

Литература

1. Шалгинбаев, Г.И. Организация и планирование производства на предприятии / Г.И. Шепеленко; под ред. Г.И. Шепеленко. – А.: Наука, 2010. – 328 с.
2. Анипов, Л.Н. Роль нефтяной отрасли в промышленном развитии предприятия / Л.Н.Анипов. – Астана: КБ, 2012. – 431 с.

Н. С. Филимонов, Я. Г. Романович (БГУИР, Минск)

Науч. рук. **Е. В. Телеш**, ст. преподаватель

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛЕНОК НИТРИДА УГЛЕРОДА, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЯМЫМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ИОННЫХ ПУЧКОВ

Нитрид углерода интенсивно исследуется учеными разных стран, т.к. установлено, что β - C_3N_4 , аналогичный β - Si_3N_4 , должен обладать твердостью, сравнимой с твердостью алмаза. Дальнейшие расчеты показали, что другие кристаллические фазы C_3N_4 должны иметь стабильность, сравнимую или большую, чем стабильность β - C_3N_4 , и что многие из этих структур должны быть твердыми по природе. C_3N_4 -структуры включают α -, β -, кубический, псевдокубический и графитообразный нитрид углерода. Подобно различным алмазным покрытиям покрытия из нитрида углерода также обладают хорошей износостойкостью и устойчивостью к царапанию [1]. Кроме того, нитриды углерода являются коррозионностойкими но, самое главное, они обладают значительно лучшей термостойкостью, чем соответствующие DLC-покрытия (алмазоподобные покрытия).

Тонкие пленки нитрида углерода имеют широкий спектр применений. Например, их широко используют в защитных покрытиях для жестких дисков. Такие пленки получают в основном различными методами осаждения пленочных покрытий, абляцией графита в чистом азоте, при этом образующиеся в результате пленки, включающие аморфный нитрид углерода, имеют характеристики изнашивания в несколько раз лучшие, чем у существующих покрытий. Покрытия из нитрида углерода могут использоваться для таких областей применения, как износостойкие и противокоррозионные покрытия, в качестве диэлектрических слоев в микроэлектронных устройствах, как оптические покрытия [2].

Исследуемые покрытия формировались методом прямого осаждения из ионных пучков смеси метана и азота с использованием торцевого холловского ускорителя. Покрытия наносились на неподвижные подложки из кремния КДБ-10, кварца и оптического стекла К-8. Покрытия получали при следующих режимах: остаточный вакуум – $(2,0\text{--}2,8)\cdot 10^{-3}$ Па, рабочее давление – $(0,93\text{--}1,6)\cdot 10^{-1}$ Па, напряжение на аноде – 60–80 В; ток разряда – 2 А; ток эмиттера электронов – 13 А, температура подложки – 323–573 К. Нанесение пленок осуществлялось в модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017. Толщина покрытий определялась с помощью микроскопа-интерферометра МИИ-4. Толщина пленок составляла 100–400 нм. На рисунке 1 представлены зависимости скорости нанесения от парциального давления азота и температуры подложки. Увеличение доли азота в рабочем газе приводило к существенному снижению скорости нанесения V_n . Нагрев подложки до 573 К вызывал снижение V_n почти в 2 раза. Это можно объяснить десорбцией конденсирующихся частиц с поверхности подложки.

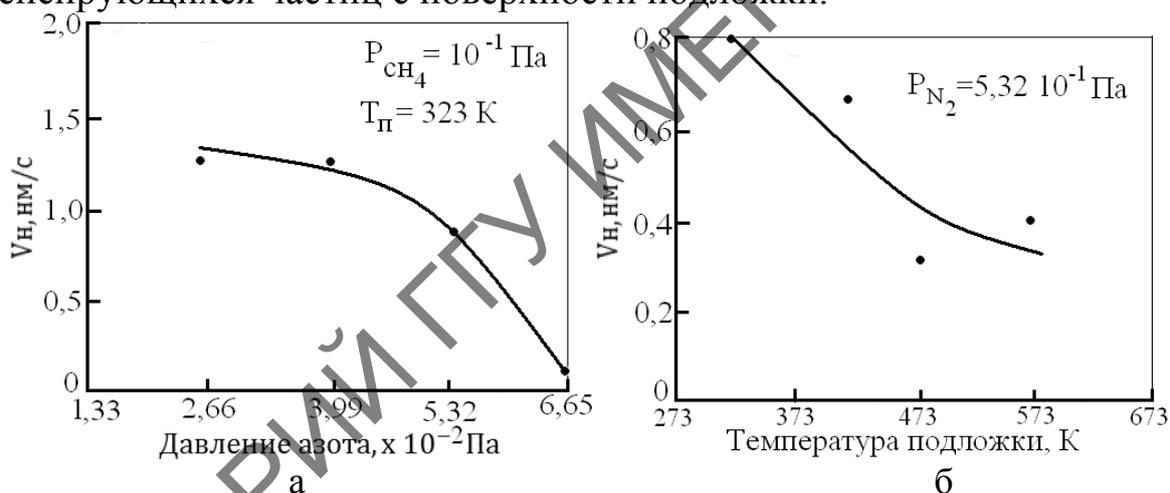


Рисунок 1—Зависимости скорости нанесения пленок нитрида углерода от парциального давления азота (а) и температуры подложки (б)

Полученные пленки исследовались на микротвердость по шкале Кнуппа с использованием твердомера VMHT MOT фирмы Leica.

На рисунке 2 представлены зависимости микротвердости пленок от парциального давления азота и температуры подложки.

Зависимость микротвердости от давления имеет экстремумный характер. Максимальная микротвердость 1246 НК была получена при парциальном давлении азота $5,32\cdot 10^{-2}$ Па. Повышение температуры подложки приводило к монотонному снижению микротвердости. Это также можно связать с десорбцией азота из конденсирующегося покрытия.

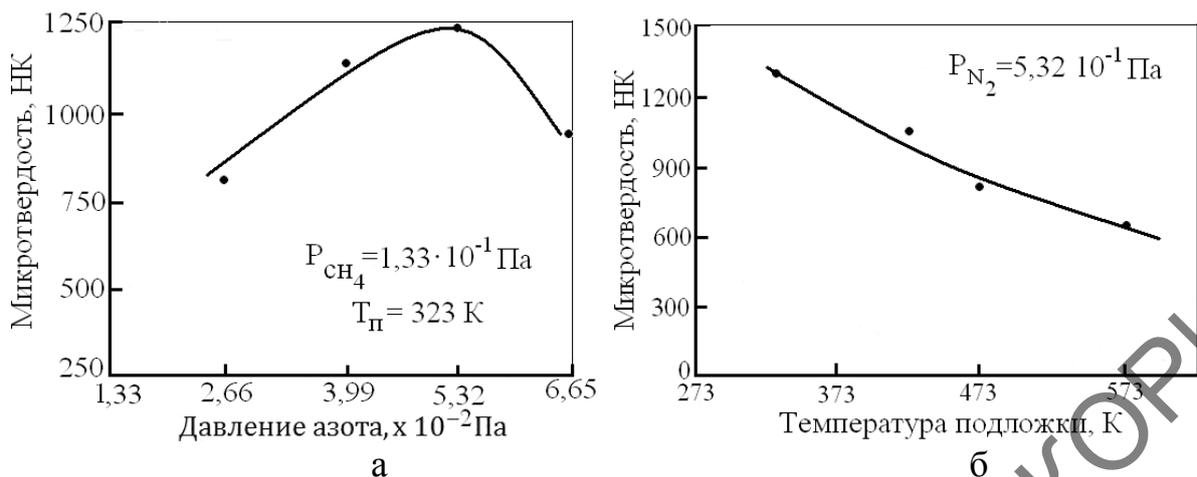


Рисунок 2– Зависимости микротвердости пленок нитрида углерода от парциального давления азота (а) и температуры подложки (б)

Трибологические характеристики измерялись с использованием микротвердомера МТ-4. В качестве индентора применяли шарик из стали ШХ15 диаметром 4 мм. Нагрузка в условиях сухого трения составляла 0,5 Н. Установлено, что увеличение доли азота увеличивает коэффициент трения (рисунок 3, а).

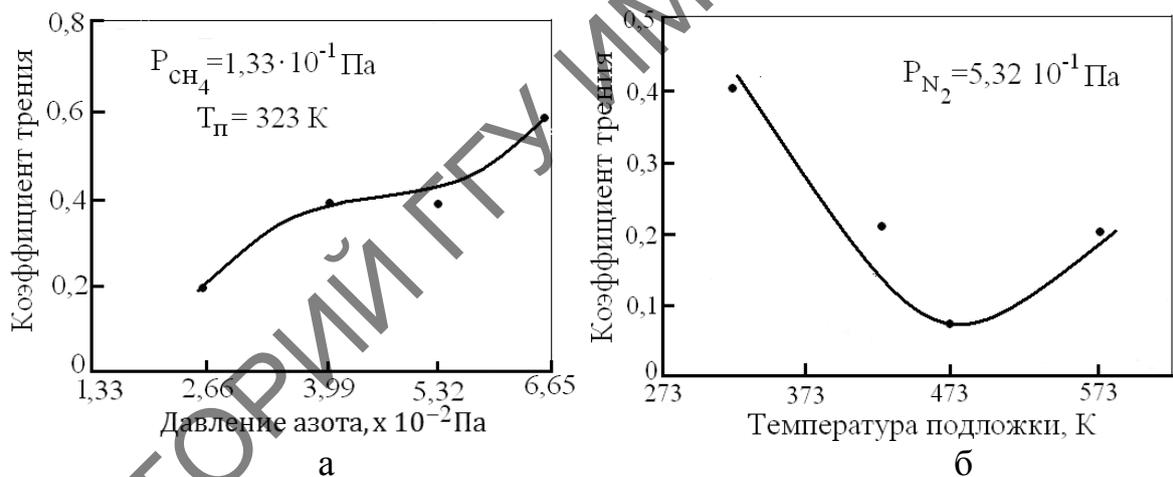


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента трения пленок нитрида углерода от парциального давления азота (а) и температуры подложки (б)

Нагрев подложки способствовал значительному улучшению трибологических характеристик покрытий. При температуре 473 К был получен коэффициент трения менее 0,1.

Литература

1. Takadom, J. Comparative study of mechanical and tribological properties of CN_x and DLC films deposited by PECVD technique/J. Taka-

doun, J.M. Rauch, L.M. Cattenot, N. Martin //Surface and Coating Materials Technology.–2003.–V. 174–175.– P. 427–433.

2. Cohen, M.L. Structural, electronic and optical properties of carbon nitride/ M.L. Cohen//Material Science Engineering A.–1995.–V.209.–P. 1–4.

3. Khurshudov, A.G. Tribological properties of carbon nitride overcoat for thin-film magnetic rigid disks/ A.G. Khurshudov, K. Kato// Surface and Coatings Technology.–1996.–V.9. P. 537–542.

О. И. Хмурчик, А. Л. Сакович, Вань Сюеминь

(ГрГУ имени Я.Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. С. Антонов**, канд. техн. наук, доцент

МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Использование полного потенциала всех технических возможностей теплоэлектростанций (ТЭС) ограничено рядом закономерных факторов, обусловленных длительным сроком эксплуатации применяемого технологического оборудования, приводящим к его физическому и моральному износу. В связи с огромной социальной и экономической значимостью теплоэлектростанций задача повышения эффективности, надёжности и экологичности их функционирования является весьма актуальной на сегодняшний день для энерго- и газоснабжающих организаций Министерства энергетики Республики Беларусь, главной целью которых является обеспечение бесперебойного и надёжного снабжения потребителей тепловой и электрической энергией, природным и сжиженным газом в необходимых объёмах [1–3].

Приоритетным направлением решения указанной задачи является повышение эффективности работы теплоэнергетического оборудования. Оборудование, используемое на теплоэлектростанциях, зачастую выработало свой парк ресурс, морально и физически устарело, имеет низкие экономические и экологические характеристики. В такой ситуации, усугубляющейся постоянным дефицитом финансовых ресурсов, необходимо искать пути увеличения эффективности производства при малых капитальных вложениях. Возрастает интерес к