

деятельность как необходимую составляющую для успешной учебной деятельности?». Это говорит о недостаточном понимании значения данной компетенции в будущей профессиональной деятельности, о недопонимании ее важности, что связано с возрастным аспектом (студенты 2 курса). Это также подтверждается тем, что 55% (28 человек) респондентов не владеют современными методами и методиками исследования, а 90% (46 человек) респондентов не принимают участие в научных студенческих конференциях.

Анализ результатов анкетирования позволяет нам сделать вывод о позитивном отношении будущих педагогов-инженеров к исследовательской деятельности как необходимому условию профессионального роста и повышения профессионального мастерства в будущей деятельности.

УДК 621.3

Харлан Ю.А.

## **ТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Комаровская В.М.*

Этот метод характеризуется простотой и высокой скоростью осаждения испаряющегося материала. Сущность метода заключается в нагреве вещества в вакууме до температуры, при которой кинетическая энергия атомов и молекул вещества становится достаточной для их отрыва от поверхности мишени и движения в пространстве до мишени. Это происходит при такой температуре, при которой давление собственных паров вещества превышает на несколько порядков давление остаточных газов. При этом атомарный поток распространяется прямолинейно, и при столкновении с поверхностью испаряемые атомы и молекулы конденсируются на ней.

При использовании метода термического испарения основным фактором, определяющим эксплуатационные особенности

и конструктивное оформление установок, является способ нагрева испаряемых материалов. По этому признаку разновидности метода классифицируются следующими способами нагрева:

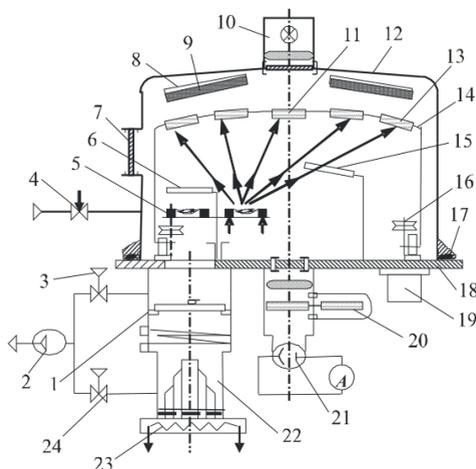
1. Резистивный (нагрев испаряемого материала электрическим током).
2. Индукционный (нагрев за счет воздействия электромагнитного поля).
3. За счет посторонних источников нагрева (например, электронная пушка).

Вакуумная установка для нанесения покрытий методами термического напыления представлена на рисунке. Она состоит из камеры, закрытой от окружающей атмосферы 12, рабочей плиты 18, откачивающей вакуумной системы, подколпачного устройства для крепления напыляемых деталей и их вращения, испарителей 5 и пульта управления работой узлов и агрегатов установки. Для наблюдения за ходом процесса напыления в двери камеры имеется иллюминатор 7. Чаще всего он используется при электронно-лучевом испарении, когда необходимо следить за режимом работы электронно-лучевого испарителя. При загрузке и выгрузке напыляемых деталей передняя дверь в колпаке открывается. В ранних установках и более современных другого типа весь колпак поднимался гидравлическим цилиндром. В верхней части колпака установлены кварцевые лампы 9 с рефлекторами 8, обеспечивающие нагрев подложек до температуры (50-320)°С перед напылением пленок, и осветитель 10 фотометрического устройства. Подогрев подложек улучшает адгезию и механическую прочность пленки. Место стыка колпака с рабочей плитой герметизируется резиновым уплотнением 17.

Система откачки воздуха состоит из форвакуумного насоса 2 предварительной откачки, диффузионного высоковакуумного насоса 22, системы клапанов, ловушек и трубопроводов.

Для разгерметизации колпака по окончании процесса служит кран – натекатель 4.

Напыляемые подложки 13 и образец-свидетель 11 для контроля толщины пленки в процессе напыления устанавливают в отверстия приспособления 14. В установке находится оправа для свидетелей, позволяющая устанавливать до десяти сменных свидетелей. Для улучшения равномерности толщины пленки приспособление 14 вращается с частотой до  $100 \text{ мин}^{-1}$  на роликовых опорах. Привод вращения приспособления осуществляется через конический ролик 16 и бесконтактную электромагнитную муфту 19, расположенную на рабочей плите установки.



Вакуумная установка для нанесения покрытий методами термического напыления

Главными преимуществами данного способа нанесения покрытий являются:

1. Высокая производительность, которая обусловлена высокой скоростью осаждения.
2. Высокая чистота и однородность покрытия.

3. Универсальность: на однотипном вакуумном оборудовании имеется возможность получать однородные слои металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков различной толщины.

А к основным недостаткам можно отнести:

1. Низкий коэффициент полезного действия, так как атомы исходного материала испаряются в разные стороны.

2. Невозможность получить одинаковое по толщине покрытие на изделии сложной формы.

3. Сложность предварительного нагрева исходного материала.

УДК 621.793

Ходосевич Д.А.

## **ВАКУУМНО-ДУГОВОЕ НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель Латушкина С.Д.*

Развитие современной техники характеризуется повышенными требованиями физико-механических и эксплуатационных свойств материалов. С увеличением содержания легирующих элементов физико-механические характеристики: прочность, твердость, износостойкость возрастают, но вероятность хрупкого разрушения повышается, также увеличивается и стоимость легированного металла.

В настоящее время за счет своей эффективности возрастает интерес к нанесению покрытий. Необходимость применения покрытия, прежде всего, обусловлена необходимыми эксплуатационными свойствами.

Существуют разнообразные методы нанесения покрытий, но одним из современных и наиболее интересных методов является вакуумно-дуговое нанесение покрытий или ионно-плазменное напыление.