

Любая вакуумная система выполняет две основные задачи: получение требуемого конечного давления в откачиваемом объекте; возможности получения требуемой эффективной быстроты откачки объекта.

Выполнение этих задач возможно лишь при условии, если есть достаточная герметичность материалов, нет выделения газов или паров внутри вакуумной системы и сопротивление трубопровода сведено к минимуму. С точки зрения удовлетворения этих условий и надо рассматривать материалы для вакуумных систем.

Основным материалом, применяемым для изготовления вакуумной камеры, является металл. Из стального проката наибольшее применение находит малоуглеродистая конструкционная сталь марки 20. Для изготовления вращающихся деталей, а также деталей, находящихся под нагрузкой, применяют сталь марки 45. Из нержавеющей стали в вакуумных установках чаще всего применяется немагнитная сталь марки 12Х18Н9Т и сталь марки 3Х13 или 4Х13.

Вакуумная камера состоит из двух составных частей, цилиндрической обечайки и днища. В верхней части имеются два смотровых окна, фланцевые соединения для вакуумных систем, а также штуцерное соединение для вакуумметра.

УДК 621.762.4

Федоров А. С.

ТЕХНОЛОГИЯ ВАКУУМНОЙ СВЧ-СУШКИ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В. М.

Микроволновая технология – серьезное достижение науки и техники, продукт десятилетних исследований ученых-аграриев и военно-промышленного комплекса, не имеющая

аналогов в мировой практике. С помощью микроволнового оборудования действительно можно решать актуальные задачи многих производств – сушить рыбу, мясо, зерно, фрукты и овощи, лесоматериалы, кирпич и овечью шерсть, хлопок – сырец, лекарственные травы, повышать качество комбикормов, извлекать из растительного сырья соединения, альтернативные ядохимикатам (пестициды естественной природы).

На границе раздела двух фаз жидкость-пар имеет место равновесное протекание процессов испарения и конденсации. Испарение представляет собой процесс превращения жидкости в пар со скоростью, превышающей скорость обратного явления – конденсации. В обоих случаях происходит теплообмен, связанный с поглощением или выделением теплоты фазового перехода при изменении агрегатного состояния вещества: при испарении тепло поглощается, а при конденсации высвобождается. Конденсация происходит при соприкосновении насыщенного пара с поверхностью, температура которой ниже температуры насыщения. Если температура поверхности превышает температуру насыщения, то никакой конденсации не происходит. Различают два вида конденсации: пленочную и капельную. В пленочной конденсации жидкий конденсат смачивает поверхность и образует на ней непрерывную пленку, которая оказывает значительное сопротивление тепловому потоку. В случае капельной конденсации пары конденсируются на охлаждаемой поверхности в центрах конденсации в виде капель. Они не смачивают полностью всю поверхность и растут только за счет конденсации в них пара и слияния их с другими, рядом расположенными каплями. Они увеличиваются до тех пор, пока под действием гравитационных или других сил не оторвутся от поверхности и не стекут по ней. Сухие и мокрые участки на поверхности чередуются, и она приобретает пятнистый вид. При капельной конденсации самая высокая

интенсивность теплоотдачи. Для инициирования формирования капелек поверхность охлаждения обрабатывают тонким слоем вещества, которое имеет чрезвычайно низкую смачиваемость жидкостью. Таким образом, при вакуумной сушке происходит два фазовых перехода жидкость-пар и пар-жидкость. В условиях вакуумной сушки температура кипения жидкости сильно снижается. Это позволяет осуществлять сушку продуктов без разрушения витаминов и белков при достаточно большой интенсификации процесса. СВЧ сушка в вакууме позволяет сократить время сушки в 4 раза и снизить потребление удельной энергии в 2–4 по сравнению с традиционными видами сушки. Для восстановления высушенных продуктов, их достаточно просто намочить. Результатом сушки являются следующие продукты: фруктово-ягодные и овощные конфеты, которые делают из яблок, слив, груш, клубники, моркови, свеклы, тыквы, вяленые мясные балыки из говядины, свинины и курицы, различные рыбные и морепродукты, лактулозу в сухом виде, альбуминовый творог, чай, табак, пчелиное маточное молочко, лекарственные растения и травы с высоким содержанием биологически активных веществ. И это далеко не полный перечень продуктов. Количество остаточной влаги в продукте может быть различным. Микроволновая вакуумная сушка позволяет проводить переработку продуктов при температурах до 200 °С. Вакуумная сушка с применением СВЧ поля позволяет значительно сократить затраты на электроэнергию. В процессе сушки установки практически не нагреваются, и температура вокруг них не превышает температуру окружающей среды.

В установках микроволновой вакуумной сушки используются электромагнитные волны с частотой 2,5 ГГц. Под воздействием СВЧ поля на продукт молекулы воды начинают совершать колебательные и вращательные движения. Следствием

движения молекул является возникновение тепловой энергии. Причем, чем больше влаги содержится в заданном объеме продукта, тем больше молекул участвует в колебательном движении, а значит, выделяется больше тепловой энергии. В результате влага, содержащаяся в продукте, нагревается и закипает. При этом нагрев происходит во всем объеме продукта, и чем больше влаги содержится в данном участке продукта, тем больше тепловой энергии он получает. Это позволяет не только удалить влагу и высушить продукт, но и способствует равномерному распределению влаги по всему объему продукта. Все это обеспечивает быстроту сушки.

УДК 621.762.4

Харлан Ю. А., Мартинкевич Я. Ю.

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНО-ДУГОВОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В. М.

Вакуумно-дуговое нанесение покрытий – это физический метод нанесения покрытий в вакууме, путем конденсации на подложку (изделие, деталь) материала из плазменных потоков, генерируемых на катод-мишени в катодном пятне вакуумной дуги сильноточного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода. Метод используется для нанесения металлических, керамических и композитных пленок на различные изделия.

Вакуумно-дуговой процесс испарения начинается с зажигания вакуумной дуги (характеризующейся высоким током и низким напряжением), которая формирует на поверхности катода (мишени) одну или несколько точечных (размерами от единиц микрон до десятков микрон) эмиссионных зон