

# *Процессы и операции формообразования*

---

## ***ЛЕКЦИЯ-14***

# **МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАГОТОВОК**



# План лекции

---

- 1 Сущность методов ЭФ и ЭХ
- 2 Электрофизическая обработка
- 3 Методы химической обработки

# *Классификация методов механической обработки (МО)*

- механическая обработка (МХ);
- электрофизические и электрохимические методы (ЭФ, ЭХ);
- комбинированные методы (КО).

**МО**

МХ

ЭФ  
ЭХ

КО

# Сущность методов ЭФ и ЭХ

*Методы электрофизической (ЭФ) и электрохимической (ЭХ) обработки используют:*

- ✓ *для формообразования поверхностей заготовок из труднообрабатываемых материалов, весьма вязких, твердых и очень твердых, керамических, металлокерамических*
- ✓ *для сложных фасонных внешних и внутренних поверхностей, отверстий малых диаметров, т.е. обработки таких поверхностей и из таких материалов, лезвийная обработка резанием которых весьма затруднена*



Рисунок 22.1-Процесс электрофизической обработки

## *Преимущества ЭФ И ЭХ перед ЛОР*

---

- Механические нагрузки на обрабатываемую поверхность настолько малы, что практически не влияют на точность обработки.*
- В ряде случаев эти методы способствуют образованию незначительного дефектного слоя, однако их использование не приводит к образованию наклепа обработанной поверхности.*
- Они устраняют прижоги после шлифования, повышают эксплуатационные характеристики поверхностного слоя - износостойкость, коррозионную стойкость, прочность.*
- Конструкция кинематических механизмов станков для ЭФ и ЭХ, передающих движения на рабочий орган, достаточно проста, что позволяет с высокой точностью регулировать процессы формообразования и автоматизации обработки.*

# *Классификация методов ЭФ и ЭХ*

---

- *электроэрозионная (электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная);*
- *электрохимическая (электрохимическая, анодно-механическая);*
- *химическая (химическая, химико-механическая);*
- *импульсно-механическая (ультразвуковая, электрогидравлическая);*
- *лучевая (светолучевая, электронно-лучевая);*
- *плазменная;*
- *взрывная.*

# *Электрофизическая обработка*

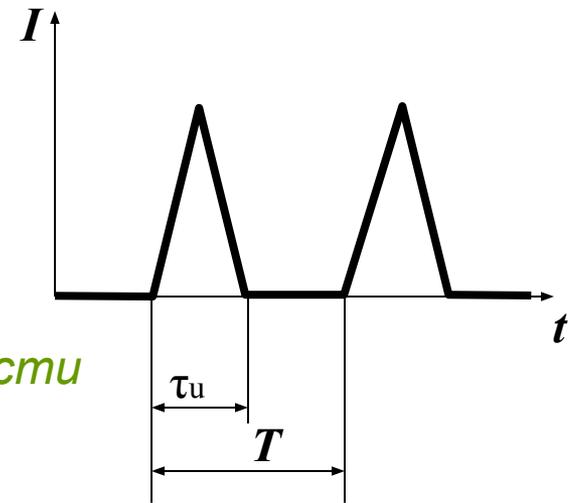
---

- Электрофизические методы обработки металлов основаны на использовании специфических явлений, возникающих под действием электрического тока, для удаления материала или изменения формы заготовки.
- Основным преимуществом электрофизических методов обработки металлов является возможность их использования для изменения формы заготовок из материалов, не поддающихся обработке резанием, причём обработка этими методами происходит в условиях действия минимальных сил или при полном их отсутствии.
- Важным преимуществом электрофизических методов обработки металлов является независимость производительности большинства из них от твёрдости и хрупкости обрабатываемого материала. Трудоёмкость и длительность этих методов обработки материалов повышенной твёрдости ( $HB > 400$ ) меньше, чем трудоёмкость и длительность обработки резанием.
- Электрофизические методы обработки металлов охватывает практически все операции механической обработки и не уступает большинству из них по достигаемой шероховатости и точности обработки

# Электроэрозионная обработка

Электрофизическая обработка, основанная на электроэрозионном разрушении материала детали, называется электроэрозионной обработкой (ЭЭО)

- ❖ ЭЭО осуществляется импульсами различной продолжительности, которая зависит от типа генератора.
- ❖ Чем короче импульс, тем более высокие температуры развиваются в канале разряда, тем сильнее сказывается различие в интенсивности эрозии заготовки и инструмента



Характер распределения импульсов тока при ЭЭО:

$\tau_u$  - продолжительность импульса;

$T$  - периодичность импульсов

$q = \frac{T}{\tau_u}$  - скважность импульсов

В зависимости от скважности импульсов ЭЭО делится на:

- ✓ электроискровую обработку ( $q \geq 10$ )
- ✓ электроимпульсную обработку ( $q \leq 5$ )

# Электроискровые режимы

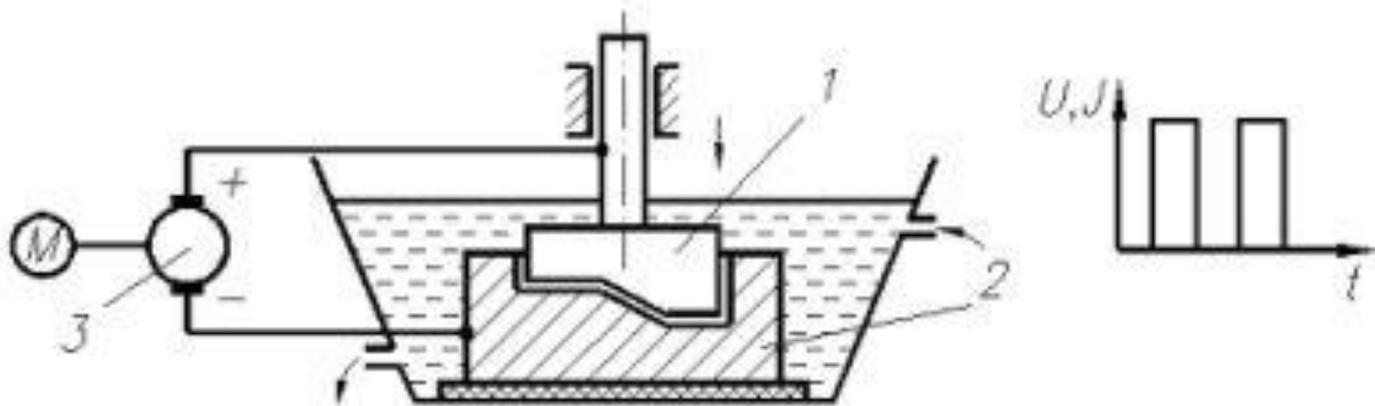


Рисунок 22.3-Схема электроискровой обработки

- Характеризуются использованием искровых разрядов с малой длительностью ( $10^{-5} \dots 10^{-7}$  с) при прямой полярности подключения электродов (заготовка “+”, инструмент “-”).
- Использование мягких режимов обеспечивает отклонение размеров детали до  $0,002$  мм при параметре шероховатости обработанной поверхности  $Ra=0.01$  мкм

# Электроимпульсные режимы

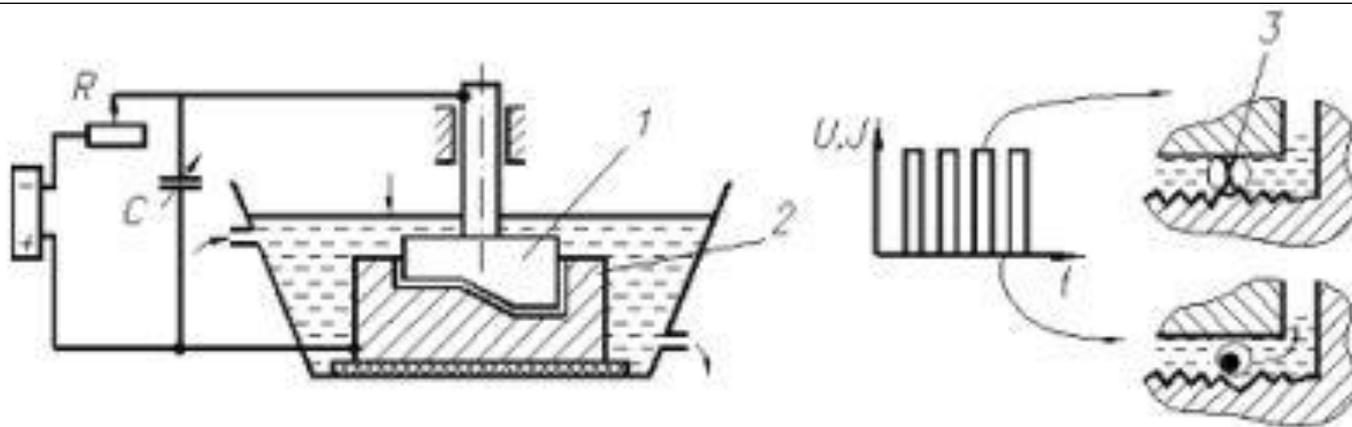


Рисунок 22.4-Электроимпульсная обработка

- Характеризуются применением импульсов большой длительности (0,5...10 с), соответствующих дуговому разряду между электродами и более интенсивному разрушению катода. В связи с этим при электроимпульсных режимах катод соединяется с заготовкой, что обеспечивает более высокую производительность эрозии (в 8-10 раз) и меньшей, чем при электроискровых режимах, износ инструмента
- Наиболее целесообразной областью применения электроимпульсных режимов является предварительная обработка заготовок сложнопрофильных деталей (штампы, турбины, лопатки и т.д.), изготовленных из труднообрабатываемых сплавов и сталей

# Виды электроэрозионной обработки

- Принципиального отличия между этими видами ЭЭО нет, но при электроимпульсной обработке длительность импульсов увеличивается в 5 - 100 раз, скорость съема металла увеличивается в 5 - 10 раз, а износ инструмента уменьшается в 20 - 100 раз.
- Грубые режимы обработки отличаются не только большой энергией импульсов, но и малой частотой их повторения, т.е. они характеризуются большой скважностью. Чистовые режимы - наоборот.



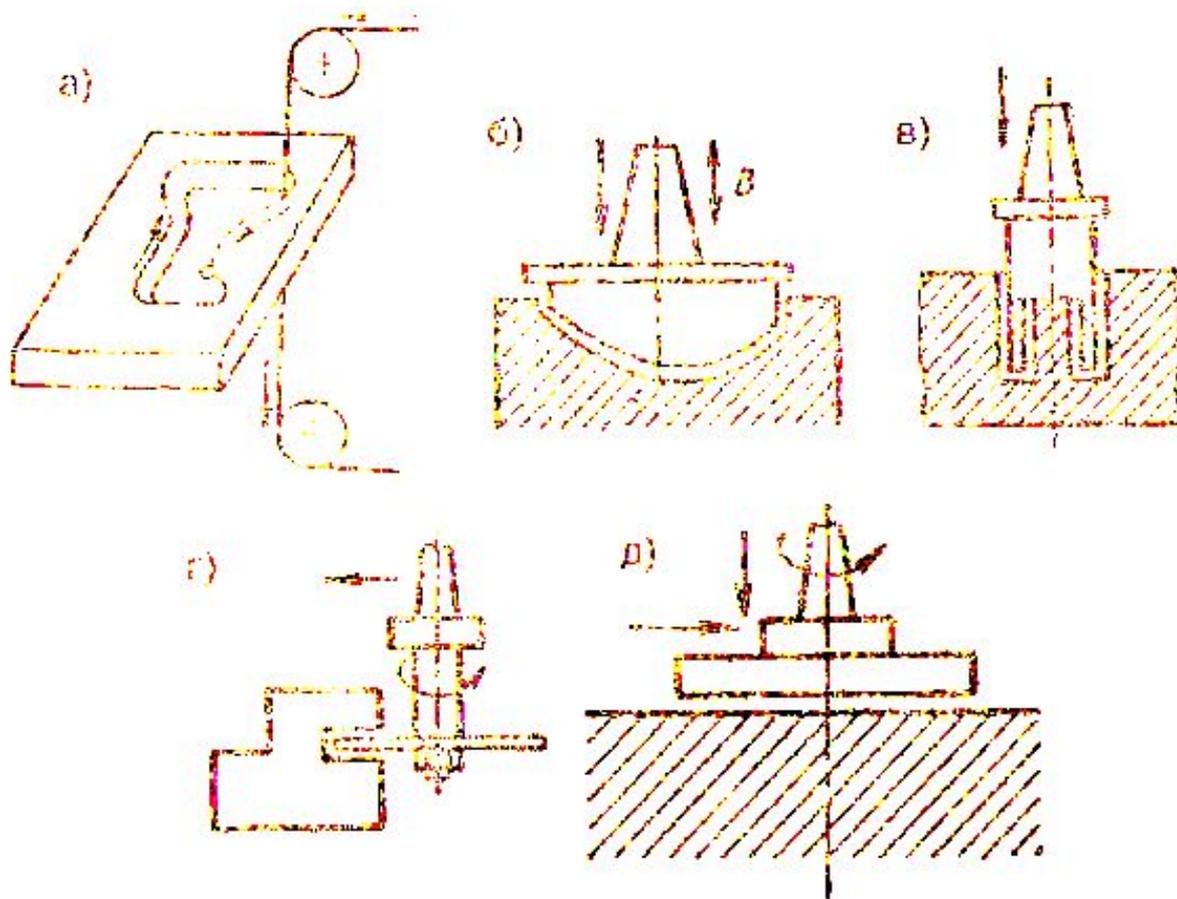
Рисунок 22.5- Электроэрозионный проволочно-вырезной станок AGIE CHARMILLES CUT 20

# Электроэрозионная обработка

*Технология ЭЭО включает следующие основные операции:*

- 1) получение полостей в штампах и пресс-формах, особенно если они изготавливаются из труднообрабатываемых материалов;*
- 2) прошивание глухих и сквозных отверстий в ситах, решетках, пластинах и т.п.;*
- 3) шлифование отверстий, конусов, растачивание канавок в отверстиях и т.п.;*
- 4) разрезание заготовок и вырезание из них деталей сложного профиля;*
- 5) обработка поверхностей деталей или инструмента без применения жидкой среды для придания поверхности необходимой шероховатости;*
- 6) упрочнение, которое осуществляется при закалке быстро остывающих порций расплавленного металла, а также вследствие легирования поверхностного слоя вольфрамом или титаном, которые переносятся на заготовку с электрода-инструмента, если он изготовлен из твердого сплава.*

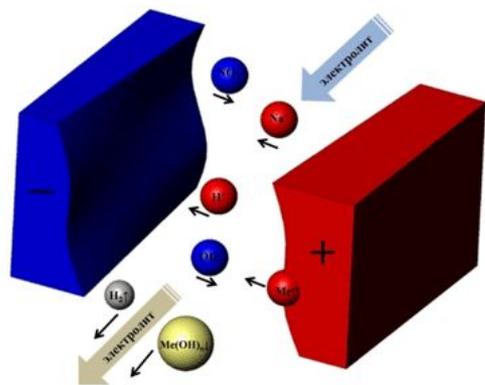
# Электроэрозионная обработка



**Основные операции электроэрозионной обработки:**

- а - формообразование полостей;
- б - прошивание отверстий;
- в - разрезание заготовок проволокой;
- г - разрезание заготовок вращающимся диском;
- д - шлифование

# Методы химической обработки



**Электрохимическая обработка**  
основана на использовании энергии химических реакций  
для воздействия на материал обрабатываемой  
заготовки с целью изменения формы, размеров  
и состояния поверхности

## Электрохимическая обработка

химическое  
размерное  
травление (ТрРз)

химическое  
безразмерное  
травление (ТрБз)

# *Методы химической обработки*

---

По технологическому назначению при соответствующих ограничениях (условиях) методы химической обработки могут быть отнесены к размерным и безразмерным методам обработки:

## **Электрохимическая обработка**

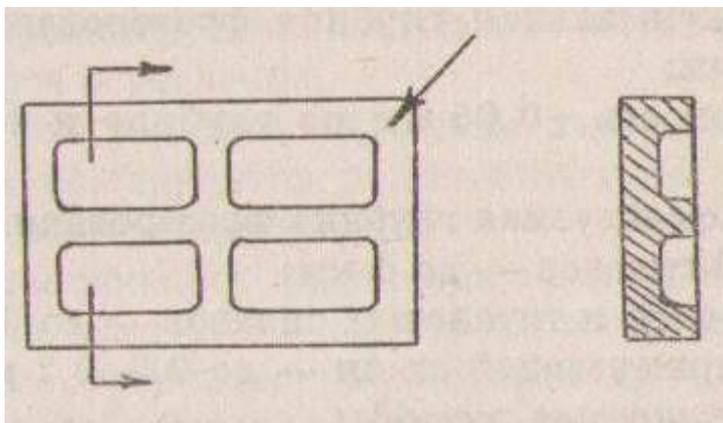
```
graph TD; A[Электрохимическая обработка] --> B[химическое размерное травление (ТрРз)]; A --> C[химическое безразмерное травление (ТрБз)];
```

*химическое  
размерное  
травление (ТрРз)*

*химическое  
безразмерное  
травление (ТрБз)*

# *Химическое фрезерование*

*Химическое размерное травление - химическое фрезерование*



*Типовой технологический процесс  
глубокого контурного травления :*

*1) подготовка деталей под химическое фрезерование - снятие окалины, окисных пленок (обезжиривание и слабое травление) для обеспечения плотного прилегания защитного покрытия;*

*2) нанесение защитных покрытий (механические - экраны, накладки; приклеивание химически стойких лент и шаблонов; электролитическое омеднение; лакокрасочные покрытия);*

*3) химическое травление;*

*4) очистка, промывка, сушка и контроль.*

# Химическое фрезерование

## Технологические особенности химического фрезерования:

- ✓ шероховатость поверхности  $Rz$  40 мкм (наихудшая шероховатость у литых заготовок) - в целом ухудшение шероховатости;
- ✓ максимальная глубина фрезерования 6-8 мм, реже 12 мм;
- ✓ точность  $\pm 0,05$  мм по глубине и  $+0,08$  мм по контуру.

## Преимущества метода:

- ✓ повышение точности толщины панелей с  $\pm 0,25$  мм (механическое фрезерование) до  $\pm 0,05$  мм;
- ✓ возможность одновременной обработки со всех сторон пространственных нежестких деталей, деталей сложной формы и т.д.

## Недостатки метода:

- ✓ большая длительность процесса при удалении значительных толщин металла;
- ✓ высокая шероховатость поверхности;
- ✓ плохая обработка отверстий узких пазов вследствие неудовлетворительной циркуляции раствора и подтравливания защитного покрытия

# Методы химической обработки

Рисунок 22.9-Станки SFE  
для прецизионной  
электрохимической обработки

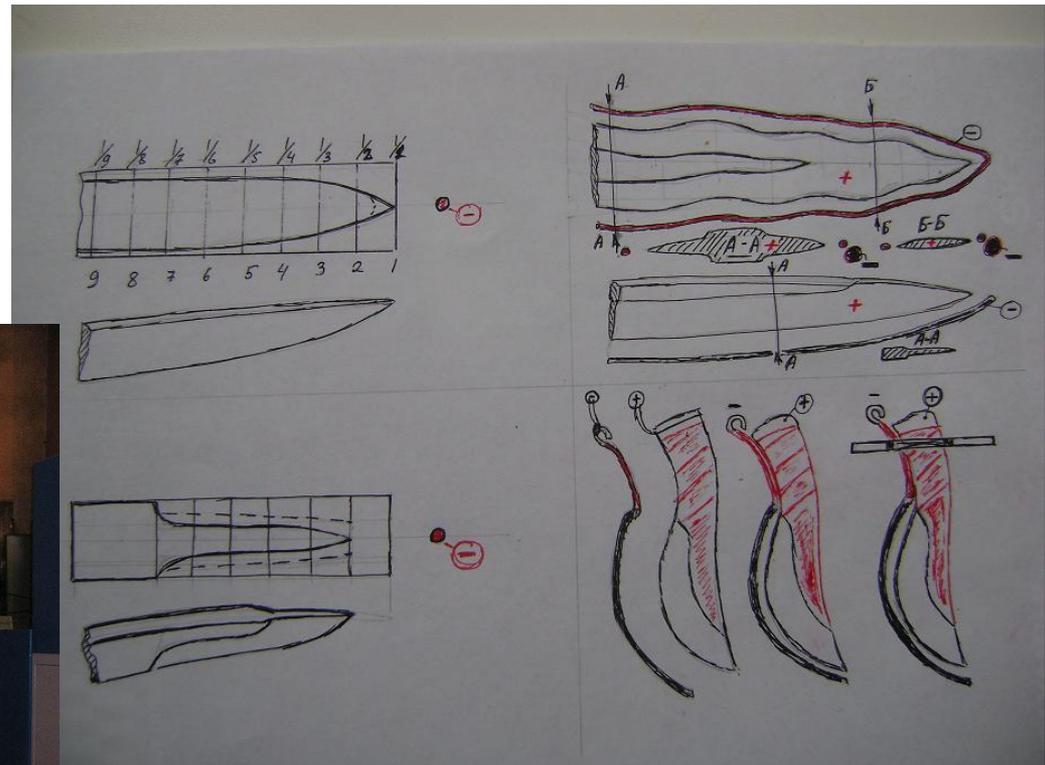


Рисунок 22.10- Создаем профиль клинка  
с помощью электрохимического  
травления

# Химическое фрезерование

---



**Рисунок 22.11- ЕМАГ ЕСМ –  
Удаление заусенцев ЭХ методом**

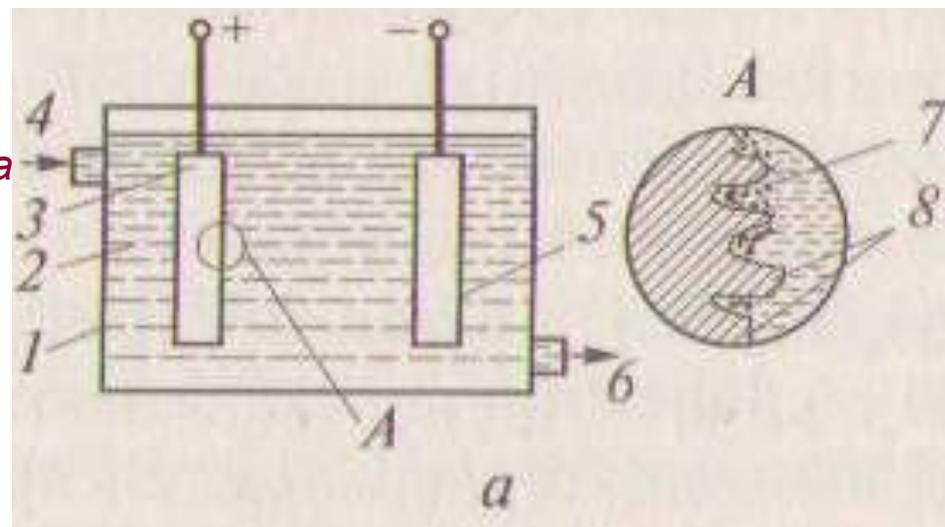
**Рисунок 22.11-а-Химическое травление**



# *Химическое полирование*

*Химическая безразмерная обработка - химическое полирование*

*ЭХО основана на анодном растворении выступов и впадин микронеровностей при электролизе и осуществляется в химических растворах, характеристика которых определяется маркой обрабатываемого материала и видом операции*



**Схема электрохимической**

**безразмерной обработки (полирования):**

*1 - ванна; 2 - электролит; 3 - заготовка;*

*4 - подача электролита; 5 - катод;*

*6 - слив электролита;*

*7 - продукты растворения при электролизе;*

*8 - микронеровности*

# Методы полирования

Final  
Finish



# *Химическое полирование*

- *Последовательность переходов при ТрБз:*
  - *первичное обезжиривание;*
  - *вторичное обезжиривание;*
  - *промывка;*
  - *обработка;*
  - *промывка;*
  - *первое осветление;*
  - *промывка;*
  - *второе осветление;*
  - *промывка;*
  - *пассивирование;*
  - *сушка*



Рисунок 22.13-Химическое полирование

# Химическое полирование

Режимы обработки химическим методом включают следующие показатели:

- состав компонентов,
- концентрация растворов,
- время обработки по переходам

- ✓ Минимальная величина шероховатости после химического полирования  $Rz = 0,32$  мкм.
- ✓ Микронеровности менее 0,01 мкм выравниваются, в результате появляется металлический блеск.
- ✓ Химическое полирование применяется для деталей из алюминиевых сплавов, меди, никеля, цинка, а также стали.

Преимущества:

- ❖ высокая производительность при длительности процесса 1-2 мин.

Недостатки химического полирования:

- малый срок службы растворов,
- трудность их коррекции и регенерации;
- выделение токсичных газов.

# *Домашнее задание*

---

*Подготовить доклады  
по современным методам обработки поверхностей*

*Импульсно-механическая обработка*

*Лучевая обработка*

*Плазменная обработка*

*Взрывная обработка*

*Методы магнитной обработки*

*Методы акустической обработки*

*Работа проводится в малых группах (по 2-3 человека)*