

К вопросу о терминологии и единицах измерения в области вакуумной техники

С.Б. Нестеров

Москва, ОАО «НИИВТ им.С.А.Векшинского», Нагорный проезд, 7

e-mail: sbnesterov@niivt.ru

Русские ученые-энциклопедисты М.В.Ломоносов и Д.И.Менделеев прекрасно понимали необходимость создания терминологии и единиц измерения в области вакуумной техники.

Ломоносов М.В. является основателем русской научной и технической терминологии. В предисловии к переводу «Вольфианской экспериментальной физики» Ломоносов пишет: «...принужден был я искать слов для наименования некоторых физических инструментов, действий и натуральных вещей, которые хотя сперва покажутся несколько странны, однако надеюсь, что они со временем чрез употребление знакомее будут» [1]. Именно Ломоносову мы обязаны такими понятиями, как «воздушный насос», «барометр», «атмосфера», «экспериментальная физика», «упругость», «удельный вес», «влажность» и многими другими.

В 1902 г. Д.И.Менделеев писал, что «необходимо достичь всей возможной в настоящее время точности в определении давлений, выражаемых столбом ртути. В промышленности давления выражаются в атмосферах, по определению величина атмосферного давления изменяется в разных странах и при разных условиях, например, выражением английскими или русскими фунтами на квадратный дюйм, килограммами или граммами на квадратный сантиметр, высотой ртутного столба...для достижения же единообразия в сем отношении необходимо узаконить какое либо из употребляющихся определений для атмосферного давления» [2].

Многолетний опыт преподавания вакуумной техники в московских вузах, опыт редактирования материалов конференций, опыт работы в редколлегиях журналов, а также опыт публикации книг и статей привели автора к пониманию того, что необходимо опубликовать данную работу.

Богатый материал для анализа появился после выставки «ВакуумТехЭкспо-2013».

Цель работы: обратить внимание авторов на типичные ошибки, которые встречаются в научно-технических материалах в области вакуумной техники и технологии.

Источники возникновения ошибок

1. Перевод иностранных каталогов на русский язык с помощью компьютерных программ.

2. Использование «Википедии».

- Откуда вы взяли информацию для реферата?

- Из «Википедии».

- Можно ли доверять этой информации?

- Да, ее проверил модератор.

- Можно ли доверять модератору?

- Да, там же даны ссылки.

- Можно ли доверять этим ссылкам?

- Да, их же проверил модератор.

(из разговора со студентами московских вузов)

3. Отсутствие научного редактирования.

4. Упрощенный язык интернет-сообщества.

Известный лингвист Максим Кронгауз выпустил книгу «Самоучитель олбанского», в которой описывает процессы, происходящие с русским языком в интернете. В интервью журналу «Русский репортер» Максим Кронгауз говорит: «...игры с орфографией легли на почву массовой неграмотности. Иначе говоря, антиграмотность стала прикрывать неграмотность. Быть последовательно антиграмотным (то есть совершать ошибки всякий раз, когда это не влияет на прочтение) очень трудно. Но этого и не требовалось. Человек, который писал неграмотно, теперь мог утверждать, что он не неграмотный, а играет в это. Следовательно, и издеваться над ним нельзя – это означает, что у грамотея просто нет чувства юмора» [3].

5. Неправильное использование словаря.

В иностранной литературе встречается словосочетание *claw pump*, которое переводится как кулачково-зубчатый вакуумный насос. Довольно часто в научно-технической литературе это словосочетание переводится как когтевой насос. Попробуем разобраться, откуда это берется. В словаре [4] читаем: *claw* 1) коготь 2) лапа с когтями 3) клешня 4) презр. рука, лапа 5) *тех.* кулак, палец, выступ, зубец, лапа, клещи. Почему-то при переводе пользуются первым значением, хотя словарь четко указывает на технические значения этого слова.

6. Недостаточное знакомство со специализированной литературой.

За последние годы издано немало количество монографий, учебников, учебных пособий в области вакуумной техники и технологии [5,6].

В работах [7-11] приведены термины и рассмотрены вопросы терминологии в области вакуумной техники и технологии.

Степени вакуума

Низкий вакуум характеризуется давлением газа, при котором средняя длина свободного пути молекул газа значительно меньше определяющего линейного размера сосуда, существующего для рассматриваемого процесса ($\lambda \ll 1$). Низкому вакууму обычно соответствует область давлений $10^5 \dots 100$ Па.

Средний вакуум характеризуется давлением газа, при котором средняя длина свободного пути молекул соизмерима с характерным линейным размером ($\lambda \approx 1$). Среднему вакууму, как правило, отвечает область давлений $100 \dots 0,1$ Па.

Высокий вакуум определяется давлением газа, при котором средняя длина свободного пути молекул значительно превышает характерный линейный размер ($\lambda \gg 1$). Высокому вакууму обычно соответствует область давлений $0,1 \dots 10^{-5}$ Па.

Сверхвысокий вакуум характеризуется давлением газа, при котором не происходит заметного изменения свойств поверхности, первоначально свободной от адсорбированного газа, за время, существенное для рабочего процесса. Сверхвысокому вакууму, как правило, свойственна область давлений $< 10^{-5}$ Па.

Характеристики вакуумных насосов

Быстрота откачки – объем газа при фиксированном давлении, откачиваемого в единицу времени.

Быстрота действия вакуумного насоса – величина, характеризующаяся быстротой откачки во входном сечении насоса при его работе.

Эффективная быстрота откачки – быстрота откачки на конце трубопровода, присоединенного к откачиваемому сосуду.

Производительность вакуумного насоса – поток газа через входное сечение насоса.

Наибольшее давление запуска вакуумного насоса – наибольшее давление во входном сечении вакуумного насоса, при котором насос может осуществлять откачку.

Наибольшее рабочее давление вакуумного насоса – наибольшее давление во входном сечении насоса, при котором он длительное время сохраняет номинальную быстроту действия.

Предельное остаточное давление насоса – значение, к которому асимптотически стремится давление в стандартизованном испытательном объеме без впуска газа при нормально работающем насосе.

Предельное остаточное давление – наименьшее давление, которое может быть достигнуто в определенных условиях при использовании конкретных устройств для откачки.

Объемный поток газа – объем газа, при указанных температурах и давлении, пересекающего определенную поверхность за единицу времени.

Время выхода вакуумного насоса на рабочий режим – время с момента включения насоса до момента, когда он может начать откачку при рабочем давлении.

Оборудование для получения и поддержания вакуума

Вакуумный насос - устройство, предназначенное для создания, повышения и (или) поддержания вакуума.

Низковакуумный насос – вакуумный насос для понижения давления в откачиваемом объеме, начиная от атмосферного.

Высоковакуумный насос – вакуумный насос, работающий на ступени самого низкого давления откачной системы, которая состоит из двух или более последовательно соединенных насосов.

Форвакуумный насос – вакуумный насос, предназначенный для поддержания выпускного давления другого насоса.

Бустерный вакуумный насос – вакуумный насос, устанавливаемый между форвакуумным и высоковакуумным насосами для повышения быстроты действия системы насосов при среднем вакууме либо для оптимизации давления в откачной системе и уменьшении объемного расхода, необходимого для форвакуумного насоса.

Вакуумный насос предварительного разрежения – вакуумный насос, предназначенный для понижения давления в откачиваемом объеме или откачной системе от атмосферного давления до значения, при котором перепад давлений создается одной рабочей ступенью.

Одноступенчатый вакуумный насос – вакуумный насос, в котором перепад давления создается одной рабочей ступенью.

Многоступенчатый вакуумный насос – вакуумный насос, где перепад давления создается последовательно несколькими рабочими ступенями (ступени откачки нумеруют, начиная от ступени, создающей более высокий вакуум).

Механический вакуумный насос – газоперекачивающий вакуумный насос, откачивающее действие которого основано на перемещении газа вследствие механического движения рабочих частей насоса.

Вакуумный насос объемного действия – механический вакуумный насос, в котором объем, заполненный газом, периодически отсекается от входа, обеспечивая перемещение газа к выходу.

Газобалластный вакуумный насос - вакуумный насос с масляным уплотнением, снабженный устройством дозированной подачи неконденсирующегося газа для исключения конденсации откачиваемых паров в насос.

Поршневой вакуумный насос – вакуумный насос объемного действия, в котором сжатие и нагнетание газа происходят под действием возвратно-поступательного движения поршня.

Вращательный вакуумный насос – вакуумный насос объемного действия, в котором сжатие и нагнетание газа осуществляют вращающиеся поверхности твердого тела.

Пластинчато-роторный вакуумный насос – вращательный вакуумный насос с эксцентрично установленным ротором, вращающимся тангенциально относительно

неподвижной поверхности статора; при этом две или более пластины, скользящие в прорезе ротора и прижимающиеся к внутренней стенке статора, делят камеру статора на полости с изменяющимися объемами.

Пластинчато-статорный вакуумный насос - вращательный вакуумный насос, в котором эксцентрично установленный ротор вращается, скользя по внутренней стенке статора, при этом пластина, движущаяся относительно статора, прижимается к ротору и делит рабочую камеру на части с изменяющимися объемами.

Плунжерный вакуумный насос – это вакуумный насос, в котором эксцентрично установленный вал, вращающийся относительно внутренней поверхности ротора, вынуждает последний обкатывать поверхность статора; при этом плунжер совместно с ротором, на котором он жестко закреплен, делит рабочую камеру на полости с изменяющимися объемами. Плунжер скользит в золотнике, колеблющемся в соответствующем гнезде статора.

Жидкостно-кольцевой вакуумный насос – вращательный вакуумный насос, в котором эксцентрично установленный ротор с закрепленными на нем лопатками отбрасывает жидкость к стенке статора; жидкость принимает форму кольца, концентрично расположенного относительно статора, и вместе с лопатками ротора образует полости с изменяющимися объемами.

Двухроторный вакуумный насос (насос Рутса) – вращательный вакуумный насос, в котором два взаимно связанных ротора, по форме напоминающие восьмерки, синхронно вращаются в противоположных направлениях с очень малым зазором, не касаясь один другого и стенок корпуса.

Кинетический вакуумный насос – механический вакуумный насос, где импульс движения передается молекулам таким образом, что газ непрерывно перемещается от входа к выходу насоса (различают струйные насосы, в которых откачка происходит вследствие захвата газа или молекул струей рабочего тела, и вращательные насосы, в которых импульс движения передается молекулам газа движущимися поверхностями насоса).

Кулачково-зубчатый вакуумный насос – бесконтактный двухроторный вакуумный насос с профилем роторов кулачково-зубчатого типа, в котором перемещение газа осуществляется в замкнутой полости изменяющегося объема, которая образуется между зубьями роторов, расточкой корпуса и торцевыми крышками.

Спиральный вакуумный насос – это механический объемный вращательный насос, в котором перемещение газа осуществляется путем периодического изменения объема двух или более серповидных полостей, образованных между двумя спиралями одной неподвижной, другой совершающей орбитальное движение, повернутыми друг относительно друга на 180° .

Вакуумный турбонасос – кинетический вакуумный насос, где импульс движения передается газу от вращающихся твердых поверхностей.

Молекулярный вакуумный насос – кинетический вакуумный насос, в котором молекулам газа в результате их соприкосновения с поверхностью высокоскоростного ротора сообщается импульс движения, заставляющий их перемещаться в направлении к выходу насоса.

Турбомолекулярный вакуумный насос – молекулярный вакуумный насос, на валу ротора которого закреплены диски с прорезями и лопатками, вращающиеся между соответствующими дисками статора.

Осевой вакуумный турбонасос – вакуумный турбонасос, где импульс движения передается газу вдоль оси вращения.

Центробежный вакуумный турбонасос – вакуумный турбонасос, в котором импульс движения передается газу в радиальном направлении.

Струйный вакуумный насос – газоперекачивающий вакуумный насос, характеризующийся тем, что откачка в нем осуществляется путем захвата газа струей рабочего тела (жидкости, пара или газа).

Эжекторный вакуумный насос – пароструйный низковакуумный насос, в котором происходит турбулентно-вязкостный захват газа струей.

Жидкостно-струйный вакуумный насос – струйный вакуумный насос, где в качестве рабочего тела используют струю жидкости (обычно воду).

Газоструйный вакуумный насос – струйный вакуумный насос, в котором рабочим телом является струя газа.

Пароструйный вакуумный насос – струйный вакуумный насос, где в качестве рабочего тела используют струю пара.

Диффузионный вакуумный насос – пароструйный высоковакуумный насос, в котором захват газа струей происходит за счет диффузии газа в струю.

Самоочищающийся диффузионный вакуумный насос – диффузионный вакуумный насос, в котором летучие примеси не возвращаются в кипятильник, а направляются к выходу.

Фракционный диффузионный вакуумный насос – многоступенчатый вакуумный паромасляный насос, из ступени самого низкого давления которого откачивается газ более плотными компонентами рабочего вещества, представляющими собой струю пара низкого давления, а из ступеней более высокого давления – менее плотными компонентами с более высоким давлением пара.

Диффузионно-эжекторный вакуумный насос – пароструйный вакуумный насос, в котором ступени (или ступеням), имеющей (имеющим) характеристики эжекторного вакуумного насоса, предшествует ступень или ступени с характеристиками диффузионного вакуумного насоса.

Ионный вакуумный насос – кинетический вакуумный насос, где молекулы газа ионизируются, а затем перемещаются к выходу насоса с помощью электрического и магнитного полей (или только электрического поля).

Сорбционный вакуумный насос – газоулавливающий вакуумный насос, в котором откачка происходит вследствие сорбции газа.

Адсорбционный вакуумный насос – сорбционный вакуумный насос, где откачка осуществляется в результате физической сорбции газа пористым сорбентом при низкой температуре.

Геттерный вакуумный насос – сорбционный вакуумный насос, в котором откачка происходит преимущественно вследствие хемосорбции газа геттером.

Сублимационный вакуумный насос – геттерный вакуумный насос, поглощающая поверхность которого обновляется при конденсации на ней термически испаряемого геттера.

Геттерно-ионный вакуумный насос – геттерный вакуумный насос, где наряду с хемосорбцией происходит ионизация газа с последующим внедрением ускоренных ионов в поверхность распыленного геттера.

Испарительно-ионный вакуумный насос – геттерно-ионный вакуумный насос, в котором ионизированный газ направляется к поверхности геттера, получаемой в результате непрерывного или периодического испарения.

Магнитный электроразрядный вакуумный насос – геттерно-ионный вакуумный насос, где для распыления геттера используют газовый разряд в магнитном поле.

Вакуумный крионасос – конденсационный или сорбционный насос с рабочими поверхностями, охлаждаемыми до низких температур.

Вакуумный трубопровод – трубопровод, по которому перемещается разреженный газ в вакуумной системе.

Обезгаживание – принудительное удаление газа из материала.

Средства для измерения и контроля вакуума

Манометр – прибор для измерения давления или разности давлений.

Вакуумметр – манометр для измерения давления разреженного газа или пара.

Абсолютный вакуумметр – вакуумметр, чувствительность которого одинакова для всех газов и может быть рассчитана по измеряемым физическим величинам.

Дифференциальный вакуумметр – вакуумметр для измерения разности давлений.

Вакуумметр полного давления – вакуумметр для измерения суммарного давления, оказываемого всеми компонентами газовой смеси.

Измерительный преобразователь давления – преобразователь давления, воспринимающий непосредственно измеряемое давление и преобразующий его в другую физическую величину.

Открытый преобразователь давления – преобразователь давления, в котором электродная система не имеет герметизированного корпуса и (или) проводимость между ее центром и входным сечением присоединительного патрубка $\geq 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$.

Закрытый преобразователь давления – преобразователь давления, где электродная система заключена в герметизированный корпус и проводимость между ее центром и выходным сечением присоединительного патрубка $< 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$.

Измерительный блок вакуумметра – часть вакуумметра, которая предназначена для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем, и содержит блок питания и все электрические цепи, необходимые для работы прибора.

Отсчетное устройство вакуумметра – часть измерительного блока вакуумметра, предназначенного для регистрации значений измеряемого параметра.

Масс-спектрометр – прибор для количественного и (или) качественного определения состава и структуры веществ, изучения физико-химических процессов и явлений по масс-спектрам этих веществ. Изучения физико-химических процессов и явлений по масс-спектрам этих веществ.

Индикатор с разрядной трубкой – прозрачная газоразрядная трубка, позволяющая по цвету и форме свечения разряда определить вид газа и его давление.

Жидкостный вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на уравнивании измеряемого давления или разности давлений давлением столба жидкости.

U-образный вакуумметр – жидкостный вакуумметр, состоящий из сообщающихся сосудов, давление в которых определяют по одному или нескольким уровням жидкости.

Деформационный вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на зависимости деформации чувствительного элемента или развиваемой им силы от измеряемого давления.

Мембранный вакуумметр – деформационный вакуумметр, где чувствительным элементом является мембрана или мембранная коробка.

Компрессионный вакуумметр – жидкостный вакуумметр, в котором для измерения давления разреженного газа последний предварительно сжимается.

Вязкостный вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на зависимости вязкости разреженного газа от скорости движения в нем твердого тела и измеряемого давления.

Тепловой вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на зависимости теплопроводности разреженного газа от давления.

Термопарный вакуумметр – тепловой вакуумметр, где использована зависимость электродвижущей силы термопары от измеряемого давления.

Вакуумметр сопротивления – тепловой вакуумметр, действие которого основано на зависимости электрического сопротивления нагреваемого током элемента от давления газа.

Термомолекулярный вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на передаче чувствительному элементу суммарного импульса молекул газа, отражающихся от поверхности с различными температурами.

Ионизационный вакуумметр – вакуумметр полного давления, действие которого основано на передаче чувствительному элементу суммарного импульса молекул газа, отражающихся от поверхностей с различными температурами.

Радиоизотопный ионизационный вакуумметр – ионизационный вакуумметр, в котором для ионизации газа применяют излучение радиоактивных источников.

Магнитный электроразрядный вакуумметр – ионизационный вакуумметр, действие которого основано на зависимости ионного тока электрического разряда в магнитном поле от измеряемого давления.

Вакуумметр Пеннинга – магнитный электроразрядный вакуумметр, в преобразователе которого один из электродов состоит из двух соединенных между собой пластин, а другой (обычно анод) помещен между ними и имеет форму замкнутой рамки; при этом направление магнитного поля перпендикулярно к плоскости анодной рамки.

Электронный ионизационный вакуумметр – ионизационный вакуумметр, в преобразователе которого газ ионизируется электронами, ускоряемыми электрическим полем.

Электронный ионизационный вакуумметр с осевым коллектором – электронный ионизационный вакуумметр с уменьшенным фоновым давлением благодаря использованию в качестве коллектора ионов тонкой проволоки, помещенной соосно с цилиндрической сеткой, и укрепленного снаружи сетки катода.

Экстракторный вакуумметр – электронный ионизационный вакуумметр, в преобразователе которого фоновый ток снижен путем применения в роли коллектора ионов короткой и тонкой проволоки, находящейся на оси анода и выведенной из области ионизации.

Электронный ионизационный вакуумметр с магнитным полем – электронный ионизационный вакуумметр, преобразователь давления которого представляет собой цилиндрический магнетрон, где под действием магнитного поля увеличены траектории электронов и число образующихся ионов.

Радиочастотный масс-спектрометр – масс-спектрометр, в котором ионы разделяются в радиочастотном продольном электрическом поле, образованном последовательно расположенными сетчатыми электродами (радиочастотными каскадами), при этом к коллектору проходят только ионы, ускоренные в радиочастотных каскадах.

Квадрупольный масс-спектрометр – масс-спектрометр, в котором ионы разделяются в высокочастотном электрическом поле анализатора, образованного 4 параллельными цилиндрическими электродами.

Монополярный масс-спектрометр – масс-спектрометр, где ионы разделяются в высокочастотном электрическом поле анализатора, состоящего из двух электродов.

Масс-спектрометр с магнитным отклонением – масс-спектрометр, в котором ускоренные ионы, имеющие разные массы, под действием магнитного поля движутся по различным круговым траекториям.

Циклоидальный масс-спектрометр – масс-спектрометр, где ионы разделяются скрещенными электрическими и магнитными полями, в которых они следуют по различным циклоидным траекториям, в результате чего ионы фокусируются в разных точках в зависимости от отношения массы к заряду.

Омегатронный масс-спектрометр – масс-спектрометр, в котором ионы разделяются при движении по спиральным траекториям, в радиочастотном электрическом и постоянном магнитных полях, перпендикулярных друг другу.

Времяпролетный масс-спектрометр – масс-спектрометр, где газ ионизируется электронным пучком с импульсной модуляцией и ускоряющиеся в пространстве дрейфа ионы

разделяют по времени прибытия на коллектор в зависимости от отношения массы иона к заряду.

Диапазон измерений вакуумметра – область давлений, в которой нормированы допускаемые погрешности измерений.

Чувствительность вакуумметра – отношение изменения сигнала на выходе вакуумметра к вызывающему его изменению давления.

Эквивалентное азотное давление – давление чистого азота, которое давало бы показание вакуумметра, равное показанию, вызванному воздействующим на него газом.

Фоновое давление вакуумметра – условное давление чистого азота, соответствующее такому же показанию ионизационного вакуумметра, как при остаточном токе, не зависящем от давления.

Единицы физических величин в области вакуума [12]

Ввиду того, что долгое время (фактически вплоть до первой трети XX столетия) низкие давления измеряли почти исключительно по жидкостным приборам, представлялось естественным и целесообразным характеризовать степень вакуума непосредственно в миллиметрах, а также дюймах ртутного столба или в миллиметрах и сантиметрах, а также (в зарубежных странах) в дюймах и футах водяного столба. 1 мм рт.ст. = 1/760 атм – это давление, оказываемое столбом ртути высотой в 1,00 миллиметр при температуре 273, 16 К (при этом плотность ртути – 13,5951 кг/дм³) и ускорении свободного падения 9, 80665 м/с². Для удобства написания этой единицы в 1950-х г.г. она получила во многих странах название Торр.

Широкое развитие вакуумной техники в XX веке и ее внедрение в автоматизированное промышленное производство привело к тому, что использование миллиметра ртутного столба, первоначально бывшего лишь условным лабораторным термином, оказалось со временем весьма неудобным архаизмом. Во-первых, 1 мм рт.ст. - слишком большая по размеру единица для многих приложений современной науки и техники. Во-вторых, физическая основа приведения значения давления в показаниях жидкостных приборов в настоящее время несостоятельна. Действительно, сейчас имеется множество средств измерения вакуума иных типов, и, более того, жидкостные вакуумметры практически не применяются при рабочих измерениях на производстве. Наконец, жидкостные вакуумметры утратили в последние годы и монополию на использование в качестве эталонных средств измерения давления. В-третьих, сами по себе значения – 10⁻⁷ мм рт.ст., 10⁻⁹ мм рт.ст. и т.п. выражают такую высоту столба жидкости, которую не только технически невозможно зафиксировать, но и принципиально нельзя измерить, так как размер молекулы ртути составляет примерно 4 x 10⁻⁷ мм.

В ряде стран, прежде всего немецкоязычных, получила распространение единица давления бар, а также дольные единицы – миллибар, микробар и т.д. Между баром и миллиметром ртутного столба простая связь: 1 бар = 750, 0 мм рт.ст., 1 мбар = 0, 750 Торр.

В 1960-х г.г. практически во всем мире была введена единица давления Международной системы единиц (СИ) – паскаль. 1 паскаль (Па) = 1 Н/м². Появились также кратные и дольные единицы – кПа, мПа, мкПа и др. По размеру 1 Па существенно меньше 1 мм рт.ст. и намного меньше 1 бар: 1 мм рт.ст. = 133,3224 Па; 1 мкПа = 7,5 10⁻⁹ мм рт.ст.; 1 бар = 10⁵ Па; 1 мбар = 100 Па.

Применение паскаля – универсальной когерентной единицы давления – значительно упростило и унифицировало физические и технические вычисления, а также облегчило и рационализировало взаимосвязи вакуумной техники с другими отраслями прикладной физики.

Правила написания обозначений единиц [13]

Обозначения единиц, названных по имени ученых: герц, ньютон, паскаль, джоуль, ватт, вольт, торр и др. пишутся с прописной (заглавной) буквы, например А, Гц, Дж, Па, Торр.

Стандарт допускает применение неоднородных единиц, не входящих в Международную систему СИ. Эти единицы разделены на три группы: к первой относятся единицы, допускаемые без ограничения срока наряду с единицами СИ. К таким единицам относятся минута, час, сутки, литр и др.

Единицы второй группы допускается применять временно вплоть до принятия по ним соответствующих международных решений. К этой группе относятся, в частности, бар, оборот в секунду и оборот в минуту.

Единицы третьей группы подлежат изъятию в предусмотренные сроки. К этой группе относятся, в частности, ангстрем, микрон, оборот, миллиметр водяного столба, миллиметр ртутного столба, торр, лошадиная сила, калория и др.

Наименование единицы, образованной как произведение единиц, пишут через дефис, а ее обозначение – через точку: джоуль-секунда (Дж·с); вольт-ампер (В·А). Склоняется при этом только последнее наименование: пять джоуль-секунд.

В наименовании, образованном как отношение единиц, пишут предлог «в», если характеризуется скорость протекания процесса, и предлог «на» во всех остальных случаях: метр в секунду, кулон на килограмм, метр на секунду в квадрате. Склоняется при этом первое наименование: пять метров в секунду. Обозначения таких единиц пишут через косую черту или с употреблением отрицательных показателей степени: м/с, Кл/кг, м/с² или м·с⁻¹, Кл·кг⁻¹, м·с⁻².

Наименования генри, кюри, промилле, тесла не склоняются.

Наименования мужского рода, оканчивающиеся на мягкий согласный звук, в родительном падеже множественного числа получают окончание –ей: джоуль – джоулей, паскаль- паскалей.

Наименования женского рода, оканчивающиеся на –а, –я, в родительном падеже множественного числа пишут с нулевым окончанием: дина – дин, декада – декад, миля – миль, секунда-секунд.

С нулевым окончанием в родительном падеже множественного числа пишутся также и наименования мужского рода, оканчивающиеся на твердый согласный звук: ампер, ватт, бар, вольт, гаусс, герц, карат, кельвин, ньютон, ом, рад, радиан, рентген, стокс, торр, фарад, электрон-вольт и т.п.

Относительно обозначений единиц установлены следующие правила:

Буквенные обозначения единиц печатаются прямым шрифтом, без точки как знака сокращения. В печатных изданиях допускается применять либо русские, либо международные обозначения единиц, но не те и другие одновременно (за исключением публикаций по единицам физических величин).

Правила написания обозначений единиц иллюстрируют следующие примеры (первые четыре из них относятся к расположению пробелов).

Допускается применять сочетание специальных знаков ...°, ...', ...", % и ‰ с буквенными обозначениями единиц, например ...°/с.

| правильно | неправильно |
|---|---|
| 100 кВт | 100кВт |
| 80 % | 80% |
| 20 °С | 20° С |
| 423,06 м | 423 м, 06 |
| 5,758° или 5°45, 48' | 5°,758 или 5°45', 48 |
| (100,0 ± 0,1) кг | 100, 0±0, 1 кг |
| 50 г ±1 г | 50±1 г |
| от 50 до 100 г | от 50 г до 100 г |
| v=3,6 s/t, где v – скорость км/ч; s – путь, м; t- | v=3,6 s/t км/ч, где s-путь в м; t-время в с |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| время, с | |
| $Вт \cdot м^{-2} \cdot К^{-1}$ | $Вт/м^2/К$ |
| $Вт/(м^2 \cdot К)$ | $Вт/м^2К; Вт м^{-2}/К$ |
| $А \cdot м^2; Па \cdot с$ | $Ам^2; Пас$ |
| $Вт/(м \cdot К)$ | $Вт/м \cdot К$ |
| 80 км/ч | 80 км/час |
| 80 километров в час | 80 км в час |
| $Дж/(К \cdot кмоль)$ | $Дж/(град \cdot кмоль)$ |
| 5 кельвин | 5 градусов Кельвина |
| 10 К | 10 °К |

Из приведенных примеров видно, что буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии как знаками умножения (в печатных текстах допускается точку не поднимать). Вместо точки можно оставлять и пробел, если это не приводит к недоразумениям. В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только одна черта, косая или горизонтальная.

Вакуумная терминология

| правильно | неправильно |
|----------------------------|----------------------------|
| инвертор | инвертер |
| обозначение | обозночение |
| винтовое уплотнение | винтавое уплотнение |
| нечувствительность | нечуствительность |
| водяные пары | водные пары |
| вакуумметрия | вакууметрия |
| вакуум | вакум, ваккум, ваккуум |
| вакуумирование | вакууммирование |
| атомы титана | титановые атомы |
| эрозия | эррозия |
| масса установки | вес установки |
| скомпоновать | скомпановать |
| длина | длинна |
| клапаны | клапана |
| неликвиды | нелеквиды |
| теоретическая проводимость | теоритическая проводимость |
| обезгаживание | отгазирование |
| газобалластное устройство | гас балласт, газобалласт |
| магнетрон | магнитрон |
| трехзарядные ионы азота | трехвалентные ионы азота |
| безмасляная откачка | безмаслянная откачка |
| безмасляный насос | безмасленный насос |
| мембрана | мембранна |
| байпасная линия | байпасная линия |
| нить накала | нить накаливания |
| габаритные размеры | габариты |
| двигатель | мотор |
| предварительное разрежение | предварительное разряжение |

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| большой ресурс | долгий срок работы |
| вакуумный трубопровод | вакуум-провод |
| заряд объемного действия | вакуумная бомба |
| идеальный газ | идеальные газы |
| материальные точки | материальные частицы |
| слагаемая скорости | слагающая скорости |
| вакуумно-плотная пайка | вакуумно-герметичная пайка |
| атомы вещества | атомы пара |
| диффузор | диффузер |
| молекулярная масса | молекулярный вес |
| длина свободного пути | длина свободного пробега |
| имитатор космоса | симулятор космоса |

Степени вакуума

| правильно | неправильно |
|---------------------|--|
| низкий вакуум | грубый вакуум |
| высокий вакуум | глубокий вакуум, более глубокий вакуум, глубокий уровень вакуума |
| сверхвысокий вакуум | ультра глубокий вакуум, сверхмалое давление |

Вакуумные насосы

| правильно | неправильно |
|---|--|
| кулачково-зубчатый вакуумный насос | когтевой вакуумный насос, кулачковый насос, зубчатый насос |
| кулачково-зубчатый механизм | когтевой механизм |
| кулачково-зубчатый способ откачки | когтевой способ откачки |
| насос предварительного разрежения | насос предварительного разряжения |
| откачка углеводородов | откачка углеводов |
| комбинированные титановые сублимационные насосы | комбинационные титано-сублимационные насосы |
| магнитный электроразрядный насос | магнито-разрядный насос, магниторазрядный насос |
| геттерно-ионный насос | ионно-геттерный насос |
| криооткачка | криогенная откачка |
| вакуумный насос | источник вакуума, генератор вакуума, вакуумный генератор |
| пластинчато-роторный насос | пластинчато роторный насос, ротационный пластинчатый насос, лопастной вакуумный насос, роторный механический насос, ротационный лопастной вакуумный насос, ротационно-пластинчатый насос |
| пластинчато-роторный принцип | ротационно-пластинчатый принцип |
| крионасос | криогенный насос |
| криотемпературы | криогенные температуры |
| газоперемещающие насосы | газопереносные насосы |
| мембранный микронасос | микро мембранный насос |

Характеристики насоса

| правильно | неправильно |
|---|--|
| предельное остаточное давление | предельное давление, предельный остаточный вакуум, хороший предельный вакуум, предельный остаточный вакуум, предельно-остаточное давление, среднее остаточное давление, конечный вакуум, чистота и глубина вакуума, |
| достижение предельного остаточного давления | достижение предельного вакуума |
| откачные характеристики | откаченные характеристики |
| допустимое значение давления водяного пара | допустимое значение водяного пара |
| давление около 10 мм рт.ст. | вакуум глубиной порядка 10 мм рт.ст. |
| быстрота действия насоса | высокая проводящая способность, скорость откачки, пропускающая способность, производительность насоса, мощность всасывания, показатель производительности, быстрая скорость откачки, пропускающая способность диффузионного насоса, скорость откачивания, быстрота откачки насоса, диапазон показателей производительности |

Измерение вакуума

| правильно | неправильно |
|---|--|
| преобразователь давления | вакуумный датчик давления, вакуумный датчик, турбо-измеритель, лампа вакуумная, высоковакуумный сенсор |
| измерение с помощью преобразователей давления | измерение пассивными и активными сенсорами |
| измерение давления | измерение давления вакуума |
| значение давления в приборах | значение давления приборов |
| вакуумметр | измеритель вакуума, измеритель форвакуума |
| преобразователь давления Пирани | сенсор Пирани |
| преобразователь давления пьезорезистивный | сенсор пьезорезистивный |
| преобразователь давления Байярда-Альперта | датчик типа Байадр-Альперта |
| индикация давления | показ значения вакуума |
| парциальное давление газов | парциальное значение газов |

Слитно-раздельно

| правильно | неправильно |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| микро- и наноструктура | микро- и нано-структура |
| криоповерхность | крио поверхность |
| пусконаладочные работы | пуско-наладочные работы |
| высокочувствительное тестирование | высоко-чувствительное тестирование |
| постгарантийный период | пост-гарантийный период |
| миниконтроллер | мини-контроллер |
| пьезопринцип | пьезо-принцип |

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| химически стойкий | химически-стойкий |
| высокопроизводительный насос | высоко-производительный насос |
| электродвигатель | электро-двигатель |
| неиспаряемый геттер | не испаряемый геттер |

Написание фамилий ученых

Для правильного написания фамилий ученых целесообразно пользоваться книгой С.Дэшмана [14], в которой приведено написание около тысячи фамилий ученых на русском и английском языке.

| правильно | неправильно |
|--|-------------------------------|
| Холвек (Holweck) | Хольвег |
| Мак-Магон (McMahon) | Макмагон |
| Оже-спектрокопия (Auger) | оже спектроскопия |
| Насос Рутца (Roots) | Насос Рутца |
| Байярд (Bayard R.T.) | Баярд, Байадр, Бойярд, Байярд |
| Пеннинг (Penning F.M.) | Пенинг |
| Клапейрон (Clapeyron P.V.E.) | Клайперон |
| Дэшман (Dushman S.) | Дешман |
| Хобсон (Hobson) | Гобсон |
| Геде (Gaede W.) | Гедэ |
| Редхед (Redhead P.A.) | Рэдхед |
| постоянная Стефана-Больцмана (J. Stefan- L. Boltzmann) | коэффициент Стефана Больцмана |
| число Кнудсена (M.H.C. Knudsen) | коэффициент Кнудсена |

В научно-технической литературе следует **избегать следующих выражений**:

Получение разреженного воздуха; высокий опытный потенциал в специфических проектах клиентов; сверхскоростная струя; непревзойденная способность перекачивать высокие концентрации; высокая способность перекачивать объемы водяных паров; высокая способность к откачиванию сильнозагрязненных процессов; откачка газа с большим содержанием паров паровой фазы; каждый анализатор снабжен автоматическим включением и выключением; насос находится под действием вакуума; потенциально невозможна потеря масла; фирма разрабатывает и производит решения; части, которые соприкасаются с вакуумом; добавление размеров, произведенных под заказ; централизованное обеспечение вакуумом; беспрецедентно малая занимаемая площадь; прочный промышленный дизайн; исключительное удобство; высочайшая надежность; крепкая, надежная конструкция требует минимума обслуживания; изменение загрузки газом; бескомпромиссное качество; интуитивно-понятное программное обеспечение; чрезвычайно надежная эксплуатация; бескомпромиссные характеристики по достижению предельного вакуума; насос толерантен к использованию разных марок вакуумных масел; масс-спектрометры предлагают исключительные характеристики; некоторые насосы нуждаются в молекулярном течении переносимого вещества, другие – в ламинарном; вакуум является конструктивным элементом; 0% вакуума – атмосферное давление; области давлений, соответствующие тому или иному вакууму; быстрая скорость; сверхбыстрая скорость; ультрасверхвысоковакуумный насос; очистка вакуума; сухой, чистый и глубокий вакуум.

Не рекомендуется использовать в научно-технической литературе профессиональный жаргон: нержавка (нержавеющая сталь), форвак (форвакуум), диффузионник (диффузионный насос), отсосать (откачать), U-образник (U-образный вакуумметр), сорбционник (сорбционный насос), движок (двигатель) и т.п.

Авторам, занимающимся переводами научно-технической информации в области вакуумной техники и технологии, будет полезна работа [15].

В заключение считаю целесообразным привести следующие слова: «...язык – это ядро национальной самоидентификации. Если мы не будем каждодневно отвоевывать свой родной язык у собственной лени, у агрессивно распространяющегося английского, у современных технологий, мы просто исчезнем как нация» [16].

Выводы

В научно-технических публикациях целесообразно:

- Придерживаться устоявшейся терминологии;
- Использовать обозначения единиц измерения в соответствии с приведенными выше рекомендациями;
- Осуществлять научное редактирование научно-информационных и рекламных материалов;
- Указывать фамилию, имя, отчество редактора или ответственного за научно-техническое издание. Как известно, у каждой ошибки есть фамилия, имя и отчество.

Автор работы готов оказать помощь в научном редактировании научно-технических материалов в области вакуумной техники и технологии.

Благодарю за полезные советы и консультации Беляеву Елену и студентку филологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Нестерову Марию.

Литература

1. Ломоносов М.В. Предисловие к Вольфианской экспериментальной физике. Полное собрание сочинений в десяти томах. 2-е издание, исправленное и дополненное, Москва-Санкт-Петербург, 2011, т.1., с.277.
2. Менделеев Д.И. Письма В.И.Ковалевскому о совещании по вопросу единицы давления. Сочинения. Изд-во Академии наук СССР, Л.-М., 1950, т.22, с.823-824.
3. Мильчин К. 7 вопросов Максиму Кронгаузу, лингвисту. О языке Рунета. Русский репортер. № 15(293), 18-25 апрель, 2013, с.12.
4. Мюллер В.К. Англо-русский словарь. – 22-е изд., стер. – М.: Рус.яз., 1989. – 548 с.
5. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Библиография изданий по вакуумной науке, технике и технологии за 2007 – 2011 г.г. Вакуумная техника и технология, Т.21, № 3, 2011. с.203-205.
6. Нестеров С.Б., Беляева Е.В. Аннотированная библиография изданий по вакуумной науке, технике и технологии за 2011 -2012 г.г. Материалы VIII Международной научно-технической конференции. Под редакцией доктора технических наук, профессора Нестерова С.Б. М.: НОВЕЛЛА. 2013. с. 338-348.
7. ГОСТ 5197-85. Вакуумная техника. Термины и определения.
8. ГОСТ 26790-85. Техника течеискания. Термины и определения.
9. ГОСТ 27758-88Е. Вакуумметры. Общие технические требования.
10. Вакуумная техника: справочник / К.Е.Демихов, Ю.В.Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В.Панфилова. 3-е изд., перераб и доп. М.: Машиностроение, 2009. 590 с., ил.
11. Ажажа В.М., Коган В.С., Барак С.М., Шулаев В.М. К вопросу о терминологии вакуумных насосов. Вакуумные технологии и оборудование. (Сборник докладов 4-го Международного

- симпозиума «Вакуумные технологии и оборудование»). – Харьков: ИПЦ «Контраст», 2001, с.135-138.
12. Кузьмин В.В., Аляев В.А. Техника измерения вакуума / монография. – Казань: Изд-во Казан.гос.технол. ун-та, 2009. – 300 с.
 13. Власов А.Д., Мурзин Б.П. Единицы физических величин в науке и технике. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.: ил.
 14. Дэшман С. Научные основы вакуумной техники. Издательство «Мир», М., 1964.
 15. Англо-русский и русско-английский словарь по вакуумной технике и нанотехнологии. Около 5000 слов и выражений. Составили: С.Б. Нестеров, Е.В.Беляева, В.А.Романько. Под ред. проф., д-ра техн. наук С.Б.Нестерова. М.: ОМР.ПРИНТ, 2008, 292 с.
 16. М.Галкин. Люби язык по-французски. Почему слабеет наш великий и могучий. Комсомольская правда. 30 мая – 6 июня 2013, с. 3.