

## Процесс ионо-плазменного азотирования технологической оснастки на Молодечненском заводе порошковой металлургии

Студент Илюкевич А.И.

Научные руководители – Хренов О. В., Лешок А. В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Отличительной особенностью технологической оснастки порошковой металлургии является высокая абразивная стойкость рабочих элементов (пуансон, матрица, стержень). На рисунке 1 представлены возможные варианты износа технологической оснастки.

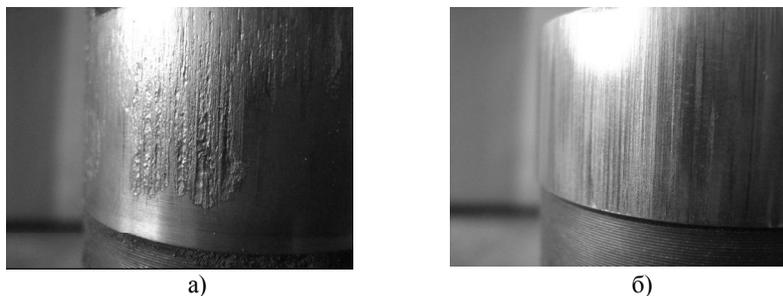


Рисунок 1 - Износ рабочих поверхностей технологической оснастки (а) привар материала; б) формирование задиров)

Традиционно, в качестве материала технологической оснастки используется инструментальная сталь марок 9ХС, Х12, Х12МФ имеющая высокую стоимость.

Процесс ионо-плазменного азотирования является одним из наиболее эффективных способов поверхностного упрочнения. Насыщение сплавов железа азотом изменяет структуру и тем самым статическую и динамическую прочность, износостойкость, деформируемость и коррозионные свойства, поверхностную твёрдость, контактную выносливость [1]. Процесс характеризуется большой скоростью процесса, возможностью получения диффузионных слоёв заданного состава и строения, возможность проведения управляемого процесса. Он выгодно отличается с экономической точки зрения от других процессов. Поскольку температура обработки не превышает 600 °С, то структурных превращений, подобных тем, которые протекают в результате аустенизации при закалке, не происходит, что позволяет проводить охлаждение с любой скоростью без риска возникновения мартенсита. По этой причине в отличие от закалки деформации и коробления незначительны. Этот процесс химико-термической обработки нашёл широкое применение во многих отраслях машиностроения.

Сущность процесса заключается в том, что в разряжённой азотсодержащей атмосфере между катодом (деталью) и анодом (стенки камеры) возбуждается тлеющий разряд, в результате чего ионы газа, бомбардируют поверхность катода, нагревают её до температуры насыщения. Температура процесса 470 – 580 °С, разряжение 1-10 мм.рт.ст., рабочее напряжение 400 – 1100 В [2].

Микроструктура образца стали Х12МФ подвергнутого процессу ионо-плазменного азотирования представлена на рисунке 2.

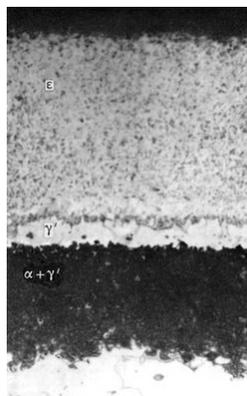


Рисунок 2 – Микроструктура азотированного слоя стали Х12МФ

Использование рабочих частей технологической оснастки подвергнутых процессу ионо-плазменного азотирования показало, что стойкость увеличилась в 2-3 раза.

#### Литература

1. Азотирование и карбонитрирование. Чаттерджи-Фишер Р., Эйзелл Ф.В. и др. Пер. с нем. / Под ред. Супова А.В. - М. Металлургия, 1990. 280.
2. Лахтин Ю.М., Коган Д.Я., Шпис Г.И. и др. Теория и технология азотирования. - М. Металлургия, 1991. 320.

УДК 629.115

#### Опыт применения металлокерамических фрикционных дисков в коробке передач тракторов «Кировец»

Студент Антончик Д.И.

Научный руководитель – Хренов О. В., Лешок А. В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Коробка передач тракторов «Кировец» механическая, с шестернями постоянного зацепления, четырёхрежимная. Имеет 16 скоростей вперед и 16 назад с возможностью переключения передач, в пределах режима, без разрыва потока мощности. Четыре фрикционные муфты расположены на ведущем валу коробки передач.

Конструктивно, ведущие и ведомые диски коробки передач тракторов «Кировец» имеют традиционную форму кольца с зубьями эвольвентного профиля по наружному или внутреннему диаметру. Диски изготавливаются из стали 65 Г подвергнутой процессу сульфационирования.

Сульфационирование – комбинированный процесс химико-термической обработки, заключающийся в одновременном многокомпонентном диффузионном насыщении поверхности металла серой, углеродом и азотом. Сульфационированный слой на дисках стабилизирует коэффициент трения, улучшает процесс приработки, препятствует схватыванию контактирующих поверхностей, увеличивает износостойкость. Сульфидная пленка улучшает адсорбцию масла и играет роль «твердой смазки».

На Молодечненском заводе порошковой металлургии совместно с Петербургским тракторным заводом в 2002 году начали проводиться опытные работы по использованию в коробке передач фрикционных дисков с металлокерамическим фрикционным слоем.

Основные преимущества металлокерамического материала:

- 1) стабильное значение коэффициента трения;
- 2) высокая износостойкость;
- 3) более высокая теплопроводность;
- 4) более высокое допустимое удельное давление и относительная скорость скольжения при работе;
- 5) увеличение срока службы.

В качестве фрикционного материала использовался получивший наибольшее распространение материал МК-5 (%): олово – 9; свинец – 9; железо – 4; графит – 7. Медь обладает высокой теплопроводностью, обеспечивая хороший отвод тепла в процессе трения. С целью повышения механических свойств меди, придания ей большей теплостойкости и улучшения характеристик трения к медному порошку добавляют порошки других металлов, в процессе спекания легирующих медную основу. Добавка олова к медному порошку повышает механическую прочность сырых прессовок и спеченных образцов, а также твердость. Износ двойных сплавов медь — олово несколько снижается по мере повышения содержания олова. В любом фрикционном материале присутствуют компоненты, которые уменьшают либо устраняют схватывание и заедание, способствуют плавности трения и уменьшению износа поверхностей. В материале МК-5 такими компонентами является графит и свинец. Для повышения коэффициента трения до требуемого значения используются фрикционные добавки, основной задачей которых является не износ сопрягаемой детали (контртела), а обеспечение оптимального уровня зацепления. Для этих целей приемлемым является использование как металлических так и не металлических добавок. Для фрикционных материалов на основе меди в качестве такой добавки наибольшее распространение получило железо или металлокерамические тугоплавкие материалы (оксиды, карбиды).

Фрикционный диск изготовлен по технологии свободно насыпанного слоя, включающего операции: изготовления стальной несущей основы из стали 65Г, нанесение промежуточного подслоя из компактной меди электролитическим методом, формование и закрепление слоя фрикционного материала, нанесение системы масловодящих каналов и пазов. Отличительной особенностью конструкции диска является нане-