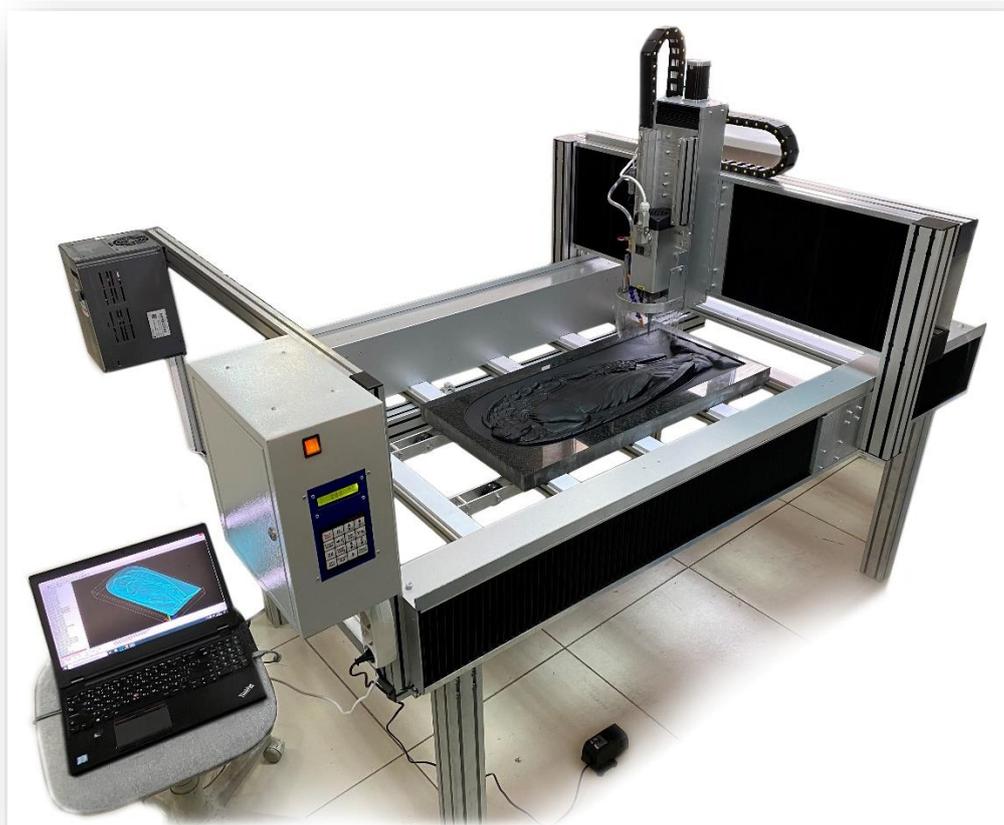




ГРАВИРОВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СТАНОК-АВТОМАТ «ГРАФИК 3КМ»

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
РЕЖИМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Документ № МХ 012.03.052РЭ



СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Состав гравировально-фрезерного комплекса «График-3КМ»	4
1.2. Комплект поставки.	6
2. УСТАНОВКА ГРАВИРОВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА	7
2.1. Условия транспортировки и хранения.....	7
2.2. Правила техники безопасности.....	7
2.3. Выполнение заземления.	8
2.4. Сборка и установка гравировально-фрезерного комплекса.....	8
2.5. Установка программного обеспечения на компьютер.....	9
2.6. Установка инструмента - фрезы.	10
2.7. Установка заготовки.	11
3. ФРЕЗЕРОВАНИЕ. ПРОГРАММА ENGRAVE.....	12
3.1. Обзор программы Engrave.....	12
3.2. Открытие файла управляющей программы (УП).....	12
3.3. Просмотр управляющей программы.....	13
3.4. Просмотр управляющей программы в окне 3D-вида.....	14
3.5. Навигация в окне 3D-вида	14
3.6. Функции редактирования управляющей программы	15
3.7. Пульт управления станком. Ручное управление.....	15
3.8. Ручное управление. Режим ограниченных перемещений.....	17
3.9. Системы координат станка и заготовки.	18
3.10. Выход в нулевую точку станка	18
3.11. Установка нулевой точки заготовки	19
3.12. Дополнительные команды для работы с нулевой точкой заготовки.....	19
3.13. Отход от концевых выключателей	20
3.14. Запуск фрезерования.....	20
3.15. Действия в процессе работы.....	21
3.16. Изменение скорости подачи.....	22
3.17. Изменение оборотов шпинделя	22
3.18. Выключение станка и компьютера с последующим продолжением работы.....	23
4. ФРЕЗЕРОВАНИЕ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ.	24
4.1. Продолжение работы после аварийной остановки	24
4.2. Фрезерование выделенного фрагмента управляющей программы	24
4.3. Обход по контуру области фрезерования.....	25
4.4. Режим быстрого заглубления	27
4.5. Датчик высоты инструмента	27
4.6. Ручное управление включением насоса охлаждающей жидкости.....	28
4.7. Управление частотным преобразователем/ шпинделем с пульта станка	29
4.8. Контроль тока шпинделя при фрезеровании.....	31
4.9. Настройка параметров частотного преобразователя	32
4.10. Использование смартфона в качестве пульта управления	35
4.11. Проверка и настройка конфигурации станка.....	36
4.12. Настройка параметров приводов для фрезерования и векторной гравировки.....	37

4.13. Коды ошибок блока управления	39
5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ	45
5.1. Для чего нужно сканировать поверхность заготовки	45
5.2. Контактный сканер поверхности	45
5.3. Лазерный сканер поверхности	47
5.4. Фрезерование с учетом профиля поверхности	49
5.5. Использование профиля поверхности в разных управляющих программах	50
6. ТРЕХМЕРНЫЙ (3D) СКАНЕР ПОВЕРХНОСТИ	51
6.1. Проверка лазерного дальномера с пульта станка	51
6.2. Сканирование поверхности	52
6.3. Импорт барельефа в <i>ArtCAM</i> и другие программы в формате « <i>stl</i> »	54
7. ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (УП) В <i>ARTCAM</i>	56
7.1. (+) Краткие сведения о программе <i>ArtCAM</i>	56
7.2. (+) Создание надписи в <i>ArtCAM</i>	57
7.3. (+) Задание нулевой точки заготовки	57
7.4. (+) Выбор фрагмента картинки для фрезерования	58
7.5. Изменение размеров векторной картинки	58
7.6. (+) Гравирование надписи по средней линии	58
7.7. (+) Моделирование результата фрезерования (визуализация)	60
7.8. (+) Сохранение УП для программы <i>Engrave</i>	60
7.9. (+) Ввод нового инструмента (фрезы)	60
7.10. (+) Задание заготовки	62
7.11. Гравирование выпуклой надписи V-образной фрезой по профилю	62
7.12. Обработка вдоль вектора	63
7.13. Гравирование с выборкой областей черновой и чистовой фрезами	64
7.14. (+) Создание барельефа из черно-белого изображения	66
7.15. Вставка готового барельефа в <i>ArtCAM</i>	66
7.16. (+) Задание ограничивающего контура	66
7.17. (+) Вычисление траектории для фрезерования барельефа	67
7.18. Создание барельефа из векторного изображения (с помощью <i>Adobe Photoshop</i>)	69
7.19. Создание барельефа лица в <i>ArtCAM</i> (<i>Face Wizard</i>)	70
8. ОСОБЕННОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ БАРЕЛЬЕФОВ НА КАМНЕ	72
8.1. Основные принципы	72
8.2. Проверка заглаблений	72
8.3. Анализ информации о заглаблениях	73
8.4. Заглабления первого типа - переходы между строками	74
8.5. Заглабления второго типа – проходы по строкам	75
8.6. Заглабления третьего типа – одиночные проходы строк	76

1. Введение

Благодарим Вас за то, что Вы выбрали наше оборудование.

Данное руководство поможет Вам быстро освоить приёмы работы на гравировально-фрезерном станке. Чтобы эффективно использовать все возможности станка, внимательно изучите это руководство.

Станок «График-3КМ» предназначен для фрезерной обработки камня и других материалов. В комплект поставки станка «График-3КМ» может входить дополнительно ударно-гравировальная головка. В этом случае станок может также наносить полутонные изображения на поверхности заготовки методом ударной гравировки.

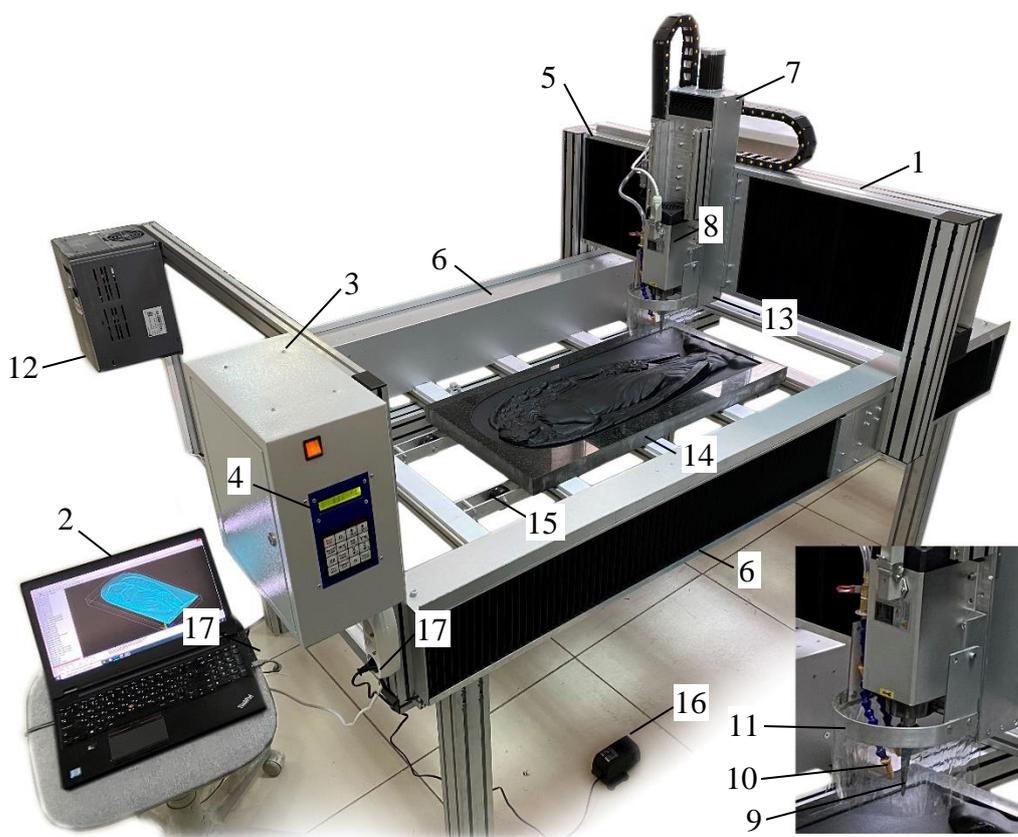
В данной инструкции приводится описание фрезерной части станка. Описание гравировальной части приведено в отдельной инструкции по ударному гравированию.

ВНИМАНИЕ! Инструкция соответствует версии 12.0 программы *Engrave*. Содержащаяся в руководстве информация может изменяться без предварительного извещения.

Перед началом эксплуатации станка внимательно изучите данную инструкцию, особенно ту ее часть, которая касается **техники безопасности**. Следование инструкции обеспечит надежную, долговечную и безопасную работу. Невыполнение требований техники безопасности может привести к травмам!

Питающая станок сеть должна иметь шину заземления. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работа на станке без заземления. Подробно о заземлении см. п.2.3.

1.1. Состав гравировально-фрезерного комплекса «График-3КМ»



1. Станок «График-3КМ».
2. Управляющий компьютер.
3. Блок управления.
4. Пульт управления.
5. Привод X.
6. Сдвоенный привод Y.
7. Привод Z.
8. Фрезерный двигатель-шпиндель.
9. Инструмент (фреза).
10. Трубки подачи охлаждающей жидкости.
11. Насадка для защиты от брызг.
12. Частотный преобразователь - инвертер.
13. Лазерный сканер поверхности заготовки (сзади).
14. Заготовка.
15. Съемные ролики крепления заготовки.
16. Насос циркуляции охлаждающей жидкости.
17. Разъем питания насоса с управлением от реле.

Рис.1.1. Состав гравировально-фрезерного комплекса «График-3КМ».



Рис.1.2. Подключение разъемов на блоке управления.

X, Y, Z – шаговые двигатели приводов X, Y, Z.
A – шаговый двигатель дополнит. привода Y.
R – датчик уровня ударной головки или контактный датчик сканера поверхности.
M – электромагнитный вибратор ударной головки.
USB – интерфейс связи с компьютером.
LD – лазерный дальномер (3D-сканер).
RL – реле включения насоса охлаждения.
RS-485 – управление частотным преобразователем.

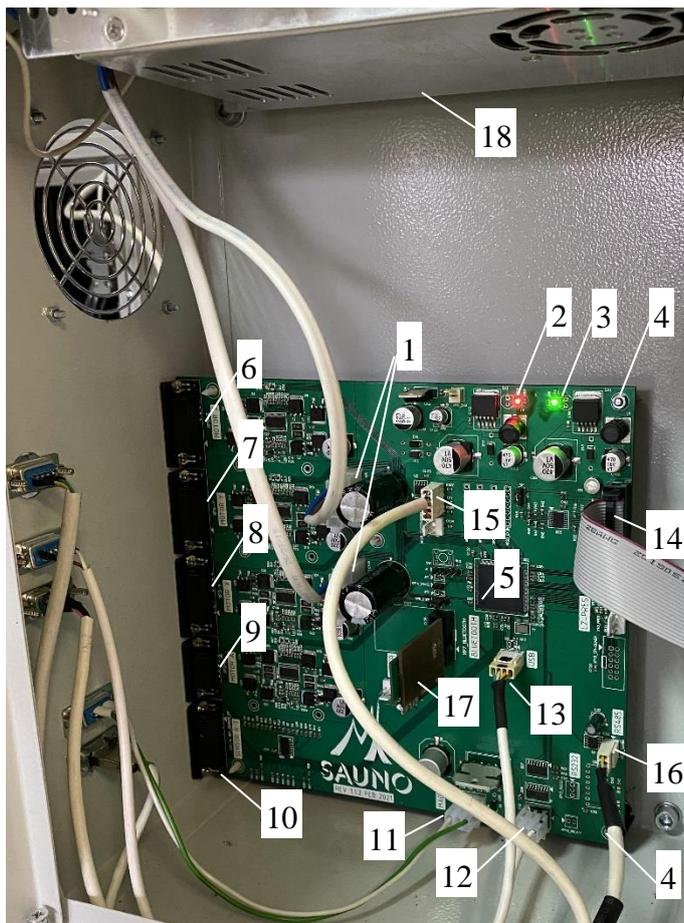


Рис.1.3. Плата управления, версия 12.

1. Разъемы питания платы.
2. Индикатор питания 5В.
3. Индикатор питания 3.3В.
4. Гайки крепления.
5. Микроконтроллер.
6. Разъем шагового двигателя Z.
7. Разъем шагового двигателя Y.
8. Разъем шагового двигателя X.
9. Разъем шагового двигателя A.
10. Разъем датчика уровня R.
11. Шлейф электромагнитного вибратора M.
12. Шлейф реле насоса охлаждения RL.
13. Шлейф интерфейса связи с компьютером USB.
14. Шлейф пульта управления.
15. Шлейф лазерного дальномера (3D-сканера) LD.
16. Шлейф частотного преобразователя RS-485.
17. Плата связи с беспроводным пультом Bluetooth.
18. Блок питания 27/36/48В.

1.2. Комплект поставки.

Поставка осуществляется в следующих вариантах комплектации:

1. Обязательная часть поставки:

- а. Гравировально-фрезерный станок-автомат «График-ЗКМ» с выбранным рабочим полем;
- б. Кабель электропитания блока управления станка;
- в. Кабель связи блока управления с компьютером (USB);
- г. Диск с программным обеспечением (программа *Engrave*) и руководством пользователя;
- д. Запасные гравировальные инструменты: фрезы и/или гравировальные иглы – в зависимости от варианта поставки.

2. По согласованию с заказчиком в комплектацию могут входить дополнительные приспособления см. рис.1.1:

Съемные ролики (поз.15), насос охлаждающей жидкости (поз.16) и ванна для сбора охлаждающей жидкости могут входить в комплект поставки станка по согласованию с заказчиком. Состав и устройство дополнительных приспособлений определяются видом фрезерной обработки и обрабатываемыми материалами. Они могут отличаться от образцов, приведенных на рис.1.1.

2. Установка гравировально-фрезерного комплекса

2.1. Условия транспортировки и хранения.

Гравировальный станок может транспортироваться всеми видами морского, наземного и воздушного транспорта при условии целостности и сохранности тары и изделия. Станок должен храниться в закрытом вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 95% (при температуре $+20^{\circ}\text{C}$).

2.2. Правила техники безопасности.

При работе на гравировальном станке «График-3КМ» необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- * К работе на станке допускаются лица, изучившие устройство станка и настоящее руководство.
- * Запрещается эксплуатация станка в местах, где содержатся огнеопасные материалы. Запрещается использовать горючие жидкости для очистки станка.
- * Электрическая сеть, к которой подключен станок, должна иметь шину заземления. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работа на станке без заземления.
- * Для защиты от поражения электрическим током следите за исправностью вилок и розеток питания, а также сетевых кабелей. Не допускайте повреждения и деформирования шлейфов и кабелей. Следите за тем, чтобы кабели не были прижаты сверху тяжелыми предметами, не тяните кабели, не допускайте излишнего изгибания. Повреждение жил кабелей может привести к возникновению пожара или поражению электрическим током.
- * **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** работа с открытой дверцей блока управления станка.
- * При подключении кабелей разъемы должны быть плотно закреплены. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** подключать и отключать кабели, соединяющие станок с блоком управления, при включенном в сеть кабеле питания.
- * Запрещается работа на станке в состоянии усталости и в нетрезвом состоянии.
- * Заготовка перед работой должна быть надежно зафиксирована на рабочем столе. Запрещено при обработке удерживать заготовку руками.
- * Во время работы недопустим контакт оператора с движущимися частями станка, а также помещение рук в рабочую зону.
- * Запрещается работа на станке в одежде с развевающимися частями – галстуками, браслетами, расстегнутыми рукавами и прочее.
- * Перед заменой инструмента отключить частотный преобразователь и/или электромотор шпинделя от источника электропитания.
- * При работе с твердыми материалами одевайте защитные очки.
- * **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** производить сборку, ремонт или техническое обслуживание станка без полного отключения его от питающей сети. Обслуживание и ремонт допускается только квалифицированными специалистами с использованием комплектующих и запасных частей, одобренных производителем оборудования.
- * При ручном или автоматическом перемещении инструмента, а также в процессе фрезерования инструмент и чувствительный элемент датчика уровня не должны задевать за край заготовки и крепёжные приспособления. Во избежание подобных случаев всегда оставляйте припуск под крепёжные приспособления при выборе размеров изображения на заготовке.
- * При ручном перемещении головки необходимо сначала поднять ее вверх по оси Z на достаточную высоту, и только после этого перемещать по осям X и Y.
- * При использовании контактного датчика сканирования поверхности после окончания сканирования датчик уровня необходимо поднимать вверх и фиксировать в верхнем положении так, чтобы не допустить попадания брызг охлаждающей жидкости на корпус датчика.

- * При использовании лазерного датчика сканирования поверхности после окончания сканирования датчик уровня необходимо снимать, так как вибрационные нагрузки при фрезеровке могут повредить лазерный датчик. Подробнее о лазерном сканировании см. п.6.
- * При сканировании поверхности заготовки чувствительный элемент контактного датчика уровня не должен выходить за край заготовки.
- * Сканирование поверхности заготовки (см. п.5) производить только при условии, что поверхность заготовки сухая.
- * После окончания работы необходимо очищать станок от пыли и стружки.
- * Запрещается сдувать пыль и стружку. Для очистки используйте специальную щетку.

2.3. Выполнение заземления.



Контакт заземления

Прежде чем включить станок в электрическую розетку, убедитесь, что напряжение сети соответствует 220В / 50Гц или 110В / 60Гц - для стран, использующих такое напряжение в промышленной сети.

Используйте однофазную розетку **только с заземлением**, как показано на рис.2.1.

Рис. 2.1. Настенная розетка с контактом заземления.

Для подключения гравировально-фрезерного комплекса необходимо:

- * Использовать удлинитель с сетевым фильтром и с контактами заземления, например, на 5 гнезд. Все кабели (от станка, компьютера, монитора, сканера) подключить в гнезда удлинителя. Если используется источник бесперебойного питания (ИБП), то вход ИБП включается в удлинитель (или наоборот), а к его выходам подключается станок и компьютер.
- * Если на станке установлен мощный шпиндельный мотор, то при работе он может давать ошибки связи при обмене данными между компьютером и блоком управления станком. В этом случае рекомендуется подключать частотный преобразователь шпинделя и компьютер в разные электрические розетки. Обе розетки должны иметь заземление.
- * Проверить шину заземления на отсутствие обрывов.

Типичные ошибки при подключении гравировально-фрезерного комплекса.

ТАКОГО ТИПА ПОДКЛЮЧЕНИЯ НЕДОПУСТИМЫ:

- * Заземляется только гравировальный станок, а компьютер подключается без заземления.
- * Заземление станка делается не через розетку, а с помощью провода, прикрепленного к корпусу (станине) станка.
- * В настенной розетке есть контакт заземления, но он не соединен с землей здания или провод оборван.
- * Провод заземления идет не на землю здания, а на нулевую фазу, т.н. «зануление».

Признаки отсутствия заземления:

- * Металлические детали станка (винты на блоке управления, стальные направляющие и др.) «бьют» током - при касании рукой чувствуется легкое пощипывание.
- * В момент соединения разъема кабеля связи компьютер-станок с разъемом блока управления наблюдается искрение.

2.4. Сборка и установка гравировально-фрезерного комплекса.

Штатные условия эксплуатации гравировально-фрезерного станка – работа в нежилых отапливаемых помещениях с климатическими параметрами: температура воздуха от +0°C до +60°C, атмосферное давление 645 - 795 мм рт.ст., относительная влажность от 20% до 95% (при температуре +25°C).

Распакуйте станок. Станок может поставляться как в собранном, так и в разобранном виде. В целях сохранности при транспортировке шпиндель, ударная головка, блок управления могут находиться отдельно от станка. Проверьте наличие всех составляющих и узлов согласно комплектности или по сопроводительному листу.

Установка гравировально-фрезерного комплекса.

В процессе фрезерования должно обеспечиваться неподвижное крепление заготовки к рабочему столу станка с помощью специальной оснастки. Для крепления станка к рабочему столу необходимо использовать струбцины и (или) боковые упоры. Вид оснастки и крепления зависит от характера выполняемых фрезерных работ, материала, геометрических размеров и формы заготовки.

Если при фрезерной обработке требуется охлаждение инструмента в зоне резания, необходимо подключить шланг подачи охлаждающей жидкости станка к резервуару с охлаждающей жидкостью. Необходимо установить под рабочим столом емкость для сбора охлаждающей жидкости. Возможно применение замкнутой системы охлаждения с насосом для обеспечения рециркуляции жидкости в контуре охлаждения.

Станок устанавливается рядом с компьютером так, чтобы длины кабелей (кабель питания и кабель связи станок-компьютер) хватило с запасом для подключения. Максимальное расстояние между компьютером и станком определяется требованиями протокола передачи данных «станок-компьютер».

Подключение гравировально-фрезерного комплекса к электросети.

Прежде чем включить станок в розетку, убедитесь, что напряжение сети соответствует 220В / 50Гц или 110В / 60Гц - для стран, использующих стандартное напряжение в промышленной сети.

Используйте однофазную розетку **только с заземлением**. Подробно о заземлении см. п.2.3.

Соблюдайте следующую последовательность подключения.

1. Подключите к электрической розетке кабель питания блока управления станка.
2. Подключите кабели питания шпинделя и насоса охлаждающей жидкости (при его наличии) к модулю управления включением шпинделя и насоса. Затем подключите к электрической розетке кабель питания самого модуля.
3. Не включая блок управления станком, соедините между собой компьютер и станок с помощью кабеля связи «станок-компьютер», входящего в комплект поставки.
4. Включите станок. При этом на экране пульта управления станка появится информационное сообщение о модели станка и версии программного обеспечения, после чего станок перейдет в главное меню. На экране пульта загорится надпись «*Ручное управление*».
5. Включите компьютер. Дождитесь завершения процесса загрузки операционной системы *Windows*.
6. Установите необходимое программное обеспечение для работы станка с установочного компакт-диска.

2.5. Установка программного обеспечения на компьютер.

Для работы на фрезерном станке требуется следующее программное обеспечение:

- Программа для создания управляющей программы (УП) фрезерного станка по исходной двух- или трехмерной геометрической модели изготавливаемой детали (барельефа, надписи). При создании УП задается геометрическая форма инструмента (фрезы) и технологические параметры - скорость подачи, глубина и количество проходов, шаг и т.п. Существуют различные программы для создания УП – такие как *ArtCAM*, *Vetric Aspire* и другие.

- Программа *Engrave* для управления процессом фрезерования по заданной управляющей программе (УП). Программа *Engrave* поставляется в комплекте со станком.

Программа *Engrave* предназначена для работы в операционной системе *Windows XP SP3/Vista/7/8/10*. Если на компьютере установлена операционная система *Windows XP SP1* или *SP2*, необходимо выполнить обновление системы до версии *SP3*.

Порядок установки программы *Engrave*

* С помощью программы *Windows «Проводник»* копировать папку «*Engrave*» с установочного диска на жесткий диск компьютера, например на диск «C:\».

* На диске «C:\» открыть папку «*Engrave*» и запустить программу *Engrave*.

* На экране появится окно «*Поиск оборудования*». Если окна нет, выполните в программе *Engrave* команду меню «*Файл/Поиск оборудования*».

* Следуя инструкциям программы *Engrave*, настроить станок. Проверить, что станок подключен к компьютеру кабелем связи USB. Станок должен быть включен. На компьютере в окне «*Поиск оборудования*» нажать на кнопку «*Продолжить*». Если программа обнаружила станок, в столбце «*Станок*» окна «*Поиск оборудования*» появится сообщение о том, что станок найден, а также номер станка. Еще раз нажать на кнопку «*Продолжить*». Программа *Engrave* создаст ярлык на рабочем столе. Далее нажать кнопку «*Выход*», программа *Engrave* закроется.

* На рабочем столе *Windows* найти ярлык «*Engrave*». В дальнейшем всегда запускать программу *Engrave* с помощью этого ярлыка.

* Если программа *Engrave* не может найти станок, выключить станок и проверить кабель связи с компьютером. Рекомендуется отключить кабель от разъемов станка и компьютера и затем снова соединить. Далее в программе *Engrave* выполнить команду меню «*Файл/Поиск оборудования*» и повторить поиск.

Подключение нескольких станков к одному компьютеру

* Подключить станки к свободным разъемам USB вашего компьютера.

* Включить все станки. На пульте станков должна быть надпись «*1. Ручное управление*». С помощью программы *Engrave* провести поиск оборудования командой меню «*Файл/Поиск оборудования*».

* После завершения поиска оборудования программа *Engrave* закроется и на рабочем столе *Windows* появятся отдельные ярлыки для каждого станка: «*Engrave 12.0 (1)*», «*Engrave 12.0 (2)*» и т.д. Цифры в скобках могут не идти подряд.

* Каждый ярлык открывает отдельную копию программы *Engrave*, которая работает со своим станком.

2.6. Установка инструмента - фрезы.

ВНИМАНИЕ! Перед установкой и заменой инструмента всегда отключайте электромотор шпинделя от источника электропитания. При управлении электромотора от частотного преобразователя необходимо отключать от источника питания частотный преобразователь.

Установите фрезу в патрон шпинделя. Патрон имеет цанговый зажим. В комплекте идут сменные цанги под разные диаметры хвостовой части фрез. Тип и количество цанг зависят от модели шпинделя. Фреза зажимается в патроне шпинделя с помощью гаечных ключей.

При установке фрезу необходимо зажать в патроне с достаточной силой. При недостаточном усилии фреза может во время обработки выйти из патрона, что приведет к порче заготовки, фрезы и оборудования.

При установке фрезы, особенно при ее затяжке, координатные приводы станка могут от прилагаемого усилия сдвинуться в сторону. Если произошло смещение, то после смены инструмента произведите выход в нулевую точку станка командой меню *Engrave* «*Режимы/Выход в ноль станка (Ctrl-F6)*». В противном случае нулевая точка заготовки может сдвинуться, что приведет к сбою при фрезеровании. Подробно о нулевой точке станка см. п.3.10.

2.7. Установка заготовки.

Заготовку необходимо жестко закреплять на рабочем столе, так как при фрезерной обработке на нее действуют достаточно мощные боковые усилия.

Если заготовка вырезается по глубине насквозь, необходимо подложить под заготовку защитный материал (лист фанеры, пластика и т.п.) так, чтобы фреза при работе не прорезала рабочий стол.

При фрезеровании с охлаждением, например, в случае обработки камня, подключите вход шланга на станке к емкости с охлаждающей жидкостью. Расход жидкости зависит от твердости материала и режима работы. Жидкость должна подаваться в точку контакта инструмента и заготовки постоянно без перерывов.

При установке на рабочий стол станка тяжелой каменной плиты используйте съемные резиновые ролики рис.1.1 поз.15 для перемещения плиты по рабочему столу, чтобы облегчить перемещение и не поцарапать поверхность заготовки.

Для сбора и стока охлаждающей жидкости необходимо установить под рабочим столом емкость для сбора жидкости. Возможна установка в емкость сбора насоса рециркуляции охлаждающей жидкости рис.1.1 поз.16. Для того, чтобы насос служил дольше, желательно устанавливать его внутри емкости сбора выше уровня дна, на котором оседает каменная пыль.

При фрезеровании с использованием охлаждающей жидкости на шпиндель одевайте специальную насадку для защиты от брызг (рис.1.1 поз.11). Следите, чтобы вода не попадала на направляющие и приводы станка. При попадании воды протереть направляющие и приводы масляной ветошью.

Заготовка должна закрепляться по возможности параллельно плоскости фрезы. В случае отклонения плоскости заготовки от плоскости фрезерования рекомендуется использовать режим предварительного сканирования поверхности заготовки с последующей коррекцией поверхности. О режиме предварительного сканирования смотри подробно п.5.

3. Фрезерование. Программа *Engrave*

3.1. Обзор программы *Engrave*

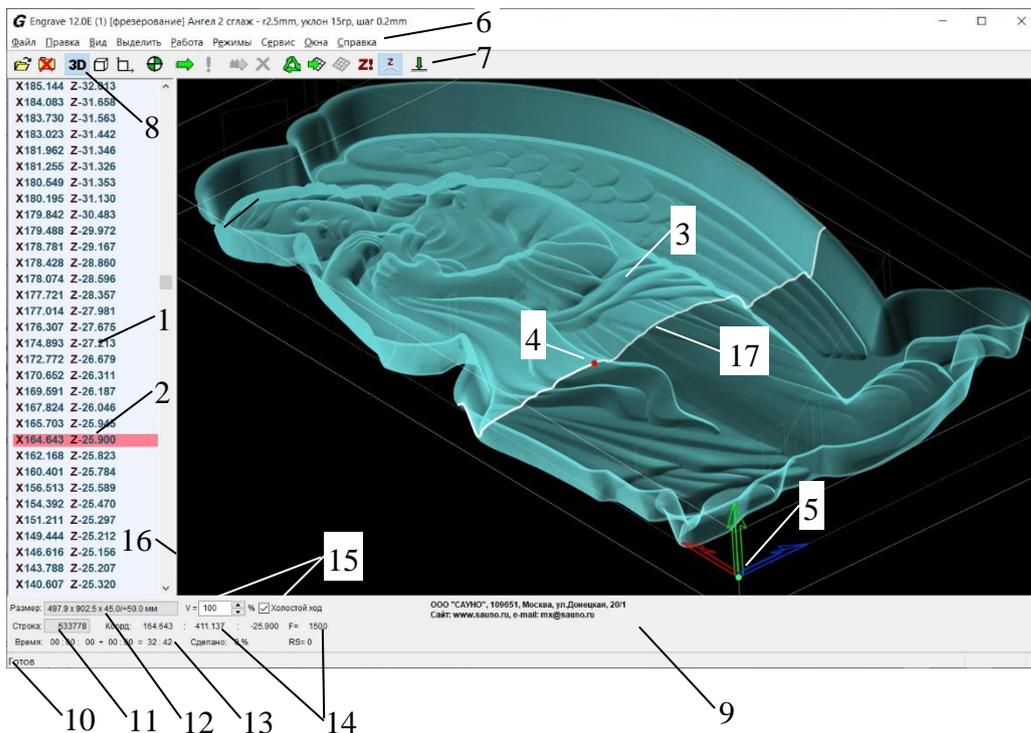


Рис. 3.1. Экран программы *Engrave*. Фрезерный режим.

1. Окно просмотра управляющей программы (УП).
2. Текущая команда УП.
3. Окно просмотра 3D-вида.
4. Текущая позиция инструмента.
5. Нулевая точка заготовки.
6. Главное меню.
7. Панель инструментов.
8. Кнопка включения 3D-вида.
9. Информационная панель.
10. Строка статуса.
11. Номер текущей строки УП.
12. Размеры области обработки.
13. Время обработки.
14. Текущие координаты и скорость подачи.
15. Управление скоростью подачи и холостого хода.
16. Подвижная граница окна просмотра.
17. Текущая строка рельефа.

На рис.3.1 представлен вид экрана программы *Engrave* во фрезерном режиме. Если программа *Engrave* находится в режиме ударного гравирования или 3D-сканирования, то для перехода во фрезерный режим выполните команду меню «Режимы/Фрезерование».

3.2. Открытие файла управляющей программы (УП)

Фрезерование в программе *Engrave* осуществляется с помощью так называемой управляющей программы (в дальнейшем сокращенно УП). УП это текстовый файл, каждая строка которого – команда перемещения инструмента. УП задает траекторию движения инструмента, а также технологические параметры – скорость рабочей подачи и холостого хода, команды включения/отключения шпинделя и другие.

Для создания УП используется специальное программное обеспечение, например, *ArtCAM* или *Vetric Aspire*. Подробнее о подготовке УП см. п.7.

Для различных моделей станков форматы УП отличаются. Программа *Engrave* работает с широко распространенным форматом УП - G-кодом. G-код поддерживается всеми программами создания УП. Для сохранения УП в формате G-кода в программе *ArtCAM* или *Vetric Aspire* при сохранении УП выберите в списке «Формат выходного файла УП» строку «G-code Arcs (mm) (*.tap)».

Для открытия файла УП перейдите в программу *Engrave* и выполните команду меню «Файл/Открыть (Ctrl-O)». В окне «Открыть» выберите нужный файл УП из списка и нажмите кнопку «Открыть». В левом (текстовом) окне просмотра (рис.3.1 поз.1) появится текст управляющей программы, а справа в окне просмотра 3D-вида (поз.3) - траектория перемещения инструмента в виде трехмерной модели.

Максимальный размер файла УП в *Engrave* определяется объемом памяти компьютера. Если мощности компьютера не хватает для просмотра трехмерных траекторий, можно отключить окно 3D-вида нажатием кнопки «Просмотр 3D» (рис.3.1 поз.8) на панели управления.

Программа *Engrave* поддерживает основной набор команд G-кода: линейное перемещение (G1), круговое перемещение (G2, G3), сплайны (G5), холостой ход (G0), включение/отключение шпинделя (M03, M04, M05) и охлаждения (M08, M09), выбор плоскости обработки (G17, G18, G19), выбор абсолютных/относительных координат (G90, G91), выбор единиц измерения миллиметры/дюймы (G70, G71), задержка по времени (G4).

Для удобства чтения команды УП и численные значения координат выделяются в окне просмотра рис.3.1 поз.1 различными цветами. Команды G-кодов, которые не поддерживаются программой *Engrave*, отмечаются красным и игнорируются. Холостые ходы (выше поверхности заготовки) выделяются зеленым **фоном**, остальные строки УП имеют серый фон.

Команда меню «*Файл/Закрыть (Ctrl-F4)*» закрывает текущую УП.

Команда меню «*Файл/Открыть последнюю (F3)*» открывает последнюю УП, с которой вы работали.

Команда меню «*Файл/Сведения об УП*» отрывает окно с подробными сведениями об открытой УП.

3.3. Просмотр управляющей программы

УП выводится на экран в виде текста в левом окне (рис.3.1 поз.1) и в трехмерном графическом виде в правом окне (поз.3). Размеры окон можно изменять, перемещая подвижную границу поз.17 мышью при нажатой левой кнопке вправо или влево. Кнопка «*Просмотр 3D*» поз.8 на панели управления включает и выключает правое окно 3D-вида поз.3.

Текущая команда УП отмечена в текстовом окне красной строкой-курсором поз.4. Для просмотра УП используйте следующие команды:

- Клавиши <СТРЕЛКА ВВЕРХ/ВНИЗ> или прокрутка колесом мыши – перемещение на строку вверх/вниз.
- Клавиши <PgUp/PgDn> - перелистывание по страницам.
- Клавиши <Home/End> - переход в начало/конец УП.
- Клавиши <Ctrl-PgUp/ Ctrl-PgDn> - переход к предыдущему/следующему участку холостого хода траектории (холостые ходы выделены зеленым фоном в текстовом окне УП). Данные команды облегчают поиск в УП начала отдельных букв при фрезеровании надписей, а также начала отдельных слоев при послойном фрезеровании барельефов.
- Клавиши <Ctrl-Alt-PgUp/ Ctrl-Alt-PgDn> - переход к предыдущей/следующей строке рельефа. Данные команды работают только для УП, созданных в режиме чистой обработки барельефа. Подробнее см. п.8.

Номер текущей строки УП выводится в окне поз.11 в нижней панели *Engrave*. Для перехода на требуемый номер строки нажмите левую кнопку мыши в окне поз.11 или нажмите на клавиатуре комбинацию клавиш <Ctrl-G>. В открывшемся окне «*Переход на строку*» введите номер строки и нажмите «ОК».

Для поиска фрагмента текста в УП пользуйтесь командой меню «*Правка/Найти... (Ctrl-F)*». В окне поиска введите любой текстовый фрагмент. Нажмите кнопку «*Вперед*» или «*Назад*». Будет выбрана следующая или предыдущая строка УП с заданным фрагментом текста. При закрытом окне поиска можно производить поиск вперед или назад по тексту командами меню «*Правка/Найти следующее (Ctrl-F3)*» и «*Правка/Найти предыдущее (Shift-F3)*» соответственно.

В нижней панели справа от номера строки поз.14 выводятся координаты инструмента X, Y, Z в миллиметрах. Координаты соответствуют текущей команде УП. В окне «*F =*» выводится текущая скорость подачи в мм/мин.

В окне «*Размер*» поз.12 нижней панели отображаются «габаритные» размеры области фрезерования в виде:

«*Ширина_X x Длина_Y x Глубина_Z / +Высота холостого хода_Z*» (в миллиметрах)

Ширина_X – ширина области фрезерования по оси X;

Длина_Y – длина области фрезерования по оси Y;

Глубина_Z – максимальная глубина обработки от нуля (плоскости поверхности заготовки) вниз;

+ *Высота холостого хода* Z – высота холостых ходов над плоскостью поверхности заготовки.

В окне «*Время*» поз.13 отображается время фрезерования в формате «*часы : мин*».

3.4. Просмотр управляющей программы в окне 3D-вида

В окне 3D-вида рис.3.1 поз.3 УП выводится в виде трехмерной модели. Обращаем внимание, что УП – это траектория движения инструмента. Поэтому траектория в окне 3D-вида обычно отличается от внешнего вида готового изделия.

Окно просмотра 3D-вида можно включить или выключить кнопкой «*Просмотр 3D*» в панели инструментов или командой меню «*Вид/ 3D вид*». УП отображается в окне 3D-вида линиями **синего цвета**. Обработанная часть УП находится в текстовом окне рис.3.1 поз.1 выше курсора поз.2. Обработанная часть УП в окне 3D-вида **затемняется**. **Зелеными линиями** обозначаются участки холостого хода. **Желтыми линиями** обозначается выделенная часть УП (см. п.4.2). **Белая линия** рис.3.1 поз.17 отмечает текущую строку барельефа, и отображается только в УП, созданных в режиме чистовой обработки барельефа (подробнее см. п.8).

Текущая команда УП рис.3.1 поз.4 выделена **красной линией с красным шариком** на конце. Шарик может быть синим, если текущая команда УП не является командой перемещения. Нулевая точка заготовки отображается в виде **зеленого шарика** рис.3.1 поз.5. Значок в виде **трех разноцветных стрелок** обозначает положение системы координат заготовки в пространстве. Он расположен всегда в левом нижнем углу модели, поэтому расположение стрелок может не совпадать с зеленым шариком, обозначающим нулевую точку.

Команда меню «*Вид/Настройки просмотра (Ctrl-F11)*» регулирует яркость затемненной (обработанной) области УП, а также яркость холостых ходов (зеленых линий). Значение яркости меняется от 0 до 100%. При яркости 0% затемненные линии не отображаются, а при яркости 100% затемнение отсутствует. Параметр «*Базовая яркость*» задает начальную яркость отображения 3D-вида УП в целом.

3.5. Навигация в окне 3D-вида

Трехмерную модель можно рассматривать со всех сторон, поворачивая в пространстве. Управление навигацией в окне 3D-вида осуществляется перемещением указателя мыши при одновременном нажатии следующих клавиш:

- <**левая кнопка мыши**> - поворот модели в пространстве.

- <**правая кнопка мыши**> - изменение масштаба, т.е. приближение/удаление модели. Для этой цели также можно использовать клавиши <**Ctrl-плюс/Ctrl-минус**> на клавиатуре или **вращать колесо мыши**.

- <**левая и правая кнопка мыши**> (обе кнопки нажаты) – смещение или сдвиг модели. Также можно использовать комбинацию **клавиши <Ctrl> и левой кнопки мыши**, что полезно для некоторых ноутбуков, клавиатура которых не поддерживают одновременные нажатия кнопок мыши.

Имеются команды просмотра трехмерной модели в стандартных видах:

- <**Ctrl-3**> - изометрическая проекция.

- <**Ctrl-4**> - вид сверху.

- <**Ctrl-5**> - вид сбоку слева вдоль оси X.

- <**Ctrl-Shift-5**> - вид сбоку справа вдоль оси X.

- <**Ctrl-6**> - вид сбоку спереди вдоль оси Y.

- <**Ctrl-Shift-6**> - вид сбоку сзади вдоль оси Y.

На виде сверху (команда <Ctrl-4>) в строке статуса в правом нижнем углу экрана программы *Engrave* отображаются текущие координаты X, Y (в миллиметрах) в позиции курсора мыши в системе координат заготовки. В режиме просмотра коррекции наклона заготовки (см. п.5.4) дополнительно отображается координата Z – высота сканированной поверхности заготовки в миллиметрах в текущей позиции курсора мыши.

В режиме «вид сверху» (команда <Ctrl-4>) можно, удерживая клавишу <Shift>, нажать **правую кнопку мыши** рядом с линией траектории. При нажатии правой кнопки мыши происходит переход на строку управляющей программы, которая соответствует отрезку траектории УП, находящемуся ближе всего к курсору мыши.

3.6. Функции редактирования управляющей программы

Программа *Engrave* позволяет производить некоторые преобразования управляющей программы (УП) без необходимости использования программ-редакторов, таких как *ArtCAM*. Новая УП сохраняется в файле, к имени которого прибавляется окончание «_ex». Например, из файла «надпись.tap» создается новый файл «надпись_ex.tap».

Изменение нулевой точки заготовки УП

Команда меню «Правка/Изменить нулевую точку заготовки... (Ctrl-W)». В окне выбора нулевой точки укажите новое положение нулевой точки заготовки. Можно выбрать центр заготовки, любой угол, а также задать дополнительное смещение по координатам X,Y. Например, если вы хотите переместить нулевую точку вверх на 5мм и влево на 10мм, задайте дополнительное смещение X=-10, Y=5 от текущей нулевой точки, и нажмите «ОК».

Изменение размеров УП

Команда меню «Правка/Изменить размеры...». В окне изменения размеров задайте новую ширину (размер по X) или высоту (размер по Y) в миллиметрах. Ширина и высота изменяются пропорционально, если включен флажок «Пропорции».

ВНИМАНИЕ! Размеры можно изменить только для УП с вертикальными перемещениями по оси Z. Если в УП присутствуют перемещения одновременно по осям (X,Z), (Y,Z) или (X,Y,Z), то изменение размеров невозможно. В этом случае на экран выводится предупреждающее сообщение.

Поворот УП

Управляющую программу можно повернуть на 90 градусов по или против часовой стрелки или на 180 градусов. Для этого служат соответствующие команды меню «Правка». Команда меню «Правка/Повернуть на заданный угол...» позволяет задать любой угол поворота от 0 до 360 градусов.

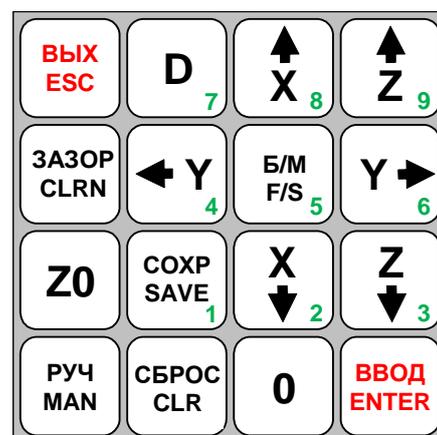
3.7. Пульт управления станком. Ручное управление.

В ручном режиме все перемещения инструментальной головки по координатам X, Y, Z осуществляются на пульте управления станком.

Вид экрана и клавиатуры.

X	22.5	Z	-7.5
Y	-10.3	D1	X0A+

Вход в режим ручного управления - кнопка <РУЧ> на пульте станка. Выход из ручного режима в главное меню – кнопка <ВЫХ>.



Обозначения на экране пульта

- X, Y, Z – текущие координаты в миллиметрах.
- «D» – режим ограниченных перемещений (см. п.3.8), может быть «D», «D1», «D01», «Dш».

- «X0», «X1» – сигнализирует о срабатывании концевых выключателей каретки X - «X0», «X1», каретки Y - «Y0», «Y1», каретки Z - «Z0».
- «A» – режим абсолютных координат. Показывает, что нулевая точка станка установлена (см. п.3.10).
- «+» - режим быстрых перемещений. Переключается кнопкой <Б/М>.

Кнопки перемещения по координатам

Кнопки-стрелки <X ВВЕРХ>, <X ВНИЗ> – перемещение по координате X. Кнопки-стрелки <Y ВПРАВО>, <Y ВЛЕВО> – перемещение по координате Y. Кнопки-стрелки <Z ВВЕРХ>, <Z ВНИЗ> – перемещение по вертикали по координате Z.

Перемещение происходит, пока Вы удерживаете нажатую кнопку перемещения. При этом на экране значения соответствующей координаты (X, Y, Z) в миллиметрах изменяются.

Если при нажатии кнопки <Z ВНИЗ> перемещения не происходит и на экране пульта появляется сообщение:

«Ошибка датчика R, <РУЧ> - ход вниз»,

то в этом случае нажмите кнопку <РУЧ>, а затем еще раз <Z ВНИЗ> для перемещения вниз.

Концевые выключатели

Когда инструмент доходит до границы рабочей области станка, срабатывает концевой выключатель и перемещение прекращается. При этом в правом нижнем углу экрана пульта горит значок с названием соответствующего концевого выключателя, например, «X0», «X1», «Y0», «Y1», «Z1». После срабатывания концевого выключателя перемещение возможно только в обратном направлении.

Координата Z имеет только один верхний концевой выключатель «Z1». При перемещении вниз необходимо контролировать перемещение, чтобы инструмент не сломался о поверхность заготовки.

Быстрое и медленное перемещение

Нажать кнопку <Б/М>. В правом нижнем углу экрана загорится знак «+» - это режим быстрого перемещения. Еще раз нажать кнопку <Б/М>, знак «+» погаснет – режим медленного перемещения.

Выход в нулевую точку

- Кнопка <0> возвращает инструмент в точку с нулевыми координатами X,Y,Z. Перемещение можно прервать в любой момент нажатием кнопки <ВЫХ>. При перемещении во фрезерном режиме инструмент сначала поднимается по оси Z вверх на высоту безопасного подъема относительно нулевой точки заготовки, затем происходит горизонтальное перемещение по координатам X, Y, после чего инструмент опускается вниз до нулевого значения координаты по оси Z. Это сделано, чтобы фреза не задела заготовку при перемещении, если в начальный момент она находится ниже нулевой точки заготовки. Высота безопасного подъема в миллиметрах задается параметром «Подъем по Z при возврате» в окне настроек фрезерования (меню «Файл/Настройки...») программы Engrave.

- Кнопка <СБРОС> сбрасывает в ноль координаты X, Y, Z.

Сдвиг с включением лазерного датчика

Если кнопку <РУЧ> нажать **и удерживать** более секунды, то инструментальная головка сдвинется по координатам X, Y на величину смещения лазерного дальномера, при этом лазерный дальномер включается. На экране пульта в режиме смещения в правом нижнем углу горит символ «L», а вместо координаты Z отображается величина измерения лазерного датчика L в мм. При повторном нажатии кнопки <РУЧ> инструмент возвращается обратно по X, Y, а лазерный дальномер выключается. Величина смещения задается в настройках программы Engrave. Во фрезерном режиме станка используется параметр «Отступ датчика уровня от фрезы», меню «Файл/Настройки/Фрезерование». В лазерном режиме станка используется параметр «Отступ датчика уровня от луча», меню «Файл/Настройки/Лазерное гравирование».

Режим сдвига используется, чтобы использовать луч лазерного датчика как лазерную указку для установки начальной точки инструмента и выравнивания заготовки.

Меню дополнительных команд – кнопка <Z0>

Если пульт находится в ручном режиме, то при последовательном нажатии кнопки <Z0> вызываются следующие команды:

- «Реле: <5> - выкл, <6> - вкл» - включить / выключить реле водяного насоса. Во фрезерном режиме – реле насоса подачи охлаждающей жидкости (рис.1.1 поз.16). В лазерном режиме – насос охлаждения лазерной трубки.
- «Дист: ---» - режим проверки лазерного дальномера, подробно см. п.0.
- «<4> - ноль станка» - выход в нулевую точку станка (подробно см. п.3.10).
- «<8> - лазер: нет <9> - кнц. выкл: да» - включить/выключить режим лазерного гравирования (кнопка <8>), включить/выключить концевые выключатели (кнопка <9>). Данные команды дублируют соответствующие настройки программы *Engrave*.

Команда выполняется нажатием кнопки с соответствующей цифрой, например, кнопка <4> - выход в нулевую точку станка.

3.8. Ручное управление. Режим ограниченных перемещений.

Режим ограниченных перемещений удобен при перемещении инструмента на малые расстояния, например, для определения момента касания фрезой поверхности заготовки. В режиме ограниченных перемещений координата перемещается не более чем на заданную величину, например, на 1 мм.

В стандартном режиме на экране в нижней строке справа горит символ «D». В этом режиме координата перемещается, пока на клавиатуре удерживается нажатой соответствующая кнопка-стрелка. Последовательное нажатие кнопки <D> на пульте приводит к выбору режима:

- «D1» - перемещение на 1.0 мм;
- «D01» - перемещение на 0.1 мм;
- «Dш» - перемещение на один шаг, величина шага в миллиметрах задается в настройках программы *Engrave*;
- «D» - режим непрерывного перемещения, пока вы держите кнопку перемещения нажатой.

Для выхода из режима ограниченных перемещений в стандартный режим последовательно нажимайте кнопку <D> до тех пор, пока на экране не загорится надпись «D».

3.9. Системы координат станка и заготовки.

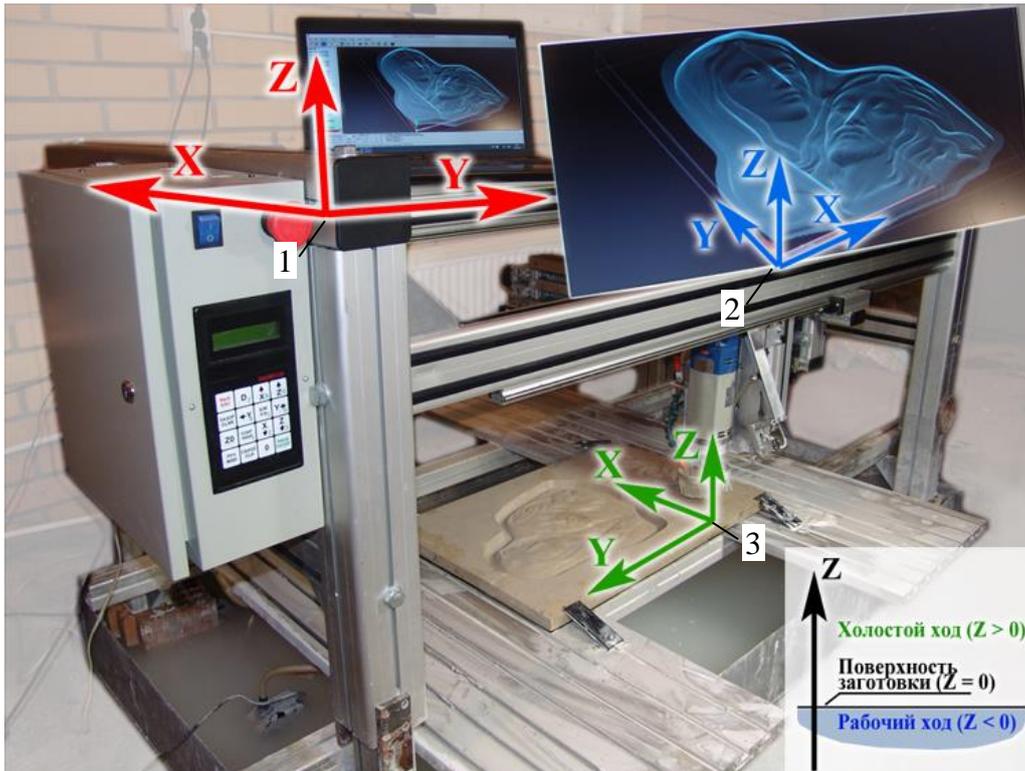


Рис.3.2. Системы координат станка, компьютера и заготовки.

На рис.3.2 приведены системы координат станка (поз.1, красная), компьютера (поз.2, синяя) и заготовки (поз.3, зеленая). В программе *Engrave* и *ArtCAM* направление оси Y (поз.2) соответствует системе координат заготовки (см. поз.3). В системе координат станка (поз.1) ось Y направлена в противоположном направлении. Такое расположение нулевой точки станка сделано, чтобы системы координат станка в режимах фрезерования и ударной гравировки совпадали.

Нулевая точка станка расположена в углу станка, ближайшем к блоку управления.

ВНИМАНИЕ! В режиме ручного перемещения значение координаты Y увеличивается при нажатии кнопки <Y ВПРАВО>. Однако во время фрезерования координата Y увеличивается при перемещении инструмента **влево**.

В режиме ручного управления (см.п.3.7) и в окне нулевой точки заготовки (рис.3.3) – координаты на экране пульта соответствуют **системе координат станка** поз.1. В процессе фрезерования координаты пульта соответствуют **системе координат заготовки** поз.3.

Расположение нулевой точки заготовки по оси Z

Ось Z в программе *Engrave*, также как и в программе *ArtCAM*, направлена вверх. Нулевая точка станка находится у концевого выключателя Z0 в верхней точке перемещения привода Z станка. Поэтому координата Z нулевой точки заготовки (в системе координат станка!) всегда отрицательная.

Нулевая точка заготовки по оси Z лежит на поверхности заготовки, как показано в правом нижнем углу рис.3.2. Поэтому в системе координат заготовки **рабочие перемещения**, расположенные ниже поверхности заготовки, имеют отрицательную координату Z. **Холостые перемещения** выше поверхности заготовки имеют положительную координату Z.

3.10. Выход в нулевую точку станка

Нулевая точка станка служит точкой привязки для системы координат станка. Нулевая точка станка расположена в левом (ближнем к блоку управления) углу станка и определяется по срабатыванию концевых выключателей X0, Y0, Z0.

Для режима фрезерования программы *Engrave* режим нулевой точки станка всегда включен. Без предварительного выхода в нулевую точку станка программа *Engrave* не начнет фрезерование.

Режим нулевой точки станка позволяет продолжить работу с прерванного места даже в случае полного отключения питания управляющего компьютера и станка. В режиме нулевой точки станка продолжение работы при перебоях электропитания возможно даже при отсутствии источника бесперебойного питания.

Выход в нулевую точку станка необходим в следующих случаях:

1. После включения блока управления станком.
2. При срабатывании «дальних» концевых выключателей X1, Y1.
3. При потере шагов, например, если привод какой-либо координаты (X, Y, Z) застрял или произошло произвольное смещение.

В случаях (1), (2) программа *Engrave* предложит выйти в нулевую точку станка автоматически сразу после запуска или по команде начать фрезерование. В случае (3) при потере шагов выход в нулевую точку производится вручную в программе *Engrave* командой меню «Режимы/Выход в ноль станка» или клавишами <Ctrl-F6>.

По команде «Выход в ноль станка» в программе *Engrave* откроется окно-предупреждение с предложением выйти в нулевую точку станка. Нажмите кнопку «Да». Инструмент будет выведен в левый угол станка, там, где находится блок управления. Перемещение осуществляется сначала по координате Z вверх, затем по координате Y влево, и, наконец, по координате X назад. В любой момент можно прервать перемещение нажатием кнопки <ВЫХ> на пульте или кнопки «Стоп» в панели инструментов программы *Engrave*.

При отказе от выхода в нулевую точку станка (нажата кнопка «Нет») программа *Engrave* продолжит работу. Но по команде начать фрезерование (кнопка «Старт») программа будет предлагать выйти в нулевую точку станка.

Для выхода в нулевую точку станка с пульта управления войдите в ручной режим кнопкой <РУЧ>, затем нажмите кнопку <Z0> и далее кнопку <4>.

После успешного выхода в нулевую точку станка на экране пульта управления в режиме ручных перемещений в нижней строке справа горит символ «А».

После выключения блока управления при повторном включении необходим повторный выход в нулевую точку станка.

3.11. Установка нулевой точки заготовки

Нулевая точка заготовки – точка на поверхности заготовки, в которую необходимо вывести инструмент (фрезу) перед началом работы. Нулевая точка заготовки задается в программе *ArtCAM* см. п.7.3. Она должна соответствовать положению фрезы относительно заготовки перед началом фрезерования.

Выход в нулевую точку заготовки производится на пульте управления в режиме ручного перемещения (см. п.3.7). Сначала установите нулевую точку по координатам X,Y. Для установки начальной точки по вертикали (ось Z) необходимо коснуться кончиком фрезы поверхности заготовки. Порядок действий при установке координаты Z нулевой точки заготовки следующий:

- Под кончик фрезы заранее подложить лист тонкой бумаги.
- Перемещать фрезу по оси Z вниз в обычном режиме без ограничения хода, пока до поверхности заготовки не останется несколько миллиметров.
- Кнопкой <D> на пульте перейти в режим «D1» и перемещать фрезу вниз шагами по 1 мм, пока расстояние до заготовки не уменьшится примерно до 1 мм.
- Кнопкой <D> на пульте перейти в режим «D01» и перемещать фрезу вниз шагами по 0.1 мм. Когда вы почувствуете, что лист бумаги зажат фрезой, поднимите фрезу на 0.1 мм, вытащите бумагу и снова опустите фрезу вниз на 0.1..0.2 мм.

Специально сохранять нулевую точку заготовки в программе *Engrave* не требуется, так как это делается автоматически по команде начать фрезерование.

3.12. Дополнительные команды для работы с нулевой точкой заготовки

Для управления нулевой точкой заготовки в программе *Engrave* выполните команду меню «Режимы/Нулевая точка заготовки...» или нажмите клавишу <F6>. Откроется окно «Нулевая точка заго-

товки» (рис.3.3). В окне «Координаты» отображаются координаты X, Y, Z для текущей нулевой точки заготовки. Координаты отсчитываются в системе координат станка.

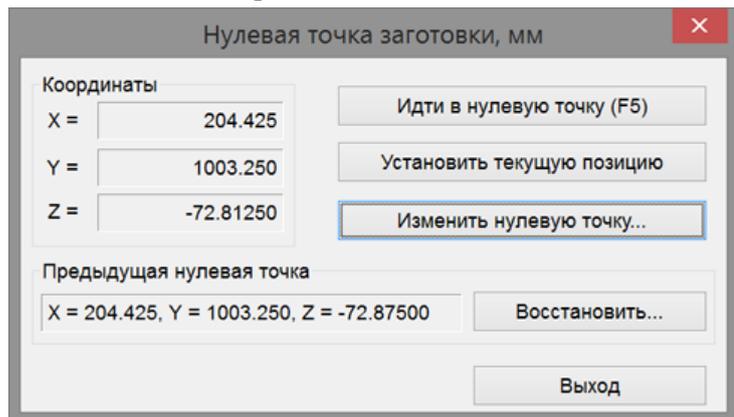


Рис.3.3. Окно нулевой точки заготовки.

Кнопка «Идти в нулевую точку» служит для вывода инструмента в текущую нулевую точку заготовки. При смене заготовки или инструмента будьте осторожны при выполнении данной команды, так как фреза может задеть заготовку. Перемещение можно прервать в любой момент кнопкой «Стоп» (красный крестик) в панели инструментов *Engrave* или нажатием клавиши <ВЫХ> на пульте станка. При перемещении инструмент сначала поднимается вверх на высоту безопасного подъема, затем происходит горизонтальное перемещение по X, Y, после чего инструмент опускается вниз.

Так сделано специально, чтобы фреза не задела заготовку при перемещении, даже если она находится ниже поверхности заготовки. Высота безопасного подъема задается в настройках фрезерования программы *Engrave* (меню «Файл/Настройки/Фрезерование») значением параметра «Подъем по Z при возврате».

Кнопка «Установить текущую позицию» устанавливает в качестве нулевой точки заготовки текущую позицию инструмента. Станок должен быть включен.

Кнопка «Изменить нулевую точку...» служит для ручного ввода и редактирования координат нулевой точки заготовки. По нажатию на кнопку откроется окно редактирования координат X, Y, Z нулевой точки.

В окне «Предыдущая нулевая точка» запоминаются координаты предыдущей нулевой точки. Если вы неправильными действиями сбили координаты нулевой точки, то есть возможность восстановить их. По нажатию кнопки «Восстановить...» предыдущие координаты нулевой точки станут текущими.

3.13. Отход от концевых выключателей

При ручных перемещениях можно по ошибке выйти по одной из координат в крайнее положение, что приведет к срабатыванию концевого выключателя. В этом случае перемещение прекращается, а в правом нижнем углу экрана пульта станка загорится код сработавшего концевого выключателя: X0/ X1/ Y0/ Y1/ Z0.

Для отхода от концевых выключателей X0/ Y0/ Z0 нажмите один раз кнопку перемещения по той же координате, но в противоположную сторону. Станок автоматически отойдет от концевого выключателя, при этом код на экране пульта погаснет. Выхода в нулевую точку станка в этом случае не требуется.

Для отхода от концевых выключателей X1/ Y1 («дальние» концевые выключатели) необходимо выйти в нулевую точку станка в программе *Engrave* командой меню «Режимы/ Выход в ноль станка» или клавишами <Ctrl-F6>.

3.14. Запуск фрезерования

Перед началом работы

Проверьте текущую скорость подачи в процентах – параметр «V=» в нижней панели *Engrave* на рис.3.1 поз.15. Параметр V регулирует скорость подачи в процентах (5..400%) от номинальной скорости, установленной в программе *ArtCAM* или *Vetric Aspire*. Если обрабатывается неизвестный вам материал, уменьшите скорость примерно до 30..50%. В процессе работы скорость можно постепенно увеличивать, наблюдая за процессом фрезерования.

Включение и управление оборотами шпинделя осуществляется по командам УП в начале обработки. Для этого в первых строках УП должна присутствовать команда «М3» или «М4» – включение шпинделя по или против часовой стрелки. Например, строка УП:

```
G0 X0.000 Y0.000 S8000M3
```

означает запуск шпинделя по часовой стрелке на скорости 8000 об/мин и выход в нулевую точку заготовки по X,Y. Подача охлаждающей жидкости включается одновременно с включением шпинделя. При завершении выполнения УП (команда «М30») происходит автоматическое выключение шпинделя и подачи охлаждающей жидкости.

Перед первым использованием станка необходимо проверить управление шпинделем и насосом охлаждающей жидкости. Проверка производится с пульта станка. Подробно о проверке включения частотного преобразователя и шпинделя см. п.4.7, о проверке включения насоса охлаждающей жидкости – см. п.4.6.

Запуск фрезерования

Для начала работы нажмите зеленую кнопку «*Start*» в панели инструментов *Engrave* или клавишу <F9>. В окне «*Начать фрезерование*» нажмите кнопку «*Start*».

На экране может появиться окно-предупреждение о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки. Если вы уже установили инструмент в нулевую точку заготовки, нажмите кнопку «*Start*». В этом случае перед началом работы станок автоматически запомнит текущее положение инструмента как новую нулевую точку заготовки.

В первых строках УП обычно имеются команды включения шпинделя и охлаждения. При включении шпинделя происходит его разгон. Во время разгона инструмент не перемещается и на экране программы *Engrave* и пульта горит надпись «*Разгон мотора...*». Время паузы при разгоне в секундах задается в окне «*Файл/Настройки/Фрезерование*» программы *Engrave* параметром «*Разгон шпинделя*».

По окончании работы шпиндель и насос подачи охлаждающей жидкости автоматически отключаются. Фреза возвращается в начальную точку заготовки по осям X, Y, а по оси Z поднимается над заготовкой на высоту безопасного подъема, заданную при создании УП в *ArtCAM*.

По окончании работы желательно отвести фрезу вверх и в сторону от заготовки, пользуясь ручным режимом пульта станка. Для повторного возврата в нулевую точку заготовки на пульте станка в ручном режиме нажмите кнопку <0>.

3.15. Действия в процессе работы

Вид экрана программы Engrave

В левом текстовом окне УП красная строка – текущая выполняемая команда УП. В окне 3D-вида красной линией обозначена текущая команда УП, а красным шариком – текущее положение инструмента. Уже обработанная часть модели выделена затемнением. Уровень затемнения можно регулировать в окне настроек просмотра, которое вызывается командой меню «*Вид/Настройки просмотра...*» или клавишами <Ctrl-F11>.

В нижней панели выводятся текущие координаты X,Y,Z инструмента (параметр «*Коорд:*», см. рис.3.1) в миллиметрах в системе координат заготовки (рис.3.2 поз.3), а также текущая скорость подачи в мм/мин (параметр «*F =>*»). Обратите внимание – отрицательное значение координаты Z означает, что фреза находится ниже поверхности заготовки. Положительная координата Z означает, что происходит холостой ход выше поверхности заготовки.

Параметр «*Время*» в нижней панели *Engrave* показывает, сколько времени осталось до конца работы. Информация о времени работы представлена в виде:

«*Время с момента старта*» (часы:мин:сек) + «*Осталось до конца*» (часы:мин) = «*Общее время*» (часы:мин).

Параметр «*Сделано*» показывает, какая часть работы в процентах уже выполнена. Параметр «*Строка*» - номер выполняемой в данный момент строки УП.

Вид экрана пульта станка

На экране пульта отображаются текущие координаты X,Y,Z в миллиметрах в системе координат заготовки (рис.3.2 поз.3), и текущая скорость подачи в процентах от номинальной аналогично параметру «V =» в нижней панели программы *Engrave*. Скорость подачи можно регулировать в процессе работы (см. п.3.16).

Прерывание, пауза и продолжение работы

Прервать работу – нажать кнопку <ВЫХ> на пульте станка или кнопку «Стоп» (красный крестик) в верхней панели инструментов *Engrave*. Продолжение работы в дальнейшем возможно кнопкой «Продолжить работу» в верхней панели инструментов *Engrave*. Подробно см. п.4.1.

Сделать паузу – нажать кнопку <D> на пульте станка или кнопку «Пауза» (зеленый восклицательный знак) в верхней панели инструментов *Engrave*. Станок приостанавливает работу, при этом шпиндель не выключается, если только в настройках фрезерования программы *Engrave* не включен параметр «Остановка шпинделя при паузах». На экране программы *Engrave* во время паузы появляется окно «Пауза».

Продолжить работу после паузы еще раз на пульте нажать кнопку <D> или в программе *Engrave* нажать в окне «Пауза» кнопку «Продолжить».

3.16. Изменение скорости подачи

Скорость подачи можно регулировать прямо в процессе работы. Это удобно, когда вы точно не знаете параметров обрабатываемого материала и инструмента. В этом случае рекомендуется перед началом работы уменьшить скорость, а в процессе работы постепенно увеличивать ее.

Скорость задается в процентах от номинальной скорости (от 5% до 400%). Номинальная скорость, соответствующая 100%, устанавливается при создании УП в программе *ArtCAM*.

На экране компьютера скорость подачи в процентах от номинальной задается параметром «V =» (рис.3.1 поз.15) в нижней панели программы *Engrave*. Переключатель «Холостой ход» справа от параметра «V» определяет, будет ли изменяться скорость подачи при холостых ходах. Например, если вы уменьшите скорость подачи до 10%, то холостой ход над поверхностью заготовки также замедлится. Чтобы замедления холостого хода не происходило, **отключите** галочку в параметре «Холостой ход». В этом случае станок будет осуществлять рабочий ход со скоростью 10% от номинала, а холостой ход – с номинальной скоростью 100%.

На пульте станка текущая скорость подачи в процентах выводится в нижней строке экрана. На пульте станка нажмите кнопку <X ВВЕРХ> для увеличения скорости, <X ВНИЗ> - для уменьшения скорости. При нажатии кнопки скорость изменяется на 1%, а в быстром режиме на 10%. Режим «быстро/медленно» переключается кнопкой <Б/М> на пульте. В быстром режиме на экране в правом нижнем углу горит символ «+».

3.17. Изменение оборотов шпинделя

Управление шпинделем осуществляется с помощью частотного преобразователя (инвертера), подключенного к блоку управления кабелем RS-485 (см. разъем «RS-485» на блоке управления). В этом случае можно регулировать обороты шпинделя в процессе работы. Для доступа к этой функции необходимо, чтобы связь блока управления с частотным преобразователем была правильно настроена. Подробно об управлении частотным преобразователем см. п.4.9.

Для входа в режим управления шпинделем **в процессе фрезерования** нажмите на пульте станка кнопку <Z0>. На экране пульта в верхней строке появится надпись «Шпинд: F 8000». Значение «F» указывает частоту вращения шпинделя, в нашем случае 8000 об/мин. Для изменения величины оборотов используйте кнопки-стрелки <X ВВЕРХ>, <X ВНИЗ>. Клавиша <Б/М> переключает быстрый или медленный режим изменения. В быстром режиме (на экране горит символ «+») при нажатии кнопки-стрелки обороты меняются на 1000, в медленном – на 100.

В режиме управления шпинделем можно нажать кнопку <D> для паузы и последующего продолжения работы.

Для выхода из режима управления шпинделем еще раз нажмите кнопку <Z0>.

ВНИМАНИЕ! Если при нажатии кнопки <Z0> ничего не происходит, то скорее всего, управление частотным преобразователем выключено в настройках станка программы *Engrave*, см. меню «Файл/Настройки/Инвертер».

3.18. Выключение станка и компьютера с последующим продолжением работы

Существует два способа прерывания фрезеровки с последующим продолжением работы.

Пауза и выход с сохранением

В этом случае перед продолжением работы не происходит выход в нулевую точку станка.

В программе *Engrave* нажать кнопку «Пауза» (зеленый восклицательный знак). Станок остановится. На экране *Engrave* появится окно «Пауза». В окне «Пауза» нажать кнопку «Сохр./ Выйти». Программа *Engrave* закроется. Теперь можно выключить компьютер и станок.

Для продолжения работы включить компьютер и станок. Открыть программу *Engrave* с помощью ярлыка на рабочем столе. На экране автоматически откроется незаконченная УП и откроется окно «Продолжить работу».

В окне «Продолжить работу» нажать кнопку «Продолжить». Станок продолжит работу с прерванного места. Шпиндель и насос охлаждения включатся автоматически при нажатии кнопки «Продолжить».

Прервать работу и продолжить с прерванного места

В этом случае перед продолжением работы станок выходит в нулевую точку, а затем возвращается к месту остановки.

Для прерывания работы нажмите кнопку <ВЫХ> на пульте станка или кнопку «Стоп» в верхней панели кнопок программы *Engrave*. После остановки выключить станок и компьютер.

Для продолжения работы включить компьютер и станок. Открыть программу *Engrave* с помощью ярлыка на рабочем столе. Открыть незавершенную УП (можно с помощью клавиши <F3> - открыть последнюю работу. Выполнить команду меню «Работа/Продолжить работу» или на панели инструментов нажать кнопку «Продолжить работу» (зеленая стрелка с красным крестиком).

Далее следуйте указаниям п.4.1.

4. Фрезерование. Дополнительные главы.

4.1. Продолжение работы после аварийной остановки

При аварийной остановке прерванную работу можно продолжить. Продолжение работы с прерванно-го места возможно, если заготовка и станок во время работы не сдвинулись с места.

К случаям аварийной остановки относятся:

- Случайное выключение станка и/или компьютера во время работы при внезапном отключении электроэнергии или из-за ошибок пользователя.
- Аварийное завершение, «зависание» компьютера или программы *Engrave*.
- Ошибочное прерывание работы оператором – нажатие кнопки <ВЫХ> на пульте станка или кнопки «Смон» в программе *Engrave*.

Как продолжить внезапно прерванную работу:

Включить станок и/или компьютер, если станок/компьютер выключен.

Если программа *Engrave* закрыта, запустить ее. Вывести инструмент в нулевую точку станка, если программа *Engrave* запросит об этом.

В программе *Engrave* открыть последнюю обрабатываемую картинку командой меню «Файл/Открыть последнюю» или клавишей <F3>.

Выполнить команду меню «Работа/Продолжить работу» или на панели инструментов нажать кнопку «Продолжить работу» (зеленая стрелка с красным крестиком). Инструмент сначала будет выведен в нулевую точку станка, а затем перемещен в точку остановки по координатам X,Y. По оси Z станок выводится на высоту безопасности. Эта высота (относительно поверхности заготовки) задается в настройках программы *Engrave* – «Файл/Настройки/Фрезерование», параметр «Высота Z при выходе в точку продолжения работы».

На экране программы *Engrave* появится окно «Продолжить работу». В окне «Продолжить работу» нажать кнопку «Продолжить». Включатся шпиндель и насос охлаждения (для этого пункт «Включить шпиндель сейчас» должен быть отмечен), затем станок опустит инструмент вниз до точки продолжения со скоростью, заданной в окне «Продолжить работу» (по умолчанию 0.3мм/с). Далее станок продолжит работу с прерванного места.

Чтобы убедиться в том, что инструмент вышел в нужную точку траектории УП, можно воспользоваться следующим приемом. После выхода инструмента в точку продолжения работы по X,Y и выходе по оси Z на высоту безопасности войти в ручной режим пульта станка и в режиме ограниченных перемещений с шагом 1.0мм или 0.1мм опустить инструмент вниз до уровня координаты Z в точке продолжения работы (значение Z в точке продолжения работы указано в координатах точки продолжения окна «Продолжить работу»). После того, как вы убедились, что инструмент действительно находится в нужной точке, выйти из ручного режима пульта кнопкой <ВЫХ> и в программе *Engrave* нажать кнопку «Продолжить» для продолжения фрезерования.

ВНИМАНИЕ! Прерванная работа может продолжиться немного ранее точки остановки. Это связано с тем, что программа *Engrave* запоминает текущую позицию инструмента в определенные моменты времени. Период сохранения задается в окне настроек *Engrave* параметром «Интервал автосохранения позиции инстр.» и по умолчанию составляет 2 секунды. Поэтому при внезапном выключении компьютера сохраненная позиция инструмента может находиться немного раньше, чем точка остановки. Это не приведет к проблемам при продолжении работы, так как инструмент просто пройдет повторно вхолостую небольшую часть уже обработанного участка.

4.2. Фрезерование выделенного фрагмента управляющей программы

В программе *Engrave* предусмотрена возможность фрезерования выделенного фрагмента УП. Например, можно фрезеровать отдельные буквы в надписи. Для выделения фрагмента в текстовом окне УП выберите текущую строку УП, которая будет являться началом фрагмента. Нажмите **правую** кнопку мыши на начальной строке фрагмента УП. Появится меню команд, выберите в нем пункт «Отме-

тить начало фрагмента». Текущая строка УП будет выделена желтым цветом. Затем перейдите на конечную строку фрагмента, нажмите на ней правую кнопку мыши и выберите пункт «Отметить конец фрагмента». Выделенная часть УП будет отмечена желтым цветом в текстовом окне. В окне 3D-вида выделенная часть траектории УП также выделяется желтыми линиями.

Для автоматического перехода на начало отдельных символов в надписи или на начало отдельных слоев обработки барельефа по оси Z пользуйтесь командами <Ctrl-PgUp/ Ctrl-PgDn> (переход на предыдущий/ последующий холостой ход).

Если нужно выделить фрагмент от начала УП до текущей строки, воспользуйтесь командой меню «Выделить от начала». Для выделения фрагмента от текущей строки до конца УП используйте команду меню «Выделить до конца».

Если необходимо убрать выделение, выполните команду меню «Убрать выделение». Если вам нужно восстановить предыдущий выделенный фрагмент, выполните команду меню «Восстановить фрагмент».

При выделении фрагмента параметр «Время» в панели инструментов *Engrave* будет указывать время обработки выделенного фрагмента.

Запуск фрезерования фрагмента УП

Нажмите кнопку «Старт». Появится окно-запрос, что необходимо фрезеровать - выделенный фрагмент или всё от начала до конца. Нажмите кнопку «Выделенный фрагмент». Появится окно «Начать фрезерование» с предложением фрезеровать выделенный фрагмент УП. Нажмите кнопку «Старт».

На экране может появиться окно-предупреждение о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки. Если вы уже фрезеровали какую-то часть данной УП, необходимо вернуться в ранее выбранную нулевую точку нажатием кнопки «Выход в нулевую точку». В этом случае станок сначала выйдет в нулевую точку заготовки, а затем снова предложит начать фрезерование.

После нажатия кнопки «Старт» станок выходит в точку начала выделенного фрагмента по координатам X,Y. По оси Z станок выводится на высоту безопасности. Эта высота (относительно поверхности заготовки) задается в настройках программы *Engrave* – «Файл/Настройки/Фрезерование», параметр «Высота Z при выходе в точку продолжения работы».

На экране программы *Engrave* появится окно «Продолжить работу».

В окне «Продолжить работу» нажать кнопку «Продолжить». Включатся шпиндель и насос охлаждения (для этого пункт «Включить шпиндель сейчас» должен быть отмечен), затем станок опустит инструмент вниз до точки продолжения со скоростью, заданной в окне «Продолжить работу» (по умолчанию 0.3 мм/с). Затем станок начнет фрезерование выделенного фрагмента.

По окончании фрезерования фрагмента станок возвращается по координатам X,Y в нулевую точку заготовки, а по координате Z на высоту плоскости безопасности.

4.3. Обход по контуру области фрезерования

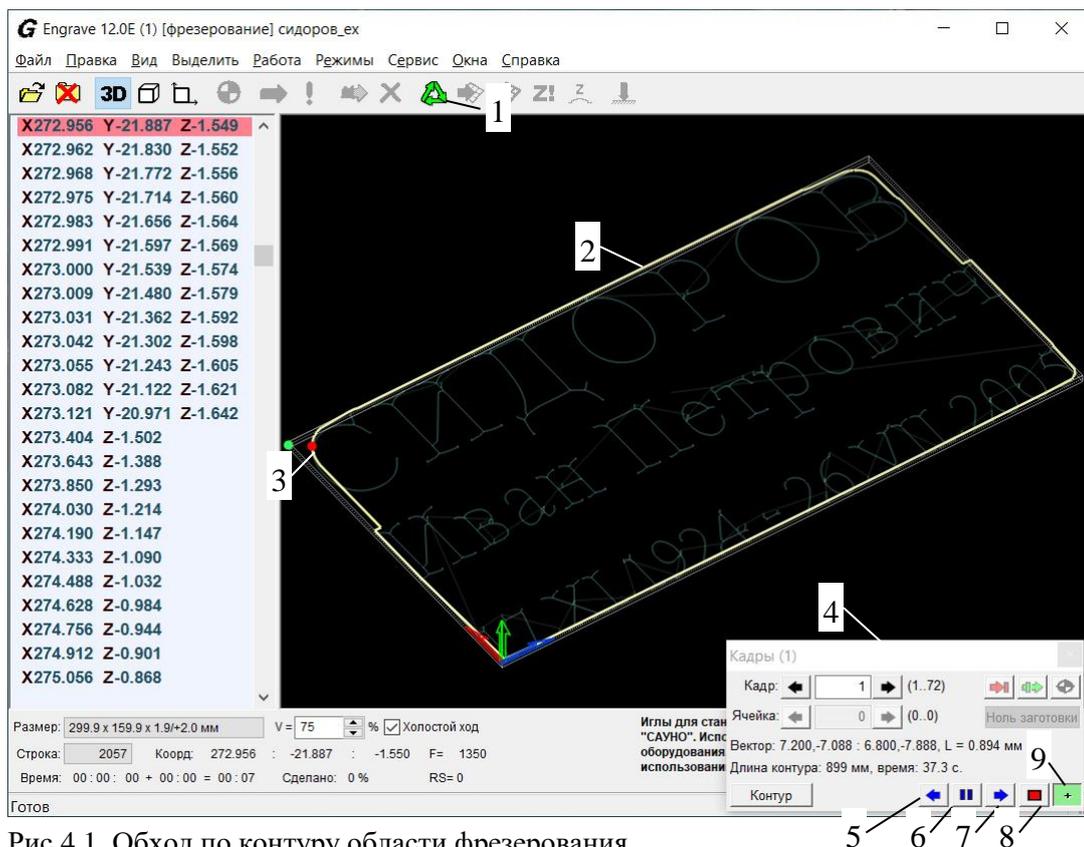
Функция обхода по контуру производится перед началом фрезерования. Обход по контуру позволяет проверить расположение изображения и точно убедиться, что инструмент при гравировке не выйдет за пределы заготовки и не заденет за элементы крепления заготовки.

Начальные настройки

* Скорость обхода контура задается командой меню «Файл/Настройки/Скорости». В окне «Скорости» параметр «Обход контура» задает скорость обхода в мм/мин при быстрой подаче (кнопка «+» рис.4.1 поз.9 нажата). Параметр «Замедление обхода» задает, на сколько процентов уменьшится скорость на медленной подаче по отношению к быстрой.

* При обходе контура текущее положение указывает наконечник инструмента-фрезы. Можно изменить настройку так, чтобы текущее положение указывал наконечник контактного датчика уровня или луч лазерного датчика. Выполните команду меню «Файл/Настройки/Фрезерование» и выберите нужное значение параметра «Обход по контуру». Если в окне «Настройки» параметр «Лазерный датчик» включен, то можно выбрать обход «лучом лазерного датчика». Если параметр «Лазерный датчик»

отключен, то можно выбрать обход «наконечником контактного датчика». Также можно вернуться к стандартному варианту обхода «кончиком инструмента». Изменения необходимо сохранить в станке.



1. Кнопка «Обход по контуру».
2. Контур.
3. Текущая позиция инструмента во время обхода.
4. Панель «Кадры».
5. Кнопка обхода назад.
6. Кнопка «Пауза».
7. Кнопка обхода вперед.
8. Кнопка «Стоп».
9. Кнопка изменения скорости обхода (быстро/медленно).

Рис.4.1. Обход по контуру области фрезерования.

Порядок действий:

Перед началом обхода установите инструмент в нулевую точку заготовки по координатам X,Y. Поднимите инструмент вверх на безопасную высоту над уровнем поверхности заготовки.

В программе *Engrave* выполните команду меню «Работа/Обход по контуру (Ctrl-F9)...» или нажмите кнопку рис.4.1 поз.1 в панели инструментов.

На экране может появиться окно-предупреждение о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки. Если вы ранее уже установили инструмент в нулевую точку заготовки в ручном режиме пульта станка, нажмите кнопку «Старт». В этом случае станок автоматически запомнит текущее положение инструмента как новую нулевую точку заготовки. Если же вы хотите использовать ранее выбранную нулевую точку, нажмите кнопку «Выход в нулевую точку». В этом случае станок сначала выйдет в нулевую точку заготовки, а затем предложит выполнить обход по контуру.

В окне «Обход по контуру» нажмите кнопку «Вперед» для обхода контура по часовой стрелке или «Назад» - против часовой стрелки. Инструмент будет выведен в начальную точку контура. Затем инструмент начнет движение по контуру.

* При движении по контуру на экране программы *Engrave* отображается текущее положение инструмента на картинке (рис.4.1 поз.3). На экране пульта отображаются текущие координаты X,Y,Z. По окончании обхода инструмент возвращается в нулевую точку заготовки.

Действия в процессе обхода

Управлять обходом можно кнопками на пульте станка или в панели «Кадры» программы *Engrave* (рис.4.1 поз.4).

Прервать обход – кнопка <ВЫХ> на пульте или кнопка «Стоп» рис.4.1 поз.8 на компьютере. После остановки можно вернуть инструмент в нулевую точку нажатием кнопок <РУЧ> и далее <0> на пульте.

Сделать паузу во время обхода – кнопки-стрелки <Y ВПРАВО> или <Y ВЛЕВО> на пульте или кнопка «Пауза» поз.6 на компьютере. Для продолжения обхода в нужном направлении (вперед или назад) нажать кнопку-стрелку <Y ВПРАВО> или <Y ВЛЕВО> на пульте или кнопку «Вперед»/«Назад» поз.5,7 на компьютере.

Во время паузы можно поднять или опустить инструмент кнопками <Z ВВЕРХ>, <Z ВНИЗ> на пульте. Это удобно, если вы хотите опустить инструмент ниже для более точного контроля или наоборот, поднять вверх, чтобы он не зацепился за крепление заготовки или иной выступ.

Для изменения направления обхода на пульте станка сначала нажать кнопку-стрелку <Y ВПРАВО> или <Y ВЛЕВО>. Станок войдет в режим паузы. Далее нажать кнопку <Y ВПРАВО> для продолжения обхода вперед или кнопку <Y ВЛЕВО> для обхода назад.

Регулировка скорости обхода – кнопка <Б/М> на пульте или кнопка «+» поз.9 на компьютере. Нажатие кнопки переключает режим быстрого/медленного перемещения. В режиме быстрого перемещения на экране пульта горит знак «+», а на компьютере кнопка «+» в нажатом состоянии (зеленого цвета).

4.4. Режим быстрого заглабления

При фрезеровании надписей инструмент часто поднимается на высоту плоскости безопасности 2.3 мм, а затем опускается вниз. Скорость заглабления задается в программе подготовки УП, например, *ArtCAM*. Для камня скорость заглабления обычно составляет 0.1..0.3 мм/с. В режиме быстрого заглабления скорость движения вниз увеличивается до скорости холостого хода на начальном участке, когда инструмент еще не коснулся поверхности. Оставшуюся часть инструмент проходит со стандартной скоростью заглабления, заданной в программе *ArtCAM*. Таким образом, время фрезерования надписей сокращается на 15..20%.

Для включения и отключения режима быстрого заглабления используйте команду меню «Режимы/Быстрое заглавление». По умолчанию режим быстрого заглабления включен.

4.5. Датчик высоты инструмента

Фрезерный станок может быть оснащен датчиком высоты инструмента. Датчик представляет из себя контактный переключатель, закрепленный на рабочем столе рядом с нулевой точкой станка. С помощью датчика можно измерить разницу по высоте Z между текущим и предыдущим инструментом-фрезой. Эта разница используется программой управления как величина коррекции по высоте инструмента, чтобы координата Z нулевой точки заготовки не изменилась при смене инструмента. Коррекция по высоте требуется в следующих ситуациях:

1. При фрезеровании черновым и чистовым проходом различными фрезами.
2. При поломке фрезы в процессе работы и замене её на новую.

Черновой и чистовой проходы разными фрезами часто используются для ускорения обработки, улучшения качества обработки и уменьшения износа фрез. Сначала производится черновая обработка инструментом большого диаметра, а затем чистовая обработка более тонкой фрезой. При установке инструмента чистового прохода необходимо выйти в нулевую точку заготовки. Но при установке чистовой фрезы, как правило, изменяется вылет фрезы в цанговом патроне, что требует корректировки нулевой точки заготовки по оси Z. При замене сломанной фрезы на новую вылет фрезы также меняется.

Начальные настройки

Перед началом использования датчика высоты инструмента проверьте его настройки. В программе *Engrave* выполните команду меню «Файл/Настройки/Фрезерование». В окне «Фрезерование» пункт «Датчик высоты инструмента» должен быть отмечен. Параметры «Позиция X,Y» должны быть установлены так, чтобы при опускании по оси Z кончик фрезы нажимал на контактный переключатель датчика. Для определения позиции X,Y сделайте следующее:

- Сделать выход в нулевую точку станка командой меню «Режимы/Выход в ноль станка».
- На пульте станка сбросить координаты в ноль: кнопка <РУЧ>, далее кнопка <СБРОС>.

- В ручном режиме подвести фрезу так, чтобы при опускании вниз срабатывал контакт датчика высоты инструмента. При замыкании контакта датчика высоты инструмента на экране пульта станка в правом нижнем углу загорается символ «Т».

ВНИМАНИЕ! Символ «Т» загорается, только если в окне «*Настройки/Фрезерование*» отмечен пункт «*Датчик высоты инструмента*» и настройки сохранены в станке. Если символ «Т» горит постоянно, даже когда контакт датчика не замкнут, то датчик неисправен. Проверьте контакты подключения датчика в станке на обрыв, а также работоспособность самого датчика.

- Координаты X,Y на пульте ввести в окне «*Настройки/Фрезерование*» в качестве значений параметров «*Позиция X,Y*». Сохранить измененные настройки в станке.

Порядок фрезерования с использованием датчика высоты инструмента

ВНИМАНИЕ! Измерять высоту инструмента необходимо **перед началом фрезерования**. Иначе при поломке фрезы выполнить коррекцию высоты инструмента будет невозможно.

Ниже рассмотрим порядок действий при черновой и чистовой обработке различными фрезами. При замене сломанной фрезы на новую порядок действий такой же.

* Создать в программе подготовки УП (*ArtCAM*) отдельные файлы УП для чернового и чистового прохода. Нулевая точка заготовки для обеих УП должна совпадать.

* Установить в патрон черновую фрезу. Выполнить команду меню «*Режимы/Установить высоту инструмента...(Alt-F6)*». По этой команде инструмент сначала выходит в нулевую точку станка, затем смещается по X,Y на позицию точно над датчиком высоты инструмента, далее опускается вниз до касания фрезой контакта датчика, и поднимается немного вверх. На экране программы *Engrave* появится окно «*Установка высоты инструмента*». Нажать кнопку «*Новый инструмент*», окно закроется.

* Установить черновой инструмент в нулевую точку заготовки. Выполнить фрезерование файла УП для чернового прохода.

* По окончании работы для смены инструмента в ручном режиме пульта станка поднять инструмент вверх и отвести в сторону от заготовки. Сменить инструмент - установить фрезу для чистовой обработки.

* В программе *Engrave* командой меню *Engrave* «*Режимы/Установить высоту инструмента...*» произвести повторное измерение высоты инструмента. По завершению операции в окне «*Установка высоты инструмента*» будет указана разница высот текущего и предыдущего инструментов, что составляет величину коррекции по оси Z.

* Нажать кнопку «*Выполнить коррекцию*», окно «*Установка высоты инструмента*» закроется. Чистовой инструмент выйдет в нулевую точку заготовки с учетом величины коррекции по Z.

* Открыть файл УП чистового прохода и начать фрезерование. При появлении окна-предупреждения о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки, нажмите кнопку «*Старт*», чтобы начать обработку со скорректированной по оси Z нулевой точки заготовки.

4.6. Ручное управление включением насоса охлаждающей жидкости

Насос подачи охлаждающей жидкости включается автоматически по команде УП «M03/M04» (запуск шпинделя) и отключается по окончании работы командой «M30». Но иногда нужно управлять включением насоса охлаждения вручную, например, чтобы проверить, как подается охлаждающая жидкость. В станке имеется функция ручного включения и выключения реле управления насосом. На пульте управления станка войдите в ручной режим кнопкой <РУЧ>. Находясь в ручном режиме, нажимайте кнопку <Z0> до тех пор, пока на экране не появится надпись: «*Реле: <5>-выкл <6>-вкл*». Для включения насоса нажмите кнопку <6>, для выключения – кнопку <5>. Для выхода обратно в меню ручного управления нажмите кнопку <ВЫХ>.

При выходе в ручной режим и в главное меню реле насоса не отключается. Для отключения насоса необходимо повторно войти в режим переключения реле и нажать кнопку <5>.

Если при включенном реле охлаждающая жидкость не подается на инструмент, сделайте следующее:

- Если насос рис.1.1 поз.16 качает воду, проверьте, не закрыт ли кран шланга на фрезерной головке, и нет ли перегибов шланга в станке.
- Если насос не работает, проверьте, включен ли он в разъем питания рис.1.1 поз.17, а также подключен ли удлинитель разъема поз.17 в электрическую сеть 220В.
- Проверьте подключение кабеля управления реле от удлинителя рис.1.1 поз.17 в разъем «RL» на корпусе блока управления (рис.1.2). Перед проверкой отключите шнур питания удлинителя от электросети!
- Проверьте правильность подключения шлейфа «RL» к разъему «RL» рис.1.3 поз.12 на плате управления. Перед проверкой отключите шнур питания удлинителя рис.1.1 поз.17, а также блок управления станком от электросети!

4.7. Управление частотным преобразователем/ шпинделем с пульта станка

Оборотами и направлением вращения шпинделя управляет частотный преобразователь, или инвертер (рис.1.1 поз.12). В процессе фрезерования команды управления шпинделем управляющей программы (УП), такие как «M03/M04» (запуск шпинделя по/против часовой стрелки), «Sxxx» (задать число оборотов в минуту), «M05» (остановить шпиндель), передаются из блока управления станка в частотный преобразователь по кабелю RS-485, см. разъем «RS-485» рис.1.2. На станок могут устанавливаться шпиндели и частотные преобразователи различных моделей, которые имеют различные параметры протокола обмена данными. Для проверки правильности работы вашего частотного преобразователя на пульте станка есть специальный режим «Тест шпинделя».

Выбор модели частотного преобразователя (инвертера)

Прежде чем приступить к проверке работоспособности частотного преобразователя и шпинделя, необходимо выбрать модель частотного преобразователя, установленного на вашем станке. Это делается в программе *Engrave* на компьютере.

В программе *Engrave* выполните команду меню «Файл/Настройки», в окне «Настройки» нажмите кнопку «Инвертер». В окне «Инвертер» сделайте активным пункт «Включен». В списке «Модель» выберите модель инвертера, установленного на вашем станке. Нажмите кнопку «Ок». В окне «Настройки» сохраните настройки в станке кнопкой «Настройки -> в станок». Станок должен быть включен.

Если модели инвертера нет в списке, можно настроить параметры вашего частотного преобразователя вручную. Для этого требуется дополнительное изучение документации к частотному преобразователю. Подробнее о настройке параметров инвертера см. п.4.9.

Режим «Тест шпинделя»

На пульте станка в главном меню клавишей <СТРЕЛКА ВПРАВО> выберите п. «1.4. Тест шпинделя». Нажмите клавишу <ВВОД>. На экране пульта появится информация вида:

Ш	п	и	н	д	:	F	1	0	0	0	0	»	+
A						2	1	P	I	9	0	0	0

F10000 – текущие обороты (об/мин). Диапазон оборотов задается параметрами Fmin..max в окне настроек инвертера программы *Engrave* (см. п.4.9).

» - направление вращения (» - по ч.с., « - против ч.с.).

A – измеряемый параметр: A – ток, F – частота, err xxx – ошибка инвертера (см. ниже).

PI9000 – модель частотного преобразователя, должна соответствовать установленной на станке. Модель частотного преобразователя выбирается в настройках программы *Engrave* (см. выше).

Управление шпинделем

Клавиши-стрелки <ВПРАВО>/<ВЛЕВО> - выбор изменяемого параметра – частоты или направления вращения. Параметр, выбранный для изменения, мигает на экране.

Клавиши-стрелки <ВВЕРХ>/<ВНИЗ> - изменить выбранный параметр.

Клавиша <Б/М> - выбор быстрого или медленного изменения частоты. Быстрое - на 1000 об/мин, медленное – на 100 об/мин при нажатии клавиш-стрелок ВВЕРХ/ВНИЗ. В быстром режиме в верхней строке справа горит символ «+».

Клавиша <ВВОД> - запустить шпиндель с заданным направлением и скоростью вращения. Во время работы в правом нижнем углу экрана горит символ «*». Во время работы можно клавишами-стрелками <ВВЕРХ>/<ВНИЗ> изменять скорость вращения. Для остановки шпинделя еще раз нажмите <ВВОД> или нажмите <ВЫХ>.

Клавиша <0> - выбор измеряемого параметра. Параметр «А» - ток в шпинделе, измеряется в относительных единицах, обычно 0.1 или 0.01А (подробности см. в описании инвертера). Измерение тока используется для контроля нагрузки на шпиндель в процессе фрезерования (см. п.4.8).

Параметр «F» - частота вращения шпинделя при работе в Гц. Для перевода в об/мин необходимо умножить эту частоту на 60. Данный параметр удобно использовать для проверки, откликается ли шпиндель на изменение оборотов клавишами-стрелками <ВВЕРХ>/<ВНИЗ>.

Перемещение в ручном режиме с включенным шпинделем

Иногда необходимо перемещать инструмент в ручном режиме при включенном шпинделе. Для этого сделайте следующее:

- Войдите в меню «1.4. Тест шпинделя». Нажмите <ВВОД>. Шпиндель запустится.
- Нажмите клавишу <РУЧ>. Станок перейдет в режим ручного перемещения. При этом шпиндель будет крутиться. Перемещайте инструмент в ручном режиме.
- Для остановки шпинделя выйдете из ручного режима клавишей <ВЫХ>. Войдите в меню «1.4. Тест шпинделя» и сразу же выйдете из него клавишей <ВЫХ>. Шпиндель остановится.

Сообщение об ошибке инвертера

Если в нижней строке слева вместо параметра А или F появилось сообщение об ошибке «err xxx» (xxx – код ошибки), то связь с частотным преобразователем не установлена. В этом случае необходимо проверить следующее:

- Частотный преобразователь должен быть включен.
- Модель вашего частотного преобразователя на пульте должна соответствовать установленной на станке.
- Кабель RS-485 должен быть подключен со стороны блока управления и частотного преобразователя.
- Если кабель RS-485 подключен к колодке частотного преобразователя проводами, возможно перепутаны местами дифференциальные линии RS+ и RS-.
- Для некоторых моделей частотных преобразователей требуется перед первым использованием вручную с пульта частотного преобразователя настроить некоторые параметры. Возможно, эта информация есть в окне настроек инвертера программы *Engrave*: меню «Файл/Настройки/Инвертер», окно «п.3 Команды ручной настройки».

ВНИМАНИЕ! При нажатии на любую кнопку пульта ошибка сбрасывается и блок управления осуществляет повторный опрос частотного преобразователя. Таким образом можно попробовать сбросить одиночную ошибку.

Приведем коды наиболее распространенных ошибок протокола RS-485 инвертера:

err 30 – ошибка формата обмена данными, возможно неверные настройки связи протокола RS-485;

err 31 – ошибка таймаута, нет ответа от инвертера;

err 33 – неверный адрес инвертера (Slave ID);

err 34 – неверный номер функции, возможно искажение данных при приеме;

err 35 – ошибка контрольной суммы приема данных;

err 36 – ошибка в формате принятого пакета данных от инвертера;

err 100 и более – частотный преобразователь сообщил собственный код ошибки, необходимо вычистить из кода 100 и посмотреть значение полученного кода в документации к частотному преобразователю.

4.8. Контроль тока шпинделя при фрезеровании

В процессе фрезерования фреза может испытывать повышенные нагрузки при резании. Это происходит, если:

1. Недостаточно мощности шпинделя для данного режима резания.
2. Неверно рассчитана траектория инструмента в УП и фреза слишком сильно заглобляется.
3. Сбой в работе приводов X,Y,Z станка привел к смещению координат и заглоблению фрезы.

При повышении нагрузки увеличивается электрический ток в шпинделе. Блок управления следит за током шпинделя и по превышению током предельного значения происходит аварийная остановка работы с ошибкой №29 «*Превышение тока шпинделя*».

Настройка контроля тока

В программе *Engrave* выполните команду меню «*Файл/Настройки*», нажмите кнопку «*Инвертер*». Установите галочки «*Период опроса*» и «*Контроль тока*». Величина контроля тока (по умолчанию 300%) задает порог превышения тока по отношению к току в холостом режиме, когда фреза вращается в воздухе и нет нагрузки резания. Нажмите кнопку «*ОК*». Сохраните настройки в станке.

Фрезерование в режиме контроля тока

В режиме контроля тока сразу после запуска шпинделя происходит измерение тока на холостом ходу, которое длится несколько секунд. После определения величины холостого тока фрезерование происходит в обычном режиме. Вы можете видеть текущее значение тока шпинделя в процессе работы, если нажмете на пульте станка клавишу <Z0>. Параметр А в нижней строке экрана показывает текущий ток.

Если ток шпинделя превышает пороговое значение, происходит аварийная остановка работы с ошибкой №29 «*Превышение тока шпинделя*». Если аварийная остановка происходит без существенной нагрузки на шпиндель, значение порога в процентах в окне настроек инвертера можно увеличить.

При измерении величины тока на холостом ходу в начале работы возможны следующие ошибки:

«*Ошибка 39/039: Настройка контроля тока - неверные данные*» - шпиндель не подключен к инвертеру или в неправильно настроен регистр чтения тока шпинделя. Возможно, в инвертере нет функции чтения тока шпинделя, в этом случае параметр «*Контроль тока*» в окне настроек инвертера нужно отключить.

«*Ошибка 39/040: Настройка контроля тока - показания нестабильные*» - при измерении значение тока постоянно изменяется. Возможно, необходимо увеличить время разгона шпинделя в окне «*Настройки/Фрезерование*», параметр «*Разгон шпинделя*».

Запись и просмотр значений тока на экране программы *Engrave*

Если в окне настроек инвертера включить режим «*Запись значений тока*» (Флажок «*Период опроса*» также должен быть включен), то значения тока шпинделя будут записываться в файл для просмотра и анализа. В процессе фрезерования также можно посмотреть, как изменяется ток шпинделя. Выполните команду меню *Engrave* «*Вид/Показывать нагрузку на шпиндель (Alt-C)*». В окне 3D-вида линии траектории выполненной части работы будут окрашиваться в различные цвета: зелено-голубой цвет соответствует минимальному току, красный – максимальному. Таким образом, можно видеть, в каких местах траектории фреза работает с повышенной нагрузкой. Для выхода из режима просмотра тока повторно выполните команду меню «*Вид/Показывать нагрузку на шпиндель*».

По окончании работы значения тока сохраняются в файле с тем же именем, что и файл УП, но с расширением «**.adat*». При повторном открытии файла после окончания фрезерования просмотр тока шпинделя также доступен в 3D-модели, если он был записан ранее.

4.9. Настройка параметров частотного преобразователя

Если на станке используется частотный преобразователь, которого нет в списке моделей в окне «*Инвертер*» программы *Engrave*, то его параметры можно попробовать настроить, чтобы стало возможным управление шпинделем по командам управляющей программы (УП). Процесс настройки требует определенной квалификации. Необходимо иметь представление, как работает протокол RS-485 Modbus, а также изучить инструкцию к частотному преобразователю, иметь описание его внутренних регистров и их форматов данных.

ВНИМАНИЕ! Настройка возможна, если частотный преобразователь поддерживает обмен данными по интерфейсу RS-485 и обмен данными производится по протоколу Modbus (RTU mode) с использованием команд Modbus:

Fn 0x03 – чтение регистра данных Modbus,

Fn 0x06 - запись регистра данных Modbus.

В программе *Engrave* выполните команду меню «*Файл/Настройки*», нажмите кнопку «*Инвертер*». В окне «*Инвертер*» включите пункт «*Включен*» и нажмите кнопку «*Добавить*». В окне «*Название*» задайте название модели инвертера в поле «*Имя*» и его производителя. Название в поле «*Имя*» должно быть задано латинскими буквами и иметь длину не более 8 символов, так как оно будет отображаться на экране пульта станка в режиме «*Тест шпинделя*» (см. п.4.7). Нажмите кнопку «*Ок*». В окне-списке «*Модель*» появится название новой модели инвертера. Теперь необходимо задать настройки.

Общие настройки

Частота F, Направление – частота и направление вращения шпинделя, установленные по умолчанию в режиме «*Тест шпинделя*». На фрезерование эти параметры не влияют, так как значение оборотов и направление считывается из УП.

Fmin..max – диапазон допустимых частот вращения, задается в Гц! Для перевода в об/мин значение в Гц надо умножить на 60. Заданный диапазон не должен выходить из диапазона допустимых частот для данного частотного преобразователя.

K_F1 – коэффициент перевода частоты из внутренних единиц в Гц. При чтении из регистра Modbus частота представлена как целое число. Для перевода в Гц это число делится на значение K_F1. В инструкции к частотному преобразователю обычно приводится точность представления частоты. Если частота измеряется с точностью 0.1 Гц, то K_F1 = 10, если с точностью 0.01 Гц, то K_F1 = 100.

Период опроса – интервал опросов частотного преобразователя во время фрезерования в миллисекундах. Если опрос включен (установлена галочка), то блок управления постоянно с заданным периодом опроса будет считывать значение тока частотного преобразователя. Если активен режим «**Контроль тока**» (установлена галочка), то по превышению текущего значения тока величины порога (задается параметром «**Контроль тока в %**») фрезерование будет прервано с сообщением об ошибке №29 «*Превышение тока шпинделя*».

Запись значений тока – при включенном режиме в процессе фрезерования значения тока шпинделя записываются в файл для последующего анализа и отображаются в окне 3D-вида в виде цветовой окраски элементов траектории (подробно см. п.4.8).

Настройки связи Modbus / RS-485

Настройки задают протокол обмена данными между блоком управления станка и частотным преобразователем. Желательно, чтобы эти настройки совпадали с соответствующими параметрами частотного преобразователя **по умолчанию**, так как в противном случае потребуются ручная настройка параметров на пульте частотного преобразователя.

ВНИМАНИЕ! Поддерживается протокол обмена Modbus/RTU. Протокол Modbus/ASCII не поддерживается!

Скорость – скорость обмена, бит/с

Формат – формат протокола обмена, задает количество бит данных (8 бит), наличие бита четности (четный, нечетный или нет бита четности), 1 или 2 стоп-бита.

Адрес – адрес инвертера как подчиненного устройства (Slave ID). Значение см. в инструкции к инвертеру.

FN03_NSZ – длина поля «количество байтов» при передаче данных функции Modbus Fn03 «Read block» из Slave в Master. В стандартном протоколе Modbus длина этого поля 1 байт (FN03_NSZ=1). Некоторые частотные преобразователи по умолчанию используют нестандартную длину поля 2 байта. В этом случае установите FN03_NSZ=2.

Таймаут – время ожидания ответа от частотного преобразователя (от подчиненного устройства Slave) в мс. При превышении заданного времени происходит повторная попытка передачи данных. Количество повторных попыток задается параметром «Повтор». При превышении количества неудачных повторов происходит ошибка №39/31 (таймаут).

Команды инициализации

Команды инициализации задают параметры частотного преобразователя, необходимые для корректной работы с подключенным к нему мотором (шпинделем). Так как шпиндели могут иметь различные характеристики, требуется задать правильные параметры для частотного преобразователя. К таким параметрам как правило относятся:

- Минимальная и максимальная частота, Гц
- Базовая частота (base frequency), Гц
- Выходное напряжение, 220/380В
- Источник задания частоты вращения – RS-485
- Источник команд Старт/Стоп управления шпинделем – RS-485

Параметры задаются путем записи во внутренние регистры инвертера по протоколу Modbus. Адреса и значения регистров отличаются для разных моделей инвертеров, но формат записи для всех инвертеров стандартный. Команды представляют собой пары чисел через запятую. Первое число в паре – адрес регистра в шестнадцатиричном формате, далее через запятую – записываемое значение в десятичном формате. Пары <адрес регистра, значение> также идут через запятую. Например, для частотного преобразователя Powtran PI9000 строка инициализации имеет вид:

0xF003,0, 0xF00B,3, 0xF013,fmax, 0xF015,fmax, 0xF017,fmin

где:

0xF003,0 – задание частоты с пульта (пульт управляется по RS-485)

0xF00B,3 – источник команд – порт связи и клавиатура

0xF013,fmax – максимальная выходная (базовая) частота [0.01 Гц]

0xF015,fmax – максимальная рабочая частота [0.01 Гц]

0xF017,fmin – минимальная рабочая частота [0.01 Гц]

При задании частот вместо численных значений используются переменные $fmin$, $fmax$. При их использовании используется значение частоты, заданное параметрами **Fmin..max** соответственно. Вместо символов $fmin$, $fmax$ вы можете задать численные значения.

В некоторых моделях частотных преобразователей при уменьшении частоты до значения Fmin обороты сбрасываются до нуля и шпиндель выключается. Чтобы избежать выключения шпинделя, при задании минимальной рабочей частоты вместо переменной $fmin$ можно использовать переменную $fmin1$. При использовании $fmin1$ в память частотного преобразователя записывается значение частоты на единицу меньше, чем заданное в параметре Fmin. Например, если в настройках *Engrave* Fmin = 100.00 Гц, то во внутреннюю память частотного преобразователя запишется значение $fmin1 = 99.99$ Гц.

Команды инициализации выполняются сразу же при установке связи блока управления с инвертером. Сначала блок управления станком считывает регистры инвертера, и только при их различии с заданными параметрами происходит запись в регистры. Это защищает память инвертера от преждевременного износа при частой записи.

Команды ручной настройки

В идеальном случае первоначальная настройка нового инвертера производится командами инициализации автоматически при его подключении. Однако иногда инвертер может потребовать первоначальной ручной настройки. Например, если формат связи RS485 инвертера **по умолчанию** невозможно настроить подбором параметров «п.2. *Настройки связи Modbus/RS-485*» программы *Engrave*. В этом случае для установки связи потребуется ручной ввод параметров на пульте управления инвертером. Вы можете внести эти ручные команды в окно команд ручной настройки. **Команды ручной настройки не передаются в частотный преобразователь** и служат лишь для напоминания о том, что нужно ввести их на пульте инвертера перед первым использованием. Рекомендуется использовать для записи команд тот же формат, что для окна «*Команды инициализации*».

Команды управления

Для управления шпинделем используются следующие команды Modbus:

По ч.с. – запуск шпинделя с вращением по часовой стрелке.

Против ч.с. – запуск шпинделя с вращением против часовой стрелки.

Стоп – остановка шпинделя.

Задать F – задание частоты вращения шпинделя.

Сброс ошибки – сброс кода ошибки частотного преобразователя.

Команды представляют собой пары чисел через запятую. Первое число в паре – адрес регистра в шестнадцатиричном формате, далее через запятую – записываемое значение в десятичном формате.

При задании частоты используется переменная fHz . Она означает, что исходная частота в об/мин будет перед записью в регистр переведена в Гц с использованием коэффициента **K_F1** (см. выше). Например, в управляющей программе есть команда «S9000 M03», что означает запуск шпинделя с частотой 9000 об/мин. В регистр Modbus в этом случае будет записано число ($K_{F1} = 100$ в нашем примере):

$$(S / 60) * K_{F1} = (9000 / 60) * 100 = 15000$$

Команды чтения

Команды Modbus, используемые для чтения параметров из регистров инвертера:

Ошибка – код внутренней ошибки частотного преобразователя. Эти коды имеют номер больше 100. Необходимо вычесть из кода 100 и посмотреть значение полученного кода в документации к частотному преобразователю.

Частота – рабочая частота вращения шпинделя. Выводится в режиме «1.4. *Тест шпинделя*» в нижней строке экрана пульта станка как параметр F.

Ток – текущий ток в шпинделе. Выводится в режиме «1.4. Тест шпинделя» в нижней строке экрана пульта станка как параметр А. Команда используется в режиме контроля тока при фрезеровании.

Необходимо задать шестнадцатиричный адрес регистра Modbus. Если для инвертера не предусмотрено чтение какого-либо параметра, то поле этого параметра можно оставить пустым.

Проверка работы шпинделя

После задания всех параметров в окне «Инвертер» нажмите кнопку «ОК». Сохраните настройки в станке. На пульте станка войдите в режим «1.4. Тест шпинделя» (см. п.4.7). Проверьте, как запускается и останавливается шпиндель, выполняется ли изменение частоты вращения во время работы, правильно ли передаются на пульт станка значения текущей частоты и тока.

4.10. Использование смартфона в качестве пульта управления

В качестве беспроводного пульта управления станком может использоваться Android-смартфон. Связь смартфона со станком осуществляется по интерфейсу Bluetooth. Для работы пульта необходимо:

- установить в блок управления интерфейсную Bluetooth-плату;
- установить в смартфон приложение «Engrave Console».

Плата интерфейса Bluetooth может поставляться со станком или отдельно. Для установки интерфейсной платы необходимо:

- Выключить станок.
- Открыть блок управления, установить интерфейсную плату в разъем платы управления рис.1.3 поз.17. Интерфейсная плата устанавливается антенной (блестящая металлическая пластина) влево, в сторону разъемов на задней части платы.

Для установки приложения:

- Перепишите установочный файл «Engrave Console vx.xx.apk» с установочного диска компьютера в смартфон (обычно папка «Установочные файлы APK»). Установите приложение, как это делается в системе Android. На главном экране смартфона появится значок «Engrave Console».

Включите станок. Запустите приложение на смартфоне.



Пульт приложения имеет те же кнопки, что и клавиатура пульта на станке. Экран пульта приложения имеет не две, а четыре строки. В нижней части экрана расположены стандартные кнопки операционной системы Android. Вверху слева – кнопка меню приложения, справа – кнопка «Связь» и значок Bluetooth.

Для подключения пульта к станку нажмите кнопку «Связь». В верхней строке экрана появится надпись «Выбор станка», ниже – список найденных станочных Bluetooth-модулей. Их может быть несколько, если сразу несколько станков имеют Bluetooth-модуль. Выберите нужный модуль (станок) из списка. Если соединение прошло успешно, экран пульта смартфона будет повторять надписи основного пульта. Теперь управление станком возможно и с пульта смартфона, и с основного пульта (переключаться между ними не требуется). В верхнем правом углу смартфона при успешном соединении горит значок-антенна с количеством линий, показывающим качество связи. При потере связи в нижней части экрана появляется сообщение «Ошибка соединения», а на экране пульта смартфона – надпись «Нажмите связь для соединения».

Привязка смартфона к станку

При первом соединении нужный станок выбирается из списка. Приложение запоминает его номер, т.е. осуществляется привязка смартфона к станку. При последующих подключениях приложение будет искать привязанный ранее станок и соединиться только с ним. И только если привязанный станок не обнаружен, приложение предложит выбрать из списка и привязать другой станок.

Привязка нужна, чтобы было удобно пользоваться несколькими станками, у каждого из которых есть свой смартфон-пульт. Для настройки удобно включить только один станок и сделать привязку пульта для него, далее выключить первый станок, включить и привязать следующий, и т.д. После завершения привязки можно включить все станки и работать.

Отличия пульта смартфона от пульта станка

* Пульт смартфона имеет четырехстрочный экран. В некоторых режимах на нем выводится более подробная информация, чем на станочном пульте:

- В ручном режиме координаты X,Y,Z выводятся с точностью 0.001мм вместо 0.1мм на станочном пульте.

- В ручном режиме при включенном лазерном дальномере (см. п.0) на пульте смартфона в нижней строке выводится текущее измеренное дальномером расстояние L в мм.

- В режиме фрезерования в нижней строке пульта смартфона выводится текущая скорость подачи в мм/с.

* В ручном режиме на пульте станка клавиши <D> и <Z0> требуют серии последовательных нажатий для выбора нужного режима (подробно см. п.3.8). На пульте смартфона можно **нажать и удерживать** клавишу <D>. На экране смартфона появится меню со списком всех возможных вариантов выбора: «D/ D1/ D01/ Dш», и вы можете выбрать нужный вариант из списка. Аналогично работает клавиша <Z0>.

Настройки приложения *Engrave Console*

Для входа в настройки приложения нажмите кнопку меню приложения в верхнем левом углу, далее в списке нажмите «Настройки». Настройки состоят из следующих пунктов:

Привязанный станок. Указан адрес привязанного станка. Для выбора и привязки другого станка нажмите на этот пункт.

Язык/Language. Выбор языка – русский или английский. При изменении языка меняется не только язык интерфейса приложения, но и надписи на экране пульта приложения смартфона, **а также на экране пульта станка.**

Цвет дисплея. Выбор одной из нескольких цветовых схем экрана пульта.

Не гасить экран. Запрещает автовыключение экрана смартфона. Увеличивает расход энергии аккумулятора.

Спрашивать перед выходом. Перед выходом из приложения выводит запрос-подтверждение: «*Вы уверены, что хотите закрыть приложение?*».

Сброс настроек. Сброс всех настроек к значениям по умолчанию. Привязка станка также сбрасывается.

4.11. Проверка и настройка конфигурации станка

Блок управления и программа управления *Engrave* может использоваться с различными моделями станков – ударно-гравировальными, фрезерными и лазерными. Для упрощения настройки программы используется окно «*Конфигурация станка*». С помощью него вы можете:

- проверить правильность установки основных параметров вашего станка и при необходимости скорректировать их;

- задать стандартный набор параметров для конкретной модели станка (выполняется при первоначальной настройке блока управления на заводе-изготовителе).

Конфигурация станка

Проверьте соответствие параметров техническим характеристикам и комплектации станка. Обратите внимание на правильность установки шага X,Y,Z. Нажмите ОК и сохраните настройки в станок.

Шаг X: 0.05мм, шаг винта 10мм Делитель X: X/16
 Шаг Y: 0.05мм, шаг винта 10мм Делитель Y: Y/16
 Шаг Z: 0.025мм, шаг винта 5мм Делитель Z: Z/8

Параметры привода: График-ЗКМ (фрезер)

Привод Y1: да Блок питания: 48 В
 Лазерный датчик: нет Датчик высоты инструмента: нет

Частотный преобразователь: E500, Sunfar
 (инвертер)

Выберите модель станка для установки стандартных параметров:

Модель станка: Выберите...

ОК Отмена

В программе *Engrave* выполните команду меню «Файл/Настройки». В окне «Настройки» нажмите кнопку «Конфигурация». Откроется окно «Конфигурация станка». В окне указаны технические параметры станка и их текущие настройки. Для изменения любого параметра нажмите на соответствующую кнопку. Появится меню выбора со списком стандартных значений. С помощью меню можно скорректировать текущие параметры. При нажатии кнопки «ОК» окно конфигурации закроется и измененные параметры установятся в окне «Настройки». Для сохранения изменений параметры необходимо передать в станок кнопкой «Настройки – в станок».

Если блок управления новый или его необходимо настроить под другой тип станка, в окне «Конфигурация станка» нажмите кнопку «Модель станка» и выберите из списка модель станка (ударный, лазерный, фрезерный и т.д.). В этом случае все параметры будут установлены для данной модели станка. Если параметр не используется в данной модели станка (например, частотный преобразователь в ударном станке не нужен), то такой параметр блокируется и отображается серым. Если значение параметра по умолчанию неизвестно и требует выбора пользователя, то на соответствующей кнопке будет написано «Выберите». При нажатии на кнопку в меню появятся стандартные варианты для выбора. Например, в ударно-гравировальных станках в приводе X могут использоваться винты ШВП с шагом 0.1мм (шаг винта 20мм) или 0.05мм (шаг винта 10мм). Если выбор не сделан, то при нажатии кнопки «ОК» появится предупреждение «Параметр должен быть задан» и система вернет вас к выбору параметра.

4.12. Настройка параметров приводов для фрезерования и векторной гравировки

На разных моделях станков используются приводы X,Y,Z (как правило шариково-винтовые, ШВП) с различной мощностью шагового двигателя, шагом винта ШВП и перемещаемой массой. При векторной обработке (фрезеровании, лазерной резки по контуру, гравировке векторных изображений ударной или лазерной головкой) инструмент перемещается по координатным осям X,Y,Z одновременно, т.е. работают все три привода сразу. В настройках программы *Engrave* для каждого привода задаются параметры – скорость, ускорение, опорное напряжение и т.д. Если параметры выбраны неверно (слишком высокие скорости и ускорения), то при работе какая-либо координата может испытывать сильные вибрации или даже застрять, что приведет к сбою. Если скорости/ускорения слишком низкие, станок будет работать плавно, но медленно, т.е. упадет производительность. Параметры приводов должны быть правильно настроены в соответствии с типом станка.

Параметры приводов

	Ось X:	Ось Y:	Ось Z:	
Опорное напряжение:	15	15	15	(0..127)
Порог превышения тока:	25	25	25	(0..31)
Нач скорость:	15.00	10.00	10.00	мм/с
Ускорение:	2000	1500	1500	мм/с ²
Макс скорость:	100.00	50.00	25.00	мм/с
Быстрая подача:	50.00			мм/с
Тип станка:	График-ЗКЗКП/ЗКЛ (удар / лазер)			

ОК Отмена

Для настройки параметров приводов войдите в окно «Настройки» (меню «Файл/Настройки») и нажмите кнопку «Приводы». Откроется окно «Параметры приводов». Для стандартных моделей станка есть готовые наборы параметров. Для выбора нажмите кнопку «Тип станка» и выберете нужную модель в списке. Параметры приводов будут установлены для данной модели. Для сохранения параметров нажмите кнопку «ОК» и далее в окне «Настройки» кнопку «Настройки – в станок».

Если станок имеет приводы X,Y,Z (хотя бы один) с нестандартным шагом перемещения или мощностью двигателя, то параметры приводов необходимо настроить вручную:

Опорное напряжение. Задает максимальный ток, подаваемый управляющей микросхемой на шаговый двигатель. При слишком малых значениях привод будет застревать при резких разгонах. При слишком больших значениях транзисторы на плате управления и шаговый двигатель перегреваются, что может приводить к потере шагов и ошибкам перегрева микросхемы управления ШД.

Порог превышения тока. Задаёт для управляющей микросхемы шагового двигателя предел, выше которого будет появляться сообщение об ошибке №31 «Шаговый двигатель ось X/Y/Z. Превышен ток». При появлении таких ошибок порог превышения тока привода можно увеличить.

Нач. скорость. Задаёт порог скорости в мм/с. Ниже этого порога перемещения привода выполняются без разгона и торможения. Увеличение значения нач. скорости сокращает время работы, но приводит к рывкам и возможной потере шагов.

Ускорение. Задаёт значение ускорения в мм/с², с которым привод будет ускоряться и замедляться при изменении скорости. При малых ускорениях лучше плавность хода, но может сильно замедлиться время работы. При слишком больших ускорениях могут быть рывки и вибрации, а также потеря шагов.

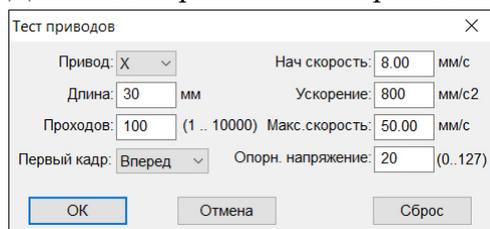
Макс. скорость. Ограничивает максимальную скорость привода в мм/с. Чем выше скорость, тем быстрее перемещение и меньше время обработки. Если скорость слишком высокая, привод может застрять.

Параметры для каждого привода X,Y,Z можно настроить отдельно. Для настройки параметров удобно использовать режим «Тест приводов» (см. ниже).

Быстрая подача. Задаёт значение скорости при холостых перемещениях (команда «G0» управляющей программы).

Тест приводов

Для входа в режим теста приводов выполните команду меню «Сервис/Тест приводов...».



Привод: X	Нач. скорость: 8.00 мм/с
Длина: 30 мм	Ускорение: 800 мм/с ²
Проходов: 100 (1..10000)	Макс. скорость: 50.00 мм/с
Первый кадр: Вперед	Опорн. напряжение: 20 (0..127)

В окне «Тест приводов» выберите тестируемый привод (X,Y,Z) в списке «Привод». Для выбранного привода X,Y,Z в правом столбце появятся его параметры, которые были заданы в окне «Настройки/ Параметры приводов». Параметры можно корректировать. При нажатии кнопки «ОК» измененные параметры привода передаются в станок и сохраняются.

С этими параметрами станок начинает перемещать тестируемый привод вперед и назад. Длина и количество перемещений задаются параметрами «Длина» и «Проходов» в окне «Тест приводов». Также можно выбрать направление движения – вперед или назад. Во время теста необходимо следить, плавно ли движется привод, нет ли потери шагов и застревания привода. Если есть проблемы, то можно прервать тест, скорректировать параметры и запустить тест снова для повторной проверки.

Тест приводов тестирует приводы без нагрузки. При фрезеровании материала нагрузка увеличивается, поэтому параметры привода необходимо устанавливать с запасом в безопасную сторону.

4.13. Коды ошибок блока управления

Ниже приводится расшифровка ошибок станка. Сообщение об ошибке появляется на пульте станка и в программе *Engrave* в более развернутом виде. При обращении в сервис необходимо сообщить номер ошибки и обстоятельства, которые предшествовали ее появлению.

Ошибка 1: Конц выкл X0/X1/Y0/Y1/Z0

В процессе обработки сработал концевой выключатель.

- а) Неправильно заданы размеры/расположение изображения, инструмент вышел за пределы рабочего поля.
- б) Концевой выключатель неисправен, проверить в режиме ручного перемещения <РУЧ>. Можно временно отключить концевые выключатели в программе *Engrave* – меню «Файл/Настройка», параметр «Конц.выкл – Нет».

Ошибка 2: Запись в память

Ошибка сохранения данных в память платы.

Ошибка 3/хх: Сбой датчика R

Ошибка 4/хх: Сбой датчика T

Ошибка 3 возникает при гравировке и автоматическом перемещении станка.

Ошибка 4 возникает при автоматической установке зазора.

- а) Плохой контакт в разъеме R на плате, на задней стенке блока управления или на гравировальной головке.
- б) Обрыв в проводе R, заменить провод R.

Ошибка 5: Магнит бьет вверх

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

Перевернуть разъем M на плате управления на 180 градусов.

Ошибка 6: Магнит бьет слабо

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

В тесте магнита проверить размах колебаний D. Если магнит в тесте бьет слабо, настроить магнит.

Ошибка 7: Резкое изменение уровня

Ошибка возникает во время ударного гравирования.

- а) Игла ушла за пределы и соскочила с заготовки из-за неправильного задания размеров и расположения изображения на заготовке.
- б) Если ошибка возникает во время работы:
 - Проверить, что лапа датчика уровня ниже иглы не менее чем на 2мм.
 - Пружина датчика уровня слабая – натянуть сильнее. Люфт в датчике.
 - Неисправность датчика уровня ударной головки.

Ошибка 8: Датч. R слишком низко

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

- Поднять датчик уровня R выше – расстояние от кончика иглы до лапы датчика R должно быть 2..3мм.
- Пружина датчика уровня слабая – натянуть сильнее.
- Шаг винта привода Z не соответствует установленному в настройках. Проверить правильность шага Z измерением хода Z в ручном режиме.

Ошибка 9: Датч. R близко к игле

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

- Опустить датчик R ниже – расстояние от кончика иглы до лапы датчика R должно быть 2..3мм.
- Шаг винта привода Z не соответствует установленному в настройках. Проверить правильность шага Z измерением хода Z в ручном режиме.

Ошибка 10: Малый запас хода Z

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

При установке зазора слишком малое расстояние от концевого выключателя Z до поверхности плиты. Поднять станок выше относительно поверхности заготовки, например, подложить бруски под ножки станка, чтобы увеличить запас свободного хода.

Ошибка 12: Нет касания

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

- Во время хода вниз игла не коснулась поверхности заготовки. Заготовка расположена слишком низко, игла не достает до ее поверхности.
- Привод Z застревает и буксует во время хода вниз.

Ошибка 14: Нет активации

Ошибка возникает при активации режимов фрезерования/ лазерного гравирования/ 3D-сканирования/ заточного.

- Необходимо выполнить активацию.
- Введен неверный код активации.

Ошибка 15: R - Колебания уровня

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой.

- В момент касания иглой заготовка/ стол/ станок качаются. Не является неисправностью станка.
- Неисправность датчика уровня.

Ошибка 16/xx: Предупреждение Engrave

Предупреждения не отображаются на пульте станка. Они выводятся на экран программы Engrave после завершения гравировки.

Предупреждение 16/01: во время работы были ошибки датчика уровня R.

Возникают помехи при чтении показаний датчика R. Проверить заземление станка, заменить провод R.

Предупреждение 16/02: во время работы были ошибки датчика магнита Т.

Возникают помехи при чтении показаний датчика Т. Проверить заземление станка, заменить провод R.

Предупреждение 16/03: очень большой наклон заготовки, также возможна проблема в приводе Z.

1. Наклон заготовки вдоль оси X при гравировке более 30 мм. Не является неисправностью станка. Желательно уменьшить наклон заготовки.
2. Обрыв в проводе Z. Заменить провод.
3. Заедает подшипник или гайка ШВП привода Z. Требуется ремонт механики привода.
4. Ослаблен регулировочный винт гайки ШВП Z. Затянуть регулировочный винт (не перетягивать!).

Ошибка 17: Версии не соответствуют

Не соответствует версия пульта станка и программы Engrave. Необходимо использовать программу *Engrave*, версия которой соответствует версии, указанной на пульте станка при включении.

Ошибка 18: Магнит не бьет

Ошибка возникает при установке зазора ударной головкой. Проверить провод M, шлейф M и контакты в месте подключения шлейфа M к разъему на плате управления.

Ошибка 19: Конц. выкл. не сработал

Ошибка возникает при включенном режиме нулевой точки станка. При выходе станка в нулевую точку не сработал один из концевых выключателей X0, Y0, Z0. Необходимо проверить работу этих концевых выключателей в ручном режиме. Возможно также, что привод заклинивает при перемещении и не может дойти до концевого выключателя.

Ошибка 21 Сброс сторож. таймера

Непредвиденный перезапуск платы управления.

- Обрыв в проводах (чаще всего провода X, Z, M). Заменить провода в станке на запасной комплект.
- Проблемы с заземлением станка или помехи в электросети. Сделать заземление (см. п.2.3), установить стабилизатор питания.
- Сбой питания платы. Проверить разъемы питания платы. Заменить блок питания и кнопку включения станка.
- Плата управления неисправна, требуется ремонт платы.

Ошибка 22: Номер станка

Неисправность платы управления.

Ошибка 26: R – расхождение (большое расхождение значения датчика уровня R при слежении)

В процессе ударной гравировки возникают расхождения в системе контроля уровня поверхности заготовки. Возможные причины:

- Привод Z опустился слишком низко и не имеет больше свободного хода вниз, так как гайка ШВП Z уперлась в ограничитель. Проверьте, что есть запас свободного хода по Z вниз. Опустите ниже ударную головку или поставьте заготовку выше.
- Провод Z – нет контакта или обрыв. Проверьте контакты в разъемах Z, замените провод Z.
- Заклинивает привод Z. Проверьте плавность хода по оси Z в ручном режиме, опорные подшипники и гайку ШВП Z.

Ошибка 27: R - изменение уровня

Ошибка режима лазерной гравировки.

В процессе лазерной гравировки наконечник датчика уровня задел за препятствие.

- При лазерной гравировке датчик уровня не должен касаться поверхности заготовки. Если происходит касание, необходимо отрегулировать положение датчика уровня на лазерном излучателе (поднять выше) с последующей настройкой фокусного расстояния.
- Только при лазерной гравировке с предварительным сканированием и слежением по уровню. Привод Z в режиме слежения заедает и лазерная головка постепенно опускается вниз. Возможная проблема в проводе Z, плате управления или в механике привода Z.
- Ложное срабатывание (касание) датчика R в воздухе. Проверить и при необходимости увеличить натяжение пружины датчика уровня. Можно временно отключить проверку в настройках программы *Engrave*, окно «Лазерное гравирование», параметр «Контроль датчика R» отключить.

Ошибка 28: Снять ударную головку

Ошибка режима лазерной гравировки.

Ошибка возникает при запуске лазерной гравировки.

Попытка запустить лазерную гравировку с установленной на станке ударной головкой. Замените ударную гравировальную головку на лазерную.

Ошибка 29: Шпиндель, превышение тока, Axxx

Ошибка фрезерного режима

Превышение тока в шпинделе выше порогового значения. Это происходит, если:

- фреза затупилась;
- недопустимо большая глубина резки из-за неправильно построенной управляющей программы;
- фреза ушла вниз или в сторону из-за сбоя (потеря шагов в приводе X/Y/Z/A).

Необходимо устранить причину, указанную выше. Если сбой происходит без причины, можно увеличить порог превышения тока в настройках *Engrave*, окно «Инвертер», параметр «Контроль тока, %». При отключении галочки «Контроль тока» проверка тока производиться не будет.

Ошибка 30: Ось X/Y/Z/A Перегрев

Перегрев микросхемы управления шаговым двигателем.

- а) Слишком большое опорное напряжение, см. в *Engrave* окно «Настройки/Приводы», параметр «Опорное напряжение» уменьшить.
- б) Неисправность платы, канал управления приводом оси X/Y/Z/A.

Ошибка 31: Ось X/Y/Z/A Превышен ток

Превышение порогового значения тока шагового двигателя

- а) Слишком порог превышения тока, см. в *Engrave* окно «*Настройки/Приводы*», параметр «*Порог превышения тока*» (в относительных единицах) увеличить.
- б) Неисправность платы, канал управления приводом оси X/Y/Z/A.

Ошибка 32: Ось X/Y/Z/A UVLO (напряжение ниже порога)

Напряжение питания микросхемы управления шаговым двигателем ниже порога.

- а) Проверить, возможно произошло отключение питания во время работы. Если используется компьютер с автономным питанием (ноутбук), то на его экране будет ошибка 32, а на пульте станка надпись «*Ручной режим*», как после перезагрузки.
- б) Неисправность платы, канал управления приводом оси X/Y/Z/A.

Ошибка 33: Ось X/Y/Z/A UVLO_ADC**Ошибка 34: Ось X/Y/Z/A Команда SPI****Ошибка 35: Ось X/Y/Z/A Запись регистра****Ошибка 36: Ось X/Y/Z/A Инициализация****Ошибка 37: Ось X/Y/Z/A Не определена**

Неисправность платы, канал управления приводом оси X/Y/Z/A.

ВНИМАНИЕ! В случае ошибок №№ 30..37 по оси А проверьте, имеет ли ваш станок дополнительный привод по оси Y (данный привод и является приводом А). Если дополнительный привод А отсутствует, отключите управление приводом А. Это можно сделать в программе *Engrave* или на пульте станка:

А) В программе *Engrave* войти в меню «*Файл/Настройки*». В окне «*Настройки*» установить значение параметра «*Привод А: нет*». Сохранить настройки в станок кнопкой «*Настройки -> в станок (F5)*».

Б) На пульте станка нажмите кнопку <РУЧ>. В ручном режиме нажмите кнопку <Z0> несколько раз, пока на экране не появится строка « <7> - мотор А: ». Нажатием кнопки <7> переключите параметр в значение «нет». Кнопкой <СОХР> сохраните настройки в памяти станка.

Данная ситуация не является неисправностью, так как на станки без дополнительного привода Y устанавливаются платы управления без дополнительного канала управления приводом А.

Ошибка 38: УП, код xxx

Внутренняя ошибка алгоритма вычисления траектории движения инструмента при векторной обработке. Необходимо отправить по электронной почте на адрес mx@sauno.ru:

- файл управляющей программы (УП, расширение «*.tap»), при обработке которого произошла ошибка.
- файл настроек программы *Engrave*, название «*cfg120xx.grv*», *xx* – буква и цифра. Файл находится в папке программы *Engrave*.

Ошибка 39: Частотный преобразователь, код xxx

Ошибка частотного преобразователя (инвертера).

- а) Если номер ошибки больше 100, это внутренняя ошибка частотного преобразователя. Необходимо вычесть из кода 100 и проверить полученный код ошибки в инструкции к частотному преобразователю.
- б) Если номер ошибки меньше 100, расшифровку см. ниже:

xxx = 30 – ошибка кадра приема/передачи RS-485. Проверить тип частотного преобразователя и правильность его настроек в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/Настройки/Инвертер». Проверить подключение кабеля RS-485.

xxx = 31 – таймаут, инвертор не отвечает. Проверить тип частотного преобразователя и правильность его настроек в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Инвертер». Проверить подключение кабеля RS-485.

xxx = 32 – ошибка таймаута передачи данных (TX) RS-485. Возможно неисправна плата управления.

xxx = 33 – неверный адрес инвертора (Slave ID) RS-485.

Проверить, совпадает ли номер ведомого устройства в настройках частотного преобразователя и номер в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Инвертер», параметр «Адрес».

xxx = 34 – неверный номер функции интерфейса Modbus RS-485. Возможно неисправна плата управления.

xxx = 35 – ошибка контрольной суммы (CRC) приема данных от частотного преобразователя по RS-485. Проверить кабель RS-485. Проверить тип частотного преобразователя и правильность его настроек в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Инвертер».

xxx = 36 – несовпадение принятых данных по RS-485. Проверить кабель RS-485.

xxx = 37 – неверное состояние Modbus. Возможно неисправна плата управления.

xxx = 38 – неверный параметр запроса Modbus. Возможно неисправна плата управления.

xxx = 39 – Настройка контроля тока - неверные данные. Невозможно измерить ток шпинделя. Возможно, шпиндель не запускается от частотного преобразователя.

Контроль тока можно отключить в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Инвертер», параметр «Контроль тока», в этом случае ошибка возникать не будет.

xxx = 40 – Настройка контроля тока - показания нестабильные. Возможно, необходимо увеличить время разгона шпинделя в программе *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Фрезерование», параметр «Разгон шпинделя».

Если ошибка 39 возникает во время фрезерования, можно отключить в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/ Настройки/ Инвертер», параметр «Период опроса», в этом случае опрос частотного преобразователя в процессе фрезерования производиться не будет.

Ошибка 40: Лазерный дальномер код xx

Ошибка связи с лазерным датчиком (дальномером). Расшифровка кодов:

Проверить правильность работы лазерного датчика с помощью его собственного экрана. Также проверить кабель «LD» связи лазерного датчика с блоком управления.

Ошибка 41: Расстояние не определено

Невозможно измерить расстояние лазерным дальномером в начальной точке сканирования. Перед началом сканирования установите расстояние от лазерного датчика до поверхности заготовки по оси Z так, чтобы находиться в диапазоне измерения.

5. Предварительное сканирование поверхности заготовки

5.1. Для чего нужно сканировать поверхность заготовки

В идеальном случае поверхность заготовки для фрезерования должна быть плоской и иметь нулевой наклон. Но поверхность камня имеет существенные отклонения от плоскости. Например, поверхность полированных каменных плит может иметь отклонения от плоскости в несколько миллиметров. Тяжелую каменную плиту крайне сложно, а иногда просто невозможно точно установить по уровню в поле обработки фрезерного станка.

При фрезеровке надписей конической (V-образной) фрезой невозможно добиться качественного результата, если поверхность заготовки лежит неровно. В местах, где поверхность выше, фреза погружается глубже в материал и линии букв шире. Если поверхность заготовки ниже, линии тоньше, а иногда фреза может даже не касаться поверхности заготовки. В результате буквы в разных местах заготовки имеют неодинаковую ширину.

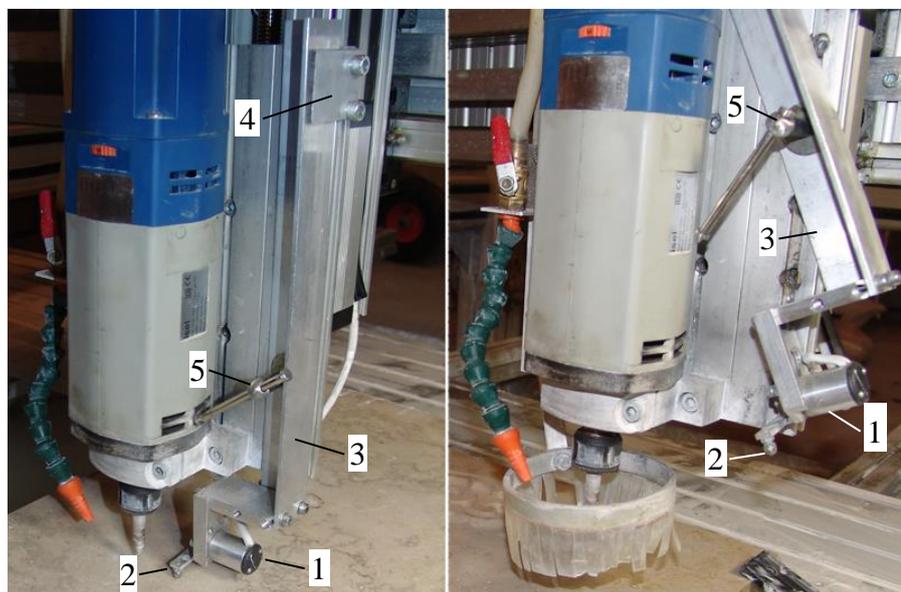
Для решения этой проблемы в фрезерных станках «График-ЗКС/ЗКМ» имеется сканер поверхности заготовки. Перед началом фрезерования станок с помощью электронного датчика уровня сканирует рабочую область заготовки. Затем траектория движения инструмента автоматически корректируется в программе *Engrave* таким образом, чтобы инструмент двигался с учетом изменения профиля поверхности заготовки по высоте. Теперь наклон заготовки не будет влиять на качество фрезерования.

Для сканирования поверхности может использоваться контактный или бесконтактный (лазерный) сканер поверхности в зависимости от комплекта поставки.

Чтобы при сканировании поверхности использовался лазерный, а не контактный датчик, необходимо выполнить команду меню «Файл/Настройки», в окне «Настройки» установить параметр «Лазерный датчик - Да» и сохранить настройки в станок.

5.2. Контактный сканер поверхности

Устройство контактного сканера



1. Контактный датчик уровня поверхности.
2. Чувствительный элемент (наконечник) датчика уровня.
3. Подвижный кронштейн крепления датчика уровня.
4. Упорная планка.
5. Фиксирующий рычаг.

На фото слева сканер в рабочем положении, на фото справа – в нерабочем. На левом фото кожух для защиты от брызг снят для улучшения наглядности.

Рис.5.1 Контактный сканер поверхности.

Порядок действий при сканировании поверхности контактным датчиком

На пульте станка в ручном режиме переместить инструмент в нулевую точку заготовки по координатам X,Y. Нулевую точку заготовки в *ArtCAM* рекомендуется выбирать так, чтобы наконечник датчика уровня находился внутри области фрезерования. Например, можно выбрать в качестве нулевой точки центр или правый верхний угол заготовки.

В ручном режиме поднять инструмент по оси Z вверх. Опустить датчик уровня поверхности вниз в рабочее положение (рис.5.1 слева). Зафиксировать датчик уровня в рабочем положении с помощью рычага поз.5 так, чтобы его наконечник был не менее чем на 5 мм ниже кончика фрезы. Необходимо, чтобы кронштейн датчика поз.3 плотно прижимался к упорной планке поз.4.

На пульте в ручном режиме опустить инструмент вниз до момента касания наконечником датчика уровня поверхности заготовки. В момент касания перемещение вниз автоматически прекращается.

В панели инструментов программы *Engrave* нажать кнопку «Сканировать поверхность заготовки (F8)». Откроется окно «Сканирование поверхности».

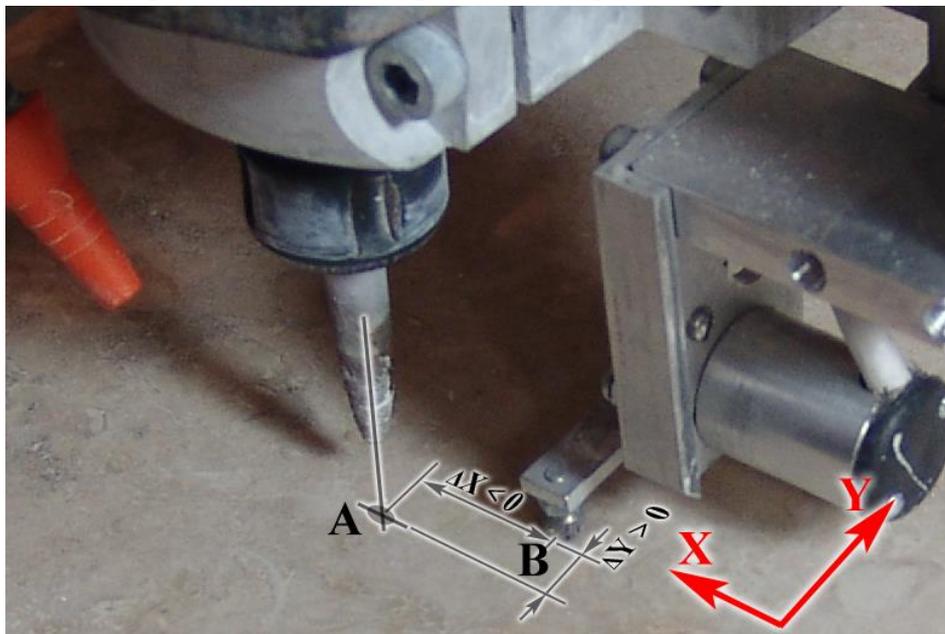


Рис.5.2. Смещение контактного сканера относительно фрезы.

При первом запуске сканирования необходимо измерить расстояния ΔX , ΔY (см. рис.5.2) от кончика фрезы в точке A до наконечника (чувствительного элемента) датчика уровня в точке B. Это расстояние необходимо задать в окне группы параметров «Смещение сканера отн. фрезы (мм)». Расстояние по координатам X, Y задается в системе координат станка, как показано красными стрелками на рис.5.2. Смещение необходимо ввести один раз, в дальнейшем оно запоминается в программе *Engrave*.

В окне сканирования задайте необходимый шаг сетки сканера в миллиметрах. По умолчанию шаг равен 10 мм. Для маленьких заготовок с большим перепадом высот поверхности шаг можно уменьшить. Для больших и относительно ровных заготовок можно увеличить шаг. При большом наклоне заготовки уменьшите скорость перемещения при сканировании с помощью параметра «Скорость по оси X».

Нажмите кнопку «Старт». На экране компьютера, возможно, появится окно-предупреждение о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки. Еще раз нажмите кнопку «Старт», чтобы начать сканирование с текущей позиции инструмента. Наконечник датчика уровня переместится в нулевую точку заготовки, т.е. в ту точку, где ранее находилась фреза. Затем начнется процесс сканирования.

Если при старте появилось сообщение: «Ошибка 12. Нет касания», то это означает, что датчик уровня не касается поверхности заготовки. На пульте станка в ручном режиме опустите инструмент нажатием кнопки <Z ВНИЗ> до момента касания датчиком поверхности и снова запустите сканирование.

Во время сканирования датчик совершает проходы по линиям сетки сканирования вдоль оси X. После сканирования каждой строки происходит перемещение по оси Y на следующую строку сканирования. Во время сканирования привод Z перемещается в следящем режиме, чтобы обеспечивать постоянный контакт чувствительного элемента датчика с поверхностью заготовки. Процесс сканирования отображается на экране программы *Engrave*. Фиолетовыми линиями обозначена сетка с заданным шагом ячейки. Желтая линия показывает текущую строку сканирования. Желтый шарик указывает текущее положение датчика уровня. По окончании сканирования инструмент возвращается в исходное положение.

Процесс сканирования можно прервать в любой момент нажатием кнопки <ВЫХ> на пульте станка или кнопкой «Стоп» в панели инструментов программы *Engrave*.

Во время сканирования можно сделать паузу нажатием кнопки <D> на пульте станка или кнопки «Пауза» (зеленый восклицательный знак) в верхней панели инструментов *Engrave*. Станок дойдет до конца строки и остановится. На экране программы *Engrave* во время паузы появляется окно «Пауза». Для продолжения работы еще раз на пульте нажмите кнопку <D> или в программе *Engrave* в окне «Пауза» нажмите кнопку «Продолжить».

ВНИМАНИЕ! Во время сканирования датчик уровня не должен задевать за оснастку и крепления заготовки, а также выходить за пределы поверхности заготовки.

Если во время сканирования контактным датчиком появилось сообщение «Ошибка 7. Резкое изменение уровня», то, скорее всего датчик уровня соскочил с поверхности заготовки из-за неправильно выбранной нулевой точки или размеров УП.

По окончании сканирования на экран программы *Engrave* выводится окно с информацией о максимальном наклоне заготовки и значением погрешности Z. В случае большой погрешности Z выводится предупреждающее сообщение. Большая погрешность Z означает, что заготовка плохо закреплена (качается) или есть проблемы с приводом Z станка.

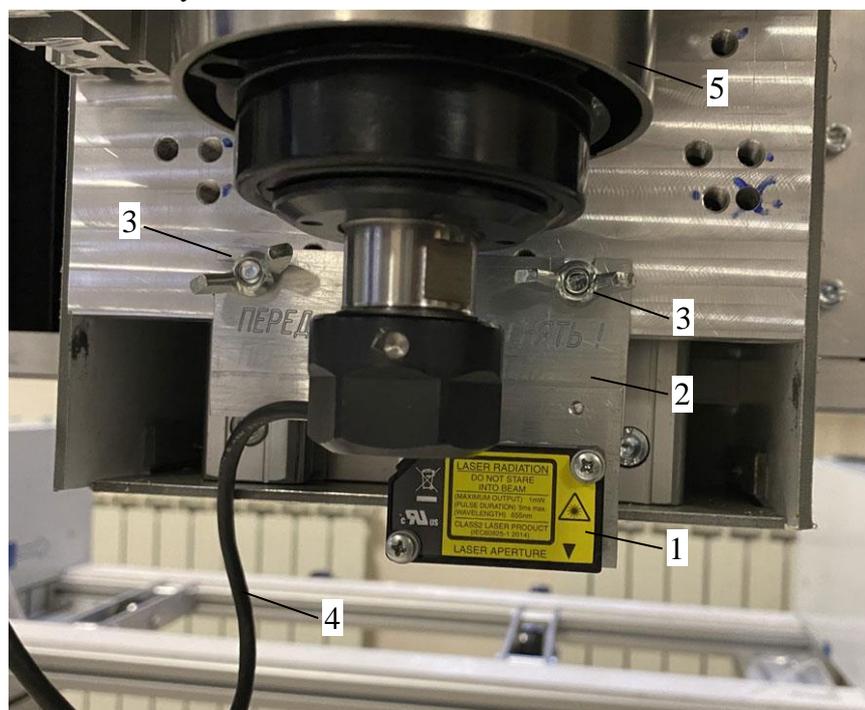
После сканирования контактным датчиком необходимо повернуть (ослабить) рычаг фиксатора датчика уровня рис.5.1 поз.5, поднять датчик и зафиксировать в нерабочем положении. Датчик должен быть поднят на достаточную высоту, чтобы защитить его от попадания брызг охлаждающей жидкости при фрезеровании.

5.3. Лазерный сканер поверхности

Устройство лазерного сканера поверхности

ВНИМАНИЕ! На фрезерных станках «График-ЗКС», «График-ЗКМ» лазерный датчик-дальномер **на время фрезерования необходимо снимать**, так как вибрации, возникающие при фрезеровке, могут повредить датчик.

ВНИМАНИЕ! Подключение и отключение кабеля лазерного датчика «LD» рис.5.3 поз.4 допустимо при включенном блоке управления. **При подключении/отключении кабеля пульт блока управления должен находиться в режиме главного меню.** Если пульт находится в ручном режиме, нажмите кнопку <ВЫХ> до выхода в главное меню.



1. Лазерный датчик.
2. Съёмный кронштейн крепления.
3. Гайки крепления.
4. Сигнальный кабель.
5. Шпиндель.

Рис.5.3 Лазерный сканер поверхности.

Порядок действий при сканировании поверхности лазерным датчиком

Установите лазерный датчик на станок. Убедитесь, что пульт управления станка находится в главном меню! Ослабьте, не откручивая полностью, фиксирующие гайки крепления рис.5.3 поз.3. Зафиксируйте кронштейн поз.2 в креплении и затяните гайки поз.3. Подключите кабель лазерного датчика «LD» рис.5.3 поз.4 к разъему «LD» фрезерной головки станка.

При необходимости проверьте работу датчика с пульта станка, подробно см. п.0.

Для лазерного сканера необходимо, чтобы самая верхняя и самая нижняя точка сканируемой поверхности находились внутри диапазона измерения лазерного датчика (см. рис.5.5). Для этого перемещением по оси Z отрегулируйте высоту датчика над поверхностью. Убедитесь, что самая верхняя и самая нижняя точки измеряемой поверхности находятся внутри диапазона измерения.

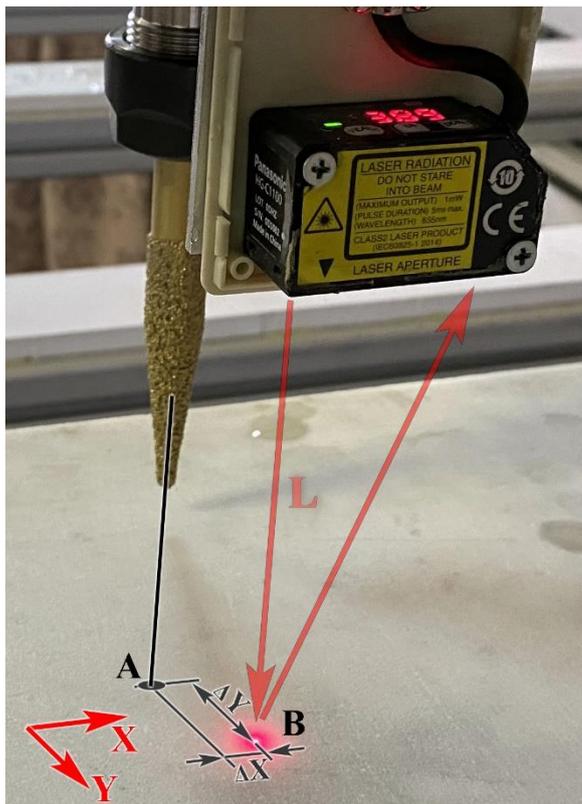


Рис.5.4. Смещение лазерного сканера относительно фрезы.

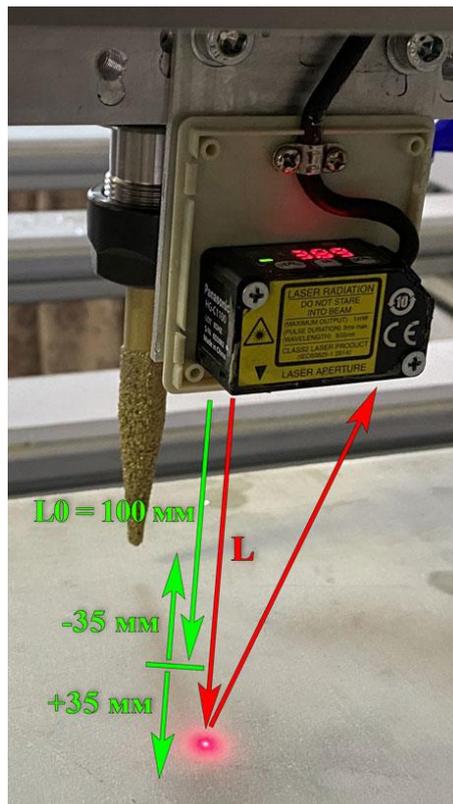


Рис.5.5. Диапазон измерения лазера.

На пульте станка в ручном режиме переместить инструмент в нулевую точку заготовки по координатам X,Y. Нулевую точку заготовки в *ArtCAM* рекомендуется выбирать так, чтобы наконечник датчика уровня находился внутри области фрезерования. Например, можно выбрать в качестве нулевой точки центр или правый верхний угол заготовки.

В панели инструментов программы *Engrave* нажать кнопку «Сканировать поверхность заготовки (F8)». Откроется окно «Сканирование поверхности».

При первом запуске сканирования необходимо измерить расстояния ΔX , ΔY (см. рис.5.4) от кончика фрезы в точке A до луча датчика в точке B. Чтобы видеть лазерную точку, луч лазера можно включить с пульта управления, как указано в п.0. Это расстояние необходимо задать в окне группы параметров «Смещение сканера отн. фрезы (мм)». Расстояние по координатам X,Y задается в системе координат станка, как показано красными стрелками на рис.5.4. Смещение необходимо ввести один раз, в дальнейшем оно запоминается в программе *Engrave*.

В окне сканирования задайте необходимый шаг сетки сканера в миллиметрах. По умолчанию шаг равен 10 мм. Для маленьких заготовок с большим перепадом высот поверхности шаг можно уменьшить. Для больших и относительно ровных заготовок можно увеличить шаг. При большом наклоне заготовки уменьшите скорость перемещения при сканировании с помощью параметра «Скорость по оси X».

Нажмите кнопку «Старт». На экране компьютера, возможно, появится окно-предупреждение о том, что инструмент находится не в нулевой точке заготовки. Еще раз нажмите кнопку «Старт», чтобы начать сканирование с текущей позиции инструмента. Наконечник датчика уровня переместится в нулевую точку заготовки, т.е. в ту точку, где ранее находилась фреза. Затем начнется процесс сканирования.

Если при старте появилось сообщение: «Лазерный дальномер вне диапазона измерения», то это означает, что в начальной точке сканирования измеряемое расстояние находится вне диапазона измерения датчика. На пульте станка в ручном режиме перемещением по оси Z отрегулируйте высоту датчика над поверхностью. Нажмите кнопку «Продолжить» в программе *Engrave* или кнопку <D> на пульте станка. Станок начнет сканирование.

Если после нажатия кнопки «Продолжить» появилось сообщение об ошибке «Ошибка 41. Расстояние не определено в начальной точке сканирования», то это значит, что датчик так и не был установлен в рабочий диапазон.

Во время сканирования датчик совершает проходы по линиям сетки сканирования вдоль оси X. После сканирования каждой строки происходит перемещение по оси Y на следующую строку сканирования. По оси Z перемещения не происходит. Процесс сканирования отображается на экране программы *Engrave*. Фиолетовыми линиями обозначена сетка с заданным шагом ячейки. Желтая линия показывает текущую строку сканирования. Желтый шарик указывает текущее положение датчика уровня. По окончании сканирования инструмент возвращается в исходное положение.

Процесс сканирования можно прервать в любой момент нажатием кнопки <ВЫХ> на пульте станка или кнопкой «Стоп» в панели инструментов программы *Engrave*.

Во время сканирования можно сделать паузу нажатием кнопки <D> на пульте станка или кнопки «Пауза» (зеленый восклицательный знак) в верхней панели инструментов *Engrave*. Станок дойдет до конца строки и остановится. На экране программы *Engrave* во время паузы появляется окно «Пауза». Для продолжения работы еще раз на пульте нажмите кнопку <D> или в программе *Engrave* в окне «Пауза» нажмите кнопку «Продолжить».

По окончании сканирования на экран программы *Engrave* выводится окно с информацией о максимальном наклоне заготовки и значением погрешности Z. В случае большой погрешности Z выводится предупреждающее сообщение. Большая погрешность Z означает, что, скорее всего, заготовка плохо закреплена (качается) или датчик неисправен.

В окне результатов сканирования может появиться строка-предупреждение «Не все точки отсканированы». Возможные причины следующие:

- а) Область сканирования выходит за пределы заготовки. Необходимо правильно расположить УП относительно заготовки и скорректировать нулевую точку заготовки.
- б) В некоторых точках поверхность выше или ниже границ диапазона сканирования. В ручном режиме поднимите или опустите лазерный датчик по оси Z, чтобы он везде доставал до поверхности.

После устранения проблемы повторите сканирование.

ВНИМАНИЕ! После сканирования снимите лазерный датчик со станка. Перед снятием датчика убедитесь, что пульт управления станка находится в главном меню! Для этого отключите разъем кабеля «LD» лазерного датчика рис.5.3 поз.4. Придерживая кронштейн рис.5.3 поз.2, ослабьте, не откручивая полностью, фиксирующие гайки крепления рис.5.3 поз.3 и снимите датчик со станка.

5.4. Фрезерование с учетом профиля поверхности

По окончании процесса сканирования профиль поверхности заготовки выводится в окне 3D-вида программы *Engrave* в виде фиолетовой сетки. В соответствии с профилем поверхности в управляющую программу автоматически добавляется коррекция по оси Z для учета неровностей поверхности.

Для включения/ выключения режима коррекции используйте кнопку «Коррекция наклона заготовки (F11)» в панели инструментов (кнопка с изображением сетки). При выключенном режиме коррекции

профиль поверхности в виде фиолетовой сетки на экран не выводится. Для безвозвратного удаления профиля поверхности служит команда меню «Работа/ Удалить профиль поверхности».

Для фрезерования с учетом профиля сканирования убедитесь, что режим коррекции наклона включен, на что указывает фиолетовая сетка в окне 3D-вида. Нажмите кнопку «Старт» (зеленая стрелка) в панели инструментов и начните процесс фрезерования, как обычно (см. п.3.14). Фрезерование будет выполнено с учетом профиля поверхности заготовки.

Фрезерование должно начинаться с той же нулевой точки, что и сканирование, иначе отсканированный профиль поверхности не будет совпадать с реальной поверхностью в позиции инструмента. В случае несовпадения нулевых точек при сканировании и фрезеровании программа *Engrave* выводит предупреждающее сообщение.

5.5. Использование профиля поверхности в разных управляющих программах

Иногда возникает необходимость использовать один и тот же профиль поверхности заготовки для нескольких различных управляющих программ. Такой подход экономит время, так как не нужны многократные операции сканирования. Иногда повторное сканирование вообще невозможно. Например, необходимо вырезать на плите нишу овальной формы, а затем сделать фаски по краю. Операции изготовления ниши и снятия фаски выполняются различными инструментами и для каждой из них создается отдельная УП. Но после вырезания ниши повторное сканирование поверхности для фаски уже невозможно.

Программа *Engrave* позволяет использовать один и тот же профиль сканирования для различных УП. При создании нескольких УП необходимо соблюдать следующие правила:

- все УП должны иметь одну и ту же нулевую точку заготовки;
- все УП должны находиться внутри области сканирования.

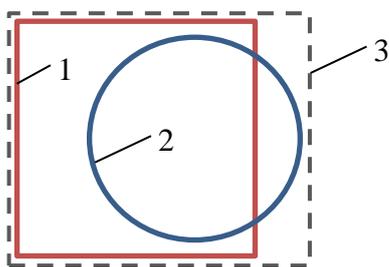


Рис.5.4. Две УП с общим профилем поверхности.

Рассмотрим пример на рис. 5.4. Пусть необходимо фрезеровать две фигуры – квадрат (поз.1) и круг (поз.2). Для того чтобы обе фигуры находились внутри области сканирования, создаем в *ArtCAM* вспомогательный контур (поз.3) так, чтобы фигуры поз.1, 2 находились внутри этого контура. В общем случае контур поз.3 не обязательно прямоугольный. Для контура поз.3 в *ArtCAM* создаем УП методом «Обработка вдоль вектора» (см. п.7.12) с нулевой глубиной. Обратите внимание – все три УП имеют одинаковую нулевую точку заготовки.

Открываем УП для вспомогательного контура поз.3 в программе *Engrave* командой меню «Файл/Открыть...». Сканируем поверхность внутри контура, как было описано ранее в п.5.3.

Открываем УП для квадрата поз.1. Для того чтобы использовать профиль поверхности для квадрата, выполните команду меню «Работа/Использовать профиль поверхности». На экране появится профиль в виде фиолетовой сетки. Теперь мы можем фрезеровать квадрат с учетом профиля поверхности заготовки.

Для фрезерования круга поз.2 открываем УП для круга и выполняем команду меню «Работа/Использовать профиль поверхности».

Перед началом фрезерования первой УП рекомендуется для проверки по очереди открыть все УП и для каждой из них проверить использование профиля поверхности.

6. Трехмерный (3D) сканер поверхности

Сканер поверхности предназначен для ввода в компьютер барельефов в виде объемной (трехмерной) 3D-модели. Сканером можно оборудовать любой гравировальный («График-3К/3КП») или гравировально-фрезерный («График-3КС», «График-3КМ») станок.

В сканере используется бесконтактный лазерный датчик-дальномер. Лазерный дальномер может устанавливаться на станке в съемном и несъемном вариантах. Управление сканированием осуществляется из программы *Engrave*.

ВНИМАНИЕ! На фрезерных станках «График-3КС», «График-3КМ» лазерный датчик-дальномер **на время фрезерования необходимо снимать**, так как вибрации, возникающие при фрезеровке, могут повредить датчик.

ВНИМАНИЕ! Подключение и отключение кабеля лазерного датчика «LD» рис.5.3 поз.4 допустимо при включенном блоке управления. **При подключении/отключении кабеля пульт блока управления должен находиться в режиме главного меню.** Если пульт находится в ручном режиме, нажмите кнопку <ВЫХ> до выхода в главное меню.

6.1. Проверка лазерного дальномера с пульта станка

В данной главе рассказывается о принципах измерения лазерного датчика (дальномера) и проверке его работы. Для описания процесса сканирования смотрите следующую главу.

Перед началом работы убедитесь, что кабель «LD» лазерного дальномера подключен проводом к разъему «LD» на задней стенке блока управления станком (рис.1.2).

Установите лазерный датчик на станок. Убедитесь, что пульт управления станка находится в главном меню! Ослабьте, не откручивая полностью, фиксирующие гайки крепления рис.5.3 поз.3. Зафиксируйте кронштейн поз.2 в креплении и затяните гайки поз.3. Подключите кабель лазерного датчика «LD» рис.5.3 поз.4 к разъему «LD» фрезерной головки станка.

Дист : 38.900

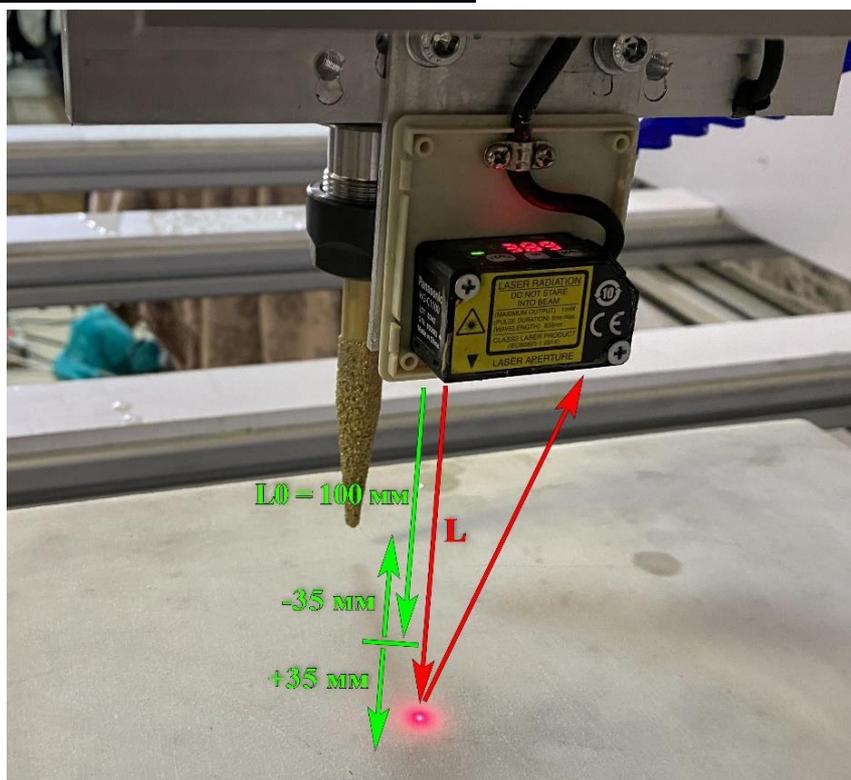


Рис.6.1. Лазерный дальномер. Диапазон измерения.

Для входа в режим проверки лазерного дальномера на пульте станка войдите в ручной режим кнопкой <РУЧ>.

Далее нажимайте кнопку <Z0> до тех пор, пока на пульте не появится надпись «Дист:» (см. рис.6.1). При входе в режим лазерный датчик включается, на экране лазерного датчика и одновременно на экране пульта должно появиться значение измеренного расстояния от датчика до поверхности заготовки в мм. Значения на экране лазерного датчика и пульта станка должны совпадать.

Число на экране соответствует расстоянию L , представленному на рис.6.1. Значение «0» на экране соответствует расстоянию L_0 от датчика до измеряемой поверхности. Для стандартного датчика $L_0=100$ мм.

Если датчик поднимать по оси Z вверх, то расстояние будет изменяться от 0 до -35 мм. Выше этого значения датчик не измеряет, на экране будут гореть черточки «---». Если датчик опускать вниз, то расстояние будет изменяться от 0 до 35мм, далее будут гореть черточки. Таким образом, диапазон измерения датчика составляет 70мм (-35 ..+35 мм).

Для других моделей датчиков значения L0 и диапазона могут отличаться.

Перед сканированием заготовки необходимо убедиться, что самая нижняя и самая верхняя точки измерения лежат в пределах диапазона измерения лазерного датчика. Если расстояние от лазерного датчика до измеряемой поверхности выходит за пределы диапазона измерения (лежит слишком близко или слишком далеко), то вместо числа на экран выводятся три черточки «---». В этом случае отрегулируйте расстояние от лазерного датчика до измеряемой поверхности ручным перемещением по оси Z. Для этого нажмите кнопку <РУЧ>. Пульт перейдет в ручной режим, при этом лазерный датчик не выключается. На экране пульта вместо координаты Z выводится значение L лазерного датчика. Теперь можно перемещаться по оси Z кнопками <Z ВВЕРХ>/ <Z ВНИЗ> и отрегулировать расстояние от лазерного датчика до поверхности.

Для отключения лазерного датчика выйдете из ручного режима кнопкой <ВЫХ>. После отключения можно разъединить разъем и снять лазерный датчик.

Диагностика ошибок лазерного датчика

При ошибке соединения с датчиком на экран пульта станка вместо числа выводится код ошибки, который начинается с буквы «е», например, «Дист: е51». В случае ошибки сначала проверьте, правильно ли выводится расстояние на экране лазерного датчика.

- Если экран лазерного датчика не горит, проверьте кабель подключения.

- Если на экране лазерного датчика горит код ошибки «Err xx», где xx – код ошибки датчика, то датчик неисправен.

- Если на экране лазерного датчика расстояние отображается правильно, а на экране пульта станка – код ошибки, проверьте кабель «LD» и шлейф «LD» внутри блока управления.

- Если расстояние на пульте отличается от значения на экране лазерного датчика (обычно в 10 раз), необходимо войти в настройки 3D-сканера программы *Engrave*, меню «Файл/Настройки/3D-сканер», и изменить параметр «Единица измерения» в соответствии с точностью измерения на экране лазерного датчика (1 или 10 мкм). Измененные настройки сохраните в станке.

6.2. Сканирование поверхности

* Установить лазерный датчик (в съемном варианте) на инструментальную головку станка, как было описано в предыдущем пункте. На пульте управления выйти в главное меню кнопкой <ВЫХ>. Подключить кабель лазерного датчика к разъему провода «LD» станка.

* В настройках программы *Engrave* (меню «Файл/Настройки») проверить, что параметр «Лазерный датчик» включен. Если параметр не установлен, включить его и сохранить настройки в станок.

* Положить заготовку на рабочий стол так, чтобы она не качалась.

* В ручном режиме пульта станка нажать кнопку <Z0> и включить лазерный датчик (см. п.6.1), затем с помощью кнопки <РУЧ> перейти в режим ручного управления с включенным лазерным датчиком.

* Отрегулировать положение лазерного датчика по высоте. Перемещая инструментальную головку в ручном режиме по X, Y, убедиться, что в самой высокой и в самой низкой точке сканирования барельефа измеряемое датчиком расстояние входит в диапазон. При необходимости поднять или опустить головку по оси Z.

* В ручном режиме пульта станка, ориентируясь по лазерному лучу, вывести инструмент в левый верхний угол прямоугольной области сканирования. Помните, что левый верхний угол системы координат станка расположен в том углу станка, где находится гравировальный блок управления.

* В программе *Engrave* перейти в режим сканирования поверхности - команда меню «Режимы/ Сканирование поверхности».

* Нажать кнопку «Старт» (зеленая стрелка).

* В окне «Создать рельеф» задать ширину и высоту прямоугольной области сканирования в мм. Задать шаг сканирования в мм. Чем меньше шаг, тем выше детализация, но дольше время сканирования (время работы для заданных размеров и шага вычисляется в окне). Для тестирования можно использовать шаг 0.200 мм. Задать скорость рабочего хода сканирования по оси X. Скорость желательно устанавливать не выше рекомендуемой скорости, указанной в окне.

В окне «Создать рельеф» нажать кнопку «Ок». Появится окно «Сохранение», в котором надо задать имя файла сканирования и нажать кнопку «Сохранить». Станок начнет работу.

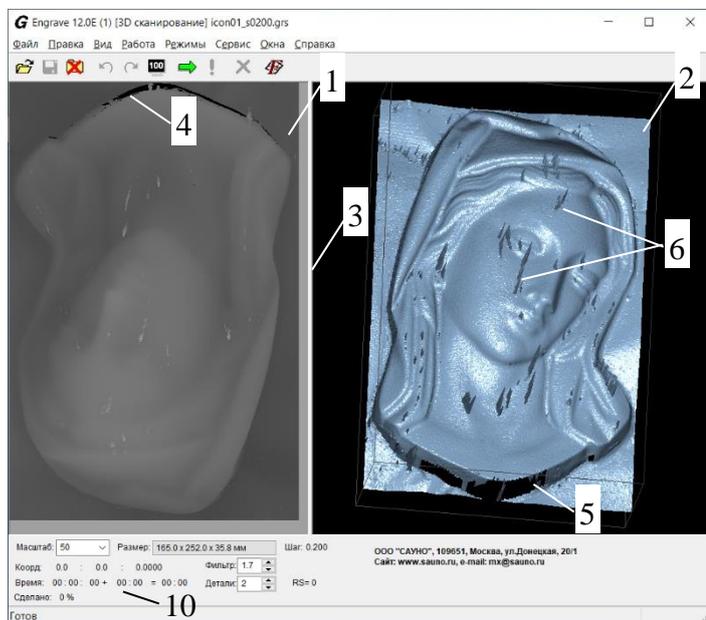


Рис.6.2. Экран программы *Engrave* в режиме 3D-сканирования (без применения фильтра)

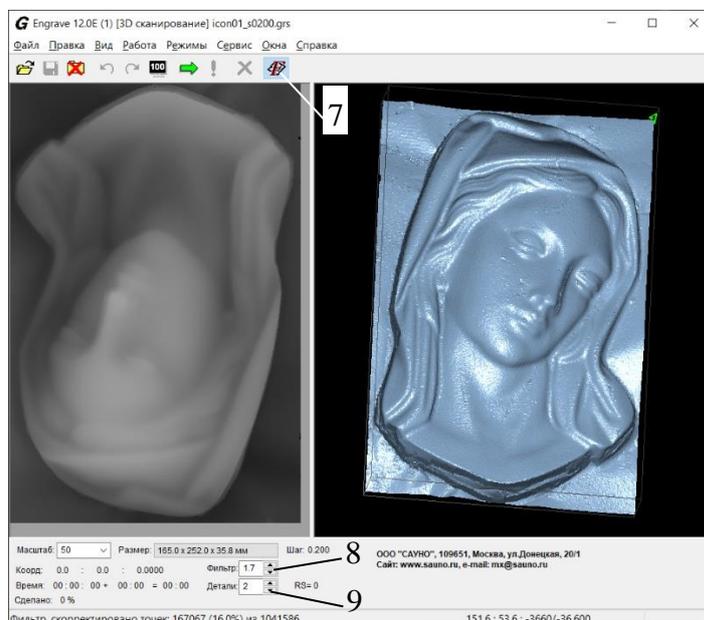


Рис.6.3. Экран программы *Engrave* после окончания 3D-сканирования (с фильтром)

1. Модель в виде полутоновой картинки.
2. Модель в 3D-виде.
3. Рамка-разделитель регулировки размеров окон.
4. Необработанные области модели.
5. Необработанные области на виде 3D.

6. Скачки по оси Z (иголки).
7. Кнопка применения фильтра.
8. Степень фильтрации (радиус фильтра).
9. Степень детализации просмотра 3D-модели.
10. Время работы.

Вид экрана *Engrave* в процессе сканирования

В левой части экрана сканируемый барельеф отображается в виде полутоновой картинки (рис.6.1 поз.1). Обработанные точки отображаются на экране оттенками серого цвета. Чем выше уровень точки, тем ярче цвет, т.е. самые высокие области будут белыми. Необработанные точки отображаются черным цветом (поз.4). В правой части экрана барельеф отображается в виде объемной (3D) модели поз.2. Размеры левого и правого окон можно изменять, передвигая мышью (при нажатой левой клавише) рамку между двумя окнами поз.3.

* Изменить масштаб плоского (2D) изображения (увеличить или уменьшить) можно с помощью окна-списка «Масштаб» в левом нижнем углу окна *Engrave* или клавишами <Ctrl- +>, <Ctrl- ->.

* Просмотр объемной (3D) картинки:

- **Поворот картинки** – на объемной картинке удерживать нажатой **левую** кнопку мыши и передвигать курсор мыши.

- **Уменьшение/ увеличение масштаба** – на объемной картинке удерживать нажатой **правую** кнопку мыши и передвигать курсор мыши. Можно также использовать колесо мыши.

- **Сдвиг картинки** – на объемной картинке удерживать нажатой одновременно **правую и левую** кнопки мыши и передвигать курсор мыши.

- Команды меню «Вид/Изометрическая проекция», «Вид/Вид сверху», «Вид/Вид сбоку вдоль оси X», «Вид/ Вид сбоку вдоль оси Y» служат для просмотра объемной модели в одной из стандартных проекций.

- Команда меню «Вид/ 3D-каркас» показывает объемную модель на экране в виде «проволочного каркаса». Команда меню «Вид/ 3D-рельеф» показывает объемную модель на экране в виде барельефа.

* Параметр «Детали» в нижней панели *Engrave* рис.6.3 поз.9 регулирует степень детализации при просмотре 3D-вида модели. Чем больше число, тем меньше деталей, при этом операции с 3D-видом выполняются быстрее, что важно для «медленных» компьютеров. Изменение детализации влияет только на просмотр и не влияет на качество 3D-модели.

* Время работы рис.6.2 поз.10 выводится в нижней панели *Engrave* в формате:

$\langle \text{текущее время с момента старта} \rangle + \langle \text{предполагаемое время до конца работы} \rangle = \langle \text{предполагаемое общее время работы} \rangle$

Принцип работы сканера. Необработанные области. Фильтрация.

Сканер обрабатывает поверхность последовательными проходами по оси X строка за строкой. Шаг между строками соответствует шагу сканирования. Так как луч лазера отражается от поверхности под углом (см. рис.6.1), то при сканировании вертикальных стенок при определенном направлении рабочего хода **луч лазера может попадать в стенку и не доходить до приемника** датчика. В этом случае на барельефе появляются необработанные области рис.6.2 поз.4,5 (на экране программы *Engrave* они черного цвета). Необработанные области могут возникать и **при сканировании блестящих участков** поверхности заготовки. На блестящих участках могут появляться **скачки по оси Z в виде «иголок»** рис.6.2 поз.6 на 3D-изображении. После завершения сканирования в программе *Engrave* сканированный барельеф обрабатывается фильтром, который устраняет необработанные области. Чем меньше по площади необработанная область, тем лучше действует фильтр.

Фильтр можно выключить и снова включить нажатием кнопки «Фильтр» поз.7 на панели инструментов. Степень фильтрации (радиус) регулируется параметром «Фильтр» в нижней панели (поз.8). Чем больше радиус, тем сильнее действие фильтра.

Действия в процессе работы

* Прервать работу. На пульте станка кнопка <ВЫХ> или в *Engrave* кнопка «Стоп» в панели инструментов.

* Пауза. Нажать на пульте станка кнопку <D> или в программе *Engrave* кнопку «Пауза» с зеленым восклицательным знаком. Станок остановится в конце строки. На экране компьютера появится окно «Пауза». Для продолжения работы нажать на пульте станка кнопку <D> или в окне «Пауза» программы *Engrave* кнопку «Продолжить».

После сканирования снимите лазерный датчик со станка. Убедитесь, что пульт управления станка находится в главном меню! Для этого отключите разъем кабеля «LD» лазерного датчика рис.5.3 поз.4. Придерживая кронштейн рис.5.3 поз.2, ослабьте, не откручивая полностью, фиксирующие гайки крепления рис.5.3 поз.3 и снимите датчик со станка.

6.3. Импорт барельефа в ArtCAM и другие программы в формате «.stl»

Формат файла «*.stl» является одним из самых популярных форматов для хранения трехмерных моделей. В большинстве программ трехмерного моделирования есть возможность импорта модели «*.stl».

* Для сохранения рельефа в формате «*.stl» в программе *Engrave* выполнить команду меню «Файл/ Сохранить рельеф как STL».

* Для импорта STL-модели в ArtCAM создать новую модель командой меню «Файл/ Новый...». Далее меню «Файл/ Импорт/ 3D модель». В окне «Импорт 3D модели» открыть файл-STL.

* В окне «Вставка 3D модели» изменить, если это необходимо, размеры и положение модели. Нажать кнопку «Вставить», затем кнопку «Закрыть».

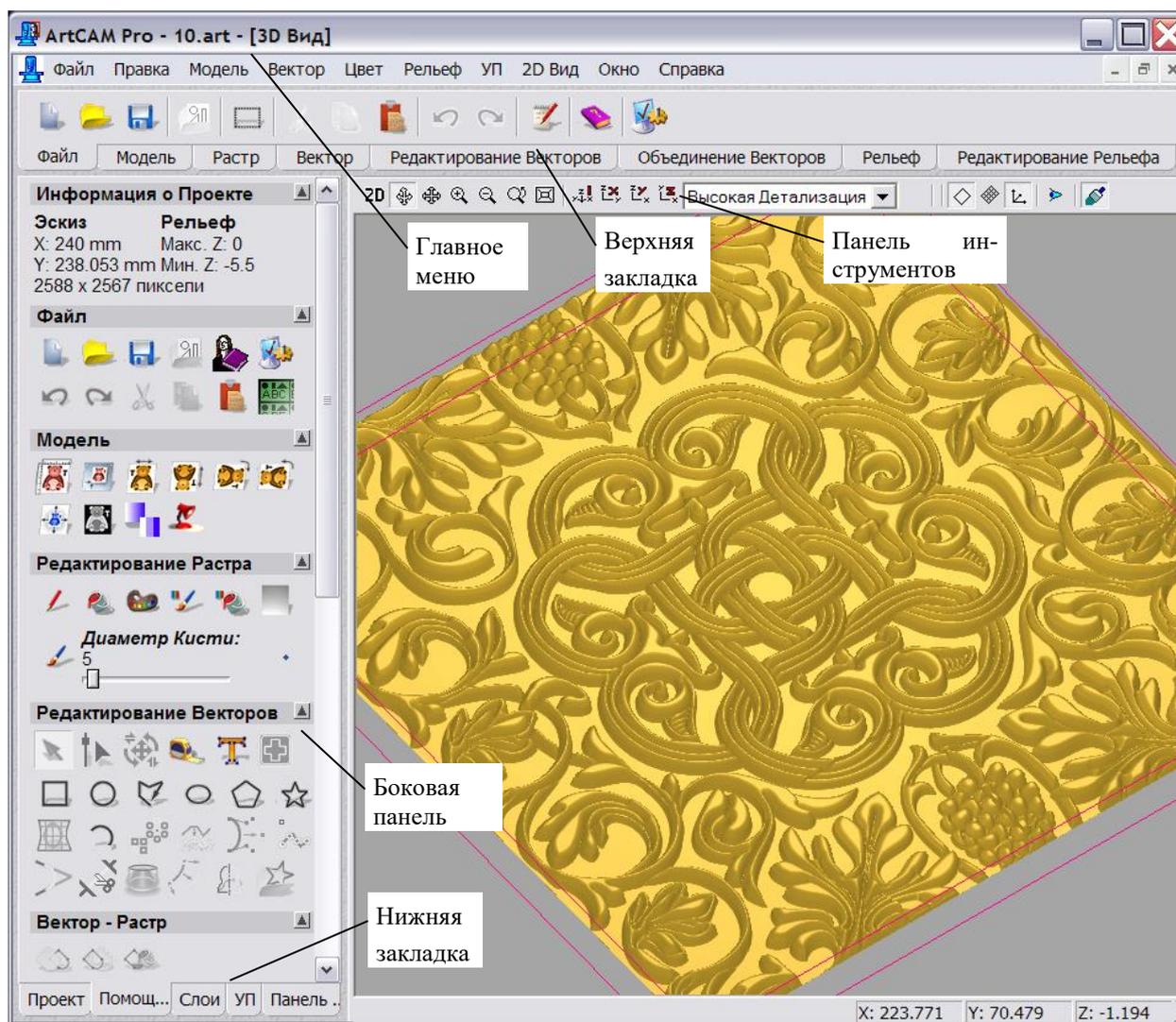
Если 3D-модель слишком большая по объему памяти, то при импорте такого stl-файла в программу *ArtCAM* и другие могут возникнуть ошибки. Программа *Engrave* может сохранять большие модели по частям в виде отдельных stl-файлов. Размер отдельной части в мегабайтах задается в настройках программы *Engrave*, меню «Файл/Настройки/3D-сканер», параметр «Размер тома». При сохранении к отдельным файлам-томам добавляются окончания «_01», «_02» и т.д. Фрагменты импортируются по отдельности и затем стыкуются.

7. Подготовка управляющей программы (УП) в ArtCAM

Программа *ArtCAM* по исходному изображению вычисляет траекторию фрезы (в *ArtCAM* траектория называется управляющей программой или УП) с учетом технологических параметров (скорости подачи, глубины прохода) и геометрии инструмента. Исходные изображения могут быть растровыми (формат *.BMP) или векторными (формат *.EPS, *.DXF). Есть возможность предварительного просмотра результата обработки в трехмерном виде. Можно создавать и редактировать объемные барельефы, в том числе создавать барельефы из полутоновых растровых изображений. Вычисленная в *ArtCAM* траектория в виде файла с расширением «*.tap» переводится в программу *Engrave* для фрезерования.

Знаком (+) в заголовке отмечены разделы для обязательного изучения.

7.1. (+) Краткие сведения о программе ArtCAM



* Основные элементы программы *ArtCAM*:

- **главное меню** – находится сверху.
- **верхняя закладка** – находится сверху под главным меню. Содержит разделы «Файл», «Модель», «Растр», «Вектор» и т.д.
- **нижняя закладка** – находится в нижнем левом углу. Содержит разделы «Проект», «Помощник», «Слой» и т.д.
- **боковая панель** – панель слева. Содержание определяется нижней закладкой.

- **окно 2D Вид** – в этом окне отображается плоская картинка.
- **окно 3D Вид** – показывает трехмерную картинку. Для перехода из 2D в 3D и обратно нажать кнопку «3D» или «2D» в панели инструментов окна.
- **панель инструментов** - находится в верхней части окна «2D/ 3D Вид».

- * Масштаб 2D-картинки меняется кнопками «*Приблизить*», «*Отдалить*» в панели инструментов. Удобнее менять масштаб колесом мыши. Курсор мыши при этом надо навести на увеличиваемый фрагмент.
- * Просмотр 3D-картинки. Кнопка «*Переключатель*» в панели инструментов должна быть нажата.
- * **Поворот картинки** – на картинке удерживать нажатой **левую** кнопку мыши и передвигать курсор мыши.
- * **Уменьшение/ увеличение** – на картинке удерживать нажатой **правую** кнопку мыши и передвигать курсор мыши.
- * **Сдвиг картинки** – на картинке удерживать нажатой одновременно **правую и левую** кнопки мыши и передвигать курсор мыши.
- * Качество отображения картинки регулируется в списке «*Выбор детализации рельефа*» в панели инструментов – низкая, средняя или высокая детализация.
- * Если Вы запутались при масштабировании и повороте трехмерной картинке, нажмите кнопку «*Изометрия*» на панели инструментов окна «3D Вид» - картинка вернется к первоначальному виду.

7.2. (+) Создание надписи в ArtCAM

Это самый быстрый способ создать надпись.

- * Верхняя закладка «*Вектор*», нажать кнопку «*Создать векторный текст*». Откроется закладка «*Текст*».
- * Напечатать требуемый текст. Надпись можно двигать по экрану мышью при нажатой левой кнопке на пунктирной границе надписи.
- * Для настройки параметров надписи необходимо выделить мышью часть или весь текст. Выделенный текст отмечается черным. В закладке «*Текст*» параметр «*Шрифт*» задает тип шрифта, «*Размер*» - высоту букв в миллиметрах, «*Интервал между символами*» - расстояние между буквами.
- * Для выхода из редактора текста нажать кнопку «*Завершить*».
- * Если надо изменить надпись, нажать внутри нее правую кнопку мыши и выбрать из появившегося меню команду «*Редактировать текстовый блок*».

7.3. (+) Задание нулевой точки заготовки

Нулевая точка заготовки – точка на поверхности заготовки, в которую выводится инструмент (фреза) перед началом работы.

- * Меню «*Модель/Задать нулевую точку...*». Появится окно «*Задание нулевой точки*». Отметить точкой строку «*Выбрать курсором*». Навести мышь на картинку, при этом курсор мыши будет в форме якоря.
- * Крестиком на якоря выбрать нулевую точку и щелкнуть левой кнопкой мыши.
- * Рекомендуется выбирать нулевую точку снаружи контура фрезерования, т.е. в том месте, где станок резать не будет. При этом нулевая точка должна находиться по возможности ближе к вырезаемому фрагменту.
- * В окне «*Задание нулевой точки*» нажать «*Ок*». На координатных линейках слева и сверху в окне просмотра картинки отметки «0» установятся в выбранной точке.

7.4. (+) Выбор фрагмента картинки для фрезерования

Вы можете выбрать для фрезерования всю картинку или только часть, выделяя отдельные фрагменты.

* Выбор всей картинки. Уменьшить масштаб так, чтобы вся картинка помещалась на экране.левой кнопкой мыши отметить точку вверху слева от картинки и, удерживая левую кнопку, подвести мышь в правый нижний угол. На экране появится пунктирная рамка. Все контуры, находящиеся внутри рамки, будут выделены.

* Выделение отдельного элемента (контура) – нажать на нем левую кнопку мыши. Выбор нескольких элементов – удерживая клавишу <Shift>, нажатием левой кнопкой мыши последовательно выделять элементы. Нажатие левой кнопки мыши при нажатой клавише <Shift> на уже выбранном элементе исключает его из выбора.

* Если при выделении мышью сразу выбирается составной фрагмент (например, несколько букв), то для выбора отдельного элемента надо разгруппировать фрагмент. Для этого выделить фрагмент левой кнопкой мыши. Внутри выделенного фрагмента нажать правую кнопку мыши. В появившемся меню выбрать команду «Разгруппировать все».

* Отмена выделения - нажать левой кнопкой мыши в стороне от выделенного фрагмента на чистом месте рабочего поля.

7.5. Изменение размеров векторной картинки

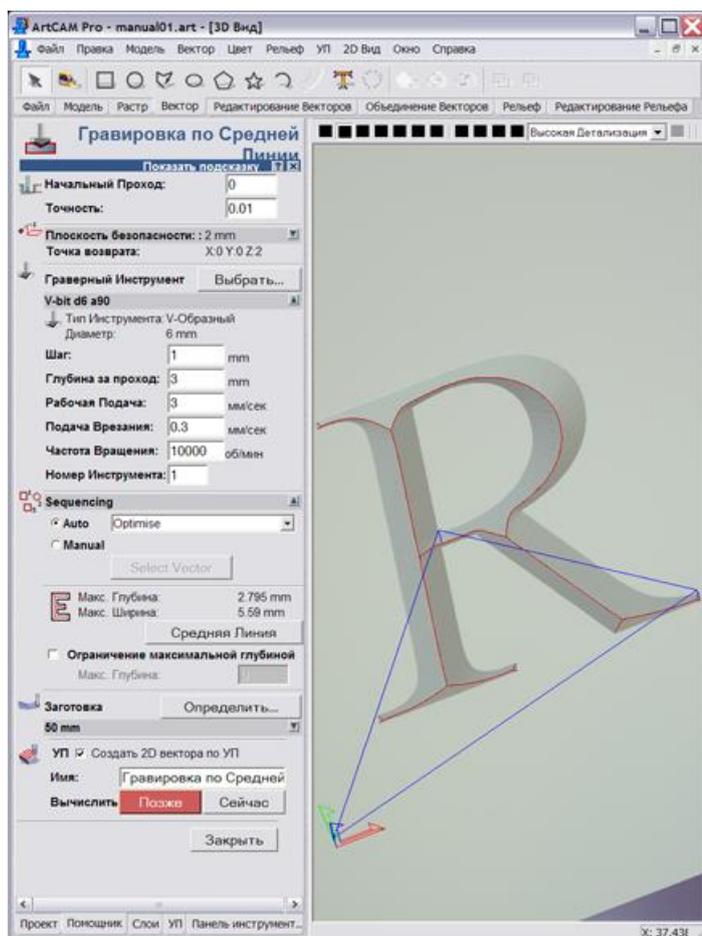
ArtCAM позволяет легко проверить и, если надо, изменить размеры любого фрагмента.

* Просмотр текущих размеров. Выделить фрагмент. Нажать внутри фрагмента правую кнопку мыши. В появившемся меню выбрать команду «Преобразование вектора». Текущие размеры фрагмента будут слева в закладке «Преобразование вектора» в полях «Новая Ширина», «Новая Высота». Выход - кнопка «Заккрыть» внизу закладки.

* Изменение размеров фрагмента. Задать новую ширину или высоту в миллиметрах в полях «Новая Ширина», «Новая Высота». В закладке «Преобразование вектора» нажать кнопку «Принять», а затем кнопку «Заккрыть».

7.6. (+) Гравирование надписи по средней линии

Этот способ – самый быстрый для гравирования надписей. Обработка ведется конической (V-образной) фрезой. Глубина фрезерования переменная, нигде не задается, т.к. вычисляется автоматически - тем глубже, чем шире линия. Для обеспечения максимальной производительности надо следить за тем, чтобы и по глубине, и по ширине фреза делала **один проход**. В этом режиме, кроме надписей, можно обрабатывать картинки, состоящие из замкнутых контуров, например, различные орнаменты.



* Открыть нижнюю закладку «УП» (это означает «управляющие программы»). В разделе «2D УП» нажать кнопку «Гравировка по средней линии». Слева откроется закладка «Гравировка по средней линии».

* Проверить: «Начальный проход» всегда 0, «Точность» всегда 0.01.

* «Плоскость безопасности» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список. Установить «Высота безопасности по Z» = 2, «X» = 0, «Y» = 0, «Z» = 2.

Плоскость безопасности – это высота, на которую поднимается фреза над поверхностью заготовки при холостом ходе, например, при переходе от буквы к букве.

* «Граверный инструмент» - нажать кнопку «Выбрать». Появится окно «База данных групп инструментов». Из списка выбрать левой кнопкой мыши нужную фрезу (тип фрезы – **ТОЛЬКО V-образный**) и нажать кнопку «Выбрать». Окно выбора инструмента закроется, название выбранного инструмента появится в строке ниже надписи «Граверный инструмент».

* Если нужного инструмента нет в списке, то его надо создать – см. п.7.9 ниже.

* При обучении рекомендуется выбирать V-образную фрезу с параметрами: диаметр = 12мм, угол 90 градусов, шаг = 1мм, глубина за проход = 3мм, рабочая подача = 3мм/с, подача врезания = 0.3мм/с.

* Некоторые параметры инструмента (шаг, глубина за проход, рабочая подача и др.) можно изменить только для текущей обрабатываемой картинке (при этом в базе данных инструментов параметр не изменится). Для этого надо нажать справа от названия инструмента кнопку-треугольник. В открывшемся списке изменить некоторые параметры.

* Раздел «Порядок обработки» задает последовательность обработки букв в надписи. Этот параметр правильно работает только при создании надписи в ArtCAM (п.7.2 выше). Если надпись создана в Photoshop или Corel Draw, то буквы будут вырезаться в случайном порядке.

* Нажать кнопку «Средняя линия». Внутри букв появится средняя линия синего цвета и будут вычислены значения «Макс. Ширина» и «Макс. Глубина». «Макс. Ширина» - самое широкое место в выделенной надписи, в этом месте фреза также опустится на максимальную глубину.

* Если при нажатии на кнопку «Средняя линия» появится окно – сообщение «Не выбраны вектора для обработки», то надо сначала выбрать фрагмент (п.7.4 выше).

* Обязательно проверить, получается ли один проход. На фрезерование потребуется меньше всего времени, если фреза будет делать **один проход** и по глубине, и по ширине. Для этого должны выполняться два условия:

- «Макс. глубина» меньше, чем «Глубина за проход».

- «Макс. ширина» меньше, чем диаметр фрезы.

Для обработки надписей больших размеров рекомендуется брать инструмент большого диаметра. Чтобы уменьшить максимальную глубину, используйте фрезу с большим углом, например, не 90, а 120 градусов.

- * Параметр «Заготовка» - нажать кнопку «*Определить*» и в окне «*Задание заготовки*» нажать кнопку «*Ok*». При первом запуске ArtCAM параметры заготовки надо настроить (см. п.7.10 ниже).
- * Нажать кнопку «*Сейчас*». Будет вычислена траектория инструмента (совпадает со средней линией).
- * Нажать кнопку «*Заккрыть*». Откроется закладка «*УП*». В верхней части появится строка с названием УП – [*Гравировка по средней линии*].

* Если в дальнейшем надо изменить параметры обработки (глубину прохода, рабочий ход и др.), дважды щелкните левой кнопкой на названии УП в квадратных скобках. Откроется закладка «*Гравировка по средней линии*» с текущими параметрами. Изменить нужные параметры и нажать кнопку «*Сейчас*» в нижней части закладки для расчета обновленной траектории. По окончании вычислений нажать кнопку «*Заккрыть*» для выхода из закладки.

7.7. (+) Моделирование результата фрезерования (визуализация)

Можно заранее увидеть на компьютере, как будет выглядеть результат фрезерования.

- * Перейти в нижнюю закладку «*УП*». Выбрать из списка в верхней части закладки нужную УП. Для этого щелкнуть по названию УП левой кнопкой мыши, название будет отмечено синим.
- * В разделе «*Визуализация УП*» нажать кнопку «*Быстрая визуализация УП*» (вторая кнопка слева). Откроется окно «*Имитация УП*».
- * Выбрать пункт в разделе «*Разрешающая способность*» - обычно выбирается средняя или высокая. Нажать кнопку «*Имитация УП*». В окне 3D вида появится трехмерная картинка-модель с результатом обработки (серого цвета).
- * Картинку-модель можно рассматривать с разных сторон, приближать и удалять (см п.7.1 выше). По окончании просмотра **модель необходимо удалить**, т.к. она занимает много памяти и замедляет работу компьютера. Для удаления модели в разделе «*Визуализация УП*» нажать кнопку «*Удалить УП*» (не путать с кнопкой «*Удалить УП*» в разделе «*Операции с УП*»).
- * Для установки высшего качества модели:
 - в панели параметров 3D-вида выбрать в списке пункт «*Высокая детализация*»,
 - в окне «*Имитация УП*» - высокую разрешающую способность.

7.8. (+) Сохранение УП для программы Engrave

Траекторию инструмента (УП или управляющую программу) необходимо передать в программу *Engrave* в виде файла с расширением «*.tap». Программа *Engrave* управляет работой станка.

- * Перейти в нижнюю закладку «*УП*». Выбрать из списка в верхней части закладки нужную УП (название в квадратных скобках). Для этого щелкнуть по названию УП левой кнопкой мыши, строка с названием будет отмечена синим.
- * В разделе «*Операции с УП*» нажать кнопку «*Сохранить УП*» (первая кнопка слева). Откроется окно «*Сохранить УП*».
- * При первом запуске ArtCAM в списке «*Формат выходного файла УП*» выбрать строку «*G-code Arcs (mm) (*.tap)*».
- * Нажать кнопку «*Сохранить...*». Откроется окно «*Сохранить как*». В строке «*Имя файла*» ввести название сохраняемой УП. Нажать кнопку «*Сохранить*». Окно «*Сохранить как*» закроется. УП (траектория) будет записана под заданным именем и с расширением «*.tap».
- * Закрыть окно «*Сохранить УП*» - для этого нажать кнопку «*Заккрыть*».

7.9. (+) Ввод нового инструмента (фрезы)

Для ввода нового инструмента (фрезы) в окне «*База данных групп инструментов*» нажать кнопку «*Добавить инструмент*». Откроется окно «*Редактировать инструмент*».

Для режима гравирования по средней линии V-образной фрезой:

- В списке «Тип» задать «V-образный».

- Задать «Диаметр» в миллиметрах и «Прилежащий угол» в градусах.

- «Глубина обработки за проход» ограничивает глубину фрезерования. Например, на граните фреза не может резать глубже, чем 3мм, иначе она сломается. Поэтому глубина за проход ставится 3мм. Если максимальная глубина обработки букв получается больше, например, 7мм, то в этом случае автоматически задается 3 прохода по глубине: первый проход – на 3мм, второй – на 6мм, третий – на 7мм. Если максимальная глубина букв менее 3мм, то фреза будет делать один проход по глубине. Глубину прохода выбирают в зависимости от материала и от скорости подачи (рабочий ход). Чем тверже материал и больше скорость подачи, тем меньше должна быть глубина прохода.

- «Шаг» - это расстояние между параллельными проходами инструмента в миллиметрах. Пусть диаметр фрезы 6мм, а максимальная ширина буквы 8мм. Так как за один проход фреза может сделать вырез шириной не более 6мм, то ArtCAM автоматически сделает несколько параллельных проходов фрезы, Расстояние между проходами – это шаг. При большом шаге проходов получится меньше, но при этом между проходами будут оставаться заметные борозды (т.н. «гребешки»). При малом шаге поверхность обрабатывается чище, но возрастает время обработки. Шаг можно также задавать или в миллиметрах, или в процентах от диаметра фрезы (только для цилиндрических фрез).

Для V-образной фрезы обычно задается шаг 1мм.

- «Частота вращения» - регулируется непосредственно на станке и не зависит от ArtCAM. В ArtCAM рекомендуется устанавливать всегда 10000 об/мин.

- «Рабочая подача» - это скорость резки в мм/сек. Чем тверже материал и тоньше фреза, тем меньше подача. Величину подачи можно дополнительно регулировать в программе Engrave в процессе работы в процентах от номинальной (заданной в ArtCAM). Рекомендуется в ArtCAM задавать максимальную подачу, например, для камня - 3 мм/сек. В Engrave перед запуском задается величина подачи 30% от номинальной, что соответствует 1 мм/сек. В процессе резки скорость подачи в Engrave можно постепенно увеличивать. Таким образом, для нового материала можно подобрать величину рабочей подачи без риска сломать инструмент.

- «Подача врезания» - это скорость резки, когда фреза углубляется в заготовку по вертикали. Этот режим самый тяжелый для фрезы, поэтому на камне подачу врезания рекомендуется устанавливать 0.3 мм/сек.

- «Описание» - название фрезы (можно по-русски) в списке инструментов. Лучше давать осмысленное название, например «V d12 a90», что означает «V-образная фреза - диаметр 12мм, угол 90 градусов».

- Пример стандартной фрезы: Описание: «V d12 a90», тип «V-образный», диаметр 12 мм, прилежащий угол 90 градусов, глубина за проход 3 мм, шаг 1 мм, частота вращения 10000 об/мин, рабочая подача 3.0 мм/сек, подача врезания 0.3 мм/сек.

Для резки по профилю концевой (цилиндрической) фрезой:

В списке «Тип» задать «Концевая». Из геометрических параметров задается только «Диаметр». «Шаг» рекомендуется задавать 48% от диаметра.

- Пример стандартной фрезы: Описание: «Цилиндр d6», тип «Концевая», диаметр 6 мм, глубина за проход 3 мм, шаг 48 %, частота вращения 10000 об/мин, рабочая подача 3.0 мм/сек, подача врезания 0.3 мм/сек.

Для изготовления барельефа конической сферической фрезой:

В списке «Тип» задать «Коническая сферическая». Из геометрических параметров задать диаметр, угол и радиус скругления. Эти параметры можно узнать у производителя фрезы.

- Пример стандартной фрезы: Описание: «Барельеф d12 a15 R0.5», тип «Коническая сферическая», диаметр 12 мм, угол 15 градусов, радиус скругления 0.5мм, глубина за проход 3 мм, шаг 0.8 мм, частота вращения 10000 об/мин, рабочая подача 3.0 мм/сек, подача врезания 0.3 мм/сек.

* После ввода параметров в окне «Редактировать инструмент» нажать кнопку «Ok». Название инструмента появится в списке «Инструменты и группы».

* Для редактирования уже существующего инструмента в окне «База данных групп инструментов» выбрать левой кнопкой мыши инструмент в списке (отметить синим) и нажать кнопку «Редактирование».

* Для удаления ненужного инструмента в окне «База данных групп инструментов» выбрать левой кнопкой мыши инструмент в списке (отметить синим) и нажать кнопку «Удалить».

7.10. (+) Задание заготовки

Для ввода параметров заготовки во время ввода режима гравирования нажать кнопку «Определить» справа от надписи «Заготовка». Откроется окно «Задание заготовки».



* При первом запуске ArtCAM задать:

- «Высота заготовки» = 100 мм

- «Нулевая плоскость заготовки» - отметить **верхнюю** точку;

- «Смещение вверх» - отметить точкой;

- в верхнем окне справа от надписи «Смещение вверх» - установить 0.0;

Далее нажать кнопку «ОК».

* При последующей работе все настройки сохраняются, поэтому в окне «Задание заготовки» можно сразу нажимать кнопку «ОК».

7.11. Гравирование выпуклой надписи V-образной фрезой по профилю

Этот режим используется для гравирования выпуклых надписей. Фреза обходит буквы по наружному контуру с постоянной глубиной. Отступ от наружного края букв подбирается программой ArtCAM автоматически так, чтобы размеры букв соответствовали заданным на картинке.

Данным способом можно быстро изготовить выпуклые надписи. Вырезаются только контуры букв, поэтому выборку остальной площади надо делать вручную или вместо данного способа использовать режим выборки областей (см. п.7.13).

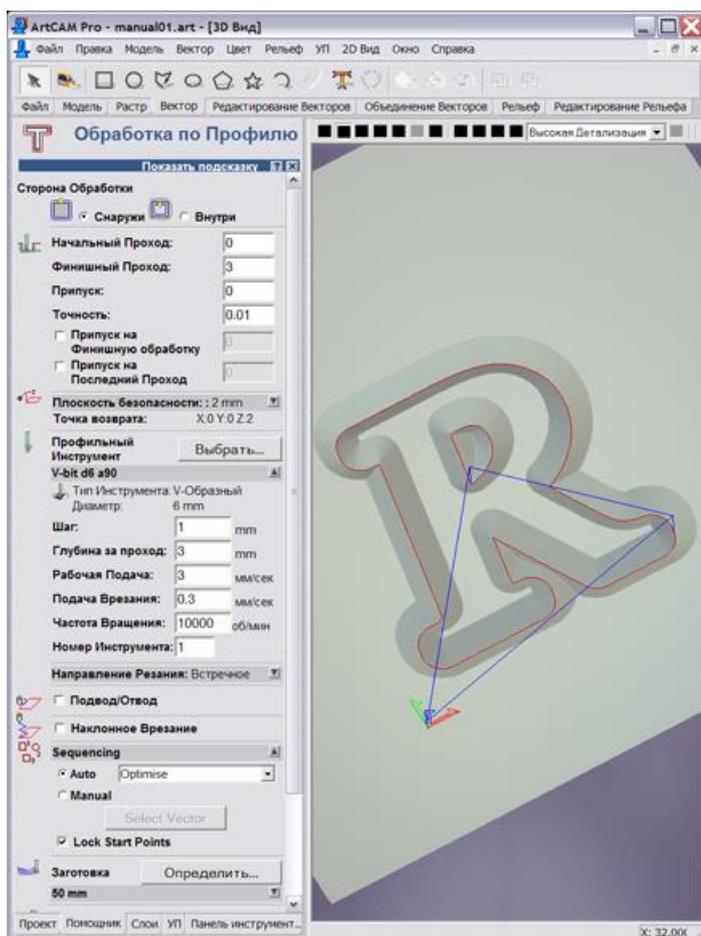
* Открыть нижнюю закладку «УП». В разделе «2D УП» нажать кнопку «Обработка по профилю». Слева откроется закладка «Обработка по профилю».

* «Сторона обработки» - установить «Снаружи».

* Проверить: «Начальный проход» всегда 0, «Припуск» всегда 0, «Точность» всегда 0.01.

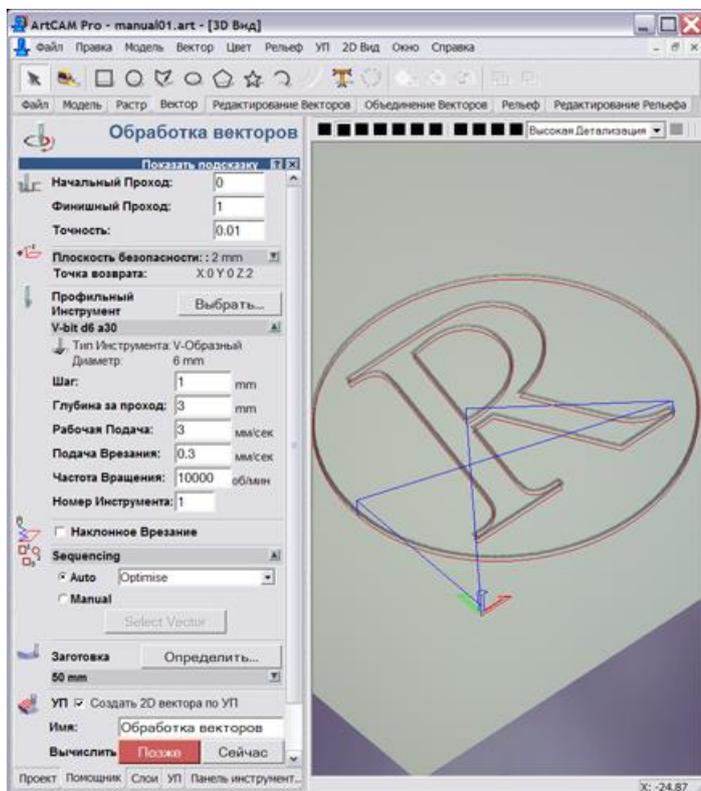
* «Финишный проход» - задает глубину резки в миллиметрах, например, 2 мм.

* «Плоскость безопасности» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список. «Высота безопасности по Z» = 2, «X» = 0, «Y» = 0, «Z» = 2.



* Выполнить визуализацию (см. п.7.7 выше) и сохранить траекторию фрезы (см. п.7.8 выше).

7.12. Обработка вдоль вектора



* «Профильный инструмент» - нажать кнопку «Выбрать». Появится окно «База данных групп инструментов». Из списка выбрать левой кнопкой мыши нужную фрезу (тип фрезы – V-образный) и нажать кнопку «Выбрать». Название инструмента появится в строке ниже надписи «Профильный инструмент».

* Если нужного инструмента нет в списке, то его надо задать – см. п.7.9 выше.

* При обучении выбирайте V-образную фрезу диаметром 12 мм, угол 90 градусов, шаг = 1 мм, глубина за проход = 3 мм, рабочая подача = 3 мм/с, подача врезания = 0.3 мм/с.

* Параметр «Заготовка» - нажать кнопку «Определить», далее в окне «Задание заготовки» нажать кнопку «Ok». При первом запуске ArtCAM параметры заготовки надо настроить (см. п.7.10 выше).

* Нажать кнопку «Сейчас». Будет вычислена траектория инструмента – указывается красной линией с наружной части букв.

* Нажать кнопку «Заккрыть». Откроется закладка «УП». В верхней части появится строка с названием УП – [Обработка по профилю].

В этом режиме фреза движется точно по линиям-векторам с постоянной глубиной. Контуры могут быть незамкнутыми.

* Открыть нижнюю закладку «УП». В разделе «2D УП» нажать кнопку «Обработка вдоль векторов». Слева откроется закладка «Обработка векторов».

* Проверить: «Начальный проход» всегда 0, «Точность» всегда 0.01.

* «Финишный проход» - задает глубину резки в миллиметрах, например, 2 мм.

* «Плоскость безопасности» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список. «Высота безопасности по Z» = 2, «X» = 0, «Y» = 0, «Z» = 2.

* «Профильный инструмент» - нажать кнопку «Выбрать». Появится окно «База данных групп инструментов». Из списка выбрать левой кнопкой мыши нужную фрезу (обычно тип фрезы – V-

образный или конический) и нажать кнопку «Выбрать». Название инструмента появится в строке ниже надписи «Профильный инструмент».

* Если нужного инструмента нет в списке, то его надо задать – см. п.7.9 выше.

* При обучении выбирайте V-образную фрезу диаметром 12 мм, угол 90 градусов, шаг = 1 мм, глубина за проход = 3 мм, рабочая подача = 3 мм/с, подача врезания = 0.3 мм/с.

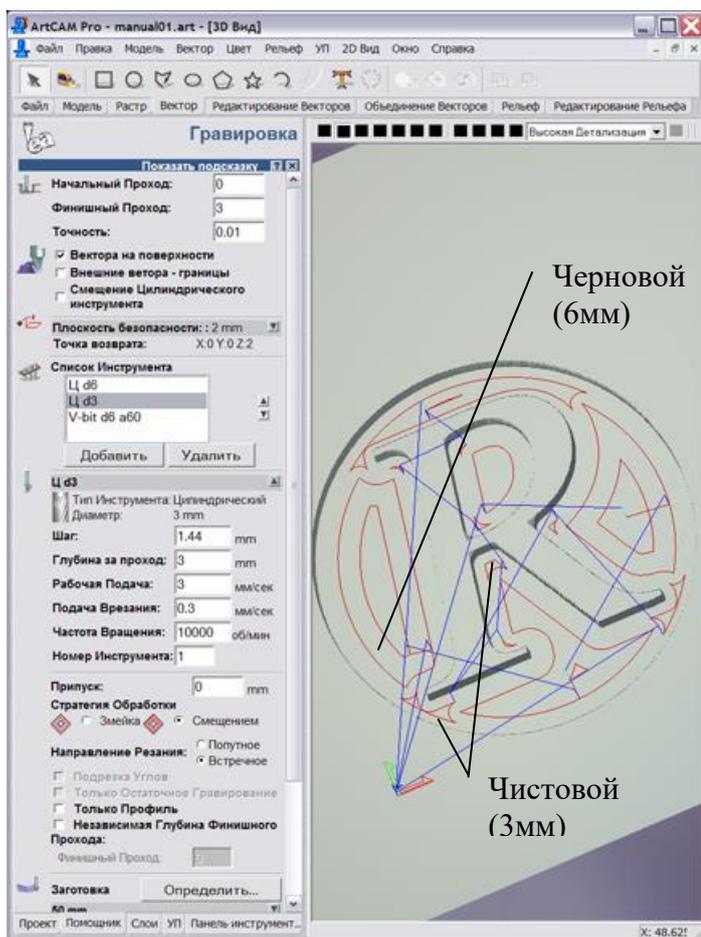
* Параметр «Заготовка» - нажать кнопку «Определить» и в окне «Задание заготовки» нажать кнопку «Ok». При первом запуске ArtCAM параметры заготовки надо настроить (см. п.7.10 выше).

* Нажать кнопку «Сейчас». Будет вычислена траектория инструмента – указывается красной линией.

* Нажать кнопку «Закреть». Откроется закладка «УП». В верхней части появится строка с названием УП – [Обработка векторов].

* Выполнить визуализацию (см. п.7.7 выше). Сохранить траекторию фрезы (см. п.7.8 выше).

7.13. Гравирование с выборкой областей черновой и чистовой фрезами



В этом режиме можно делать выборку замкнутых областей одинаковой глубины цилиндрической фрезой. Для сокращения времени заготовка сначала обрабатывается черновой фрезой большого диаметра. Черновая фреза оставляет необработанными узкие места, которые затем обрабатываются чистовой фрезой малого диаметра, причем чистовая фреза обрабатывает **только** те области, где не прошла черновая (см. рисунок). После обработки цилиндрической фрезой на внутренних углах остаются закругления. Для получения острых углов используется дополнительная коническая фреза. Она проходит по профилю букв и автоматически поднимается во внутренних углах таким образом, чтобы заострить их. Данный режим требует больших затрат времени, так как используются несколько инструментов.

* Открыть нижнюю закладку «УП». В разделе «2D УП» нажать кнопку «Гравировка». Слева откроется закладка «Гравировка».

* Проверить: «Начальный проход» всегда 0, «Точность» всегда 0.01.

* Флажок «Вектора на поверхности» необходимо включить. Флажки «Внешние вектора - границы» и «Смещение цилиндрического инструмента» отключить.

* «Финишный проход» - задает глубину резки в миллиметрах, например, 2 мм.

* «Плоскость безопасности» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список «Высота безопасности по Z» = 2, «X» = 0, «Y» = 0, «Z» = 2.

Проход черновой фрезой

* «Список инструмента» - нажать кнопку «Добавить». Появится окно «База данных групп инструментов». Из списка выбрать левой кнопкой мыши черновую фрезу (например, тип фрезы – концевой, диаметр 6 мм) и нажать кнопку «Выбрать». Название инструмента появится в списке.

* Если нужного инструмента нет в списке, то его надо задать – см. п.7.9 выше.

* В разделе «Стратегия обработки» выберите пункт «Смещением».

* При обучении выбирайте концевую фрезу диаметром 6 мм, шаг = 48% от диаметра, глубина за проход = 3 мм, рабочая подача = 3 мм/с, подача врезания = 0.3 мм/с.

* Параметр «Заготовка» - нажать кнопку «*Определить*» и в окне «*Задание заготовки*» нажать кнопку «*Ok*». При первом запуске ArtCAM параметры заготовки надо настроить (см. п.7.10 выше).

* Нажать кнопку «*Сейчас*». Будет вычислена траектория черновой фрезы – указывается красной линией.

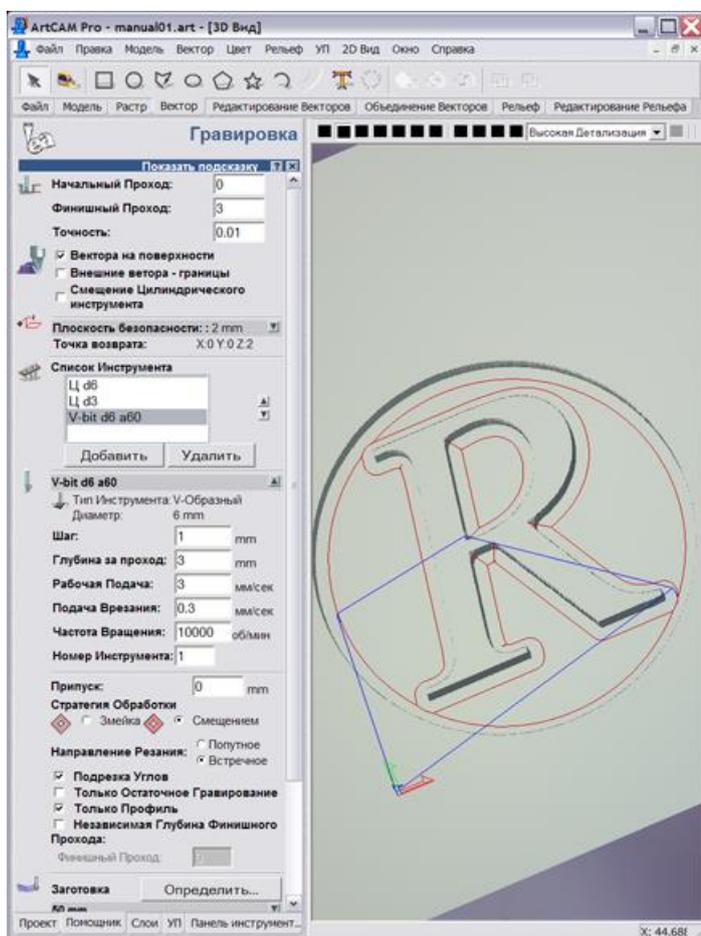
Проход чистовой фрезой

* «*Список инструмента*» - нажать кнопку «*Добавить*». Выбрать чистовую фрезу (например, тип фрезы – концевой, диаметр 3 мм) и нажать кнопку «*Выбрать*». В списке под черновой фрезой появится чистовая.

* Нажать кнопку «*Сейчас*». Будет вычислена траектория чистовой фрезы и добавлена к черновой.

* Для просмотра отдельно черновой или чистовой траектории нажать кнопку «*Заккрыть*». Откроется закладка «*УП*». В верхней части в УП [Гравировка] появятся две строки – траектории отдельно для черновой и чистовой фрезы. С помощью галочки в разделе «*Отображение*» можно включить или выключить просмотр отдельной траектории отдельно для режима 2D и 3D.

Заострение углов



* Войти в УП [Гравировка] двойным щелчком левой кнопки мыши.

* «*Список инструмента*» - нажать кнопку «*Добавить*». Выбрать коническую фрезу (тип фрезы – V-образная или коническая плоская, угол желателно острый – 60 градусов или меньше) и нажать кнопку «*Выбрать*». В списке под черновой и чистовой фрезой появится коническая.

* Флажки «*Подрезка углов*» и «*Только профиль*» включить. Флажки «*Только остаточное гравирование*» и «*Независимая глубина финишного прохода*» выключить.

* Нажать кнопку «*Сейчас*». Будет вычислена траектория конической фрезы и добавлена к предыдущим.

* Выполнить визуализацию. Для того, чтобы увидеть результат обработки всеми фрезами, левой кнопкой мыши нажать на слово [Гравировка], при этом серым цветом выделятся все три строки с названиями фрез. Далее выполнить визуализацию (см. п.7.7 выше). Если выделить мышью строку с названием одной из фрез, то визуализация будет выполнена только для этой фрезы.

Сохранение траектории

* Сохранить траекторию требуется отдельно для каждой из трех фрез. В нижней закладке «*УП*» в списке фрез под словом [Гравировка] нажатием левой кнопки мыши выделить только первую (черновую) фрезу. В разделе «*Операции с УП*» нажать кнопку «*Сохранить УП*» и, следуя инструкциям (см. п.7.8 выше), сохранить траекторию черновой фрезы в файле «*1.tar*».

* Выделить левой кнопкой мыши вторую (чистовую) фрезу. Сохранить траекторию чистовой фрезы в файле «*2.tar*».

- * Выделить левой кнопкой мыши коническую фрезу. Сохранить траекторию в файле «3.tap».
- * В программе *Engrave* три файла фрезеруются отдельно со сменой инструмента и настройкой нулевой точки по координате Z. При фрезеровании со сменой инструмента рекомендуется использовать датчик высоты инструмента (см. п.4.5).

7.14. (+) Создание барельефа из черно-белого изображения

Любую картинку, состоящую из оттенков серого цвета, с помощью *ArtCAM* можно перевести в объемный барельеф. При этом белый цвет – самый высокий, черный – самый глубокий, оттенки серого цвета задают промежуточную глубину.

- * Картинка должна состоять из оттенков серого цвета. Для этого в программе *Adobe Photoshop* установить флажок в меню «Изображение/ Режим/ Черно-белый». Сохранить картинку в формате *.BMP.
- * Перейти в *ArtCAM*. Команда меню «Файл/ Новый (из рисунка)». Появится окно «Размеры из модели» - в нем точкой отметить пункт «Размеры изображения», затем задать ширину и высоту картинки в миллиметрах. На экране появится картинка.
- * Перейти в режим 3D кнопкой «3D» в панели инструментов. Задать максимальную глубину барельефа командой меню «Рельеф/ Масштаб». В окне «Масштабирование рельефа» в поле «Высота» задать глубину барельефа в миллиметрах.
- * Сглаживание барельефа делает грани более пологими. Команда меню «Рельеф/Сглаживание», в окне «Сглаживание рельефа» задать «Количество проходов сглаживания» и нажать кнопку «Сгладить». Чем больше проходов, тем более гладкой будет картинка. Лучше задавать небольшое число проходов и нажимать кнопку «Сгладить» несколько раз, таким образом можно контролировать степень сглаживания. По окончании сглаживания в окне «Сглаживание рельефа» нажать кнопку «Отмена».
- * Для инверсии рельефа по оси Z (выпуклый- вогнутый и наоборот) использовать команду меню «Рельеф/ Инвертировать/ Только по Z».

7.15. Вставка готового барельефа в *ArtCAM*

В рабочее поле *ArtCAM* можно добавить ранее созданный барельеф. Таким образом, можно комбинировать несколько барельефов вместе.

- * В *ArtCAM* открыть пустую картинку или барельеф. Перейти в режим 2D.
- * Меню «Рельеф/ Загрузить/ Вставка». В окне «Открыть» выбрать файл-барельеф с расширением «*.ART» или «*.RLF». Нажать кнопку «Открыть».
- * На картинке 2D появится пунктирный прямоугольник, задающий вставляемый барельеф. Его размеры можно менять, захватив левой кнопкой мыши за угол (чтобы сохранить пропорции) и перемещая мышью. Прямоугольник можно передвигать по картинке кнопками-стрелками на клавиатуре.
- * В окне «Трехмерный шаблон» задать параметры вставляемого барельефа. Например, параметр «Высота по Z» задает высоту барельефа.
- * Для вставки барельефа в окне «Трехмерный шаблон» нажать кнопку «Вставить» и затем «Заккрыть».

7.16. (+) Задание ограничивающего контура

Вырезаемый барельеф можно ограничить замкнутым контуром. Фреза будет обрабатывать область только внутри этого контура. При этом уменьшается обрабатываемая площадь и время обработки. Можно также использовать ограничивающий контур, чтобы вырезать для проверки пробную маленькую часть барельефа.

- * Прямоугольный контур. В верхней закладке «Вектор» нажать кнопку «Создать прямоугольник». В боковой закладке «Создание прямоугольника» задать ширину и высоту прямоугольника. Нажать

кнопку «*Просмотр*» для предварительного просмотра на экране. Можно нарисовать прямоугольник прямо на картинке с помощью мыши.

* Перемещать прямоугольник можно левой кнопкой мыши за центральную точку. Можно также задавать значения координат X, Y параметром «*Центр*».

* Для создания прямоугольника нажать кнопку «*Создать*», затем «*Заккрыть*».

* Овальный контур. Для создания овального контура в верхней закладке «*Вектор*» нажать кнопку «*Создать эллипс*». Дальнейшие действия аналогичны операциям по созданию прямоугольника.

* Контур в виде ломаной линии. В верхней закладке «*Вектор*» нажать кнопку «*Создать полилинию*».

* Если контур должен быть гладким, в боковой закладке «*Создание полилинии*» отметить флажок «*Сглаживать полилинии*».

* Лево́й кнопкой мыши отметить на картинке точку ломаной линии, передвинуть мышшь на новое место, нажатием левой кнопки отметить следующую точку. Таким образом рисовать линию.

* Последняя точка должна совпасть с первой, чтобы контур замкнулся. Чтобы последняя точка совпала с первой, надо, чтобы на курсоре мыши в форме крестика в центре появился квадрат.

* Для выхода из закладки нажать кнопку «*Заккрыть*».

7.17. (+) Вычисление траектории для фрезерования барельефа

Барельеф фрезеруется параллельными проходами фрезы «построчно». Шаг, т.е. расстояние между параллельными проходами, задается в *ArtCAM*. Чем больше шаг, тем меньше время обработки, но при этом фреза оставляет более заметные борозды или «гребешки» между строками.

Чтобы ускорить работу, барельеф фрезеруют за два прохода - черновой и чистовой (не путать с проходами по глубине). При черновом проходе устанавливают большой шаг, чтобы снимать больше материала за один построчный проход. После чернового прохода на барельефе остаются борозды. Чистовой проход делается с маленьким шагом, чтобы срезать борозды и тем самым сгладить барельеф. При чистовом проходе для ускорения работы ставится высокая скорость подачи и производится только один проход по глубине. Чистовой проход можно делать той же фрезой, что и черновой, или взять более тонкую фрезу для лучшей проработки деталей.

Для ускорения работы можно на чистовом проходе ставить шаг чуть больше, чтобы оставались небольшие борозды. Эти борозды после фрезерной обработки легко удалить шкуркой с мелким зерном.

* Перед вычислением траектории задайте нулевую точку заготовки (см. п.7.3 выше). При задании курсором нулевая точка должна располагаться **снаружи** ограничивающего контура, чтобы при смене фрезы удобно было выставить нулевую точку по оси Z на поверхности заготовки.

Черновой проход

* В нижней закладке «*УП*» в разделе «*3D УП*» нажать кнопку «*Обработка рельефа*». Откроется закладка «*Обработка рельефа*».

* Отметить точкой пункт «*Выбранный вектор*». В списке «*Стратегия*» выбрать «*Змейкой*». «*Угол змейки*» – 90 градусов, т.е. инструмент будет перемещаться вдоль оси Y.

* Проверить: «*Припуск*» – 0, «*Точность*» – 0.01.

* «*Плоскость безопасности*» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список. «*Высота безопасности по Z*» = 2, «*X*» = 0, «*Y*» = 0, «*Z*» = 2.

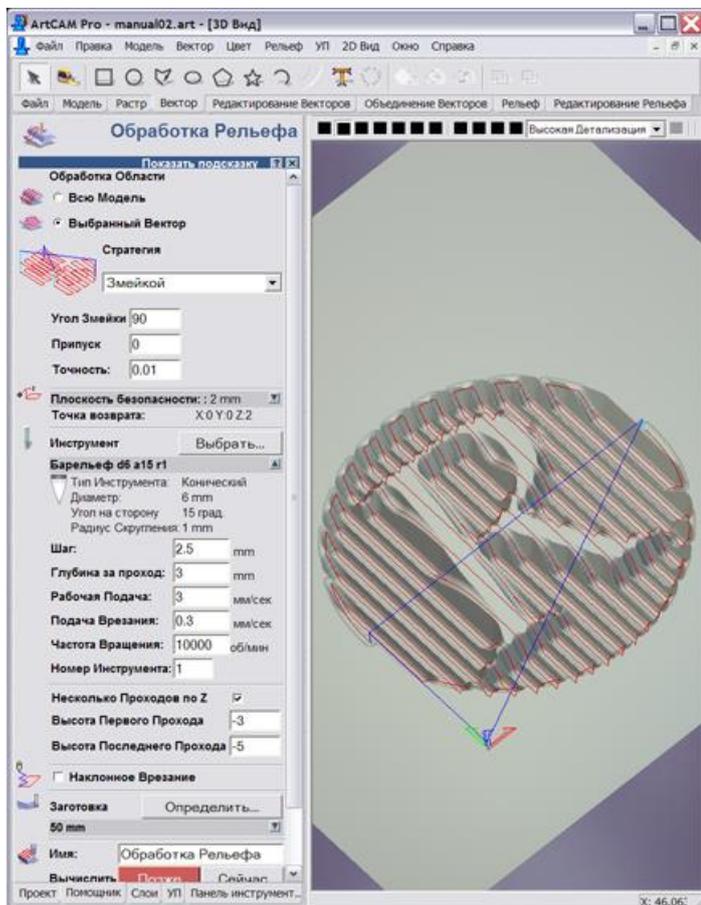
* «*Инструмент*» - нажать кнопку «*Выбрать*» и далее в открывшемся окне кнопкой «*Добавить инструмент*» задать фрезу с нужными параметрами (см п.7.9 выше).

* Пример для фрезы по камню:

- «Тип» - коническая сферическая, «Диаметр (D)» = 12 мм. «Угол (A)» = 15, «Радиус скругления (R)» = 1 мм;

- «Глуб. обраб. за проход» = 3 мм, «Шаг» = 0.8 мм, «Частота вращения» = 10000 об/мин (не забыть установить на шпинделе), «Рабочая подача» = 3 мм/с, «Подача врезания» = 0.3 мм/с.

* Нажать справа от названия фрезы кнопку-треугольник. Выпадет список. В поле «Шаг» задать 1.5 .. 3 мм – чем больше радиус скругления фрезы, тем больше можно задать шаг. «Рабочая подача» - 3 мм/с.



* Если глубина барельефа (определяется командой меню «Рельеф/ Масштаб») больше, чем «Глубина за проход», то необходимо делать несколько проходов по глубине. Для этого отметить флажок «Несколько проходов по Z». «Высота первого прохода» - задать глубину за проход **со знаком «-»**, т.е. для нашего примера «-3». «Высота последнего прохода» - задать полную глубину барельефа **со знаком «-»**. Промежуточные проходы устанавливаются программой ArtCAM равными глубине за проход.

* «Заготовка» - нажать кнопку «Определить». Задать параметры (см. п. 7.10 выше).

* Перейти в режим «3D» кнопкой «3D». Нажать кнопку «Сейчас» - будет вычислена траектория фрезы. Процесс построения траектории отображается красными линиями - **только** в режиме «3D».

* Если надо прервать процесс вычисления траектории, нажать в режиме «3D» левую кнопку мыши в любом месте картинке. В окне на вопрос «Прервать создание траектории?» нажать кнопку «Да».

* Нажать кнопку «Закреть». В нижней закладке «УП» появится строка «Обработка Рельефа».

Чистовой проход

* В нижней закладке «УП» в разделе «3D УП» нажать кнопку «Обработка рельефа». Откроется закладка «Обработка рельефа».

* Отметить точкой пункт «Выбранный вектор». В списке «Стратегия» выбрать «Змейкой». «Угол змейки» – 0.

* Проверить: «Припуск» – 0, «Точность» – 0.01.

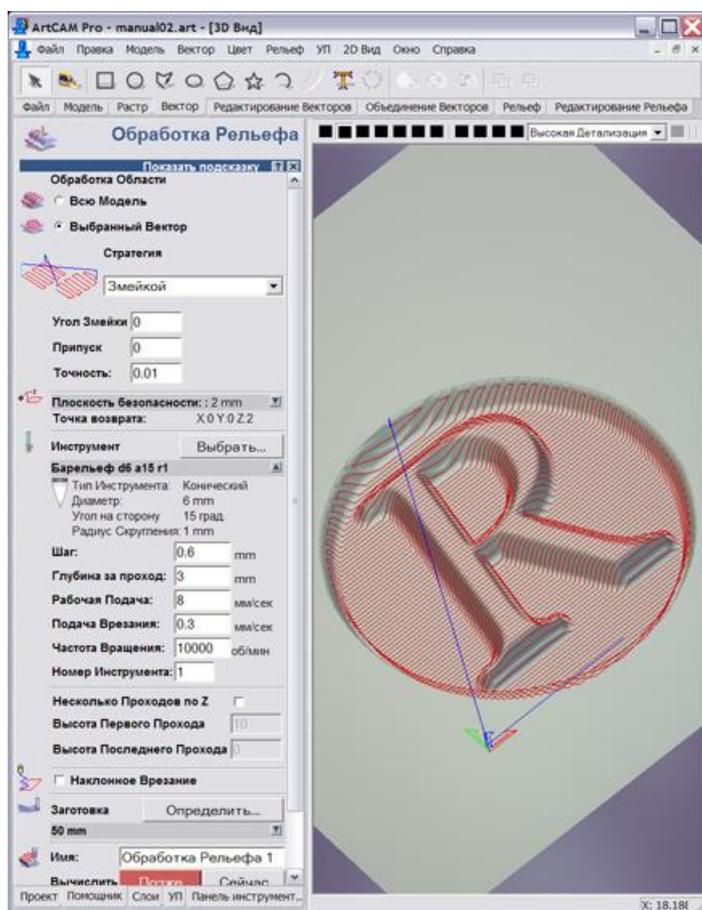
* «Плоскость безопасности» - нажать справа от надписи кнопку-треугольник. Выпадет список. «Высота безопасности по Z» = 2, «X» = 0, «Y» = 0, «Z» = 2.

* При чистовом проходе делается один проход по глубине. Флажок «Несколько проходов по Z» не отмечать.

* «Заготовка» - нажать кнопку «Определить». Задать параметры (см. п. 7.10 выше).

* Перейти в режим «3D» кнопкой «3D». Нажать кнопку «Сейчас» - будет вычислена траектория фрезы. Процесс построения траектории отображается красными линиями - **только** в режиме «3D».

- * Если надо прервать процесс вычисления траектории, нажать в режиме «3D» левую кнопку мыши в любом месте картинке. В окне на вопрос «Прервать создание траектории?» нажать кнопку «Да».
- * Нажать кнопку «Заккрыть». В нижней закладке «УП» появятся две строки-траектории [Обработка Рельефа] – черновой проход и [Обработка Рельефа 1] – чистовой проход.



- * Рекомендуется выполнить визуализацию чистового прохода (см. п.7.7 выше), чтобы контролировать качество обработки мелких деталей. Для улучшения качества работы при чистовом проходе можно использовать более тонкую фрезу, чем при черновом.

Сохранение траектории.

- * Необходимо сохранить траекторию отдельно для чернового и чистового прохода. В нижней закладке «УП» в списке УП нажатием левой кнопки мыши выделить [Обработка Рельефа]. В разделе «Операции с УП» нажать кнопку «Сохранить УП» и, следуя инструкциям (см. п.7.8 выше) сохранить траекторию чернового прохода в файле «1.tap».
- * Выделить левой кнопкой мыши чистовой проход - [Обработка Рельефа 1]. Сохранить траекторию чистового прохода в файле «2.tap».
- * В программе *Engrave* два файла фрезеруются отдельно. Если инструменты для чернового и чистового прохода разные, то необходима смена инструмента и настройка нулевой точки по координате Z. Рекомендуется использовать датчик высоты инструмента для коррекции высоты при смене фрезы (см. п.4.5).

Разница в параметрах для чернового и чистового проходов

Параметр	Черновой проход	Чистовой проход
«Угол змейки»	90	0
«Шаг»	1.5 .. 3.0 мм (чем мягче материал, тем больше шаг)	0.5 .. 1.0 мм (чем больше радиус скругления фрезы, тем больше шаг)
«Рабочая подача»	3 мм/с	8 .. 10 мм/с
Флажок «Несколько проходов по Z»	Отмечен (если глубина барельефа больше глубины прохода)	Не отмечен

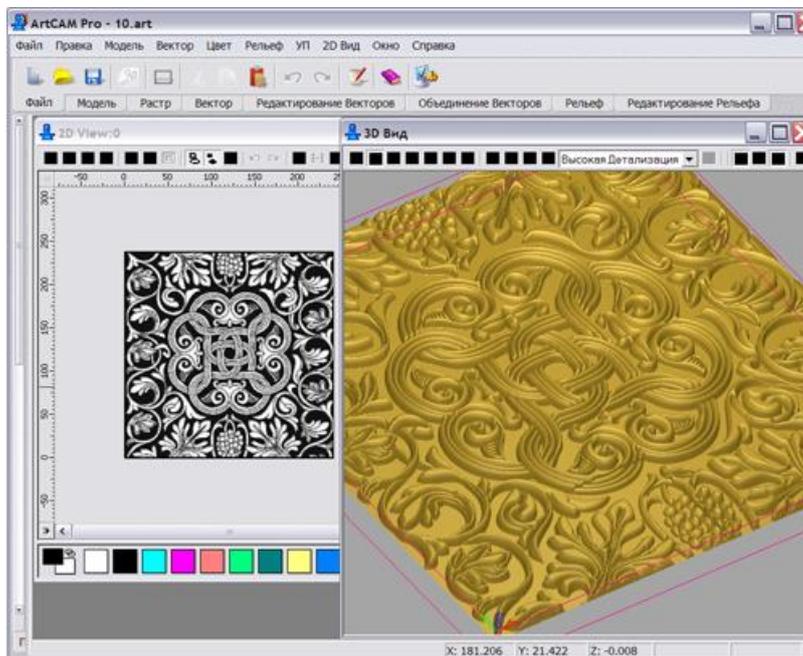
7.18. Создание барельефа из векторного изображения (с помощью Adobe Photoshop)

В этом разделе рассказывается, как перевести векторную картинку, например, узор, в барельеф. Используется функция сглаживания в Photoshop. Картинка должна быть в формате «*.eps», чтобы импортировать картинку в Photoshop.

- * Перейти в Photoshop. Меню «Файл/Открыть», далее в окне «Открыть» в списке «Тип файлов» выбрать «Photoshop EPS (*.EPS)». Выбрать нужный файл в списке, нажать кнопку «Открыть». В окне «Растривание Generic EPS формата» в списке «Режим» выбрать «Черно-белый», а «Разрешение» настроить так, чтобы размер картинки был 3..10 Мбайт (чем больше мелких деталей, тем больше раз-

мер файла). Нажать кнопку «Ок». На экране появится картинка из линий на прозрачном фоне (шахматная клетка).

* Меню «Окно/ Слои» - открыть панель «Слои», в ней будет единственный слой «Слой 1». В панели инструментов цвет фона – белый. Меню «Слой/Новый/Фон из слоя» - появится картинка на белом фоне.



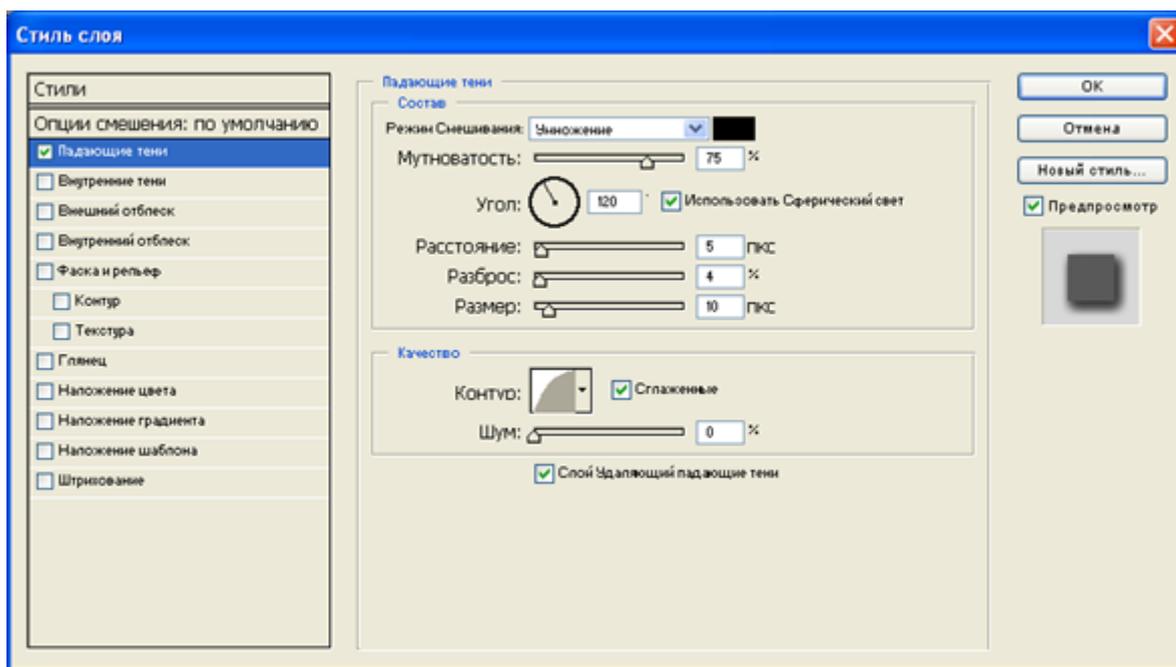
* Инструментом «Заливка» в слое «Фон» залить черным «дно» барельефа.

* В панели «Слои» сделать активным «Слой 1». Меню «Слой/Дубликат слоя...» - в панели слоев появится слой «Слой 1 копия».

Меню «Фильтр/Смазывание/Смазывание Гаусса». В окне «Смазывание Гаусса» настроить радиус, чтобы края картинки стали размытыми, и нажать кнопку «Ок».

* Меню «Слой/Эффекты слоя/Тень» - в окне «Стиль слоя» галочкой отмечен стиль «Падающие тени». Выбрать режим смешивания – «Умножение», мутноватость – 75%, угол – 120 градусов, отметить флажок «Использовать сферический свет». Расстояние – 5 пкс, разброс – 4%, размер – 10 пкс. В разделе «Контур» выбрать полукруглый профиль (см. рисунок), отметить флажок «Сглаженные», шум – 0%. Отметить флажок «Слой, удаляющий падающие тени». Нажать кнопку «Ок». На краях картинки появится размытая тень.

* Перевести картинку в ArtCAM и далее действовать согласно п.7.17 выше.

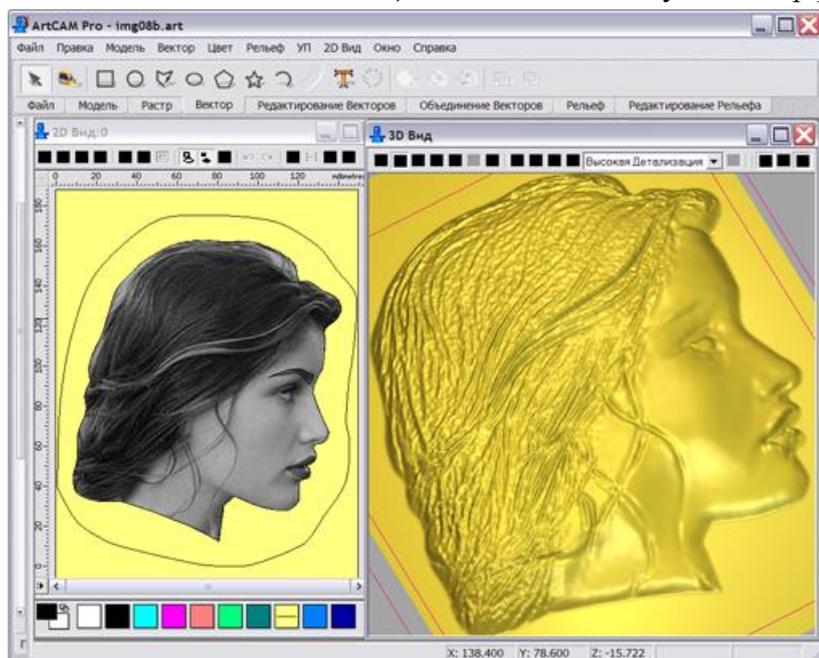


7.19. Создание барельефа лица в ArtCAM (Face Wizard)

* Закрывать проект в ArtCAM, если он открыт (команда меню «Файл/Закреть»).

ArtCAM позволяет создавать из фотографии лица человека (обязательно в профиль!) барельеф, при этом учитывая форму головы.

* В нижней закладке «Помощник» нажать кнопку «Мастер рельефа лица».



* В боковой закладке нажать кнопку «Открыть фото...» («Open photo...») и выбрать в окне картинку с фотографией головы в формате «*.BMP».

* В закладке нажать кнопку «Создать полилинию». Отметить флажок «Сглаживать полилинию». Отмечая узловые точки контура левой кнопкой мыши на фотографии, обвести контур лица, как это сделано на фотографии-образце в закладке. Замкнуть контур, т.е. последнюю точку совместить с начальной. В закладке слева нажать кнопку «Далее».

* Задать две характерные точки, как это указано на фотографии-образце в закладке. Первая точка – бровь, вторая – место, где затылок переходит в шею. Точки отметить на фотографии левой кнопкой мыши. Если точки заданы неверно, их можно удалить кнопкой «Удалить точки» в закладке и повторить ввод. В закладке слева нажать кнопку «Далее».

* В разделе «Размеры модели» задать размеры заготовки в миллиметрах. В разделе «Размеры головы» задать размеры головы (всегда меньше размеров модели). В закладке слева нажать кнопку «Далее».

* После некоторых вычислений появится окно 3D с готовым барельефом. Слева откроется закладка «Интерактивный скульптор».

Работа в режиме «Интерактивный скульптор».

* Использовать инструмент «Сглаживание», чтобы сгладить лицо, волосы при этом не трогать. Сглаживание производится на картинке мышью при нажатой левой кнопке. В параметрах кисти установить диаметр 50 или более, усилие около 10%, плавность 100%.

* Использовать инструменты «Наложение», «Удаление», чтобы создать выпуклые или вогнутые места.

* Если результат редактирования Вас не устраивает, нажать кнопку «Вернуть» для отмены изменений и возврата в исходное состояние. Нажать кнопку «Принять», чтобы зафиксировать результаты редактирования, если они Вас устраивают. В дальнейшем отмена изменений кнопкой «Вернуть» приведет к возврату к состоянию на момент последнего нажатия «Принять».

* Если отметить флажок «Использовать цвета 2D-вида», то на барельеф накладывается исходная полутоновая фотография.

* Чтобы повернуть или изменить масштаб барельефа, надо нажать кнопку «Переключатель» в панели инструментов 3D. Далее курсором мыши поворачивать (нажата левая кнопка мыши) или масштабировать (нажата правая кнопка) картинку. При отпускании кнопки мыши происходит переход в режим редактирования скульптора.

* Выход из режима скульптора – кнопка «Завершить» в закладке слева. Для повторного входа в скульптор в верхней закладке «Редактирование рельефа» нажать кнопку «Скульптор».

* Рекомендуется немного сгладить весь барельеф командой меню «Рельеф/ Сглаживание».

* Задать ограничивающий контур (см. п.7.16 выше). Вычислить траекторию фрезы (см. п.7.17 выше).

8. Особенности фрезерования барельефов на камне

8.1. Основные принципы

Для фрезерования барельефов традиционно используется минимум два прохода:

- черновой проход шариковой или концевой фрезой большого диаметра в несколько проходов по глубине;
- чистовой проход конической сферической (с шариковым наконечником) фрезой.

Однако в настоящее время всё чаще используется метод чистовой фрезеровки камня конической сферической фрезой за один чистовой проход (метод быстрого фрезерования).

Ключевые элементы технологии быстрого фрезерования по камню:

- * Управляющая программа (УП) создается в программах *ArtCAM*, *Vetric Aspire* и др. **методом чистовой (финишной) обработки построчно.**
- * Фрезерование на камне делается **за один проход на большую глубину** (до 40 .. 60 мм).
- * **Малый шаг** УП (0.20 .. 0.25 мм) для получения чисто обработанной поверхности за один проход.
- * **Высокая скорость подачи** (25 .. 30 мм/с) для сокращения времени обработки.
- * Используются алмазные многослойные фрезы конической формы (угол 6 .. 8 град) со сферическим кончиком, диаметр кончика 3 .. 5 мм.

Преимущество технологии быстрого фрезерования по сравнению с традиционным заключается в том, что за единственный проход поверхность детали обрабатывается начистовую, при этом общее время фрезерования значительно сокращается, так как нет необходимости в нескольких проходах и в смене фрез.

Быстрое фрезерование накладывает специальные требования к созданию управляющей программы (УП) по 3D-модели. При чистовой обработке барельеф фрезеруется построчно. Если глубина прохода текущей строки глубже, чем глубина прохода предыдущей строки даже на относительно небольшую величину (перепад глубины более 1 мм), то при высокой скорости подачи фреза легко ломается. Критический перепад по глубине и, как следствие, авария может возникнуть в середине большой (более миллиона строк) управляющей программы.

Для успешной работы необходимо создавать УП в соответствии с определенными правилами. При создании УП для быстрого фрезерования требуется специальная адаптация исходной 3D-модели.

В программе *Engrave* версии 12 есть встроенные алгоритмы обнаружения и коррекции опасных участков управляющей программы. т.н. **проверка заглублений**. Для проверки УП в программе *Engrave* необходимо нажать кнопку «Проверка заглублений (*Ctrl-D*)». Программа выделит опасные места цветовыми метками в тексте УП и в окне 3D-вида. Некоторые проблемы можно скорректировать прямо в программе *Engrave*, для других необходимо внести изменения в 3D-модель и заново рассчитать УП в программе 3D-моделирования - *ArtCAM* или *Vetric Aspire*.

8.2. Проверка заглублений

Чтобы пользоваться средствами проверки заглублений, необходимо создавать управляющую программу (УП) в соответствии с принципами метода быстрой фрезеровки барельефов:

- Для создания УП в *ArtCAM*, *Vetric Aspire* использовать операцию чистовой (финишной) обработки.
- Стратегия обработки – растровая, строки растра вдоль оси X (угол растра 0 градусов).

В программе *Engrave* откройте УП и нажмите в верхней панели кнопку «Проверка заглублений (*Ctrl-D*)» рис.8.1 поз.6. После вычислений появится окно «Информация о заглублениях», см. рис.8.1. Если вместо окна результатов появилось сообщение «Ошибка вычисления заглублений, код XXX», то УП не является барельефом или не соответствует требованиям, указанным выше.

По умолчанию проверка заглаблений осуществляется программой *Engrave* автоматически при открытии УП. При автоматической проверке программа не выводит сообщений об ошибках вычисления заглаблений, а окно «Информация о заглаблениях» появляется лишь в том случае, если:

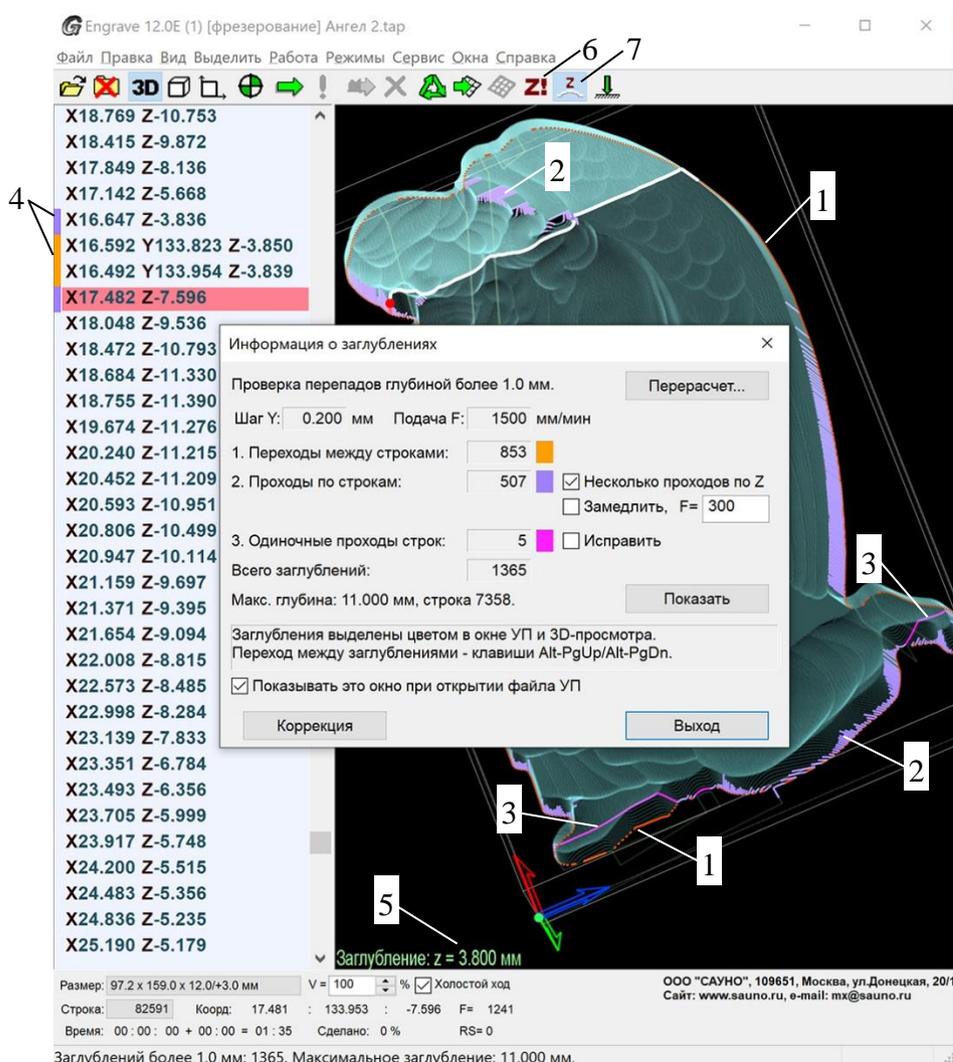
- а) проверка проведена успешно;
- б) в УП обнаружены опасные места.

Автоматическую проверку можно отключить в меню «Файл/Настройки/Фрезерование», выключив пункт «Проверка заглаблений при открытии файла УП».

8.3. Анализ информации о заглаблениях

В окне «Информация о заглаблениях» отображается следующая информация:

- Шаг растра УП (мм), скорость подачи F (мм/мин) – определяются при анализе УП.
- Количество заглаблений по типам (пп.1 .. 3), измеряется количеством строк УП, в которых пороговая глубина (в нашем примере 1.0 мм) превышена. «Всего заглаблений» - общее количество.
- «Макс. глубина» - величина максимального заглабления, чтобы перейти на данную строку УП, нажмите кнопку «Показать».
- «Показывать это окно при открытии файла УП» - если пункт включен, то при открытии файла УП производится автоматическая проверка заглаблений.



1. Переходы между строками (3D-вид).
2. Проходы по строкам (3D-вид).
3. Одиночные проходы строк (3D-вид).
4. Строки с превышением порога глубины в окне УП, цвет метки указывает тип заглабления.
5. Величина заглабления для текущей строки УП.
6. Кнопка «Проверка заглаблений».
7. Кнопка «Показывать заглабление».

Строки УП, в которых найдены заглабления с превышением порога, отображаются в окне текста УП и в окне 3D-вида. В окне текста такие строки помечаются цветовой отметкой слева, в окне 3D цветом отмечается участок траектории, соответствующий отмеченной строке УП. Цвет метки соответствует типу заглабления:

1. Оранжевый – переходы между строками
2. Фиолетовый – проходы по строкам
3. Розовый – одиночные проходы строк

Рис.8.1 Информация о заглаблениях.

Для строки УП в окне 3D-вида указывается величина заглабления в мм (рис.8.1 поз.5). Информация появляется только для строк УП с цветовой отметкой.

Закройте окно «Информация о заглаблениях» кнопкой «Выход». Теперь, ориентируясь по цветовым меткам, опасные места барельефа можно просматривать, меняя масштаб и угол обзора 3D-вида. Для того, чтобы быстро переходить между цветовыми метками в тексте УП, используйте клавиши <Alt-PgUp> / <Alt-PgDn> - переход к строке предыдущего/ следующего отмеченного заглабления.

Цветовую разметку можно отключить и снова включить нажатием кнопки «Показывать заглабления» рис.8.1 поз.7 в верхней панели.

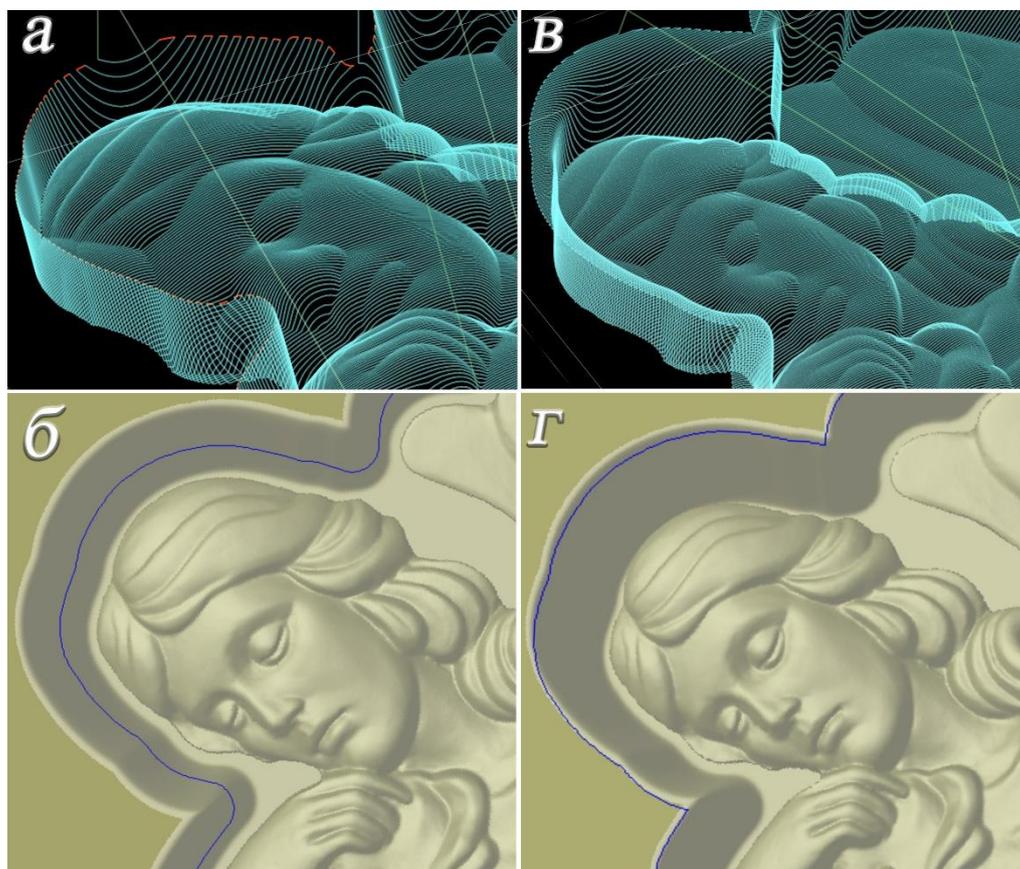
Проверка заглаблений не вносит изменений в файл УП, поэтому кнопку «Проверка заглаблений» рис.8.1 поз.6 можно нажимать повторно.

Нажатие кнопки «Перерасчет» в окне «Информация о заглаблениях» позволяет изменить порог глубины и отображаемые типы заглаблений и произвести проверку заглаблений заново с измененными параметрами. Если в окне «Проверка заглаблений» отключить один или несколько типов, то этот тип заглабления не будет отображаться в окнах УП и 3D-вида. Таким способом можно анализировать различные типы заглаблений по отдельности.

Настройка параметров заглаблений

Выполните команду меню «Заглабления/Параметры заглаблений...». Откроется окно «Параметры заглаблений». Параметр «Глубина» (мм) задает пороговый перепад глубины в текущей точке обработки относительно ранее обработанного участка предыдущей строки растровой УП. При превышении пороговой глубины текущая строка УП будет отмечена как «опасная». Глубина зависит от твердости обрабатываемого материала, параметров обработки (скорость подачи, шаг раstra) и мощности мотора шпинделя. Типы заглаблений позволяют выбрать для анализа и просмотра разные варианты критических ситуаций. Подробное описание типов заглаблений смотри далее. Для сохранения изменений в окне «Параметры заглаблений» нажмите кнопку «ОК».

8.4. Заглабления первого типа - переходы между строками



Если в УП переходы между строками раstra проходят на глубине большей, чем пороговая (глубина измеряется от уровня поверхности заготовки), то данные строки УП обозначаются как «Переходы между строками» и отмечаются оранжевым цветом. Такие переходы изображены на рис.8.2.а.

Причины

Чаще всего для модели неверно задан векторный контур, внутри которого вычисляется УП. На рис.8.2.б видно, что контур (синяя линия) проходит по стенке барельефа на достаточно большой глубине.

Рис.8.2 Заглабления в переходах между строками.

Коррекция

Необходимо расширить контур, внутри которого вычисляется УП. Это делается в программе создания УП (*ArtCAM, Vectric Aspire*). На рис.8.2.г показан расширенный контур (синяя линия), проходящий уже по поверхности заготовки. Исправленная управляющая программа уже не дает критических заглаблений между строками (см. рис.8.2.в).

8.5. Заглабления второго типа – проходы по строкам

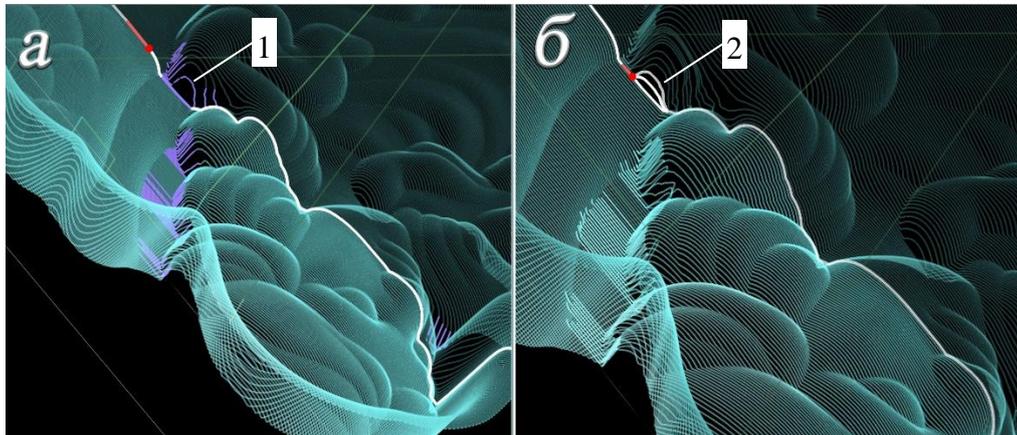


Рис.8.3. Заглабления в проходах по строкам.

УП чистовой обработки рельефа состоит из строк раstra. Если в текущей строке раstra глубина (координата Z) превышает глубину на предыдущей строке раstra более, чем на пороговое значение, то данные строки УП обозначаются как заглабления типа «*Проходы по строкам*» и отмечаются фиолетовым цветом.

Подобный проход изображен на рис.8.3.а поз.1. Этот вид заглаблений возникает в местах рельефа, где есть отрицательный уклон, т.е. фреза от строки к строке раstra постепенно опускается.

Коррекция 3D-модели

Возможно, необходимо исправить 3D-модель в программе *ArtCAM, Vectric Aspire* и др.

- Увеличить уклоны, задать больший угол при создании уклонов в рельефе.
- Уменьшить шаг раstra (расстояние между строками раstra), задается в параметрах фрезы.

Коррекция УП в программе *Engrave*

В окне «*Информация о заглаблениях*» отметить один из пунктов «*Несколько проходов по Z*» и «*Замедлить*» (можно оба сразу) и нажать кнопку «*Коррекция*». После вычислений будет создан и открыт исправленный файл УП с тем же названием и окончанием «*_ext*», например: «*Рельеф01_ext.tap*».

1. «*Несколько проходов по Z*». Опасные места УП будут выполняться за несколько проходов по глубине, см. рис.8.3.б поз.2. Глубина обработки увеличивается постепенно и поэтому не превышает порога.

2. «*Замедлить*». В опасных местах УП скорость подачи замедляется. Значение скорости задается параметром «*F=*» справа от переключателя «*Замедлить*». После прохождения опасного места скорость подачи восстанавливается до предыдущей величины. Команды изменения скорости вносятся в УП (G-код «*F*»).

Оба вида коррекции можно включать по отдельности или одновременно.

При наличии грубых ошибок в 3D-модели (слишком крутой уклон, вертикальные стенки) коррекция в *Engrave* может не дать эффекта. В этом случае исправьте 3D-модель.

Иногда после коррекции остаются не исправленные проходы по строкам. В таком случае можно выполнить коррекцию повторно.

Если параметр «*Несколько проходов по Z*» отключен, а параметр «*Замедлить*» включен, то даже после замедления скорости при повторной проверке заглабления останутся.

8.6. Заглубления третьего типа – одиночные проходы строк

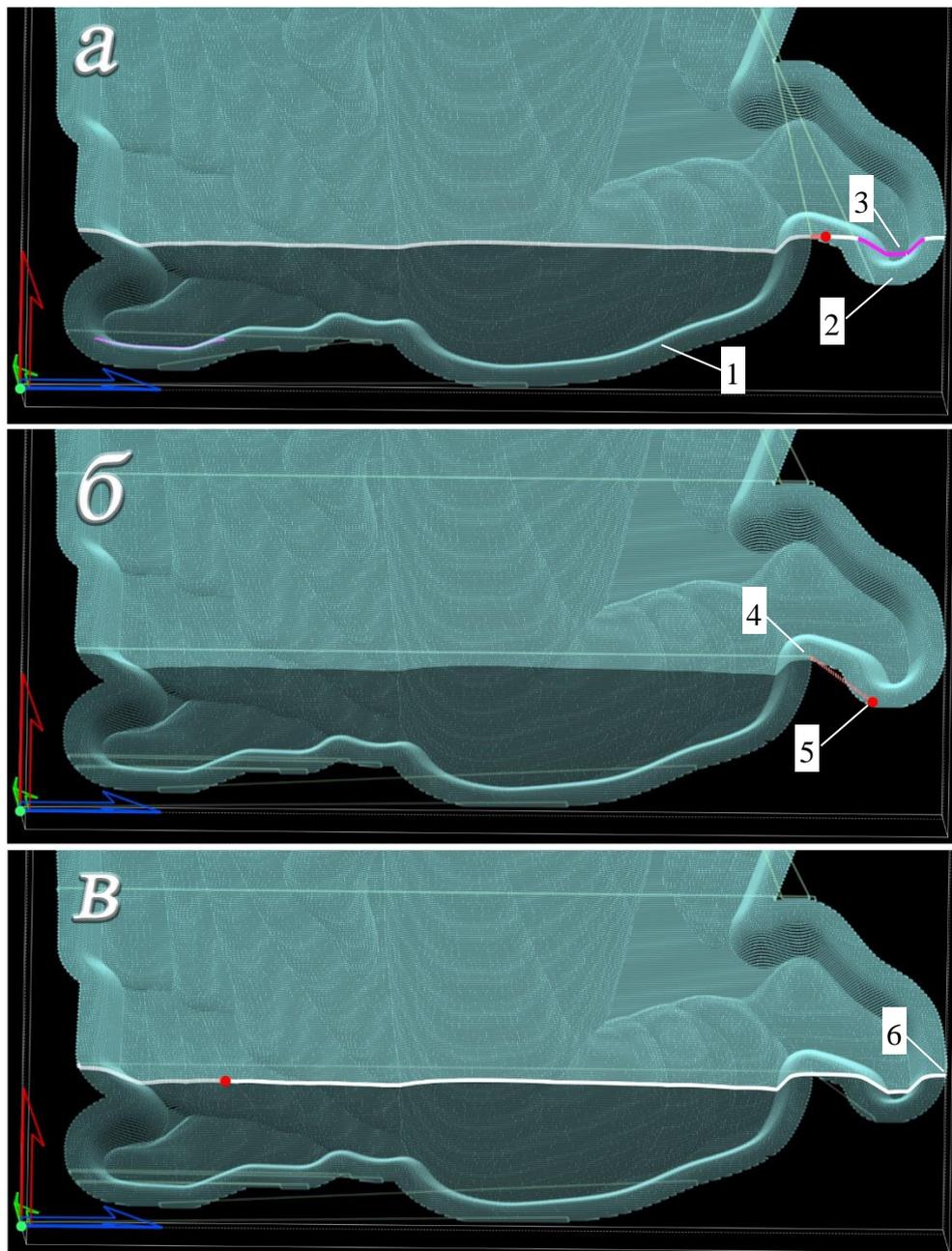


Рис.8.4. Заглубления – одиночные проходы строк.

Коррекция УП в программе Engrave

В окне «Информация о заглублениях» отметить пункт «Исправить» справа от счетчика «Одиночные проходы строк» и нажать кнопку «Коррекция». После вычислений будет создан и открыт исправленный файл УП с тем же названием и окончанием «_ext», например: «Рельеф01_ext.tap».

УП будет перестроена следующим образом. После того, как обработка снизу вверх дойдет до точки поз.4, инструмент поднимется и пройдет в режиме холостого хода в точку поз.5. Далее обработка правого фрагмента поз.2 продолжится снизу вверх до точки поз.6. Затем фреза продолжит обработку оставшейся части рельефа снизу вверх, как показано на рис.8.4.в.

ВНИМАНИЕ! Коррекция одиночных проходов (тип заглублений 3) возможна совместно с коррекцией проходов по строкам (тип заглублений 2). Для этого необходимо включить соответствующие параметры коррекции в окне «Информация о заглублениях», например, «Несколько проходов по Z» и «Исправить». При нажатии кнопки «Коррекция» сначала исправляются одиночные проходы (тип 3), а затем проходы по строкам (тип 2).

Границы модели могут иметь такую форму, что фрезерование будет происходить по частям. Например, на рис.8.4.а обработка идет построчно снизу вверх. Сначала фрезеруется область поз.1 (темного цвета). Затем должна начаться фрезеровка области поз.2. Фреза идет слева направо по текущей строке раstra поз.3 и заходит за пределы обработанной ранее области поз.1. В поз.3 фреза опускается на большую глубину. В этом месте неизбежно произойдет авария.

Часто программы вычисления УП не учитывают подобные опасные места. Возможно, это несущественно при обработке мягких материалов, но на камне запуск подобной УП приведет к аварии.

Программа *Engrave* при проверке заглублений отмечает опасные места как «Одиночные проходы строк» и выделяет розовым цветом (рис.8.4.а поз.3).