Источники питания для ионного азотирования 10–150 кВт

Источники питания для ионного азотирования: требования и выбор

Источник питания для ионного (ионно-плазменного) азотирования зажигает и поддерживает аномальный тлеющий разряд в азотсодержащем газе при давлении 1–300 Па. Ионное азотирование — один из основных способов химико-термической обработки (ХТО) стальных и титановых деталей: валов, шестерён трансмиссий, штампового инструмента и пресс-форм. Ионная бомбардировка одновременно нагревает садку до 350–600 °C, очищает поверхность катодным распылением и насыщает её азотом — образуется твёрдый азотированный слой.

ГРАНИТ-ИТТ (Томск) выпускает импульсные инверторные источники для ионного азотирования серии ИПА. Они встраиваются в действующие шахтные и колпаковые вакуумные печи. Качество слоя, отсутствие прижогов и микротрещин зависят от быстродействия дугозащиты, частоты импульсов и точности стабилизации.

Требования к источнику питания для азотирования

Гашение дуг

На загрязнённых, газящих или сложных по форме деталях тлеющий разряд стремится перейти в дугу. Если источник не погасит дугу быстро, на детали остаётся прижог или оплавление. Источники ГРАНИТ-ИТТ ограничивают ток быстрее чем за 500 нс.

Импульсный режим

На постоянном токе азотирование возможно, но на сложных и загрязнённых садках часто возникают дуги. Импульсный режим 1–100 кГц с регулируемой скважностью снижает их число: в паузах плазма в местах зарождения дуги деионизируется. Скважность к тому же позволяет регулировать нагрев садки отдельно от плотности тока.

Эффект полого катода

В глухих отверстиях, пазах и между близко расположенными поверхностями плотность плазмы локально растёт, ток лавинообразно увеличивается, деталь перегревается. Источник распознаёт этот режим по изменению ВАХ и снижает мощность.

Мощность и напряжение

От 10 кВт для лабораторий и мелких партий до 150+ кВт для промышленных садок. Для низких давлений и сложных сплавов — исполнение с напряжением до 1500 В.

Преимущества источников ГРАНИТ-ИТТ

- **Гашение дуги без остановки процесса.** При пробое источник не отключается полностью — иначе садка остыла бы, — а ограничивает ток за 500 нс и продолжает работу через заданное время дугооашения. Энергия, накопленная в индуктивности кабелей, возвращается в накопительные конденсаторы модулем рекуперации — в точке пробоя выделяется меньше тепла.
- **Работа в разных газовых средах.** Источник работает в азотно-водородных смесях, диссоциированном аммиаке, чистом азоте и смесях азота с аргоном. Азотирование без водорода позволяет отказаться от хранения водорода и аммиака.
- **Три схемы подключения.** Классическая — катодом служит сама деталь (Direct Plasma Nitriding [DCPN]); с активным экраном — плазму создаёт изолированный экран вокруг садки (Active Screen Plasma Nitriding [ASPN]) ; комбинированная — с импульсами смещения на деталь (Bias Active Screen Plasma Nitriding [BASPN/ ASPN-Bias]). Для деталей сложной формы режим с активным экраном снижает перегрев кромок и неравномерность слоя.
- **Плавный пуск.** Напряжение и мощность нарастают по программируемой рампе. Разряд зажигается мягко даже на деталях со следами консервационной смазки, поверхность постепенно очищается катодным распылением.

Критерии выбора

Критерий	Диапазон	На что влияет
Мощность	10–150+ кВт	Размер садки: от лабораторной установки до промышленной печи
Напряжение	до 1000 В, до 1500 В под заказ	Зажигание на низком давлении и сложных сплавах
Схема подключения	деталь-катод / активный экран / импульсы смещения	Равномерность слоя на шестернях, пресс-формах, длинных валах
Давление	1–300 Па	Диапазон режимов ХТО
Частота	1–250 кГц	Тепловой баланс, гашение дуг на загрязнениях
Гашение дуги	< 500 нс	Защита кромок от прижогов и оплавления
Рекуперация	модуль рекуперации	Нагрузка на компоненты, КПД

Частые вопросы

Можно ли заменить трансформаторный источник печи ионного азотирования на инверторный?

Да — источник подбирается под мощность садки и напряжение разряда, может потребоваться замена (модернизация) и/или дополнительный ввод для режимов с активным экраном.

Что такое азотирование с активным экраном?

Плазма создаётся не на самой детали, а на изолированном экране вокруг садки. Деталь нагревается и насыщается азотом равномернее, а на кромках и в отверстиях меньше перегрева. Для увеличения скорости азотирования установка комплектуется источником смещения.

Какая частота импульсов нужна для азотирования?

Обычно единицы — десятки кГц; точное значение подбирается (автоматически нашим источником и/или оператором) под садку и газовую среду, чтобы увеличить скорость обработки и не допускать микродуг.

Подобрать источник питания для ионного азотирования

Нужна модернизация печи ХТО, переход на азотирование без водорода или новый источник? Заполните форму — инженеры ГРАНИТ-ИТТ подберут конфигурацию.