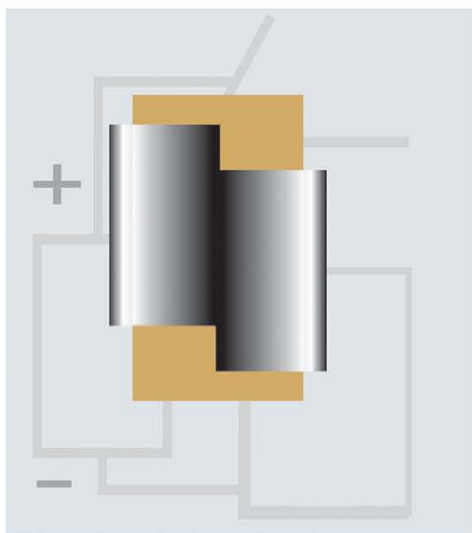




И. С. Куликов
С. В. Ващенко
А. Я. Каменев

ЭЛЕКТРОЛИТНО- ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Объединенный институт энергетических
и ядерных исследований – Сосны

И. С. Куликов
С. В. Ващенко
А. Я. Каменев

ЭЛЕКТРОЛИТНО- ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ



Минск
«Беларуская навука»
2010

УДК 621.7.047.7

Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 232 с. – ISBN 978-985-08-1215-5.

В книге обобщены исследования, проведенные авторами за последние годы в области электролитно-плазменной обработки металлов и сплавов. Приведены основные особенности данной технологии.

Представлены новые научные и практические результаты по использованию электролитно-плазменной технологии для обработки различных материалов.

Табл. 18. Ил. 53. Библиогр.: 68 назв.

Р е ц е н з е н т ы:

член-корр. НАН Беларуси, доктор технических наук А. П. Ласковнев,
кандидат физико-математических наук М. А. Андреев

ISBN 978-985-08-1215-5

© Куликов И. С., Ващенко С. В.,
Каменев А. Я., 2010

© Оформление. РУП «Издательский
дом «Беларуская навука», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава 1. Способы обработки поверхности металлических изделий.	11
1.1. Механические способы.	11
1.2. Химические способы	13
1.3. Электрохимическая полировка.	15
1.4. Электролитно-плазменная обработка	17
Глава 2. Физико-химические процессы и явления при электролитно-плазменной обработке.	19
2.1. Режимы анодного процесса при прохождении электрического тока через водные растворы электролитов	19
2.1.1. Электролиз.	21
2.1.2. Коммутационный режим	21
2.1.3. Электролитно-плазменный режим	22
2.1.4. Электрогидродинамический режим	24
2.2. Параметры электрической цепи при наличии пароплазменной оболочки	26
2.2.1. Эквивалентная электрическая схема.	27
2.2.2. Сопротивление электролита и приэлектродной зоны	28
2.2.3. Емкость пароплазменной оболочки	32
2.3. Энергия, выделяющаяся в приэлектродной зоне	34
2.4. Влияние свойств электролита на формирование пароплазменной оболочки	37
2.4.1. Зависимость свойств электролита от концентрации раствора.	37
2.4.2. Влияние температуры электролита и его свойств на критический тепловой поток при кипении	39
2.4.3. Пороговые значения свойств электролитов, допустимый интервал концентраций растворов	43

2.5. Температура изделия при электролитно-плазменной обработке	46
2.5.1. Вольт-температурная характеристика	47
2.5.2. Зависимость температуры обрабатываемого изделия от температуры электролита и скорости его движения	49
2.6. Влияние геометрических размеров анода на параметры электролитно-плазменной обработки.	52
2.7. Формирование микрорельефа поверхности при электролитно-плазменной обработке.	54
2.8. Математическое моделирование процессов электролитно-плазменной обработки	57
2.8.1. Нестационарные модели	59
2.8.2. Стационарные модели.	67
2.9. Экспериментальное исследование электролитно-плазменной обработки	79
2.9.1. Экспериментальная установка	79
2.9.2. Методика экспериментального исследования	81
2.9.3. Результаты экспериментов	82
2.10. Влияние технологических параметров на стабильность пароплазменной оболочки	87
2.10.1. Условия существования устойчивой пароплазменной оболочки	87
2.10.2. Технологические рекомендации.	89
Глава 3. Влияние различных факторов на качество обработки материалов электролитно-плазменным методом	92
3.1. Состав электролита.	93
3.2. Напряжение	97
3.3. Температура.	98
3.4. Время обработки.	99
3.5. Геометрические размеры и форма изделия.	100
3.6. Определение номенклатуры материалов и изделий, подвергающихся электролитно-плазменной обработке.	101
Глава 4. Разработка составов электролитов для полировки металлов и сплавов.	105
4.1. Влияние свойств электролита на физические процессы в приэлектродной зоне	105
4.2. Выбор новых составов электролитов.	106
4.3. Полировка деформируемых алюминиевых сплавов	111
Глава 5. Снижение энергоемкости электролитно-плазменной обработки	116
5.1. Схема экономичного источника питания со сниженным расходом электроэнергии	118

5.2. Установка с новым источником питания.	121
5.3. Результаты полировки при сниженном энергопотреблении.	123
5.4. Особенности применения различных электролитов при полировке на более низких напряжениях.	126
5.5. Экранирование изделия.	128
5.6. Подготовка поверхности.	129
5.7. Расчет потребления электроэнергии и сравнительный анализ энергоемкости при полировке в различных режимах.	133
5.7.1 Расчет расхода электроэнергии при различных методах обработки в электролите.	134
5.7.2. Оценка энергосбережения при двухстадийном режиме обработки.	137
Глава 6. Экономические показатели электролитно-плазменной обработки металлов и сплавов.	142
6.1. Расчет стоимости электроэнергии при полировке.	143
6.2. Расчет расхода электролита и стоимости химических реактивов.	143
6.3. Сравнительный анализ стоимости полировки различными методами.	146
Глава 7. Практическое применение электролитно-плазменной обработки.	150
7.1. Установки для электролитно-плазменной полировки.	150
7.2. Влияние полировки на эксплуатационные свойства изделий.	152
7.3. Оптимальный режим полировки.	156
7.4. Практические рекомендации.	159
Глава 8. Электролитно-плазменная обработка при струйных течениях электролита.	161
8.1. Теоретическое исследование струйной обработки.	164
8.1.1. Электродные процессы при струйных течениях электролита.	165
8.1.2. Математическое моделирование процессов в приэлектродной зоне.	167
8.2. Экспериментальное исследование струйной обработки.	176
8.2.1. Физические процессы и явления в приэлектродной зоне при прокачке электролита.	177
8.2.2. Установка для изучения струйной обработки.	181
8.2.3. Методика экспериментального исследования.	190

8.3. Электролитно-плазменное воздействие при различных схемах циркуляции электролита	191
8.3.1. Воздействие затопленной струи	191
8.3.2. Воздействие свободной струи	195
8.3.3. Обработка рампы форсунок двигателя автомобиля ВАЗ	197
8.4. Технологические возможности струйной обработки . . .	200
Глава 9. Виды электролитно-плазменной обработки	202
9.1. Обработка монокристаллических кремниевых пластин . .	202
9.2. Очистка стальных дисков	205
9.2.1. Исследование параметров электролитно-плазменной очистки фрикционных дисков из стали 65Г	206
9.2.2. Влияние времени обработки на качество очистки . .	210
9.2.3. Особенности обработки изделий различной формы и размеров	211
9.2.4. Оптимизация составов электролитов для очистки дисков	212
9.2.5. Особенности конструкции нестандартного оборудования и оснастки	215
9.3. Перспективы развития электролитно-плазменной обработки	219
Заключение	222
Список литературы	225
Условные обозначения	231

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим фактором устойчивого социально-экономического развития является широкое внедрение новых эффективных технологических процессов, позволяющих экономить используемые ресурсы и имеющих более высокие экологические и экономические показатели. К таким процессам можно отнести полировку металлов и сплавов электролитно-плазменным методом, который впервые нашел промышленное применение в Республике Беларусь. Новая высокопроизводительная и экологически чистая технология позволяет обрабатывать в водных растворах солей изделия из нержавеющей и углеродистых сталей, медных и алюминиевых сплавов, латуни, цинка, титана, кремния. Данный метод во многом лишен недостатков, присущих традиционной электрохимической полировке в высококонцентрированных растворах кислот, и позволяет экономить материальные и финансовые ресурсы. Наряду с высокой производительностью электролитно-плазменная технология имеет лучшие технические характеристики и высокое качество обработанной поверхности: скорость обработки изделия, класс чистоты поверхности, отсутствие внедрения частичек абразива, обезжиривание поверхности. Технологический процесс может быть полностью автоматизирован; для размещения оборудования не требуются большие производственные площади. В отличие от электрохимической полировки в кислотных растворах, в электролитно-плазменной технологии используются экологически безопасные водные растворы солей низкой концентрации (3–6%),

которые в несколько раз дешевле токсичных кислотных компонентов. Длительность полировки составляет 2–5 мин, а снятия заусенцев 5–20 с.

Электролитно-плазменный метод позволяет производить обработку изделий по следующим основным направлениям:

- полирование сложнопрофильных поверхностей ответственных деталей;
- зачистка заусенцев и скругление острых углов;
- декоративное полирование металлоизделий;
- очистка поверхности от загрязнений и подготовка ее под нанесение покрытий.

Обработка поверхности электролитно-плазменным методом основана на действии импульсных электрических разрядов, которые происходят в пароплазменной оболочке, образующейся вокруг изделия, погруженного в электролит. Обрабатываемая деталь является анодом, к которому подводится положительный потенциал, а к рабочей ванне подается отрицательный. Полирование металлов происходит в области напряжений 200–350 В и плотностей тока 0,2–0,5 А/см². При напряжении более 200 В вокруг анода образуется устойчивая тонкая (50–100 мкм) пароплазменная оболочка (ППО), оттесняющая электролит от поверхности металла и характеризующаяся малыми колебаниями тока. Напряженность электрического поля в оболочке достигает 10⁴–10⁵ В/см. При температуре около 100 °С такая напряженность вызывает ионизацию паров, а также эмиссию ионов и электронов, необходимую для поддержания стационарного тлеющего электрического разряда в оболочке. Вблизи микровыступов напряженность электрического поля возрастает, и на этих участках возникают импульсные искровые разряды.

Исследованиями установлено, что устойчивость и сплошность ППО, являясь необходимым условием осуществления процесса сглаживания микронеровностей, определяются совокупностью различных параметров: электрическими ха-

раактеристиками цепи, тепловыми условиями на обрабатываемой поверхности, молекулярными свойствами электролита и гидродинамическими параметрами жидкости в приэлектродной области [1–9]. Происходящие в приэлектродной области явления не укладываются в рамки классической электрохимии, так как вблизи анода возникает многофазная система металл/плазма/газ/электролит, в которой носителями зарядов служат ионы и электроны [4].

Поскольку электролитно-плазменный метод основан на пропускании электрического тока через изделие, то обработке подлежат материалы, обладающие электрической проводимостью. К таким материалам относятся металлы, сплавы и полупроводниковые материалы. Совместное воздействие на поверхность электропроводного изделия химически активной среды и электрических разрядов позволяет очищать поверхность перед нанесением покрытия, устранять микровыступы и полировать. При этом чистота поверхности улучшается на два-три класса, мелкие выступы удаляются, крупные сглаживаются, поверхность детали приобретает блеск, острые кромки притупляются, также удаляются заусенцы толщиной 0,1 мм при основании. При обработке с поверхности детали полностью удаляются жировые загрязнения, некоторые виды лакокрасочных покрытий, электрохимические и вакуумно-плазменные покрытия [4, 10–12]. Удаляется также внедренный абразив и другие посторонние включения, осуществляется хорошая подготовка под последующее нанесение вакуумно-плазменных и других видов покрытий.

Широкое внедрение в производство более высокопроизводительной электролитно-плазменной полировки позволит со временем практически везде заменить токсичный электрохимический метод обработки. Процесс полировки металлов является экологически чистым и удовлетворяет санитарным нормам, для очистки отработанного электролита не требуются специальные очистные сооружения.

Основные технические решения для электролитно-плазменной технологии полировки ряда металлов разработаны и запатентованы в Германии и в Беларуси (БНТУ, Минскоргстанкинпром, ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси). Электролиты, разработанные в Германии и в БНТУ, пригодны для обработки ограниченного класса металлов и не полируют алюминий, титан, цинк и др. В Объединенном институте энергетических и ядерных исследований – Сосны Национальной академии наук Беларуси для алюминия, цинка, титана разработаны новые способы полировки и составы электролитов, которые не содержат концентрированных кислот, не агрессивны по отношению к оборудованию, долговечны и имеют низкую стоимость (патенты РБ № 904, 7291, 7570, 8424, 8425, 9204).

Наиболее полно процессы, происходящие в прианодной зоне, описаны в книге В. Н. Дурадзи и А. С. Парсаданяна «Нагрев в электролите» (1988), появилось много публикаций в журналах и сборниках научно-технических конференций. С получением новых результатов возникла необходимость обобщить имеющийся опыт по исследованию и применению электролитно-плазменной технологии для обработки различных материалов и изделий, чему и посвящена данная книга.

Авторы выражают глубокую благодарность своим коллегам по работе, которые принимали активное участие в выполнении работ по электролитно-плазменной технологии и оказывали действенную помощь в подготовке рукописи к изданию: Владимиру Леонидовичу Ермакову, Эдуарду Павловичу Кревсуну, Людмиле Александровне Климовой, Валентине Михайловне Кохан.

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Финишная обработка изделий необходима для улучшения внешнего вида изделий и придания им более высоких потребительских качеств. Полировка придает изделиям красивый декоративный блеск, а также используется при подготовке поверхности для нанесения покрытий. В промышленности широко применяются электрохимическая, механическая, химическая полировки.

1.1. Механические способы

Механические способы финишной обработки поверхностей деталей, имеющие длительную историю и все еще широко применяющиеся, осуществляются с использованием абразивных кругов и лент с полировальными пастами или при помощи барабанных и вибрационных установок. Применение паст позволяет достигать величины шероховатости поверхности $R_a = 0,05\text{--}0,12$ мкм. При этом процесс полировки, как правило, связан с использованием ручного труда.

Ленты, по сравнению с кругами, делают возможным одновременную обработку сравнительно большой поверхности и облегчают автоматизацию и механизацию финишной обработки.

Для полирования используются шлифовальные станки, оснащенные эластичными войлочными и матерчатыми кругами с нанесенными на них полировальными пастами. Последние включают микропорошок, связки и добавки поверхностно-активных веществ, оказывающих активиру-

ющее воздействие на обрабатываемую поверхность металла. Типичная паста состоит из 60–70% абразива и 30–40% связки; содержание активирующих добавок не превышает 2%.

Интенсифицировать процесс полирования можно путем применения паст, содержащих 2–8% микропорошка синтетических алмазов. При этом полирование происходит в несколько стадий. Сначала используют жирные пасты с более грубым абразивом, нанесенные на жесткие матерчатые круги, при повышенной частоте вращения. Финишное полирование с достижением высокого блеска поверхности проводят мягкими кругами при небольшой частоте вращения и сухими пастами с тонкими абразивами. При этом расход материалов на полирование 1 м² поверхности деталей составляет 0,02–0,3 войлочных кругов и 100–120 г пасты. При полировании деталей сложного профиля используются эластичные ленты в виде полос или пучков с теми же пастами.

Значительно большей производительностью отличается полирование на барабанных установках, в которые детали загружаются насыпью в большом количестве. При таком способе полирования достигается снижение величины параметра шероховатости R_a от 1,6–0,8 до 0,2 мкм. Использование вибрации и планетарного вращения позволяют повысить производительность в 8–10 раз.

Иногда применяется полирование в барабанных установках без жидкой среды с использованием кусков кожи, фетра, замши, сухих опилок дуба, ясеня, граба. Соотношение обрабатываемых деталей и наполнителя составляет 1:2–1:6, кожи – 1:30–1:50.

Интенсивность полирования в барабанных установках можно повысить, совмещая механическое воздействие полирующего материала с химическим. При этом кислая среда облегчает удаление с поверхности металла слоя окислов, а щелочная снижает режущее действие абразивов.

В настоящее время широко используется так называемое подводное полирование в барабанных установках

с жидкой средой (0,2–0,7%-й раствор хозяйственного мыла). Предварительное обезжиривание деталей является обязательной операцией, необходимой для хорошего качества обработки. Для повышения интенсивности процесса раствор нагревают до 40–50 °С. Долговечность раствора не превышает 24 ч, после чего необходима его полная замена. Блестящая поверхность стальных деталей достигается путем использования слабощелочного раствора с абразивом в виде стальных полировальных шариков диаметром 9–18 мм. Возможно снижение величины шероховатости до $R_a = 0,32\text{--}0,63$ мкм.

При всем своем многообразии механическое полирование достаточно трудоемко, экологически вредно и требует большого количества расходуемых материалов.

1.2. Химические способы

При химическом полировании воздействие раствора на металл сочетается с действием гальванических пар на его поверхности, что вызывает образование пассивирующей оксидной пленки. Непосредственным результатом химического полирования является сглаживание микронеровностей и появление блеска с одновременным растворением верхнего слоя поверхности. Увеличение блеска связано с предотвращением травления металла вследствие образования на его поверхности пассивирующей оксидной пленки, которая возникает под влиянием взаимодействия обрабатываемого металла с компонентами раствора. Качество полированной поверхности зависит от соотношения скоростей формирования пленки и ее растворения в жидкости. Преобладание первой приводит к оксидированию, второй – к травлению металла. Наибольший блеск поверхности достигается при минимальной толщине оксидной пленки, которая должна быть достаточной для предотвращения травящего действия раствора на металл, а это возможно при равенстве скоростей процессов формирования и хими-

ческого растворения образующейся оксидной пленки. Толщина пленки при химическом полировании меньше, чем при электрохимическом, что объясняет меньшую эффективность сглаживания микронеровностей и повышение блеска поверхности металла.

Положительные результаты полирования нержавеющей аустенитных сталей типа 12Х18Н10Т достигаются в растворе следующего состава: серная кислота – 34%, соляная кислота – 6,5%, азотная кислота – 4,5%, хлористый натрий – 0,5%, вода – 54%, краситель кислотный черный 3М – 0,5%. Корректирование раствора состоит в периодическом добавлении воды и азотной кислоты. Обработку проводят в течение 3–10 мин при температуре 70–75 °С. С увеличением содержания в растворе солей железа время обработки увеличивается до 15–20 мин. Качество поверхности при химическом полировании зависит от объемной плотности загрузки деталей в ванне. При избыточной загрузке возникает неравномерность обработки, возможно травление и образование других дефектов вследствие затрудненного доступа раствора к поверхностям изделий.

После химического полирования детали необходимо тщательно промыть в проточной воде и высушить. Целесообразно проводить химическое пассивирование полированных изделий.

Следует отметить меньшие трудоемкость и энергоемкость химического полирования по сравнению с механическим. Однако процесс химического полирования отличается малым сроком службы растворов, их высокой стоимостью и сложностью корректировки в процессе работы. Необходимо также отметить экологические проблемы, возникающие из-за высокой концентрации растворов кислотного состава. Применяемые растворы являются горючими материалами, как правило, токсичны и требуют специальных мер для защиты персонала и окружающей среды.

1.3. Электрохимическая полировка

Электрохимическая обработка заменяет трудоемкие механические методы и не приводит к нежелательным структурным изменениям в поверхностном слое изделий. Стравленная поверхность во многих случаях обладает более высокой коррозионной стойкостью и улучшенными механическими свойствами.

Электрохимическое полирование – это обработка деталей, погруженных в электролит, представляющий собой раствор, обычно содержащий кислоты. В процессе обработки при постоянном напряжении 10–20 В изделие подключается к положительному полюсу (аноду) источника питания.

При анодном электрохимическом полировании процесс сглаживания микрошероховатостей на уровне субмикрорельефа поверхности связан с наличием на металле пассивирующей пленки. Степень уменьшения шероховатостей определяется величиной электрического заряда, прошедшего через электролит. В ходе электролиза, наряду с уменьшением высоты микровыступов, происходит округление их вершин и формирование волнообразного микрорельефа поверхности. Данные процессы вызываются неравномерностью распределения электрического тока по микрорельефу поверхности и концентрационными изменениями электролита в прианодном слое. Качество электрохимической обработки зависит от состава металла или сплава, степени остаточной деформации, толщины обрабатываемой детали.

При использовании электрохимического полирования для получения поверхности хорошего качества необходимо перед обработкой убедиться, что на деталях нет глубоких рисок, забоин, раковин, так как они не устраняются при электрохимической обработке. Наиболее высокий блеск поверхности достигается на небольших деталях, причем плоские поверхности полируются хуже, чем цилиндрические.

Электрохимическое полирование проводится в обычных гальванических ваннах с обязательным плотным контактом

подвесного устройства с деталями и электродной штангой. Наиболее долговечна оснастка из титана, который не разрушается в электролитах. Для надежности электрического контакта подвески с деталями рекомендуется образующуюся на них окисную пленку периодически удалять, используя разбавленную серную кислоту.

Основой промышленных электролитов для электрохимического полирования служат ортофосфорная или хлорная кислоты. В хлорнокислых электролитах обрабатываются алюминий, цинк, свинец, титан, в трехкомпонентных фосфорно-серно-хромовокислых электролитах – стали различных марок, а в фосфорно-сернокислых – нержавеющие стали аустенитного класса 12Х18Н10Т, Х17Г9АН4.

Для повышения стойкости к коррозии рекомендуется обрабатывать стальные детали после электрохимического полирования раствором NaOH в течение 15–20 мин при температуре 60–70 °С. В случае нанесения на изделие гальванического покрытия, для улучшения сцепления покрытия с деталью необходимо подвергнуть его электрохимической обработке в 3÷5%-м растворе соляной кислоты.

Несмотря на достаточно широкую область применения, электрохимический метод имеет существенные недостатки: использование дорогостоящих и агрессивных электролитов, необходимость проведения постоянного экологического контроля и обеспечение пожарной безопасности, поскольку происходит выделение пожаро- и взрывоопасных веществ. Большая часть применяемых в промышленном масштабе электролитов состоит из смеси концентрированных кислот, например, серная и фосфорная, к которым добавляются токсичные компоненты, такие как хромовая, фтористоводородная кислоты или цианиды. На практике такими агрессивными электролитами трудно управлять; кроме того электролиты, содержащие хлористую и уксусную кислоты в определенном диапазоне концентраций, имеют тенденцию к взрыву. Существенным недостатком

электрохимических методов можно считать ограниченность номенклатуры обрабатываемых металлов и изделий, высокую стоимость процесса и низкую производительность обработки.

1.4. Электролитно-плазменная обработка

Последние 15 лет интенсивно внедряется в производство экологически чистый метод электролитно-плазменной обработки металлических изделий. Новый метод позволяет обрабатывать в водных растворах солей металлические и полупроводниковые изделия из нержавеющей и углеродистых сталей, медных и алюминиевых сплавов, латуни, цинка, титана, кремния. Наряду с высокой производительностью электролитно-плазменная технология имеет более высокие технические характеристики: скорость обработки изделия, класс чистоты его поверхности, отсутствие внедрения частичек абразива, обезжиривание поверхности.

Для обработки нержавеющей сталей и медных сплавов используют 3–5%-е водные растворы сульфата аммония и хлористого аммония. При обработке других металлов и сплавов применяются водные растворы солей с концентрацией не выше 10%. Длительность полировки составляет 2–5 мин, а снятие заусенцев 5–20 с. Под действием рабочего напряжения вокруг погруженного в электролит изделия возникает устойчивая пароплазменная оболочка и по всей обрабатываемой поверхности происходят импульсные электрические разряды. Совместное воздействие на поверхность детали химически активной среды и электрических разрядов приводит к возникновению эффекта полирования и очистки поверхности изделий.

Данный метод во многом лишен недостатков, присущих традиционным механическим и электрохимическим способам обработки, и дополнительно позволяет экономить материальные ресурсы. Его преимуществами являются высокая производительность и эффективность, соблюдение

экологической чистоты окружающей среды, высокие качество и скорость выполняемых операций, невысокая стоимость. Электролитно-плазменная обработка во многих случаях может заменить трудоемкую механическую и токсичную химическую обработки в кислотных растворах. Производительность и экономическая эффективность технологических операций в 3–4 раза выше аналогичных, осуществляемых механическим способом, и в 5–6 раз выше электрохимического способа обработки на основе кислотных растворов. Процесс соответствует требованиям санитарных норм. Электролитно-плазменная полировка выполняется на компактных установках, которые просты в управлении и надежны в эксплуатации.

В настоящее время электролитно-плазменная обработка применяется на ряде предприятий Беларуси и за рубежом (Россия, Украина, Молдова, Германия, Китай, Корея) [12–15].

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНО- ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

2.1. Режимы анодного процесса при прохождении электрического тока через водные растворы электролитов

В электролитно-плазменной технологии обрабатываемое изделие является анодом, к нему подводится положительный потенциал от источника питания, а катодом служит рабочая ванна (рис. 2.1). В зависимости от приложенного напряжения при прохождении электрического тока через водный раствор электролита [1–9, 16–18], наблюдаются различные режимы электрических процессов вблизи анода. Полировка осуществляется при одном из видов анодных процессов.

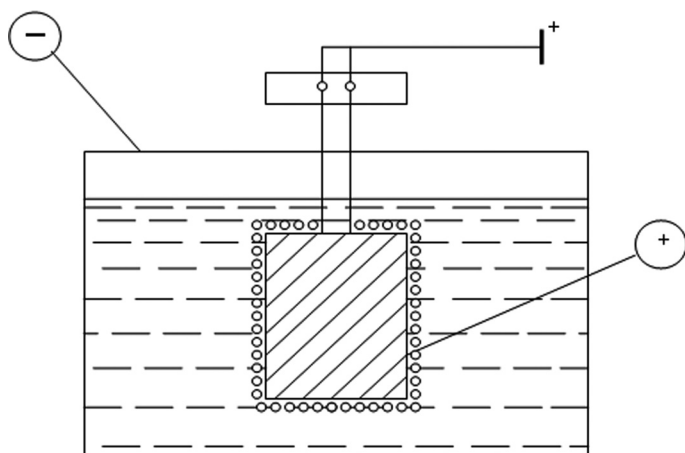


Рис. 2.1. Схема электролитно-плазменного полирования