

# ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО КЛАПАНА – НАДЕЖНЫЕ КОРПУСА



Гонни Ван Зантвурт\*,  
gvanzant@wlgore.com

**Правильно выбранный вентиляционный клапан способен предотвратить коррозию и сбои в работе электронных устройств. Даже водонепроницаемые корпуса не гарантируют отсутствие у чувствительных электронных устройств проблем, которые могут возникнуть в запыленной, загрязненной и влажной среде, особенно если приборы работают в неблагоприятных внешних условиях. Поврежденные электронные приборы в герметизированных корпусах – не редкость. во многих отраслях промышленности. И по мере того, как сложность электронных приборов возрастает, эта проблема усугубляется.**

Большинство инженеров пытаются решить ее за счет обеспечения как можно более высокой водонепроницаемости. Для достижения требуемой герметичности они уплотняют корпус с помощью прочных O-образных колец или специальных уплотняющих прокладок, тем самым увеличивая толщину корпуса с тем, чтобы минимизировать перемещения вокруг герметика, а затем укрепляют O-образные кольца и уплотняющие прокладки большим числом болтов.

Но все эти меры не устраняют истинных причин снижения герметичности – изменения давления внутри самого корпуса. Это изменение давления возникает вследствие резких перепадов температуры в дневное и ночное время и являются причиной ухудшения герметичности в долгосрочной перспективе. Подобные проблемы могут также возникнуть в связи с изменением широтности во время транспортировки прибора, а также при колебаниях внешнего атмосферного давления.

## ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ

Изменение температуры, приводящее к изменению давления внутри корпуса, может быть обусловлено различными факторами. Во время работы электронные приборы генерируют тепло, что приводит к повышению температуры внутри корпуса и, соответственно, к увеличению давления в нем. Резкое снижение внешней температуры может вызвать уменьшение

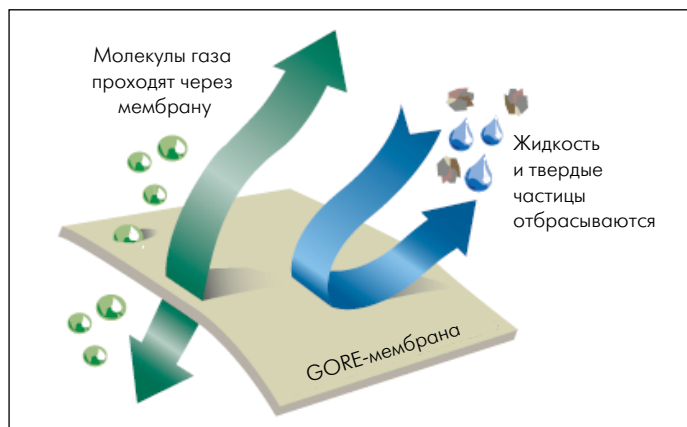
давления в корпусе до создания вакуума в 100 мбар (-1,4 манометрического давления в фунтах на квадратный дюйм). С течением времени эти различия в давлении способны оказать существенную нагрузку на уплотняющие материалы, в результате чего они разрушаются, и внутрь корпуса поступает воздух. Влага, попавшая в такой "герметизированный" корпус с поврежденным уплотнением, не может выйти наружу и вызывает коррозию чувствительных электронных приборов.

Другой фактор, влияющий на давление внутри корпуса, – изменение широты и высоты нахождения прибора относительно уровня моря. Большинство приборов, транспортируемых по воздуху, хранятся в негерметизированных грузовых контейнерах. В результате при взлете и посадке самолета давление в контейнере быстро и существенно изменяется. Если изменение высоты не компенсируется выравнивающим давлением уплотнительным материалом, то в результате образующегося в контейнере вакуума, его становится трудно или просто невозможно открыть. Вакуумные сэндвич-структуры, такие как двойные стеклопакеты, также могут быть повреждены при резком изменении давления во время воздушных перевозок.

## СТАБИЛЬНОСТЬ ДАВЛЕНИЯ

На давление внутри корпуса влияют разнообразные и сложные переменные факторы – внешняя температура, широта, высота нахождения над уровнем моря, а также тепло, выделяемое самими электронными приборами. Очевидное решение задачи стабилизации давления – выравнивание значений внешнего и внутреннего давления в корпусе с тем, чтобы уменьшить нагрузку на уплотняющий материал. Но как это сделать? Если просто просверлить отверстие в корпусе и обеспечить свободный приток и отток воздуха для выравнивания давления, то в первую очередь будет нарушен сам принцип герметизации корпуса. Кроме того, наличие отверстия приведет к тому, что в корпус попадут различные загряз-

\* Сотрудник отдела продаж компании W.L.Gore & Associates GmbH. Тел.: 0049.89.4612.2131.



**Рис.1. Воздушные клапаны компании W.L. Gore & Associates Inc. оснащены мембранами из ПТФЭ. Мембраны пропускают воздух и водный пар, предотвращая рост давления и конденсацию паров воды. Вместе с тем они не пропускают инородные частицы, пыль и другие загрязняющие вещества**

няющие вещества, например, вода, грязь, насекомые, соль и многие другие. Задача заключается в том, чтобы создать корпус, свободно пропускающий воздух, но препятствующий проникновению в него загрязняющих веществ.

Защитные вентиляционные клапаны GORE обеспечивают постоянный воздухообмен и предотвращают попадание загрязняющих веществ в корпус. Клапаны сделаны с применением мембраны из экспандированного политетрафторэтилена ПТФЭ (expanded polytetrafluorethylene, ePTFE), пористая микроструктура которого позволяет воздуху как свободно проникать в корпус, так и покидать его. В то же время благодаря малому поверхностному натяжению мембрана является гидрофобной или водонепроницаемой (рис.1). Это значит, что вода (в виде жидкости) не задерживается на ее поверхности, а отталкивается и стекает с нее. И хотя пористая мембрана позволяет влаге в виде пара проникать в корпус, она также легко обеспечивает удаление этого водяного пара, минимизируя конденсацию влаги и коррозию корпуса. Для корпусов, на которые могут воздействовать другие жидкости, кроме воды, применяются мембраны из ПТФЭ, которые отталкивают жидкости с малым поверхностным натяжением, такие как нефтепродукты, моющие средства и алкоголь.

### ВЫБОР ПРАВИЛЬНОЙ МЕМБРАНЫ

Воздушные клапаны могут иметь различную форму и размер (рис.2). Эффективность действия клапана зависит от множества переменных величин, в том числе объема свободного пространства внутри корпуса, диапазона колебаний температур, которым подвергается корпус, и требований IP-системы (классификации степеней защиты оболочки электрооборудования от проникновения частиц и влаги в соответствии с международным стандартом МЭК 60529). Степени IP-защиты определяют, какое давление воды может выдержать корпус и, следовательно, прочность мембраны.



а)

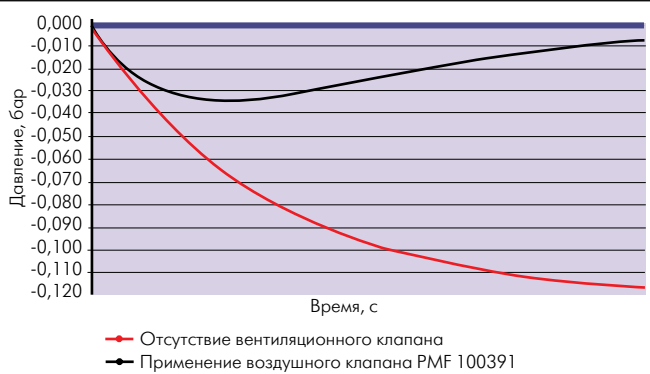


б)

**Рис.2. Воздушные клапаны с ПТФЭ-мембранами выпускаются различных форм и размеров, а оболочка из литьевого пластика и металла. Защитные GORE-клапаны могут защелкиваться, иметь резьбу, ввинчиваться и крепиться с помощью связующего вещества (а); завинчиваемый воздушный клапан (б)**

Объем свободного пространства корпуса, например 20, 50 или 80% определяет объем воздуха внутри корпуса. Чем больше свободного пространства, тем больше в корпусе объем вакуума, который образуется при изменении давления. Что касается температуры, то самой важной характеристикой является скорость ее изменения. Чем быстрее изменяется температура, тем больше давление на уплотнитель. Следовательно, резкий перепад температуры играет более существенную роль, чем ее постепенное изменение (рис.3). Так, изменение температуры на 30°C в течение 3 мин приводит к образованию большего объема вакуума в корпусе, чем изменение температуры на 60°C в течение часа.

Корпуса, таких приборов, как светильники уличного освещения, кожухи телекоммуникационного оборудования и аккумуляторы, часто очищают с помощью сильных моющих средств. От состава используемого моющего средства зависит выбор материала мембраны с точки зрения его химической стойкости, например, выбор ПТФЭ-мембраны. Метод очистки корпуса также определяет и необходимую степень IP-защиты. Например, дозированная очистка требует степени защиты IP 66, а при очистке с помощью пара под высоким давлением – IP 69k.



**Рис.3. Изменение давления при уменьшении температуры с 60°C до 20°C за 5 мин**

Недавно компания Gore получила запрос от инженера, который купил корпуса для защиты чувствительных приборов отслеживания перемещений животных. Перед покупкой он проверил их на соответствие требуемой степени IP-защиты. Корпуса были размещены на деревьях. Менее чем за три месяца в них появились трещины, через которые начала проникать влага, в результате чего нарушилась точность показаний защищаемой ими электроники. Инженер хотел восстановить водонепроницаемость, не снимая корпуса с дерева, и специалисты компании Gore рекомендовали ему использовать клапан, который можно установить, просверлив отверстие в корпусе и ввинтив его в это отверстие наподобие болта.

Другой запрос пришел от компании, выпускающей уличные светодиодные светильники. Конструктор светильников нуждался в корпусе, обеспечивающим срок службы 20–25 лет при степени защиты IP 67. Компания разрабатывала светильник, выполненный на основе самых современных

светодиодов, но не требующий большого технического обслуживания и ремонта. Светодиоды монтировались на алюминиевой охлаждающей подложке, крышка изготавливалась из чистого прозрачного плексигласа, чтобы обеспечить максимальное пропускание света. Таким образом, компании Gore нужно было решить две проблемы. Необходимо было избежать потери герметичности уплотнительного материала в течение длительного периода эксплуатации светильника, т.е. предусмотреть возможность выравнивания давления внутри корпуса. Кроме того, требовалось предотвратить конденсацию влаги на плексигласе. И здесь правильным решением была установка защелкивающегося клапана с мембраной, пропускающей большие объемы воздуха. Специалистам компании удалось добиться выравнивания разницы давления внешней среды и внутри лампы при ее включении и нагреве до температуры 40°C в течение 10 мин, а также предотвратить образование конденсата в корпусе, наблюдаемое после выключения лампы.

#### О КОМПАНИИ W. I. GORE & ASSOCIATES

Компания Gore – ведущий мировой производитель многих тысяч товаров для рынков промышленных изделий, электроники, текстильной промышленности и медицинского оборудования, выполненных на основе передовых технологий. Пожалуй, самые известные изделия компании – водонепроницаемые, но "дышащие" куртки и обувь с мембраной GORE-TEX®. Компания пред-

лагает множество промышленных решений в области защитных упаковок, корпусов и средств фильтрации. Хорошо известна и корпоративная культура компании Gore, в том числе и ее неиерархический стиль управления. Ежегодный объем продаж компании составляет 2,6 млрд. долл., 9 тыс. ее сотрудников работают в 30 странах мира.

Более подробную информацию можно получить на сайте компании по адресу [www.gore.com](http://www.gore.com).

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



**Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М.**

Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов  
Под общей редакцией И.В. Сумина. В 2-х томах. Том 1

**Москва: Техносфера, 2010. – 464 с.**

**ISBN 978-5-94836-266-3 (общ.), ISBN 978-5-94836-267-0 (т.1)**

В книге рассмотрены явления катодного и анодного нагрева токопроводящих материалов в водных растворах электролитов; процессы локального вскипания электролитов в окрестности электрода с малой поверхностью, формирование сплошной и устойчивой парогазовой оболочки, электрическая проводимость в парогазовой среде, теплофизические и электрохимические аспекты анодного варианта нагрева. Дан критический обзор результатов применения анодного нагрева с целью закалки, нитрозакалки среднеуглеродистых или инструментальных сталей, цементации и нитроцементации конструкционных сталей или железуглеродистых, оксидированию стальных или титановых сплавов. Описаны фазовый состав, структура и эксплуатационные свойства упрочненных материалов. Изложены способы и устройства для нагрева металлов и сплавов в электролите, режимы обработки, составы электролитов и результаты их практического использования.

Для научных работников, инженеров, а также преподавателей, аспирантов и студентов физических, химических и технических специальностей.

#### Как заказать наши книги?

По почте: **125319 Москва, а/я 594**

По тел./факсу: **(495) 956-3346, 234-0110**

E-mail: **knigi@technosfera.ru; sales@technosfera.ru**