

сопротивлении циклическим ударным нагрузкам. Градиентные TiN покрытия по сравнению с однослойными покрытиями показывают повышение трибологических характеристик при испытаниях на трибометре в режиме «блок-кольцо» в паре трения с упрочненной сталью без присутствия смазки [5], что делает их перспективными в направлении «зеленой трибологии», уменьшающих нагрузку на экологию. Комплексное исследование механических свойств, адгезии покрытия к подложке, микроструктуры и химического состава было проведено в [6] для ряда покрытий TiN разной композиции. Наилучшие результаты показало градиентное покрытие.

Практически во всей научной литературе встречаются градиентные покрытия AlN только в качестве промежуточного слоя, например, использование его как промежуточного слоя с переменной твердостью для создания гибридного покрытия, на которое наносится алмазоподобное покрытие (АПП) [7], которое позволяет уменьшить распределение механического напряжения в АПП и увеличить адгезионную прочность. Встречается использование AlN в многослойных покрытиях с чередованием CrN и AlN различной толщины, что позволило создать градиент в атомной и электронной структурах за счет наличия фазовых превращений и, таким образом, улучшить комплекс свойств покрытий.

*Благодарности.* Латицкая В. А. благодарит за поддержку грант БРФФИ №Т23РНФ-132, Николаев А. Л. благодарит грант Российского научного фонда № 23-49-10062

#### Литература

1. Formation of transition gradient layers in the process of creating a surface composite “steel coating (Al, Al-N)” at vip treatment / L. M. Petrov [et al.] // Journal Of Physics. – 2019. – № 1281.
2. Gerth, J. The influence of metallic interlayers on the adhesion of PVD TiN coatings on high-speed steel / J. Gerth, U. Wiklund // Intelligent Information Management. – 2009. – Vol. 1, № 3. – P. 885–892.
3. Fukumoto, M. Fabrication of functionally graded TiN coating by reactive plasma spraying / M. Fukumoto, S. Itoh, S. Itoh // Surface Engineering. – 1997. – Vol. 13, № 4. – P. 315.
4. Cao, X. A method for evaluating the impact wear behavior of multilayer tin/ti coating / X. Cao, W. Xu, W. He // Science and technology on plasma dynamics laboratory, air force engineering university. – 2020. – Vol. 2, № 10. – P. 132.
5. Microstructure and wear performance of gradient Ti/tin metal matrix composite coating synthesized using a gas nitriding technology / Z. D. Cui [et al.] // Surface and Coatings Technology. – 2005. – Vol. 3, № 190. – P. 309–313.
6. Microstructure and mechanical properties of gradient Ti (C, N) and tin/Ti (C, N) multilayer PVD coatings / L. Chen [et al.] // Materials Science and Engineering: A. – 2008. – Vol. 2, № 478. – P. 336–339.
7. Wear and Friction Characteristics of AlN/Diamond-Like Carbon Hybrid Coatings on Aluminum Alloy / N. Masashi [et al.] // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2015. – Vol. 10, № 24. – P. 3789–3797.

УДК 621

### ПРИМЕНЕНИЕ БИОСЕНСОРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Студент гр. 11310119 Баган Н. П.

Ст. преподаватель Люцко К. С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Безопасность пищевых продуктов – один из самых важных вопросов, непосредственно связанных со здоровьем и благополучием населения любой страны.

Надзор за качеством и безопасностью пищевых продуктов является важной глобальной проблемой. Мониторинг уровня безопасности и качества пищевых продуктов имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы пищевые продукты, поступающие к потребителям, были безопасными для употребления.

Пищевые продукты часто сохраняют на желаемом уровне характеристики качеств, чтобы гарантировать сохранение их полезных свойств. Поскольку приготовление и хранение пищевых продуктов нуждаются в надлежащем контроле, то крайне важно полностью понимать влияние методов сохранения пищевых продуктов и каждый шаг, связанный с обработкой пищевых продуктов.

Информацию о составе пищевых продуктов можно найти на упаковке пищевых продуктов, чтобы гарантировать потребителям, что пищевые продукты были проверены и не содержат вредных и нежелательных веществ. Если они не будут следовать международным рекомендациям по пищевым продуктам, производители могут столкнуться с серьезными судебными исками с экономическими последствиями, а также с проблемами, которые касаются непосредственно здоровья населения.

В настоящее время традиционные аналитические методы, такие как высокоэффективная жидкостная хроматография и газовая хроматография, хорошо применяются и считаются золотыми стандартами для контроля качества и безопасности пищевых продуктов. Но эти обычные процедуры обременительны и занимают много времени, требуют дорогого оборудования и квалифицированных операторов.

В качестве альтернативы биосенсоры могут стать бесценным методом диагностики агропищевых продуктов, поскольку они удобны, портативны и не требуют специальных навыков для работы. Биосенсоры в пищевой промышленности могут использоваться для анализа питательных веществ, обнаружения природных токсинов и антинутриентов, для мониторинга пищевой промышленности и для обнаружения генетически модифицированных организмов. Благодаря ферментативным и иммуногенным реакциям биосенсоры можно использовать для определения содержания пестицидов, антибиотиков, белков, комплекса витаминов группы В и жирных кислот в пищевых продуктах.

Как известно, исследования и разработки в области биосенсоров для пищевых продуктов в последнее десятилетие шли удивительно быстро, и ожидается, что они будут так же быстро развиваться в связи с достижениями в материаловедении и биотехнологии.

Различные типы инструментов, необходимых для агрорынка диагностики пищевых продуктов можно в основном разделить на большие мультианализаторы, настольные портативные приборы и одноразовые датчики.

В заключении можно сказать, что развитие биосенсорных технологий в наши дни набирает большие темпы. Это очень важно для сохранения природы, которая нас окружает, а также для здоровья населения, ведь без контроля вредных веществ, которые могут содержаться в продуктах питания, это первые отрасли нашей жизни, которые пострадают больше всего.

#### Литература

1. Syazana, Abdullah Lim Introduction to food biosensors / Abdullah Lim Syazana, Uddin Ahmed Minhaz // Royal society of chemistry. – 2016. – № 8. – Pp. 1–21.

УДК 666.65

### **ВЛИЯНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ ОКСИДОВ ИОНОВ-МОДИФИКАТОРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ МАНГАНИТА ИТТРИЯ**

Аспирант каф. ТСИК Бука А. В.<sup>1</sup>

Кандидат техн. наук, доцент Дятлова Е. М.<sup>1</sup>, кандидат техн. наук, доцент Попов Р. Ю.<sup>1</sup>,  
кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В настоящее время наиболее интенсивно развивается промышленность радио- и микроэлектроники, которая требует новые виды материалов, сочетающих в себе весь комплекс электромагнитных свойств. Данный комплекс могут обеспечить керамические материалы, включающие уникальные характеристики, такие как сегнетоэлектричество, магнетизм и ряд других. Достигнуть уникальности характеристик позволяет введение различных добавок-модификаторов, которые способны изменить конечные свойства материалов, путем искажения пространственной структуры исходного керамического мультиферроика.

Целью исследования является оценка влияния легкоплавких оксидов ионов-модификаторов на основные физико-химические свойства керамики на основе манганита иттрия.