×200
Продольные перемещения стола (гидравлически), мм	
наименьшее	70
наибольшее	700
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	235
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной бабки, мм	375

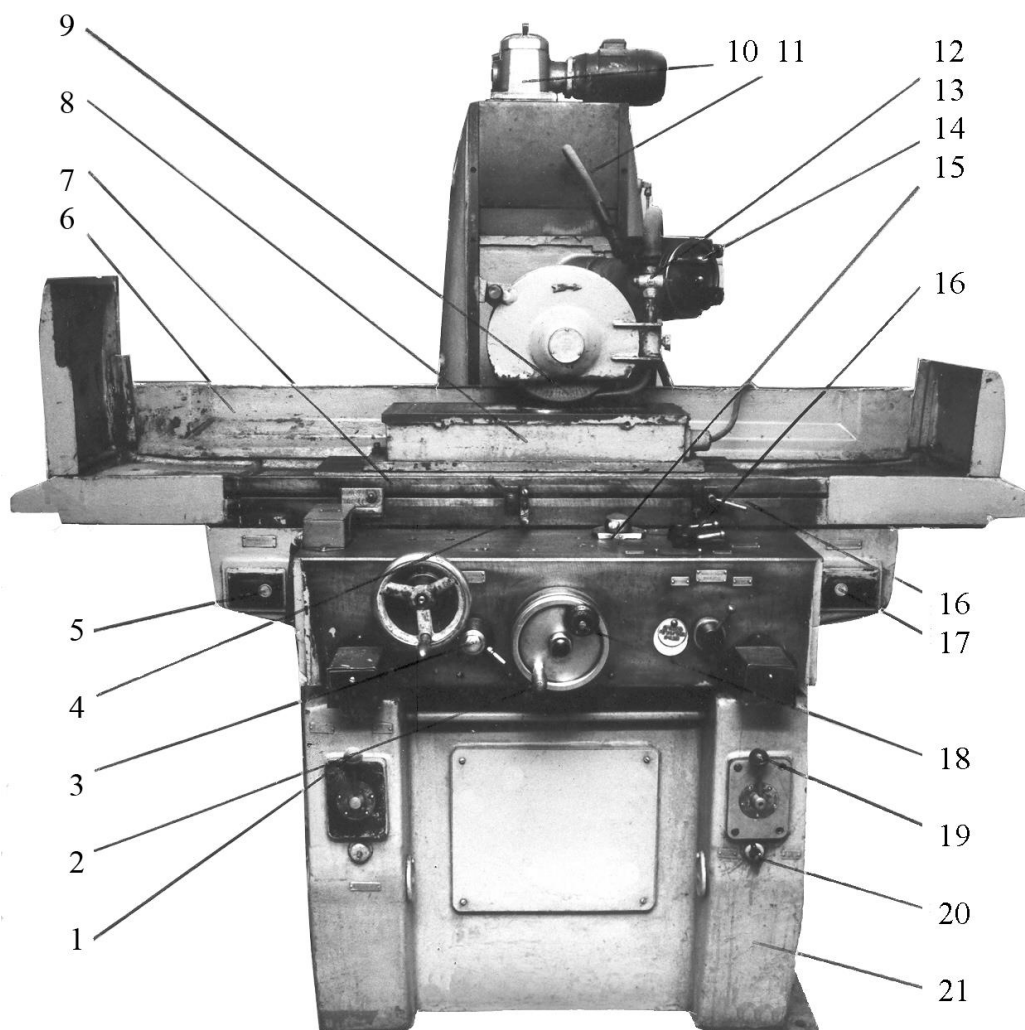


Рис. 2. Общий вид и органы управления станка 3Б71:

1 – рукоятка включения автоматической подачи шлифовальной головки «вверх»-«вниз»; 2 – маховик ручной поперечной подачи стола; 3 – маховик ручной продольной подачи стола; 4, 16 – упоры реверсирования продольной подачи стола; 5 – кнопка «Пуск» шпинделя; 6 – ограждение стола; 7 – суппорт; 8 – магнитный стол; 9 – шлифовальная головка; 10 – редуктор ускоренного вертикального перемещения шлифовальной бабки; 11 – колонна; 12 – ручка крана регулирования подачи рабочей жидкости; 13 – маховик ручной вертикальной подачи шлифовальной головки; 14 – рукоятка ручного продольного реверсирования стола; 15 – рукоятка регулирования скорости стола; 17 – кнопка «Пуск» гидропривода; 18 – лимб ручной поперечной микрометрической подачи стола; 19 – рукоятка-переключатель магнитной плиты; 20 – переключатель режима работы «с плитой» и «без плиты»; 21 – станина станка

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.
Инструменты для шлифовальных работ.
Исследование технологических операций

Цель работы: ознакомиться с видами шлифовальных кругов, материалами, из которых они изготавливаются, маркировкой и конструкцией крепления их на станках.

2. Порядок выполнения работы

- Изучить теоретические положения.
- оформить отчет, в котором содержатся название, цель работы, конспект основных теоретических положений.

3. Основные теоретические положения

При шлифовании припуск на обработку снимают абразивными инструментами – шлифовальными кругами.

Шлифовальные круги различают по следующим признакам:

- по виду абразивного материала;
- по зернистости;
- связке;
- твердости;
- структуре (строению);
- по форме и
- размерам.

3.1. Абразивный материал

Абразивный материал представляет собой минерал естественного или искусственного происхождения, раздробленный на зерна определенной величины.

К естественным абразивным материалам относятся кварц, гранит, наждак, корунд и алмаз.

Важнейшие искусственные абразивные материалы: электрокорунды, карбид кремния, карбид бора, синтетический алмаз и эльбор.

3.1.1. Алмаз природный

Алмаз природный (А) представляет собой разновидность углерода, обладает наивысшей твердостью из всех известных естественных и искусственных абразивных материалов, но он хрупок. Алмазы, не пригодные для изготовления украшений называют техническими алмазами и их

используют при шлифовании металлов. массу алмаза измеряют каратами. Один карат равен 200 мг или 0,2 г.

3.1.2. Основные виды искусственных абразивных материалов

Синтетический алмаз (АС). Для получения синтетических алмазов используют углеродосодержащие вещества (наиболее часто применяют графит, реже сажу или древесный уголь) с применением катализаторов – металл (хром, никель, железо, кобальт и др.).

Под действием высокой температуры и давления происходит образование синтетических алмазов.

В институте сверхтвердых материалов (г. Киев) создан новый материал “Славутич”, по износостойкости не уступающий природным алмазам).

Электрокорунды бывают четырех видов:

нормальный электрокорунд (1А), выплавляемый из бокситов, и его разновидности 12А, 13А, 14А, 15А, 16А;

белый электрокорунд (2А), выплавляемый из глинозема, и его разновидности 22А, 23А, 24А, 25А;

легированные электрокорунды, выплавляемые из глинозема с различными добавками: хромистый электрокорунд (3А) и его разновидности 32А, 33А, 34А, а также титанистый электрокорунд (3А) и его разновидность 37А;

монокорунд (4А), выплавляемый из бокситов с сернистым железом и восстановителем с последующим выделением монокристаллов корунда.

Электрокорунд состоит из окиси алюминия Al_2O_3 и некоторого количества примесей. Содержание окиси алюминия может колебаться от 93 до 96% в нормальном электрокорунде и от 97 до 99% и более легированных электрокорундах и монокорундах.

Карбид кремния представляет собой химическое соединение кремния и углерода, полученное из кокса и кварцевого песка в электрических печах при нагреве их до температуры $2100 \div 2200^{\circ}C$. Карбид кремния является ценным шлифующим материалом. Он имеет зерна темно-синей и зеленой окраски с красивым цветом и металлическим блеском. В зависимости от процентного содержания чистого карбида кремния этот материал делят на зеленый (6С) и черный (5С). Зеленый карбид кремния содержит чистого кремния не менее 97% и имеет следующие разновидности 62С, 63С, 64С. Черный карбид кремния имеет следующие разновидности: 52С, 53С, 54С, 55С.

Важнейшим свойством этого абразивного материала является высокая твердость (тверже его только алмаз, эльбор и карбид бора) и высокая абразивная способность, которая объясняется тем, что его зерна имеют острые режущие грани. Он теплостоек и выдерживает температуру до $2500^{\circ}C$.

Карбид бора (КБ) представляет собой химическое соединение B_4C , обладает высокой абразивной способностью, износостойкостью и химической стойкостью.

Кубический нитрид бора (КНБ) – сверхтвердый материал, выпускают двух названий: эльбор (Л) и кубонит (КО) – шлифпорошки и КМ – микрокрошки.

КНБ выгодно отличается от алмаза своей высокой теплостойкостью и износостойкостью.

3.2. Зернистость

Зернистость абразивного материала характеризует размеры абразивных зерен. абразивный материал делят на шлифзерна, шлифпорошки, микропорошки и тонкие микропорошки. Разделение шлифзерна и шлифпорошков по размерам производят, рассеивая на ситах. В метрических системах за номер зернистости принимают номинальный размер ячейки в свету сетки, на которой задерживается зерно при рассеиве. Этот размер условно выражают в сотых долях миллиметра. например, если зерна проходят через ячейки со стороной 800 мкм и задерживаются на сетке с ячейками размером 630 мкм, то зернистость абразивного материала обозначается номером 63.

Зернистость абразивного материала приведена ниже:

Шлифзерно	200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16
Шлифпорошки	12, 10, 8, 6, 5, 4, 3
Микропорошки	M63, M50, M40, M28, M20, M14
Тонкие микропорошки	M10, M7, M5

В отличие от шлифзерна и шлифпорошков к зернистости микропорошка добавляют букву “М”, номер порошка соответствует наибольшему размеру (в мкм) зерен основной фракции. Например, микропорошок с размером основной фракции 14 – 10 мкм обозначают номером 14. Зернистость шлифпорошков из алмазов обозначают дробью, в которой числитель соответствует размеру ячеек верхнего, а знаменатель размеру нижнего сита. Например, у алмазного порошка АСВ 123/100 зерна основной фракции проходят через сито размером в свету 123 мкм и задерживаются на сите с размером 100 мкм.

По ГОСТ 3647-80 [1] в зависимости от процентного содержания основной фракции обозначение зернистости дополняют буквенным индексом в соответствии с табл. 1

Таблица 1

Индекс	Минимальное процентное содержание основной фракции зернистости				
	200 – 8	6 – 4	M63 – M28	M20 – M14	M10 – M5
В	–	–	60	60	55
П	55	55	50	50	45
Н	45	40	45	40	40
Д	41	–	43	39	39

3.3. Связка

Связка в абразивном инструменте соединяет отдельные зерна абразивного порошка между собой. Связки делят на неорганические и органические. К неорганическим связкам относят керамическую (К), силикатную (С)* и магнезиальную*, к органическим – бакелитовую (Б) и вулканитовую (В). В промышленности широко применяют керамические (К), бакелитовые и вулканитовые (В) связки.

3.4. Твердость абразивного инструмента

По ГОСТ 21445-84 [3] твердость абразивного инструмента – это свойство связки оказывать сопротивление прониканию в абразивный инструмент другого тела.

Понятие твердости абразивного инструмента не имеет ничего общего с твердостью абразивного материала. Из зерен самого твердого абразивного материала можно изготовить мягкий абразивный инструмент и наоборот, из самого мягкого абразивного материала можно изготовить очень твердый абразивный инструмент. Обычно мягким абразивным инструментом называют такой, из которого абразивные зерна легко выкрашиваются, а твердым, из которого зерна выкрашиваются с трудом. Согласно стандарту в табл. 2 приведена шкала твердости шлифовальных кругов.

Таблица 2

Обозначение твердости кругов	Степень твердости
Мягкий М	M1, M2, M3
Среднемягкий СМ	CM1, CM2
Средний С	C1, C2
Среднетвердый СТ	CT1, CT2, CT3
Твердый Т	T1, T2
Весьма твердый ВТ	BT1, BT2
Чрезвычайно твердый ЧТ	CT1, CT2

При малой твердости зерна сравнительно легко выкрашиваются из шлифовального круга, а при повышенной твердости зерна держатся более прочно. Цифры 1, 2, 3 справа от буквенного обозначения твердости характеризуют степень твердости абразивного инструмента в порядке ее возрастания.

3.5. Форма, размеры и узлы крепления шлифовальных кругов на станке

Форма, размеры шлифовальных кругов регламентированы ГОСТ Р 52781-2007 2 и приведены в табл. 3

Здесь же указаны обозначения кругов по данному ГОСТ.

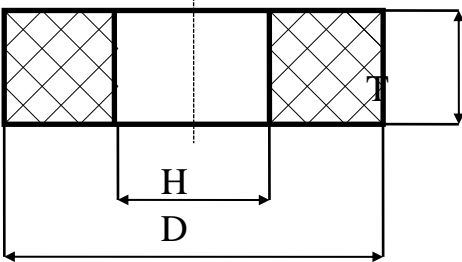
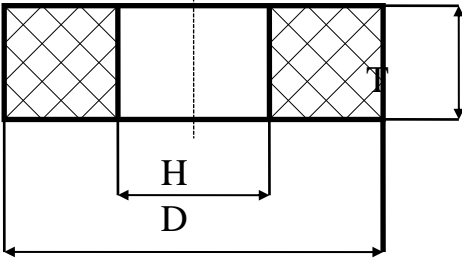
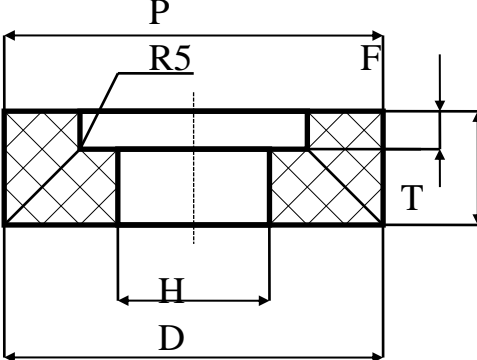
Круги типа 1 (ПП), 5 (ПВ), 7 (ПВД), 23 (ПВК) работают преимущественно периферией круга, а круги типа 2 (К), 6 (ЧЦ), 11 (ЧК), 12 (Т) – торцом. Наибольшее применения находят круги типа 1 (ПП). Круги типа 2 (ПВ) с выточкой удобнее тем, что крепежные фланцы в них находятся в углублении и не мешают подходу к месту шлифования.

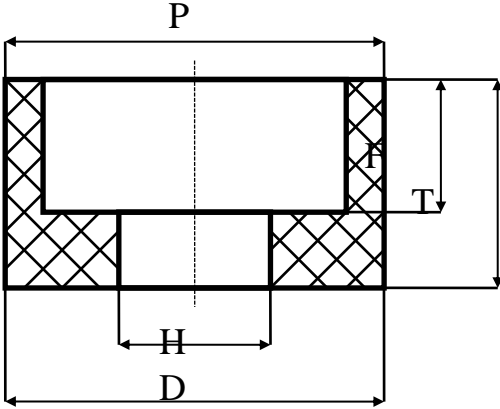
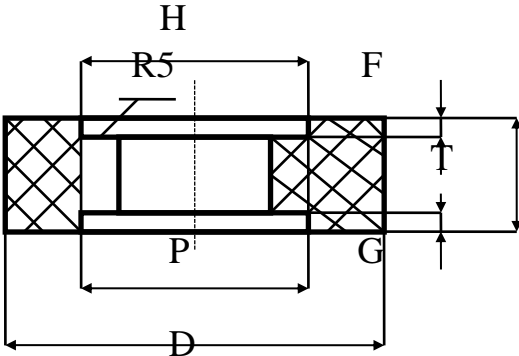
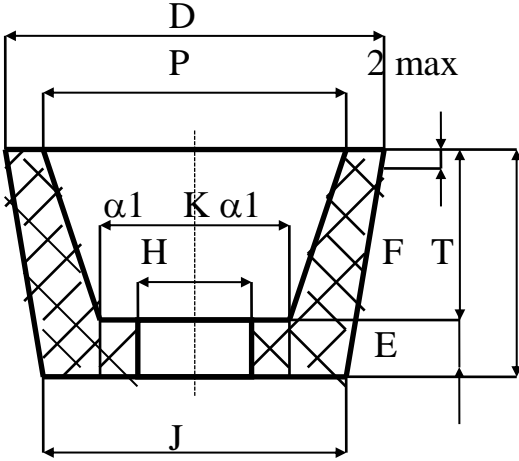
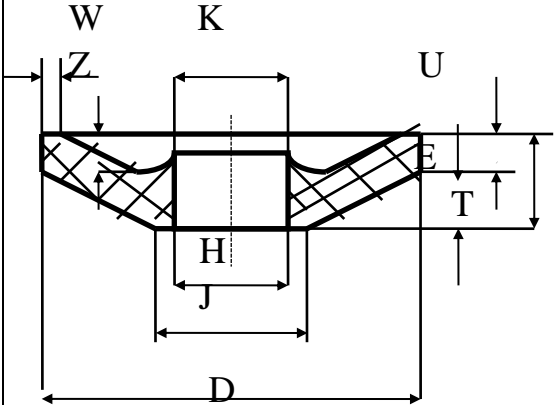
Круги типа 23 (ПВК) применяют при шлифовании двух или трех взаимоперпендикулярных поверхностей. Кругами типа 6 (ЧЦ) и 11 (ЧК) затачивают инструменты, шлифуют направляющие станин станков.

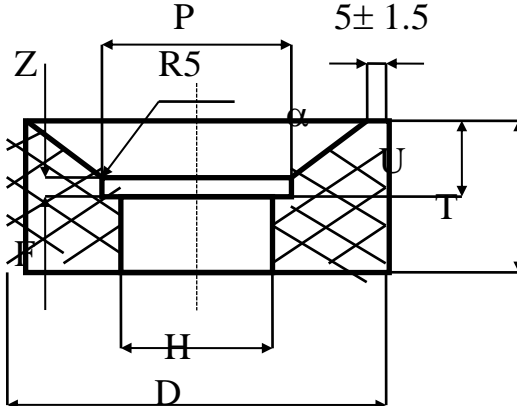
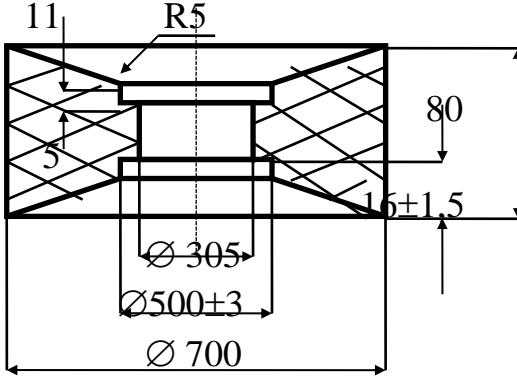
Конструкции узлов крепления шлифовальных кругов на шпинделе станка регламентированы ГОСТ 2270-78 [5].

На рис. 1а показаны узлы крепления шлифовальных кругов на шпинделе станка при помощи переходных фланцев, на рис. 1б – крепление круга на оправке фланцами.

Таблица 3

Вид круга	Обозначение типов кругов		Эскиз	Размеры, мм
	ГОСТ 2424-83	ГОСТ 2424- 75		
1	2	3	4	5
Прямой профиль	1	ПП		$D = 3 \div 1060$ $T = 1 \div 250$ $H = 1 \div 350$
Кольцевой	2	К		$D = 200 \div 250$ $T = 80 \div 160$ $H = 76 \div 400$
1	2	3	4	5
С выточкой	5	ПВ		$D = 10 \div 600$ $T = 13 \div 100$ $H = 3 \div 305$ $H = 5 \div 375$ $F = 6 \div 30$

Чашечные цилиндрические	6	ЧЦ		$D = 40 \div 300$ $T = 25 \div 100$ $P = 13 \div 150$ $H = 32 \div 250$ $F = 20 \div 100$
С двухсторонней выточкой	7	ПВД		$D = 100 \div 900$ $T = 25 \div 250$ $H = 32 \div 305$ $P = 88 \div 375$ $F = 8 \div 40$ $G = 8 \div 35$
Чашечные конические	11	ЧК		$D = 50 \div 300$ $T = 25 \div 150$ $H = 40 \div 230$ $K = 25 \div 190$ $J = 34 \div 247$ $F = 16 \div 110$ $P = 40 \div 230$ $E = 8 \div 40$ $\alpha = 50 \div 80$ $\alpha 1 = 45^0 \div 80^0$
1	2	3	4	5
Тарельчатые	12	Т		$D = 80 \div 250$ $T = 8 \div 25$ $H = 13 \div 32$ $K = 30 \div 100$ $N = 3 \div 10$ $U = 2 \div 6$ $W = 4 \div 13$ $E = 6 \div 15$ $J = 36 \div 108$

				$\alpha = 15^0 \div 25^0$
С коничес- кой выточко- й	23	ПВК		$D = 300 \div 750$ $T = 50 \div 80$ $H = 127 \div 305$ $P = 200 \div 500$ $F = 7 \div 15$ $U = 25, 35$ $N = 18 \div 22$ $\alpha = 10^0 \div 20^0$
С двухсто- ронней выточко- й	26	ПВДК		

3.6. Маркировка шлифовальных кругов

Условное обозначение характеристики круга наносят на его поверхность несмываемой краской в определенной последовательности. Оно дает полную характеристику шлифовального круга и указывает, с какой окружной скоростью им безопасно работать. Эти условные обозначения, по существу, являются паспортом шлифовального круга.

Пример условного обозначения по ГОСТ Р 52781-2007 [2] круга типа 1, наружным диаметром $D = 500$ мм, высотой $T = 50$ мм, диаметром посадочного отверстия $H = 305$ мм, из белого электрокорунда марки 25А, зернистости 10-П, степени твердости С2, номером структуры 7, на керамической связке К1А, с рабочей скоростью 35 м/с, класса точности А, 1-го класса неуравновешенности: 1 500x50x305 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с 1 кл ГОСТ Р 52781-2007.

По ГОСТ Р 52781-2007 [2] шлифовальные круги изготавливают двух классов А и Б. круги класса А высокого качества, в них не допускаются железисто-шлаковые включения, а в кругах класса Б допускается небольшое количество этих включения. Шлифовальные круги для скоростного шлифования имеют красную диаметральною полосу и обозначение 50 м/с.

3.7. Правка шлифовальных кругов

В процессе шлифования выступающие зерна шлифовального круга

изнашиваются, искажается геометрическая форма режущей поверхности круга. Износ кругов зависит от режимов шлифования, правильного выбора характеристики круга и его эксплуатации.

Если прочность связки не очень высокая, то зерно целиком вырывается из связки. Так происходит обновление (самозатачивание) режущей поверхности круга. При использовании кругов высокой твердости, а также при чистовых операциях самозатачивание круга не происходит и круг необходимо править.

Правка абразивного инструмента – это приведение рабочей поверхности абразивного инструмента в работоспособное состояние [2]. Правку необходимо производить и при “засаливании” круга, когда поры круга забиваются мелкой металлической пылью и зерна перестают резать.

Для правки шлифовальных кругов применяют технические алмазы, алмазно-металлические карандаши и алмазно-металлические инструменты из алмазного порошка (ролики, бруски и др.), а также правку шлифовальными кругами, твердосплавными дисками. Для правки шлифовальных кругов на шлифовальных станках имеются специальные механизмы.

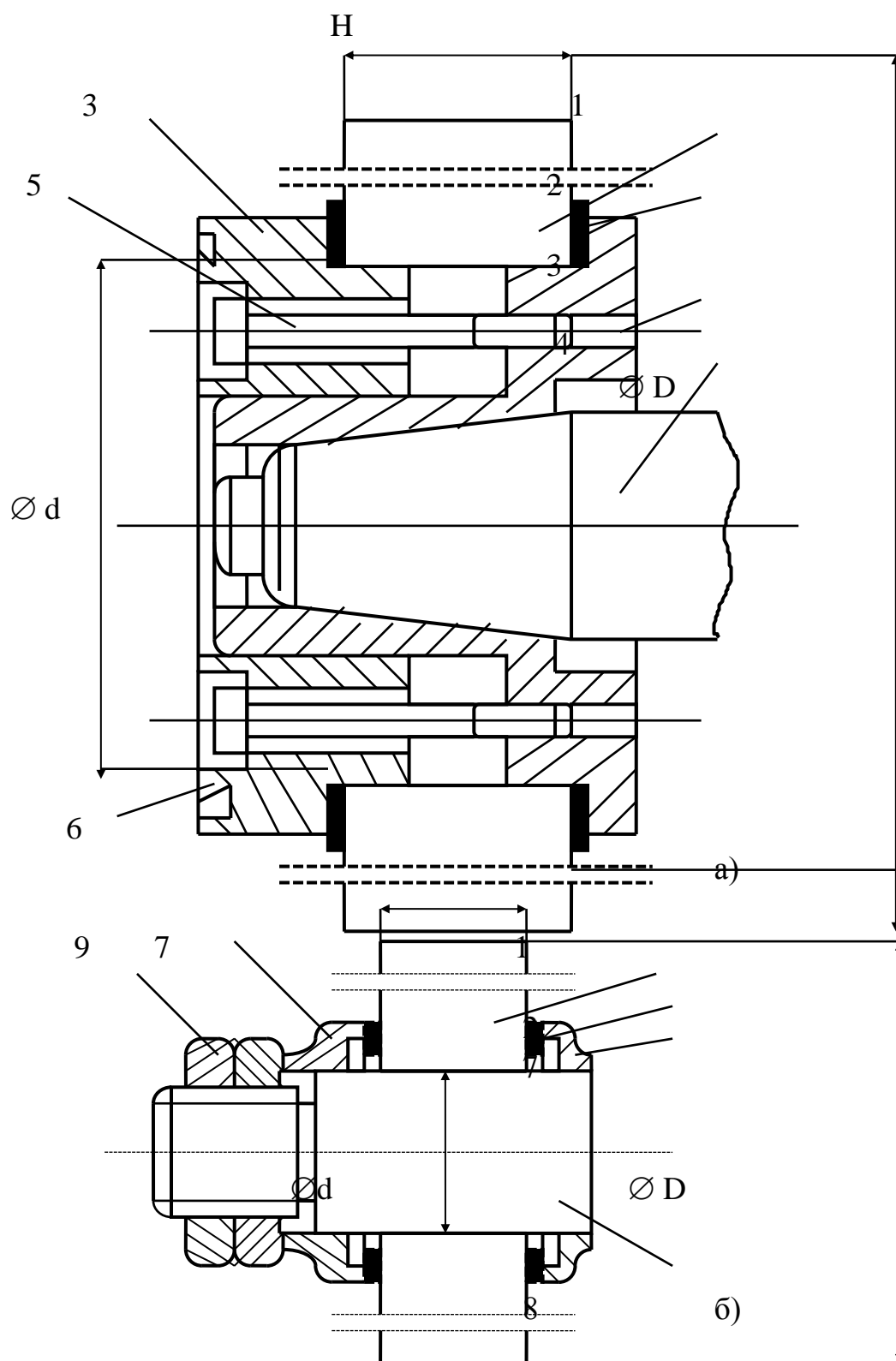


Рис. 1 Узлы крепления шлифовальных кругов:
 а) на шпинделе станка при помощи переходных фланцев;
 б) на оправке флагами (1—шлифовальный круг; 2— картонные прокладки;
 3— переходные фланцы; 4— шпиндель станка; 5— винты; 6— кольцевой паз под
 балансировочные грузики; 7— фланцы; 8 оправка; 9— гайки)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.

Характеристика доменного цеха

Цель работы: изучение основных участков и оборудования доменного цеха,

Краткие теоретические сведения.

Современный доменный цех (рис. 4) включает одну или несколько доменных печей, отделения приемных бункеров сыпучих материалов (бункерную эстакаду), систему подачи шихты, литейный двор (для каждой печи отдельный) с системой желобов и шлакоотделителей для раздельного сбора выпускаемых из доменной печи чугуна и шлака соответственно в чугуновозные ковши и шлаковозные чаши, воздухонагреватели с газозовдухопроводами, систему газоочистки, отделение разливки чугуна в случае его товарной поставки в твердом виде (чушковый чугун), склад твердого чугуна, установку придоменной грануляции шлака, воздуходвигательную станцию, отделение приготовления огнеупорных масс для ремонта желобов и чугуновозных ковшей, отделение внедоменной обработки чугуна и др.

Многие доменные цеха имеют в своем составе склад шихтовых материалов (рудный двор) с вагоноопрокидывателями (при подаче руды в железнодорожных вагонах) и перегрузочными грейферными кранами (при подаче руды водным путем в сухо- грузах).

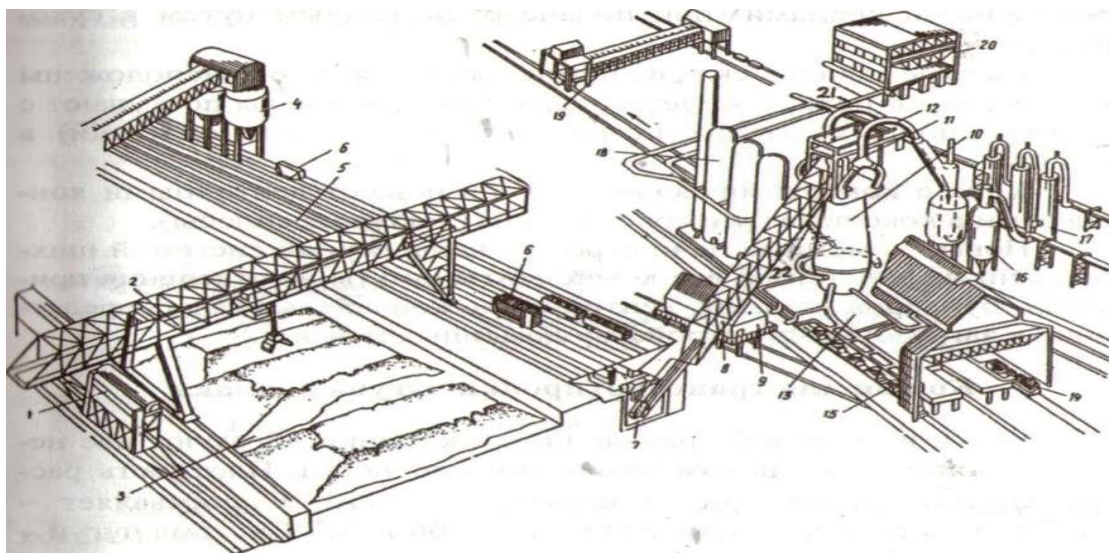


Рисунок 4. Устройство доменного цеха с рудным двором: 1 - вагоноопрокидыватель; 2 - перегрузочный кран; 3 - штабеля материалов рудного двора; 4 - коксовый силос; 5 - бункерная эстакада; 6 - перегрузочные вагоны (рудный и коксовый); 7 - скиповая яма; 8 - скиповый подъемник; 9 - машинное здание; 10 - доменная печь; 11 - колошниковое устройство доменной печи; 12 -

газоотводы; 13 - литейный двор; 14 - чугуновозы; 15 - шлаковозы; 16-пылеуловители грубой очистки; 17 - агрегаты тонкой очистки газа; 18-воздухонагреватели; 19- разливочная машина; 20 - воздуходувная станция; 21 - трубопровод холодного воздуха; 22 - трубопровод горячего дутья

На ряде заводов склады шихтовых материалов расположены I вне доменного цеха, и железосодержащие материалы поступают с агломерационных фабрик (агломерат) и с ГОКов (окатыши) в вагонах. I

Доменная печь - металлургический агрегат шахтного типа для выплавки чугуна из железной руды и продуктов её подготовки (агломерата и окатышей) с использованием твердого топлива (кокса и его заменителей - молотого угля, жидкого мазута, природного газа).

Доменная печь - совершенный металлургический агрегат. В нем осуществлен противоток материалов: сверху опускаются твердые шихтовые материалы - железная руда, агломерат, окатыши, кокс, а снизу вверх поднимаются реакционные газы, имеющие высокую температуру. Этим обеспечивается тесный контакт шихтовых материалов с газами, способствующий быстрому теплообмену, нагреву, восстановлению оксидов железа, расплавлению материалов с образованием жидких чугуна и шлака. Газ, покидающий доменную печь, называемый доменным (колошниковым) газом, имеет низкую температуру (200-300 °C) и низкую теплотворную способность (3500-4000 кДж/м³).

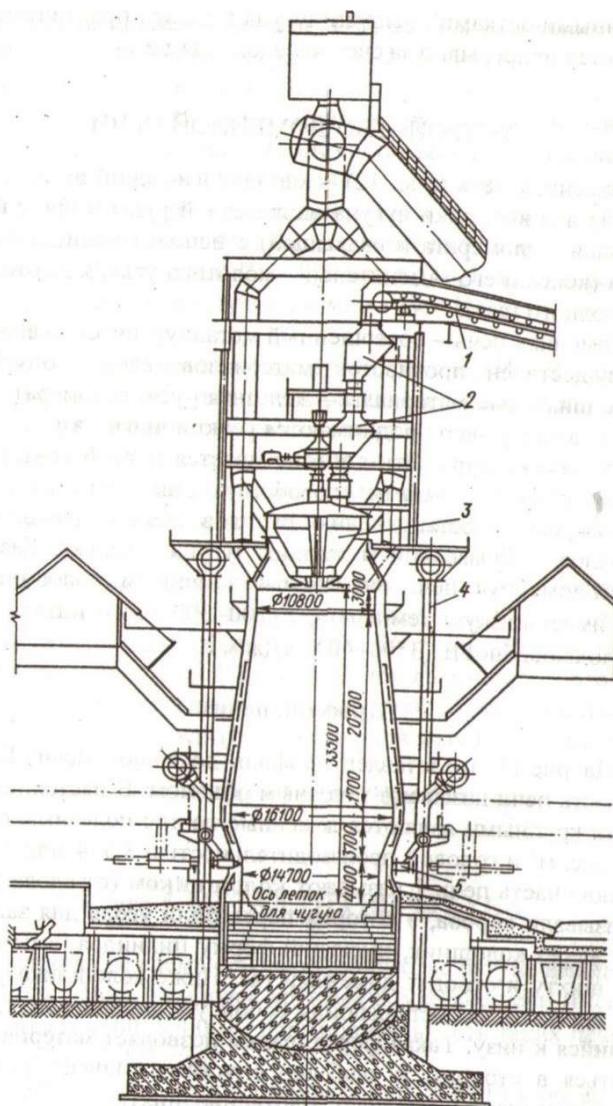


Рисунок 5 Доменная печь

Доменный процесс осуществляется непрерывно. Все операции происходят одновременно, но на разных горизонтах печи. На уровне горна горит кокс и образующиеся газы проходят через слой шихты, вступают с ней в химические реакции и нагревают её. Образующийся жидкий чугун и шлак накапливаются в горне и периодически сливаются через лётки.

Задание.

1. Начертить схематично план расположения основного оборудования доменного цеха.
2. Перечислить и дать краткую характеристику основного оборудования доменного цеха.

Содержание отчёта.

1. Название и цель работы.
2. Схема расположения оборудования
3. Характеристика оборудования
4. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Какие материалы применяют для выплавки чугуна в доменной печи?
2. Что относится к основным участкам доменного цеха?
3. Какое оборудование находится на рудном дворе
4. Перечислить и объяснить назначение оборудования печного участка:
 - самой доменной печи;
 - воздухонагревателям;
 - пылеуловителям;
 - устройствам по очистке газов.
5. Перечислить и объяснить назначение оборудования участка по уборке продуктов доменной плавки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11.

Расшифровка марок сталей.

Цель работы: закрепить навыки определения назначения, вида и состава сталей по их маркам.

Краткие теоретические сведения.

Классификация сталей:

1. по химическому составу:
 - а) **углеродистые**
 - б) **легированные**
2. по содержанию углерода:
 - а) **низкоуглеродистые** (менее 0,25% С)
 - б) **среднеуглеродистые** (от 0,25% - 0,6% С)
 - в) **высокоуглеродистые** (больше 0,6% С)
3. по содержанию легирующих элементов
 - а) **низколегированные** стали содержат меньше 2,5% легирующих элементов;
 - б) **среднелегированные** стали содержат 2,5-10% легирующих элементов;
 - в) **высоколегированные** стали содержат больше 10% легирующих элементов.
4. по назначению:
 - а) **конструкционные:**
 - 1) стали общего назначения (строительные, цементуемые, улучшаемые, автоматные)
 - 2) стали специального назначения (рессорно-пружинные, шарикоподшипниковые, износостойкие, высокопрочные и др.)
 - 3) стали с особыми свойствами (нержавеющие, жаростойкие, жаропрочные)
 - б) **инструментальные**
5. по степени раскисления:
 - а) **кипящая (кп)**
 - б) **полуспокойная (пс)**
 - в) **спокойная (сп)**
6. по качеству:
 - 1) **стали обыкновенного качества** ($S \leq 0.05\%$, $P \leq 0.05\%$)
 - 2) **качественные стали** ($S \leq 0.035\%$, $P \leq 0.035\%$)
 - 3) **высококачественные** ($S \leq 0.025\%$, $P \leq 0.025\%$)
 - 4) **особовысококачественные** ($S \leq 0.015\%$, $P \leq 0.025\%$)

Стали принято классифицировать по назначению на конструкционные и инструментальные, по химическому составу – на углеродистые и

легированные.

Конструкционные углеродистые стали бывают обыкновенного качества и качественные.

Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества принято делить на группы А, Б, В. Стали группы А маркируют Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. Стали группы Б маркируют БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6. Стали группы В маркируют ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5. Цифры обозначают номер марки стали. Степень раскисления стали обозначают в конце марки буквами сп – спокойная, пс – полуспокойная, кп – кипящая сталь. Например, БСт1кп – конструкционная углеродистая кипящая сталь обыкновенного качества группы Б.

Конструкционные углеродистые качественные стали маркируют цифрами 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 85, которые показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь 10 – конструкционная углеродистая качественная сталь, содержащая 0,1% углерода.

Инструментальные углеродистые стали маркируют У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, где цифры показывают среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, У12 – инструментальная углеродистая сталь, содержащая 1,2% углерода.

Легированные стали кроме обычных компонентов содержат легирующие элементы для улучшения свойств. Легирующие элементы обозначают заглавными буквами русского алфавита:

- А - N (азот)
- Б - Nb (ниобий)
- В - W (вольфрам)
- Г - Mn (марганец)
- Д - Cu (медь)
- Е - Se (селен)
- К - Co (кобальт)
- М - Mo (молибден)
- Н - Ni (никель)
- П - P (фосфор)
- Р - B (бор)
- С - Si (кремний)
- Т - Ti (титан)
- Ф - V (ванадий)
- Х - Cr (хром)
- Ц - Zr (цирконий)
- Ч - редкоземельный металл
- Ю - Al (алюминий)

В начале марки конструкционной легированной стали находятся две или

три цифры, показывающие среднее содержание углерода в сотых долях процента. Затем следуют буквы, обозначающие легирующие элементы. Цифры после букв показывают содержание данного легирующего элемента в целых процентах. Если цифры после буквы нет, то содержание этого легирующего элемента менее 1,5%. Например, 12X18H10T – конструкционная легированная сталь, содержащая 0,12% С, 18% Cr, 10% Ni, менее 1,5% Ti.

В начале марки инструментальной легированной стали находится одна цифра, показывающая среднее содержание углерода в десятых долях процента или цифр нет, что показывает содержание углерода более 1 %. Содержание легирующих элементов определяется так же, как и в легированных сталях. Например, 9XC – инструментальная легированная сталь, содержащая 0,9% С, менее 1,5% Cr, менее 1,5% Si.

Буквы в конце марки стали означают: А – сталь высококачественная, Ш – особовысококачественная сталь.

Буквы в начале марки стали означают: А – автоматная сталь, Р – быстрорежущая сталь, Ш – шарикоподшипниковая сталь.

Пример выполнения практической работы.

ХВСТ – инструментальная легированная сталь, содержащая более 1% С, менее 1,5% Cr, менее 1,5% W, менее 1,5% Si, менее 1,5% Mn .

по химическому составу – легированная;

по содержанию углерода – высокоуглеродистая;

по содержанию легирующих элементов – среднелегированная;

по назначению – инструментальная;

по степени раскисления – спокойная;

по качеству – качественная.

Задания для выполнения практической работы.

Вариант 1.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

10X17H13M3T

08кп

7XГ2ВМ

У10

Х

ВСт2кп

65Г

40
10X14Г14Н4Т
Ст0

Вариант 2.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

07X21Г7АН5
БСт3сп
У13А
4Х5МФС
70
5ХНМ
У7
45Х
Ст2кп
40ХФА

Вариант 3.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

55
25ХГСА
5Х3В3МФС
У11А
Ст3кп
Х12МФ
09Х15Н8Ю
95Х18
Бст5пс
20Х17Н2

Вариант 4.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

4X4BMΦC
BCT3пс
60
У9
6XC
55XГР
45XH2MΦA
CT4сп
65C2BA
12X1MΦ

Вариант 5.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

20X20H14C2
2X8B8M2K8
10
У13
8XΦ
XГCBΦ
60C2
Бст2кп
50XΦa
10X11H23T3MP

Вариант 6.

Определить средний химический состав и классифицировать сталь по различным признакам:

XГ
30
CT6сп
40X10C2M
12X17
4X5B2ΦC
XB5
У10A
BCT5сп
10X14AГ5

Порядок выполнения практической работы.

1. Записать название и цель работы.
2. Выбрать вариант. Определить для каждой марки стали её химический состав и группу, к которой она относится.

Содержание отчёта.

1. Название и цель работы.
2. Вид и состав каждой стали.
3. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. По каким признакам классифицируются стали?
2. Чем отличаются легированные стали от углеродистых?
3. Как влияют постоянные примеси на свойства сталей?
4. Какие бывают виды углеродистых сталей?
5. Как маркируются конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества?
6. Как маркируются конструкционные углеродистые качественные стали?
7. От чего зависит качество стали?
8. Как маркируются инструментальные углеродистые стали?
9. Как влияют легирующие элементы на свойства сталей?
10. Как отличить легированную конструкционную сталь от легированной инструментальной?
11. Как обозначаются легирующие элементы в марках сталей?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12.

Подготовка реферата и тезиса доклада на конференцию

1. Требования к реферату

Тема реферата выбирается по списку:

1. Общие вопросы технологии машиностроения (Технологический процесс и его структура. Классификация технологических процессов. Программа выпуска изделий, типы производства. Особенности технологических процессов в различных типах производства. Основы технического нормирования).

2 Принципы достижения качества машины (Основы достижения качества машины. Основные виды связей между поверхностями деталей машины. Определение положения твердого тела в пространстве).

3 Принципы рационального проектирования основных технологических процессов (Проектирование станочных операций. Основы разработки технологического процесса механической обработки. Типовые и групповые технологические процессы).

4. Механическая обработка. Технологические процессы с использованием методов обработки без снятия материала.

5. Технологические процессы с использованием методов с нанесением материалов.

6. Технологические процессы термической обработки стали

7. Окрасочные работы

8. Кузнечно-прессовое производство

9. Литейное производство

10. Внутрицеховой межоперационный транспорт машиностроительных цехов

11. Опасные и вредные факторы техносферы. Средства защиты, виды и классификация. Выбор и разработка эффективных средств защиты.

12. Защита от тепловых излучений. Расчет теплозащитных экранов.

13. Защита от вибрации. Расчет средств защиты от вибрации

14. Защита от шума. Физические характеристики шума, его нормирование. Акустические расчеты.

15. Защита от ионизирующего излучения.

Требования к оформлению реферата

Объем должен составлять 7-10 страниц.

Общие требования: ГОСТ 7.1-2003. Текст выполняют с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги, формата А4, шрифт – Times New Roman 14-го размера, межстрочный интервал – 1,5.

Номер страницы проставляют в центре нижней части листа, страницы

текстового материала следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Расстояние от края бумаги до границ текста следует оставлять:

в начале строк – 30 мм; в конце строк – 10 мм; от верхней или нижней строки текста до верхнего или нижнего края бумаги – 20 мм.

Размер абзацного отступа должен быть одинаковым по всему тексту диссертации и равным 12,5 мм.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей диссертации, обозначенные арабскими цифрами.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Нумерация пунктов должна состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой.

Заголовок разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа, с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Заголовки структурных элементов располагают симметрично тексту и отделяют от текста интервалом в одну строку.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.

Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ Р7.05-2008 «Библиографическая запись. Библиографическое описание». Количество источников литературы не меньше 5. Обязательно проставлять ссылки на литературу в тексте в квадратных скобках, например, [1,2, 5-7] .

2. Требования к тезису доклада

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

А.А. Иванов, Б.Б. Сидоров

Тульский государственный университет,
г. Тула

Краткая аннотация.

Доклады могут иметь объем 2 – 5 страниц (допускаются материалы до 10 страниц) формата А-4 в редакторе **MS Word 2007** (или совместимом с ним). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Шрифт – Times New Roman 14 (TNR - 14). Межстрочный интервал – 1,0, абзацный отступ – 12,5 мм.

Рисунки – черно-белые и внедряются в документ как рисунки (не

должно быть объектов из других графических редакторов, например, MS Visio). Подписываются: Рис. Название. Расстояние от текста до рисунка или таблицы сверху и снизу – 1 интервал. **Размер рисунка не должен превышать 500 КБ (0,5 МБ).**

ОБЯЗАТЕЛЬНО НАЛИЧИЕ АННОТАЦИИ.

Список литературы

1. *Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, А.А. Малинецкий. - М.: Наука, 1997. – 285 с.*
2. *<http://esa.un.org/unpp>.*
3. *Volkov A.V. The studying of ethnology laws by cyclical dynamics methods / A.V. Volkov /Annals of Disasters, Periodicity & Predictions, 2004. Vol. 2. Http: // [www.netpilot.ca / geocryology / annals/index.html](http://www.netpilot.ca/geocryology/annals/index.html).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов. Кн.1. / В.А. Оськин, В.В. Евсиков. — М.: КолосС, 2007. — 447 с.: ил.
2. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: учебное пособие для вузов / А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов. — Москва: Академия, 2008. — 287 с.: ил.
3. Охрана труда [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.А. Челноков И.Н. Жмыхов, В.Н. Цап; под ред. А.А. Челнокова.- 2-е изд., испр.- Минск: Высшая школа, 2013. — 656 с. — ISBN 978-985-06-2088-0/- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24122>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная литература

1. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: учеб.пособие для вузов / Е. В. Глебова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2007. - 382 с.: ил.
2. Металлорежущие станки: учеб.пособие для вузов / Г.В. Сундуков, А.Н. Иноземцев; ТулГУ. — 2-е изд., перераб. и доп. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. — 488 с.: ил.