

**Костик Е.А., Костик В.О., Аль-Рекаби Дафер В.**

*(НТУ «ХПИ», Харьков)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОВОГО АЗОТИРОВАНИЯ**

Надежность и долговечность деталей машин и механизмов определяется конструктивной прочностью материалов, из которых они выполнены. Эксплуатационные характеристики многих изделий – износостойкость, коррозионная стойкость, отражательная способность, теплоспротивление и другие – определяются свойствами поверхности. Для получения высоких характеристик конструктивной прочности поверхностных слоев часто применяют различные методы поверхностного упрочнения, позволяющие защитить материал основы от внешних воздействий, повысить срок службы деталей и сократить расходы на ремонт изношенного оборудования.

Диффузионные слои образуются в результате химико-термической обработки металлов и сплавов.

Газовое азотирование является наиболее распространенным способом. Технологический процесс при газовом азотировании состоит из следующих этапов: 1) предварительная термическая обработка (улучшение); 2) механическая подготовка поверхности шлифованием; 3) защита мест, которые не подвергаются азотированию (гальваническая защита, лужение); 4) азотирование; 5) окончательная шлифовка и доводка размеров.

Азотирование обычно проводят в среде частично диссоциированного аммиака. Состав среды, температуру и время азотирования подбирают согласно требуемой толщине и составу слоя. Газовое азотирование проводят в установках непрерывного и прерывистого действия различных размеров и конструкций.

Целью работы является получение математической модели, учитывающей одновременное влияние температуры и длительности азотирования на изменения глубины диффузионного слоя.

Материалом исследований является сталь 38Х2МЮА, которую подвергали газовому азотированию при температурах 500–560 °С в течение 20–80 ч.

Для построения математической модели, применялся метод построения полного ортогонального центрального композиционного плана второго порядка. В качестве входных переменных выбирались температура азотирования ( $x_1$ ) и длительность химико-термической обработки ( $x_2$ ). В качестве выходных переменных – глубина азотированного слоя образцов стали 38Х2МЮА. Интервалы варьирования анализируемых факторов были выбраны в соответствии с теоретическими данными и опытом применения ионно-плазменного азотирования.

С учетом значимости коэффициентов, модель глубины азотированного слоя в зависимости от нормированных значений температуры и длительности химико-термической обработки имеет следующий вид:

$$y = 402,22222 + 61,679 \cdot x_1 + 246,716 \cdot x_2 - 11,727 \cdot x_1^2 - 116,727 \cdot x_2^2 - 17,5 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Проверка адекватности модели по критерию Фишера показала, что модель адекватна.

Таким образом, математическое моделирование позволило найти параметры управления и проводить прогностические расчеты глубины диффузионного слоя.