

время закалки. Теплопередача через ось детали является более однородной и возможность появления короблений уменьшается. Управление процессом обеспечивается управлением давлением газа закалки и скоростью его подачи. Благодаря этим параметрам скорость закалки можно контролировать в зависимости от требований к деталям.

Основными преимуществами закалки деталей в среде инертных газов является уменьшение короблений, что помогает избежать последующей машинной обработки и позволяет получить чистые и сухие детали. После закалки газом поверхность деталей свободна от закалочной среды, пыли или других остатков, что является необходимым требованием для следующих этапов, например нанесение покрытий. Также к преимуществам данного процесса можно отнести сокращение технологического времени, улучшение качества обрабатываемых деталей, снижение затрат, улучшение экологических условий. Кроме того, обеспечивается гибкость и лёгкая переналадка технологии, стабильная воспроизводимость результатов.

Напоследок надо отметить, что динамическое развитие машиностроительных предприятий невозможно без внедрения инновационных технологий. Внедрение таких технологий как закалка в среде инертных газов позволит нашим предприятиям выйти на мировой уровень.

УДК 621.7/9.047(075.8)

### **Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов**

Студент гр.104211 Пинчук В.А.

Научный руководитель – Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Электрофизические и электрохимические методы по сравнению с обычной обработкой резанием имеют ряд преимуществ. Они позволяют обрабатывать заготовки из материалов с высокими механическими свойствами (твердые сплавы, алмаз, кварц и др.), которые трудно или практически невозможно обрабатывать другими методами. Кроме этого, указанные методы дают возможность получать самые сложные поверхности, например отверстия с криволинейной осью, глухие отверстия фасонного профиля и т. д. К числу таких методов относят электроэрозионную, электрохимическую, электро-контактный, анодно-механическую, ультразвуковую, электронно-лучевую и другую обработку металлов (согласно данным [1 – 3] таблица 1).

В основе электроэрозионной обработки металлов лежит процесс электроэрозии, т.е. разрушения поверхностей электродов при электрическом разряде между ними. Электроэрозионную обработку производят на специальных (электроискровых, электроимпульсных) станках.

Инструментом для обработки служит электрод, изготовленный из меди, латуни, бронзы, алюминия или некоторых других материалов. Он имеет форму, соответствующую форме требуемой поверхности обрабатываемой детали.

Заготовку помещают в ванну с жидкостью, не проводящей электрический ток. Инструмент и заготовку подключают в станке к источнику электрического тока. При сближении инструмента (катода) и заготовки (анода), когда искровой промежуток становится очень малым, между ними происходит электрический разряд (рисунок 1) В результате температура на обрабатываемой поверхности заготовки мгновенно достигает 8000 – 10000 °С, что приводит к местному расплавлению, частичному испарению и взрывоподобному выбросу микрочастиц с поверхности заготовок. Выброшенные частицы металла в жидкой среде затвердевают и оседают на дно ванны. При подаче электрода-

инструмента искровые разряды многократно повторяются и, образуют в заготовке лунку, отображающую форму инструмента.

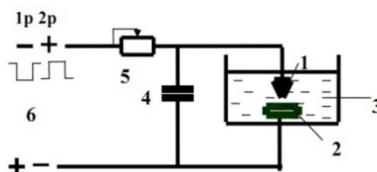


Рисунок 1 – Схема электроэрозионной обработки материалов:

1 – электрод-инструмент; 2 – обрабатываемая деталь; 3 – среда, в которой производится разряд; 4 – конденсатор; 5 – реостат; 6 – источник питания; 1р – режим электроискровой обработки; 2р – режим электроимпульсной обработки

Электроэрозионную обработку широко применяют для получения различных отверстий, пазов, углублений при изготовлении штампов, пресс-форм, кокилей и т.д.

Электрохимическая обработка заключается в том, что под воздействием электрического тока разрушаются поверхностные слои металла детали, помещенной в электролит. Частицы металла, лежащие на поверхности детали, растворяются в электролите, и деталь становится блестящей (электролитическое полирование). В том случае, если поверхности должны быть приданы определенные размеры, применяют специальный инструмент для механического удаления разрушенной пленки металла.

Анодно-механическая обработка металлов построена на сочетании электроэрозионного и электрохимического процессов. Ее сущность заключается в следующем. Через обрабатываемую заготовку (анод) и вращающийся инструмент (катод) пропускается постоянный электрический ток. Анод и катод находятся в среде электролита. Электрический ток, проходя через электролит, разлагает его и растворяет поверхность заготовки (анода). На поверхности заготовки постоянно образуется не проводящая ток пленка. Вращающийся инструмент (катод) механически срывает эту пленку. При точечном срыве пленки и частичном пробивании ее на вершинах микронеровностей в местах контакта инструмента проходит ток большой плотности, под действием которого микронеровности оплавляются. Оплавленные частицы металла удаляют вращающимся инструментом.

Анодно-механический способ обработки металлов применяют для затачивания пластинок из твердых сплавов и для резки очень твердых и вязких металлов.

Таблица 1 – Основные особенности рабочих процессов физико-химических методов и процессов обработки материалов

Способ обработки	Рабочий процесс	Используемая энергия	Мощность удельная, $N_{уд}$ , Вт/см <sup>2</sup>	Рабочая среда	Род обрабатываемых материалов
1	2	3	4	5	6
Электро-эрозионный	Эрозия в импульсных разрядах	Тепловая	$10^4 \dots 10^8$	Жидкость диэлектрическая	Электропроводящие
Электро-контактный	Механическое удаление нагретого металла	то же	$10^4$	Воздух, газ	то же
Электро-химический	Анодное растворение	Химическая	$10^3 \dots 10^4$	Электролит	_____»_____
Анодно-механический	Анодно-механическое удаление	Химическая + механическая	то же	то же	_____»_____
Ультразвуковой	Хрупкое разрушение при ударном	Механическая	_____»_____	Абразивная	Металлы и неметаллы (тверд., и хрупк.)

	вдавливании абразивных зерен				
--	------------------------------	--	--	--	--

### Литература

1. Артамонов, Б. А., Волков, Ю. С., Дрожалова, В. И. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебное пособие (в 2-х томах). /под ред. В. П. Смоленцева. – М.: Высшая школа, 1983.
2. Бирюков, Б. Н. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. / Б. Н. Бирюков — М.: Машиностроение, 1981.
3. Попилов, Л. Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. / Л. Я. Попилов. Справочник. 2 - е изд. доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 1982.

УДК 62-1/-9

### Упрочнение изделий из конструкционных сталей методом ионно-плазменного азотирования (ИПА)

Студент гр. 104511 Чайко Ю.В.  
 Научный руководитель – Вейник В.А.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – эффективный метод упрочняющей обработки деталей из легированных конструкционных сталей:

- валов, прямозубых, конических и цилиндрических шестерен;
- зубчатых венцов;
- вал-зубчатых шестерен;
- муфт;
- валов-шестерен сложной геометрической конфигурации;
- шнеков и др.

При упрочняющей обработке методом ионного азотирования деталей изцементуемых, улучшаемых, низко- и среднелегированных сталей (18ХГТ, 20ХНЗА, 40ХГНМ, 25ХГТ, 40Х, 40ХН, 40ХФА и др.). Необходимо в начале проводить улучшение поковок – объемную закалку и отпуск до твердости 241 – 285 НВ (для некоторых сталей 269 – 302 НВ), затем механическую обработку и в завершение – ионное азотирование. Для обеспечения минимальной деформации изделий перед азотированием для снятия напряжений рекомендуется проводить отжиг в атмосфере защитного газа, причем температура отжига должна быть выше температуры азотирования. Отжиг следует проводить перед точной механической обработкой.

Глубина азотированного слоя, формируемого на указанных изделиях, изготовленных из сталей 40Х, 18ХГТ, 25ХГТ, 20Х2Н4А и др., составляет 0,3 – 0,5 мм при твердости 500 – 800 НВ в зависимости от марки стали (таблица 1).