

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра машиностроения

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 621.7 (073)

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *А.И. Кексин, Е.Г. Злотников, В.А. Красный*, СПб, 2019. 54 с.

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Системы управления и программирование оборудования с ЧПУ» предназначены для студентов бакалавриата направления 15.03.01 «Машиностроение».

Научный редактор проф. *В.В. Максаров*

Рецензент проф. *Д.В. Васильков* (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Лабораторная работа №1
Назначение, устройство и эксплуатация
токарного станка с ЧПУ Emco Concept Turn 250

Цель и задачи лабораторной работы

Целью лабораторной работы является первоначальное знакомство с оборудованием с числовым программным управлением, расположенным в специализированных лабораториях кафедры машиностроения Санкт-Петербургского горного университета, в частности с токарным станком с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*. Реализация цели осуществляется посредством выполнения следующих задач:

1. изучения принципа действия, устройства и технологических возможностей токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*;
2. ознакомления с последовательностью включения и выключения токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

Основные теоретические положения

1.1 Принцип действия станка с ЧПУ

Традиционно станок с ЧПУ состоит из двух элементов: станка и системы с ЧПУ [1, 2]. Главной особенностью станков с ЧПУ является то, что управление станком происходит автоматически посредством компьютера, находящегося внутри корпуса станка, и управляющей программы. Принцип действия такого оборудования заключается в следующем. По предварительно написанной управляющей программе, состоящей из определенного количества кадров, расположенных в строго последовательном порядке, соответствующему операциям обработки, исполнительные органы станка перемещаются в рабочей зоне при помощи двигателей, которым посылаются команды от компьютера, читающего управляющую программу. Обратная же связь, позволяющая контролировать расположение исполнительных органов в рабочей зоне, осуществляется при помощи датчиков, установленных в станке с ЧПУ на направляющих, которые воспринимают информацию о фактической позиции исполнительных органов и посылают ее обратно в компьютер. Результатом такой взаимосвязи «компьютер – исполнительные органы станка –

компьютер» служит механическая обработка заготовок в автоматическом режиме.

1.2 Устройство токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*

Общий вид токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* показан на рисунке 1, на котором изображены: 1 - главный шпиндель; 2 - централизованная система смазки; 3 - пневматическая система, пневматический блок и вентили; 4 - станочный светильник; 5 - манипулятор инструментом (12-разрядный револьвер с инструментами с и без привода); 6 - задняя бабка; 7 - аварийный выключатель; 8 - заменяемая панель ввода информации (зависит от используемой системы управления); 9 - фирменная табличка; 10 - главный выключатель станка (запираемый); 11 - дверцы станка; 12 - отделение с откидной клавиатурой; 13 - встроенный ПК; 14 - боковая корпусная поверхность; 15 - ванна; 16 - фильтр; 17 - насос; 18 - защитная планка для автоматического закрытия дверей; 19 - оптический прибор для предварительной установки; 20 - сигнальная лампочка; 21 - улавливающее детали устройство; 22 - крепление станка к поверхности; 23 - нивелирный и крепежный материал; 24 - устройство для отвода стружки.

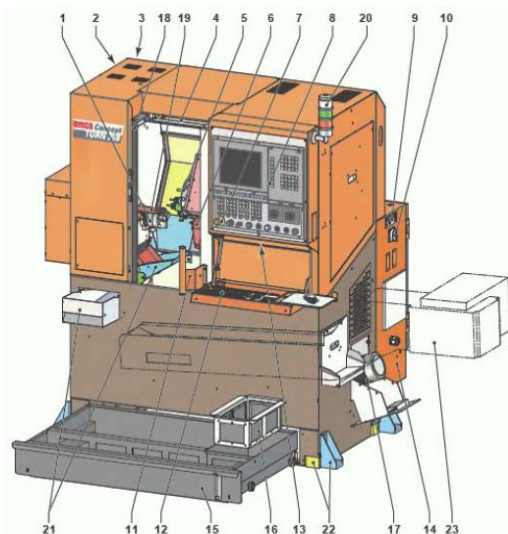


Рис. 1. Общий вид токарного станка *Emco Concept Turn 250*

Всю совокупность элементов рассматриваемого оборудования возможно представить в виде взаимосвязанных систем, установленных на основании, которое представляет собой массивную сварную конструкцию. На основании базируются: система кареток и приводов; система управления; пневматическая система; централизованная система смазки; система охлаждающего вещества; электрическое оборудование и иные вспомогательные элементы станка.

Система кареток и приводов (рис. 2) является одним из основных узлов токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*. От функционирования данной системы полностью зависит точность механической обработки и, как следствие, качество изготавливаемой продукции. Рассматриваемый узел включает в себя: 1 - станину; 2 - главный шпиндель; 3 - манипулятор инструментом; 4 - привод каретки оси X; 5 - каретка оси X; 6 - привод каретки оси Z; 7 - полый зажимный цилиндр; 8 - главный двигатель; 9 - каретка оси Z; 10 - задняя бабка.

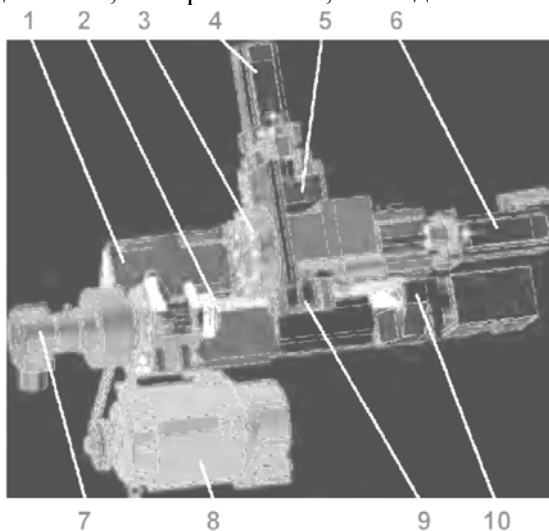


Рис. 2. Система кареток и приводов

Функционирование данной системы происходит следующим образом. По роликовым направляющим станины 1, изготовленной из серого чугуна, предельно устойчивого к скручиванию и гасящего

вибрации, на продольных 9 и поперечных 5 каретках посредством приводов 4 и 6 перемещается суппорт, на котором установлен манипулятор инструментом 3 (револьверная головка). В это же время главный двигатель 8 передает крутящий момент шпинделю 2, на котором при помощи зажимного приспособления закреплена заготовка с возможностью, в случае, достаточно длинного размера, прижима ее пинолью задней бабки 10, перемещающейся по точно изготовленным направляющим в форме ласточкина хвоста. В момент соприкосновения режущей кромки инструмента с заготовкой происходит процесс резания. Нарушение работы одного из этих элементов системы может привести к потере качества процесса механической обработки.

Как отмечалось выше, станок с ЧПУ состоит из двух основных узлов; это непосредственно механической части станка и системы с ЧПУ, которая управляет всеми движениями, совершаемыми оборудованием. Механическая часть вкратце была рассмотрена выше, поэтому на данном этапе необходимо познакомиться с системой управления токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.

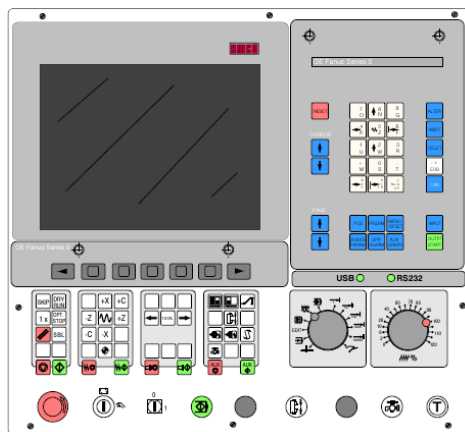


Рис. 3. Общий вид системы управления *Fanuc*

На данном оборудовании установлены две системы управления: *Sinumerik 810T* и *Fanuc*. В настоящих методических указаниях к лабораторным работам будет рассмотрена только система управле-

ния *Fanuc*. Первоначальное знакомство с данной системой следует начать с изучения панели ввода информации, которая в данном случае состоит из двух частей: первая часть располагается справа от экрана монитора; вторая – снизу (рис. 3).

На рисунке 4 и в таблице 1 представлены функциональные клавиши первой части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение.

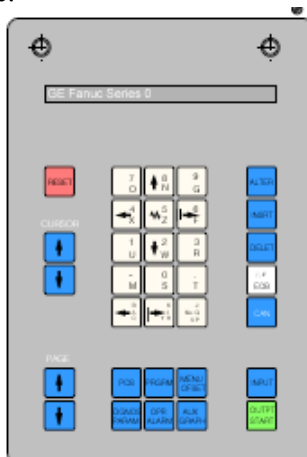


Рис. 4. Функциональные клавиши первой части панели ввода информации системы управления *Fanuc*

Таблица 1

Функциональные клавиши первой части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение

Клавиша	Назначение клавиши
RESET	Отмена тревоги, сброс ЧПУ (например, прерывание программы) и т.д.
CURSOR	Функция поиска, строка вверх/вниз, вызов программы.
PAGE	Страница вверх/вниз.
ALTER	Изменение слова (замена).
INSERT	Вставка слова, создание новой программы.
DELETE	Удаление (программы, кадра, слова).
/, # EOB	Пропуск кадра, конец кадра.

Клавиша	Назначение клавиши
CAN	Удаление программы, кадра, слова.
INPUT	Ввод слова, ввод данных.
OUTPT START	Начало ввода данных.
POS	Текущие позиционные данные (координаты, кадр, программа).
PRGRM	Редактирование и дисплей программы, ввод данных в режиме MDI; дисплей заданного значения в автоматическом режиме.
MENU OFFSET	Ввод и отображение значений смещения нулевой точки инструмента и заготовки, износа инструмента.
DGNOS PARAM	Ввод и отображение параметров и диагностических данных.
OPR ALARM	Дисплей сбойных сигналов и сообщений.
AUX GRAPH	Графический дисплей.

На рисунке 5 и в таблице 2 представлены основные функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение.

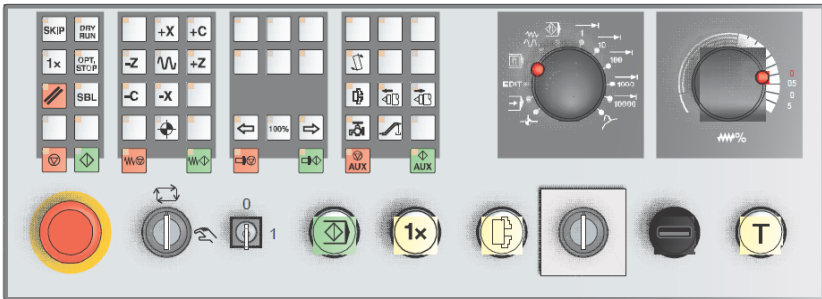














Рис. 5. Основные функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc*








Таблица 2.


Функциональные клавиши второй части панели ввода информации системы управления *Fanuc* и их назначение

Клавиша	Назначение клавиши
	<p>Клавиша сброса (возврат) Нажатием клавиши сброса: прерывается выполнение текущей программы обработки заготовки; закрываются все контрольные сообщения, если это не тревожные сообщения о питании, включении, либо воспроизведении; вся буферная и рабочая память стирается, однако содержание программы обработки заготовки сохраняется; система управления находится в начальном состоянии и готова к новому выполнению программы.</p>
	<p>Остановка ЧПУ Нажатием данной клавиши выполнение текущей программы обработки заготовки прерывается. Продолжить обработку возможно при помощи нажатия клавиши старта ЧПУ.</p>
	<p>Старт ЧПУ Нажатием клавиши старта ЧПУ выбранная программа обработки заготовки начинается с текущего кадра.</p>
	<p>Отдельное предложение Данная функция предоставляет возможность выполнять программу обработки заготовки кадр за кадром. Отменить функцию возможно повторным нажатием клавиши отдельного предложения.</p>
	<p>Базовая точка Нажатием данной клавиши все оси перемещаются в базовые точки.</p>
	<p>Клавиши направлений Клавиши перемещения оси ЧПУ в ручном режиме.</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p>Ускоренный ход Клавиши ускоренного хода. Работают одновременно с одной из клавиш перемещений осей.</p>
	<p>Заднюю бабку вперед, заднюю бабку назад С помощью данных клавиш задняя бабка перемещается вперед-назад.</p>
	<p>Охлаждающее вещество С помощью данной клавиши можно включить/выключить систему охлаждающего вещества.</p>
	<p>Устройство для отвода стружки С помощью данной клавиши можно включить/выключить устройство для отвода стружки.</p>
	<p>Зажимное устройство С помощью данной клавиши приводится в действие зажимное устройство.</p>
	<p>Манипулятор инструментом С помощью данной клавиши манипулятор инструментом перемещается в ручном режиме на одну позицию инструмента.</p>
	<p>Auxiliary OFF С помощью данной клавиши выключаются вспомогательные агрегаты станка. Действует только при остановленных шпинделе и программе.</p>
	<p>Auxiliary ON С помощью данной клавиши вспомогательные агрегаты станка приводятся в состояние готовности (гидравлическая система, приводы подачи, приводы шпинделей, смазка, устройство для отвода стружки, система охлаждающего вещества). Клавишу необходимо удерживать в течение примерно 1 с. Короткое нажатие клавиши AUX ON вызывает импульс смазки.</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p>Аварийный выключатель Нажимайте красную кнопку только в особых ситуациях. Действие: Как правило, аварийный выключатель останавливает все приводы с наиболее возможным моментом торможения. Деблокировка: повернуть кнопку. Для продолжения работы необходимо нажать следующие клавиши: RESET, AUX ON, ОТКРЫТЬ и ЗАКРЫТЬ дверцы.</p>
	<p>Замок-выключатель особого режима Замок-выключатель может быть включен в положение «АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ» или «НАСТРОЙКА» (вручную). Текущая функция замка-выключателя активируется только после нажатия клавиши согласия (см. клавишу согласия). С помощью данного замка-выключателя можно выполнять определенные опасные движения при открытых раздвижных дверцах в шаговом режиме (через клавишу согласия).</p>
	<p>Ref Перемещение в базовую точку (Ref) в толчковом режиме.</p>
	<p>Automatic Управление станком посредством автоматического выполнения программ.</p>
<p>EDIT</p>	<p>Edit Режим написания и редактирования управляющей программы. Также рекомендуется выставлять данный режим при работе с открытыми дверцами.</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p>MDA- Manual Data Automatic Управление станком в полуавтоматическом режиме, т.е. данный режим позволяет вводить частные команды, к примеру, включение шпинделя и задание ему скорости вращения, выбор инструмента, перемещение в определенные координаты режущего инструмента и т.д.</p>
	<p>Jog - Jogging Режим ручного перемещения манипулятора инструментом в рабочем пространстве станка с ЧПУ.</p>
	<p>Без функции.</p>
	<p>Inc 1- Incremental Feed Переместиться на шаг с твердо заданной шириной шага в 1, 10, 100 микрон (приращение).</p>
	<p>Без функции.</p>
	<p>Ручной выключатель (регулирование подачи) Поворотный выключатель с фиксированными положениями позволяет изменять запрограммированное значение подачи F (соответствует 100 %). Установленное значение подачи F показывается на экране %. Диапазон установки от 0 % до 120 % запрограммированной подачи. На ускоренном ходу подача не превышает 100 %.</p>
	<p>Место присоединения USB (USB 2.0) Посредством данного присоединения происходит обмен данными со встроенным ПК (копирование данных, установка программного обеспечения).</p>

Клавиша	Назначение клавиши
	<p>Главный выключатель Функция: 0 - ВЫКЛ 1 - ВКЛ Главный выключатель не имеет аварийной функции, т.е. приводы двигаются по инерции (не затормаживаясь).</p>

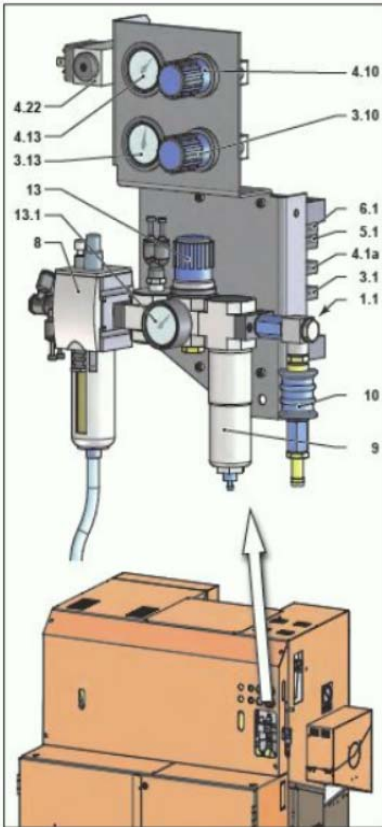


Рис. 6. Пневматическая система

Помимо системы кареток и приводов и системы управления в токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* встроена пневматическая система, которая предназначена для снабжения воздухом всех пневматически управляемых блоков с целью приведения в действие рабочих узлов (устройств) оборудования, таких как: зажимной цилиндр; улавливающее детали устройство; задняя бабка; и т.д. Рассматриваемая система представляет собой пневматический блок, расположенный на обратной стороне станка за задней панелью (рис. 6), и содержит все необходимые инструменты для обеспечения станка воздухом и за контролем последним (различные присоединения, реле и регуляторы давления, вентили и т.д.). Пневматический блок снабжается воздухом путем открытия ручного вентиля 10.

Комплектация пневматической системы, представленная на рисунке 6, включает в себя: основной модуль (8 - масленка системы сжатого воздуха для зажимного цилиндра; 9 - фильтр с автоматическим водоотделителем; 10 - ручной вентиль; 13 - регулятор давления; 13.1 - манометр давления системы); заднюю бабку (3.1 - пятиходовой трехпозиционный клапан переключения; 3.10 - регулирующий давление вентиль; 3.13 - манометр давления пиноли); зажимной цилиндр (4.1а - пятиходовой трехпозиционный клапан переключения; 4.10 - регулирующий давление вентиль; 4.13 - манометр давления пиноли; 4.22 - реле давления – контроль зажимного устройства); иные элементы системы (1.1 - пятиходовой двухпозиционный клапан переключения (улавливающее детали устройство); 5.1 - трехходовой двухпозиционный клапан переключения (выдувающее устройство); 6.1 - пятиходовой двухпозиционный клапан переключения (устройство для автоматического закрытия дверей).

Централизованная система смазки обеспечивает смазывание маслом направляющих кареток (4-х роликовых направляющих для каждой каретки) и шариковых винтов для направляющих скольжения. Основным элементом рассматриваемой системы является насос для смазывающего вещества, установленный с боковой стороны станка с ЧПУ (рис. 7).

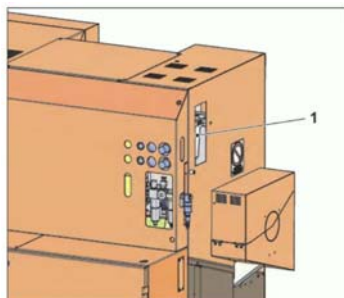


Рис. 7. Положение насоса для смазывающего вещества

Схема централизованной системы смазки, представленная на рисунке 8, позволяет понять принцип функционирования рассматриваемого узла. При этом схема поясняется следующими элементами: 1 – насос; 2 – емкость с маслом; 3 – поплавковый сигнализатор уровня; 4 – реле давления; 5 – заливное отверстие; 6 – места смазки; 7 - дозирующий элемент.

Функционирование централизованной системы смазки (рис. 8) осуществляется посредством периодической активации системой управления станка с ЧПУ насоса для смазывающего вещества 1. В результате активации, дозирующие элементы 7 опустошаются за счет вытеснения поступающим под давлением маслом, которое подается

насосом 1, и заполняются новым маслом. Вытесненное масло смазывает места смазки 6. Один цикл такого процесса длится около 4 секунд.

Контролирование процесса смазки происходит посредством реле давления 4 насоса для смазывающего вещества. В случае, если реле давления 4 не реагирует в течение 20 секунд, то появляется тревожное сообщение «Реле давления для смазывающего вещества не найдено». Если же уровень масла становится ниже минимального значения, то срабатывает поплавковый сигнализатор уровня 3 и появляется тревожное сообщение «Поплавковый сигнализатор уровня смазывающего вещества не найден». В обоих случаях текущая программа ЧПУ выполняется еще около 150 секунд, однако новый старт невозможен. После 150 секунд программа останавливается и появляется

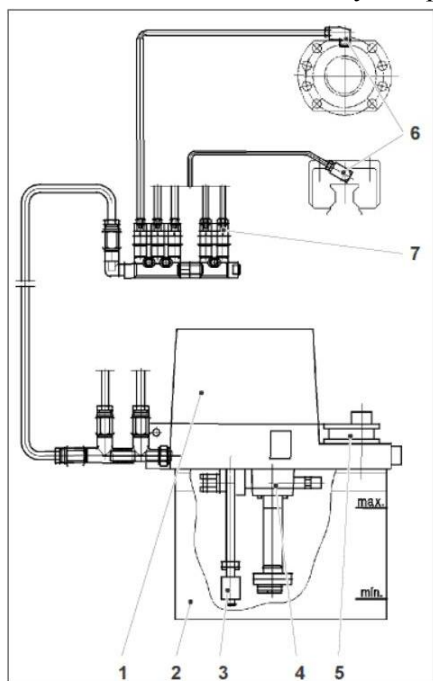


Рис. 8. Схема централизованной системы смазки

Однако может возникнуть случай, когда оборудование будет иметь продолжительный простой, тогда ПЕРЕД и ПОСЛЕ времени про-

является тревожное сообщение «Контроль смазки». В данном случае необходимо проверить уровень масла насоса для смазывающего вещества, либо насос на возможные повреждения.

Активирование насоса происходит либо автоматически, либо в ручном режиме. Автоматическое активирование осуществляется после прохождения кареткой пути в 150 м. Данный интервал установлен заводом и не может быть изменен. В ручном режиме процесс смазки осуществляется посредством нажатия клавиши «AUX ON» на панели ввода информации системы управления токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.

стоя необходимо нажать 2-3 раза с интервалом в 5 секунд клавишу «AUX ON» на панели ввода информации и переместить все каретки. Во всех указанных случаях направляющие и шпиндели опрыскиваются маслом, и посредством задания движений происходит распределение вещества по рабочим поверхностям станка.

Система смазывающе-охлаждающего вещества предназначена для обеспечения процесса резания СОЖ, струя которой обязательно должна быть направлена на режущий инструмент с целью его охлаждения и снижения контактного трения. Применение охлаждающей жидкости способствует уменьшению силовых нагрузок и снижает износ инструмента, тем самым, повышая качество механической обработки.

Циркуляция смазывающе-охлаждающего вещества представлена на рисунке 9, из которого видно, что жидкость, находящаяся в специально установленной в корпусе станка с ЧПУ ванне, посредством насоса 1 под давлением поступает через систему каналов напрямую к манипулятору инструментом. В последнем у каждого инструмента находятся распыляющие форсунки, позволяющие направлять СОЖ прямо в зону резания.

В процессе механической обработки следует избегать ситуаций, при которых поток подаваемой жидкости будет попадать на главный шпиндель станка. Такая подача жидкости может привести к повреждению лабиринтных уплотнений главного шпинделя. Кроме того, во время смены инструмента подача охлаждающего вещества должна быть прервана. Обязательно необходимо следить за тем, чтобы фильтр в ванне для охлаждающего вещества регулярно опустошался, очищался и снова навешивался, для того чтобы в вентили и насадки циркуляции охлаждающего вещества не попадало никаких посторонних веществ.

Таким образом, в вышеизложенном материале были представлены принцип действия токарного станка с ЧПУ *Emco Concept*

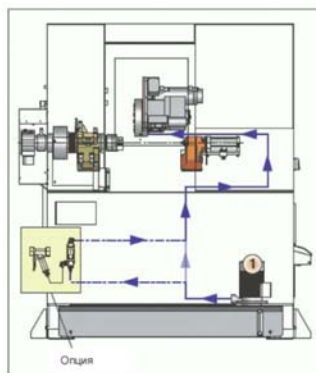


Рис. 9. Циркуляция СОЖ

Turn 250, его устройство, состоящее из совокупности систем, базирующихся на основании станка, а также рассмотрена панель ввода информации системы управления *Fanuc*.

1.3 Технологические возможности токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*

Изучаемый на лабораторной работе токарный станок с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* предназначен для механической обработки тел вращения, в частности для обработки элементов вращения и плоскостных элементов наружной и внутренней конфигурации. Основные виды работ на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* представлены на рисунке 10.

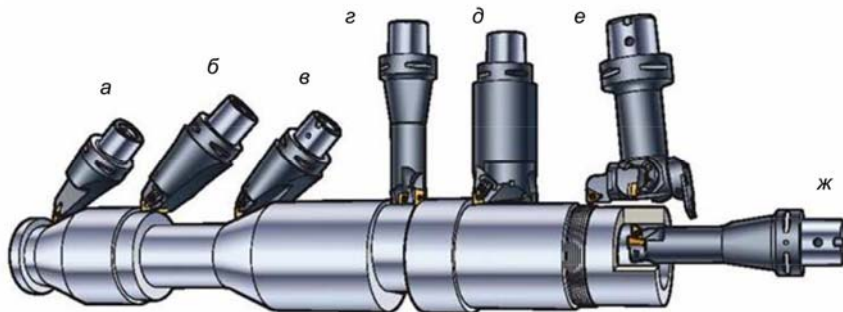


Рис. 10. Основные виды работ на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*:

а, в - точение наружных конических поверхностей; *б, д* - точение наружных цилиндрических поверхностей; *г* - фрезерование; *е* - нарезание резьбы; *ж* - растачивание отверстий

Как правило, технологические возможности оборудования определяются его техническими характеристиками. Вследствие этого, в таблице 3 представлены основные технические характеристики станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.

Таблица 3

Основные технические характеристики станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*

№	Параметр	Размерность	Значение
Рабочая зона			
1	Максимальный диаметр обточки	мм	Ø85
2	Максимальная длина обточки	мм	255
3	Максимальный диаметр прохода пруткового материала	мм	Ø25,5
4	Расстояние перемещения каретки X	мм	100
5	Расстояние перемещения каретки Z	мм	300
Приводы движения рабочих органов			
6	Мощность привода главного движения	кВт	3,7
7	Частота вращения главного шпинделя	мин ⁻¹	50-6300
8	Количество позиций инструмента/из них с приводом	-	12/6
9	Мощность привода для инструмента	кВт	1,2
10	Частота вращения привода для инструмента	мин ⁻¹	50-6000
11	Скорость подачи X/Z	м/мин	0-15
12	Максимальное усилие подачи X/Z	Н	3000
13	Скорость ускоренного хода подачи X/Z	м/мин	15
Встроенные системы			
14	Давление системы питания	бар	6
15	Диапазон регулирования зажимного цилиндра	бар	2-6
16	Объем емкости для охлаждающего вещества	л	140
17	Мощность насоса для охлаждающего вещества	кВт	0,57
18	Компьютерная система управления Celeron 733 MHz	-	1

Продолжение таблицы 3

№	Параметр	Размерность	Значение
Размеры/масса			
19	Высота оси вращения над полом	мм	1130
20	Общая высота	мм	1820
21	Занимаемая площадь ширина x глубина	мм	1700x1270
22	Общая масса станка	кг	1400

1.4 Последовательность включения и выключения токарного станка с ЧПУ Emco Concept Turn 250

Перед началом работы на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* необходимо осуществить следующий порядок действий:

1. Проверить уровень масла для централизованной смазки, располагающийся с левой стороны станка в емкости 2 (объем емкости 2,7 л), при необходимости масло следует дополнить (рис. 11).

2. Подключить подачу сжатого воздуха. Данный процесс осуществляется посредством поворота крана, регулирующего подачу воздуха в станок из компрессора, после чего при помощи смещения задвижки с ручным управлением 1 вверх пневматический блок снабжается сжатым воздухом (рис. 12).

3. Перепроверить уровень масла в масленке системы сжатого воздуха 1 пневматического блока, в случае необходимости наполнить масло для системы сжатого воздуха (рис. 11).

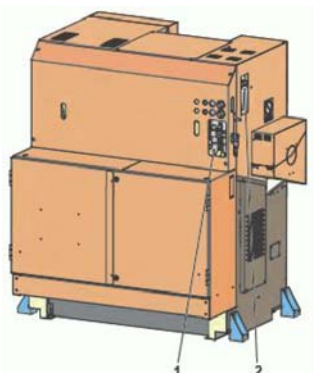


Рис. 11. Обратная сторона станка *Emco Concept Turn 250*

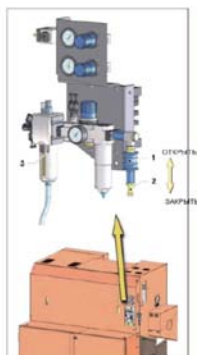


Рис. 12. Подача сжатого воздуха

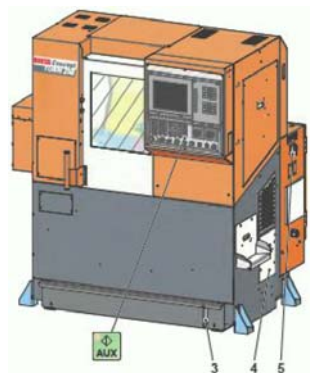


Рис. 13. Передняя сторона станка *Emco Concept Turn 250*

4. Проверить уровень смазочно-охлаждающего вещества (СОЖ) 3, при необходимости заполнить охлаждающей жидкостью ванну (количество заполняющего вещества около 140 л). Для реализации этого, необходимо открыть крышку 4, в которую встроен насос для СОЖ, после чего вынуть ванну с уровнем 3 и, соответственно, заполнить ее (рис. 13).

5. Включить станок при помощи главного выключателя 5 (рис. 13).

6. Одновременно с включением станка запускается система ЧПУ, на экране которой необходимо выбрать систему управления. В данном случае следует выбрать систему управления токарного станка с ЧПУ *Fanuc Series 0-TC Turning*.

7. Как только открылась система управления *Fanuc*, требуется отжать аварийный выключатель на панели ввода информации, затем сбросить ошибку, и после этого следовать вспомогательным сообщениям, отображаемым на экране системы ЧПУ. Как правило, это: открыть и закрыть дверцу станка, включить приводы станка при помощи клавиши **AUX ON**, и произвести юстировку измерительной системы посредством клавиши **REF**, т.е. вывести оси в базовую точку.

В результате всех проделанных шагов можно приступить непосредственно к работе на данном оборудовании.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип действия, устройство и технологические возможности токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.
2. Научиться включать/выключать токарный станок с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* в соответствии с предложенным в методических указаниях порядком действий.
3. Составить отчет по лабораторной №1.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель и задачи лабораторной работы.
3. Краткую информацию о принципе действия, устройстве и технологических возможностях токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.
4. Выводы.
5. Приложение (краткие ответы на контрольные вопросы)

Лабораторная работа №2 **Наладка токарного станка с ЧПУ** **Emco Concept Turn 250 (первый этап)**

Цель и задачи лабораторной работы

Целью лабораторной работы является приобретение навыков по наладке токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*. Наладочные операции служат важным этапом в полном цикле функционирования оборудования с ЧПУ от введения его в эксплуатацию до непосредственно контроля за механической обработкой заготовок в автоматическом режиме, и условно разделяются на 2 этапа. **Первый этап** заключается в определении нулевой точки заготовки «W», исходя из которого поставлены следующие задачи:

1. определить нулевую точку заготовки «W», в случае, когда не найдено смещение нулевой точки инструмента «Т» с передней поверхности манипулятора станка с ЧПУ на кромку режущего инструмента;

2. определить нулевую точку заготовки «W», в случае, когда найдено смещение нулевой точки инструмента «Т» с передней поверхности манипулятора станка с ЧПУ на кромку режущего инструмента.

Работа рассчитана на 6 академических часов.

Основные теоретические положения

2.1 Абсолютная и рабочая системы координат

Рассматриваемый токарный станок с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* является двухосевым, так как процесс резания осуществляется в большинстве случаев только в двух осях: X – «направление диаметра заготовки» и Z «направление длины заготовки». Однако существует обработка, при которой задействуется ось C (рис. 14), отвечающая за поворот заготовки на определенный угол, и является дополнительной или вспомогательной осью, используемой для изготовления вращательных или плоскостных элементов при полярной и цилиндрической интерполяциях.

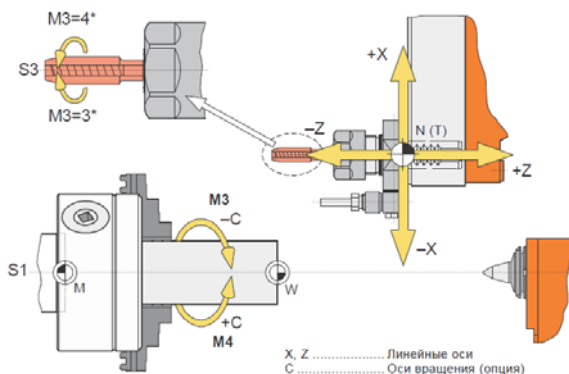


Рис. 14. Рабочее пространство токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*

Рабочее пространство токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* характеризуется тремя основными нулевыми точками (рис. 15):

- **нулевая точка станка**, обозначаемая буквой **М**, находится на переднем торце главного шпинделя на оси вращения и считается неизменной, так как служит началом отсчета системы координат;

- **нулевая точка заготовки**, обозначаемая буквой **W**, находится, как правило, на правом торце заготовки (однако может изменяться исходя из технологических соображений) и является началом отсчета рабочей системы координат, от которого непосредственно начинается функционирование программы и, соответственно, процесс обработки заготовки в автоматическом режиме.

- **нулевая точка инструмента**, обозначаемая буквой **N** или **(Т)**, находится на передней поверхности револьверной головки или манипулятора инструментом по оси **Z**, а по оси **X** в центре винтовой окружности зажимов инструмента без привода, и в данной позиции является также неизменяемой; совместно с

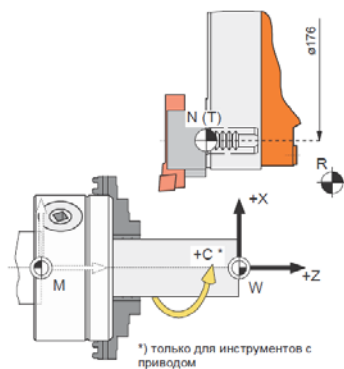


Рис. 15. Нулевые точки рабочего пространства токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*

нулевой точкой станка М они составляют абсолютную систему координат рабочего пространства токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*; однако для обработки заготовки в автоматическом режиме, которая осуществляется в рабочей системе координат, необходимо **нулевую точку инструмента Т** с передней поверхности револьверной головки и центра винтовой окружности зажимов инструмента без привода сместить на режущую кромку инструмента.

Также имеется дополнительная **базовая точка**, обозначаемая буквой **Р**, которая является неизменно заданной точкой и служит для юстировки координатной системы после каждого включения или деблокирования аварийного выключателя; она необходима для того, чтобы сообщить системе управления точное расстояние между точками **М** и **Т**.

Нулевая точка станка (**М**), нулевая точка заготовки (**W**) и нулевая точка инструмента (**Т**) позволяют сформировать две системы координат: абсолютную и рабочую.

Первая из обозначенных координатных систем является неизменной и показывает расстояния по осям **X** и **Z** от нулевой точки станка **М** до нулевой точки инструмента **Т**, расположенной на базовой позиции (рис. 16). Рабочая система координат может изменяться и, как правило, ищется с целью создания нулевой точки отсчета для реализации механической обработки заготовок в автоматическом режиме по предварительно написанной управляющей программе. Рабочая система координат считается созданной только в том случае, когда найдено смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **М** на определенное расстояние по оси **Z** и смещение нулевой точки инструмента **Т** с базовой позиции на режущую кромку инструмента (рис. 17, а). При определении данных смещений нулевая точка рабочей сис-

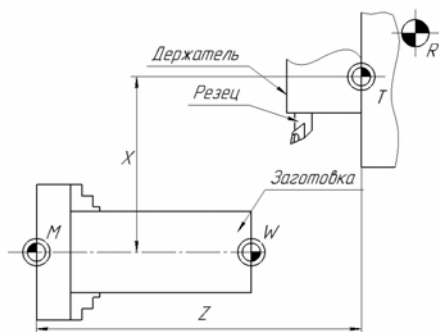


Рис. 16. Абсолютная система координат

танка **М** до нулевой точки инструмента **Т**, расположенной на базовой позиции (рис. 16). Рабочая система координат может изменяться и, как правило, ищется с целью создания нулевой точки отсчета для реализации механической обработки заготовок в автоматическом режиме по предварительно написанной управляющей программе. Рабочая система координат считается созданной только в том случае, когда найдено смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **М** на определенное расстояние по оси **Z** и смещение нулевой точки инструмента **Т** с базовой позиции на режущую кромку инструмента (рис. 17, а). При определении данных смещений нулевая точка рабочей сис-

темы координат находится в месте пересечения торца заготовки по ее оси и режущей кромки инструмента (рис. 17, б).

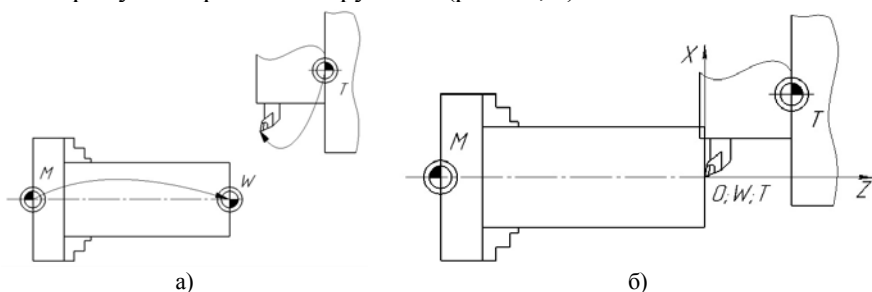


Рис. 17. Рабочая система координат

Абсолютная и рабочая системы координат в системе с ЧПУ отображаются в цифровом формате в виде числовых значений, которые показывают расстояние от начальной нулевой точки до конечной. На рисунке 18, а представлено окно, отражающее расширенную информацию об абсолютной и рабочей системах координат. Перейти в него возможно посредством последовательного нажатия следующих клавиш на панели ввода информации системы управления *Fanuc*: «POS» → «ALL».

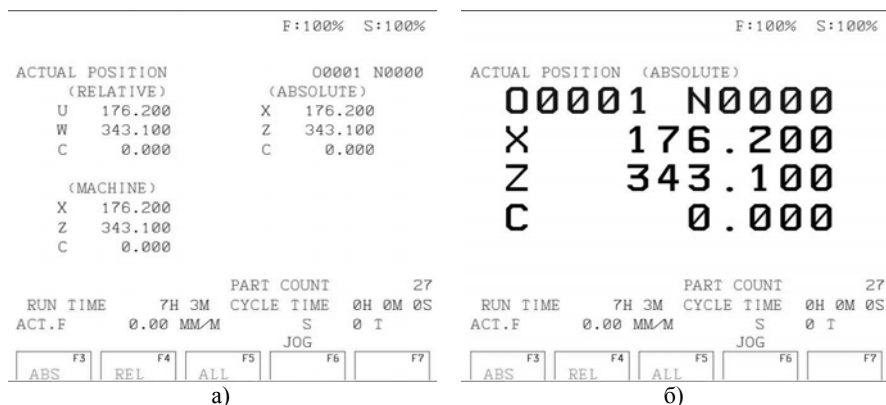


Рис. 18. Числовые значения абсолютной (а) и рабочей (а, б) систем координат

Абсолютная система координат соответствует координатам X и Z MACHINE, рабочая система координат – U и W RELATIVE, при этом в окне, представленном на рисунке 18, б для удобства дублируются рабочие координаты, так как с ними, в большинстве случаев, приходится работать. Переход в них осуществляется посредством нажатия клавиши «POS» на панели ввода информации.

Сравнение числовых значений абсолютной и рабочей систем координат (рис. 18, а) при нахождении станка в ручном режиме позволяет сделать вывод о том, что на данный момент координаты MACHINE и RELATIVE совпадают. Их совпадение свидетельствует о том, что нулевая точка заготовки W не определена и, соответственно, в окне отображается расстояние от нулевой точки станка M до нулевой точки инструмента T , расположенной на базовой позиции (рис. 16). При определении нулевой точки заготовки W , т.е. при ее смещении относительно нулевой точки станка M на определенное расстояние по оси Z (рис. 17, а), рабочие координаты RELATIVE изменяются на величину, соответствующую величине по оси Z заготовки и патрона.

Числовые значения абсолютной и рабочей систем координат при нахождении станка в ручном режиме не позволяют заключить о том, определено смещение нулевой точки инструмента T с базовой позиции на режущую кромку инструмента (рис. 17, а). Это возможно сделать только при работе станка в полуавтоматическом или автоматическом режимах, тогда при определении нулевой точки инструмента T в координатах RELATIVE будет учитываться помимо значений, показывающих смещение нулевой точки заготовки по оси Z , значения смещения нулевой точки инструмента T по осям X и Z .

Таким образом, с целью создания рабочей системы координат, в которой будет осуществляться механическая обработка заготовок в автоматическом режиме по предварительно написанной управляющей программе, требуется произвести наладочные операции по определению нулевых точек заготовки W и инструмента T . В данной лабораторной работе будет рассмотрена первая часть наладочных операций по определению нулевой точки заготовки W .

2.2 Определение нулевой точки заготовки *W*

Нулевая точка заготовки **W** на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* может быть определена двумя способами («касания» и «подрезания»), которые зависят от того, в каком состоянии на данный момент находится оборудование.

Первый способ «касания» применяется в случаях:

- первоначального ввода в эксплуатацию станка с ЧПУ;
- после ремонта станка с ЧПУ, при котором все значения смещений нулевой точки инструмента **T** для каждого из используемых режущих инструментов обнуляются;
- когда известно смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку, при этом режущим инструментом должен быть осевой инструмент, установленный в неприводную позицию манипулятора.

Второй способ «подрезания» применяется в случае, когда известно смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку, при этом режущим инструментом должен быть либо резец, установленный в неприводную позицию манипулятора, либо осевой инструмент (преимущественно рассматривается концевая фреза), но зафиксированный в приводной позиции манипулятора.

2.2.1 Способ «касания»

Рассмотрим более подробно способ «касания», при котором необходимо произвести соприкосновение манипулятором инструмента торца заготовки либо его передней поверхностью (рис. 19, а), на которой располагается базовая нулевая точка инструмента **T**, либо торцом режущего инструмента при известном смещении нулевой точки инструмента **T** на режущую кромку (рис. 19, б).

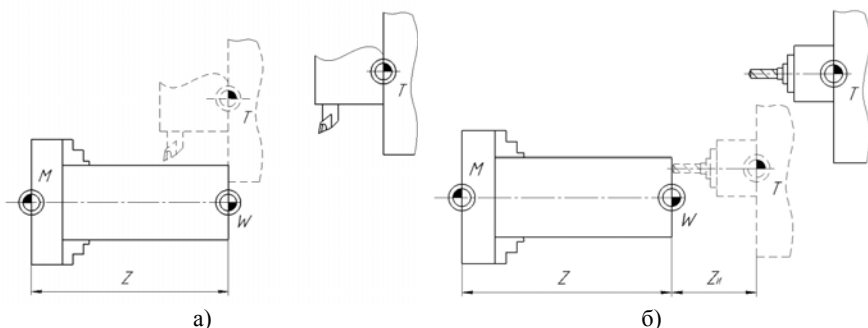


Рис. 19. Определение нулевой точки заготовки **W** способом «касания» посредством револьверной головки (а) и режущего инструмента (б)

2.2.1.1 Допустим станок с ЧПУ первоначально вводится в эксплуатацию. В этом случае смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку отсутствует, вследствие этого определение нулевой точки заготовки **W** будет осуществляться посредством соприкосновения передней поверхностью манипулятора инструментом торца заготовки. С целью создания большей площади соприкосновения передней поверхности манипулятора с торцом заготовки рекомендуется предварительно перед этим процессом заторцевать заготовку токарным резцом.

Для определения нулевой точки заготовки **W** в рассматриваемом случае необходимо:

- 1) на манипуляторе инструментом выбрать свободное пространство на его передней поверхности при помощи клавиши ручного выбора инструмента (рис. 20, а);
- 2) посредством клавиш направлений перемещения манипулятора произвести подход на видимое расстояние передней поверхностью манипулятора к торцу заготовки, образовав между ними небольшой зазор (рис. 20, б);

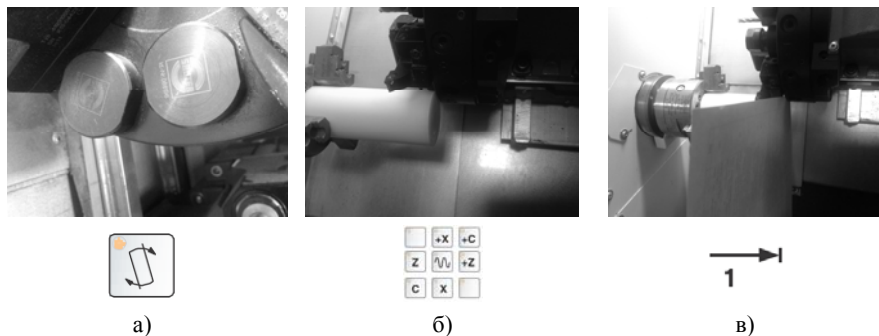


Рис. 20. Определение нулевой точки заготовки способом «касания» посредством манипулятора инструментом, где: а – передняя поверхность манипулятора инструментом; б – подход на видимое расстояние манипулятором к торцу заготовки; в – соприкосновение передней поверхностью манипулятора торца заготовки

3) осуществить соприкосновение передней поверхностью манипулятора торца заготовки при помощи инкрементного перемещения манипулятора и тонкостенной бумаги формата А4;

4) зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» цифровое значение, показывающее расстояние от нулевой точки станка **М** до торца заготовки; при этом запомнить необходимо значение только по оси **Z**, так как ось **X** заготовки совпадает с осью нулевой точки станка **М** по координате **X**, и, соответственно, эта координата известна.

Следует подробнее остановиться на 4 пункте определения нулевой точки заготовки **W** посредством касания передней поверхностью манипулятора инструмента торца заготовки. В результате соприкосновения манипулятором инструмента торца заготовки определено расстояние от нулевой точки станка **М** до торца заготовки **W**. Изменение положения манипулятора инструментом относительно заготовки сопровождается изменением числовых значений по осям **X** и **Z**. Вследствие этого в окне, отражающем расширенную информацию об абсолютной и рабочей системах координат, будут происходить численные изменения, соответствующие перемещению манипулятора инструментом относительно нулевой точки станка **М**.

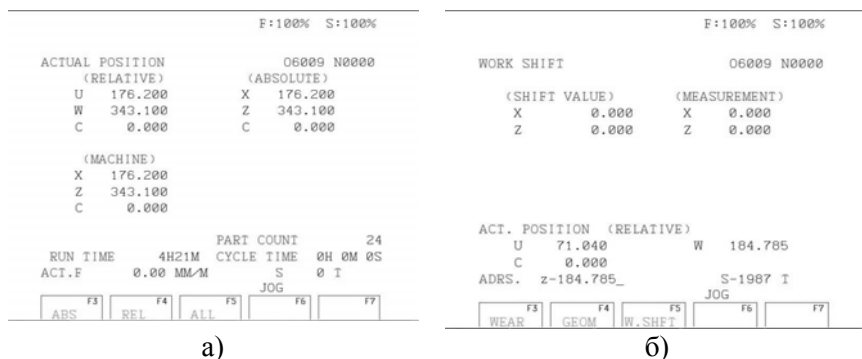


Рис. 21. Фиксирование цифрового значения по смещению нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** при соприкосновении с торцом заготовки передней поверхностью манипулятора инструментом

В связи с тем, что на данный момент рабочая система координат не создана, RELATIVE и MACHINE координаты в окне расширенной информации совпадают (рис. 21, а). Поэтому после соприкосновения манипулятором инструмента торца заготовки фиксирование цифрового значения в «MENU OFFSET» → «F5» можно осуществлять как из RELATIVE координат, так и из MACHINE координат. Стоит только отметить, что ввод цифрового значения в «MENU OFFSET» → «F5» необходимо произвести со знаком «-» (рис. 21, б).

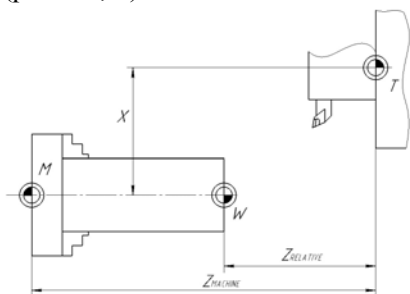


Рис. 22. Схема абсолютной и рабочей систем координат

этого момента MACHINE координаты, соответствующие абсолютной системе координат, показывают расстояние по оси Z от нулевой

Как только в «MENU OFFSET» → «F5» введено цифровое значение по смещению нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** в координатах RELATIVE (окно расширенной информации) значение по оси Z становится нулем, однако в координатах MACHINE оно остается тем же самым. С

точки станка **М** до базовой нулевой точки инструмента **Т**, а RELATIVE координаты, соответствующие рабочей системе координат, показывают расстояние от нулевой точки заготовки **W** до базовой нулевой точки инструмента **Т** (рис. 22).

После определения нулевой точки заготовки **W** можно переходить ко второму этапу наладочных операций по определению нулевой точки инструмента **Т** для каждого из планируемых к использованию инструментов.

*2.2.1.2 Допустим известно смещение нулевой точки осевого инструмента **Т** с базовой позиции на режущую кромку, при этом режущий инструмент установлен в неприводную позицию манипулятора.* В данном случае существуют 2 варианта определения нулевой точки заготовки: первый вариант – определение посредством соприкосновения передней поверхностью манипулятора инструментом торца заготовки; второй – определение при помощи осевого инструмента. Несмотря на существующие 2 варианта определения нулевой точки заготовки, подход, т.е. способ, один и тот же – способ «касания».

В этом случае для определения нулевой точки заготовки **W** следует:

- 1) выбрать осевой режущий инструмент;
- 2) произвести подход на видимое расстояние концом режущего инструмента к торцу заготовки;
- 3) осуществить соприкосновение концом режущего инструмента торца заготовки при помощи инкриментного перемещения манипулятора и тонкостенной бумаги формата А4;
- 4) зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» цифровое значение, показывающее расстояние от нулевой точки станка **М** до торца заготовки.

Следует подробнее остановиться на 4 пункте определения нулевой точки заготовки **W** посредством касания концом режущего инструмента. В результате соприкосновения концом инструмента торца заготовки при нахождении токарного станка с ЧПУ в ручном

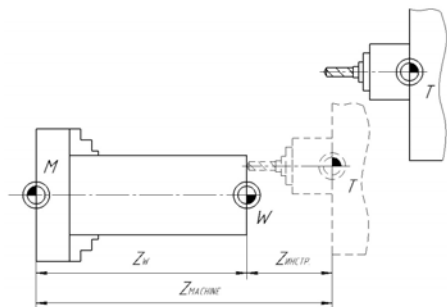


Рис. 23. Схема определения нулевой точки заготовки **W**

режиме, **RELATIVE** и **MACHINE** координаты в окне расширенной информации будут совпадать, и это несмотря на известное смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку. Вызвано это тем, что учет смещения нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку

инструмента и соответственное этому изменение координат **RELATIVE** относительно **MACHINE** осуществляется исключительно при работе станка в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

Вследствие этого, для того чтобы определить фактическое расстояние смещения нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** необходимо из цифрового значения, полученного при соприкосновении концом режущего инструмента торца заготовки и отражающегося в окне расширенной информации вне зависимости от координат **RELATIVE** и **MACHINE**, вычесть значение, характеризующее вылет по оси **Z** режущего инструмента, которым осуществлялось соприкосновение, и отражаемого в «**MENU OFFSET**» в таблице для фиксирования смещения нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку (см. формулу 1, описание см. схему на рис. 23).

$$Z_W = Z_{machine} (Z_{relative}) - Z_{инстр.}, \quad (1)$$

где: Z_W – смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**; $Z_{machine} (Z_{relative})$ – расстояние от нулевой точки станка **M** до базовой нулевой точки инструмента **T** в абсолютной и

рабочей системах координат; $Z_{\text{инстр.}}$ – расстояние, показывающее смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку.

После того как произвели вычисление и определили значение смещения нулевой точки заготовки **W** необходимо разность зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» со знаком «-». С этого момента MACHINE координаты показывают расстояние по оси Z от нулевой точки станка **M** до базовой нулевой точки инструмента **T**, а RELATIVE – расстояние от нулевой точки заготовки **W** до базовой нулевой точки инструмента **T**.

Таким образом, вся последовательность действий по определению смещения нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** одинаковая, как и в случае определения нулевой точки **W** посредством соприкосновения передней поверхностью манипулятора инструментом. Однако этап запоминания (фиксирования) цифрового значения смещения нулевой точки **W** различается по причине особенности наладки.

Как только произведено определение нулевой точки заготовки **W** можно переходить ко второму этапу наладочных операций по определению нулевой точки инструмента **T** для каждого из планируемых к использованию инструментов.

2.2.2 Способ подрезания

Рассмотрим более подробно способ «подрезания», при котором режущим инструментом необходимо заторцевать заготовку (рис. 24, а), в случае, если применяется токарный резец, или произвести соприкосновение режущей кромкой инструмента торца заготовки до момента видимого образования стружки, в случае, если применяется осевой инструмент (преимущественно рассматривается концевая фреза), который может быть установлен в манипуляторе станка с ЧПУ как параллельно оси заготовки (рис. 24, б), так и перпендикулярно ей (рис. 24, в).

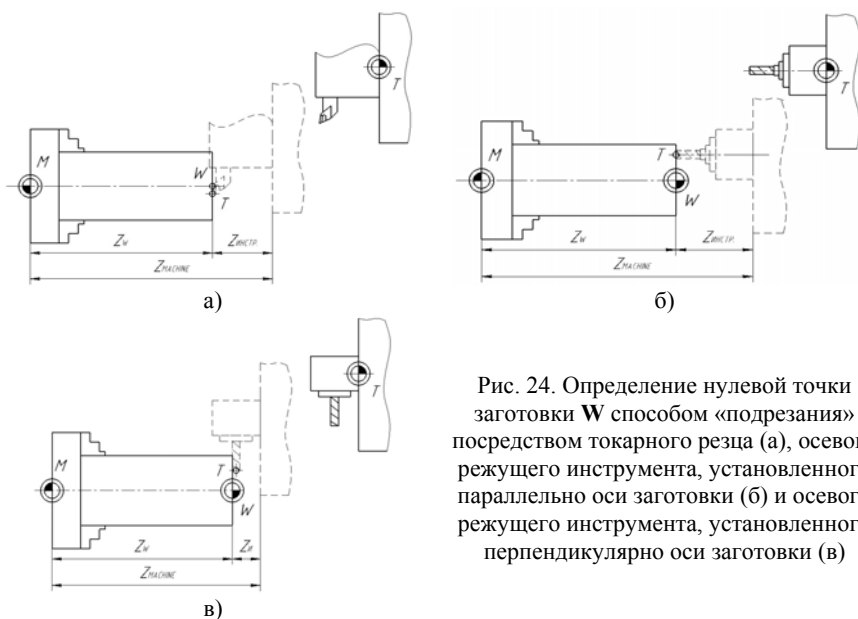


Рис. 24. Определение нулевой точки заготовки **W** способом «подрезания» посредством токарного резца (а), осевого режущего инструмента, установленного параллельно оси заготовки (б) и осевого режущего инструмента, установленного перпендикулярно оси заготовки (в)

Особенностью данного способа является то, что наладка осуществляется в полуавтоматическом режиме, в котором либо заготовка, либо режущий инструмент совершают вращательное движение в рабочей системе координат станка с ЧПУ. Следует отметить, что при работе станка в полуавтоматическом или автоматическом режимах, в координатах **RELATIVE** по сравнению с **MACHINE** будут учитываться не только значения смещения нулевой точки заготовки **W**, но и инструмента **T** по осям **X** и **Z** с базовой позиции на режущую кромку. Учет смещения нулевой точки инструмента **T** ведется в соответствии со значениями, зафиксированными в окне смещений режущих инструментов, для каждого конкретно используемого инструмента.

2.2.2.1 Допустим необходимо определить нулевую точку заготовки **W** при известном смещении нулевой точки токарного резца **T** с базовой позиции на режущую кромку. Для определения нулевой точки заготовки **W** в рассматриваемом случае необходимо:

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T606 – выбор токарного резца и учет смещения его нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку; числовое значение 1, 2, 3, 4, 5 и т.д. команды T.... зависит от того, в какой позиции установлен режущий инструмент в манипуляторе; в данном примере резец зафиксирован в 6 позиции, поэтому и соответствующе записывается команда;

- M4 S2000 – включение вращения шпинделя станка против часовой стрелки и задание числа оборотов его вращения; направление необходимо выбирать исходя из условия, при котором вращение должно осуществляться на режущую кромку инструмента, но не от нее;

3) нажать кнопку старта;

4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «POS»;

5) подрезать торец заготовки при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи;

6) увести из зоны резания режущий инструмент по оси X;

7) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» цифровое значение по оси Z, показывающее расстояние от нулевой точки станка **M** до торца заготовки или режущей кромки инструмента (в данном случае это одна и та же точка в рабочем пространстве станка).

Следует подробнее остановиться на 7 пункте определения нулевой точки заготовки **W** посредством подрезания торца заготовки резцом. В результате торцевания заготовки резцом, у которого известно смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку, рабочая RELATIVE и абсолютная MACHINE системы координат в окне расширенной информации будут различаться. Причиной этому служит то, что станок с ЧПУ работает в полуавтоматическом режиме, при котором, как отмечалось выше, учитывается смещение базовой нулевой точки инструмента. Вследствие этого, встает вопрос о том, из каких координат необходимо запоминать цифровое значение в «MENU OFFSET» → «F5» по смещению нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**.

Если оперировать рабочей системой координат RELATIVE, что и рекомендуется делать, то определение значения, отражающего смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**, осуществляется простым запоминанием текущей координаты и фиксированием ее значения по оси *Z* в «MENU OFFSET» → «F5» со знаком «-». Обусловлено это тем, что в рабочей системе координат RELATIVE учитывается смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку, т.е. известно $Z_{инстр.}$ (рис. 24, а). Вследствие этого, в RELATIVE после того как осуществлена подрезка торца заготовки становится известным расстояние от нулевой точки станка **M** до режущей кромки инструмента Z_W (рис. 24, а), значение которого и вводится в «MENU OFFSET» → «F5» со знаком «-».

Если оперировать абсолютной системой координат MACHINE, то определение значения, отражающего смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**, возможно осуществить только посредством вычислительной операции. Вызвано это тем, что MACHINE координаты всегда показывают расстояние от нулевой точки станка **M** до нулевой точки инструмента **T**, расположенной на базовой позиции (рис. 24, а - $Z_{MACHINE}$). Однако для определения нулевой точки заготовки **W** (рис. 24, а - Z_W) в рассматриваемом случае (способ «подрезания») необходимо обязательно знать смещение нулевой точки инструмента **T** (рис. 24, а - $Z_{инстр.}$), который в настоящее время применяется. Это смещение отражено в «MENU OFFSET» в соответствующей инструментальной строке. Зная указанные значения, по формуле 2 вычисляется смещение нулевой точки заготовки, и записывается со знаком «-» в «MENU OFFSET» → «F5».

$$Z_W = Z_{machine} - Z_{инстр.} \quad (2)$$

где: Z_W – смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**; $Z_{machine}$ – расстояние от нулевой точки станка **M** до базовой нулевой точки инструмента **T** в абсолютной системе координат; $Z_{инстр.}$ – расстояние, показывающее смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку.

В пункте 7 говорится о том, что станок после торцевания заготовки и перед фиксированием значения в «MENU OFFSET» → «F5» по смещению нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой

точки станка **M** не нужно останавливать. Однако может возникнуть случай, когда оператор непреднамеренно выведет режущий инструмент из зоны резания на максимальное расстояние от заготовки, при котором станок с ЧПУ остановится и выдаст ошибку о выходе за границы предварительно определенного для безопасности рабочего пространства станка. При таком варианте нет необходимости все заново повторять процесс подрезания торца, стоит только иметь в виду, что после того, как станок с ЧПУ останавливается координаты RELATIVE по осям X и Z изменяются на величины смещения нулевой точки инструмента T с базовой позиции на режущую кромку. В связи с тем, что нулевая точка заготовки еще не найдена (значение вылета не зафиксировано в «MENU OFFSET» → «F5»), а нулевая точка инструмента сместилась с режущей кромки на базовую позицию, то координаты RELATIVE и MACHINE будут совпадать. Следовательно, определение нулевой точки заготовки осуществляется посредством формулы (2), после чего разница записывается со знаком «-» в «MENU OFFSET» → «F5».

Как только в «MENU OFFSET» → «F5» введено цифровое значение по смещению нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** в координатах RELATIVE (окно расширенной информации) значение по оси Z становится нулем (если наладка станка с ЧПУ осуществляется в полуавтоматическом режиме, то будет нуль; если же это производится в ручном, то по оси Z и W будет показано числовое значение вылета инструмента по оси Z, которым осуществлялось подрезка торца и определение нулевой точки заготовки **W**), однако в координатах MACHINE оно остается тем же самым. С этого момента MACHINE координаты, соответствующие абсолютной системе координат, показывают расстояние по оси Z от нулевой точки станка **M** до базовой нулевой точки инструмента **T**, а RELATIVE координаты, соответствующие рабочей системе координат, показывают расстояние от нулевой точки заготовки **W** до нулевой точки инструмента **T**, смещенной на режущую кромку инструмента.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки заготовки **W** способом подрезания при использовании токарного резца стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки и инструмента (уже была из-

вестна до этой операции), то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Критерием правильности служит подход режущей кромкой инструмента в рабочем пространстве станка с ЧПУ к оси заготовки по X и ее торцу по Z .

Для проверки правильности созданной рабочей системы координат необходимо:

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T606 – выбор токарного резца и учет смещения его нулевой точки T с базовой позиции на режущую кромку;

- M4 S2000 – включение вращения шпинделя станка против часовой стрелки и задание числа оборотов его вращения;

- G00 X0 Z0 – быстрое перемещение манипулятора инструментом в координаты $X0$ и $Z0$;

3) установить скорость перемещения манипулятора инструментом на минимальное значение (1%) при помощи тумблера скорости подачи;

4) нажать кнопку старта и перейти в окно «POS»; в это время следует очень внимательно следить за перемещением манипулятора и одновременно смотреть за координатами в окне «POS», чтобы они адекватно соответствовали происходящему в рабочем пространстве станка; в случае, если инструмент начинает перемещаться не в предварительно определенные координаты, обязательно следует остановить станок и разобраться в ошибке;

5) как только режущая кромка инструмента правильно пришла в требуемое положение в рабочем пространстве станка с ЧПУ следует остановить станок и увести манипулятор инструментом максимально по осям X и Z для безопасности.

2.2.2.2 Допустим необходимо определить нулевую точку заготовки W при известном смещении нулевой точки осевого инструмента (концевой фрезы) T , установленного параллельно оси заготовки, с базовой позиции на режущую кромку. Для определения нулевой точки заготовки W в рассматриваемом случае необходимо:

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

- 2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:
- T303 – выбор концевой фрезы и учет смещения ее нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку;
 - M13 S2000 – включение вращения инструментального шпинделя станка против часовой стрелки и задание ему числа оборотов его вращения;
- 3) нажать кнопку старта;
- 4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «POS»;
- 5) при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи произвести соприкосновение торцом осевого инструмента торца заготовки до момента видимого образования стружки;
- 6) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» цифровое значение по оси **Z**, показывающее расстояние от нулевой точки станка **M** до торца заготовки или режущей кромки инструмента (в данном случае это одна и та же точка в рабочем пространстве станка).

Все особенности пункта 6, т.е. фиксирования значения по оси **Z** в «MENU OFFSET» → «F5», такие же как и при определении нулевой точки заготовки **W** посредством подрезания торца заготовки резцом.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки заготовки **W** способом подрезания при использовании концевой фрезы, установленной параллельно оси заготовки, стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки и инструмента (уже была известна до этой операции), то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Последовательность проверки такая же как при применении токарного резца.

*2.2.2.3 Допустим необходимо определить нулевую точку заготовки **W** при известном смещении нулевой точки осевого инструмента (концевой фрезы) **T**, установленного перпендикулярно оси заготовки, с базовой позиции на режущую кромку. Для определения нулевой точки заготовки **W** в рассматриваемом случае необходимо:*

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T101 – выбор концевой фрезы и учет смещения ее нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку;

- M13 S2000 – включение вращения инструментального шпинделя станка против часовой стрелки и задание ему числа оборотов его вращения;

3) нажать кнопку старта;

4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «POS»;

5) при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи произвести соприкосновение боковой стороной осевого инструмента торца заготовки до момента видимого образования стружки;

6) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» → «F5» цифровое значение по оси **Z**, показывающее расстояние от нулевой точки станка **M** до торца заготовки или режущей кромки осевого инструмента (в данном случае это одна и та же точка в рабочем пространстве станка).

Все особенности пункта 6, т.е. фиксирования значения по оси **Z** в «MENU OFFSET» → «F5», такие же как и при определении нулевой точки заготовки **W** посредством подрезания торца заготовки резцом.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки заготовки **W** способом подрезания при использовании концевой фрезы, установленной перпендикулярно оси заготовки, стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки и инструмента (уже была известна до этой операции), то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Последовательность проверки такая же как при применении токарного резца.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения по определению нулевой точки заготовки **W** на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.
2. Определить нулевую точку заготовки **W** посредством «способа» касания.
3. Определить нулевую точку заготовки **W** посредством способа «подрезания».
4. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Сводные данные по определению нулевой точки заготовки **W**

Способ определения W	Координаты		Смещение
	X	Z	W
Способ касания (манипулятор)			
Способ касания (токарный резец)			
Способ касания (сверло)			
Способ касания (концевая фреза)			
Способ подрезания (токарный резец)			
Способ подрезания (концевая фреза, установленная параллельно оси заготовки)			
Способ подрезания (концевая фреза, установленная перпендикулярно оси заготовки)			

5. Составить отчет по лабораторной №2.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель и задачи лабораторной работы.
3. Краткую информацию об определении нулевой точки заготовки **W** на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.
4. Сводную таблицу полученных результатов.
5. Выводы.
6. Приложение (краткие ответы на контрольные вопросы)

Лабораторная работа №3

Наладка токарного станка с ЧПУ

Emco Concept Turn 250 (второй этап)

Цель и задачи лабораторной работы

Целью лабораторной работы является приобретение навыков по наладке токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*. Наладочные операции служат важным этапом в полном цикле функционирования оборудования с ЧПУ от введения его в эксплуатацию до непосредственно контроля за механической обработкой заготовок в автоматическом режиме, и условно разделяются на 2 этапа. **Второй этап** заключается в определении смещения нулевой точки инструмента «Т» с базовой позиции на режущую кромку инструмента, исходя из которого и поставлены следующие задачи:

1. определить смещение нулевой точки инструмента «Т» при использовании токарных резцов;
2. определить смещение нулевой точки инструмента «Т» при использовании осевых инструментов, установленных в манипуляторе станка с ЧПУ параллельно оси заготовки;
3. определить смещение нулевой точки инструмента «Т» при использовании осевых инструментов, установленных в манипуляторе станка с ЧПУ перпендикулярно оси заготовки.

Работа рассчитана на 6 академических часов.

Основные теоретические положения

3.1 Абсолютная и рабочая системы координат

Рабочее пространство токарного станка с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* имеет абсолютную и рабочую системы координат. Описание данных систем координат подробно приведено во второй лабораторной работе в пункте 2.1.

С целью создания рабочей системы координат, в которой будет осуществляется механическая обработка заготовок в автоматическом режиме по предварительно написанной управляющей программе, требуется произвести наладочные операции по определению нулевых точек заготовки **W** и инструмента **T**. В данной лаборатор-

ной работе будет рассмотрена вторая часть наладочных операций по определению нулевой точки инструмента **T**.

3.2 Определение нулевой точки инструмента **T**

Смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку инструмента на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* находится только при условии известной нулевой точки заготовки **W** и может быть определено двумя способами («касания» и «подрезания»), которые зависят от используемого режущего инструмента.

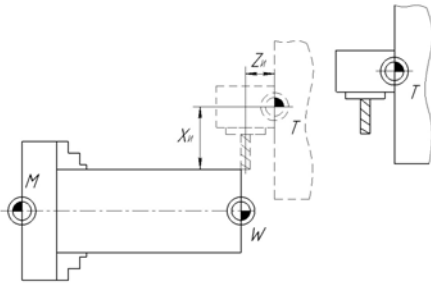


Рис. 25. Схема определения нулевой точки инструмента **T**

Способ «касания» заключается в соприкосновении режущим инструментом заготовки по осям **X** и **Z** (рис. 25) с целью определения смещения нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции, расположенной на передней поверхности манипулятора инструментом по оси **Z**,

а по оси **X** в центре винтовой окружности зажимов инструмента без привода, на режущую кромку инструмента. Наладка инструмента посредством способа касания осуществляется при нахождении станка в ручном режиме.

Способ «подрезания» заключается в подрезке заготовки или в соприкосновении режущей кромкой инструмента торца заготовки до момента видимого образования стружки по осям **X** и **Z** (рис. 25) с целью определения смещения нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку инструмента. Особенностью данного способа является то, что наладка осуществляется в полуавтоматическом режиме, в котором либо заготовка, либо режущий инструмент совершают вращательное движение в рабочей системе координат станка с ЧПУ.

Следует отметить, что при работе станка в полуавтоматическом или автоматическом режимах, в координатах **RELATIVE** по сравнению с **MACHINE** будут учитываться не только значения смещения

нулевой точки заготовки **W**, но и инструмента **T** по осям X и Z с базовой позиции на режущую кромку. Учет смещения нулевой точки инструмента **T** ведется в соответствии со значениями, зафиксированными в окне смещений режущих инструментов, для каждого конкретно используемого инструмента. В зависимости от применяемого инструмента оператору/наладчику следует определить в окне смещений («MENU OFFSET») вылет инструмента по осям X и Z , а также R , характеризующее геометрию режущего инструмента.

3.2.1 *Определение нулевой точки инструмента **T** для токарных резцов.* Для использования резцов в токарном станке с ЧПУ *Etco Concept Turn 250* при механической обработке заготовок в автоматическом режиме требуется найти их вылет по осям X и Z , а также значение R (рис. 26), для чего необходимо произвести следующий порядок действий:

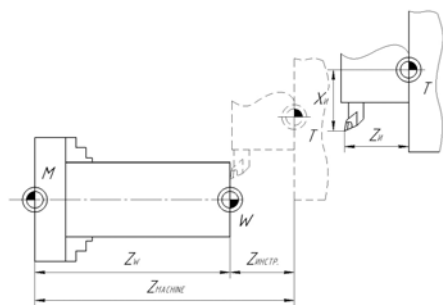


Рис. 26. Вылет токарного резца

словесное значение 1, 2, 3, 4, 5 и т.д. команды $T...$ зависит от того, в какой позиции установлен режущий инструмент в манипуляторе; в данном примере резец зафиксирован в 6 позиции, поэтому и соответственно записывается команда;

- M4 S2000 – включение вращения шпинделя станка против часовой стрелки и задание числа оборотов его вращения; направление необходимо выбирать исходя из условия, при котором вращение должно осуществляться на режущую кромку инструмента, но не от нее;

3) нажать кнопку старта;

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;
2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T606 – выбор токарного резца и учет смещения его нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку;

4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «POS»;

5) подрезать торец заготовки при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи с целью определения вылета резца по оси Z;

6) увести из зоны резания режущий инструмент по оси X;

7) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента (в данном случае в строку 6) цифровое значение по оси Z, показывающее расстояние от базовой нулевой точки инструмента до нулевой точки заготовки **W** или до режущей кромки инструмента;

8) произвести снятие небольшого припуска по диаметру заготовки при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи с целью определения вылета резца по оси X;

9) увести из зоны резания режущий инструмент по оси Z;

10) остановив станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента (в данном случае в строку 6) цифровое значение по оси X, показывающее расстояние от базовой нулевой точки инструмента до режущей кромки инструмента;

11) ввести радиус скругления режущей кромки резца в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента в столбец R, отвечающий за геометрию режущего инструмента.

Следует подробнее остановиться на 7 пункте определения нулевой точки инструмента **T** для токарных резцов, в котором находятся их смещения по оси Z. В результате торцевания заготовки резцом рабочая RELATIVE и абсолютная MACHINE системы координат в окне расширенной информации будут различаться. Причиной этому служит предварительно определенная нулевая точка заготовки, значение которой учитывается в рабочей системе координат, т.е. в RELATIVE. Вследствие этого, встает вопрос о том, из какой системы координат необходимо запоминать цифровое значение в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку по смещению нулевой точки резца **T** по оси Z.

Если оперировать рабочей системой координат RELATIVE, что и рекомендуется делать, то определение значения, отражающего смещение нулевой точки инструмента **T** по оси **Z**, осуществляется простым запоминанием текущей координаты и фиксированием ее значения по оси **Z** в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку. Обусловлено это тем, что в рабочей системе координат RELATIVE учитывается смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**, т.е. известно Z_W (рис. 26). Вследствие этого, в RELATIVE после того как осуществлена подрезка торца заготовки становится известным расстояние от передней поверхности манипулятора, на которой располагается базовая нулевая точка инструмента по оси **Z**, до режущей кромки инструмента $Z_{\text{инстр.}}$ (рис. 26), которое и вводится в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку.

Если оперировать абсолютной системой координат MACHINE, то определение значения, отражающего смещение нулевой точки инструмента **T** на режущую кромку по оси **Z**, возможно осуществить только посредством вычислительной операции. Вызвано это тем, что MACHINE координаты всегда показывают расстояние от нулевой точки станка **M** до нулевой точки инструмента **T**, расположенной на базовой позиции (рис. 26 - Z_{MACHINE}). Однако для определения смещения нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку (рис. 26 - $Z_{\text{инстр.}}$) в рассматриваемом случае необходимо обязательно знать смещение нулевой заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** (рис. 26 - Z_W). Это смещение отражено в «MENU OFFSET» → «F5». Зная указанные значения, по формуле 3 вычисляется смещение нулевой точки инструмента с базовой позиции на режущую кромку по оси **Z**, и записывается в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку.

$$Z_{\text{инстр.}} = Z_{\text{MACHINE}} - Z_W, \quad (3)$$

где: $Z_{\text{инстр.}}$ – расстояние, показывающее смещение нулевой точки инструмента **T** с базовой позиции на режущую кромку; Z_{MACHINE} – расстояние от нулевой точки станка **M** до базовой нулевой точки инструмента **T** в абсолютной системе координат; Z_W – смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M**.

Далее необходимо подробнее остановиться на 10 пункте определения нулевой точки инструмента **T** для токарных резцов, в котором находятся их смещения по оси **X**. В связи с тем, что смещение нулевой точки заготовки **W** относительно нулевой точки станка **M** определяется исключительно по оси **Z** и, следовательно, учет ее ведется только в **Z** координате рабочей системы координат **RELATIVE**, а смещение нулевой точки инструмента с базовой позиции по оси **X** на режущую кромку в данном случае неизвестно, то **RELATIVE** и **MACHINE** координаты по оси **X** в окне расширенной информации будут совпадать, отражая расстояние от нулевой точки станка **M** до нулевой точки инструмента **T** на базовой позиции. Вследствие этого, разницы, из какой системы координат запоминать значения по смещению нулевой точки инструмента **T**, нет. Однако необходимо произвести вычисление из получившегося цифрового значения по оси **X** в системах координат станка с ЧПУ (окно расширенной информации) диаметр обработанной заготовки, который предварительно требуется измерить посредством штангенциркуля. Получившееся значение следует зафиксировать в «**MENU OFFSET**» в соответствующую инструментальную строку.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки инструмента **T** стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки **W** (была найдена на предшествующей операции) и инструмента, то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Критерием правильности служит подход режущей кромкой инструмента в рабочем пространстве станка с ЧПУ к оси заготовки по **X** и ее торцу по **Z**.

Для проверки правильности созданной рабочей системы координат необходимо:

- 1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «**PRGRM**» ввода данных;

- 2) ввести в окне «**PRGRM**» следующие команды:

- **T606** – выбор токарного резца и учет смещения его нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку;

- M4 S2000 – включение вращения шпинделя станка против часовой стрелки и задание числа оборотов его вращения;

- G00 X0 Z0 – быстрое перемещение манипулятора инструментом в координаты X0 и Z0;

3) установить скорость перемещения манипулятора инструментом на минимальное значение (1%) при помощи тумблера скорости подачи;

4) нажать кнопку старта и перейти в окно «POS»; в это время следует очень внимательно следить за перемещением манипулятора и одновременно смотреть за координатами в окно «POS», чтобы они адекватно соответствовали происходящему в рабочем пространстве станка; в случае, если инструмент начинает перемещаться не в предварительно определенные координаты, обязательно следует остановить станок и разобраться в ошибке;

5) как только режущая кромка инструмента правильно пришла в требуемое положение в рабочем пространстве станка с ЧПУ следует остановить станок и увести манипулятор инструментом максимально по осям X и Z для безопасности.

Определение нулевой точки инструмента T для осевых инструментов, установленных в приводной (нечетной) позиции манипулятора станка с ЧПУ параллельно оси заготовки. Для использования осевых инструментов (пример на концевой фрезе Ø8 мм) в токарном станке с ЧПУ Emco Concept Turn 250 при механической обработке заготовок в автоматическом режиме, установленных параллельно оси заготовки в приводной позиции, требуется найти их вылет по оси Z (рис. 27), а также значение R, для чего необходимо произвести следующий порядок действий:

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T303 – выбор концевой фрезы и учет смещения ее нулевой точки T с базовой позиции на режущую кромку (на данный момент смещение отсутствует);

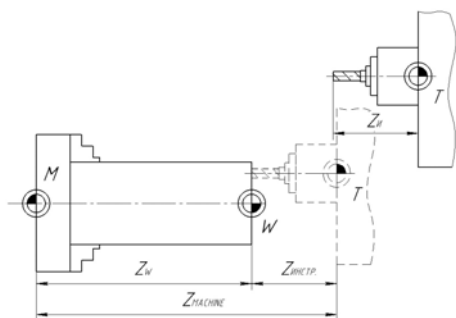


Рис. 27. Вылет концевой фрезы

- M13 S2000 – включение вращения инструментального шпинделя станка против часовой стрелки и задание ему числа оборотов его вращения;
- 3) нажать кнопку старта;
- 4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в

окно «POS»

5) при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи произвести соприкосновение торцом осевого инструмента торца заготовки до момента видимого образования стружки;

7) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента (в данном случае в строку 3) цифровое значение по оси Z, показывающее расстояние от базовой нулевой точки инструмента до нулевой точки заготовки **W** или до режущей кромки инструмента;

8) ввести значение -20 по оси X, так как осевой инструмент установлен в приводную или нечетную позицию (если зафиксирован в неприводной и четной позиции, то значение по оси X будет равно нулю);

9) ввести радиус осевого инструмента в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента в столбец R, отвечающий за геометрию режущего инструмента.

10) отвести манипулятор инструментом максимально по осям X и Z от заготовки.

Все особенности пункта 7, т.е. фиксирования значения по оси Z в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку такие же, как и при определении нулевой точки инструмента **T** для резца.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки инструмента **T** стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки **W**

(была найдена на предшествующей операции) и инструмента, то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Критерий и последовательность проверки такие же как при применении токарного резца.

*Определение нулевой точки инструмента **T** для осевых инструментов, установленных в манипуляторе станка с ЧПУ перпендикулярно оси заготовки.* Для использования осевых инструментов (пример на концевой фрезе Ø8 мм) в токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250* при механической обработке заготовок в автоматическом режиме, установленных перпендикулярно оси заготовки в приводной позиции, требуется найти их вылет по оси X и Z (рис. 28), а также значение R, для чего необходимо произвести следующий порядок действий:

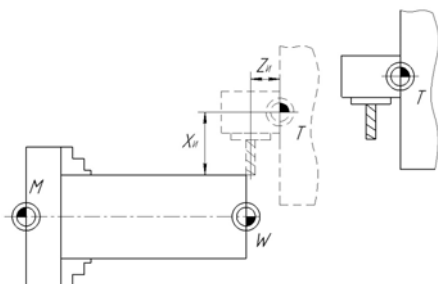


Рис. 28. Схема определения нулевой точки инструмента **T**

ее нулевой точки **T** с базовой позиции на режущую кромку (на данный момент смещение отсутствует);

- M13 S2000 – включение вращения инструментального шпинделя станка против часовой стрелки и задание ему числа оборотов его вращения;

3) нажать кнопку старта;

4) перевести станок с ЧПУ из полуавтоматического режима в ручной режим посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «POS»;

5) при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи произвести соприкосновение боковой стороной концевой фрезы торца

1) установить полуавтоматический режим станка с ЧПУ посредством тумблера выбора режимов и перейти в окно «PRGRM» ввода данных;

2) ввести в окне «PRGRM» следующие команды:

- T101 – выбор концевой фрезы и учет смещения

зготовки до момента видимого образования стружки с целью определения вылета фрезы по оси Z;

6) увести из зоны резания режущий инструмент по оси X;

7) не останавливая станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента (в данном случае в строку 1) цифровое значение по оси Z, показывающее расстояние от базовой нулевой точки инструмента до нулевой точки заготовки **W** или до режущей кромки инструмента;

8) при помощи клавиш перемещения манипулятора инструментом и клавиши скорости подачи произвести соприкосновение торцом концевой фрезы диаметра зготовки до момента видимого образования стружки с целью определения вылета фрезы по оси X;

9) увести из зоны резания режущий инструмент по оси Z;

10) остановив станок с ЧПУ зафиксировать в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента (в данном случае в строку 1) цифровое значение по оси X, показывающее расстояние от базовой нулевой точки инструмента до режущей кромки инструмента;

11) ввести радиус осевого инструмента в «MENU OFFSET» в соответствующую строку применяемого инструмента в столбец R, отвечающий за геометрию режущего инструмента.

Все особенности пунктов 7 и 10, т.е. фиксирования значений по оси Z и X в «MENU OFFSET» в соответствующую инструментальную строку такие же, как и при определении нулевой точки инструмента **T** для резца.

В связи с тем, что после операции по определению нулевой точки инструмента **T** стала известна нулевая точка отсчета рабочей системы координат, так как определены нулевая точка заготовки **W** (была найдена на предшествующей операции) и инструмента, то необходимо сделать проверку на правильность созданной рабочей системы координат. Последовательность проверки такая же как при применении токарного резца.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения по определению нулевой точки инструмента **T** на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.

2. Определить смещение нулевой точки инструмента **T** при использовании токарных резцов;

3. Определить смещение нулевой точки инструмента **T** при использовании осевых инструментов, установленных в манипуляторе станка с ЧПУ параллельно оси заготовки;

4. Определить смещение нулевой точки инструмента **T** при использовании осевых инструментов, установленных в манипуляторе станка с ЧПУ перпендикулярно оси заготовки.

5. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Сводные данные по определению нулевой точки инструмента **T**

Определение нулевой точки инструмента T	Координаты		Смещение		
	X	Z	X	Z	R
Токарный резец					
Сверло, установленное параллельно оси заготовки в неприводной позиции					
Концевая фреза, установленная параллельно оси заготовки в приводной позиции					
Концевая фреза, установленная перпендикулярно оси заготовки в приводной позиции					

6. Составить отчет по лабораторной №2.

7. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель и задачи лабораторной работы.
3. Краткую информацию об определении нулевой точки инструмента **T** на токарном станке с ЧПУ *Emco Concept Turn 250*.
4. Сводную таблицу полученных результатов.
5. Выводы.
6. Приложение (краткие ответы на контрольные вопросы)

Библиографический список

Основной

1. *Балла О.М.* Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 368 с.

2. *Звонцов И.Ф.* Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.Ф. Звонцов, К.П. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 588 с.

3. Программирование постоянных запоминающих устройств вычислительных средств систем управления [Электронный ресурс] / Л.Д. Певзнер [и др.]. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2010. – 32 с.

Дополнительный

5. *Некрасов Ю.И.* Диагностика процессов нагружения и накопления повреждений инструмента при обработке на станках с ЧПУ [Электронный ресурс]: монография / Ю.И. Некрасов, У.С. Путилова, Р.Ю. Некрасов. – Электрон. дан. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 120 с.

6. *Базаров Е.В.* Проектирование операции обработки на электроэрозионном станке с ЧПУ: Методические указания к лабораторной работе по курсам «Проектирование операции обработки на станках с ЧПУ», «Технология машиностроительного производства» [Электронный ресурс]: метод. указ. / Е.В. Базаров, И.Н. Гемба, Е.А. Заставный. – Электрон. дан. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 16 с.

Содержание

Лабораторная работа №1	3
Лабораторная работа №2	22
Лабораторная работа №3	42
Библиографический список	53

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 15.03.01*

Сост.: *А.И. Кексин, Е.Г. Злотников, В.А. Красный*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
машиностроения

Ответственный за выпуск *А.И. Кексин*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 31.05.2019. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 3,1. Усл.кр.-отт. 3,1. Уч.-изд.л. 2,8. Тираж 50 экз. Заказ 509. С 183.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2