

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.» в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала СГТУ  
имени Гагарина Ю.А. в г. Петровске  
Е.А. Бесшапошникова  
«30» июня 2021 г.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу

МДК.03.01. Диагностика, наладка, подналадка и ремонт металлообрабатыва-  
ющего и аддитивного оборудования

специальности

15.02.15 «Технология металлообрабатывающего производства»

Методические указания рассмотрены  
на заседании предметной (цикловой) комиссии  
общепрофессиональных дисциплин,  
профессиональных модулей специальностей  
технического профиля  
«14» июня 2021 года, протокол №13

Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.03 «Организация контроля, наладки и подналадки в процессе работы и техническое обслуживание металлорежущего и аддитивного оборудования, в том числе в автоматизированном производстве», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.15 «Технология металлообрабатывающего производства» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

ПК 3.1 Осуществлять диагностику неисправностей и отказов систем металлорежущего и аддитивного производственного оборудования в рамках своей компетенции для выбора методов и способов их устранения.

ПК 3.2 Организовывать работы по устранению неполадок, отказов металлорежущего и аддитивного оборудования и ремонту станочных систем и технологических приспособлений из числа оборудования механического участка в рамках своей компетенции.

ПК 3.3 Планировать работы по наладке и подналадке металлорежущего и аддитивного оборудования на основе технологической документации в соответствии с производственными задачами.

ПК 3.4 Организовывать ресурсное обеспечение работ по наладке металлорежущего и аддитивного оборудования в соответствии с производственными задачами, в том числе с использованием SCADA систем.

ПК 3.5 Контролировать качество работ по наладке, подналадке и техническому обслуживанию металлорежущего и аддитивного оборудования и соблюдение норм охраны труда и бережливого производства, в том числе с использованием SCADA систем.

Целью освоения междисциплинарного курса МДК.03.01. Диагностика, наладка, подналадка и ремонт металлообрабатывающего и аддитивного оборудования является формирование общих и профессиональных компетенций: ОК 01.; ОК 02.; ОК 03.; ОК 04.; ОК 05.; ОК 06; ОК 07; ОК 08; ОК 09.; ОК 10.; ОК 11.; ПК 3.1.; ПК 3.2.; ПК 3.3.; ПК 3.4.; ПК 3.5.

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать**:

- основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы;
- причины отклонений в формообразовании;
- виды, причины брака и способы его предупреждения и устранения;
- наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов;
- система допусков и посадок, степеней точности;
- качества и параметры шероховатости;
- способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков;
- правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента;
- способы корректировки режимов резания по результатам работы станка;
- техническую документацию на эксплуатацию металлорежущего и аддитивного оборудования;
- карты контроля и контрольных операций;
- объемы технического обслуживания и периодичность проведения
- наладочных работ металлорежущего и аддитивного оборудования;
- основные режимы работы металлорежущего и аддитивного оборудования;
- программных пакетов SCADA-систем;
- правила выполнения расчетов, связанных с наладкой работы металлорежущего и аддитивного оборудования;
- межоперационные карты обработки деталей и измерительный инструмент для контроля размеров деталей в соответствии с технологическим процессом;
- виды контроля работы металлорежущего и аддитивного оборудования;
- контрольно-измерительный инструмент и приспособления,
- применяемые для обеспечения точности функционирования
- металлорежущего и аддитивного оборудования;
- правила настройки, регулирования универсальных и специальных
- приспособлений контрольно-измерительных инструментов, при-
- бров и инструментов для автоматического измерения деталей;

стандарты качества;

- нормы охраны труда и бережливого производства, в том числе с использованием SCADA систем;
- правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования;
- основы статистического контроля и регулирования процессов обработки деталей

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь**:

- осуществлять оценку работоспособности и степени износа узлов и элементов металлорежущего оборудования;
- программировать в полуавтоматическом режиме и дополнительные функции станка;
- выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитету и выше;
- выполнять установку и выверку деталей в двух плоскостях; организовывать регулировку механических и электромеханических устройств металлорежущего и аддитивного оборудования; выполнять наладку односторонних обрабатывающих центров с ЧПУ;
- выполнять подналадку основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы;
- выполнять наладку обрабатывающих центров по 6-8 квалитетам; оформлять техническую документацию для осуществления наладки и подналадки оборудования машиностроительных производств;
- рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;
- рассчитывать энергетические, информационные и материально-технические ресурсы в соответствии с производственными задачами; выполнять расчеты, связанные с наладкой работы металлорежущего и аддитивного оборудования;
- применять SCADA-системы для обеспечения работ по наладке металлорежущего и аддитивного оборудования
- Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объем лабораторных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия – 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарному курсу МДК.03.01. «Диагностика, наладка, подналадка и ремонт металлообрабатывающего и аддитивного оборудования» содержит 6 лабораторных занятия.

**Перечень лабораторных работ  
по междисциплинарному курсу**

**МДК.03.01. «Диагностика, наладка, подналадка и ремонт металлообра-  
тывающего и аддитивного оборудования»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

Тема: «Проверка точности работы технологического оборудования после ре-  
монта по ГОСТ 30544-97»

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

Тема: «Выполнение наладки токарного и фрезерного станка».

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

Тема: «Выполнение наладки сверлильного и шлифовального станка»

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

Тема: «Проведение наладки токарного станка с ЧПУ».

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5**

Тема: «Выполнение наладки многоцелевого станка с ЧПУ».

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

Тема: «Осуществление разборки и подготовки к  
транспортировке 3D принтера».

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: «Проверка точности работы технологического оборудования после ремонта по ГОСТ 30544-97»

### Цель работы:

Изучение влияния жесткости заготовки на точность формы и размеров детали при обработке на токарном станке.

### Применяемое оборудование, приборы, материалы и инструменты:

Токарный станок с трехкулачковым патроном.

Резец проходной.

Пруток из стали 45 ГОСТ 1050-88  $\varnothing 15 - 25$  мм и длиной  $l = 230 - 300$  мм.

Чем больше диаметр заготовки, тем больше должна быть ее длина.

Микрометр с пределами измерений  $0 - 25$  мм, с ценой деления  $0,01$  мм.

Штангенциркуль с пределами измерений  $0 - 250$  мм, с ценой деления  $0,1$  мм.

### Задание:

Необходимо произвести расчет ожидаемой погрешности формы заготовки после ее обработки под действием радиальной составляющей усилия резания  $P_y$  (влиянием сил  $P_z$  и  $P_x$  пренебрегаем).

### Теоретические положения.

Суммарная погрешность обработки состоит из элементарных погрешностей. Определение величины суммарной погрешности играет особую роль для практики машиностроения. Наиболее ощутимое влияние на ожидаемую точность, т.е. суммарную погрешность оказывают:

Упругие деформации технологической системы.

Погрешность установки заготовок.

Износ режущего инструмента.

Погрешность настройки инструмента.

Геометрическая точность металлорежущего оборудования.

Погрешность, зависящая от тепловых воздействий.

Эти факторы не остаются постоянными. Изменения характерны как для лезвийного, так и для абразивного инструмента.

Основные причины, вызывающие изменение силовых факторов

При обработке партии заготовок с предварительной настройкой инструмента на размер, приходится снимать слои материала различной глубины. Колебание глубины от  $t_{\max}$  до  $t_{\min}$  подчиняется определенному закону распределения и вызывает колебание сил резания. Кроме того, режущий инструмент при своем движении встречает неомогенные участки материала с различной твердостью.

Это также приводит к колебанию величины силы резания. Наряду с этим, на колебание сил резания оказывает влияние износ инструмента. Силы резания вызывают упругие отжатия (деформации) элементов технологической системы, а колебания сил резания приводят к постоянному изменению упругих отжатий.

Силы резания определяются по эмпирическим формулам, например:

$$P_y = C_p \times s^Y \times V \times t_\phi^x \times (HB)^n$$

где  $S$  – подача, мм/об;  $V$  – скорость резания, м/мин;  $HB$  – твердость обрабатываемого материала по Бринелю;  $C_p$  – коэффициент, характеризующий условия обработки;  $y$ ,  $x$ ,  $n$  – показатели степеней, выбираемые в соответствии с конкретными условиями обработки;  $t_\phi$  – фактическое значение глубины резания, мм.

Жесткость технологической системы и соответствующие ей упругие перемещения определяются как жесткостью заготовки –  $j_{\text{заг}}$ , так и жесткостью части технологической системы, с которой связан обрабатывающий инструмент.

Относительное упругое перемещение инструмента и заготовки можно определить по формуле:

$$y = y_z + y_d + y_p,$$

где  $y$  – упругое относительное перемещение инструмента и заготовки;  $y_z$  – упругое перемещение заготовки относительно станины станка;  $y_d$  – собственные упругие деформации заготовки;  $y_p$  – упругое перемещение инструмента относительно станины станка.

Рассмотрим влияние силы резания на упругие деформации заготовки при ее консольном закреплении (см. рис.1). Подобная схема базирования широко применяется на токарных, шлифовальных и зубообрабатывающих станках.

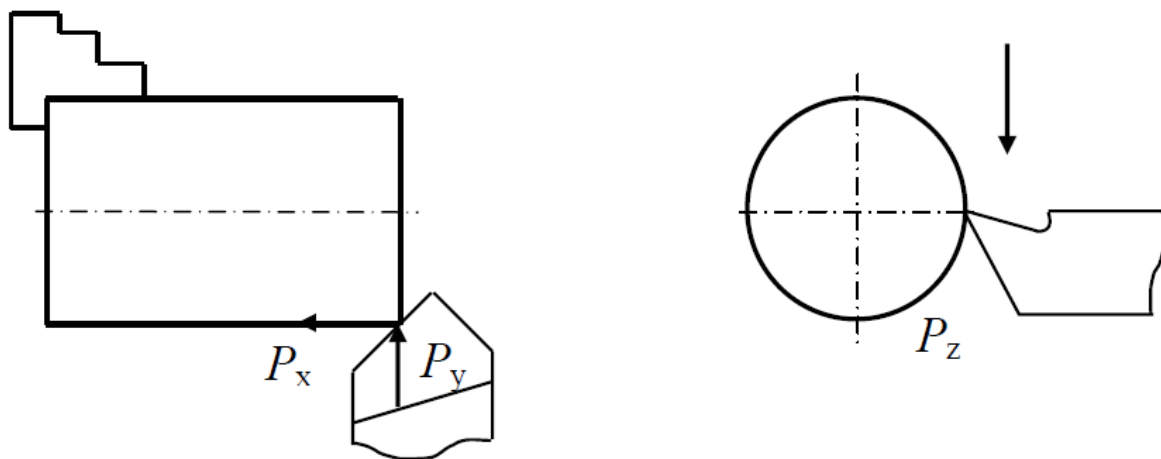


Рис.1. Схемы сил резания, действующих при обработке вала на токарном станке

На деформацию заготовки наибольшее влияние оказывает составляющая сила резания  $P_y$  (рис.1), некоторое влияние также оказывают силы резания  $P_x$  и  $P_z$ . Практически влияние последних учитывается тем, что при испытании жесткости нагружение системы производят силой, совпадающей по направлению с суммарной силой резания, хотя расчет жесткости ведут только по составляющей  $P_y$ . При консольном закреплении вид отклонения формы заготовки в продольном сечении – конусность. При обработке заготовок на металлорежущих станках большую роль играет их жесткость, которая предопределяет точность и производительность обработки, место и усилие зажима, режимы и другие

факторы процесса обработки и его результаты. При обработке консольно закрепленных прутковых заготовок на токарных станках с увеличением вылета консоли увеличивается прогиб заготовки вследствие действия сил резания. Поэтому часто при обработке маложестких заготовок на токарных станках применяют промежуточные опоры (люнеты). При обработке заготовок на станках имеют место выбор зазоров между узлами станка, а также упругие деформации узлов станка, приспособления и инструмента в направлении действия силы резания. Но при выполнении данной работы ими можно пренебречь, так как они во много раз меньше упругой деформации заготовки.

#### Порядок выполнения работы

Заготовка – пруток устанавливается в трехкулачковом патроне токарного станка согласно схеме, приведенной на рисунке 2.

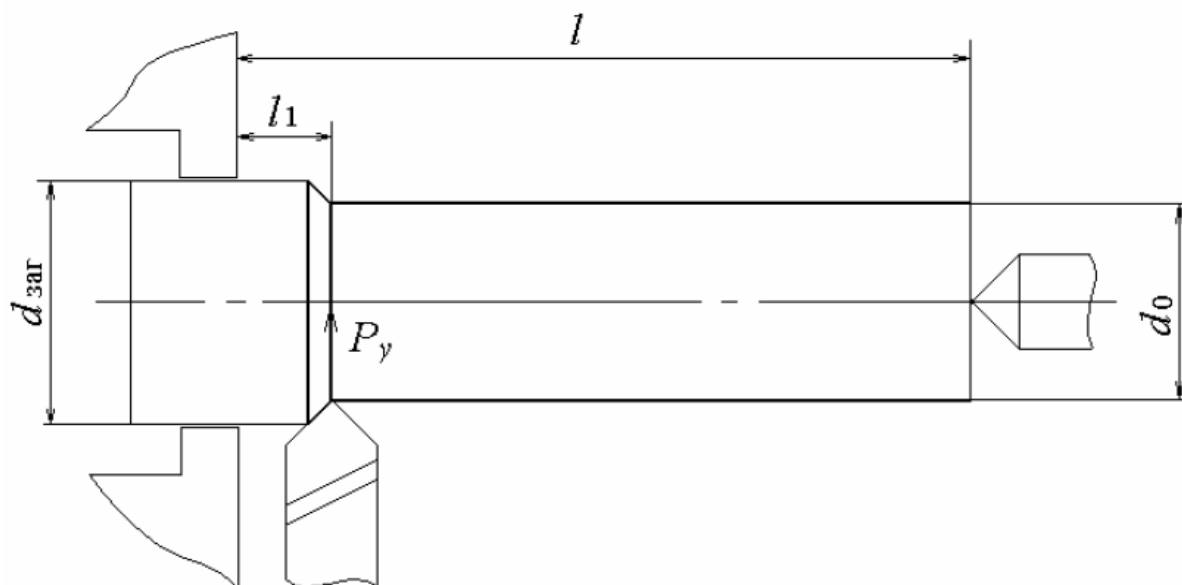


Рис.2. Схема установки заготовки

Для заготовки с диаметром  $d_0 = 15$  мм длина консольной части должна составлять  $l = 160$  мм, а при  $d_0 = 25$  мм –  $l = 200$  мм. После установки заготовка обрабатывается на размер  $d_0$  для устранения погрешностей установки и погрешностей формы заготовки, что обеспечивает равномерность припуска при последующей обработке. Рекомендуется свободный консольный конец заготовки зафиксировать с помощью заднего центра. Предварительная обработка выполняется с небольшой подачей  $s$  и глубиной резания  $t$ . После этого микрометром выполняется замер полученного диаметра заготовки  $d_0$  и результат заносится в отчет. Затем задний центр отводится от консольного конца заготовки и выполняется ее обтачивание по всей длине (кроме технологически необходимого участка  $l_1 \leq 10$  мм). При этом рекомендуются следующие диапазоны параметров используемого режима резания:

- 1) частота вращения шпинделя  $n = 200 - 500$  об/мин;
- 2) подача  $s = 0,1 - 0,3$  мм/об;
- 3) глубина резания  $t = 0,5 - 1,0$  мм.

После токарной обработки производится замер диаметров  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$  в сечениях, соответствующих наибольшей длине вылета заготовки  $l$ , середине заготовки  $0,5l$  и наименьшей длине вылета  $l_1$  (рис.3). Измерение диаметров выпол-



няется микрометром с точностью до 0,01 мм, измерение длин – штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Результаты измерения заносятся в таблицу.

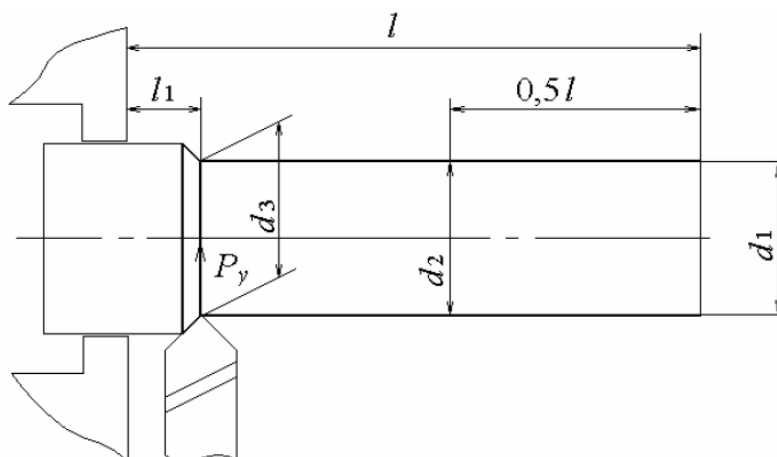


Рис.3. Схема замера диаметров и размеров длин обработанной заготовки

Таблица 1

Экспериментальные и расчетные величины диаметров заготовки

	Положение сечений		
	$l =$	$0,5l =$	$l_1 =$
Диаметр до обработки	$d_0 =$		
Диаметр после обработки	$d_1 =$	$d_2 =$	$d_3 =$
Прогиб	$y_1 =$	$y_2 =$	$y_3 =$
Расчетный диаметр $d_p = d_0 - 2t + 2y$	$d_{p1} =$	$d_{p2} =$	$d_{p3} =$

Сделать выводы на основе сопоставления фактически полученных диаметров с их расчетными величинами.

#### Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схему замера диаметров и размеров длин обработанной заготовки (рисунок 3).
3. Параметры используемого режима резания.
4. Расчет ожидаемых диаметров заготовки (по формулам 1 – 5).
5. Параметры экспериментальных и расчетных величин диаметров заготовки (таблица).
6. Выводы по работе.

#### Вопросы для самопроверки

1. Чем объяснить разницу в расчетных и замеренных диаметрах?
2. Будут ли совпадать расчетные и замеренные диаметры в условиях обеспечения абсолютно жесткой заделки (крепления) детали в патроне?
3. Будут ли уменьшаться погрешности обработки при увеличении глубины резания и подачи?
4. Какую геометрическую форму будет иметь вал после обработки его с консольной установкой в патроне?
5. Какая форма детали получится в случае обработки вала в центрах?
6. Уменьшится ли погрешность формы детали при обработке материалов с

меньшим модулем упругости?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

Тема: «Выполнение наладки токарного и фрезерного станка».

1. Развитие навыка по расчету нормы времени на токарную операцию.
2. Развитие и закрепление навыка по заполнению технологической операции -бланка ОК.

Необходимые материалы:

1. Инструкция для выполнения работы
2. Методическое пособие по заполнению технологической документации.

3. Чертежи деталей. Задание:

Для разработки токарной операции и рассчитанным для неё режимов резания определить норму времени с заполнением полученных данных в бланк ОК.

#### Теоретические положения

Нормы штучного времени -  $T_{штг}$  это необходимые затраты времени на выполнение 1 (штуки) работы.

$$T_{штг} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отл}$$

Нормы штучного времени на выполнения операции включает следующее:

1. Время, затрачиваемое на выполнение приемов, направленных на непосредственное изменение формы, размеров или сечения материалов - это время называют основным  $t_o$  (или обработанное на станке, - машинным  $1m$ ).

$$t_o = L_{рх} / S_n \text{ (минут)}$$

$L_{рх}$  - длина рабочего хода (мм)  $L_{рх} = L_{рез} + L_1 + L_2$  (мм)

$L_{рез}$  - длина обрабатываемой поверхности (мм)

$L_1$  - величина врезания (мм)

$L_2$  - величина перебега (устанавливается по нормативам времени)

2. Время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных приемов (установку, снятия детали, выполнение вспомогательных ходов, контроль размеров) называют вспомогательным временем  $t_v$ .

Выбирается по нормативам времени как  $t_{в1}$  - на установку,  $t_{в2}$  - связано с переходом  $t_{в3}$  на измерение.

3. Сумму затрат времени на выполнение основных и вспомогательных приемов называют оперативным временем  $t_{оп} = t_o + t_v$  это время составляет основную часть штучного времени.

4. Затраты времени на обслуживания рабочего места  $t_{обс}$ , (подготовка к началу работы, заточка инструмента, смазка и т. д.) величина этого времени зависит от вида оборудования и определяется в процентах от оперативного времени. Величина процента выбирается по нормативам времени.

5. Время перерывов на отдых и личные надобности  $t_{отл}$  зависит от затрат физических усилий и интенсивности работы, определяется в процентах от оперативного времени.

Величина процента выбирается по нормативам времени.

6. Для выполнения операции необходимо наладить станок, т.е. установить приспособление и инструмент, настроить на размер и т.д.; по окончании обработки партий деталей привести оборудование в исходное положение (снять приспособление, инструмент ...) Затраты времени на выполнение этих действий называется подготовительно - заключительным временем -  $T_{пз}$ . Его величина зависит от сложности наладки и выбирается по нормативам времени

7. В состав штучно калькуляционной нормы времени  $T_{штк}$  подготовительно заключительное время входит как часть, приходящаяся на одну деталь в партии таким образом:

$$T_{штк} = T_{штг} + \frac{T_{пз}}{n}$$

n - производственная партия деталей (число деталей одного типа размеров и наименования одновременно запускаемое в работу).

8. В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве определяется  $T_{шт}$ . В крупносерийном и массовом производстве -  $T_{шт}$ : так как наладкой занимается наладчик.

9. Конечным показателем производительности обработки является сменная норма выработки ( $H(шт.)$ )

$$H = T_{см} / T_{шт} \quad \text{время за смену / мин}$$

#### Алгоритм выполнения работы

1. Рассчитать ( $t_0$ ) основное время для перехода, используя данные режимы резания по предыдущей работе. Определить  $l_0$  для операции.

2. Выбрать по нормативам времени все составляющие нормативного времени ( $t_{в1} \cdot t_{в2} \cdot t_{в3}$ )'. Определить  $t_в$  на операцию.

3. Рассчитать оперативное время  $t_{оп}$  (мин).

4. Рассчитать время на обслуживание ( $t_{обс}$ ).

5. Рассчитать время на отдых ( $t_{отл}$ )-

6. Рассчитать штучное время ( $t_{шт}$ ).

7. Выбрать подготовительное и заключительное время ( $t_{п.з.}$ ).

8. Рассчитать штучное калькуляционное время ( $t_{шт.к.}$ ).

9. Рассчитать сменную норму выработки ( $H_{см}$ ).

10. Занести расчетные данные в бланк ОК. -

#### Отчет должен содержать

1. Цель работы.

2. Задание.

3. Порядок и определенные составляющие, элементы, нормы времени.

4. Бланк ОК с заполненными графами Элементов штучного времени.

5. График оценки овладения материалом.

6. Ответы на вопросы.

7. Список литературы.

## Лабораторная работа №8

**Тема: «Нормирование сверлильной операции».**

Цель работы:

1. Развитие навыка по расчету нормы времени на сверлильную операцию.
2. Развитие и закрепление навыка по заполнению технологической операции - бланка ОК.

Необходимые материалы:

1. Инструкция для выполнения работы
2. Методическое пособие по заполнению технологической документации.
3. Чертежи деталей.

Задание:

Для разработки токарной операции и рассчитанным для неё режимов резания (Работы № 9,10) определить норму времени с заполнением полученных данных в бланк ОК.

### Теоретические положения

Нормы штучного времени -  $T_{шт}$  - это необходимые затраты времени на выполнение 1 (штуки) работы.

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отл}$$

Нормы штучного времени на выполнения операции включает следующее:

1. Время, затрачиваемое на выполнение приемов, направленных на непосредственное изменение формы, размеров или сечения материалов - это время называют основным  $t_o$  (или обработанное на станке, - машинным  $1m$ ).

$$t_o = L_{px} / S_n \text{ (минут)}$$

$L_{px}$  - длина рабочего хода (мм)

$$L_{px} = L_{рез} + L_1 + L_2 \text{ (мм)}$$

$L_{рез}$  - длина обрабатываемой поверхности (мм)

$L_1$  - величина врезания (мм)

$L_2$  - величина перебега (устанавливается по нормативам времени)

2. Время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных приемов (установку, снятия детали, выполнение вспомогательных ходов, контроль размеров) называют вспомогательным временем  $t_b$ .

Выбирается по нормативам времени как  $t_{b1}$  - на установку,  $t_{b2}$  - связано с переходом  $t_{b3}$  на измерение.

3. Сумму затрат времени на выполнение основных и вспомогательных приемов называют оперативным временем  $t_{оп} = t_o + t_b$  это время составляет основную часть штучного времени.

4. Затраты времени на обслуживания рабочего места  $t_{обс}$ , (подготовка к началу работы, заточка инструмента, смазка и т. д.) величина этого времени зависит от вида оборудования и определяется в процентах от оперативного времени. Величина процента выбирается по нормативам времени.

5. Время перерывов на отдых и личные надобности  $t_{отл}$  зависит от затрат физических усилий и интенсивности работы, определяется в процентах от оперативного времени.

Величина процента выбирается по нормативам времени.

6. Для выполнения операции необходимо наладить станок, т.е. установить при-

способление и инструмент, настроить на размер и т.д.; по окончании обработки партий деталей привести оборудование в исходное положение (снять приспособление, инструмент ...) Затраты времени на выполнение этих действий называется подготовительно — заключительным временем —  $T_{пз}$ . Его величина зависит от сложности наладки и выбирается по нормативам времени

7. В состав штучно калькуляционной нормы времени  $T_{штк}$  подготовительно заключительное время входит как часть, приходящаяся на одну деталь в партии таким образом:

$$T_{штк} = T_{шт} + T_{пз}/n \text{ (мин)}$$

$n$  - производственная партия деталей (число деталей одного типа размеров и наименования одновременно запускаемое в работу).

8. В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве определяется  $T_{штк}$ . В крупносерийном и массовом производстве —  $T_{штк}$  так как наладкой занимается наладчик.

9. Конечным показателем производительности обработки является сменная норма выработки ( $H$ (шт.))

$$H = T_{см}/T_{шт} \quad \text{время за смену/мин}$$

Рекомендации по процессу нормирования операции:

1. Основное время  $t_0$  (мин) рассчитывается для каждого выполняемого перехода.

$$t_0 = L_{р.х.}/n \cdot s$$

$L_{р.х.}$  - длина рабочего хода (мм)

$$L_{р.х.} = l_{рез} + l_1 + l_2 \text{ (ММ)}$$

2. Вспомогательное время  $t_{в.}$ , выбирать по нормативам времени.

При этом ( $t_{в2}$ ) время на выполнение перехода. Необходимо учесть все переходы и дополнительные приемы переключение чисел оборотов, подачи, замена инструмента, поворот детали и т.д.

#### Алгоритм выполнения работы

1. Рассчитать ( $t_0$ ) основное время для перехода, используя данных режимов резания по предыдущей работе. Определить  $t_0$  для операции.

2. Выбрать по нормативам времени все составляющие нормативного времени ( $t_{в1}$   $t_{в2}$ ,  $t_{в3}$ )- Определить  $t_{в}$  на операции.

3. Рассчитать оперативное время  $t_{оп}$  (мин).

4. Рассчитать время на обслуживание ( $t_{обс}$ )-

5. Рассчитать время на отдых ( $t_{отл}$ ).

6. Рассчитать штучное время ( $t_{шт}$ ).

7. Выбрать подготовительное и заключительное время ( $t_{пз}$ ).

8. Рассчитать штучно калькуляционное время ( $t_{шт.к}$ ).

9. Рассчитать сменную норму выработки ( $H_{см}$ ).

10. Занести расчетные данные в бланк ОК.

#### Отчет должен содержать

1. Цель работы.

2. Задание.

3. Порядок и определенные составляющие, элементы, нормы времени.

4. Бланк ОК с заполненными графами элементов штучного времени.

5. График оценки овладения материалом.

6. Ответы на вопросы.
7. Список литературы.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

Тема: «Выполнение наладки сверлильного и шлифовального станка»

1. Развитие и закрепление навыка по назначению режимов резания при проектировании операции механической обработки.
2. Развитие и закрепление навыка по заполнению технологической документации - бланка ОК.
3. Развитие навыка по расчету нормы времени на шлифовальную операцию.

#### Задания

Рассчитать режимы резания и норму времени на шлифовальную операцию.

#### Теоретические положения

К основным видам шлифовальных работ относятся:

- круглое наружное;
- внутреннее;
- бесцентровое;
- плоское;
- резьбошлифовальное;

Каждый из указанных видов шлифования в свою очередь, в зависимости от оборудования, абразивных инструментов, расположения поверхностей и других факторов делится на разновидности; например, круглое шлифование производится по методу радиальной подачи, методу продольной подачи или путем глубинного шлифования, что обуславливает особенности количества и виды движений при обработке.

#### Рекомендации по определению режимов резания.

1. Уточнение исходных данных.

- материал детали; твердость HRC; группа обрабатываемости;
- шероховатость обрабатываемой поверхности;
- направление всех движений инструмента к детали;
- величина припуска;
- наименование и модель станка; характеристика шлифовального круга (принимаются по паспорту станка);
- определение способа установки детали;

2. Режимы резания устанавливаются, по нормативам режимов резания с учетом вида шлифования.

При нахождении режимов резания необходимо:

- обратить внимание на возможность наличия предварительной ( $S_{пр}$ ) и окончательной ( $S_{ок}$ ) подач разных по величине, это характерно для автоматического режима работы и направлено на повышение качества обрабатываемой поверхности, без особого увеличения затрат времени;
- при определении по нормативам скорости вращения или движения детали большие значения принимать при высоких требованиях к шероховатости поверхности;
- скорость вращения шлифовальных кругов (скорость резания) постоянна для каждого типа станка и на величину основного времени не влияет;
- установленные режимы корректируются по паспорту станка (для шлифовальных работ, как правило, регулирование режимов резания осуществляется бесступенчато и действительные величины режимов резания, соответствуют выбранным нормативным значениям;
- мощность на шлифование определяют по нормативам;

3. При определении затрат времени на выполнение шлифовальной операции



необходимо:

- при расчете основного времени  $t_0$  (мин) определить длину рабочего хода  $L_{р.х.}$  (мм) в зависимости от вида обработки, либо в зависимости от длины обрабатываемой поверхности (при продольной подаче), либо от величины припуска (при поперечной подаче)
- вспомогательное время ( $t_{в}$ ) выбирается по нормативам времени на операцию с учетом установки детали и, если отдельно проводится изменение, то выбирается время на измерение ( $t_{вз}$ )
- время на обслуживание рабочего места  $t_{обс.}$  рассчитывается как

$$T_{обс.} = T_{тех.обс.} + T_{орг.обс.}$$

$T_{тех.обс.}$  - время на техническое обслуживание связано с правкой шлифовального круга.

$$t_{м.обс.} = \frac{T_n * t_0}{T_m}$$

$T_n$  - время на правку (выбирается по нормативам)

$t_0$  - основное время

$T_m$  - машинная стойкость шлифовального круга.

$t_{орг.обс.}$  - время на организационное обслуживание определяется в процентах от оперативного времени ( $t_{оп}$ ) величина процента выбирается по нормативам.

#### Алгоритм выполнения

1. Указать исходные данные по детали, станку, приспособлению, шлифовальному кругу.
2. Выполнить операционный эскиз
3. Выбрать режимы резания по нормативам режимов резания (необходимые  $S$ ;  $V_{рез}$ ) и уточнить по паспорту станка.
4. Рассчитать основное время  $t_0$
5. Выбрать вспомогательное время на операцию  $t_{в1,2}$  И при необходимости  $t_{вз}$
6. Рассчитать  $t_{опер}$
7. Время на обслуживание  $t_{обс.}$
8. Рассчитать время на отдых ( $t_{отл}$ )-
9. Рассчитать штучное время ( $t_{шт}$ )-
10. Выбрать подготовительное и заключительное время ( $t_{пз}$ ).
11. Рассчитать штучное калькуляционное время ( $t_{шт к}$ ).
12. Рассчитать сменную норму выработки ( $N_{см}$ ).

#### Отчет должен содержать

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Порядок и определенные составляющие, элементы, нормы времени.
4. Бланк ОК с заполненными графами элементов штучного времени.
5. График оценки овладения материалом.
6. Ответы на вопросы.
7. Список литературы.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислить виды движений резания при круглом продольном шлифовании.
2. Основные недостатки бесцентрового литья.
3. Назначение выхаживания и его сущность.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

Тема: «Проведение наладки токарного станка с ЧПУ».

**Цель работы:** ознакомление с основными узлами и элементами токарного станка с ЧПУ, приобретение практических навыков управления токарным станком с ЧПУ в ручном режиме. Освоение ввода компенсаций инструмента по осям X, Z, привязки к нулю детали (работа рассчитана

2 академических часа).

### Порядок выполнения работы

1 Запустить среду обучения оператора станков с ЧПУ щелчком по соответствующему ярлыку на рабочем столе.

2 В открывшемся окне выбрать токарный вариант станка, английскую версию интерфейса «Machine familiarisation» – «Lathe familiarization» – «Complete machine» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Главное окно программного комплекса Operating and programming 840D

3 Ознакомиться с клавишами управления камерой: щелкнуть кнопку «?», затем выбрать панель «Keyboard assignment».

Посредством пробных нажатий соответствующих клавиш ознакомиться с особенностями управления камерой. Затем закрыть панель.

4 Используя разделы меню «Machine familiarisation», изучить основные узлы токарного станка с ЧПУ и принцип их работы.

5 Изучить назначение клавиш пульта оператора (рисунок 2).



Рисунок 2 – Лицевая панель пульта оператора

6 Изучить назначение узлов станка:

- узлы, размещенные на станине;
- принцип действия передачи винт-гайка;
- узлы суппорта;
- револьверная головка;
- шпиндельный узел;
- задняя бабка;
- состав привода:
  - а) блок питания;
  - б) логика включения станка;
  - в) движения осей;
- основные элементы станка.

7 Управление станком.

Для получения практических навыков управления станком перейти в раздел «Machine set-up/Setting up the machine» (рисунок 3).

7.1 Отработать включение станка, выбрав подраздел «Switchin on».

7.2 Отработать ручные перемещения, выбрав подраздел «Manual movement».

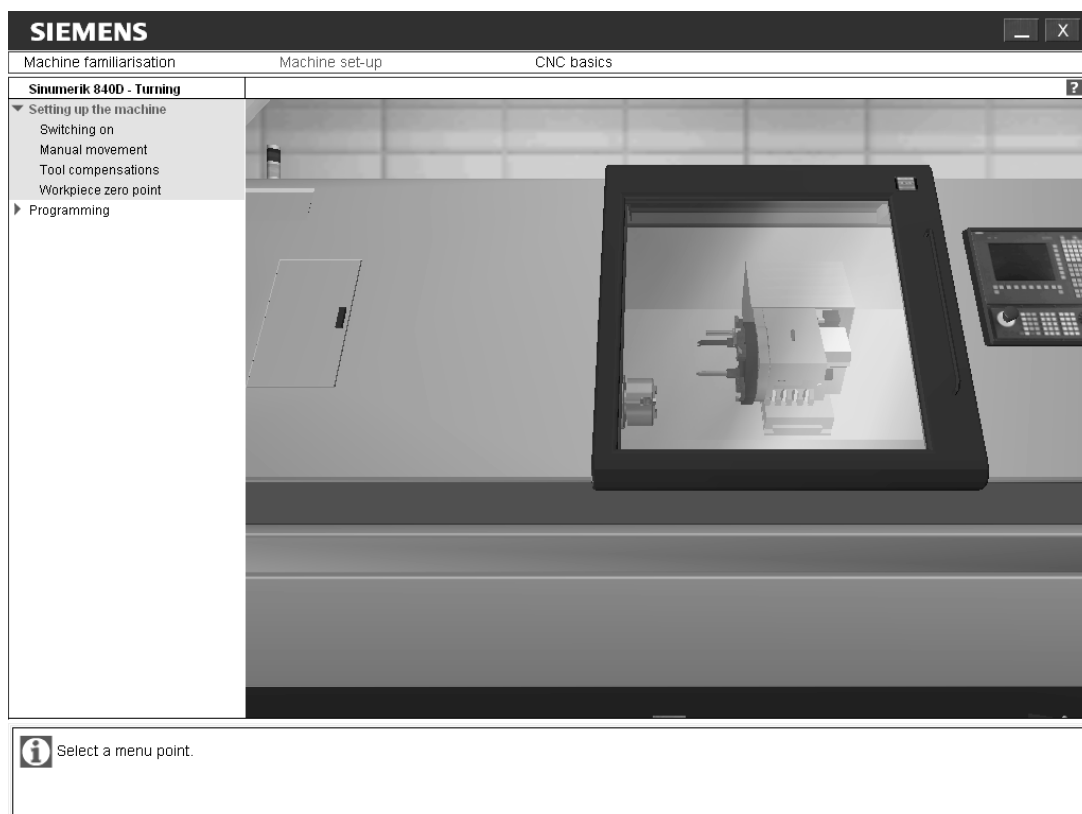


Рисунок 3 – Раздел «Включение станка и запуск ЧПУ. Наладка станка»

7.3 Отработать ввод компенсации инструмента, выбрав подраздел «Tool Compensation».

7.4 Выполнить привязку инструмента, выбрав подраздел «Workpiece Zero Point».

8 Составить отчет по практической работе и представить его преподавателю для проверки и защиты.

### Типовой отчет по лабораторной работе № 1

- 1 Цель лабораторной работы.
- 2 На рисунке 4 выносками указать назначение клавиш и элементов пульта.
- 3 Основные узлы, размещенные на станине.
- 4 Принцип действия шарико-винтовой пары (рисунок 5).
- 5 Принцип действия измерителя перемещений (рисунок 6).
- 6 Узлы суппорта.
- 7 Система координат токарного станка (рисунок 7).
- 8 Принцип перемещений суппорта с помощью шарико-винтовой пары и линейного двигателя (рисунок 8).
- 9 Револьверная головка и режущий инструмент, применяемый на токарном станке (рисунок 9).

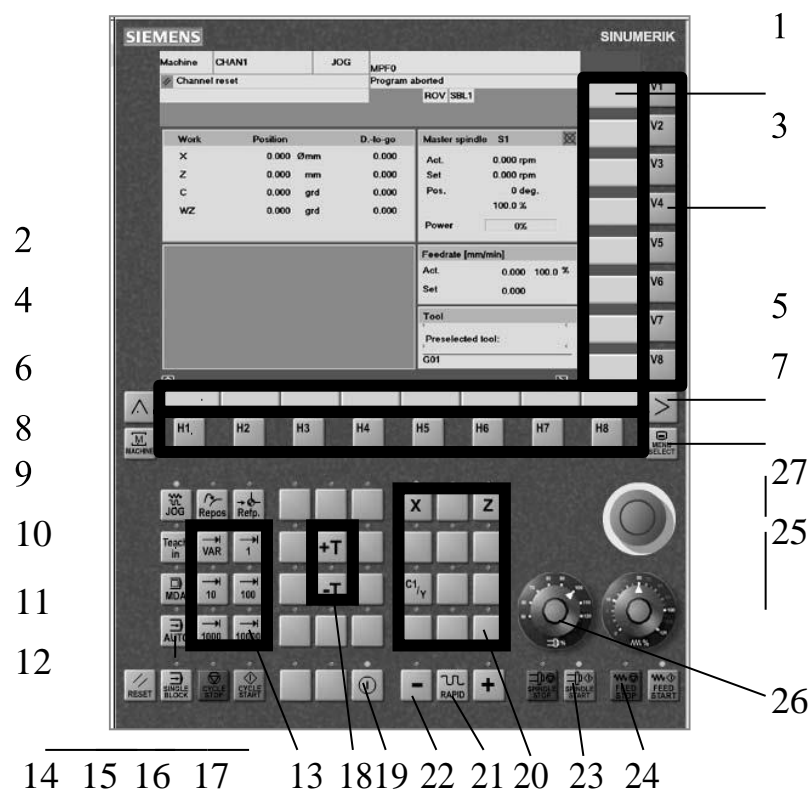


Рисунок 4 – Пульт управления (выносками указать назначение клавиш и элементов пульта)

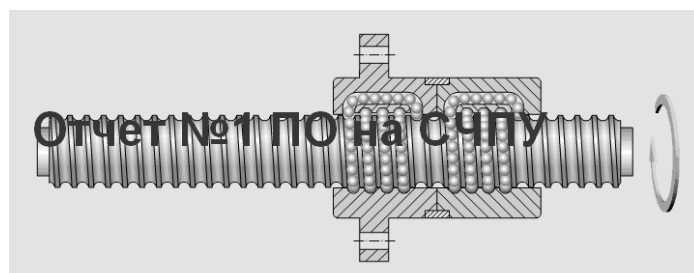


Рисунок 5 – Шарико-винтовая пара

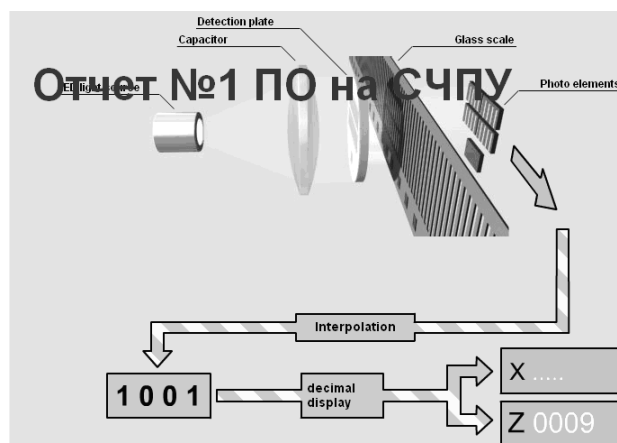


Рисунок 6 – Измеритель перемещений

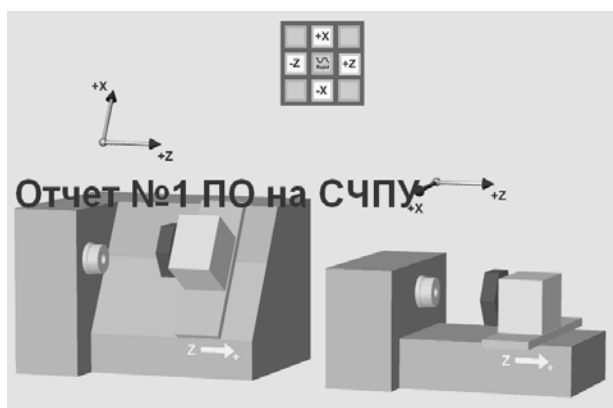


Рисунок 7 – Система координатно-карного станка с ЧПУ

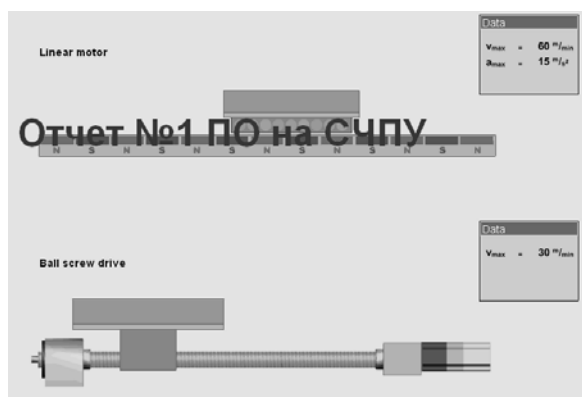


Рисунок 8 – Перемещение суп-порта токарного станка с ЧПУ

1

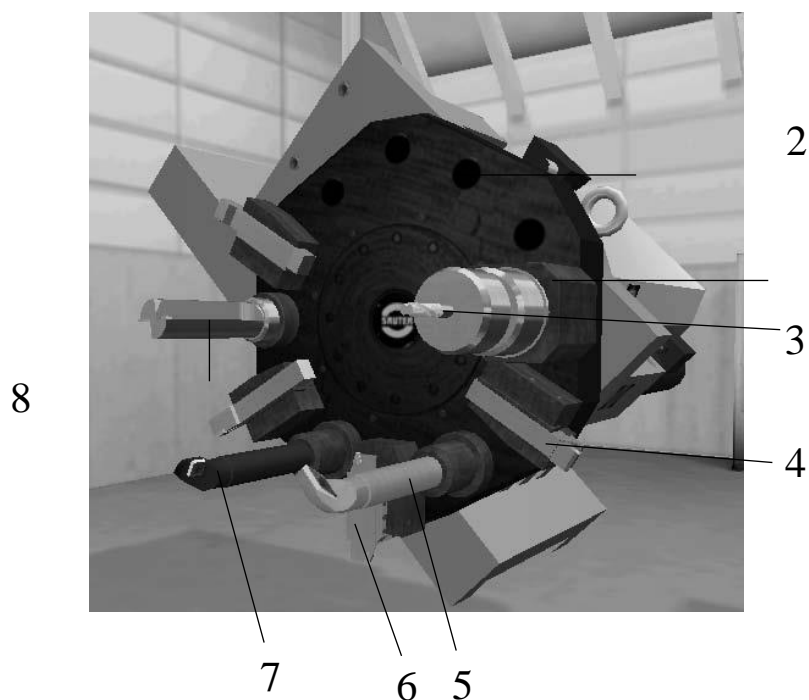


Рисунок 9 – Общий вид револьверной головки токарного станка с ЧПУ

- 10 Шпиндельный узел.
- 11 Закрепление заготовок (рисунок 10).
- 12 Состав и особенности работы приводов станка.
  - 12.1 Условия включения станка (рисунок 11).
  - 12.2 Отработка управляющих программ.
- 13 Основные элементы станка (рисунок 12).
- 14 Управление станком – описать основные приемы, связанные с включением станка и ручными перемещениями.
- 15 Сделать выводы.

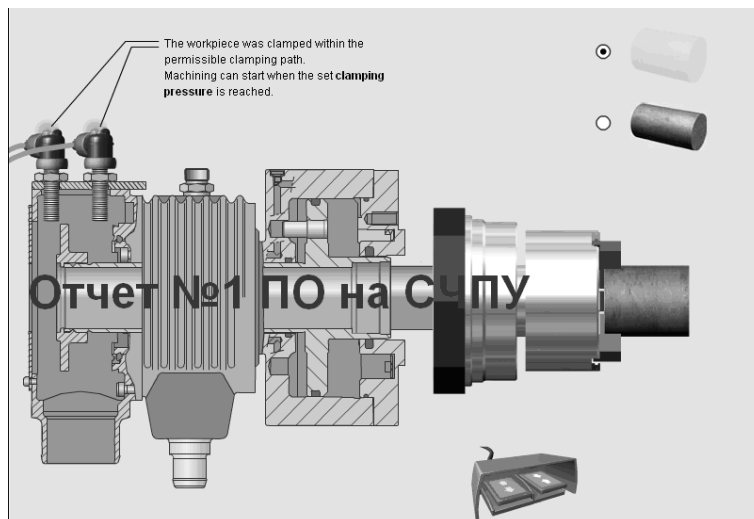


Рисунок 10 – Закрепление заготовки на токарном станке с ЧПУ

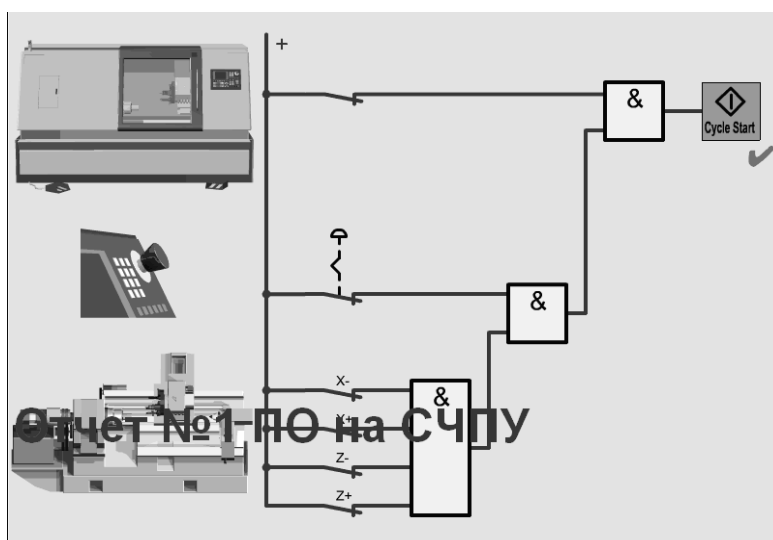
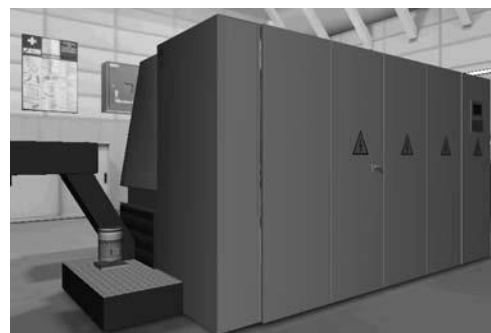
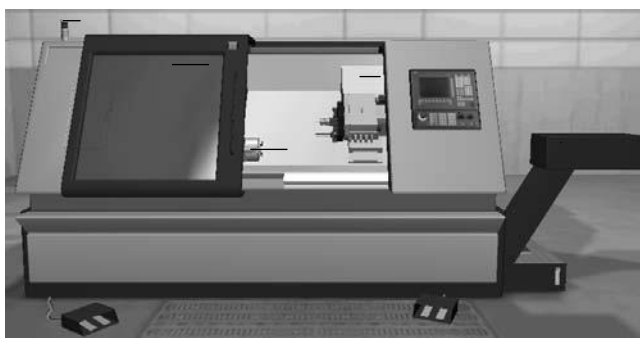


Рисунок 11 – Схема включения станка с ЧПУ

13      1      2      4      3      5      6





## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: «Выполнение наладки многоцелевого станка с ЧПУ».

**Цель работы:** приобретение практических навыков управления токарным станком с ЧПУ, наладки станка на обработку, привязки сверла и расточного резца, ввода и редактирования управляющих программ (работа рассчитана на 2 академических часа).

### 2.1 Программное обеспечение

Программный комплекс Swansoft CNC simulation software (SSCNC).

#### Порядок выполнения работы

1 Осуществить запуск программной симуляции токарного станка с ЧПУ Siemens 802S (рисунок 13).

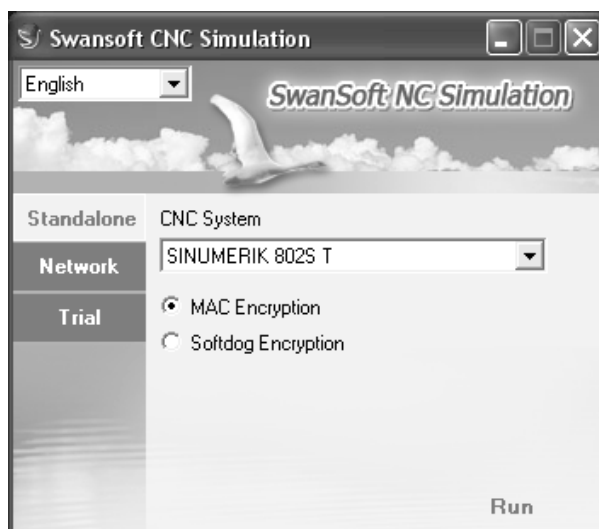


Рисунок 13 – Окно запуска симулятора SSCNC

2 Осуществить ввод управляющей программы.

2.1 Выбрать раздел «Programs» / «New».

2.2 Выбрать «New», ввести имя программы и нажать «ОК».

2.3 Присвоить имя программы – фамилия студента «...».

2.4 Осуществить ввод программы для обработки внутреннего контура детали, представленной на рисунке 14.

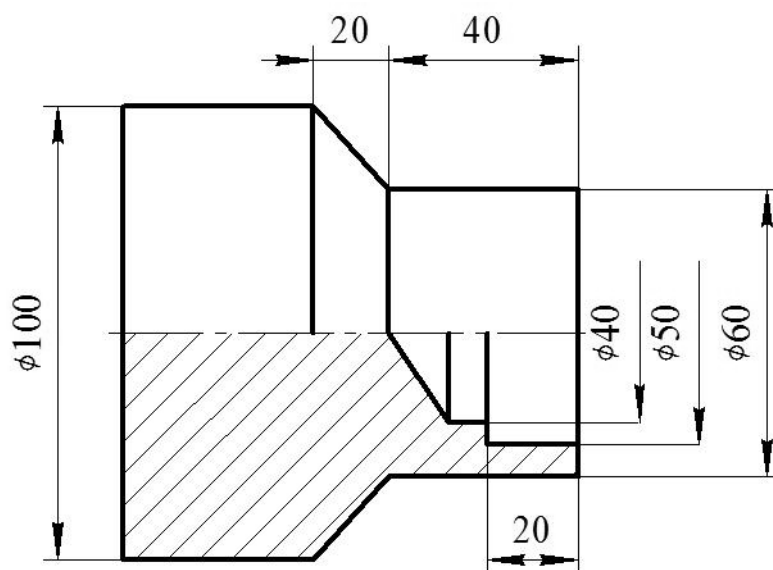


Рисунок 14 – Чертеж детали


Текст управляющей программы для обработки внутреннего контура детали (см. рисунок 14).

```

N10 T4 D1 M08
N20 F0.5 S500 M03
N30 G00 X0 Z2
N40 G01 Z-40
N50 Z2 F3
N60 G00 X150 Z50
N70 T6 D1
N80 F1 S1000
N90 G00 X50 Z2
N100 G01 Z-20
N110 X38
N120 G00 Z2
N130 X150 Z50
N140 M05
N150 M09
N160 M30

```

2.5 Завершить ввод командой «Close».

2.6 Загрузить программу на исполнение, выбрав «Select», и вернуться на страницу оператора, нажав кнопку .

3 Осуществить наладку станка на обработку.

3.1 Задать размеры заготовки Ø100 и длину 100 мм во вкладке «Workpiece» – «Stock Size» (рисунок 15).

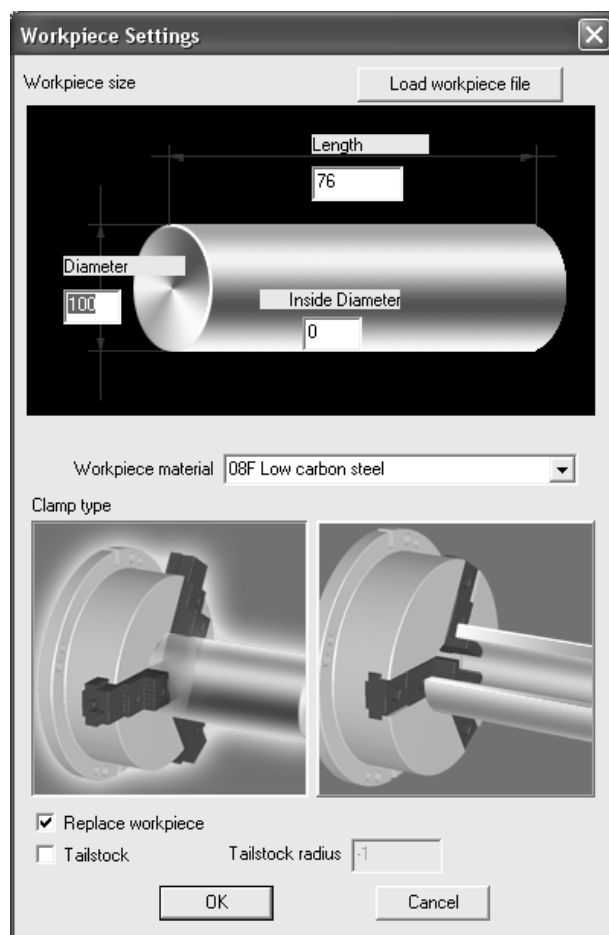


Рисунок 15 – Задание размеров заготовки

3.2 Отрегулировать сопла подачи СОЖ, выбрав вкладку «Machine Operation» – «Adjust Coolant».

3.3 Подобрать и задать режущий инструмент, загрузить в револьверную головку («Machine Operation» – «Tool Management»):

- установить сверло (205) в позицию 4, задав диаметр 40 (рисунок 16);

- установить расточной резец (500) в позицию 6, уменьшив длину державки до 100 мм.

4 Выполнить привязку осей: «Ref», «X+», «Z+».

5 Выполнить привязку инструмента: установить сверло в рабочую позицию (режим «MDI»/ затем набрать T4 D1 и «Cycle Start»).

6 Перейти в режим ручного управления станком: «Jog».

7 Включить вращение шпинделя (режим «MDI», затем набрать S100 M03 и «Cycle Start»).

8 Используя клавиши перемещения по осям X и Z (рисунок 17), коснуться сверлом торца детали, попав в нуль детали (при привязке в системе координат станка MCS установить сверло по оси X на 30.000 мм,

в системе координат детали WCS –  $X = 0.000$ ). Нажимая «-Z», выполнить предварительное сверление отверстия на глубину до 20 мм.

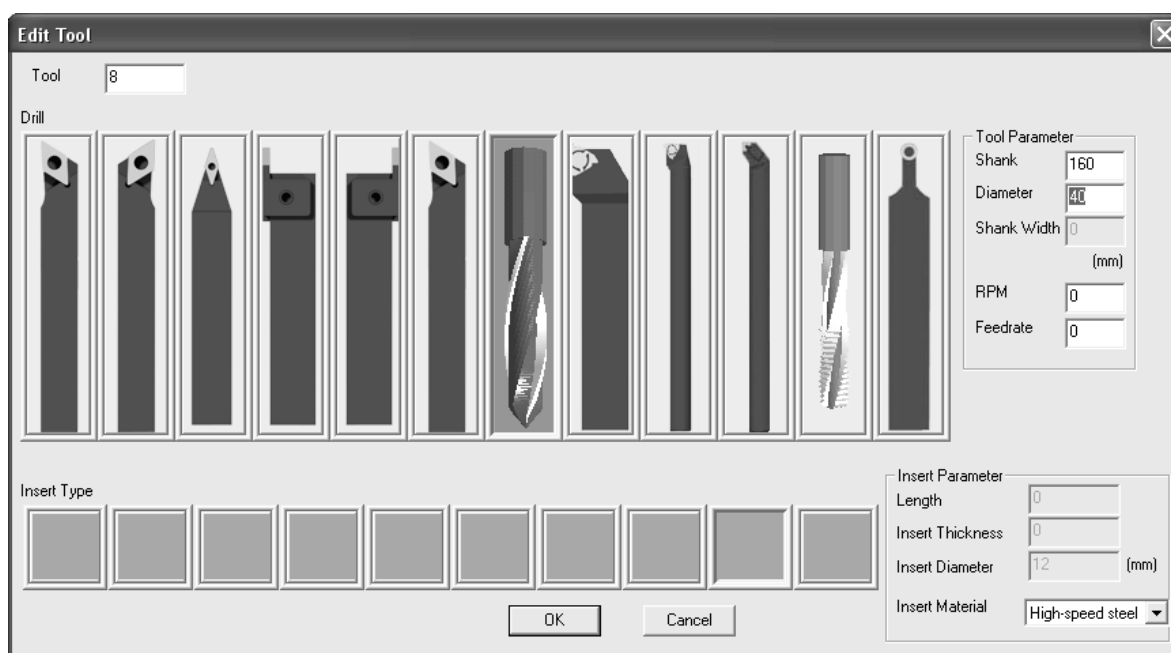


Рисунок 16 – Выбор сверла из магазина инструментов



Рисунок 17 – Управление станком при имитации обработки

9 Выключить вращение шпинделя, сверло после сверления не отводить. Выполнить измерение длины сверления.

10 Выполнить привязку сверла.

10.1 Нажать «Menu», «Parameter» 2, затем «Tool Corr.» (рисунок 18).



Рисунок 18 – Управляющие кнопки программы

Проверить соответствие номера позиции (4), номера инструмента (205) и номера корректора (1).

Если номер инструмента в 4 позиции не соответствует сверлу (205), то необходимо удалить инструмент из 4 позиции («Delete tool») и создать новый («New tool»), указав T4 и тип инструмента 205 – сверло.

#### 10.2 Выбрать «Get. Comp.».

Привязку по диаметру выполнять не нужно:

- нажать «Next Axis»;
- выполнить привязку по оси Z;
- ввести длину просверленного отверстия для оси Z со знаком «минус»;
- нажать кнопку «Calculate»;
- запомнить значение коррекции и нажать кнопку «OK».

10.3 Проверку правильности коррекции выполнить, нажав кнопку 3 (см. рисунок 18).

При правильной коррекции координата «Z» должна быть равна длине просверленного отверстия со знаком «минус», а «X» = 0 (в системе координат детали – WCS).

#### 11 Выполнить привязку расточного резца.

11.1 Установить резец в рабочую позицию (режим «MDI»/ затем набрать T6 D1 и «Cycle Start»).

11.2 Перейти в режим ручного управления станком: «Jog».

11.3 Включить вращение шпинделя (режим «MDI», затем набрать S100 M03 и «Cycle Start»).

11.4 Используя клавиши (см. рисунок 17), расточить просверленное отверстие на длину 2...4 мм.

11.5 Выключить вращение шпинделя и выполнить измерение диаметра и длины проточки. Запомнить эти величины для дальнейшей коррекции резца. Резец не отводить от детали.

11.6 Нажать «Menu», «Parameter» 2, затем «Tool Corr.».

11.7 Проверить соответствие номера позиции (6), номера инструмента (500) и номера корректора (1).

Если номер инструмента в 6 позиции не соответствует расточному резцу (500), то необходимо удалить инструмент из 6 позиции («Delete tool») и создать новый («New tool»), указав T6 и тип инструмента 500 – расточной резец.

11.8 Выбрать «Get. Comp.» и выполнить привязку по диаметру:

- ввести измеренный диаметр;
- нажать «Calculate»;
- нажать «OK»;
- заново выбрать «Get. Comp.»;
- нажать «Next Axis»;
- выполнить привязку по оси Z;

- ввести длину ступеньки отверстия после пробного растачивания по оси Z со знаком «минус»;
- нажать кнопку «Calculate»;
- запомнить значение коррекции и нажать кнопку «ОК».

12 Выполнить пробную обработку.

12.1 Закрыть дверь рабочей зоны, выбрав вкладки «Machine Operation» – «Machine Door».

12.2 Запустить управляющую программу, нажав кнопки «AUTO» и «Cycle Start».

12.3 В случае остановки обработки устранить ошибки (программы или привязки).

12.4 После завершения обработки проверить размеры детали.

## **Типовой отчет по лабораторной работе № 2**

1 Цель лабораторной работы.

2 Ввод текста управляющей программы.

3 Наладка сверла и расточного резца.

4 Результаты пробной обработки.

5 Контроль параметров точности обработанных внутренних поверхностей детали.

6 Сделать выводы.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6**

Тема: «Осуществление разборки и подготовки к транспортировке 3D принтера».

**Цель:** Получить практические навыки по разборке 3D- принтера

**Оборудование:** Методические указания по выполнению практической работы, справочная литература, инструкция

### **Содержание работы**

1. Анализ задания.
2. Выбор способа транспортировки
3. Оформление отчета.

### **Задание**

Проанализировать методы разбора и провести транспортировку принтера.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

### Основные учебные издания:

1. Кравченко Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие для СПО / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Саратов: Профобразование, 2021. — 139 с. — ISBN 978-5-4488-1193-7. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105721>
2. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства: учебное пособие для СПО / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Саратов: Профобразование, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-4488-0564-6. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92180>
3. Аддитивные технологии в дизайне и художественной обработке материалов: учебное пособие для СПО / Е. С. Гамов, В. А. Кукушкина, М. И. Чернышова, И. Т. Хечиашвили. — 2-е изд. — Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2021. — 72 с. — ISBN 978-5-00175-028-4, 978-5-4488-0979-8. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/101612>

### Электронные издания (электронные ресурсы)

4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru>