

## Список использованных источников

1. Формирование композиционных покрытий с мультимодальным распределением частиц упрочняющей фазы по размерам [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/formirovanie-kompozitsionnyh-pokrytiy-s-multimodalnym-raspredele-niem-chastits-uprochnyauschey-fazy-po-razmeram>.

2. Особенности изнашивания мультимодальных покрытий, получаемых лазерной наплавкой и комбинированными методами / В.К. Шелег [и др.] // Машиностроение : республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: В.К. Шелег (гл. ред.). – Минск: БНТУ, 2018. – Вып. 31. – С. 105–115.

3. Способ лазерной наплавки покрытий на образец и устройство для его осуществления [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edrid.ru/rid/218.016.6023.html>

УДК 533.599

### МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАТНОГО ПОТОКА: ОХЛАЖДАЕМАЯ ВАКУУМНАЯ КАМЕРА

**Есипович Д.А.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Комаровская В.М., к.т.н., доцент – научный руководитель*

*Боровок О.А., ст. преподаватель – научный руководитель*

#### Аннотация

Авторы данной статьи разработали систему охлаждения вакуумной камеры для действующей установки модели ВАТТ 1600М-3, которая применяется для нанесения зеркальных покрытий на предприятии ЗАО «ФЕРРИ ВАТТ» город Бобруйск. Это позволит значительно снизить содержание углеводородов в вакуумной камере и, как следствие, значительно улучшатся качественные и эксплуатационные характеристики получаемых покрытий.

С каждым годом требования к вакуумным установкам ужесточаются. Особенно это касается наличия в откачиваемом объеме молекул углеводородов. Свести к минимуму содержание данных веществ в вакуумной камере сложно из-за того, что рабочей жидкостью в наиболее распространенных в настоящее время средствах откачки является масло. Данное явление получило название «обратный поток» (ОП) – любой перенос вещества из системы откачки в вакуумную камеру.

Чаще всего в состав обратного потока входят не целые молекулы масла, а их частицы и летучие примеси. При работе насоса возможно и механическое разрушение сложных молекул масла, но все же главной причиной появления легких фракций следует считать термическое разложение.

Если при работе требуется именно низкое парциальное давление загрязнений (паров рабочей жидкости), то температуру поверхностей откачиваемого объема необходимо поддерживать достаточно низкой.

Авторами данной работы предлагается для действующей установки модели ВАТТ 1600М-3, которая применяется для нанесения зеркальных покрытий на предприятии ЗАО «ФЕРРИ ВАТТ», разработать систему охлаждения вакуумной камеры.

Таким образом минимизируем ОП путем установки на стенки вакуумной камеры змеевикового охладителя, а в качестве циркуляционной жидкости будем использовать техническую воду.

Ниже приведена вакуумная камера (см. рисунок 1) с разработанной системой охлаждения.

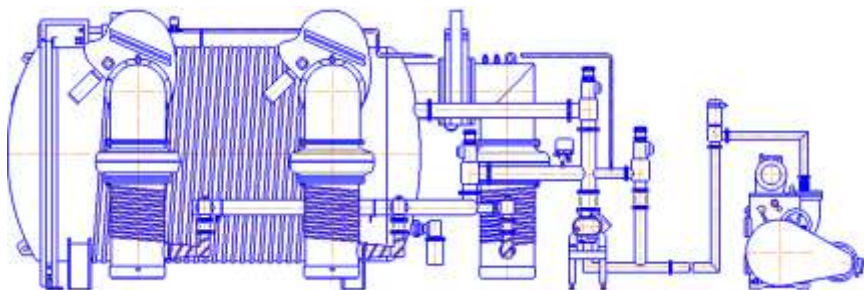


Рис. 1. Вакуумная камера с системой охлаждения

К достоинствам данного метода можно отнести его дешевизну, за счет того, что изменяется только конструкция камеры, также система охлаждения подключается уже к существующей системе циркуляции жидкости.

Однако есть и недостатки, а именно, в случае засора трубопровода (продукты коррозии или другие твердые частицы) появляются сложности в ремонте, также данный метод менее эффективен по сравнению с другими (безмасляная откачка, установка вакуумных заливных ловушек, отражателей) а также остается необходимость прибегать к физической чистке камеры.

В нашем случае система охлаждения представляет собой медную трубку (см. рисунок 2) диаметром 22 мм, толщина стенки 1 мм.

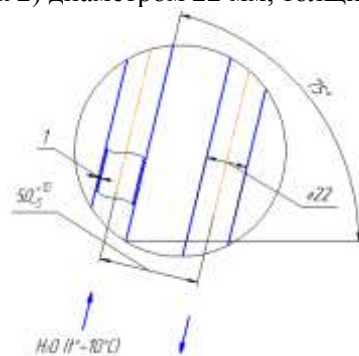


Рис. 2. Медные трубы системы охлаждения камеры

Труба накручена и припаяна к наружным стенкам вакуумной камеры шаг трубы 50 мм, угол наклона  $75^\circ$ . В качестве материала трубы была выбрана медь поскольку она имеет хорошую теплопроводность, пластичность, что облегчает ее монтаж. Система охлаждения интегрируется в существующую систему циркуляции воды, температура воды на входе примерно  $10^\circ\text{C}$ .