

значительно больше расход рабочего вещества и, как следствие, скорость нанесения покрытия, в катодном режиме – выше степень ионизации продуктов генерации и, как следствие, улучшается возможность управлять ими для повышения качества покрытий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Полищук, В.П. Вакуумные дуги на испаряющихся горячих анодах / В.П. Полищук, И.М. Ярцев. – М.: Филин, 1996. – 543 с.

УДК 621.175.6

Шпарло Д.А.

### **МНОГОЦЕЛЕВАЯ ВЫМОРАЖИВАЮЩАЯ ВАКУУМНАЯ ЛОВУШКА**

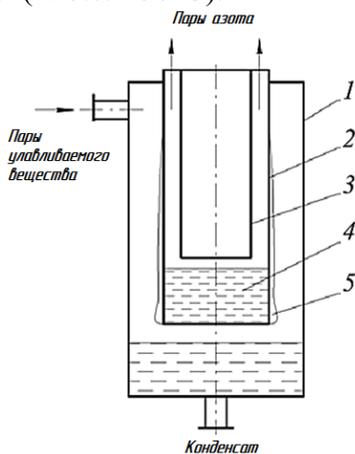
*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Одно из перспективных направлений фармацевтической отрасли базируется на развитии технологий глубокой переработки биологического сырья на основе многостадийного фракционирования. Основу таких технологий составляют промышленные комплексы для криосублимационного фракционирования биологических тканей и низкотемпературной экстракции биологически активных веществ сжиженными газами. Реализуемые при этом процессы являются тепломассообменными и во многом могут быть эффективно реализованы посредством конденсационного осаждения и улавливания технологических продуктов.

Использование для улавливания технологических паров устройств, работающих на принципе вымораживающих ловушек, использующих теплоту кипения криогенных жидкостей (преимущественно жидкого азота), зачастую является единственно оправданным.

Прежде всего, вследствие недостижимости необходимых для фракционирования криогенных температур при помощи холодильного оборудования. В существующих конструкциях ловушек для поверхности конденсации чаще всего используется только теплота парообразования криогенной жидкости. Температура насыщения жидкого азота при атмосферном давлении равна ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), а температуры насыщения паров большинства летучих технологических сред лежат существенно выше: в интервале ( $-20\dots +50^{\circ}\text{C}$ ).



1 – корпус; 2 – охлаждаемый стакан; 3 – вставка; 4 – жидкий азот; 5 – конденсатная пленка хладона

Рисунок 1 – Принципиальная схема азотоохлаждаемой вымораживающей ловушки

Так же криоловушки применяются в вакуумной технике. При осуществлении технологических процессов внутри вакуумной камеры происходят сложные химические реакции, продукты которых должны откачиваться вакуумной системой. В состав смесей могут входить такие компоненты, как пары воды, гелий, а также активные компоненты: кислоты, свободные радикалы ( $\text{F}^+$ ,  $\text{Cl}^+$ ), которые негативно воздействуют на конструктивные элементы насоса, соприкасающиеся с ними.

Вакуумные насосы также могут стать сильными источниками загрязнения вакуумной камеры примесями различных газов. В связи с этим встает проблема по удалению этих компонентов из газовой смеси.

Одним из наиболее простых способов селективной откачки газовых смесей является установка между насосом и технологической камерой таких устройств, как вакуумная ловушка.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать об актуальности криоловушек.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конденсационное улавливание компонентов в процессах криогенного фракционирования фармацевтического сырья / И.Е. Шабанов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – № 3(41). – С. 377-383.

2. Вакуумная техника: справочник. – М.: Машиностроение, 2009. – 590 с.

УДК 621.793

Якович В.М.

## МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Проблема экономически материальных, трудовых и энергетических ресурсов является важнейшей народнохозяйственной задачей. Самое непосредственное отношение ее имеет повышение износостойкости рабочих поверхностей деталей машин и механизмов. Это связано с тем, что большинство машин выходит из строя по причине износа деталей. Износостойкость в значительной степени зависит от микротвердости поверхностного слоя. Упрочнение, уменьшающее