

Эффективная подача азота

Сивак Д. И., студент
Шкадрович И. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: к.ф.-м.н, доцент Босяков М. Н.

Аннотация:

В настоящее время азот применяется повсеместно в различных промышленности. В статье рассматриваются и сравниваются различные способы подвода азота в вакуумную камеру при ионном азотировании.

Ионное азотирование – это технологический процесс химико-термической обработки в тлеющем разряде, при котором поверхность различных металлов или сплавов насыщают азотом в специальной азотирующей среде. Азотированию подвергаются углеродистые, легированные, конструкционные и инструментальные стали, высокохромистые чугуны, высокохромистые износостойчивые сплавы, а еще титан и титановые сплавы [1].

Помимо применения азота в качестве рабочего газа непосредственно для азотирования, он так же применяется для быстрого охлаждения поверхностей деталей и изделий после завершения стадии изотермической выдержки. Быстрое охлаждение осуществляется путем подачи в камеру азота до давления порядка 0,7–0,9 от атмосферно и далее включается центробежный вентилятор, находящийся внутри камеры. В данном случае подача азота в камеру должна осуществляться за достаточно короткое время 3–5 мин.

Для подачи азота в вакуумную камеру существуют несколько методов: 1) при использовании баллонов с азотом; 2) при использовании ресивера с азотом, входящего в состав азотной станции.

Подача азота для азотирования при использовании баллонов производится с одним или несколькими баллонами. Если баллонов больше одного, то их необходимо объединить в одну систему. Для этого рекомендуется применять рампу. Рампа – конструкция под

установку большого количества баллонов. Сущность такого способа заключается в объединении нескольких баллонов к одному общему редуктору, который и будет подавать азот в камеру. Такой газовый редуктор обычно ограничен определенной пропускной способностью, что может существенно снизить эффективность применения баллонного азота для организации процесса ускоренного охлаждения из-за длительности подачи азота в камеру.

Например, возьмем редуктор азотный БАЗО-5МГ от компании «Еврогрупп», в его техпаспорте указана пропускная способность, которая равняется $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, наибольшее давление газа на входе – 20 МПа, наибольшее рабочее давление газа – 0,35 МПа. Предположим, что у нас вакуумная камера объемом 5 м^3 под давлением 300 Па. Предположим, что нужно обеспечить заполнение камеры от атмосферы до 0,9 Па, тогда получаем, что такой редуктор будет заполнять камеру азотом примерно за час. Таким образом, использования рампы с несколькими баллонами азота для организации ускоренного охлаждения вообще рассматривать не стоит – неэффективно, долго, неэкономично. Единственное, для чего можно использовать азотные баллоны – для мелкосерийного производства.

Подача азота из азотной станции для азотирования и в качестве охлаждающего газа при ускоренном охлаждении намного эффективнее и быстрее. Азотная установка предназначена для получения из атмосферного воздуха азота с остаточным содержанием кислорода не более 0,01 %. Получение азота из атмосферного воздуха осуществляется по технологии короткоцикловой адсорбции. Такая установка состоит из генератора азота, получаемого из воздуха в связке с осушителем, где при помощи адсорбции азот адсорбируется и далее поступает в ресивер, где накапливается и подается в систему, когда это необходимо.

Это означает, что всегда можно подать азот в систему для азотирования и охлаждения поверхности в любое необходимое время.

Процесс можно ускорить, если мы будем использовать азотную станцию.

Рассмотрим для примера азотную станцию типа АЗТ-4. В этой установке имеется накопительный ресивер продуктового азота объемом 900 л, давление в котором 8 атм, отсюда получаем объем азота $7,2 \text{ м}^3$. Для заполнения вакуумной камеры азотом объемом 5 м^3 ,

необходимо из этого ресивера взять $4,5 \text{ м}^3$, предположим за 5 мин при длине магистрали от ресивера до вакуумной камеры 3 метра. Тогда пропускная способность такой магистрали будет $0,9 \text{ м}^3/\text{мин}$, то есть $0,015 \text{ м}^3/\text{с}$. Такая магистраль работает в вязкостном режиме. Следовательно, поскольку известен расход азота и длина магистрали, то из формулы для проводимости магистрали в вязкостном режиме (1) можно определить минимальный диаметр трубопровода, который обеспечит необходимый расход газа – формула (2):

$$U_{\text{вдлт}} = 1360 \times p_{\text{ср}} / 2 \times d^4 / l, \quad (1)$$

где $p_{\text{ср}}$ – среднее значение суммы конечного и начального давлений.

$$d^4 = U_{\text{вдлт}} \times 2 \times l / (1360 \times p_{\text{ср}}). \quad (2)$$

Подставив значения в формулу (2) получаем, что диаметр магистрали равен $0,005 \text{ м}$, то есть 5 мм . С учетом перепадов давления увеличиваем диаметр в $1,5$ и получаем диаметр $7,5 \text{ мм}$, округляем и получаем проходной диаметр 8 мм . Такой диаметр позволит обеспечивать заданные условия.

Таким образом, азотная станция может быть использована для серийного и крупного серийного производства в связи с эффективностью и возможностью быстротой подачи азота в рабочую камеру при ускоренном охлаждении садки после процесса насыщения.

Сравнивая баллоны с редукторами и азотную станцию можно сделать вывод, что азотная станция во много раз эффективнее и практичнее в использовании, нежели баллоны с редукторами. Это обусловлено невысокой проводимостью газа через такой редуктор.

Список использованных источников

1. Что такое экструдер и экструзия, принципы работы [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/100/55.htm>. Дата доступа: 15.06.2020.