

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

**Модернизация токарного станка 16А20Ф3С32 под современные задачи  
цифрового производства**

тема

Руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. каф. АТиМ В.В.Платонов.  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускники \_\_\_\_\_ С.В.Цицулин  
подпись, дата      инициалы, фамилия  
\_\_\_\_\_ А.О. Гордеев  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Абакан, 2022г.

Продолжение титульного листа БР по теме: Модернизация токарного станка 16А20Ф3С23 под современные задачи цифрового производства

Консультанты по разделам:

Технологическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.В. Платонов  
инициалы, фамилия

Конструкторская часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.В.Платонов  
инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.В.Платонов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.М. Сагалакова  
инициалы, фамилия



Студентам Цицулину Сергею Владимировичу

фамилия, имя, отчество

Гордееву Александру Олеговичу

фамилия, имя, отчество

Группа 28-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: Модернизация токарного станка 16А20Ф3С23 под современные задачи цифрового производства

Утверждена приказом по институту № \_\_\_\_\_ от . . 2022 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ, ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. 3D-модели деталей;

2. Станок 16А20Ф3С23

Перечень разделов ВКР Общее устройство станка 16А20Ф3С23; Модернизация станка; Технологическая часть; Конструкторская часть; Экономическая часть.

Перечень графического материала 1. Общий вид станка - 1 лист ф. А1;

2.Электрическая схема станка – 1 лист ф. А1; 3. Адреса входов/выходов- 1 лист ф.

А1; 4. Экономический лист-1 лист ф.А1; 5. Сборка кристаллизатора-1 лист ф.А1;

6.Поддон -1 лист ф.А1; 7.Варианты работы станка 6М610-1 лист ф. А1;8. Проект

обработки кристаллизатора-2листа ф. А1; 9. Проект обработки поддона-1 лист ф.

А1.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

подпись

В.В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание приняты к исполнению \_\_\_\_\_

подпись

С.В. Цицулин

А.О Гордеев

инициалы и фамилия студентов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## РЕФЕРАТ

Основная часть выпускной работы посвящена модернизации токарного станка с ЧПУ 16A20Ф3С32 под современные задачи цифровой технологии.

В начале был произведен капитальный ремонт этих станков с заменой резцедержателя и трех кулачкового патрона. Сама модернизация заключалась в следующем;

- разработка нового шкафа управления с учетом системы ЧПУ, приводов подач и главного движения,

- взамен устаревшей системы ЧПУ НЦ-31 и 2Р22 была установлена современная система ЧПУ NC-202 отечественного производства ООО «Балт-Систем»,

- взамен тиристорных Болгарских приводов КЕМРТОН установлены серво привода серии BSD того же производителя в приводе подачи,

- в главном приводе вместо Болгарского тиристорного привода применен асинхронный с частотным преобразователем серии ESQ500/EN600 Китайского производства,

- проведены все программные действия, связанные с адаптацией новых систем.

В технологической части работы рассмотрена технология механической обработки для малых цифровых производств с модернизацией оборудования под конкретные технологические задачи.

Представлен технологический процесс и оборудование для механической обработки кристаллизаторов и поддонов в условиях ООО «ИТЦ РТ и МО» для заводов Восточного дивизиона ОК РУСАЛ. В качестве САМ – системы применяется СОЛИД ВЕРСТ, в качестве САМ – системы используется СПРУТ КАМ.

В экономической части сделан расчёт целесообразности модернизации оборудования по сравнению с покупкой нового.

В графической части работы выполнены чертежи по модернизации оборудования, себестоимость модернизации, и показаны фрагменты цифровой технологии обработки кристаллизатора и поддона в условиях ООО «ИТЦ РТ и МО»

Пояснительная записка 60 с., 3 ч., 39 рисунков, 2 Таблиц, 6 источника, 6 прил.

СИСТЕМА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ, КООРДИНАТНАЯ МАШИНА, ПРОГРАММА ЛОГИКИ, СЕРВОПРИВОД, ИСХОДНЫЙ ТЕКСТ ПРОГРАММЫ, ФАЙЛЫ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ, ФАЙЛ УПРАВЛЕНИЯ ОСЯМИ, ДЕКАРТОВАЯ СИСТЕМА, КРУГОВАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ, ПЕРЕДАЧА ВИНТ\_ГАЙКА, ПОЛЗУН, КАРЕТКА, ЛОБОВАЯ ШПИНДЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА, ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА. МОТОР-ШПИНДЕЛЬ, САД/САМ.

СОДЕРЖАНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	2
1. Общее устройство станка модели 16А20Ф3С32	3
1.1 Назначение	3
1.2 Система смазки станка	3
1.3 Технические характеристики станка 16А20Ф3С32	4
2. Модернизация станка	5
2.1 Капитальный ремонт станка	5
2.2 Замена системы ЧПУ и приводов	6
2.3 Перечень работ по модернизации	7
2.4 Программная часть модернизации	10
3. Технологическая часть	12
3.1 Модернизация станка под конкретную цифровую технологию	12
3.2 Литейные машины	14
3.3 Модернизация станка 6М610 под цифровую технологию обработки литейной оснастки (кристаллизаторов, поддонов)	15
3.4 Технологический процесс обработки кристаллизатора	18
3.5 Технологический процесс обработки поддона	31
4. Экономическая часть	
4.1 Затраты на покупные изделия модернизируемого станка	39
4.2 Перечень основных видов работ по модернизации	40
4.3 Расчёт заработной платы	40
4.4 Расчет расходов на коммунальные услуги и электроэнергию	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	43
ПРИЛОЖЕНИЯ	44

## Введение

Возле мастерской в Замоскворечье братья Бромлей в 1857 году начали строительство механического завода. Первой его продукцией топоры, серпы и другие инструменты для крестьян. В 1864 году братья приобрели новый участок и стали оформлять разрешение на строительство новых зданий цехов. В 1870 и 1872 году строгальные и сверлильные станки из Замоскворечья получили золотые медали на Московской промышленной выставке. Паровая машина тройного расширения была награждена Большой золотой медалью на международной выставке в Париже. В 1918 году завод национализировали и провели модернизацию. С 1922 года завод

полностью переходит на выпуск металлорежущих станков. Первые универсальные токарно-винторезные станки с коробкой скоростей впервые в СССР начали выпускаться на Московском станкостроительном заводе "Красный пролетарий" им. А.И. Ефремова. В 1932 году и получили наименование ДИП-200, ДИП-300, ДИП-400, ДИП-500 ( ДИП - Догнать И Перегнать), где 200, 300, 400, 500 - высота центров над станиной. В 1971 году были выпущены первые токарные станки 16К20. После реконструкции завода, в 1973 года стали выпускать 16А20Ф3 с ЧПУ.

## 1. Общее устройство станка модели 16А20Ф3С32

### 1.1 Назначение

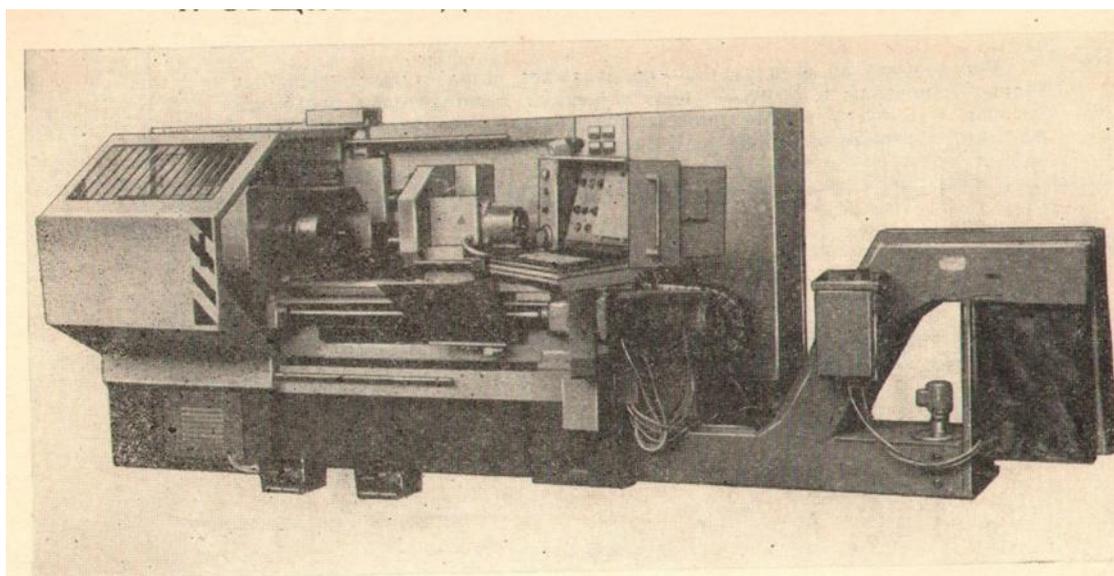


Рис.1 Общий вид станка

Токарный патронно-центровой станок модели 16А20Ф3С32 с автоматической сменой инструментов и системой ЧПУ модели НЦ-31 класса CNC, предназначен для обработки резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, соосных с его шпинделем, на деталях разного назначения. На данном станке можно реализовать следующие методы обработки: точение, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы. Общий вид станка представлен на рисунке 1. Конструкция станка содержит составные части, характерные для традиционных компоновок токарно-револьверных станков. В левой части горизонтальной станины установлена передняя бабка с горизонтальным шпинделем. По горизонтальным направляющим станины могут перемещаться продольные салазки суппорта, несущие поперечные салазки и револьверную инструментальную головку, ось поворота которой (при смене инструмента) параллельна оси шпинделя. Справа на направляющих станины находится задняя бабка, в пиноль которой устанавливается задний центр для поддержания длинных деталей, или стержневой инструмент, для обработки отверстий, соосных со шпинделем. Перемещение револьверной головки с инструментами осуществляется независимыми приводами продольной и поперечной подачи, каждый из которых содержит двигатель постоянного тока, редуктор и передачу «винт-гайка качения». Информация об изменении положений револьверной головки (перемещениях) вдоль и поперек оси шпинделя и о скоростях продольной и



-Максимальная рабочая подача, мм/мин продольная	2000
поперечная	1000.
-Скорость быстрых перемещений, мм/мин продольных	6000
поперечных	5000.
-Дискретность перемещений, мм продольных	0,01
поперечных	0,005
-Шаг нарезаемой резьбы, мм	0.01...
40,959	
-Число позиций револьверной головки или 8.	6
-Мощность главного электродвигателя, 11	кВт

## 2. Модернизация станка

### 2.1 Капитальный ремонт станка

Заказ на ремонт и модернизация двух токарных станков с ЧПУ «НЦ-31» 1991 года выпуска под задачи цифровой технологии производства поступил от АО «Сибирский инструментально-ремонтный завод», город Красноярск, для ОК РУСАЛ

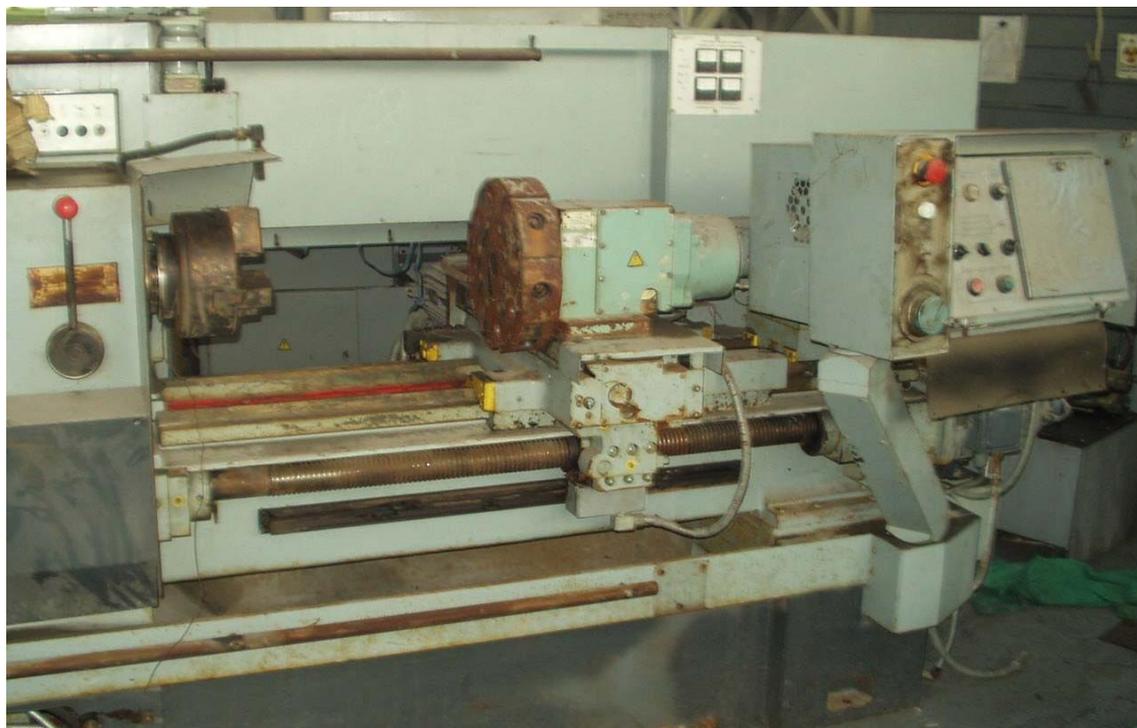


Рис.4. Токарный станок 16А20 с системой ЧПУ «НЦ-31» до модернизации

Исходно станки кроме физического износа, морально устарели система ЧПУ НЦ-31 и Болгарские тиристорные привода подачи и главного движения (рис.4), которые не позволяют работать в CAD/CAM- системе с сетевой поддержкой. Предварительно до модернизации были произведены следующие работы;

- станок был весь разобран и тщательно очищен от грязи и вымыт и покрашен (рис.5)

- прошлифованы на плоскошлифовальном станке и от шабрены продольные и поперечные направляющие станка,

- отремонтированы станции циркуляционной и импульсной смазки,

- произведена сборка станка,

- ввиду плохого состояния заменены на новые восемь позиционные автоматические резцедержатели на обоих станках.



Рис.5. Станок после покраски

## 2.2 Замена системы ЧПУ и приводов

Далее согласно главной задаче, проведена необходимая модернизация станков, которая заключалась в следующем;

- замена устаревшей системы ЧПУ «НЦ-31 на современную с поддержкой сетевой системы обмена «NC-202», производства ООО «Балт систем» (Россия) (рис.6),



Рис.6. Система ЧПУ «NC-202»

- замена Болгарских тиристорных приводов подачи КЕМРТОН на современные серво привода серии BSD того же производителя (рис.7),

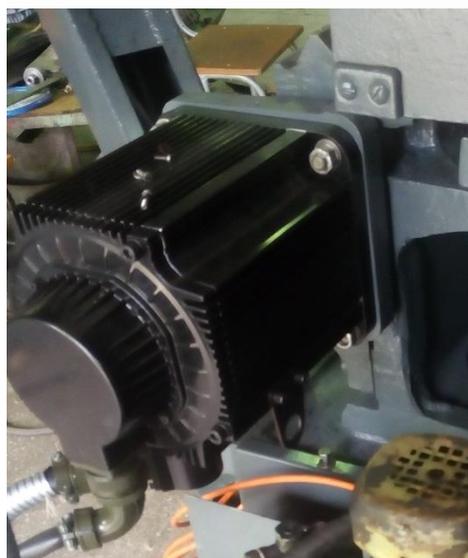


Рис.7. Сервопривод серии BSD

- замена тиристорного главного привода на асинхронный с частотным преобразователем серии ESQ500/EN600. (рис.8).



Рис.8. Асинхронный привод с частотным преобразователем серии ESQ500/EN600.

### 2.3 Перечень работ по модернизации

В физическом плане модернизация включает следующие основные работы:  
 -разработка и изготовление специальных промежуточных муфт для соединения двигателей серии NYS напрямую с ходовым винтом, которые имеют другие размеры фланца и диаметра выходного вала.

-переделка пульта оператора (рис.9) под систему ЧПУ NC-202. Это более удобно для оператора, если активно использовать современное средство визуального программирования прямо на станке основных типовых технологических циклов токарной обработки.



Рис.9. Пульт оператора под систему ЧПУ NC-202.

-использование одного из трех шкафов (рис.10) под новую специально разработанную схему электроавтоматики станка (рис.11) с учетом применения новых сервоприводов в приводе подачи станка, асинхронного электродвигателя с частотным регулированием в главном приводе станка, системы ЧПУ «NC-202».



Рис.10. Новый шкаф электроавтоматики станка

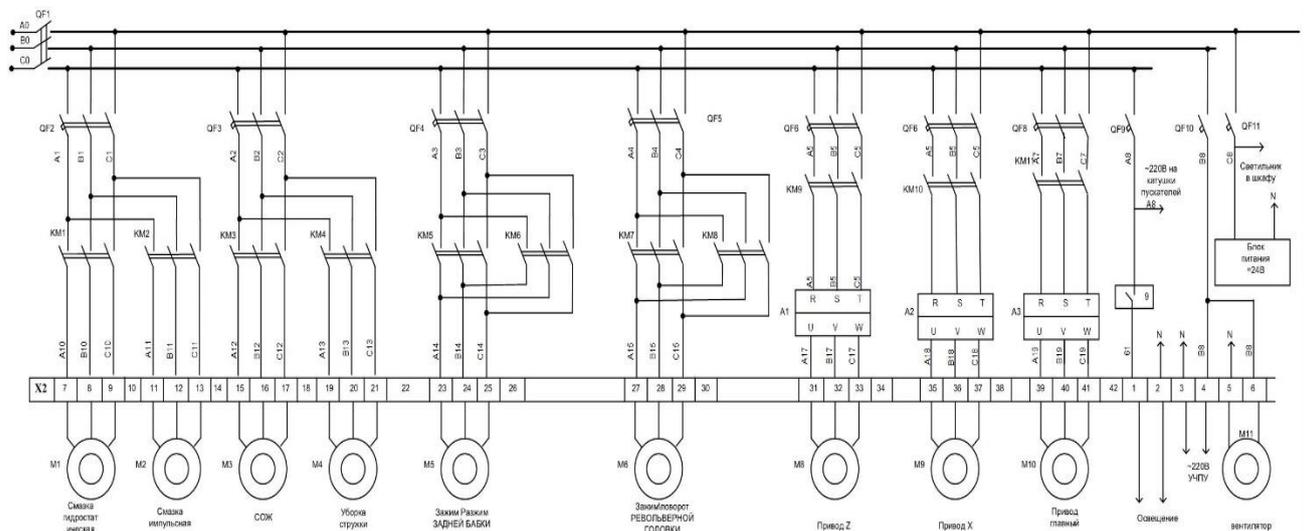


Рис.11 Схема электроавтоматики станка

- программное управления циклом смазки узлов станка. Импульсная смазка включается на 10 секунд после включения станка и далее на 10 секунд через каждый час работы станка. Циркуляционная смазка включается при работе главного привода станка.

Общий вид станка после модернизации приведен на рисунках 12 и 13.



Рис.11 Вид спереди



Рис.12 Вид сзади

## 2.4 Программная часть модернизации

Кроме этого для работы станка необходимы:

- Программная настройка приводов подач с помощью оболочки « BaltMonitor» (рис.13), которая работает по COM-порту соединяющий персональный компьютер с преобразователем серии BSD.

- Программная настройка привода главного движения с асинхронным двигателем производится прямо на станке, с помощью встроенной в частотный преобразователь серии ESQ500 со специальной оболочки.

- Провести характеризацию системы ЧПУ «NC-202» под конкретный станок. Характеризация УЧПУ имеет два уровня:
- системный;
  - функциональный.

Системный уровень характеризации является приоритетным по отношению к функциональному уровню, поэтому он должен быть выполнен в первую очередь. Системный уровень характеризации выполняет установку параметров, определяющих доступ к физически существующим рабочим каталогам, расположенным на любом из используемых дисковых устройств памяти: FLASH диске, HDD, HDD сервера (при работе УЧПУ в локальной сети) или FDD, а также определяет список рабочих файлов функционального назначения для УЧПУ.

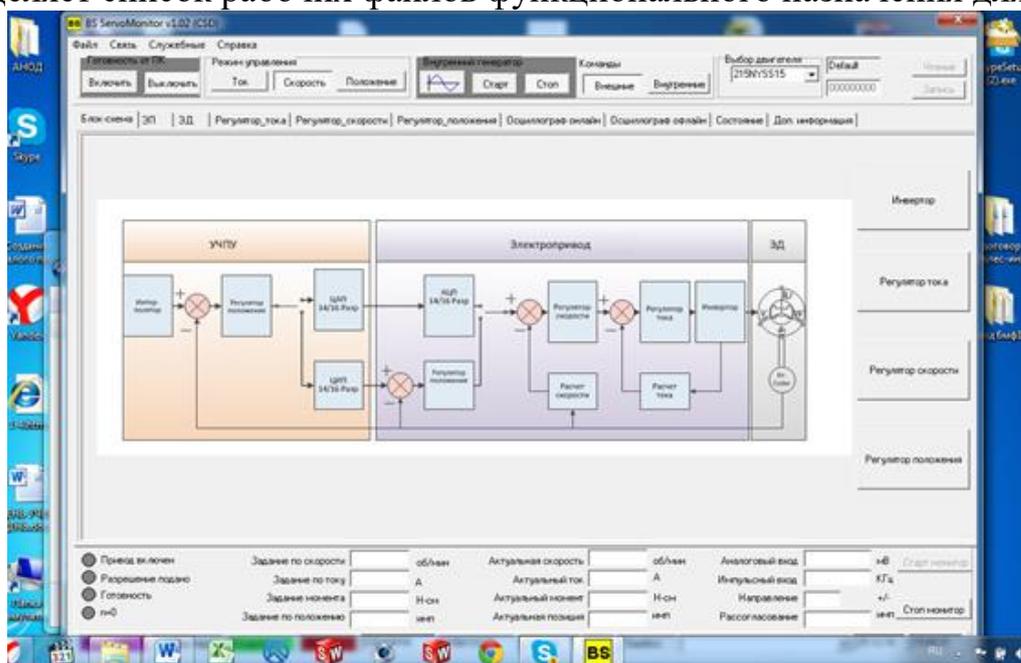


Рис. 13. Оболочка для настройки привода « BaltMonitor»

Функциональный уровень характеризации устанавливает параметры, которые задают конкретные функции (персонализируют) УЧПУ, и этим ориентируют его на управление определённым технологическим процессом, т.е. специфицируют УЧПУ.

Характеризация выполняется с помощью следующих файлов:

- 1) FCRSYS;
- 2) AXCFIL;
- 3) PGCFIL;
- 4) IOCFIL.

Каждый из этих файлов используется при конкретном уровне характеризации.

Назначение файлов характеристики:

*системный уровень:*

FCRSYS - содержит информацию об именах памяти на FLASH, HDD, FDD или HDD сервера, список рабочих файлов характеристики функционального назначения в УЧПУ для объекта управления, а также данные для определения дисковых устройств, подключённых к УЧПУ (Приложение 1).

*функциональный уровень:*

AXCFIL - содержит параметры управления осями (Приложение 2);

PGCFIL - содержит информацию о характеристиках управления технологическим процессом обработки деталей для объекта управления (Приложение 3);

IOCFIL - содержит параметры ПЛ, позволяющие персонализировать УЧПУ для конкретного применения (Приложение 4).

- Написание программа логики станка на языке PLC, которая является промежуточным звеном между программным обеспечением и объектом управления. Кроме работ по управлению электроавтоматикой станка, в программу логики входит разработка графики интерфейса пульта оператора (рис. 14)

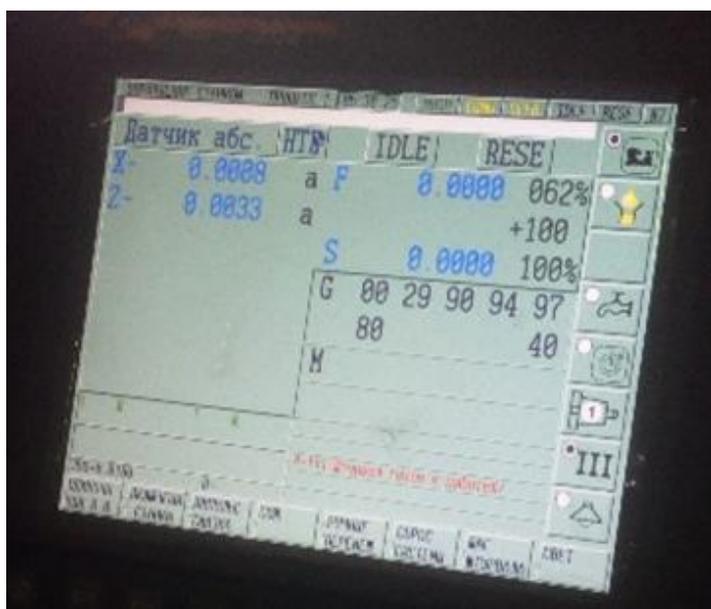


Рис.14. Графика интерфейса пульта оператора

Для конкретной разработки программы необходимы адреса входов/выходов для управления внешними устройствами (приложение 5).

Сама программа управления электроавтоматикой станка написана на языке PLC (Приложение 6).

### 3 Технологическая часть

#### 3.1 Модернизация станка под конкретную цифровую технологию

Современный станок – это много осевой центр с ЧПУ, способный изготовить деталь за одну операцию. Умелое использование всех возможностей оборудования позволит окупить его максимально быстро. ООО «ИТЦ РТ и МО» занимается разработкой цифровой технологии обработки металлов и под эту технологию модернизирует оборудование с использованием агрегатного принципа и современных систем ЧПУ и приводов. Так например, при обработке корпуса домкрата (рис.14) для работы электролизера на продольно фрезерном станке 6М610 использовались последовательно три варианта обработки.

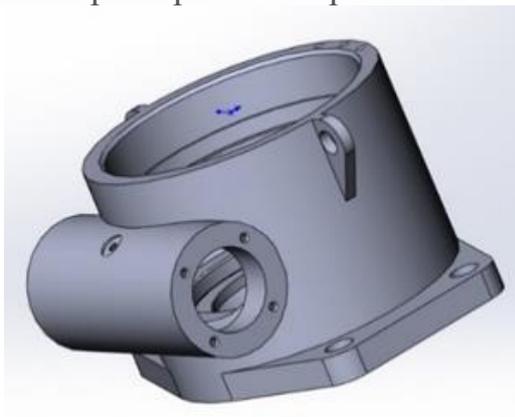


Рис.14. Корпус домкрата.

Первый трех осевой вертикально фрезерный (рис.15).



Рис. 15. Трех осевой фрезерный вариант  
Второй токарный вариант корпуса домкрата (рис.16)



Рис. 16. Токарный вариант  
Третий горизонтально-расточной вариант обработки (рис. 17).



Рис.17. Горизонтально-расточной вариант

Это позволяет практически все операции выполнять на одном станке, что позволяет не только повысить технологичность и точность, но значительно в разы уменьшает капитальные затраты (затраты на оборудование). Это важно для малых специализированных цифровых производств, где главные факторы гибкость и мобильность. При этом общие затраты на производство уменьшаются в 5 -10 раз по сравнению с обычным производством на базе станков с ЧПУ.

### 3.2 Литейные машины

Основным поставщиком литейной оснастки для плоских слитков в компании РУСАЛ является американская компания «Wagstaff», которая в 2018 году на основании введенных Министерством финансов США частично приостановила, поставку кристаллизаторов и комплектующих для производства плоских слитков. С началом спецоперации на Украине полностью прекратила поставку в Россию литейной оснастки. Наложённые санкции явили необходимость обеспечить стратегическую независимость Компании от монопольного поставщика оснастки

«Wagstaff», путем создания аналогового типа кристаллизаторов для литья плоских слитков, тем самым обеспечивая своевременную поставку комплектующих и расходных материалов.

В Компании установлено 5 литейных агрегатов (рис.18) для производства плоских слитков на оснастке «Wagstaff».



Рис. 18. Литейный агрегат «Wagstaff»

Кристаллизаторы и поддоны необходимая расходная часть литейной машины для получения плоских слитков, которые в дальнейшем используются для получения качественного листового проката. Срок службы кристаллизатора в среднем один год, поддона полгода, поэтому годовая потребность для заводов восточного дивизиона может быть до 100 штук в год поддонов и до 50 кристаллизаторов.

Рассмотрим технологический процесс обработки литейной оснастки, в частности кристаллизаторов (рис.19а) и поддонов (рис.19б) для получения плоских слитков по цифровой технологии на специально агрегатированном оборудовании в условиях ООО «ИТЦ ЗТ и МО».



Рис.19а. Кристаллизатор в сборе

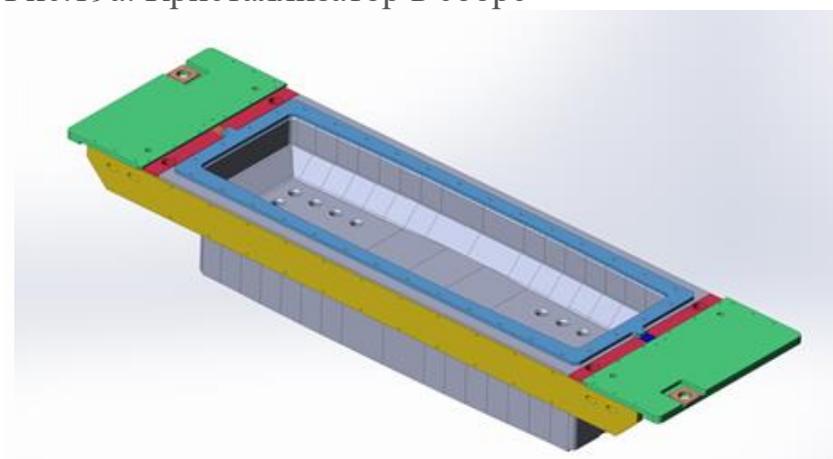


Рис.19б. Большой кристаллизатор в сборе с поддоном 3D-модель.

### 3.3 Модернизация станка 6М610 под цифровую технологию обработки литейной оснастки (кристаллизаторов, поддонов)

Все переходы механической обработки корпуса кристаллизатора ведутся на одном модернизированном продольно-фрезерном станке 6М610 так как его рабочее пространство позволяет производить обработку без переустановки. Модернизация по агрегатному принципу со сменой видов обработки позволяет весь технологический процесс сосредоточить на одном станке, что позволяет кроме гибкости повысить и точность обработки.

Предварительно продольно-фрезерный станок 6М610 подвергся глубокой модернизации по аппаратной и технической части (система ЧПУ, привода, измерительная система, система смазки).

Дополнительно, к стандартным лобовой и торцевой головкам, были разработаны и изготовлены специальные агрегаты (рис.20), которые не только расширили технологические возможности, но и позволили реализовать на одном станке различные варианты обработки.

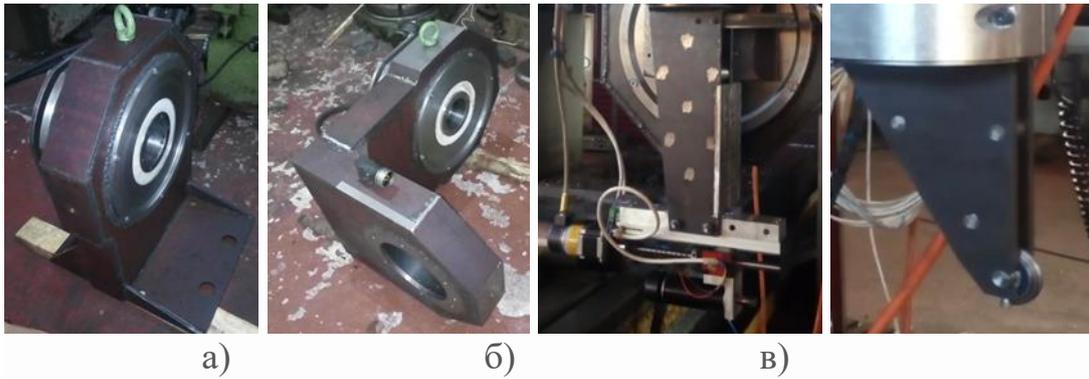


Рис.20. Первый и второй модули вращения (а, б), агрегаты перемещения и накатки (соответственно в, г)

Последовательно могут использоваться основной шпиндель, дополнительный высокоскоростной и специальный малый высокоскоростной для обработки малых (до 0.8мм) отверстий. Станок может работать как в режиме вертикального, так и горизонтально фрезерного станка и при этом поддерживать следующие оси;

- трех осевой XYZ,



-четырёх осевой XYZC,



- пяти осевой XYZAC,



- пяти осевой XYZCW,



- шести осевой XYZACW.



В четырех, пяти и шести осевых режимах используется дополнительные высокоскоростные мотор-шпиндели.

Так как реальный технологический процесс механической обработки содержит очень много переходов, имеет десятки разных типов форм и размеров, мы рассмотрим только типичные основные моменты;

- для кристаллизатора ЛЦ 945.00.00.00 600x1820
- поддона ЛЦ 940.00.00.01 600x1750

### 3.4 Технологический процесс обработки кристаллизатора

Исходной заготовкой кристаллизатора является катаный прямоугольный лист из алюминиевого сплава, в котором предварительно вырезана (высверлена) средняя часть на этом же станке. Технологический процесс механической обработки кристаллизатора выполняется за две установки. На первой установке последовательно обрабатываются;

- верхняя плоскость кристаллизатора, отверстия, канавки и уклоны на ней,
- внутренние грани, уклоны, переходы и если есть, то производится накатка всей внутренней части,
- наружные боковые грани, включающие еще и резьбовые отверстия, окна, выступы.

Рассмотрим основные переходы этой установки;

- в режиме вертикального трех осевого станка (XYZ) основным шпинделем обрабатываются концевыми фрезами верхний, наружный и внутренние контуры корпуса кристаллизатора с последовательной сменой схемы закрепления. Способ базирования координатный угол. Работы выполняются основным шпинделем.

На рисунке 21 представлен в спрут каме проект обработки внутреннего контура на вертикальном трех осевом варианте станка (первый переход). Заготовка установлена на специальном приспособлении в виде наружного координатного угла и сверху закреплена прихватами.

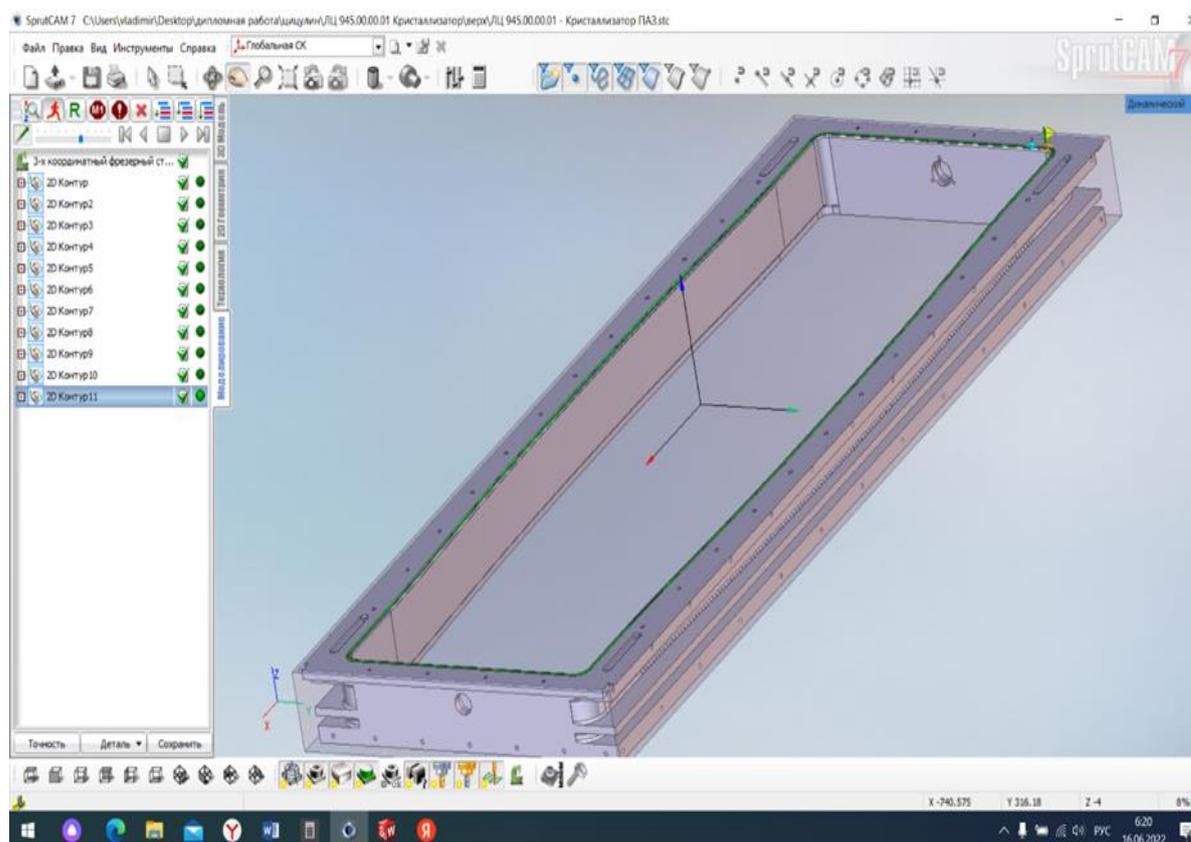


Рис.21. Проект обработки внутреннего контура.

На рисунке 22. Показана РТК (расчетно-технологическая карта) первого перехода.

3-х координатный фрезерный станок					Сгенерировано в SprutCAM <sup>®</sup> версия 7		
					Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\цицулин\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор\верх\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор ПА3.stc		
Список операций							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
2	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
3	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
4	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
5	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
6	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
7	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
8	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
9	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
					<b>001.001.01.01</b>		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата.			
Разраб.	Цицулин				Лит.	Лист	
Пров.	Платонов					2	
Н.Контр.							
Г.Контр.							
УТВ							
					<b>ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор ПА3</b>		

Рис.22. РТК первого перехода

-в режиме вертикального трех осевого станка (XYZ) основным шпинделем обрабатываются дисковой фрезой на оправке последовательно боковые контура формирования каналов подачи воды для охлаждения слитка. Способ базирования координатный угол со внутренней схемой закрепления прихватами. Работы выполняются основным шпинделем.

На рисунке 23 представлен в спрут каме проект обработки дисковой фрезой на оправке последовательно боковых контуров формирования каналов подачи воды для охлаждения слитка.

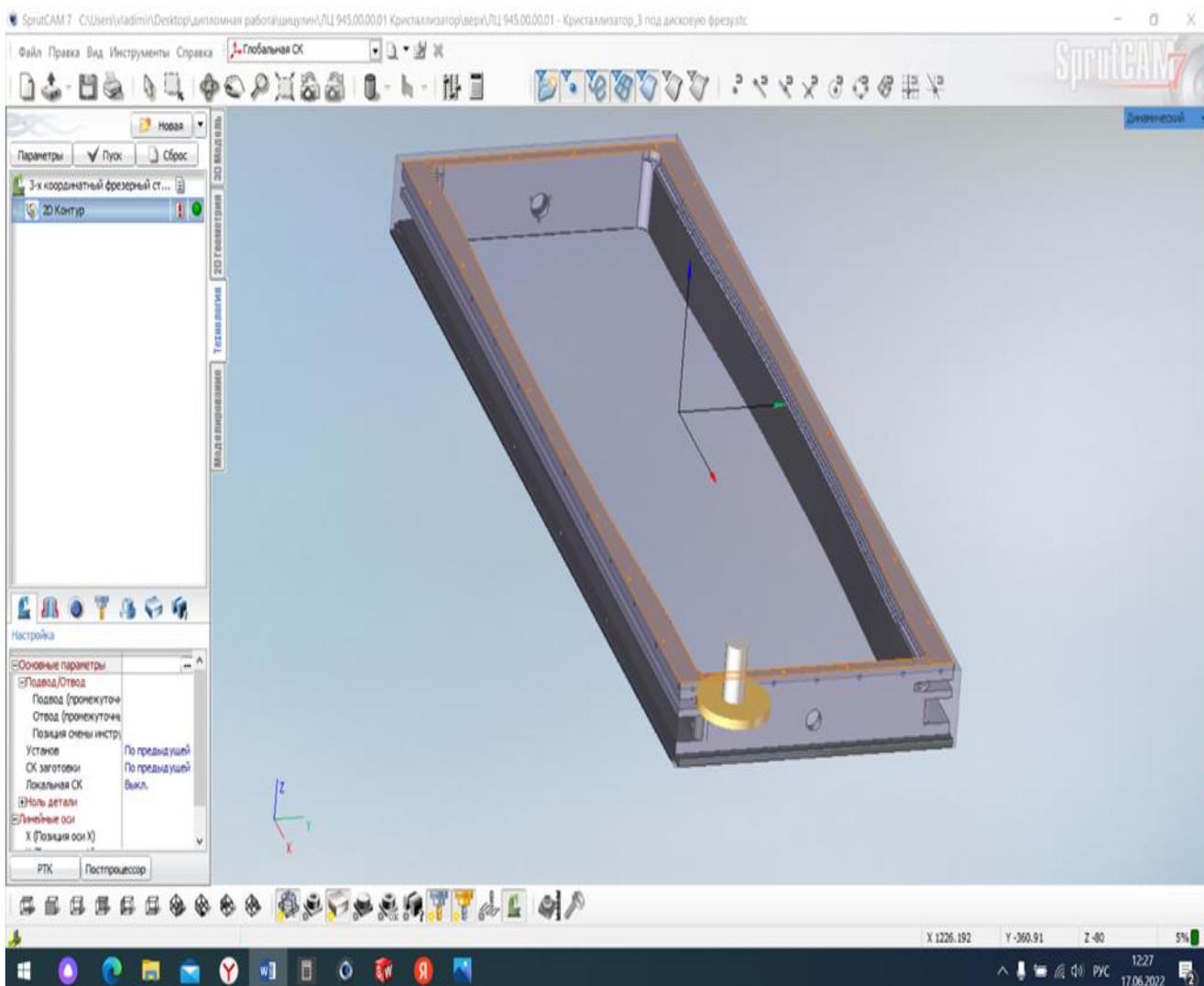


Рис. 23. Обработка дисковой фрезой на оправке боковых контуров.

На рисунке 24. Показана РТК этого перехода.

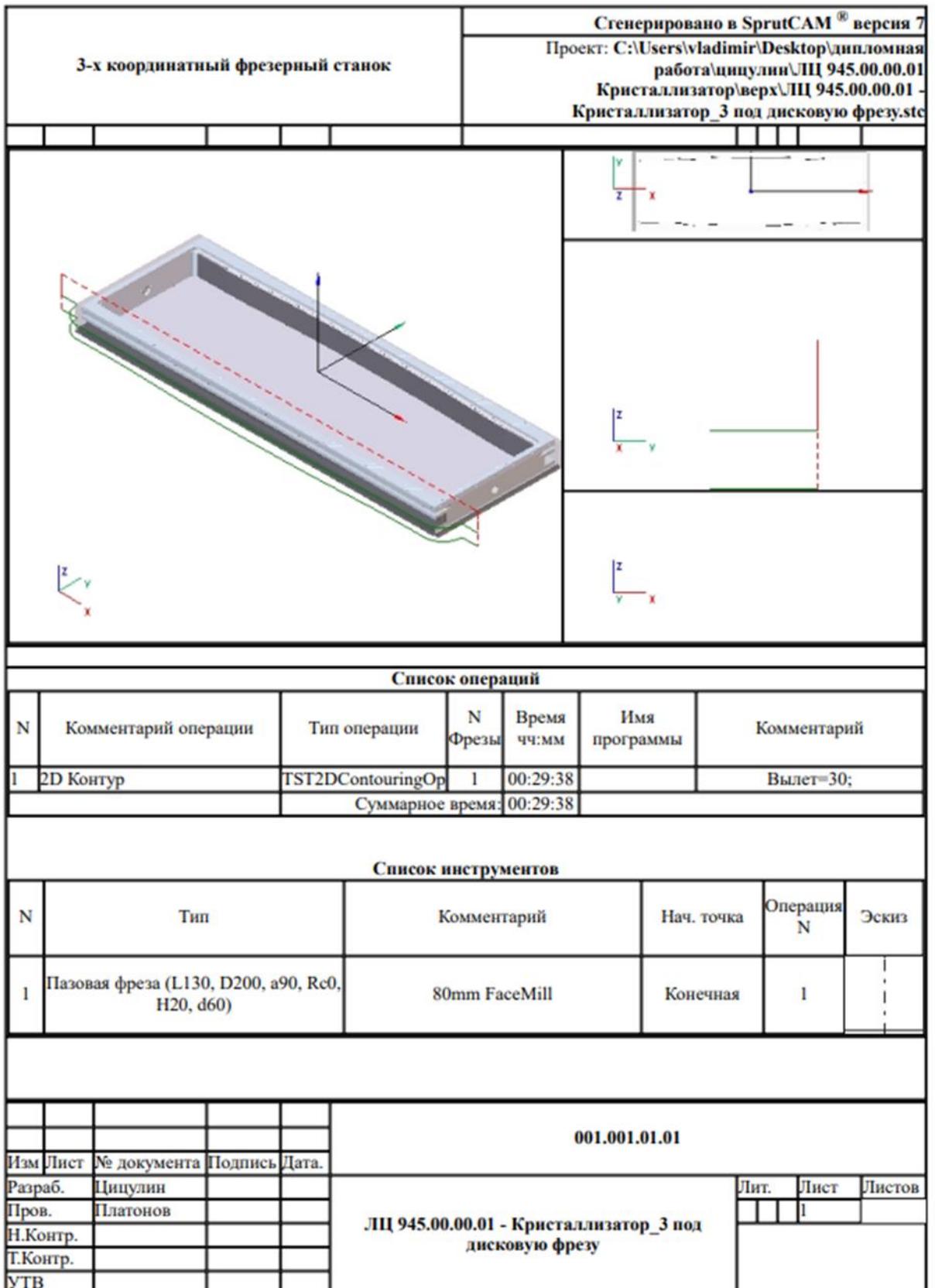


Рис. 24. РТК обработки боковых пазов.

-в режиме вертикального трех осевого станка вспомогательным высокоскоростным шпинделем обрабатываются концевой фрезой наклонные плоскости для подачи воды, сверлятся отверстия в вертикальной плоскости (рис.25).

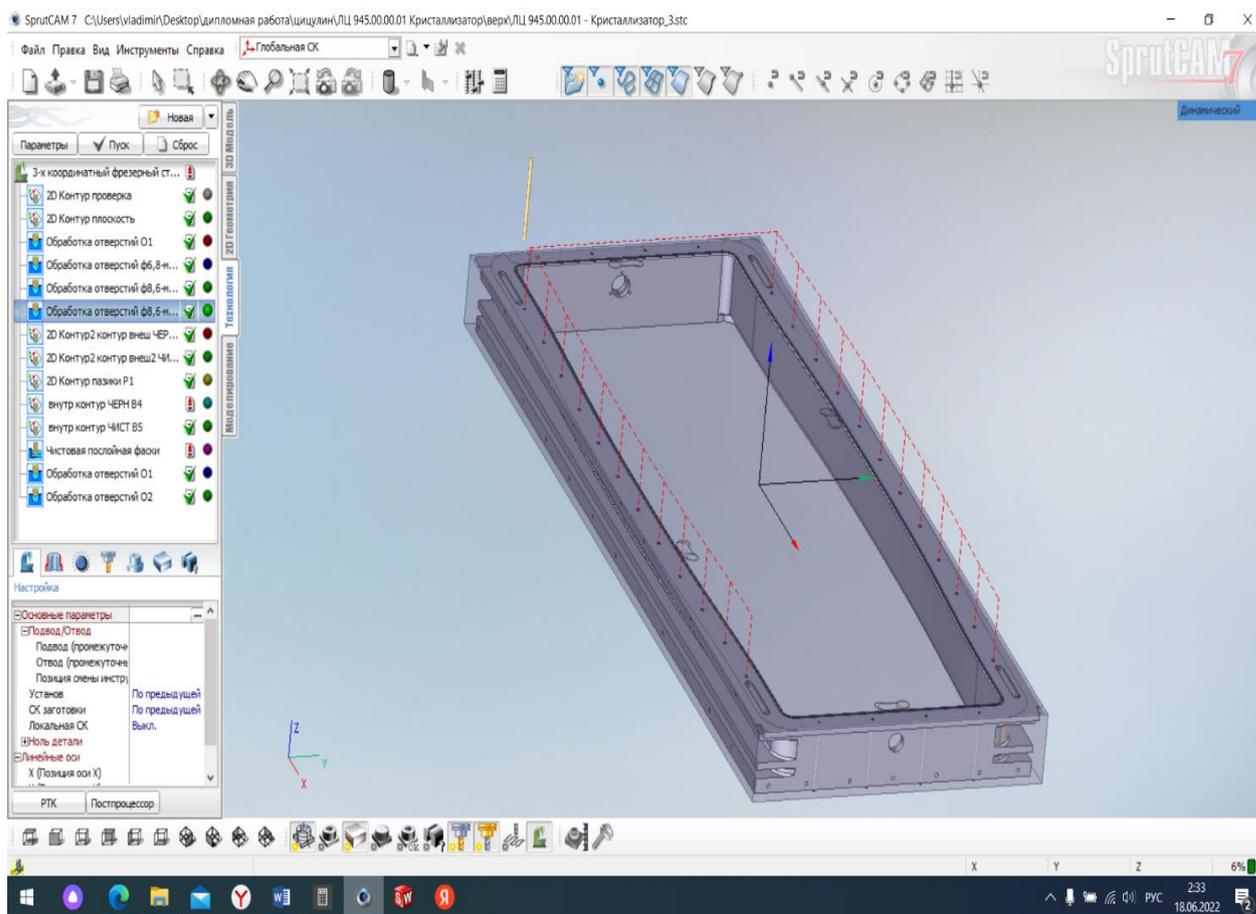


Рис.25. Обработки отверстий в вертикальной плоскости.

На рис.26. РТК этого перехода

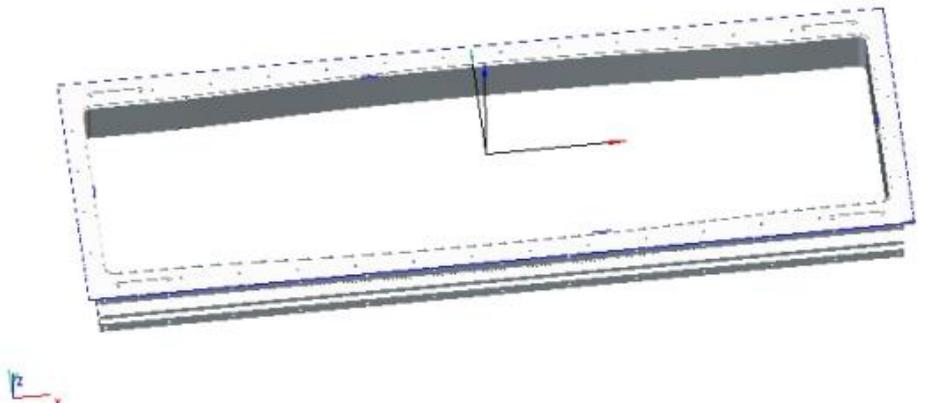
3-х координатный фрезерный станок				Сгенерировано в SprutCAM® версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\цицулин\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор\верх\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3.stc			
							
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	внутр контур ЧИСТ В5	GST2DContouringOp	3	00:07:05	O2.	Вылет=160;	
				Суммарное время:		00:07:05	
<b>Список инструментов</b>							
N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз		
3	Цилиндрическая фреза (L160, D52)	80mm FaceMill	Конечная	1			
				<b>001.001.01.01</b>			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата.			
Разраб.	Цицулин				Лит.	Лист	Листов
Пров.	Платонов					1	
Н.Контр.							
Т.Контр.							
УТВ							
ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3							

Рис. 26. РТК обработки отверстий в вертикальной плоскости.

- в режиме горизонтального пяти осевого станка (XYZCW), вспомогательным высокоскоростным шпинделем сверлятся отверстия в боковых плоскостях (рис. 27).

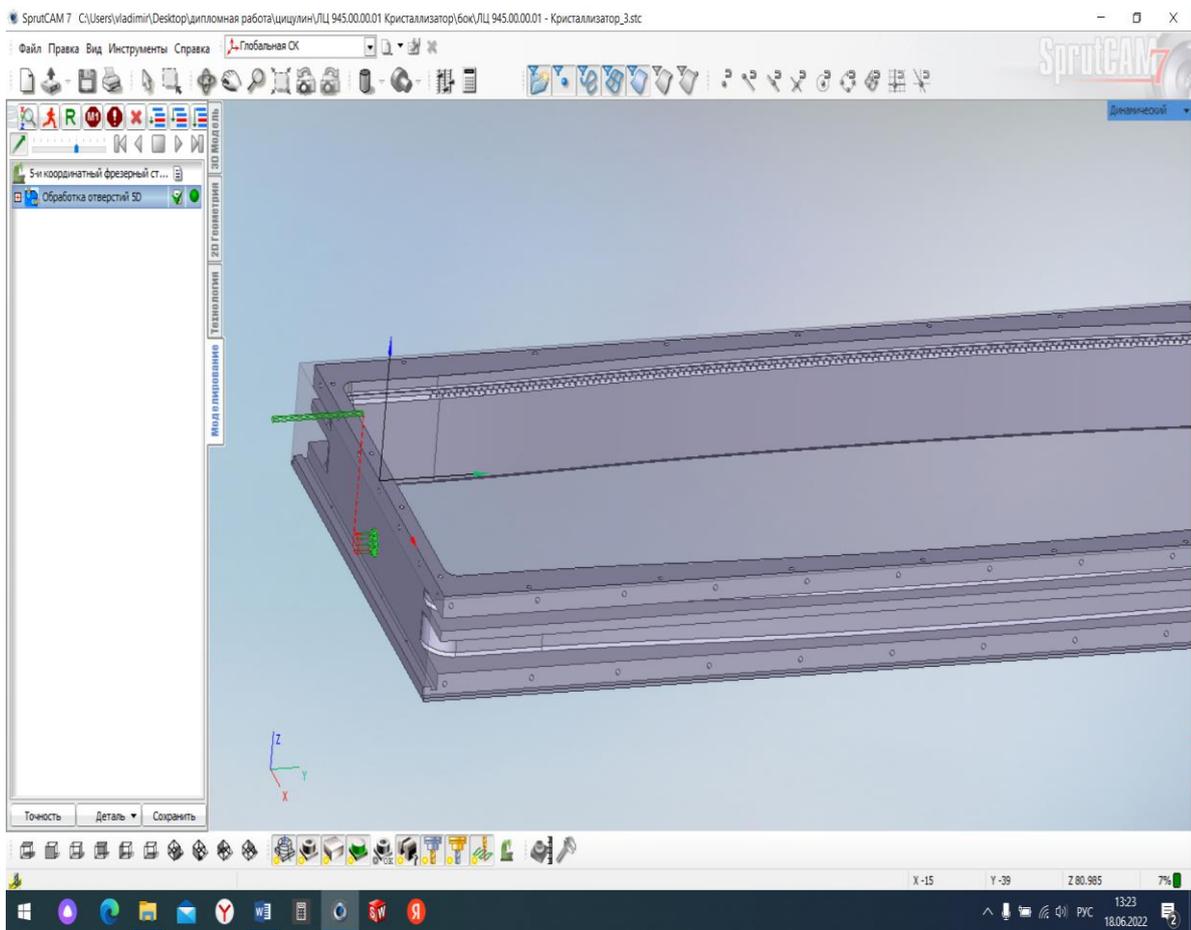


Рис. 27. Сверление отверстий в боковых плоскостях

На рис.28. РТК этого перехода

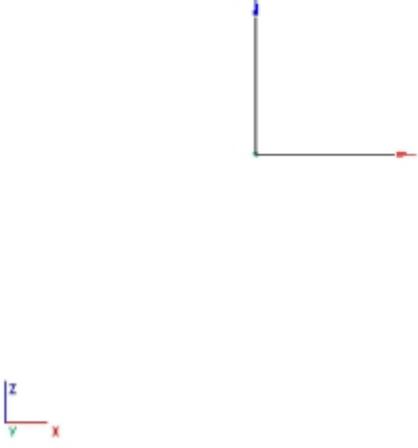
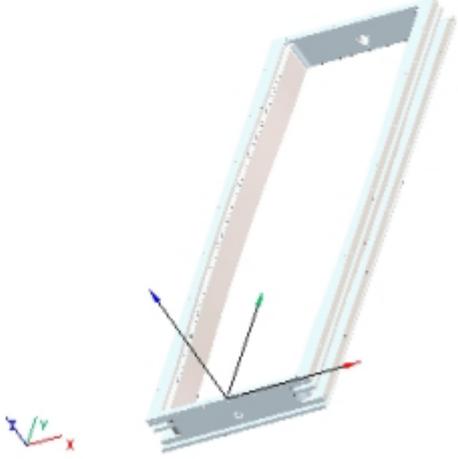
5-и координатный фрезерный станок (оси инструментальной головки А,С)				Сгенерировано в SprutCAM <sup>®</sup> версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\цицулин\ЛЦ 945.00.00.01 Кристаллизатор\бок\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3.stc			
							
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	Обработка отверстий 5D	HoleMachiningOp	0	00:02:49	O1.	Вылет=188.42;	
Суммарное время:				00:02:49			
<b>Список инструментов</b>							
N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз		
0	Сверло (L188.42, D8, A120)		Конечная	1			
<b>001.001.01.01</b>							
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Разраб.	Цицулин				Лит.	Лист	
Пров.	Платонов				1	Листов	
Н.Контр.							
Т.Контр.							
УТВ							
ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3							

Рис.28.РТК сверленияотверстий в боковых плоскостях

- в режиме шести осевого (XYZCAW), вспомогательным высокоскоростным шпинделем сверлятся отверстия для подачи воды (рис. 29).

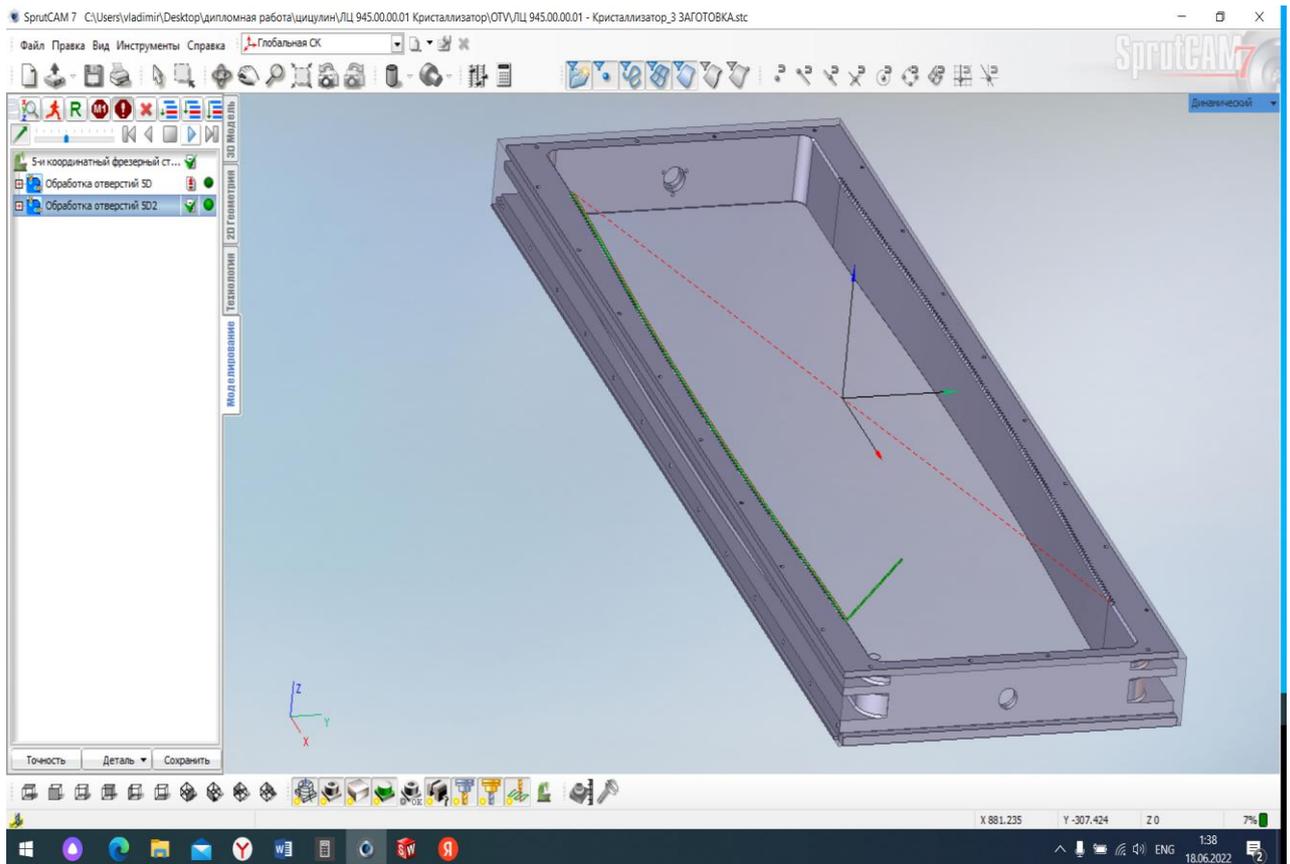


Рис. 29. Сверление отверстий для подачи воды.

На рисунке 30. Показана РТК этого перехода

5-и координатный фрезерный станок (оси инструментальной головки А,С)				Сгенерировано в SprutCAM® версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\цицулин\ЛЦ 945.00.00.01 Кристаллизатор\ОТВ\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3 ф3,5.stc			
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	Обработка отверстий 5D3 O3	HoleMachiningOp	0	00:45:45	O4	Вылет=162.281;	
2	Обработка отверстий 5D4 O4	HoleMachiningOp	0	00:45:59	O4	Вылет=162.281;	
Суммарное время:				01:31:45			
<b>Список инструментов</b>							
N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз		
0	Сверло (L162.281, D3.5, A120)		Конечная	1, 2			
				<b>001.001.01.01</b>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Разраб.	Цицулин				Лит.	Лист	
Пров.	Платонов				1	Листов	
Н.Контр.							
Т.Контр.							
УТВ							
				<b>ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор_3 ф3,5</b>			

Рис.30. РТК сверления отверстий

На второй установке обрабатывается низ кристаллизатора

- в режиме вертикального трех осевого станка (XYZ) вспомогательным высокоскоростным шпинделем обрабатываются концевыми фрезами нижний контур кристаллизатора (рис.31).

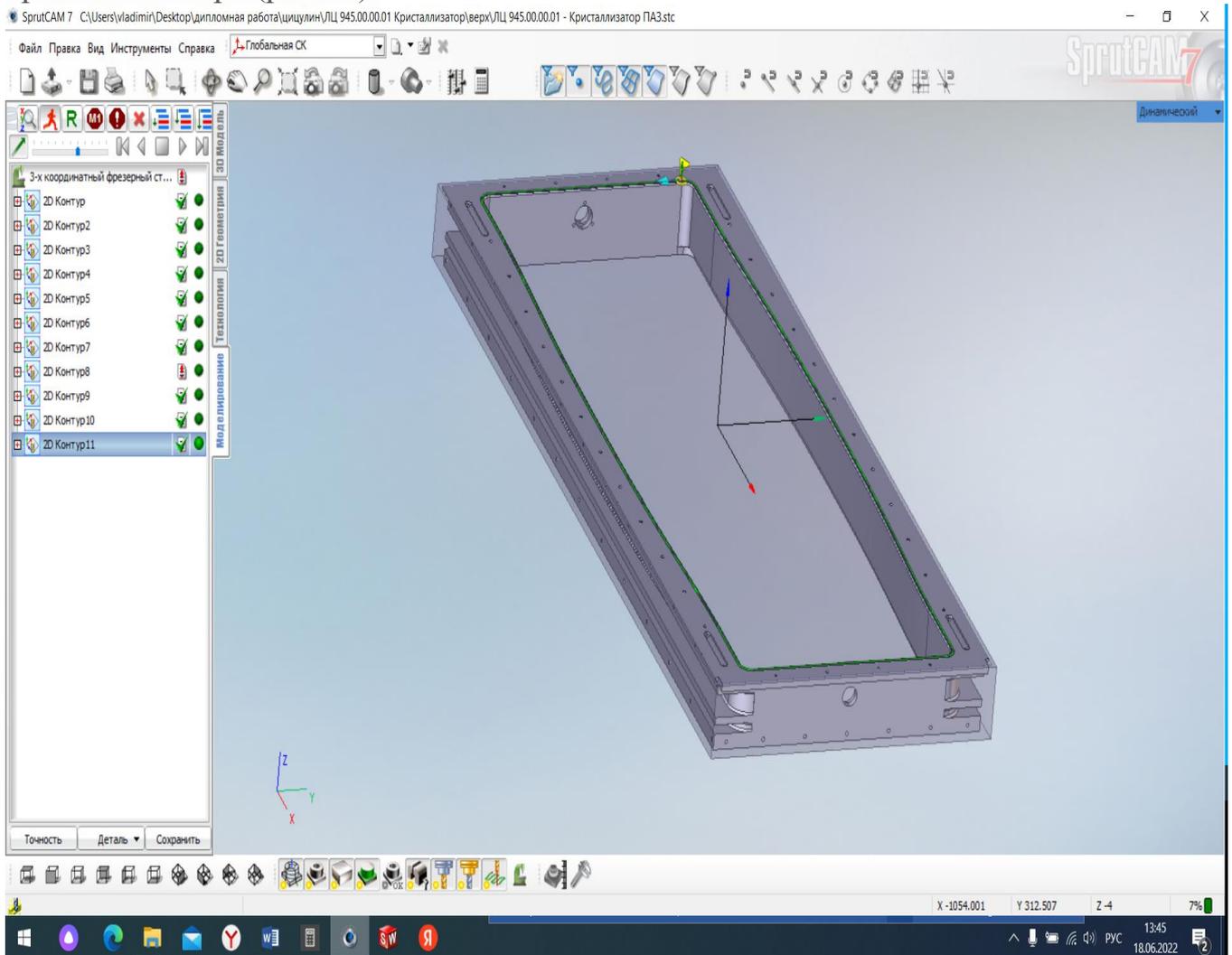


Рис.31. Обработка нижнего контура кристаллизатора.

На рисунке 32. Показана РТК этого перехода

3-х координатный фрезерный станок				Сгенерировано в SprutCAM® версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\цицулин\ЛЦ 945.00.00.01 Кристаллизатор\верх\ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор ПА3.stc			
Список операций							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
2	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
3	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
4	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
5	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
6	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
7	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
8	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
9	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:08:27	B2	Вылет=30;	
				<b>001.001.01.01</b>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата.			
Разраб.	Цицулин				Лит.	Лист	
Пров.	Платонов					2	
Н.Контр.					ЛЦ 945.00.00.01 - Кристаллизатор ПА3		
Т.Контр.							
УТВ							

Рис.31. РТК нижнего контура кристаллизатора

### 3.5 Технологический процесс обработки поддона

Исходной заготовкой для поддона является прямоугольник, выпиленный из плоского слитка на ленточном пильном агрегате. Вся механическая обработка поддонов ведется на вертикальном трех осевом (XYZ) варианте основным шпинделем или вспомогательным высокоскоростным мотор-шпинделем. Только надписи на задней боковой поверхности выполняются в горизонтальном четырех осевом варианте (XYZB) высокоскоростным вспомогательным мотор-шпинделем. Так как исходная заготовка имеет высоту более 500 мм, технологический процесс механической обработки поддона выполняется за две установки. На первой установке способ базирования координатный угол, последовательно обрабатываются нижняя часть поддона (рис.32), которая включает следующие переходы;

- фрезерование нижней плоскости поддона,
- контурное фрезерование нижнего бокового контура,
- на нижней плоскости сверлятся отверстия для слива через выпоры воды,
- на нижней плоскости обрабатываются каналы для удаления воды, сверлятся отверстия для центрации поддона относительно кристаллизатора и отверстия для закрепления поддона на нижней плите литейного агрегата.



Рис.32. Обработка нижней части поддона

На второй установке переворачивают заготовку, способ базирования плоскость и два пальца (рис.33).



Рис.33. Обработка верхней части поддона

Выполняют следующие переходы;

- фрезерование верхней плоскости.
- контурное фрезерование верхнего бокового контура,
- фрезерование на верхней плоскости ванны,
- сверление отверстий, обработка постели под выпоры,

-гравировка надписи на задней боковой поверхности

Рассмотрим выборочно основные переходы первой установки;

-в режиме вертикально-фрезерного трех осевого станка (XYZ) выполняются ранее перечисленные переходы первой установки. Способ базирования координатный угол, способ закрепления осуществляется боковыми прихватами. Работы выполняются основным шпинделем.

На рисунке 34 представлен в sprut каме проект обработки нижней части поддона с перечнем переходов.

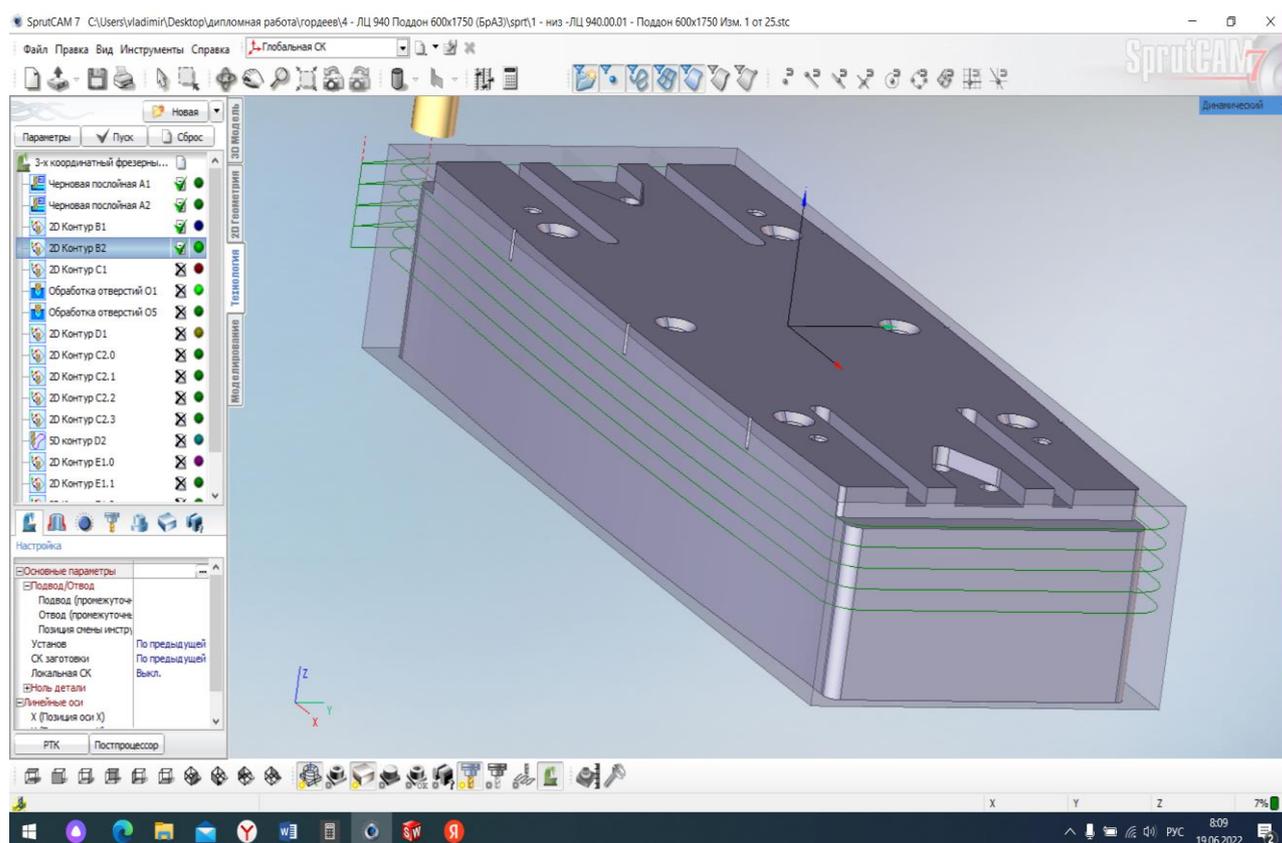
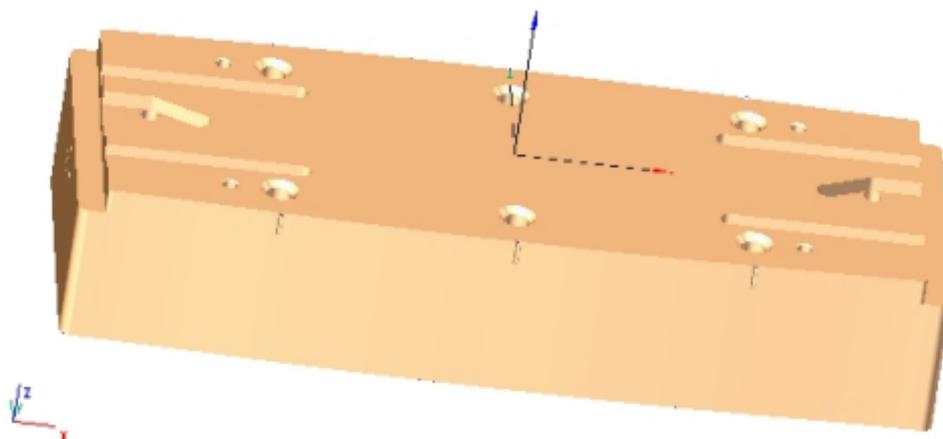


Рис.34. Проект обработки нижней части поддона

На рисунке 35 представлен фрагмент РТК этого процесса.

<b>3-х координатный фрезерный станок</b>	<b>Сгенерировано в SprutCAM® версия 7</b>
	Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\гордеев\4 - ЛЦ 940 Поддон 600x1750 (БрА3)sprt\1 - низ -ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25.stc



**Список операций**

N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время ч:мм	Имя программы	Комментарий
1	Черновая послойная A1	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:10:44	F1	Вылет=130;
2	2D Контур B1	TST2DContouringOp	2	01:41:12	F1	Вылет=130;
3	2D Контур B1	TST2DContouringOp	2	00:38:09	F1	Вылет=130;
4	2D Контур C1	TST2DContouringOp	3	00:12:43	F1	Вылет=130;
5	Обработка отверстий O1	TSTDrillOp	8	00:03:00	F1	Вылет=396;
6	Обработка отверстий O5	TSTDrillOp	8	00:02:54	F1	Вылет=396;
7	2D Контур D1	TST2DContouringOp	4	00:30:27	F1	Вылет=130;
8	2D Контур C2.0	TST2DContouringOp	3	00:01:04	F1	Вылет=130;
9	2D Контур C2.1	TST2DContouringOp	3	00:02:12	F1	Вылет=130;
10	2D Контур C2.0	TST2DContouringOp	3	00:01:14	F1	Вылет=130;

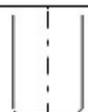
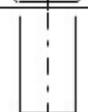
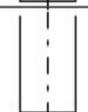
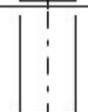
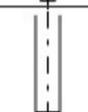
<b>001.001.01.01</b>				
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата.
Разраб.	Гордеев			
Пров.	Платонов			
Н.Контр.				
Т.Контр.				
УТВ				

<b>1 - низ -ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25</b>		
Лит.	Лист	Листов
	4	

<b>Список операций</b>									
------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий
11	2D Контур C2.1	TST2DContouringOp	3	00:02:12	F1	Вылет=130;
12	5D контур D2	ToolEnd5DMachiningOp	5	00:26:22	F1	Вылет=130;
13	2D Контур E1.0	TST2DContouringOp	6	00:48:44	F1	Вылет=130;
14	2D Контур E1.1	TST2DContouringOp	6	00:29:26	F1	Вылет=130;
15	2D Контур E1.1	TST2DContouringOp	6	00:08:18	F1	Вылет=130;
				Суммарное время:	05:18:49	

**Список инструментов**

N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз
1	Тороидальная фреза (L130, D100, Rc8)	80mm FaceMill	Конечная	1	
2	Цилиндрическая фреза (L130, D80.5)	80mm FaceMill	Конечная	2	
2	Цилиндрическая фреза (L130, D79.8)	80mm FaceMill	Конечная	3	
3	Цилиндрическая фреза (L130, D82)	80mm FaceMill	Конечная	4	
8	Сверло (L396, D13, A120)		Конечная	5, 6	
4	Цилиндрическая фреза (L130, D20.05)	80mm FaceMill	Конечная	7	
3	Цилиндрическая фреза (L130, D36)	80mm FaceMill	Конечная	8-11	

					Лист
<b>001.001.01.01</b>					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

Рис.35. РТК обработки нижней части поддона.

Рассмотрим выборочно основные переходы второй установки;  
- в режиме вертикально-фрезерного трех осевого станка (XYZ) выполняются ранее перечисленные переходы второй установки. Способ базирования координатный угол, способ закрепления осуществляется боковыми прихватами. Работы выполняются основным шпинделем и вспомогательным высокоскоростным.

На рисунке 36 представлен в спрут каме проект обработки верхней части поддона с перечнем переходов.

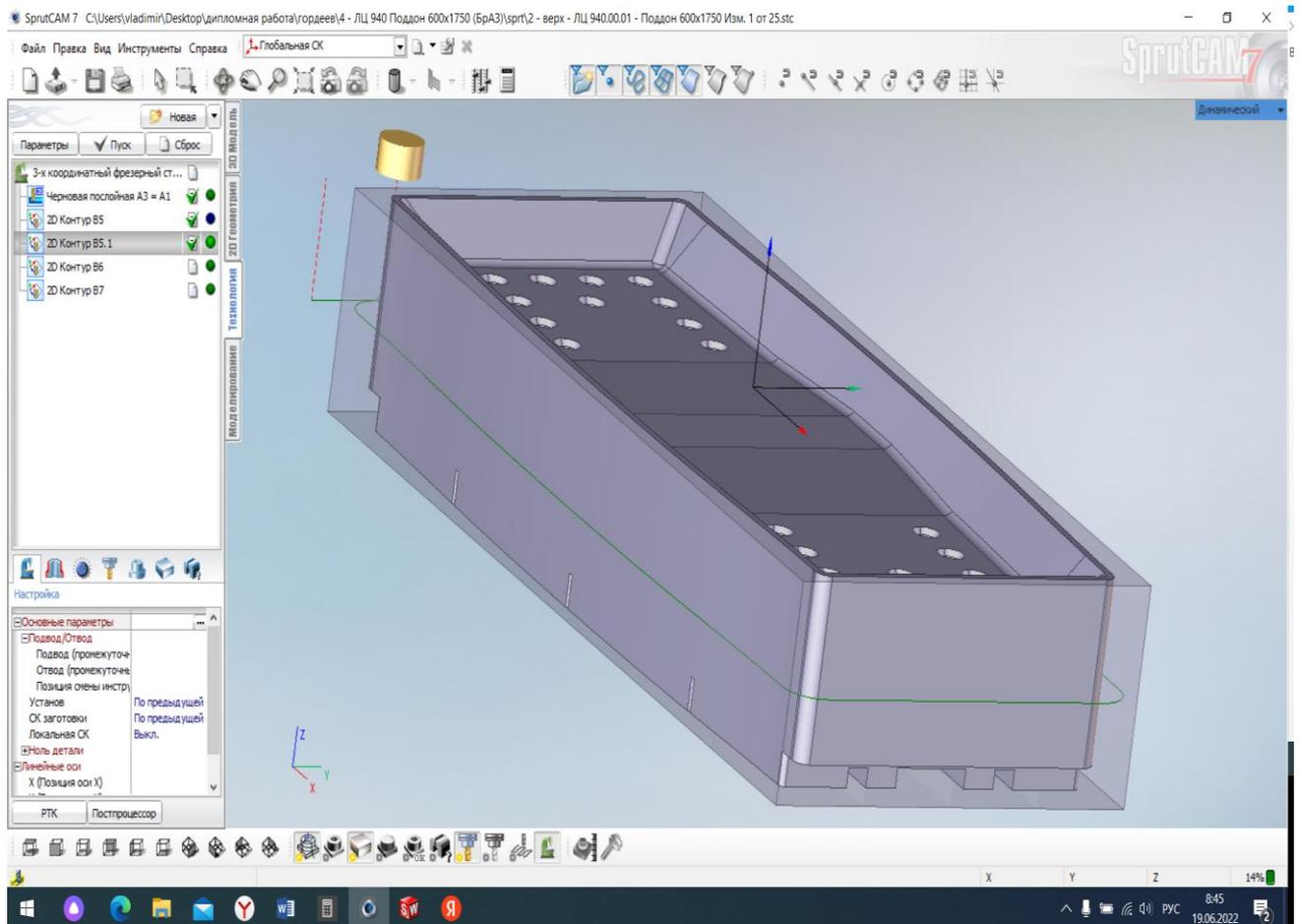


Рис.36. Проект обработки верхней части поддона

На рисунке 37 представлен РТК этого перехода

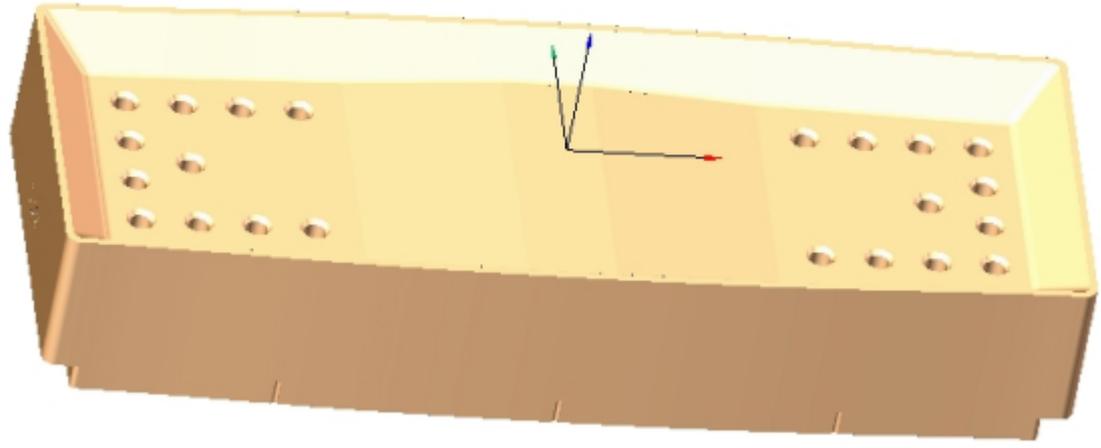
3-х координатный фрезерный станок				Сгенерировано в SprutCAM® версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\гордеев\4 - ЛЦ 940 Поддон 600x1750 (БрА3)\sprt\2 - верх - ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25.stc			
							
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время ч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	Черновая послыонная А3 = А1	TSTRoughingWaterlineOp	1	00:10:44	В7	Вылет=100;	
2	2D Контур В5	TST2DContouringOp	2	01:34:36	В7	Вылет=50;	
3	2D Контур В5.1	TST2DContouringOp	2	00:01:58	В7	Вылет=50;	
4	2D Контур В6	TST2DContouringOp	2	00:38:17	В7	Вылет=150;	
5	2D Контур В6	TST2DContouringOp	2	00:38:17	В7	Вылет=150;	
				Суммарное время:	03:03:53		
				<b>001.001.01.01</b>			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата.			
Разраб.		Гордеев					
Пров.		Платонов					
Н.Контр.							
Т.Контр.							
УТВ							
					2 - верх - ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25		
					Лит.	Лист	Листов
						2	

Рис.37. РТК этого перехода

-в режиме горизонтально-фрезерного трех осевого станка (XYZ) выполняют надпись на боковой грани поддона, вторая установка. Способ базирования координатный угол, способ закрепления осуществляется боковыми прихватами. Работы выполняется вспомогательным высокоскоростным мотор-шпинделем.

На рисунке 38 представлен в спрут каме проект выполнения надписи на задней боковой плоскости.

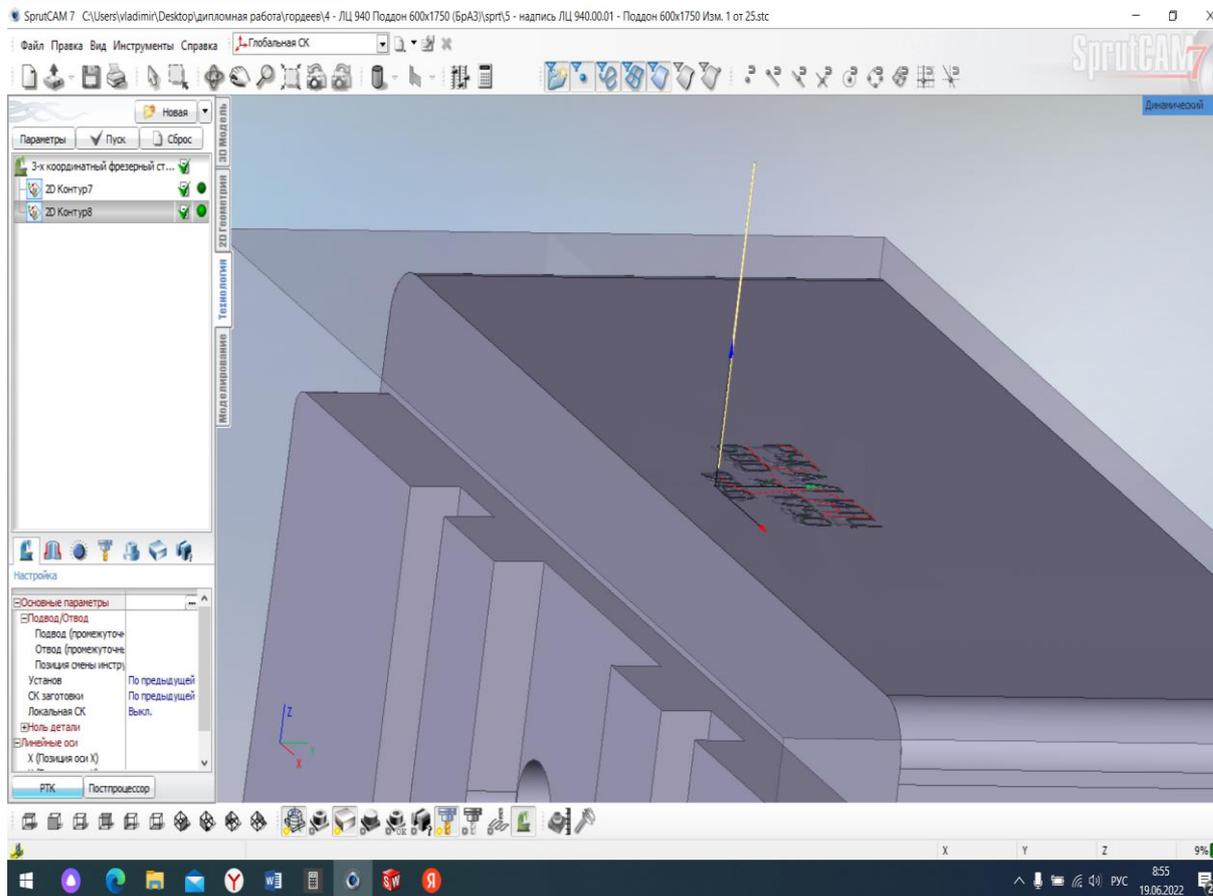


Рис.38. Проект выполнения надписи.

На рисунке 39. представлен РТК этого перехода.

3-х координатный фрезерный станок				Сгенерировано в SprutCAM® версия 7			
				Проект: C:\Users\vladimir\Desktop\дипломная работа\гордеев\4 - ЛЦ 940 Поддон 600x1750 (БрА3)\sprt\5 - надпись ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25.stc			
<b>Список операций</b>							
N	Комментарий операции	Тип операции	N Фрезы	Время чч:мм	Имя программы	Комментарий	
1	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:35:39	NADP.	Вылет=130;	
2	2D Контур	TST2DContouringOp	1	00:34:26	NADP.	Вылет=130;	
				Суммарное время:	01:10:06		
<b>Список инструментов</b>							
N	Тип	Комментарий	Нач. точка	Операция N	Эскиз		
1	Цилиндрическая фреза (L130, D1.22)	50mm EndMill	Конечная	1	-		
				<b>001.001.01.01</b>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата.			
Разраб.	Гордеев				Лит.	Лист	Листов
Пров.	Платонов					2	
Н.Контр.					5 - надпись ЛЦ 940.00.01 - Поддон 600x1750 Изм. 1 от 25		
П.Контр.							
УТВ							

Рис.39.РТК выполнения надписи.

#### 4. Экономическая часть

#### 4.1 Затраты на покупные изделия модернизируемого станка (на один станок).

Таблица 1.

Наименование изделия	Количество	Стоимость единицы, руб.	Суммарная стоимость, руб.
Система ЧПУ NC-202 в комплекте для токарного станка	1	270 000	270 000
Привода подачи серии NYS	2	120 000	240 000
Привод главного движения с частотным преобразователем	1	150 000	150 000
Восьми позиционный резцедержатель	1	145 000	145 000
Трех-кулачковый патрон	1	45 000	45 000
Шаговый двигатель с поворотной осью Y07-58D1-17152	1	40000	40000
Элементы электроавтоматики станка (автоматы, пускатели, рэле и тд.)	1	120 000	120 000
Блок питания, освещения, охлаждения	1	30 000	30 000
Кабеля, провода, наконечники		50 000	50 000
Непредвиденные расходы	-	-	40 000
Затраты на моющие средства, краску, масла и т.д.	20 000	20 000	20 000
<b>Итого</b>			<b>1 150 000</b>

## 4.2 Перечень основных видов работ по модернизации

Таблица 2

№ п/п	Вид работ
1.	Тщательная чистка и мойка станка
2.	Полная разборка станка на основные узлы
3.	Шлифовка и шабрение продольных и поперечных направляющих станка
4.	Чистка и ремонт вспомогательных двигателей и насосов системы смазки, СОЖ и привода задней бабки
5.	Сборка станка и монтажные работы с учетом новой схемы электроавтоматики, новых приводов и системы ЧПУ
6.	Разработка новой схемы электроавтоматики станка
7.	Электромонтажные работы с учетом новой электрической схемы станка
8.	Написание на языке PLC программы работы электавтоматики станка, файлов характеристики станка.

## 4.3 Расчёт заработной платы

Количество работников: 4

Из них слесарей: 2

Инженер КИПА 1

Инженер-программист 1

Оклад слесаря

$ЗП = \text{оклад} * (\text{отработанные дни}) / (\text{положенные дни})$

$ЗП = 40000 * 20 / 20 = 40000$

Оклад инженера

$ЗП = \text{оклад} * (\text{отработанные дни}) / (\text{положенные дни})$

$ЗП = 50000 * 20 / 20 = 40000$

Рассчитываем затронутую плату с учетом районного коэффициента

слесарей

$$\text{ЗП} = 40000 + 40000 * 30\% = 52000$$

инженеров

$$\text{ЗП} = 50000 + 50000 * 30\% = 65000$$

Расчет НДФЛ

$$\text{НДФЛ} = (\text{начисленная ЗП} - \text{вычеты}) * 13\%$$

Слесарей

$$\text{НДФЛ} = (52000 - 0) * 13\% = 6760$$

Инженеров

$$\text{НДФЛ} = (65000 - 0) * 13\% = 8450$$

Рассчитываем ЗП, которую мы выплатим работнику

$$\text{ЗП к выплате} = \text{начисленная ЗП} - \text{НДФЛ}$$

слесарей

$$\text{ЗП к выплате} = 52000 - 6760 = 45240$$

Инженеров

$$\text{ЗП к выплате} = 65000 - 8450 = 56550$$

Количество отработанных месяцев: 2

Общая выплата ЗП = ЗП к выплате \* кол-во работников \* кол-во отработанных месяцев

$$\text{Общая выплата ЗП} = 45240 * 2 * 2 + 56550 * 2 * 2 = 407160$$

ЗП с учетом пенсионных отчислений

$$\text{ЗП с учетом пенсионных отчислений} = \text{общая выплата ЗП} * 1,22$$

$$\text{ЗП с учетом пенсионных отчислений} = 407160 * 1,22 = 496735,2$$

Себестоимость модернизации одного станка

$$1150000 + 496735,2 = 1646735,2 \text{ рублей}$$

Средняя стоимость токарного станка после капитального ремонта и модернизации с заменой системы ЧПУ и приводов 2500000-3000000, нового 4000000-5000000.

#### 4.4 Расчет расходов на коммунальные услуги и электроэнергию

Так как для производственных нужд вода не требуется, в расчет берем только бытовые нормативы: помыть руки, вода в санузле. Для этого подойдет расчет по Строительным нормам и правилам (СНиП).

$$P=Q \times P_{\_V} + Q \times P_{\_K} + (Q \times P_{\_V} + Q \times P_{\_K}) \times Z\%$$

P – Оплата водопотребления без НДС;

Q – Расход воды в месяц;

PV – Цена 1 м<sup>3</sup> воды от монополиста без НДС;

PK – Цена 1 м<sup>3</sup> водоотведения от монополиста без НДС;

Z – Коэффициент арендодателя за содержание сетей.

$$Q=N_{\_Ч} \times N_{\_Д} \times M_{\_Ч}$$

NЧ – Число штатных работников;

ND – Количество рабочих дней в месяце;

MЧ – 0,025 м<sup>3</sup> — расход воды на 1 человека в смену (согласно СНИП).

$$Q=4 \times 20 \times 0,025=2 \text{ м}^3$$

$$P=1 \times 10 + 1 \times 26 + (1 \times 10 + 1 \times 26) \times 400\% = 180 \text{ руб. в месяц без НДС}$$

Всего затрат на водоснабжение за 2 месяца работ по модернизации – 360 рублей.

Так как у нас нет производственной деятельности (установленной мощности), то расчет ведем по бытовым нормативам без счетчика.

За два месяца составит примерно 800 рублей

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная модернизация токарного станка с ЧПУ 16A20 позволяет использовать устаревшее оборудование (базовые детали станка) для современных задач, которые включают цифровые технологии обработки деталей на станке с

использованием общей сетевой поддержки между CAD/CAM-системой и станком. Это не только выход на современный цифровой уровень работы, но значительная экономия финансовых средств так, как модернизация значительно дешевле покупки нового станка.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сергеева Е. Высокоскоростная обработка HSC (Highspeedcutting). Современное состояние вопроса. [Электронный ресурс] — Режим доступа к статье: <http://www.ibag.ch/>.
2. УЧПУ NC-110, NC-301, NC-302, NC-310. Руководство оператора, Санкт-Петербург-2012г.
3. УЧПУ NC-110, NC-301, NC-302, NC-310. Руководство по характеристике, Санкт-Петербург-2012г.
4. УЧПУ NC-110, NC-301, NC-302, NC-310. Программирование интерфейса PLC, Санкт-Петербург-2012г.
5. Электроприводы серии CSD-DH-NYS. Руководство по эксплуатации, Санкт-Петербург-2013г.
6. Модульный принцип построения металлорежущих станков с числовым программным управлением В.С. Стародубов Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 1. С.68-74

## Приложения

### Приложение 1

Файл характеристики FCRSYS

\*1

MP0=C:/CNC32WIN/MP0

MP1=C:/CNC32WIN/MP1

MP2=C:/CNC32WIN/MP2

MP3=C:/CNC32WIN/MP3

MP4=C:/CNC32WIN/MP4

MP5=D:

MP6=E:

\*2

AXCONF,AXCFIL/MP0

PGCONF,PGCFIL/MP0

IOCONF,IOCFIL/MP0

FILCMD,CMDFIL/MP0

FORMAT,FORMAT/MP0  
FILMS1,RUMES1/MP0  
FILMS2,RUMES2/MP0  
FILMS3,RUMES3/MP0  
FILMS4,RUMES4/MP0  
FILMS5,RUMES5/MP0  
FILMAS,FILMOV/MP0  
\*3  
EXT=8,3,8,,  
\*4  
USB=CRD,CRD,,

## Приложение 2

Файл характеристики AXCFIL  
;16A20  
\*1  
NBP=1,  
TIM=1,0,0,0,0  
PRO=1  
IN1=1,XZ,S,1,64  
CAS=1,XZS,1  
\*2  
PRO=1  
NAS=X  
TPA=41,  
NTC=1,1  
RAP=5000,250  
GAS=0.01,0.005  
PAS=12000,5  
POS=0.05,15  
SRV=0.1,6,12  
;SRV=0,0,0  
MAN=3000,200  
GM0=7000,8.5,16.6  
MFC=I00A2,I00A3  
MCZ=I00A06,0,200  
FBF=0,0,U230K2,1  
LOP=43,-422  
NAS=Z  
TPA=1,  
NTC=2,2  
RAP=5000,500  
GAS=0,0  
PAS=12000,-10  
POS=0.05,15

SRV=0.1,6,12  
;SRV=0,0,0  
MAN=5000,200  
GM0=7000,-8.5,16.6  
MFC=I00A04,I00A05  
MCZ=I00A07,0,200  
FBF=0,0,U230K0,1  
LOP=120,-565  
NAS=S  
TPA=820,  
NTC=3,-204  
GAS=0,0  
PAS=4096,1  
POS=0.05,  
SRV=0,0,0  
GM1=100,9.0,16  
GM2=400,8.5,16  
GM3=1000,9.0,10  
TSM=20,15  
RAP=,0.8  
;FBF=0,0,U230K1,1  
ASM=X  
POM=0.2,100  
\*3  
;

### Приложение 3

Файл характеристики PGCFIL

NEW  
\*1  
\*2  
PRO=1  
SIM=E,,1000,,  
SIM=p,,1000,,  
SIM=l,,1000,,  
SIM=c,,1000,,  
\*3  
\*4  
PRO=1  
ASS=UCV,1  
  
ASS=URL,1  
ASS=UEP,1  
ASS=USB,1  
ASS=RAP,1  
ASS=ERF,0.01

ASS=MCD,1  
ASS=VOL,1  
ASS=JOG,0.01  
NDD=MP2  
NPL=255,50  
PRF=255,255  
FIL=FILEOR/MP0,FILCOR/MP0,,,  
STR=5  
SER=0  
CHN=5  
\*5  
PRO=1  
NIP=1  
SMC=100  
TOF=12  
CWP=8000,0  
GXX=00,29,90,71,94,97  
NAM=Z  
NPD=Z,X  
MBR=64  
\*6  
PRO=1  
MAS=XZ

#### Приложение 4

Файл характеристики IOCFIL

;16A20  
\*1  
ALM=0  
IN0=0,1,,,,,  
OU1=4,,,,,  
CLO=4,2  
\*2  
PRO=1  
GPS=0  
M00=02,08,0F  
M01=02,0A,0F  
M02=02,24,0F  
M03=45,00,81  
M04=45,00,81  
M05=42,00,81  
M06=02,14,3E  
M08=41,00,81  
M09=41,00,81  
M19=41,00,81  
M30=02,28,0F

M41=42,04,03

M42=42,04,03

M43=42,04,03

\*3

PRO=1

ASM=S

ADV=0,0

\*4

;

## Приложение 5

Адреса входов/выходов

I0A1Входные сигналы (разъем 1) станок 16A20

н	Ко д	Вхо	Адрес	Назначение	
1		Vx0	I00A0 0	готовность преобразователя X	
2		Vx1	I00A0 1	готовность преобразователя Z	
3		Vx2	I00A0 2	аварийные ограничения +X	
4		Vx3	I00A0 3	аварийные ограничения -X	
5		Vx4	I00A0 4	аварийные ограничения +Z	
6		Vx5	I00A0 5	аварийные ограничения -Z	
7		Vx6	I00A0 6	ноль оси X	
8		Vx7	I00A0 7	ноль оси Z	
9		Vx8	I00A0 8	выбор диапазона	
10		Vx9	I00A0 9	выбор диапазона	
11	0	Vx1	I00A1 0		
12	1	Vx1	I00A1 1		
13	2	Vx1	I00A1 2		
14	3	Vx1	I00A1 3		
15	4	Vx1	I00A1 4		

16	5	Vx1	5	I00A1	контроль 24 В	
17					ОВ (общий)	
18					ОВ (общий)	
19					ОВ (общий)	
20	6	Vx1	6	I00A1	концевик револьверной головки 1	
21	7	Vx1	7	I00A1	концевик револьверной головки 2	
22	8	Vx1	8	I00A1	концевик револьверной головки 3	
23	9	Vx1	9	I00A1	концевик револьверной головки 4	
24	0	Vx2	0	I00A2	концевик револьверной головки 5	
25	1	Vx2	1	I00A2	концевик револьверной головки 6	
26	2	Vx2	2	I00A2	концевик револьверной головки 7	
27	3	Vx2	3	I00A2	концевик револьверной головки 8	
28	4	Vx2	4	I00A2	готовность преобразователя S	
29	5	Vx2	5	I00A2	Контроль работы циркуляционной смазки	
30	6	Vx2	6	I00A2	давление в импульсной смазке	
31	7	Vx2	7	I00A2	защитная дверь концевик	
32	8	Vx2	8	I00A2	зажим револьверной головки	
33	9	Vx2	9	I00A2	зажим задней бабки	
34	0	Vx3	0	I00A3	разжим задней бабки	
35	1	Vx3	1	I00A3	Контроль усилия зажима задней бабки	
36					ОВ (общий)	
37					ОВ (общий)	

Кон	Вход	Адрес	Назначение	Номер провода
1	Vx0	I01A00	Кнопки T1 и T2	

2	Vx1	I01A01	Кнопка К1 (назад, пуск)	
3	Vx2	I01A02	Кнопка К2 (выбор режима)	
4	Vx3	I01A03	Кнопка К3 (вперед, пуск)	
5	Vx4	I01A04	Выбор оси X	
6	Vx5	I01A05	Выбор оси Z	
7	Vx6	I01A06		
8	Vx7	I01A07		
9	Vx8	I01A08		
10	Vx9	I01A09	Выбор скорости 100 %	
11	Vx10	I01A10	Выбор скорости 20 %	
12	Vx11	I01A11	Выбор скорости 10 %	
13	Vx12	I01A12	Выбор скорости 1 %	
14	Vx13	I01A13	Выбор скорости 0 %	
15	Vx14	I01A14		
16	Vx15	I01A15		
17			ОВ (общий)	
18			ОВ (общий)	
19			ОВ (общий)	
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36			ОВ (общий)	
37			ОВ (общий)	

Выходные сигналы

№	Код	Вых	Адрес	Назначение	номер провода
1		Вых0	U04A00	Включение станка (главного привода S)	
2		Вых1	U04A01	Включение питания приводов (X,Z)	
3		Вых2	U04A02	разрешение S	
4		Вых3	U04A03	разрешение X	
5		Вых4	U04A04	разрешение Z	
6		Вых5	U04A05	Гидростация циркуляционной смазки	
7		Вых6	U04A06	СОЖ	
8		Вых7	U04A07	Импульсная смазка	
9		Вых8	U04A08	Свет	
10		Вых9	U04A09		
11	0	Вых1	U04A10	Зажим задней бабки	
12	1	Вых1	U04A11	Разжим задней бабки	
13	2	Вых1	U04A12	Поворот револьверной головки	
14	3	Вых1	U04A13	Зажим револьверной головки (реверс)	
15	4	Вых1	U04A14		
16	5	Вых1	U04A15		
17	6	Вых1	U04A16		
18	7	Вых1	U04A17		
19	8	Вых1	U04A18		
20	9	Вых1	U04A19		
21	0	Вых2	U04A20		
22	1	Вых2	U04A21		
23	2	Вых2	U04A22		
24	3	Вых2	U04A23		
25				+24В	

6

Программа управления станком на языке PLC

;станок 16A20

;

\$

;УСТАНОВКА "ВЫБОР РЕЖИМА" ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ

P1=[W100N0=0]

DOF:P1

W100N0=1

ENDF

;

W100N0=MUX(5H),(I2N4)

;

DOF:[W100N0=1H]+[C13W=0]

W11N0=1

W11N1=2

W11N2=3

W11N3=4

W12N0=5

W12N1=6

W12N2=7

W12N3=8

W13N0=MUX(18,17),(U101N17,U101N16)

W13N1=MUX(51,52),(U101N14,U101N15)

W13N2=MUX(193,190,191),(U105N0,U105N1,U105N2)

W13N3=MUX(53,54),(U102N03,U102N04)

W14N0=MUX(14,13),(U103N6,U103N0)

W14N1=MUX(71,72,73,74,75,76),(I00A16,I00A17,I00A18,I00A19,I00A20,I00A21)

W14N2=MUX(60,62,64),(U170K1,U170K2,U170K3)

W14N3=MUX(44,43),(U101N10,U101N11)

;

;

U101N1=/U170K1

U101N2=/U170K2

U101N3=/U170K3

U170K1=I00A09

U170K2=/I00A08\*/I00A09

U170K3=I00A08

;DIAPAZON S

U11K16=U170K1

U11K17=U170K2

U11K18=U170K3

ENDF

```

C05I(3)=I02N6
U105N0=[C05W=0]
U105N1=[C05W=1]
U105N2=[C05W=2]
W15N0=W08N0
W15N2=MUX(2H,4H,8H),(U105N0,U105N1,U105N2)
U15N24=[W15N2>0]
;U15N0=[W15N2>0]
;
U10K20=I06K21
U60K0=I00A00*I00A01
;*I00A00
U04A00=U10K20
U04A01=U10K20
;BKL Stanka
C04I(2)=I2N1
U10K0=/T00U
U202K0=/U10K0
U04A05=U202K0*U04A02
;подача силы на привода
T00I(10)=I00A15*U10K20*[C04W=1]
;RAB1
U10K8=U60K0*U202K0
U10K9=U60K0*U202K0
;COMU - разрешение движения осей
U10K24=I00K2
;
;CEFA разрешение выполнения функций M,S,T
U10K25=I00K2
;
; MSG 1
U21K0=/U202K0*/U10K24
;разрешение работы
U04A03=U60K0*I00K2
U04A04=U60K0*I00K2
; MSG 2,3,4
U21K1=/I00A00*U202K0
U21K2=/I00A01*U202K0
U21K3=/I00A24*U202K0
;**VKLUHENIE STANKA**
U101N16=/U202K0
U101N17=U202K0
;*****HOLD*****
U10K2=U21K04*(I08K24+I08K25+I08K26)
;*** M06 ***

```

```

U10K21=[W03K0=6H]*I04K18+U10K21*/I00K27
; M00,M02,M30
;U10K2=[W03K0=0]*I04K18+U10K2*I00A18*I0K1
;U10K1=(W03K0=2H)+[W03K0=30H]*I04K18
;
;M3
U200K20=[W03K0=3H]*I04K18+U200K20*/[W03K0=4H]*[W03K0=5H]*/I0K1
;;M4
U200K21=[W03K0=4H]*I04K18+I09K24+U200K21*/[W03K0=3H]*[W03K0=5H]*/
I0K1
;M03+M04
U200K22=U200K20+U200K21
;M5
U200K23=[W03K0=5H]*I04K18+U200K23*/U200K22
;M0+M1+M2
U200K25=(W03K0=0)+[W03K0=1]*[W03K0=2]*I04K18+U200K25*/U200K22
;PUSK S
U04A02=U200K22*/U200K23*I00A24
;
U11K3=U200K20*/U11K0
U11K4=U200K21*/U11K0
U11K5=U11K1+U11K2
; S
W11K3=53H
;STOP S
DOF:U200K23+U200K25
W11K0=0
ENDF
; **COЖ***
C06I(2)=I2N3
U102N03=/U102N04
;
U102N04=[C06W=1]
;
;; M08
U190K2=[W03K0=8H]*I04K18+U190K2*/[W03K0=9H]*[W03K0=5H]*/I0K1
U190K3=[W03K0=9H]*I04K18+[W03K0=5H]+U190K3*/[W03K0=8H]*/I0K1
U04A06=U102N04+U190K2*/U190K3
;
; cykl smeny instrumenta
U102K17=I04K17+U102K17*/U102K18*/I00K1
; t zad
W102K0=MUX(W04K0),(I04K17)
; t poz
U180K0=I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A19*/I00A20*/I00A21

```

```

;*/I00A22*/I00A23
U180K1=I00A17*/I00A16*/I00A18*/I00A19*/I00A20*/I00A21
;*/I00A22*/I00A23
U180K2=I00A18*/I00A16*/I00A17*/I00A19*/I00A20*/I00A21
;*/I00A22*/I00A23
U180K3=I00A19*/I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A20*/I00A21
;*/I00A22*/I00A23
U180K4=I00A20*/I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A19*/I00A21
;*/I00A22*/I00A23
U180K5=I00A21*/I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A19*/I00A20
;*/I00A22*/I00A23
;U180K6=I00A22*/I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A19*/I00A20*/I00A21*/I00A23
;U180K7=I00A23*/I00A16*/I00A17*/I00A18*/I00A19*/I00A20*/I00A21*/I00A22
W102K3=ENC(W180K0)
U102K8=[W102K0=W102K3]*/I00K1
DOF:U102K17+I00K1
; razvim
U04A12=U102K8*/U21K13*/U21K14*/U21K15*/I00K1
T05I(20)=U04A12
; MSG 5- net razvima rd
U21K04=I00A28*T05U+U21K04*/I00K1
T06I(150)=U04A12
T08I(10)=/U04A02*U102K17
;MSG 6 - poziciq ne najdena
U21K05=U04A01*T06U+U21K05*/I00K1
; zavim
U04A13=/U102K8*/I00A28*/U21K15*T08U*/I00K1
T07I(10)=U04A13
; MSG 7 - net zavima rd
U21K06=U04A13*T07U+C02R+U21K06*/I00K1
C02I(4)=U04A13
C02Z=I04K17+I00K1
END F
; konec cikla smeny
U102K18=/U102K8*I00A28
; CEFAB
U10K26=/U102K17*/U10K21
; AGTOL
P01=/U102K17
U10K21=P01+U10K21*/I0K27*/I00K1+U10K21*[W03K0=6H]*I04K18
; MSG 8 - rd ne zavata
U21K16=/I00A28
;
;сбор
;

```

```

P05=I2N5
U10K1=P05
U102N14=P05
U102N13=/U102N14
;
;*** WIXOD V 0****
C03I(2)=I2N0
U103N0=/U103N6
U103N6=[C03W=1]
U202K7=U103N6
U21K13=U103N6*I08K30
;
;***AVTOMATICHESKI VIXOD V ?0?***
;***ZAPRET VIBORA OSI NA PU***
U15K6=U202K0*I08K30*/U202K7
P03=U15K6
;***VIBOR OSI X***
U15K16=P03+[C01W=1]+U15K16*/U202K7*/[C01W=6]*/I00K1
;***OSTANOV ZIKLA***
U201K21=[C01W>0]*U202K7+U201K21*/P04*/I00K1
P04=U202K0*I00K7
DOF:U202K0*I08K30*/U201K7*/U201K21+[C01W>0]+I00K1
;***SIGNALI UPRAVLENIA C01***
U201K23=[C01W=0]*I08K30*I00K7*/I00K1+[C01W=1]*U15K6+[C01W=2]*U15K
6+[C01W=3]*U15K16+[C01W=4]*I00K16*/I00A06+[C01W=5]*U201K28
U201K24=[C01W=6]*U15K17+[C01W=7]*U15K17+[C01W=8]*I00K17*/I00A07+[
C01W=9]*U201K29+[C01W=10]*U15K17+[C01W=11]
;***ZAPUSK C01***
C01I(12)=(U201K23+U201K24)*/C01I
;***ZAPROS PUSKA ZIKLA VIXODA V ?0?***
U10K4=[C01W=8]
;***VIBOR OSI Z***
U15K17=[C01W=7]+U15K17*/[C01W=0]*/I00K1
;***ZAPUSK T09***
T02I(255)=[C01W=5]*/I05K10+[C01W=9]*/I05K9
;*PRIZNAKI VIXODA V ?0? X,Z*
U201K28=[W09K0=74]*I05K8
U201K29=[W09K0=74]*I05K9
;MSG 9 NET VIXODA OSI Z***
U21K08=[C01W=5]*T02U
;MSG 10 NET VIXODA OSI X***
U21K09=[C01W=9]*T02U
END F
C01Z=/I08K30+U10K0+U201K21+I00K1
;

```

```

C13I(2)=I2N4
;RUCHNIE PEREMEHTENIA OSEI
P31=[C13W=0]
;
DOF:[W100N0=5H]*[C13W=1]
;
U15K0=[W100N0=5H]/[W02N1=0]
U15K3=[W100N0=5H]/[W02N1=0]
U15K6=[W100N0=5H]
U15K2=[W100N0=5H]/[W02N1=0]
U15K11=[W100N0=5H]/[W02N1=0]
DOF:[W100N0=5H]/[W02N1=0]
W15K3=W1N0*7FH
U15K29=I02N12
U15K30=I02N12
U15K16=I2N9+I2N8
U15K17=I2N10+I2N11
U15K31=I2N8+I2N11
U10K4=U15K16+U15K17
W13N0=MUX(23,21),(I2N9,I0K4)
W13N1=MUX(24,22),(I2N8,I0K4)
W13N2=MUX(31,29),(I2N10,I0K4)
W13N3=MUX(32,30),(I2N11,I0K4)
W14N0=0
W14N1=0
W14N2=0
W14N3=0
ENDF
DOF:[W100N0=5H]*[W02N1=0]
W15K3=0
U10K4=U255N31
W13N0=21
W13N1=22
W13N2=29
W13N3=30
W14N0=0
W14N1=0
W14N2=0
W14N3=0
W2N1=0
ENDF
ENDF
;
;
;IMP смазка

```

C11I(2)=I02N2  
U101N15=[C11W=1]  
U101N14=/U101N15  
;  
T15I(250)=I00K2\*/T15U  
C10I(155)=T15U  
T10I(70)=C10R  
T11I(70)=I00K2  
U04A07=T10D+T11D+[C11W=1]  
;  
;MSG 11 импульсная смазка\*\*  
;U21K10=U04A07\*/I00A26  
;  
;MSG 12 циркуляционная смазка\*\*  
U21K11=U04A05\*/I00A25  
;  
;MSG 13 Защитная дверь\*\*  
U21K12=/I00A27\*I08A25  
;  
;свет  
C00I(2)=I2N7  
;  
U101N10=[C00W=1]  
U101N11=[C00W=0]  
U04A08=U101N10  
;  
;зажим задней бабки  
;  
U04A10=I00A29\*/I00A31\*I08K31\*/U04A11  
U04A11=I00A30\*I08K31\*/U04A10  
;

