

УДК 621.785

## ИОННО-ПЛАЗМЕННОЕ АЗОТИРОВАНИЕ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ ПРУЖИННОЙ МЕЛЬНИЦЫ ЗАКРЫТОГО ТИПА

А. В. МАЛЕВИЧ<sup>1</sup>, Л. Л. СОТНИК<sup>1</sup>, Л. А. СИВАЧЕНКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Барановичский государственный университет

Барановичи, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Эффект «схватывания» частиц, который может быть использован для образования композитных микрогранул из различных компонентов, в пружинных мельницах достаточно просто реализуется на основе раздавливающе-ударно-сдвигового воздействия в межвитковых рабочих зонах. В случае ввода в обрабатываемую среду мелких мелющих тел (шариков), размеры которых значительно меньше максимальных зазоров, между витками рабочих органов, механизм разрушения значительно активизируется как за счет увеличения напряжений в контактных зонах, так и путем дополнительных соударений мелющих тел между собой и с элементами рабочей камеры и витками пружин. Это крайне важно при получении ультрадисперсных порошков и композиций различных веществ [1].

Однако не маловажной остается проблема износа мелющих тел в процессе работы пружинной мельницы. Для повышения их прочности предлагается использование технологии ионно-плазменного азотирования (ИПА). Целью данной работы является исследование целесообразности упрочнения методом ИПА стальных шариков диаметром 2 мм из стали ШХ 15.

*Эксперименты по азотированию.*

Для сравнения требуемых параметров азотирование проводилось двумя способами:

- 1) закрепить положение шариков из стали ШХ 15 в лунках для равномерного их распределения по площади основания (рис. 1, а);
- 2) хаотичное распределение по плоскости основания (рис. 1, б).

Использование двух различных методик необходимо для определения зависимости качества азотированного слоя от взаимного расположения деталей. При закреплённом способе обработки шарик будет иметь пятно контакта лишь с основанием, на которое он установлен. При хаотичном расположении шариков некоторые из них соприкасаются друг с другом, создавая дополнительные пятна контакта.

*Результаты исследования.*

Как и следовало ожидать, в местах пятен контакта образцов с основанием и (или) с другими образцами азотированный слой отсутствует ввиду отсутствия тлеющего разряда (рис. 2). Твердость азотируемого слоя проверялась на образце-свидетеле. Твердость составила 780 HV.

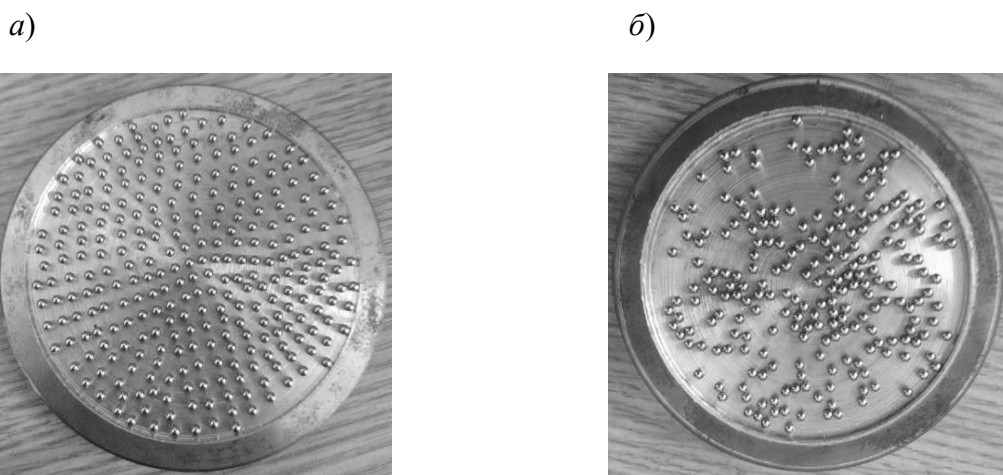


Рис. 1. Расположение мелющих тел на основании: *a* – в лунках; *б* – хаотичным образом

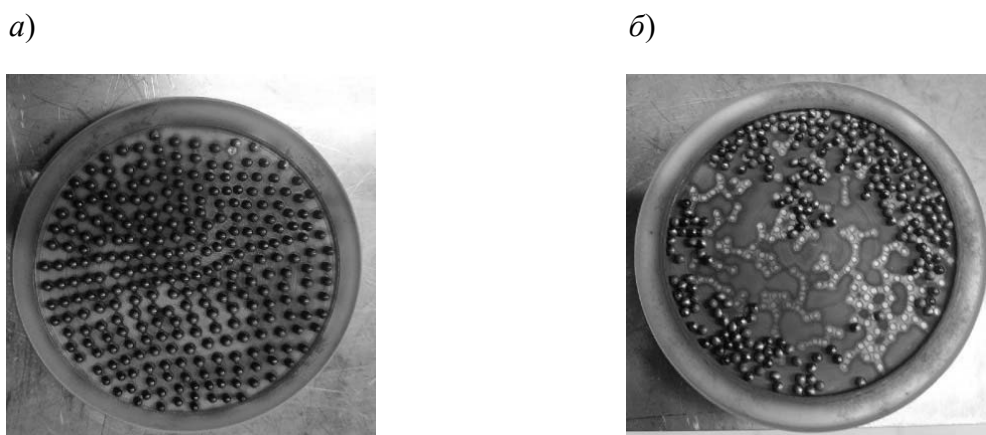


Рис. 2. Расположение мелющих тел на основании: *a* – в лунках; *б* – хаотичным образом

Результаты, представленные в данном исследовании, позволяют сделать вывод, что при ионно-плазменном азотировании необходимо оставлять гарантированный зазор между заготовками, который будет варьироваться в зависимости от давления в камере установки. Более высокое давление «прижимает» тлеющий разряд ближе к заготовке, что способствует возможности более плотной загрузки заготовок в камеру. Данный зазор необходим ввиду того, что при присутствии пятен контакта между заготовками там отсутствует тлеющий разряд, соответственно, и процесс азотирования не происходит. Этот эффект можно использовать при необходимости исключения некоторых поверхностей из процесса азотирования при помощи дополнительной оснастки.

Также можно сделать вывод, что проблема износа мелющих тел в процессе работы пружинной мельницы и их упрочнение методом ИПА нуждается в дополнительных экспериментальных исследованиях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пружинная шаровая мельница: пат. KZ 29820 / Л. А. Сиваченко, Е. Г. Голбан, С. Ж. Багитова. – Оpubл. 15.05.2015.