

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 2018.02.14

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c1eabb175e9745df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ НА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОМ СТАНКЕ С ЧПУ

Методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий для студентов направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения

Курск 2018

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Методические указания к выполнению лабораторных работ и
практических занятий для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств, профиль «Технология
машиностроения» очной и заочной форм обучения

Курск 2018

УДК 621.9

Составители: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.А. Горохов*

Электрохимическая обработка: методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов. – Курск, 2018. – 9 с.: ил. 3. Библиогр.: с. 9.

Методические указания определяют порядок действий, необходимых при проектировании технологического процесса электрохимической обработки детали.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,52 . Уч.-изд. л. 0,47 Тираж 50 экз. Заказ 941. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: изучить особенности проектирования технологического процесса электрохимической обработки детали.

1. Задание

Для втулки (рис. 1) разработать технологический процесс электрохимической обработки внутренней профильной поверхности.

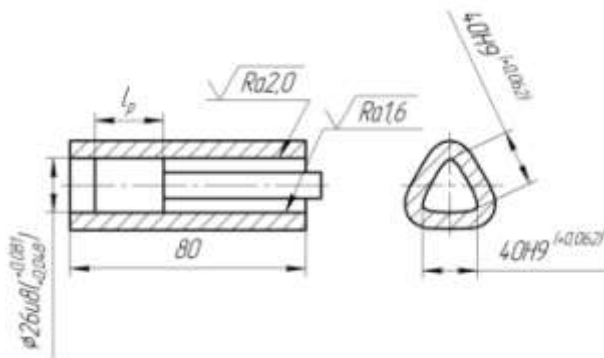


Рис. 1.

Исходные данные

Материал рабочей части катода: Нержавеющая сталь 12X18H10T.

Материал диэлектрика: Пластмасса АСТ-Т.

Электролит: натрий хлористый.

Оборудование: электрохимический станок модели 4А423ФЦ.

Материал заготовки: ОТ-4.

Введение

Электрохимическая обработка основана на электрохимическом (анодном) растворении металла заготовки при высоких плотностях электрического тока.

Механизм съёма (растворения, удаления) металла при электрохимической обработке основан на электролизе – процессе, при котором происходит окисление или восстановление поверхностей электродов (проводников электрического тока), соединённых с источником питания током и помещённых в токопроводящий раствор – электролит. Один из электродов (заготовка) присоединён к положительному полюсу источника питания и является анодом; а второй (инструмент) – к отрицательному; последний является катодом.

1. Выбор материала детали (анода)

Марка: ОТ-4 титановый деформируемый сплав, ГОСТ 19807-91;
Плотность: 4500 кг/м.куб.;

Назначение: детали, длительно работающие при температуре 350-400°; коррозионная стойкость хорошая; класс по структуре псевдо α ;

Модуль упругости: $E=115000$ МПа;

Модуль сдвига: $G=39200$ МПа;

Свариваемость: Хорошая;

Химический состав: Fe до 0.3%, C до 0.1%, Si до 0.15%, Mn 0.8 – 2%, Ti 91.638 - 95.7%, Al 3.5 – 5%, Zr до 0.3%, O до 0.15%, H до 0.012%, примесей прочих 0.3%, [4].

$\sigma_B=850$ МПа;

НВ 205, [2].

2. Анализ требований к инструменту (катоде)

Точность формы и рабочего профиля катода должна быть на 1 квалитет выше точность требуемого отверстия, т.е. по 8 квалитету.

Шероховатость рабочей части катода не влияет на качество обрабатываемой поверхности, но определяет характер течения электролита и интенсивность загрязнения зазора продуктами обработки, поэтому назначаем шероховатость $Ra=2,0$ мкм.

Для возможности ремонта катода после короткого замыкания необходимо оставить припуск по

$u8_{+0.048}^{+0.081}$, [1].

3. Выбор материала катода и его характеристик

Материал катода: Нержавеющая сталь 12Х18Н10Т.

Плотность: 7630 кг/м.куб.;

Назначение: детали, работающие до 600 °С. Сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворах щелочей и солей и другие детали, работающие под давлением при температуре от –196 до +600 °С, а при наличии агрессивных сред до +350 °С.; сталь аустенитного класса.;

Модуль упругости: $E=220000$ МПа;

Модуль сдвига: $G=77000$ МПа;

Свариваемость: Сваривается без ограничений;

Проводимость, отнесенная к меди: 2-3 %;
Адгезия с покрытиями: хорошая;
Химический состав: Кремний:0.8%, Марганец:2.0%,
Медь:0.30%, Никель:9.0-11.0%, Сера:0.020%, Углерод:0.12%,
Фосфор:0.035%, Хром:17.0-19.0%, Титан:0.6-0.8%.;
 $\sigma_B = 540-560$ МПа;
НВ 179, [2].

4. Выбор материала диэлектрика и описание его свойств

Материал диэлектрика: пластмасса АСТ-Т.

Пластмасса АСТ-Т - пластмасса акриловая самотвердеющая - представляет собой акриловый компаунд холодного отверждения типа порошок-жидкость. Применяется в машиностроении, приборостроении и других отраслях в качестве конструкционного и реставрационного материала, [3].

Предел прочности на разрыв: 45-50 МПа;

Плотность: 1,14-1,18 г/см³;

Водопоглощаемость при 20°С: 0,14%;

Наибольшая температура, при которой может быть использован материал: 97°С.

5. Выбор способа обработки

Обработка подвижными электродами с поступательным перемещением катода при неподвижной заготовки.

Применяется для размерного съёма материала по длине отверстия и в пределах любого сечения для отверстий с прямолинейными и криволинейными осями с постоянным или переменным радиусом изгиба.

6. Расчёт размеров катодного устройства

6.1. Определение наибольшего межэлектродного зазора

$$h_{\max} = \frac{b + \delta_B - b_3}{2} + h_0;$$

h_{\max} – наибольший межэлектродный зазор, мм;

2);
 b – периметр сечения внутренней поверхности детали, мм (рис.

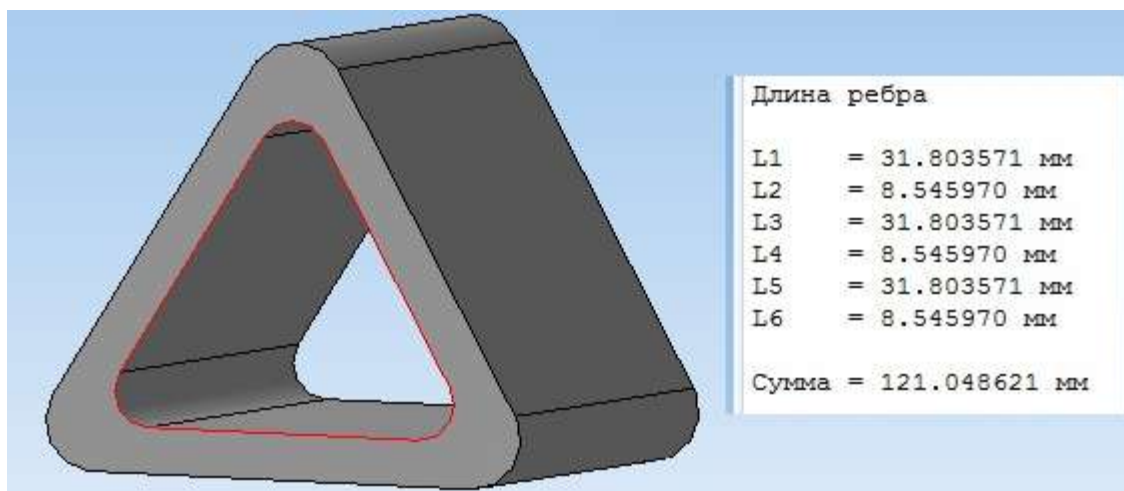


Рис. 2

δ_B – верхнее предельное отклонение на диаметр отверстия заготовки, мм;

b_3 – номинальный периметр отверстия заготовки, мм

$$b_3 = b - z \Rightarrow h_{\max} = \frac{\delta_B + z}{2} + h_0;$$

$z = 0,5$ мм – припуск на обработку на сторону;

$h_0 = 0,3$ мм – минимальный межэлектродный зазор.

$\delta_B = 0,062$ мм.

6.2. Определение плотности тока на аноде

$$I_A = \frac{\chi \cdot U}{h_{\text{cp}}}, \text{ A};$$

χ – удельная электропроводность электролита, 1/Ом·см;

U – напряжение, В;

$$U = U_3 - \Delta U;$$

$U_3 = (12 \div 15 \text{ В})$ – напряжение на электродах;

$\Delta U = (2 \div 3 \text{ В})$ – потери напряжения в приэлектродных слоях;

h_{cp} – средняя величина межэлектродного промежутка, мм

$$h_{\text{cp}} = \frac{h_{\max} + h_0}{2};$$

$$U = 12 - 2 = 10, \text{ В}$$

$$\chi = 0,2 \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{см}}.$$

6.3. Определение силы тока реализуемой на катоде

$$I_{\Sigma} = I \cdot \eta_3, \text{ A};$$

$I = 3200$, А – номинальная сила тока источника питания станка

$\eta_3 = 0,85$ – коэффициент выхода металла по току.

6.4. Расчёт допустимой длины рабочей части катодного устройства

$$l_p = \frac{I_\Sigma}{(b - S_c) \cdot I_A}, \text{ мм};$$

S_c – суммарная площадь сечения занятая тросами, отверстиями и другими элементами, через которые не может проходить ток, мм²;

S_o – площадь внутреннего сечения детали, мм² (рис. 3);

$$S_c = 15\% \cdot S_o;$$

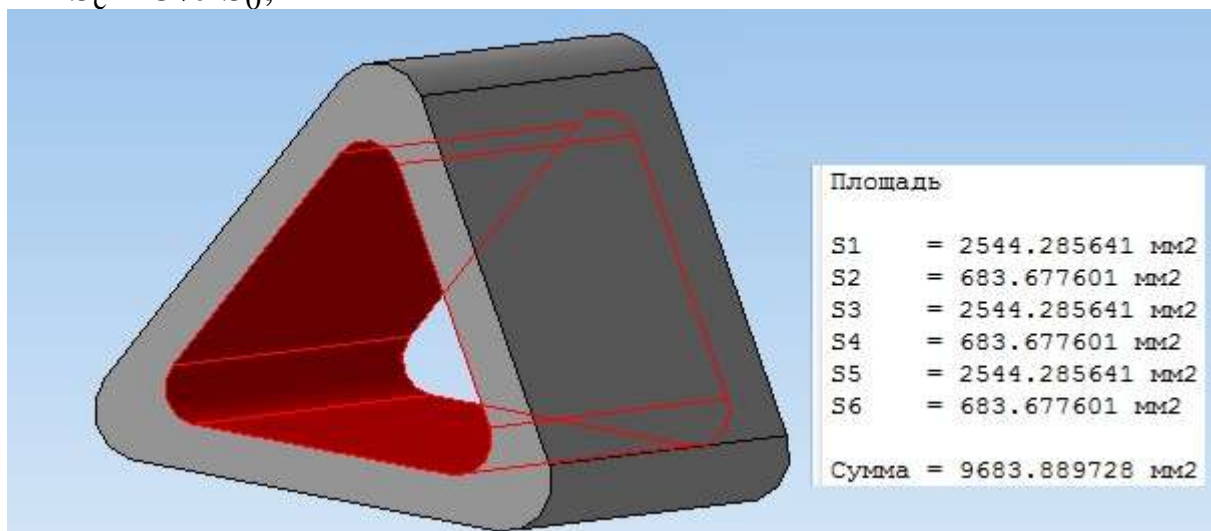


Рис. 3.

7. Выбор оборудования

Выбираем электрохимический станок модели 4А423ФЦ, предназначенный для электрохимического формообразования наружных и внутренних поверхностей заготовок из труднообрабатываемых токопроводящих материалов. В станке имеется адаптивно-программная система управления процессом ЭХО, которая позволяет изменять какой-либо параметр процесса в зависимости от его реального значения. Это признак адаптивной системы управления. Система обеспечивает также автоматическое изменение технологических режимов ЭХО в зависимости от глубины обработки, то есть поддерживает их в заданных пределах.

Техническая характеристика станка модели 4А423ФЦ:

1. Наибольшая площадь обрабатываемых поверхностей – 30000 мм²;
2. Скорость перемещения пиноли с электрод – инструментом:
минимальная (рабочая) – 0,15 мм/мин;
максимальная (наладочная) – 200 мм/мин;

3. Наибольшая потребляемая мощность – 120 кВт;
4. Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм – 1518x1210x2950.

8. Выбор состава электролита, его характеристика и температура обработки

Электролит: натрий хлористый.

Концентрация: 20 %.

Удельная электропроводность: $0,200 \frac{1}{\text{Ом}\cdot\text{см}}$.

Температура обработки: 56°C.

9. Определение скорости съёма материала и характеристик течения электролита

$$v_{\text{эxp}} = \frac{K_V \cdot U \cdot \chi \cdot \eta_3}{h_0}, \text{ мм/мин}$$

K_V – объёмный электрохимический эквивалент, $\frac{\text{см}^3}{\text{А}\cdot\text{мин}}$

Определение фактической скорости прокачки электролита в межэлектродном промежутке:

$$v_9 = \frac{4.64 \cdot v \cdot l_p \cdot \eta^2 \cdot K_V^2 \cdot \chi^2 \cdot U^2}{\rho^2 \cdot D^2 \cdot (C_A - C_{\text{ВХ}})^2 \cdot h_{\text{ср}}^2 \cdot \left(\frac{v}{D}\right)^3}, \text{ м/мин};$$

$v = 1,5 \text{ мм}^2/\text{сек}$ - кинематическая вязкость среды;

$\rho = (2,5 \div 3) \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$ – плотность продуктов обработки;

$C_A = (0,92 \div 0,97)$ – установившееся значение концентрации электролита на аноде;

$C_{\text{ВХ}} = (0,02 \div 0,05)$ – концентрация поступающего в зону обработки электролита;

T – температура электролита, °C

$T = 56^\circ\text{C}$

D – коэффициент диффузии малорастворимых газов;

$D = 0,96 \cdot 10^3 \cdot (1 + 0,0289 \cdot T)$,

Переведем v_9 в мм/сек.

Вывод: принимаем значение фактической скорости прокачки электролита v_9 равное ____ мм/сек.

Библиографический список

1. Палей М.А., «Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении», том 1, 2-е издание, М.; Издательство стандартов, 1989.
2. «Марочник стали и сплавов», М.: Машиностроение, 2003.
3. Материалы сайта www.e-plastic.ru.
4. Материалы сайта www.splav.kharkov.com.

УДК 621.9

Составитель С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

Моделирование обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ: методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов. – Курск, 2018. 15 с.: ил. 23. Библиогр.: с. 15.

Методические указания определяют порядок действий, необходимых при подготовке управляющей программы для обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ в программном модуле GeMMA-2D. Также рассмотрен пример редактирования управляющей программы.

Предназначены для студентов направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,87. Уч.-изд. л. 0,78. Тираж 100 экз. Заказ 939. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: изучить возможности программного обеспечения GeMMA-3D по подготовке управляющих программ для обработки деталей на электроэрозионных станках с ЧПУ.

1. Задание

Для детали Матрица:

- создать эскиз заданной детали;
- импортировать эскиз в GeMMA-2D;
- создать контур для обработки на станке;
- создать необходимое количество проходов электроэрозионной обработки;
- провести контроль проходов;
- сгенерировать управляющую программу;
- провести контроль управляющей программы в модуле CheckNC;
- отредактировать управляющую программу.

2. Создание эскиза заданной детали

Начертить заданный эскиз (рис.1) и сохранить его в DXF формате (рис.2).

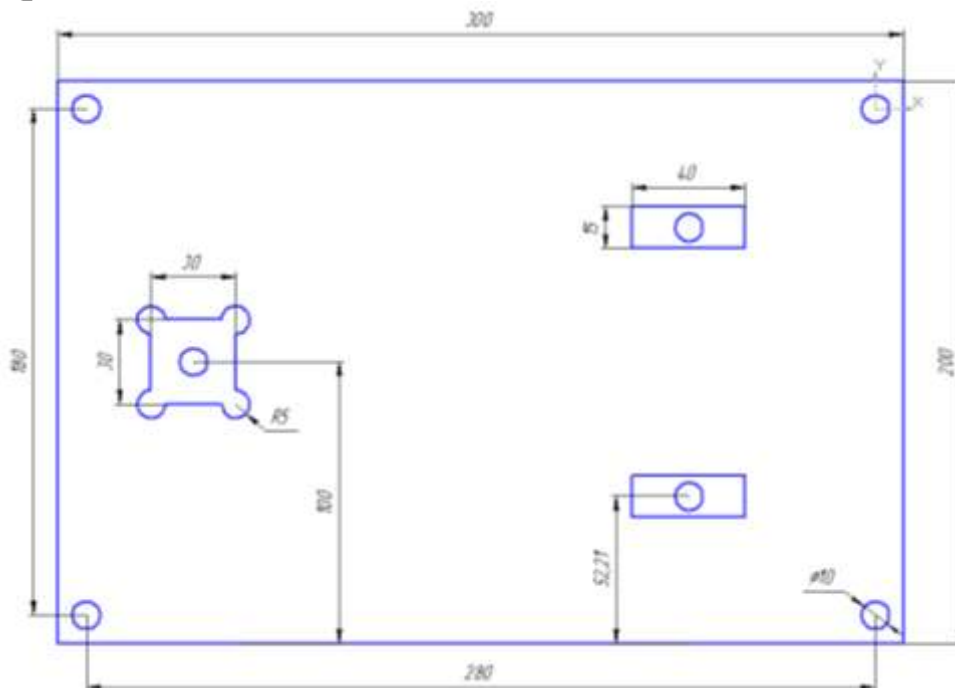


Рис.1.

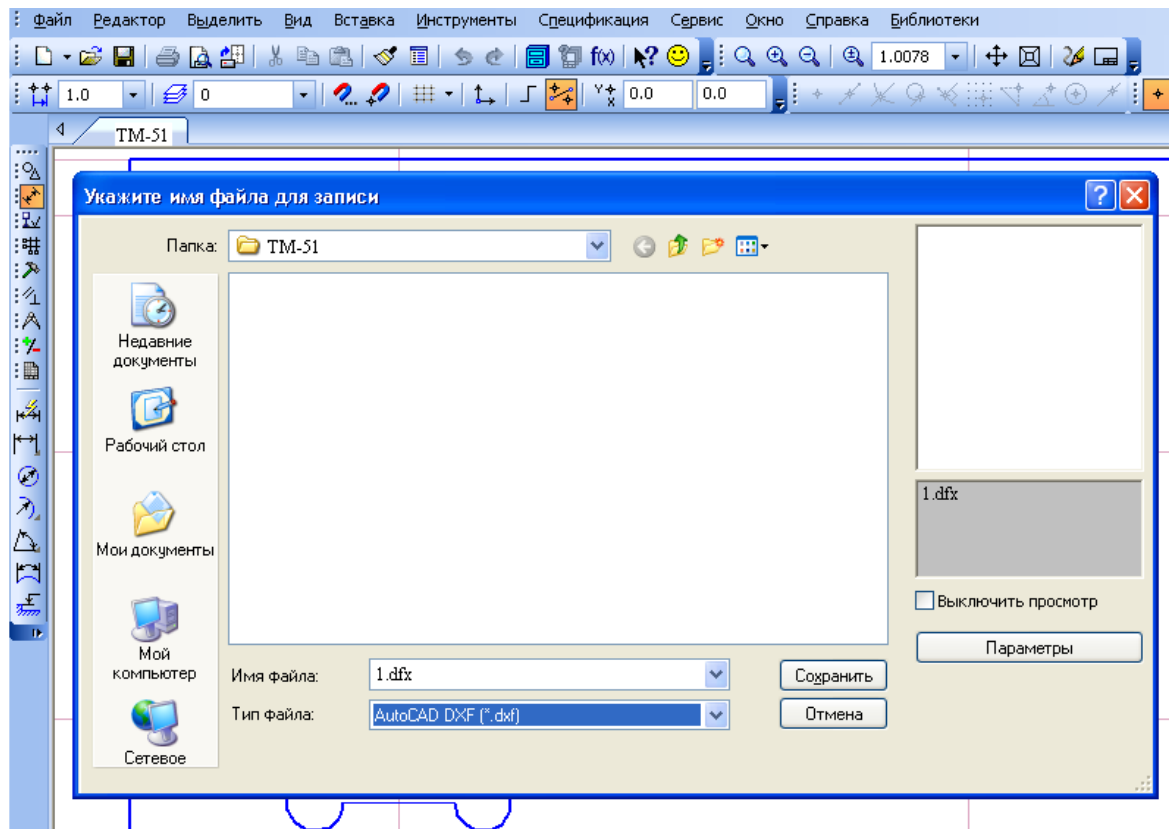


Рис. 2.

3. Программный модуль GeMMA-2D

Открыть программный модуль GeMMA-2D и ознакомиться с интерфейсом (рис. 3 и рис. 4).

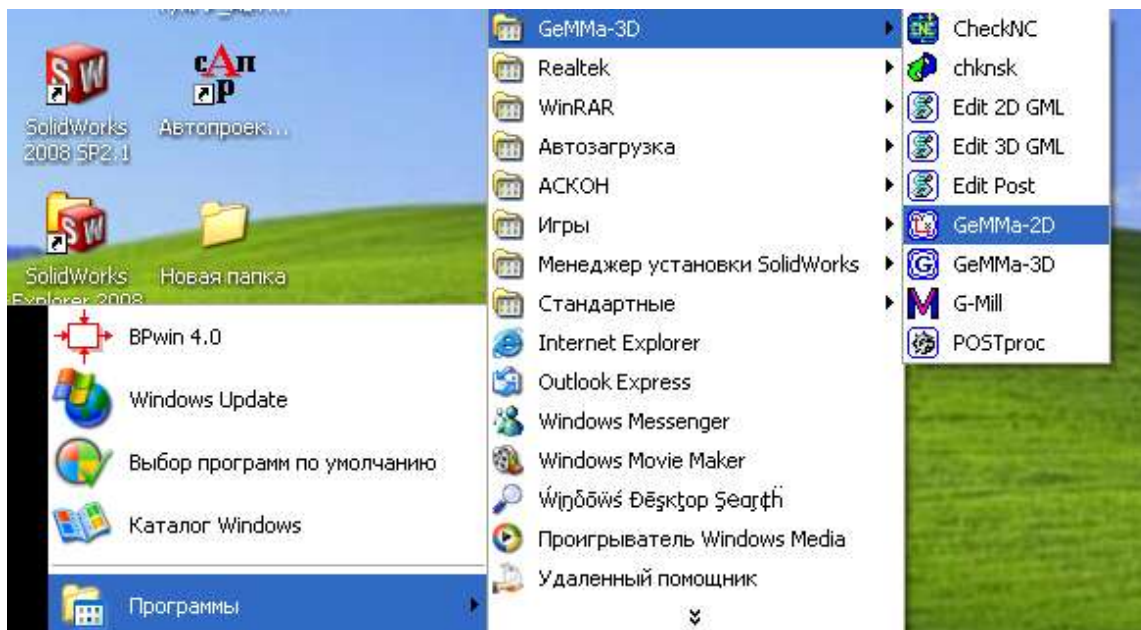
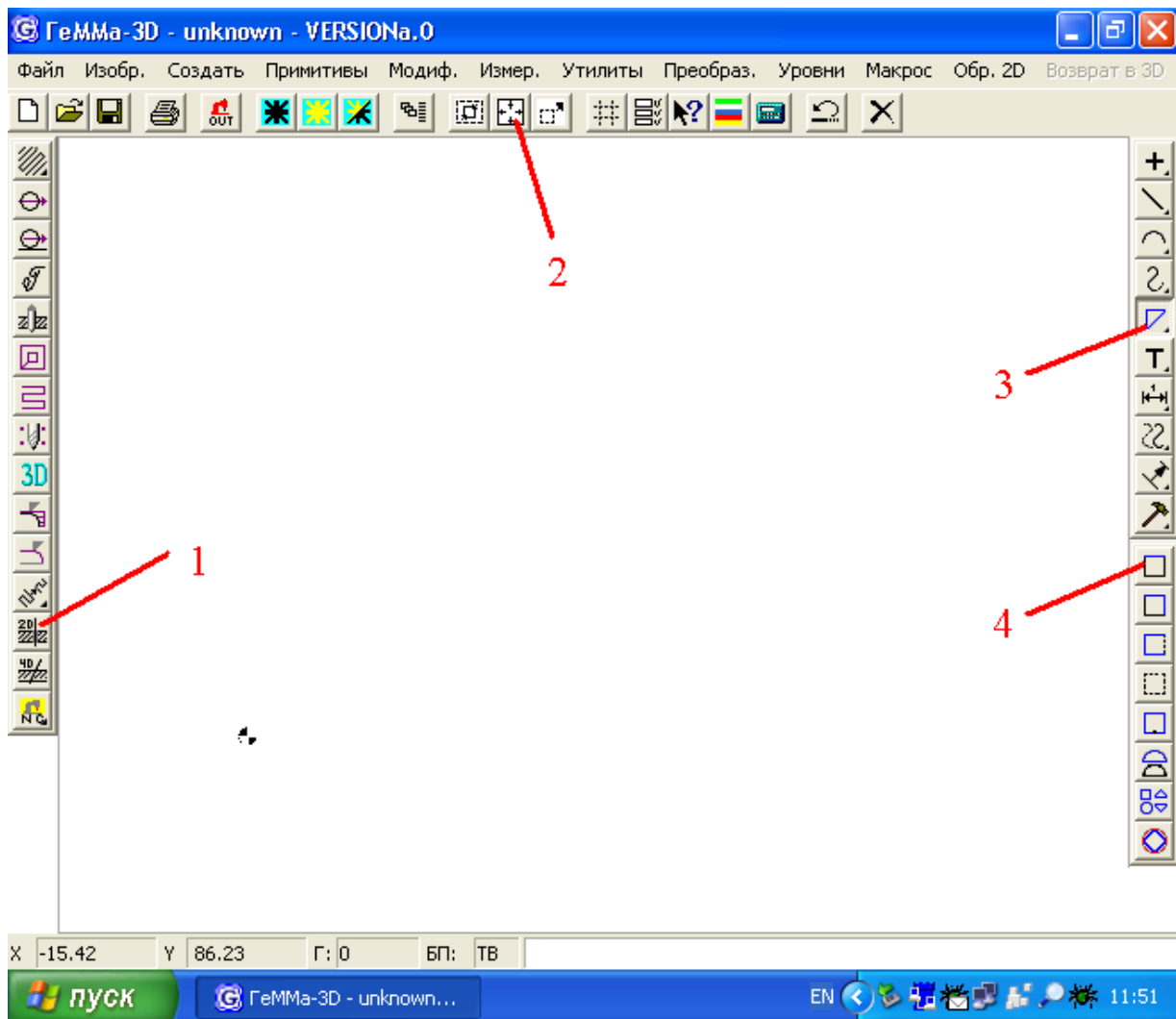


Рис.3.



1 – электроэрозия; 2 – авторазмер окна; 3 – построение контуров;
4 – создать контур.

Рис. 4.

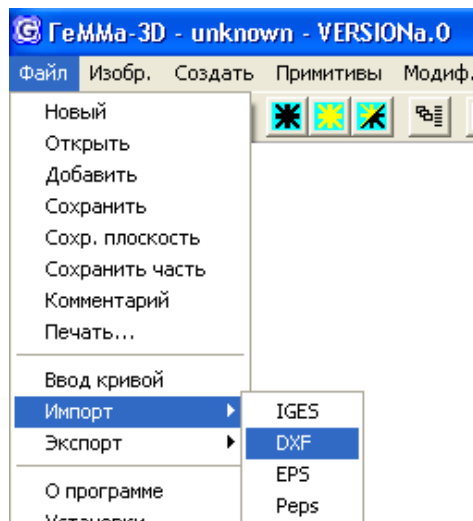
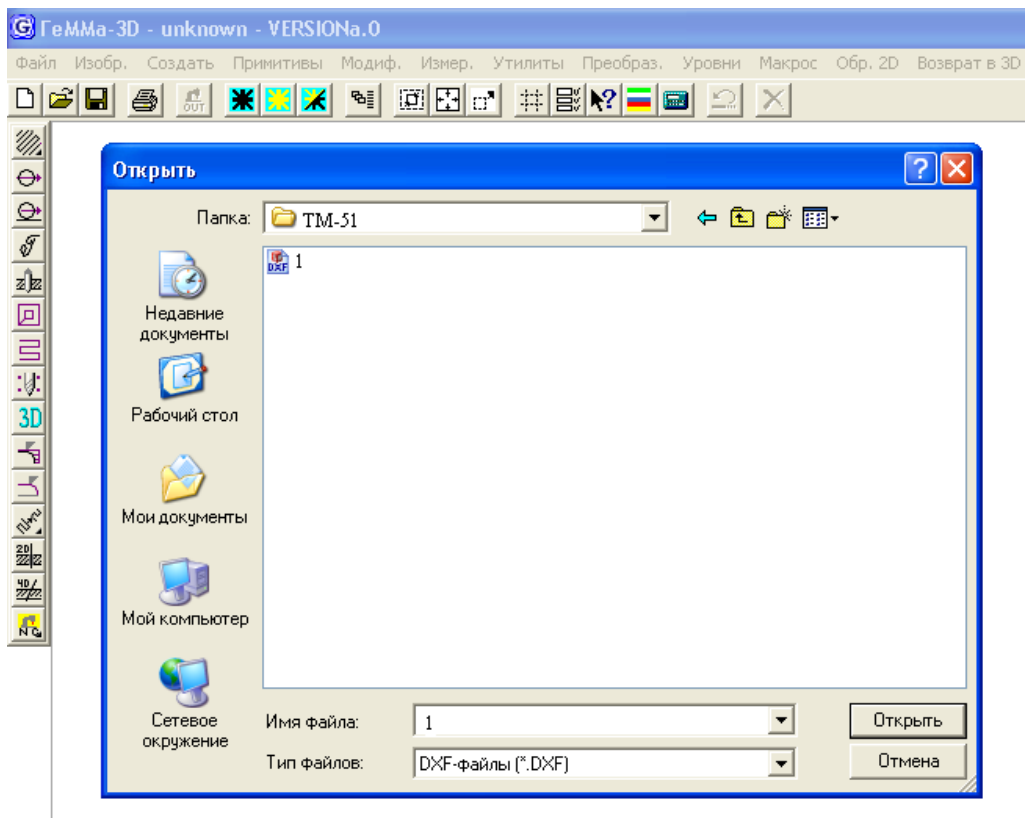
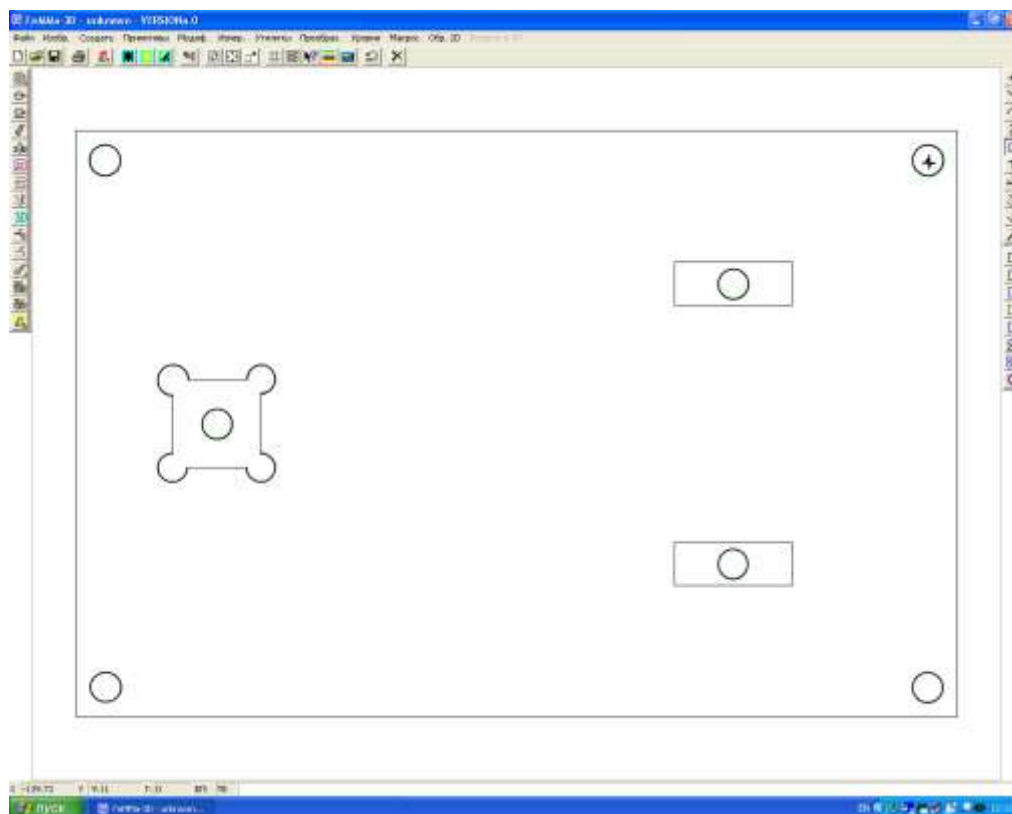


Рис. 5.

Импортировать ранее созданный чертеж контура (рис.5 и рис.6а, б).



а)



б)

Рис.6.

4. Создание контура для обработки на станке

Создаем контур. Для этого находим на правой панели кнопку «построение контуров», в раскрывшемся меню нажимаем кнопку «создать контур» (рис.4). Внизу экрана появляется строка-подсказка (рис.7).



Рис. 7.

Наводим курсор на первый контур и нажимаем на выбранный элемент контура одним щелчком левой кнопки мыши. Выбранный элемент изменит цвет (рис.8а). После этого программа задает вопрос в строке-подсказке (рис.8б)

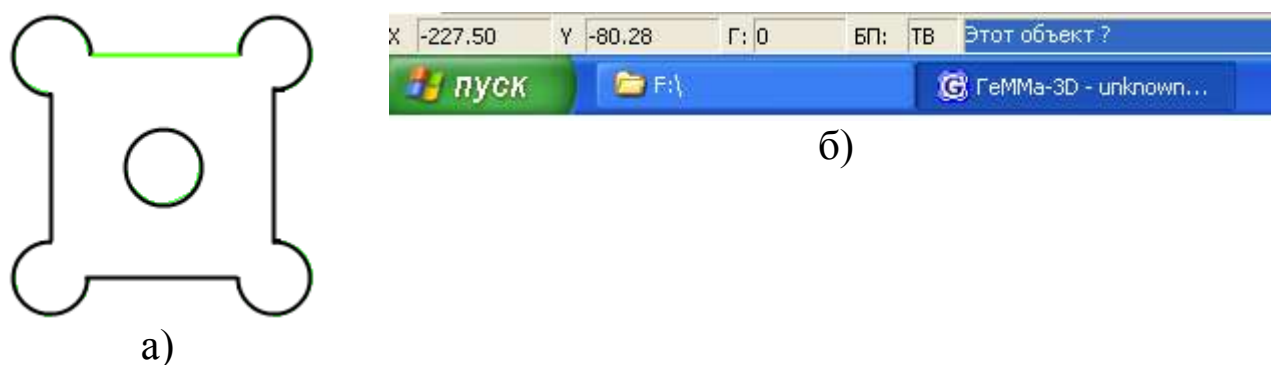


Рис.8.

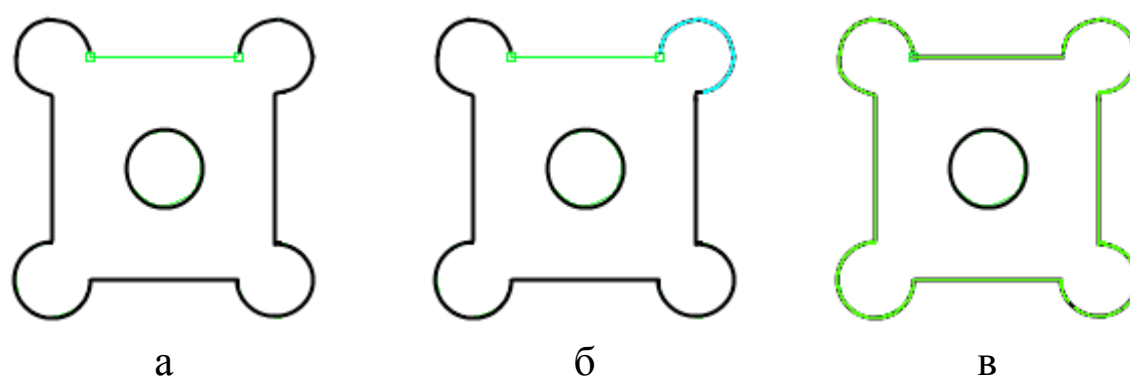


Рис.9.

Если вы согласны с выбором, то еще раз нажимаете на выбранный элемент контура одним щелчком левой кнопки мыши (рис.9а), если нет – один раз правой кнопкой мыши.

После этого повторяете те же действия с соседним элементом уже выбранного контура (рис.9б, в).

Аналогичным образом выделяете оставшиеся контуры.

5. Создание необходимого количества проходов электроэрозионной обработки

Получив все три контура, на левой панели находим кнопку «Электроэрозия» (рис.4). В появившемся окне вводим необходимую информацию, нажимаем Ввод (рис.10).

Рис.10.

Указываем первый контур (рис. 11а), координаты точки начала обработки (рис. 11б). В появившемся окне «Комментарий» пишем название прохода (рис. 12). Аналогичным образом создаем остальные проходы.

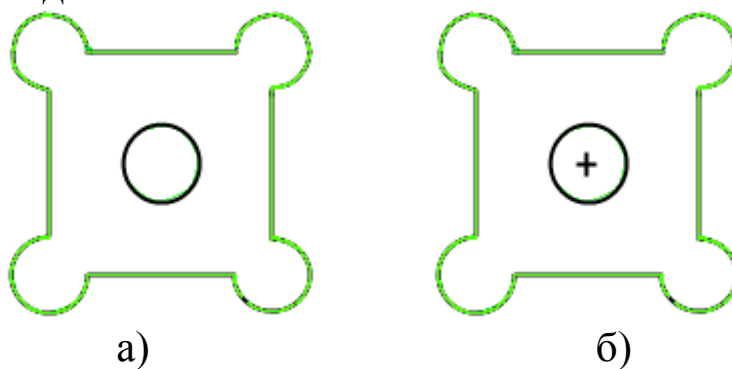


Рис. 11.

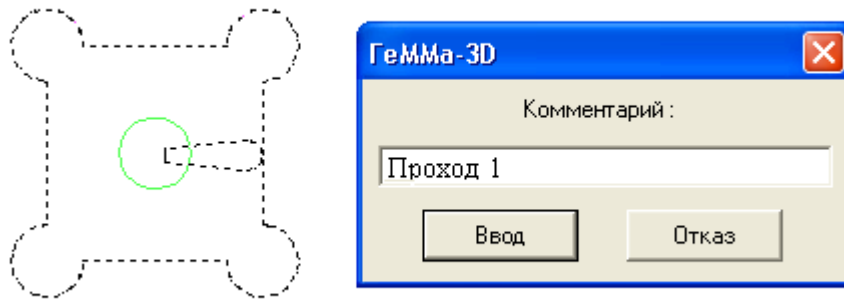


Рис. 12.

Теперь объединим наши проходы (рис. 13)

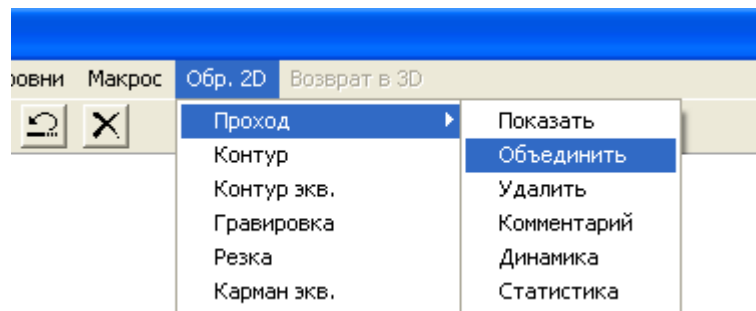
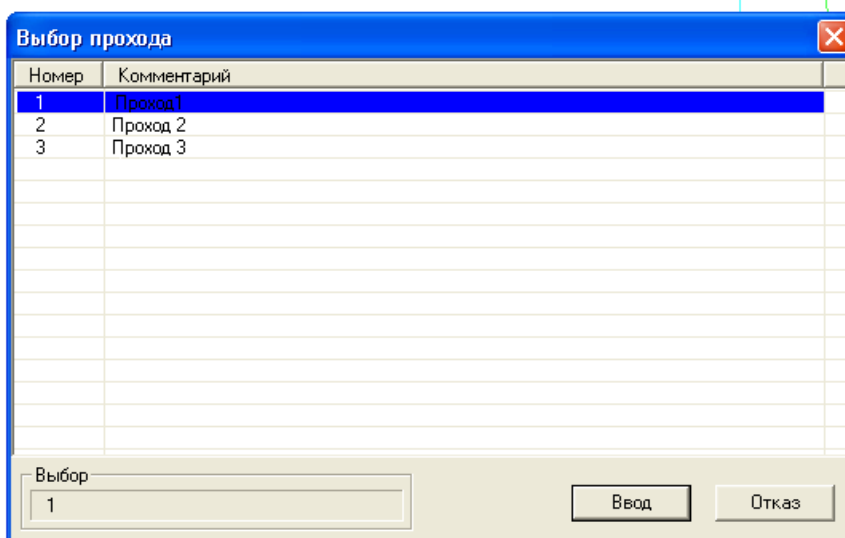
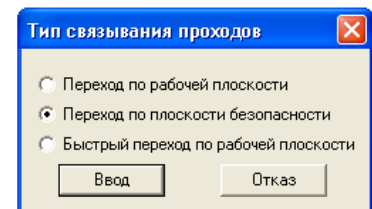


Рис. 13.

Выбираем первый проход, нажимаем «Ввод» (рис. 14а), в появившемся окне нажимаем «Ввод» (рис. 14б), повторяем все действия с двумя оставшимися проходами.



а



б

Рис. 14

Получаем объединенный проход (рис.15)

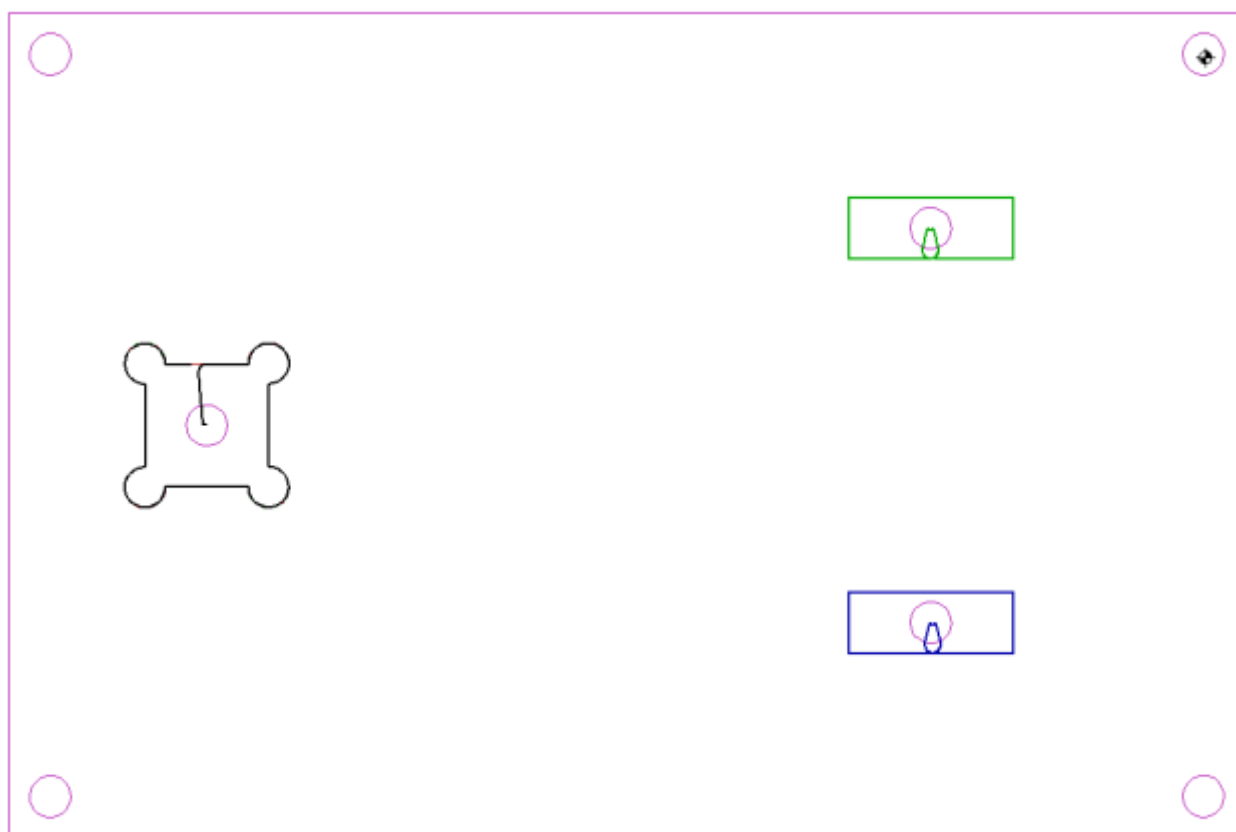


Рис. 15.

6. Контроль проходов в динамике

Посмотрим на общий проход в динамике (рис.16). В появившемся окне необходимо установить скорость динамического просмотра.

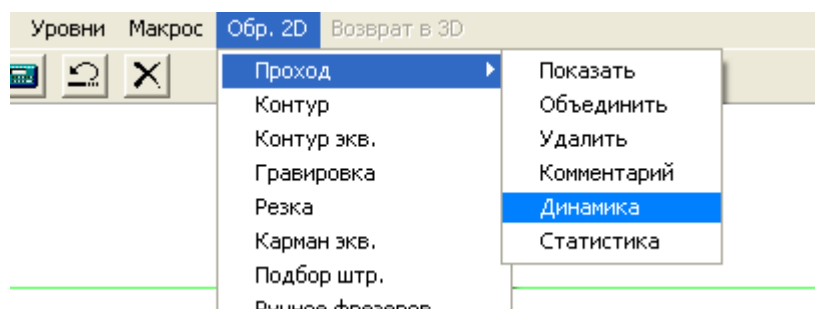


Рис. 16.

7. Создание управляющей программы

На левой панели находим кнопку «Построение управляющих

программ» 1, после этого ниже – «Создать УП» 2 (рис. 17а), появляется новое окно (рис. 17б).

Нажимаем «Добавить проход», выбираем общий проход. В появившемся окне нажимаем ввод (рис. 18).

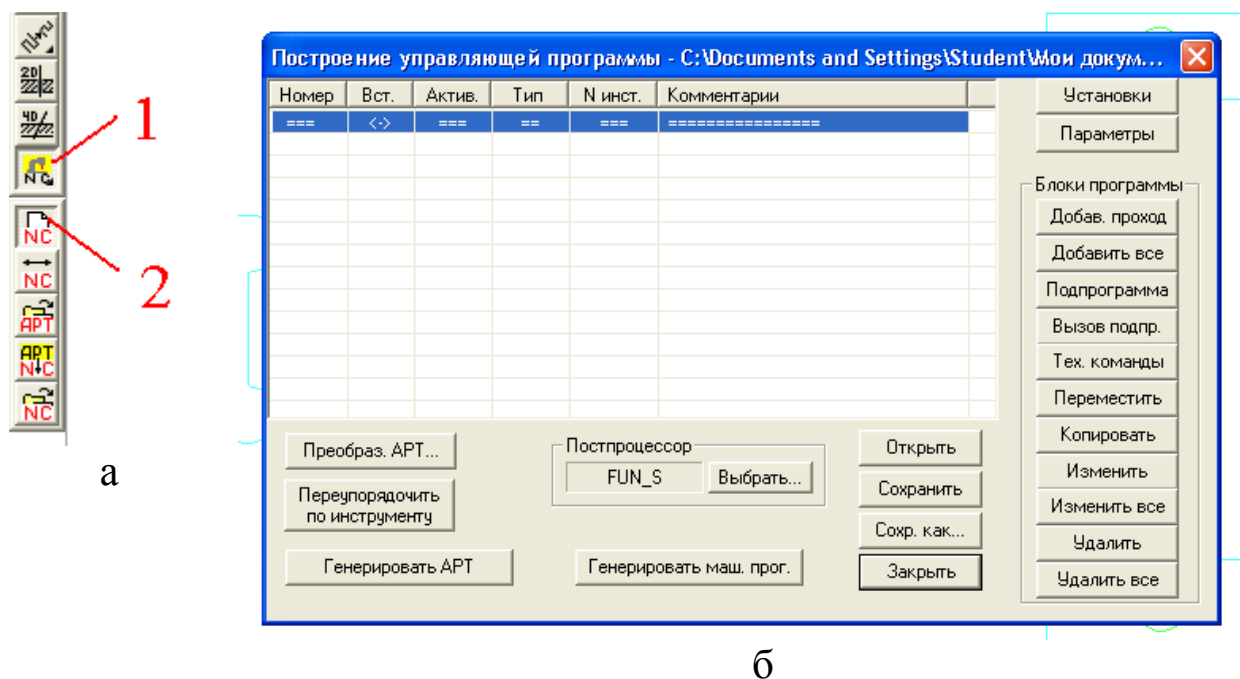


Рис. 17.

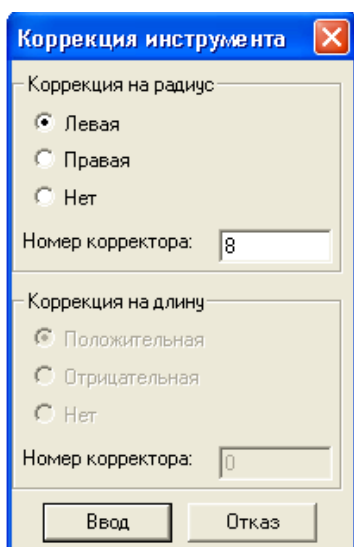


Рис. 18

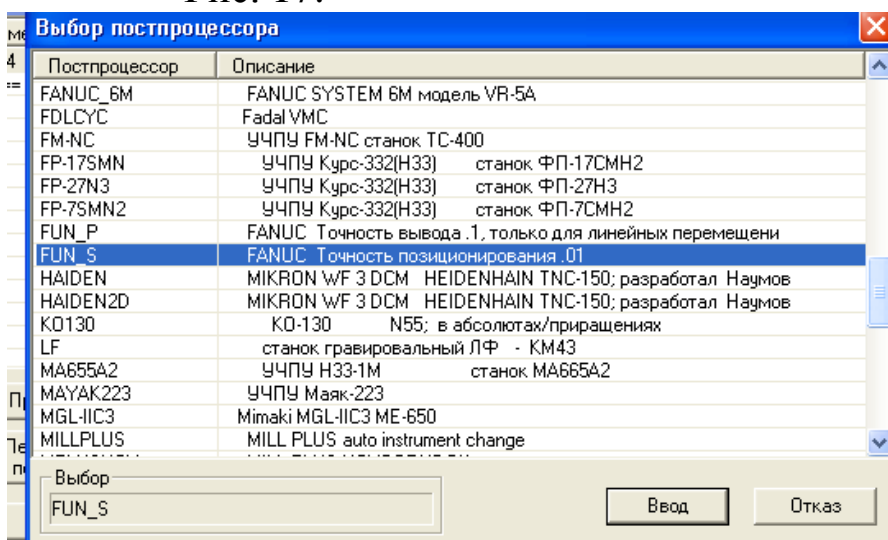
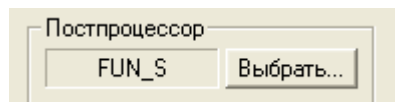


Рис. 19

Затем необходимо выбрать постпроцессор



, например FANUC (рис. 19).

После этого генерируем машинную программу «Генерировать маш. прог.» и сохраняем ее (рис. 20).

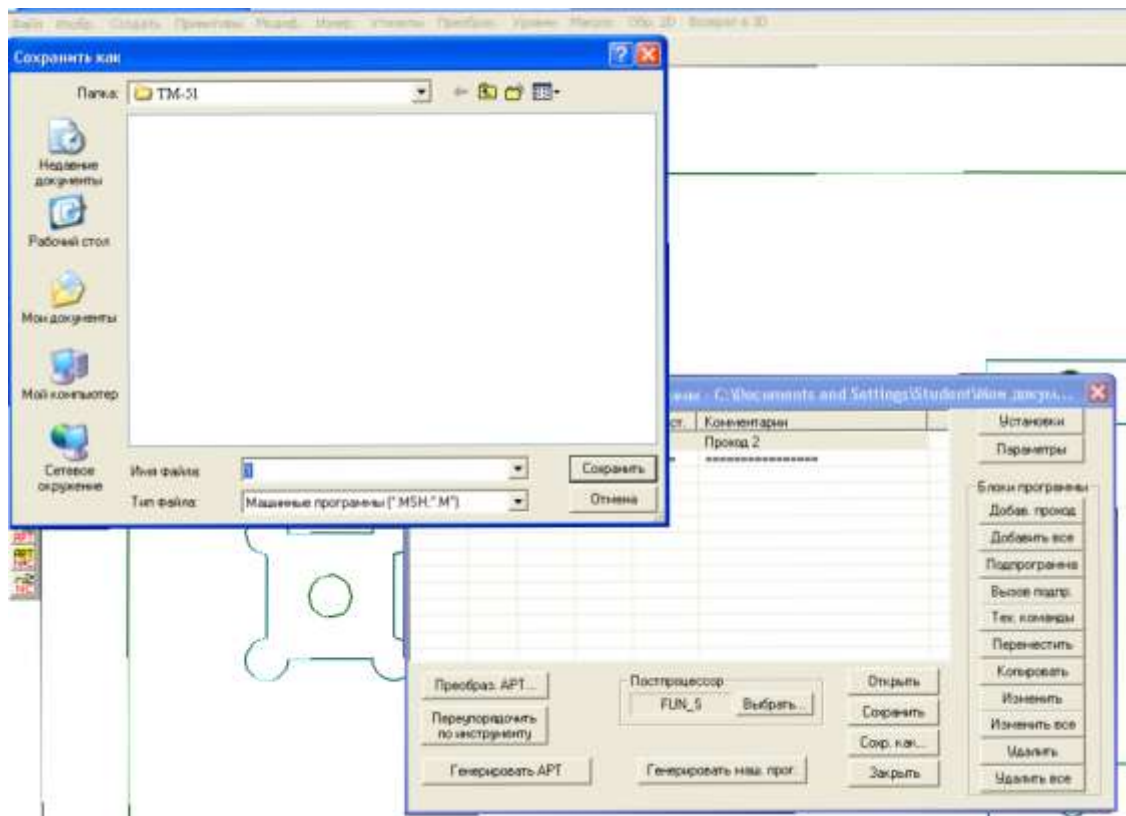
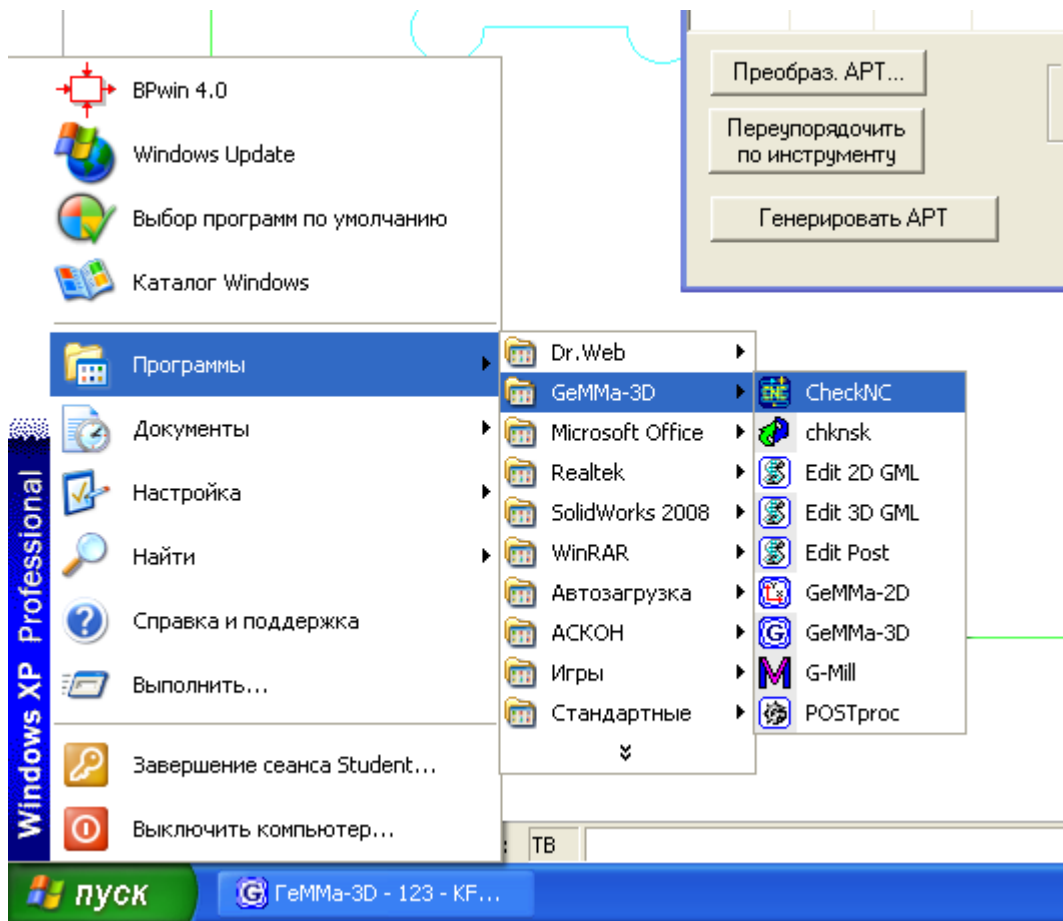


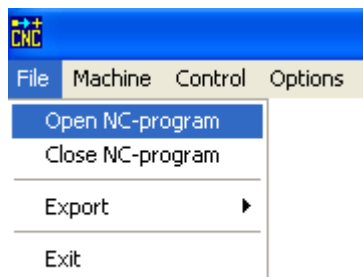
Рис. 20.

7. Контроль управляющей программы

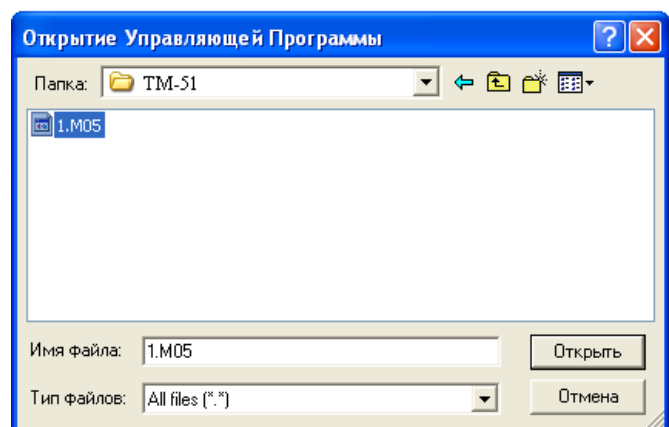
Открываем модуль CheckNC и наш сохраненный файл (рис. 21а, б, в).



а



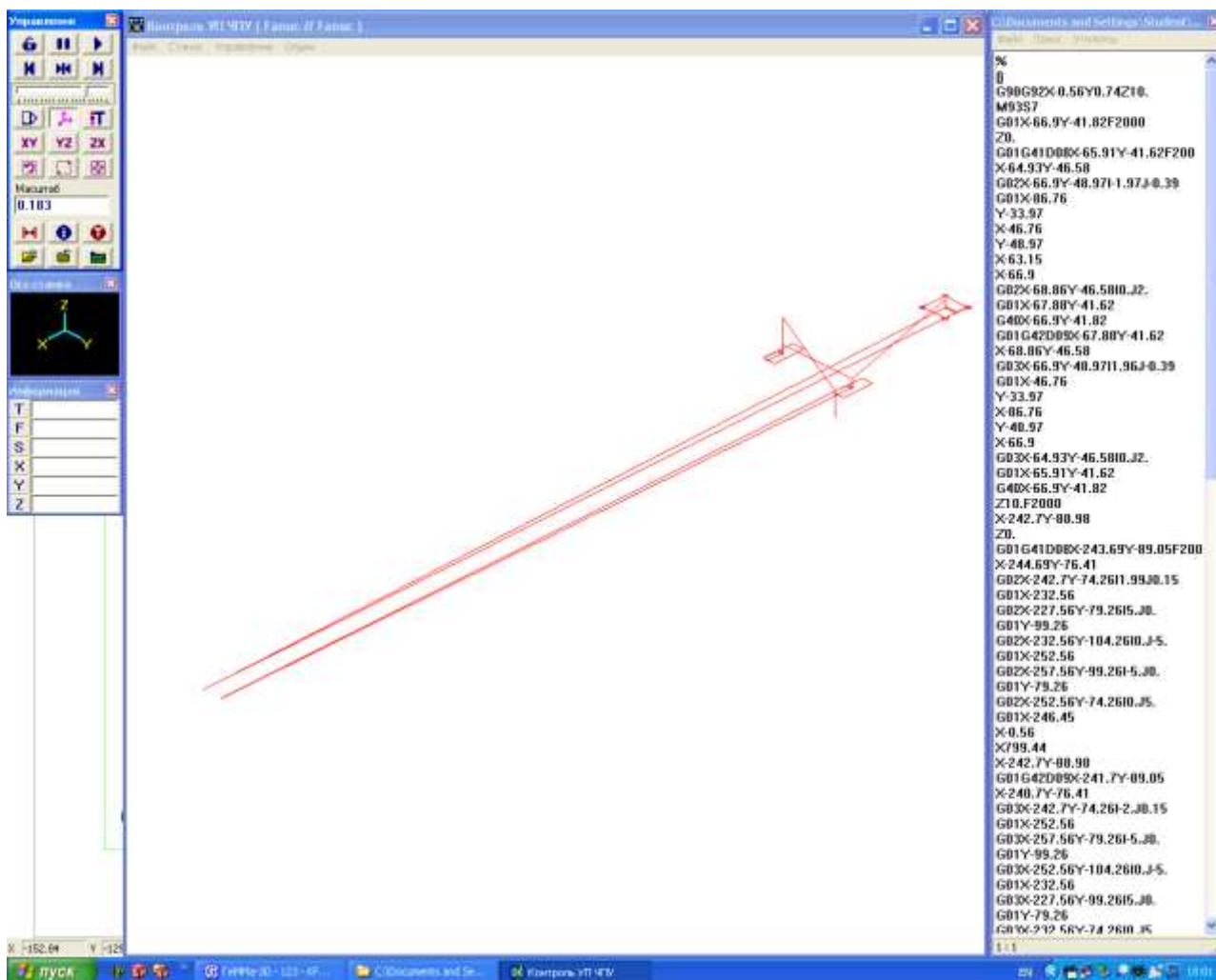
б



в

Рис. 21.

В итоге получаем (рис. 22)



б
Рис. 23.

Библиографический список

1. Герасимов, А.А. Новые возможности КОМПАС-3D V13. Самоучитель [Текст] / А.А. Герасимов. СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
2. ГеММа-3D Версия 9.5. Руководство пользователя. – Жуковский.: ЗАО «НТЦ ГеММа», 2010.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА

Методические указания к выполнению лабораторных работ и
практических занятий для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств, профиль «Технология
машиностроения» очной и заочной форм обучения

Курск 2018

УДК 621.9

Составители: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

Электроэрозионная обработка: методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов. – Курск, 2018. – 7 с.: табл. 3. Библиогр.: с. 7.

Методические указания определяют порядок действий, необходимых при проектировании технологического процесса электроэрозионной обработки детали.

Предназначены для студентов направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,4. Уч.-изд. л. 0,36. Тираж 100 экз. Заказ 938. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: изучить особенности проектирования технологического процесса электроэрозионной обработки детали.

1. Задание

1. Определить способ обработки поверхности детали, выбрать схему обработки;
2. Определить маршрут технологического процесса электроэрозионной обработки;
3. Выбрать оборудование;
4. Рассчитать технологические показатели процесса

2. Определение способа обработки поверхности детали, выбор схемы обработки

Способ обработки: электроэрозионная обработка в электроимпульсном режиме.

Схема обработки: прошивание в электроискровом режиме профильным инструментом при прямом копировании. Эту схему используют для изготовления ковочных штампов, фасонных деталей из твёрдых сплавов и сталей. Использование многоконтурной и многоэлектродной обработки нецелесообразно.

Марка обрабатываемого материала: 18ХГТ ГОСТ 4543-71 – сталь конструкционная легированная.

Технологические свойства материала: свариваемость – сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Склонность к отпускной хрупкости – малосклонна.

Обрабатываемость резанием: после нормализации при НВ 156-159, $\sigma_B = 530$ МПа, $K_{u\text{ тв.спл.}} = 1.1$, $K_{u\text{ б.ст.}} = 1.0$.

Назначение: Улучшаемые или цементируемые детали ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная твердость, работающая под действием ударных нагрузок.

Массовая доля элементов: Кремний: 0.17-0.37, Марганец: 0.80-1.10, Медь: 0.30, Никель: 0.30, Сера: 0.035, Углерод: 0.17-0.23, Фосфор: 0.035, Хром: 1.00-1.30, Титан: 0.03-0.09.

$\sigma_B=980$ МПа; НВ=217 [2].

2. Определение маршрута технологического процесса электроэрозионной обработки

Таблица 1.1. Маршрут обработки

№	Наименование
005	Электроимпульсная черновая
010	Контрольная

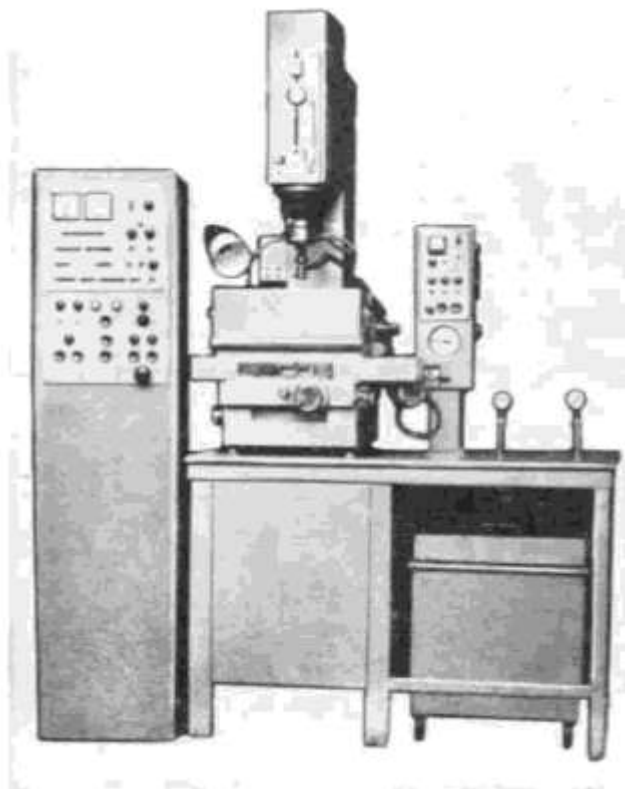
Детали контролируются на соответствие рабочему чертежу по следующим параметрам:

1. Точность геометрических размеров детали;
2. Шероховатость;
3. Величина зоны термического влияния.

3. Выбор оборудования

3.1. Выбор станка

Принимаем станок универсальный модели 4720М.



Назначение: обработка фасонных поверхностей площадью до нескольких квадратных метров; отверстий диаметром 0,02 мм и

более; криволинейных отверстий, щелей, маркирование, нарезание резьбы, извлечение сломанного инструмента.

Таблица 3.1. Технические характеристики копировально-прошивочного станка 4720М, [4, с.841]

Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм	
Наибольшая масса, кг: обрабатываемой детали электрода-инструмента	
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	
Рабочий ход шпинделя, мм	
Наибольший ход инструмента, мм: поперечный продольный	
Точность установки координат, мм	
Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм ³ /мин	
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	
Габариты станка (длина×ширина×высота), мм	
Масса станка с выносным оборудованием, кг	

3.2. Выбор генератора импульсов

Принимаем генератор импульсов модели ШГИ-40-440А.

Назначение: применяется для преобразования трёхфазного переменного тока в униполярный импульсный ток регулируемой амплитуды, частоты, и скважности импульсов.

Таблица 3.2. Технические характеристики генератора импульсов ШГИ-40-440А, [4, с.844]

Фиксирование частоты, кГц	
Диапазон длительностей импульсов, мкс	
Наибольший средний ток при работе на нагрузку, А	

Наибольшая потребляемая мощность, кВт	
Наибольшая производительность при обработке деталей из стали, мм ³ /мин	
Наименьшая шероховатость обработанной поверхности стали Ra, мкм	
Габариты генератора (длина×ширина×высота), мм	
Масса, кг	

3.3. Выбор диэлектрической жидкости

Принимаем сырье углеводородное для производства сульфонала.

Температура вспышки – 64–71°;

Кинематическая вязкость при 20°С $-2,2 \cdot 10^{-6}$, м²/с ;

Содержание ароматических углеводородов – до 5 %.

Назначение: станки малой мощности, [3, с.838].

3.4. Выбор инструмента

Материал электрода-инструмента – , [4, с.840].

Состав:

Назначение: электрохимическое шлифование стружколомающих канавок режущих инструментов, резьбошлифование твёрдосплавного инструмента из синтетических алмазов, [1, с.89].

Характеристики: HB=120; $\sigma_b=450$ МПа.

Плотность: 8940 кг/м.куб.

Область применения: Все виды обработки деталей из сталей и жаропрочных сплавов на никелевой и кобальтовой основе [4].

Форма принимается обратная форме отверстия детали.

4. Расчёт технологических показателей процесса

4.1. Выбор технологического критерия

который может быть достигнут в конце операции

Электроискровая черновая обработка – производительность и шероховатость.

Таблица 4.1. Режим обработки, [3, с.112]

Наименование операции	Частота, f , кГц	Средний ток, $I_{\text{ср}}$, А	Среднее напряжение, $U_{\text{ср}}$, В	Скважность, q	Производительность, Q , мм ³ /мин	Шероховатость, мкм
Электроискровая черновая обработка						

4.2. Определение длительности импульсов

$$\tau_u = \frac{1}{q \cdot f}, \text{ мкс,}$$

4.3. Определение энергии импульса

$$A_u = I_{\text{ср}} \cdot U_{\text{ср}} \cdot \tau_u, \text{ Дж;}$$

4.4. Определение скорости линейной подачи электрода-инструмента

$$v_u = \frac{Q}{S}, \text{ мм/мин;}$$

4.5. Определение времени обработки детали

$$T_o = \frac{z}{v_u}, \text{ мин;}$$

$$T_{o\Sigma} = T_o, \text{ мин.}$$

Вывод: обработка детали выбранным методом рациональна.

Библиографический список

1. Амитан Г.Л., «Справочник по электрофизическим и электрохимическим методам обработки», Л.: Машиностроение, 1988.
2. «Марочник стали и сплавов», М.: Машиностроение, 2003.
3. Попилов Д.Я., «Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов», справочник М.: машиностроение, 1982.
4. П.Н.Орлов, «Краткий справочник металлиста», 3-е издание, М.: Машиностроение, 1986.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОБРАБОТКА

Методические указания к выполнению лабораторных работ и
практических занятий для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств, профиль «Технология
машиностроения» очной и заочной форм обучения

Курск 2018

УДК 621.9

Составители: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

Ультразвуковая обработка: методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.А. Чевычелов, А.Н. Гречухин, Р.Н. Хомутов. – Курск, 2018. – 8 с. : табл. 3. Библиогр.: с. 8.

Методические указания определяют порядок действий, необходимых при проектировании технологического процесса ультразвуковой обработки деталей машин.

Предназначены для студентов направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,46. Уч.-изд. л. 0,42 . Тираж 100 экз. Заказ 937. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: изучить особенности проектирования технологического процесса ультразвуковой обработки детали.

1. Задание

1. Оценить целесообразность обработки материала ультразвуковым способом по критерию хрупкости
2. Выбрать схему обработки
3. Выбрать ультразвуковое оборудование
4. Выбрать абразивную суспензию
5. Рассчитать параметры ультразвукового инструмента
6. Определить режимы обработки

Исходные данные

Диаметр отверстия: 7,3 мм

Допуск отверстия по Н9

Отклонения предельные $7,3^{+0,36}$ [2, с.43]

Глубина отверстия: 4,0 мм

Материал заготовки: Агат.

Введение

Ультразвуковая обработка – воздействие ультразвука (обычно с частотой 15-50 кГц) на вещества в технологических процессах. Ультразвуковая обработка твёрдых веществ используется в основном для сварки металлов, пластмасс и синтетических, при резании металлов, стекла, керамики, алмаза и т.п. (например, сверлении, точении, гравировании), а также при обработке металлов давлением (волочении, штамповке, прессовании и др.).

Ультразвуковая обработка применяется для получения информации при измерении глубины для обнаружения дефектов в изделии; позволяет определить изменение химического состава вещества и его вязкости; поверхностного упрочнения; размерная обработка; очистка; сварка металлов и неметаллов; пайка; диспергирование.

1. Оценка целесообразности обработки материала ультразвуковым способом по критерию хрупкости

Критерий хрупкости – отношение сопротивления сдвига к сопротивлению на отрыв.

Т.к. у агата $t_x > 2$, то при ультразвуковой обработке практически неподвержены пластичной деформации и основная часть всей работы диспергирования занимает работа упругих деформаций. Поэтому ультразвуковая обработка агата является наилучшей.

Материал: Агат - SiO_2

Состав: Микрокристаллическая разновидность кварца (содержание оксида кремния – 90-99%; отмечаются примеси оксидов железа, алюминия, магния, кальция) [9].

Твёрдость: 6,5 – 7 (по шкале Мооса)

Плотность: 2,6 г/см³

Относительная обрабатываемость: 50 – 75% (стекло 100%)

Износ инструмента: 1,0 – 1,5 % [3, с.849]

Удельный вес: 4 г/см³

Происхождение: Откладывается из насыщенных растворов кремнезёма [10].

Устойчив к кислотам. Прочный и вязкий. Непрозрачен, просвечивает в краях.

Применение: Ценный поделочный и полудрагоценный камень, широко используется в ювелирном деле и как материал для художественной резьбы. Применяется в точном приборостроении. Из агата благодаря его прочности и вязкости в соединении с высокой твёрдостью изготавливают ступки и пестики для химико-аналитических работ, призмы для аналитических весов, камни для часов [8].

2. Выбор схемы обработки

2.1 Выбор наиболее целесообразного метода обработки

Принимаем способ обработки: прошивание ультразвуковым инструментом.

Прошивание отверстия осуществляется ультразвуковым инструментом соединённым с концентратором, который прикреплён

к ультразвуковому преобразователю пайкой оловянно-свинцовым припоем (ПОС 40) [1, с.601].

2.2 Определение способа подачи абразивной суспензии

Абразивная суспензия может подаваться в зону обработки через отверстие в теле инструмента.

2.3 Определение необходимости вращения заготовки или инструмента

Не вращается. Фиксированный инструмент применяется, т.к. глубина отверстия небольшая.

2.4 Выбор инструмента

Инструмент цельный, одноместный, полый (т.к. абразивная суспензия подаётся через отверстие в инструменте).

Шероховатость поверхности $Ra=2,5$ мкм [3, с.848].

2.5 Выбор формы инструмента

Форма сечения инструмента – круглая, т.к. отверстие круглого сечения.

3. Выбор ультразвукового оборудования

3.1 Выбор станка для ультразвуковой размерной обработки Станок 4770А [5, с.510].

Потребляемая ультразвуковая мощность, кВт	0,24 – 0,4
Частота преобразователя, кГц	18 – 19
Размер вырезаемых деталей в мм	1 – 50
Обрабатываемые: площадь в мм ²	100
глубина в мм	0,2 – 15
Рабочая поверхность стола в мм	140x140
Точность обработки в мм	0,02 – 0,04
Усилие подачи в кг	0,4 – 2
Перемещение в мм: продольное	100
поперечное	80
вертикальное	25
Габариты станка в мм	438x372x725

Наибольшая производительность в мм ³ /мин по стеклу	250 – 300
по твёрдому сплаву	5
Масса станка в кг	90
Генератор	УМ1-04

3.2 Выбор ультразвукового преобразователя

Ультразвуковой преобразователь не применяется, т.к. в станке 4770А имеется встроенные преобразователь [5, с.510].

3.3 Выбор ультразвукового генератора

Выбираем УМ1-04 [5, с.509].

Мощность потребляемая от сети, в кВт	1,0
Мощность выходная, в кВт	0,4
Рабочая частота, в кГц	18 – 30
Тип генераторной лампы	ГУ-5А
Количество генераторных ламп	1
Размеры генератора в мм: в плане	470x420
высота	560

4. Выбор абразивной суспензии

4.1 Выбор марки абразива

В качестве абразива выбираем карбид бора (В₄С) ГОСТ 5744-85 [2, с.847].

Относительная режущая способность	0,5 – 0,6
Плотность, г/см ³	2,5
Твёрдость по Моосу	9
Микротвёрдость	4300

4.2 Выбор зернистости

Максимальное значение размера зерна абразива данной фракции 40 мкм [7, с.330].

4.3 Выбор концентрации абразива

Оптимальная концентрация абразива в жидкости 40%.

4.4 Выбор жидкости несущий абразив
В качестве жидкости, несущей абразив выбираем воду (H₂O).

5. Расчёт ультразвукового инструмента

Диаметр инструмента:

$$d_1 = (d + \Delta) + 2 \cdot \delta$$

d_1 – диаметр инструмента, в мм;

d – диаметр отверстия детали, в мм;

Δ – величина допуска, в мм;

δ – максимальное значение размера зерна абразива данной фракции, в мм.

5.1 Выбор материала инструмента

Материал: сталь У8А ГОСТ 1435-99 (4, с.150)

Назначение: для инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, накатных роликов, кернеров, отверток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек.

Модуль упругости: $E=200000$ МПа

Модуль сдвига: $G=77000$ МПа

Химический состав: Кремний: 0.17 - 0.33, Марганец: 0.17 - 0.33, Медь: 0.20, Никель: 0.20, Сера: 0.018, Углерод: 0.76 - 0.83, Фосфор: 0.030, Хром: 0.20.

Шлифуемость: хорошая

$\sigma_B=710$ МПа

НВ: 195 [6]

6. Определение режимов обработки

Расчёт силы подачи инструмента:

$$p_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ст}}}{F_u}$$

$p_{\text{ст}}$ – давление подачи (рабочее давление);

$P_{\text{ст}}$ – сила подачи, Н;

F_u – площадь торца инструмента.

$$P_{\text{ст}} = p_{\text{ст}} \cdot F_u$$

$p_{\text{ст}}=1$ МПа [7]

Библиографический список

1. Амитан Г.Л., «Справочник по электрофизическим и электрохимическим методам обработки», Л.: Машиностроение, 1988
2. Палей М.А., «Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении», том 1, 2-е издание, М.: Издательство стандартов, 1989.
3. Орлов П.Н., «Краткий справочник металлиста», 3-е издание, М.: Машиностроение, 1986.
4. Орлов П.Н., «Справочник металлиста», том 3, М.: Машиностроение, 1987.
5. Попилов. Л.Я., «Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки», 2-е издание Л.: Машиностроение, 1971.
6. «Марочник стали и сплавов», М.: Машиностроение, 2003.
7. «Энциклопедия машиностроителя», 3 часть, 3 том
8. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Агат>
9. <http://www.arg.nm.ru/doog/for033.htm>
10. <http://www.catalogmineralov.ru/mineral/agat.html>