

УДК 62-982

КРИТЕРИЙ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ВАКУУМНЫХ КАМЕР УСТАНОВОК ИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ

Кагало В.Г., Корзун А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ-мат. наук, доцент Босьяков М.Н.

Аннотация:

В вакуумной технике одним из главных критериев работоспособности установки является ее герметичность, величина натекания в откачиваемый объём. В данной статье рассматривается допустимая величина натекания в вакуумную камеру при процессе ионно-плазменного азотирования (ИПА).

Вакуумная система установки ионного азотирования состоит из вакуумной камеры колпакового или шахтного типа, форвакуумного насоса (золотникового либо пластинчато-роторного), либо откачного агрегата, включающего последовательно соединённые форвакуумный насос и двухроторный насос (насос Рутса), вакуумной магистрали и соответствующих клапанов – электромагнитных либо электропневматических [1]. Важным критерием для вакуумной камеры является величина натекания - камера должна иметь достаточно высокую степень герметичности. Особенностью вакуумных камер является наличие рубашки охлаждения, что вносит дополнительные сложности при в контроль герметичности в сварных соединениях. Как правило, требования к герметичности вакуумных камер различных вакуумных систем формулируются с учетом условий их дальнейшей эксплуатации. Для проведения испытаний на герметичность камеру подключают к вакуумной магистрали, герметичность которой заранее была проверена и имеет значение величины натекания в магистраль. Как правило, значение натекания в вакуумную магистраль должно быть минимум в 10 раз меньше, чем задаваемое значение натекания для вакуумной камеры. Откачку камеры следует проводить до предельного давления - 20 или 30 Па, затем необходимо закрыть затвор, вы-

ключить форвакуумный насос. Расчет величины натекания в камеру объемом V (м^3) проводится по формуле 1:

$$A = \frac{V \cdot (p_2 - p_1)}{3600 \cdot \tau} \quad (1)$$

где p_2 – давление в камере на момент снятия показаний вакуумметра, p_1 – давление в камере спустя 3-4 часа после завершения откачки и закрытия затвора, τ – время изменения давления от p_1 до p_2 , ч.

За это время, как правило, происходит десорбция газов со стенок камеры и дальнейшее изменение давления будет обусловлено именно натеканием по местам стыков. Это наглядно видно на рисунке 1, где приведены примеры проверки камеры на натекание – фиксируется время и давление в камере в определенные моменты времени (вертикальная линия на графике), а затем по вышеприведенной формуле проводится расчет натекания.

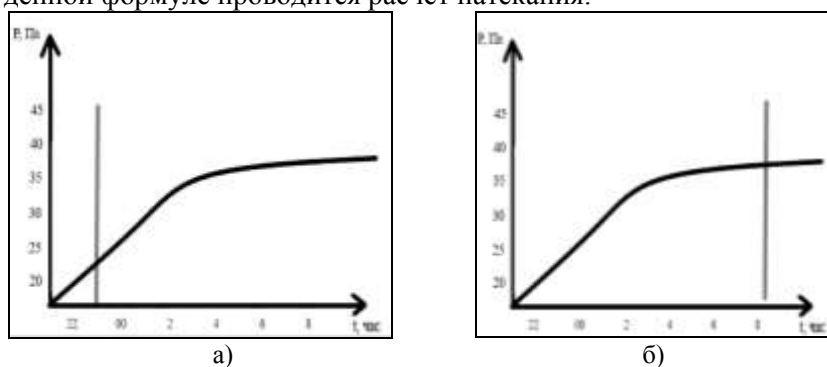


Рис. 1. Изменение давления в камере:
 а – время 22:24, давление 24 Па; б – время 8:11
 (на следующий день), давление 37 Па

По изменению давления за время от 22:24 до 8:11(на следующий день) можно определить значение натекания в вакуумную камеру. Если в камере имеется течь, то характер изменения давления во времени имеет вид прямой линии, начиная с момента закрытия клапана и отключения вакуумного насоса.

Для вакуумной системы установки ионного азотирования, работающей под непрерывной откачкой, задается рабочее давление, при котором должен осуществляться технологический процесс и опре-

деленный расход рабочих газов или газовой смеси. Рабочий диапазон давлений в камере при ионном азотировании составляет обычно 100...800 Па, расход рабочих газов – до 200 л/ч в зависимости от объема камеры и величины азотируемой площади. При ионном азотировании в безводородных средах (например, в смеси азота и аргона) насыщающая смесь должна быть тщательно очищена от примесей кислорода, пассивирующего азотируемую поверхность. Наличие в насыщающей среде 1% кислорода практически прекращает процесс азотирования [1]. Нижняя граница концентрации кислорода, при которой не снижается интенсивность процесса диффузионного насыщения, составляет 0,01% от общего расхода рабочей газовой смеси.

На рисунке 2 представлена расчетная величина допустимого натекания в камеру в зависимости от суммарного расхода газовой смеси.

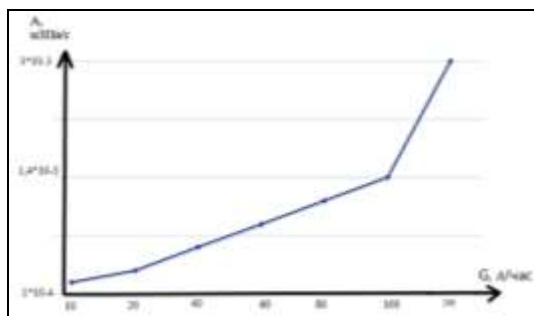


Рис. 2. Расчетные значения допустимого натекания воздуха в камеру в зависимости от расхода газа

Как видно из данных рисунка 2, по мере увеличения расхода газа, значение параметра «допустимое натекание в вакуумную камеру» может быть выше, чем, например, задаваемое как $A=5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ для установок фирм «Эльтро», «Platæg», «Rübig», «ИОНИТЕХ», но меньше, чем $A=4,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \text{ Па/с}$ (значение для установок, выпускавшихся в СССР в 80-е годы). Если в состав плазмообразующего газа входит водород в незначительных количествах (до 5–10%), то требования по натеканию могут быть еще снижены. Таким образом, величину натекания воздуха в вакуумную камеру установки ИПА следует задавать в зависимости от величины расхода газовой смеси [2].

В итоге, как видно из представленных данных, в зависимости от рабочего объема вакуумной камеры, значения величины натекания A могут различаться. Так, например, для расхода газа 80 л/час для камеры объемом 2 м^3 , допустимое натекание за час составит 2 Па, а для камеры объемом 5 м^3 – 1 Па за 1 час 14 минут.

Список использованных источников

1. Босяков, М.Н. Газодинамические характеристики тлеющего разряда при ионном азотировании // М.Н. Босяков, А.А. Козлов/ Наука и техника, том 17, № 5 Минск, РБ, 2018. – С. 368–377.

2. Каплун, В.Г./ Особенности формирования диффузионного слоя при ионном азотировании в безводородных средах // В.Г. Каплун.– ФИП, том 1, № 2, Украина, 2003. – С. 141–145.

УДК 621.438.9

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОПИТКА ДРЕВЕСИНЫ

Калюта И.В., Новохрост С.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В.М.

Аннотация:

В данной работе представлены сведения о существующих методах пропитки древесины, при этом указывается, что наиболее часто используемым на производстве является метод пропитки высоким давлением. Рассматриваются его преимущества и принцип работы оборудования. Показаны проблемы, которые возникают при работе данного оборудования и предложены пути их решения.

Древесина и изделия, изготовленные из неё, находят широкое применение во всех областях промышленности, а также в быту. Но в тоже время, данный вид материала легко впитывает влагу, является легко воспламеняемым и может быть поврежден буравчиками, термитами, древесными повреждающими грибами.