

Список использованных источников

1 Пановский, В. Г. Сублимационная сушка пищевых продуктов растительного происхождения / В. Г. Пановский. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 335 с.

2 Сублимационные сушильные установки периодического действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.provacuum.ru/sublimatcionnye-sushilnye-ustanovki/sublimatcionnye-sushilnye-ustanovkiperioodicheskogodeistviia/apparatysushkiampulakh.html>. – Дата доступа: 15.03.2023.

3 Вакуумная сублимационная сушка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by/view/0/>. – Дата доступа: 20.03.2023.

УДК 621.7.06

Основные современные принципы и способы передачи механической энергии в вакууме

Ралло Ф. Н., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к. т. н., доцент Комаровская В. М.

Аннотация.

В статье представлены возможные варианты снижения вероятности проникновения паров смазочного материала из подшипниковых узлов в вакуумную камеру. Так, например, предлагается использовать магнитные подшипниковые узлы для передачи движения в вакуумную камеру.

Вакуум – крайне специфическая среда, в ней выходят на первый план свойства деталей, не имеющие особого значения при обычных условиях, а основные, могут отходить на второй план. Например, такая важная характеристика для подшипников как допустимая частота вращения в вакуумном оборудовании обычно не играет большой роли, так как зачастую для выполнения поставленных задач достаточно $300\text{--}500\text{ мин}^{-1}$.

Основной целью при проектировании вакуумных узлов является вынесение как можно большего количества передаточных узлов механической энергии за пределы разряженной среды. Удачно спроектированной конструкцией в этом вопросе можно назвать конструкцию, в которой механическая энергия через некоторый вакуумный ввод передается сразу к ее потребителю, минуя возможные механические передачи (зубчатые, фрикционные, ременные), подшипниковые узлы и прочее. Для нормальной работы механических передач и подшипниковых узлов необходима смазка, которая может легко стать источником загрязнения в вакууме из-за высокого давления паров смазочного вещества. Если все же возникает ситуация, при которой необходима установка узла с передачей механической энергии в вакуумной среде, то можно использовать изделия, не нуждающиеся в постоянной смазке или же обычные, но смазанные специальными вакуумными смазками, давление паров которых минимально.

Данные смазки имеют вязкую консистенцию и низкую проникающую способность. Механические узлы, смазанные такой смазкой, могут работать примерно в течении года, после чего старую смазку необходимо вымыть растворяющим веществом (спирт, ацетон) и нанести новую. За время эксплуатации старая смазка впитает в себя много пыли и мелкой стружки выделяемой механическим узлом, и чем активнее работает узел – тем чаще ее придется менять. Без использования таких смазок механические узлы, изготовленные из однородных металлических материалов, по истечении месяца заклинивают. В вакуумной среде, между однородными металлами, при механическом взаимодействии, происходит одномоментная точечная диффузия в месте контакта, похожая на микросварку. В следствии этого процесса, постепенно, очень маленькие кусочки металла вырываются из одной детали и присоединяются к другой, нарушая тем самым плоскости контактируемых поверхностей. Вакуумная смазка же предотвращает их прямой контакт между собой путем образования пленки.

Изделиями, не нуждающимися в смазке, могут являться изделия, изготовленные из разнородных материалов, из самосмазывающихся неметаллических материалов или не имеющих прямого механического контакта. Классический пример изделия из разнородных материалов – керамический подшипник, в котором шарики изготовлены из керамики, а кольца из металла. Также можно привести в пример

ременную передачу, в которой ремень из вакуумной резины или специального пластика передает механическую энергию между двумя металлическими шкивами. Чаще всего такие детали не могут выдерживать больших ударных нагрузок. Можно изготовить шарики подшипника из титана, а кольца из стали, и такое изделие будет устойчиво в вакуумной среде (и не только) действительно к очень многим видам нагрузок, однако и его цена вырастет в разы. Примером изделий из неметаллических самосмазывающихся материалов могут выступать втулки скольжения, подшипники, зубчатые колеса, изготовленные из специальных видов пластмасс (фторопласта), композитных пластмасс и углеродосодержащих материалов. Такие детали могут долго и непрерывно работать в вакуумной среде и имеют относительно невысокую стоимость, однако, опять же, не все из них могут передавать большие нагрузки или выдерживать высокие обороты, но пластмассовые детали уже гораздо лучше справляются с ударными нагрузками, нежели керамические. Конструкции, не имеющие прямого механического контакта, являются идеальным решением, но они не везде применимы, зачастую сложны и габаритны. Основной передатчик энергии в них – это постоянный или электрический магнит, так как в вакуумной среде нету больше способов передавать значительное количество механической энергии без контакта, из-за сильного разряжения окружающей среды. Для поддержки подложек во время движения можно использовать, например, магнитный рельс. Вместо механических подшипников можно использовать магнитные. Также существуют конструкции с передачей механической энергии между зубчатыми колесами, у которых на место зубьев установлены магниты, и из-за этого отсутствует физический контакт. Главное преимущество таких конструкций – это отсутствие механического выделения мелкой стружки и пыли при работе узла, которая в свою очередь может попасть на подложку и испортить напыляемое покрытие, и отсутствие в необходимости использовать какие-либо смазки. Недостатком же является тот факт, что чем больше механической энергии необходимо передать – тем более мощное понадобится создать магнитное поле, а это стремительно увеличивает габариты и стоимость всей конструкции, а также следует учитывать, что постоянные магниты не могут работать при высоких температурах, в пределах от 80 до 300 °С магнитное поле начинает сильно и безвозвратно ослабевать.