

УДК 621.787

А.Н. Юманова, Д.О. Алекса, С.С. Дудкина*(МОУВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Беларусь)*

Научный руководитель – В.М. Шеменков

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ НА ДЕТАЛИ ИЗ СТАЛЕЙ ИМПУЛЬСНЫМ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ

Рассмотрена возможность формирования высоковольтных частотных импульсов с возможностью регулирования тока в пределах от 50 до 150 кГц. Представлена схема формирования устройства, позволяющего получить более широкие возможности регулирования частоты. Представлены результаты, позволяющие получить представление о влиянии частоты течения тока высоковольтного тлеющего разряда на глубину модифицированного слоя.

Поверхностный слой деталей машин оказывает существенное влияние на их эксплуатационных свойства. От его состояния зависят контактная выносливость, прочность и износостойкость. В результате чего одним из перспективных направлений в современном материаловедении является разработка изделий с функционально-градиентными свойствами материалов, однако данное направление является очень затратным и требует использование специфических трудно повторяемых технологий. Одним из перспективных способов создания таких структур, позволяющих получить поверхностный слой более износостойким, с большей твердостью в отличие от основного металла является обработка с использованием тлеющего разряда [1]. Однако данная и подобные технологии, основанные на ионной химико-термической обработке, отличаются тем, что формируемый при этом самостоятельный тлеющий разряд, получаемый от полупериодного выпрямителя, характеризуется наличием частотных колебаний тока, проходящим между анодом и катодом в пределах от 80 до 120 кГц. Как показали предварительные исследования [2] данная картина объясняется тем, что во время горения разряда осуществляется переход от тлеющего к таунсовскому. Типичная картина течения тока от анода к катоду при реализации указанных выше способ представлена на рисунке 1.

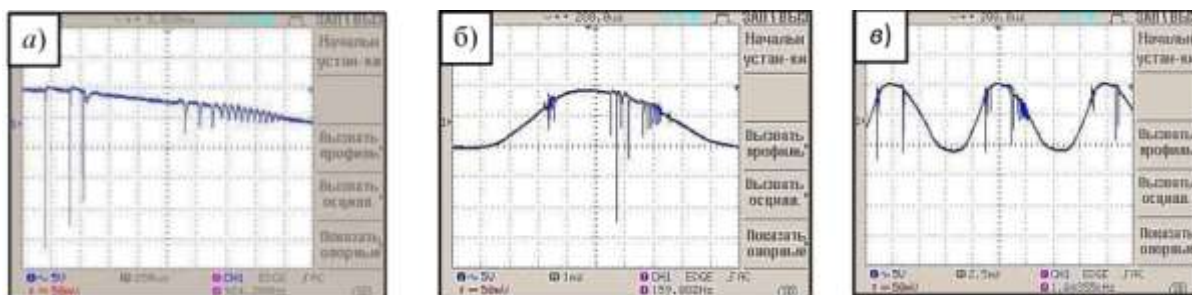


Рисунок 1 – Осциллограммы тока, протекающие между анодом и катодом

Анализ результатов дюрометрических исследований стальных заготовок, прошедших обработку тлеющим разрядом, выявил то, что частота течения тока через обрабатываемое изделие может существенно влиять на глубину «активного слоя» [3].

Из осциллограмм видно, что во время обработки происходит самовозбуждение электрического тока, которое приводит к попеременной смене тлеющего разряда таунсендовским и наоборот. В результате образуется ударная волна ионов, бомбардирующая изделие.

Схема установки для осуществления упрочнения представлена на рисунке 2.

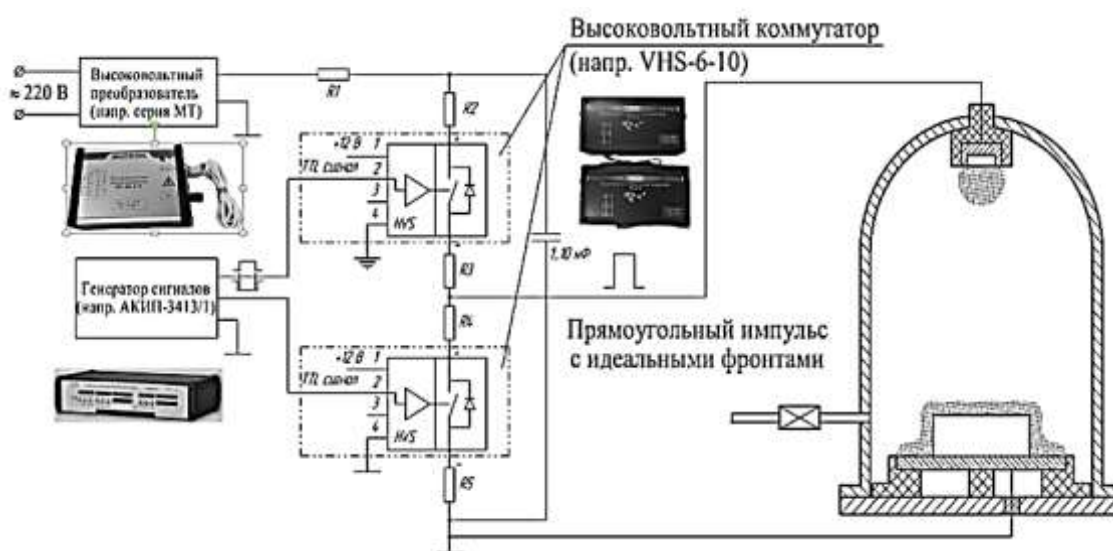


Рисунок 2 – Схема установки для осуществления упрочнения [4]

В качестве генератора частоты был выбран стандартный серийно выпускаемый генератор TTL-сигнала; в качестве высоковольтного источника питания – стандартный источник питания, состоящий из

лабораторного автотрансформатора, повышающего трансформатора и полупериодного преобразователя.

На генераторе сигналов (АКИП-3413/1) задается частота горения разряда (от 1 до 150 кГц). Гальванически изолированный управляющий драйвер от входных полюсов подключается к высоковольтному коммутатору к плавающим потенциалам в полумостовой схеме. Сигнал подается на высоковольтный твердотельный коммутатор серии VHS-6-10, разработанный по технологии последовательного подключения полевых транзисторов, после чего попадает на усилитель и драйвер для подключения транзистора, который коммутирует высоковольтную цепь. Твердотельный коммутатор серии VHS-6-10 включается и подается коммутируемый ток (можно коммутировать напряжение как положительной, так и отрицательной полярности). Управление коммутатором осуществляется с помощью маломощного TTL-сигнала [4].

Упрочнение осуществляется без специально приготовленной и вводимой в камеру рабочей среды. Например, в качестве рабочей среды могут использовать азот или азотсодержащие газы. Изделие упрочняется при более низких температурах, не вызывающих термических превращений, более высоком электрическом потенциале, за более короткое время за счет изменения свойств поверхностного слоя вследствие торможения в нем налетающих заряженных частиц, в результате чего повышается эффективность упрочнения – повышается стойкость и износостойкость материалов, сохраняются конструктивные и геометрические параметры изделий.

Конструкция установки для осуществления упрочнения позволяет одновременно обрабатывать более одного изделия.

Изделие упрочняется за счет изменения свойств поверхностного слоя вследствие торможения в нем налетающих заряженных частиц, что позволяет обеспечить требуемую глубину модифицированного слоя и, как следствие, повышение твердости и износостойкости изделия, сохранение его конструктивных и геометрических параметров.

Список использованных источников:

1 Способ упрочнения изделий из металлов, или сплавов, или сверхтвердого или графитсодержащего материала, МПК (2006.01) С 23С 8/00 / В.М. Шеменков, А.Ф. Короткевич, заявитель Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». – №14716; опубл. 30.08.2011.

2 Структурно-фазовое модифицирование инструментальных материалов тлеющим разрядом: [монография] / В.М. Шеменков [и др.] ;

под общ. Ред. Канд. техн. наук, доц. В.М. Шеменкова. – Могилев: Беларус.-Рос. Ун-т, 2017. – 270 с. : ил.

3 Влияние частоты тока на глубину его течения в металлических изделиях при импульсном ионно-плазменном воздействии / А.Н. Елисеева, В.М. Шеменков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Беларус.-Рос. ун-т ; редкол. : М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2021.- с.49-50.

4 Шеменков, В. М. Инженерия поверхностного слоя инструментальной оснастки тлеющим разрядом / В. М. Шеменков, М. А. Рабыко, А. Н. Юманова ; Министерство образования Республики Беларусь, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев : Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2023. – 250 с.: ил.

The possibility of forming high-voltage frequency pulses with the possibility of current regulation in the range from 50 to 150 kHz is considered. The scheme of formation of the device allowing to receive wider possibilities of regulation of frequency is presented. The results are presented that allow us to get an idea of the effect of the frequency of the current flow of a high-voltage glow discharge on the depth of the modified layer.

Сведения об авторах:

Юманова Анна Николаевна, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, старший преподаватель кафедры «Технологии металлов»;

Алекса Дмитрий Олегович, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, студент, специальность «Производство изделий на основе трехмерных технологий», 3 курс;

Дудкина София Сергеевна, МОУВО «Белорусско-Российский университет», машиностроительный факультет, студент, специальность «Технология машиностроения», 2 курс.

Сведения о научном руководителе:

Шеменков Владимир Михайлович, МОУВО «Белорусско-Российский университет» заведующий кафедрой технология машиностроения, кандидат технических наук, доцент.