

УДК 62-982

## **ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ МАССИВНЫХ ДЕТАЛЕЙ**

*Кагало В. Г.*

*Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук,  
доцент Босяков М. Н.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – химико-термическая упрочняющая обработка в аномальном тлеющем разряде инструмента, деталей штамповой оснастки и машиностроения, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя сталей, чугуна, сплавов титана, алюминия и прочих металлов, и сплавов азотом (или азотом и углеродом, в случае карбонитрирования) чаще всего при давлении 80–500 Па и более. Упрочняемые изделия являются катодом, а стенки камеры – анодом. Температура обработки изделий из стали и чугуна может изменяться в достаточно широких диапазонах (350–600 °С), которые, однако не допускают отпуск деталей при повышенной температуре.

Технологическими факторами, влияющими на эффективность ионного азотирования, являются температура процесса, продолжительность насыщения, давление, состав и расход рабочей газовой смеси. Изменяя вышеперечисленные технологические факторы, можно получать азотированные слои заданной структуры и фазового состава [1].

На ЗАО «СИПР С ОП» изготавливаются вал-шестерни длиной 2544 мм, с максимальным диаметром 350 мм и массой 1126 кг, для которых требуется упрочняющая обработка методом ионно-плазменного азотирования. Исходя из темпа их производства, возникает необходимость проводить упрочняющую обработку одного или одновременно двух вал-шестерен. Практика обработки такого рода изделий показывает, что

наиболее рациональным является использование камер шахтного типа, располагаемых в специальной приемке, а детали обрабатываются в завешенном состоянии с использованием специальной оснастки, которая должна быть изготовлена из нержавеющей стали, допускающей эксплуатацию при температурах до 600 °С.

Особенностью обработки названных деталей является также то, что их площадь составляет величину порядка 2,75 м<sup>2</sup>, что затрудняет процесс формирования тлеющего разряда с параметрами, обеспечивающими необходимые характеристики по плотности тока и напряжению на разряде. При площади менее определенного значения аномальный тлеющий разряд имеет тенденцию переходить в дуговой, что негативно сказывается на процессе азотирования – может образоваться перегрев части детали, стенок камеры или оснастки. При обработке в режиме высокого давления и низкого напряжения на электродах велика вероятность формирования неоднородного распределения глубины азотируемого слоя по поверхности детали. Поэтому эффективным методом обеспечения качественной упрочняющей обработки названных деталей является использование специальной оснастки, представляющей из себя цилиндр со сменными специальными экранами. Это позволяет обеспечивать достаточно широкий диапазон параметров тлеющего разряда независимо от степени загрузки камеры, тем самым обеспечивая качественную упрочняющую обработку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. научных трудов. В 2 кн. Кн. 1. Новые технологии и материалы / редкол.: В. Г. Залесский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2021. – 405 с.