

## О необходимости уточнения терминов в герметологии разъемных соединений

В.К. Погодин<sup>1а</sup>, П.М. Огар<sup>2б</sup>

<sup>1</sup> АО «ИркутскНИИХиммаш», ул. Академика Курчатова, 3, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

<sup>а</sup> vkpogodin@yandex.ru, <sup>б</sup> ogar@brstu.ru

<sup>а</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4294-8110>, <sup>б</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7717-9377>

Статья поступила 20.10.2020, принята 15.11.2020

*Указано, что одной из актуальных проблем, связанных с применением промышленного оборудования, работающего под давлением или вакуумом, является обеспечение его герметичности. Показана многовариантность определения в технической литературе термина «герметичность». Для управления принципами и методами обеспечения герметичности и надежности технических систем, процессов и объектов требуется формирования науки — герметологии, которая, кроме существующих научных знаний и достижений фундаментальных наук, призвана использовать результаты специальных исследований, новых технологий и патентов для их практического применения. Герметология должна соответствовать определенным требованиям и формироваться на максимально понятном для современного развития науки и техники языке, четко фиксировать свои термины и определения. Показано, что в настоящее время в герметологии недостаточно систематизированы научные знания по направлениям ее развития, терминология и определения, применяемые в ней на практике и в исследованиях, неполно отражают научные знания о процессе герметизации разъемных соединений. Произведен анализ основных используемых терминов и определений, которые широко используются в действующих нормативных документах, а также в общероссийском классификаторе продукции (ОКП), универсальном десятичном классификаторе (УДК), международном классификаторе патентов (МКП) и имеют разное толкование. Из статьи следует, что для эффективного процесса проектирования и производства оборудования, отвечающего современным требованиям по герметичности его узлов и соединений, в герметологии для описания указанных процессов необходима внятная терминология.*

**Ключевые слова:** терминология; герметичность; герметология; разъемное соединение; герметизирующее соединение; уплотнение.

## The need to clarify terms in hermetic sealing studies of detachable joints

V.K. Pogodin<sup>1а</sup>, P.M. Ogar<sup>2б</sup>

<sup>1</sup> JSC «IrkutskNIHimmash»; 3, Akademika Kurchatova St., Irkutsk, Russia

<sup>2</sup> Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

<sup>а</sup> vkpogodin@yandex.ru, <sup>б</sup> ogar@brstu.ru

<sup>а</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4294-8110>, <sup>б</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7717-9377>

Received 20.10.2020, accepted 15.11.2020

*It is indicated that one of the urgent problems associated with the use of industrial equipment operating under pressure or vacuum is to ensure its tightness. The multivariance of the definition of the term "tightness" in the technical literature is shown. To manage the principles and methods of ensuring the tightness and reliability of technical systems, processes and objects, it is required to form a science – hermetology, which, in addition to the existing scientific knowledge and achievements of the fundamental sciences, is designed to use the results of special studies, new technologies and patents for their practical application. Hermetology must meet certain requirements and be formed in the language that is most understandable for the modern development of science and technology, clearly fix its terms and definitions. It is shown that at present in hermetology the scientific knowledge in the directions of its development is not sufficiently systematized, the terminology and definitions used in it in practice and in research do not fully reflect scientific knowledge about the process of sealing detachable joints. The analysis of the main terms and definitions used are carried out, which are widely used in the current regulatory documents, as well as in the All-Russian Product Classifier (OKP), the Universal Decimal Classifier (UDC), the International Patent Classifier (MCP) and have different interpretations. It follows from the article that for an effective process of designing and manufacturing equipment that meets modern requirements for the tightness of its assemblies and connections, in hermetology, a clear terminology is needed to describe these processes.*

**Keywords:** terminology; tightness; hermetic sealing study; detachable joint; sealing joint; seal.

**Введение.** Одной из актуальных проблем, связанных с применением промышленного оборудования, работающего под давлением или вакуумом, является обеспечение его герметичности. Эта проблема сопровождает весь исторический путь развития технологии и оборудования для производств, особенно связанных с использованием процессов, протекающих под высоким давлением (ВД) в химической, нефтехимической, энергетической, атомной и других отраслях промышленности. Безопасность и экологическая обстановка таких производств зависит в значительной степени от состояния конструкций, используемых в их технических системах [1; 2].

Многолетними наблюдениями Госгортехнадзора неоднократно устанавливалось, что причинами аварий в таких системах являлись не прочность конструкции и проницаемость использованных материалов оборудования, по которым до сих пор оценивается его ресурс и надежность, а неработоспособность и разгерметизации мест стыка его соединяемых деталей, которые принято называть разъёмными соединениями (РС).

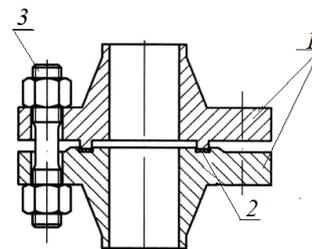
Для упрощения герметизации мест стыка соединяемых деталей при сборке оборудования часто используется сварка [3]. Однако применение сварки для обеспечения герметизации в оборудовании связано с определенными ограничениями из-за того, что:

- применяемые материалы соединяемых деталей трудно свариваемые;
- невозможна термообработка, необходимая для обеспечения прочности сварного шва или подготовки деталей к сварке;
- невозможен контроль качества сварного шва;
- соединение расположено в месте, недоступном для сварки;
- часто требуется разборка оборудования для освидетельствования, ремонта и других целей;
- по условиям эксплуатации или монтажа герметизирующего узла нельзя обойтись без его сборки.

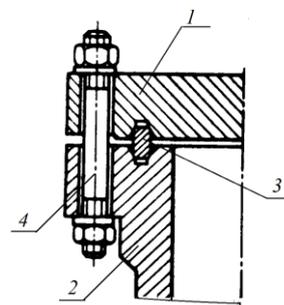
В указанных случаях вынуждены использовать РС, которые обеспечивают достаточную герметичность при эксплуатации оборудования, работающего под вакуумом или давлением (сосуды, трубопроводы, трубопроводная арматура, насосы, компрессоры) и используемого на промышленных объектах космической, судостроительной, химической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности. Сборка и разборка таких РС выполняется без нарушения целостности соединяемых деталей. В промышленном оборудовании наиболее часто используются РС фланцевые соединения и затворы сосудов высокого давления (рис. 1 и 2).

Отказы подобных РС объясняют трудностями обеспечения их качественного изготовления и сборки, сложными условиями эксплуатации, а также наличием огромного количества в технических системах. При принятой на практике последовательной установке РС относительно друг друга в технических системах их общая вероятность безопасной работы  $P$  может быть определена как  $P_1^n$ , где  $P_1$  — вероятность безопасной работы одного РС,  $n$  — количество РС в технической системе. При условно принятом значении  $P_1 = 0,99$  и  $n = 50$  значение  $P$  будет равно 0,605. Это позволяет

сделать вывод о том, что технические системы при большом количестве РС будут иметь низкую надежность работы. Поэтому к герметизирующим РС предъявляются повышенные требования. Эти требования не могут быть обеспечены без применения системного научного подхода при проектировании, изготовлении, ремонте и эксплуатации таких РС.



**Рис. 1.** Фланцевое соединение трубопровода высокого давления: 1 — фланцы труб; 2 — герметизирующее кольцо; 3 — крепежные детали



**Рис. 2.** Затвор сосуда высокого давления: 1 — крышка; 2 — корпус сосуда; 3 — герметизирующее кольцо; 4 — крепежные детали

В связи с тем, что обеспечение герметичности промышленного оборудования превратилось в важнейшую народнохозяйственную проблему, появилась необходимость постоянно проводить ее изучение и исследования, результаты которых отражены в научных работах [4–15 и мн. др.], технических и нормативных документах, патентах и изобретениях. Опубликованные результаты исследований можно разделить по следующим направлениям:

- методы количественной оценки герметичности на основе разработанных механизмов истечения рабочих сред между контактирующими герметизирующими поверхностями;
- определение влияния конструктивных, технологических, эксплуатационных факторов на герметичность в конкретных конструкциях РС;
- методы расчета конструкций РС и их деталей с учетом влияния силовых, тепловых и других воздействий, возникающих в условиях эксплуатации;
- технологии изготовления деталей РС с заданными свойствами, а также их сборки;
- оценка работоспособности конструкций РС в рабочих условиях.

Каждое из перечисленных направлений имеет узкое прикладное назначение и изучалось зачастую без взаимной связи друг с другом. Однако для успешного применения конкретной конструкции РС требуется ее положительная оценка по каждому из указанных

направлений исследований. Соблюдение этого требования связано с значительными временными и экономическими затратами на проведение исследований РС для конкретной конструкции по указанным направлениям. Отсутствие соблюдения этого требования зачастую приводит к использованию РС с субъективным представлением об их работоспособности, что в последующем связано с трудностями при их изготовлении и значительными затратами при эксплуатации. Невыполнение этого требования приводит к тому, что конструкции РС, несмотря на их актуальность и новизну, не могут быть признаны работоспособными в конкретных условиях эксплуатации.

**Анализ существующих терминов.** В международной практике работоспособность герметизирующего РС принято оценивать не только по критерию прочности, но и по критерию его *герметичности*. При этом в разных технических литературных источниках используются различные определения термина *герметичность* [1; 4–9]. Чаще всего принимается, что обеспечение *герметичности* — это процесс создания непроницаемости промышленного оборудования с целью не допустить распространение вредных или взрывоопасных веществ в процессе их производства. При этом не менее важной целью этого процесса является исключение утечек дорогостоящего продукта из промышленного оборудования. По данным [6, с. 6], *герметичность* — свойство соединений обеспечивать допустимую величину утечки, определяемую из условий нормальной работы различных систем и оборудования, безопасности людей, охраны окружающей среды. В работе [5] использован термин *классы негерметичности*, что, на наш взгляд, является методологической ошибкой, так как при проектировании и эксплуатации РС добиваются обеспечения *герметичности*, а не наоборот.

Однако более полным определением термина «*герметичность*», объединяющим различные его определения, следует признать свойство соединений или материала *препятствовать проникновению* рабочих веществ в виде жидкости, газа или пара [16; 17]. Во многих литературных источниках признается, что абсолютная герметичность недостижима. Поэтому *герметичными* принято считать конструкции РС, в которых проникновение веществ достаточно мало, и его влиянием можно пренебречь в условиях эксплуатации или хранения.

Многолетняя практика эксплуатации и исследования промышленного оборудования, работающего под высоким давлением среды, показала, что используемые в нем РС зачастую не располагают объективной оценкой их работоспособности и герметичности по всем указанным выше направлениям исследований. Чаще всего работоспособность и герметичность такого оборудования многие годы зависит от уровня и опыта работы с ними механических служб, а также наличием у них специального оборудования для обслуживания РС. Привлечение в последние годы при подготовке РС к эксплуатации организаций, использующих специализированную технику без предварительного проведения указанных выше направлений исследований, не всегда приводит к достижению герметичности РС. Долгосрочные приоритеты проблемы обеспечения герметич-

ности промышленного оборудования для решения технических и социальных задач свидетельствуют об актуальности применения научного подхода для решения вопросов герметичности и безопасности технических систем.

Для управления принципами и методами обеспечения надежности и герметичности технических систем, процессов и объектов требуется значительный период времени для формирования науки — *герметологии*. О ее существовании неоднократно сообщали в своих монографиях ученые в области герметизации оборудования [6; 9; 18; 19 и др.]. По данным [9], *герметология* — наука, разрабатывающая основы обеспечения герметичности соединений, проектирования и эксплуатации герметизирующих устройств. *Герметология* должна являться социально значимой человеческой деятельностью, которая проявляется не только в выработке и использовании теоретически систематизированных знаний о действительности. *Герметологию* следует относить к прикладным наукам, которые ориентированы на практическое применение знаний, полученных из фундаментальных наук. Как прикладная наука, *герметология*, кроме существующих научных знаний и достижений фундаментальных наук, призвана использовать результаты специальных исследований, новых технологий и патентов. *Герметология* также должна способствовать практике усовершенствования технологии по конструированию РС, исключая герметизацию промышленного оборудования ВД.

*Герметология* как прикладная наука должна соответствовать определенным требованиям и формироваться на максимально понятном для исторического периода языке. По утверждению В.И. Даля, под наукой понимается «разумное и связное знание, полное и порядачное собрание опытных и умозрительных истин, стройное и последовательное их изложение». Для успешного развития любой науки требуется использование в ней современных понятий, терминов, определений, а также проведение постоянной их систематизации. Для этого рассмотрим соответствие науки герметологии только в одной важной из специфических черт, которой должна удовлетворять каждая наука — однозначность. Однозначность в любой науке требует, чтобы полученные в ней знания были пригодны для всех людей, и язык науки был понятным. При этом наука должна более четко фиксировать свои термины и определения.

Как показали проведенные исследования, в настоящее время в герметологии недостаточно систематизированы научные знания по указанным направлениям исследований. Терминология и определения, применяемые в ней на практике и в исследованиях, неполно отражают научные знания о процессе герметизации РС, а иногда искажают представления о нем. Для подтверждения этого факта рассмотрим термины и определения наиболее часто употребляемые в герметологии на практике при решении проблемы обеспечения герметичности промышленного оборудования.

Рассмотрение важно начать с терминов «*разъемное соединение*» и «*разъемное неподвижное соединение*». Самостоятельно термин «*соединение*» часто используется как процесс изготовления изделия из деталей, сбо-

рочных единиц (узлов), агрегатов путем их физического объединения в единое целое [20]. Этот же термин используется для обозначения неподвижности связи (стыка) между деталями, узлами и механизмами.

Термины «разъемное соединение» и «разъемное неподвижное соединение» приведены в действующем ГОСТ 23887-79 «Сборка. Термины и определения», в котором даны их определения, достаточные для понимания. В этом стандарте также приведены термины и определения входящих в соединения деталей, форм сопрягаемых поверхностей. Распространяется этот стандарт на соединения и элементы, формы и поверхности деталей в которых сохраняют свою целостность при их разборке и предназначены для обеспечения неподвижности соединяемых деталей в процессе эксплуатации оборудования. К таким соединениям относят соединения клиновые, шпоночные, штифтовые, резьбовые и др. Эти соединения являются общими для широкой области применения по указанному назначению в науке, технике и производстве машиностроительных изделий, в том числе и герметологии.

Указанные термины широко используются в действующих нормативных документах (ГОСТ, ОСТ, РД и др.), а также в общероссийском классификаторе продукции (ОКП), универсальном десятичном классификаторе (УДК), международном классификаторе патентов (МКП) и имеют другое толкование. А именно, эти термины, в отличие от терминов ГОСТ 23887-79, используют для соединений, предназначенных в оборудовании для обеспечения его герметичности. Упоминаемые соединения в ОКП разделяют на подвижные и неподвижные, несмотря на то, что те и другие относительно оборудования (соединяемых деталей), в котором они используются, являются неподвижными. Однако к неподвижным отнесены только РС, используемые в оборудовании ВД (сосуды, аппараты, трубопроводы, трубопроводная арматура и др.). При этом не учитывается, что на самом деле неподвижные и подвижные соединения отличаются по степени подвижности соединяемых деталей и направлениям смещения герметизирующих поверхностей относительно друг друга.

Установлено, что в соединениях с условно неподвижными герметизирующими поверхностями (рис. 3 и 4) при предварительном их нагружении и в процессе эксплуатации имеют место перемещения, величина которых зависит от податливости входящих в них деталей и элементов [1; 8].

Наличие этих смещений особенно проявляется при циклически изменяющихся в оборудовании силовых, тепловых воздействиях и внутреннего давления среды, что приводит к износу герметизирующих поверхностей за счет их трения между собой, уменьшению на них контактных давлений и, через определенное время, разгерметизации РС в оборудовании высокого давления (ВД). По этой причине РС, используемые в оборудовании ВД, следовало бы назвать не неподвижными, а герметизирующими. Поэтому в герметологии целесообразно было бы вместо термина «разъемное соединение» использовать термин «герметизирующее соединение» (ГС).

Сложность вопроса состоит в том, что в герметологии термины «разъемное соединение» и «разъемное неподвижное соединение» используются для соединений с другим назначением — для обеспечения герметичности оборудования в процессе его эксплуатации. Отличие этих соединений состоит не только в их назначении, а в их более сложном конструктивном оформлении.

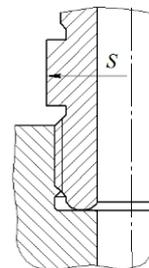


Рис. 3. Штуцерное соединение, применяемое в химическом аппаратостроении: 1 — штуцер; 2 — корпус

Назначение ГС в конструкциях оборудования обеспечивается за счет контактного взаимодействия герметизирующих поверхностей, выполненных непосредственно в соединяемых деталях (рис. 3) или путем установки между герметизирующими поверхностями герметизирующих колец (рис. 1, 2, 4). Удержание соединяемых деталей относительно друг друга в таких соединениях обеспечивается при помощи крепежных разъемных соединений, в том числе и соединений, соответствующих ГОСТ 23887-79.

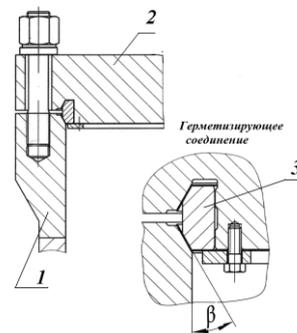


Рис. 4. РС с двухконусным уплотнительным кольцом: 1 — соединяемая деталь (корпус); 2 — соединяемая деталь (крышка); 3 — уплотнительное кольцо

Следует обратить внимание на то, что в соответствии с терминологией, принятой в технических словарях, часть механизма или технического устройства, представляющих сложное соединение деталей и частей, называют *узлом*. Под это определение в полной мере подходят конструкции ГС, представленные на рис. 1–4. Учитывая их назначение, при применении в оборудовании такие узлы следовало бы назвать «герметизирующими узлами» (ГУ), в состав которых могут входить ГС и крепежные соединения.

Как показано, неоднозначное применение терминов «разъемное соединение» и «разъемное неподвижное соединение» в герметологии нарушает в ней принцип однозначности терминов и определений и потому вызывает необходимость их уточнения или замены.

Рассмотрим, как могут влиять эти и другие термины и определения, используемые в настоящее время, на результаты проектирования, производства и эксплуатации оборудования ВД. Начнем с термина «уплотнение», который широко распространен и используется в технической литературе как процесс, обеспечивающий герметичность в отдельном соединении, как сборочная единица, а также как деталь конкретного типа оборудования. Этот же термин, например, в Советской энциклопедии подразумевает герметизирующее или уплотнительное «устройство», состоящее из нескольких деталей, которое предотвращает или уменьшает утечку жидкости или газа через зазоры между деталями. Используемый при этом термин «устройство» означает отдельное самостоятельное изделие, а узлы с ГС не могут существовать отдельно от изделия. Кроме того, термином «уплотнение» называют деталь в виде кольца, размещаемого в РС между соединяемыми деталями для обеспечения герметичности.

Часто термин «уплотнение» в нормативной технической, научной и учебной литературе используется в многочисленных словосочетаниях: «уплотнительный узел», «уплотнительное соединение», «уплотнительное кольцо», «уплотнительная поверхность», «уплотнительная прокладка», «модель уплотнения», «уплотнительная техника» и т. д. При использовании этих словосочетаний с термином «уплотнение» (как процесса) это будет представлено как «уплотнение» «уплотнительного соединения». Перечисленное выше вызывает затруднение в понимании текста технических документов и ошибки при проектировании и исследованиях РС. Словосочетание «уплотнительное кольцо» часто заменяют терминами «прокладка», «обтюратор» и др. Употреблением подобных терминов и связанных с ними определений грешат также вновь создаваемые словари и энциклопедии. Не обошлось без обильного употребления этих терминов в публикациях отечественных авторов [8; 18; 19]. Авторы [6] отмечают, что использование терминов «уплотнительное соединение», «уплотнительное устройство», «уплотнительная поверхность» и т. п. связано с тем, что долгое время герметизация сред осуществлялась только за счет изменения плотности стыка контактирующих деталей, т. е. за счет «уплотнения» стыка. Авторы [6] также используют эти термины, предполагая соответствующий им метод герметизации.

А что говорит по поводу применяемых в герметологии терминов русскоязычная терминология? Для этого обратимся к терминологии, используемой в словаре [21]. В этом словаре термин «прокладка» означает предмет, располагаемый между чем-либо, и очень часто не обязательно для обеспечения герметичности. Там же термин «уплотнять» означает «сделать предмет более плотным, сжимаем», а термин «уплотнение» — это затвердевшее место в чем-либо или где-либо.

Определения терминов, приведенные в [21], ставят под сомнение правомочность использования и широкого применения в герметологии терминов, например, «модель уплотнения», «уплотнительная техника» и др. В сложившихся обстоятельствах очень важно понимать, что используемая в герметологии терминология формирует у участников процесса герметизации ГУ

и ГС упрощенное представление о существующей проблеме — достаточно взять какую-то «прокладку», «уплотнить» ее, сжимая для твердого состояния, и РС в оборудовании станет герметичным. В свою очередь, это послужило основанием для формирования мнения о том, что любой слесарь знает, как сделать оборудования герметичным.

Как уже отмечалось автором [1], такое упрощенное представление о процессе герметизации в оборудовании ВД заложено еще при переводе на русский язык первой редакции американского кода ASME [22] и дальнейшем использовании этих переводов разработчиками нормативных документов СССР, России и стран СЭВ, а также при переводе книг иностранных авторов [23]. Именно такое представление о механизме герметизации оборудования ВД наиболее широко распространилось в настоящее время в действующей нормативной документации на отдельные виды продукции, технической литературе и даже технических регламентах [24; 25].

Упрощенное представление о механизме герметизации могло быть оправдано в первые годы работы с оборудованием ВД, когда в ГУ между соединяемыми деталями в основном использовались плоские герметизирующие кольца, выполненные из мягких материалов. В таких ГУ герметизация осуществлялась за счет изменения механических свойств и пористости материала герметизирующего кольца.

Как показано в работе [1], описанный механизм герметизации в коде ASME не является общим для всех ГУ. Этот механизм неприменим при непосредственном контактном взаимодействии герметизирующих поверхностей соединяемых деталей (рис. 3), а также при использовании сальниковых колец, сварке, пайке, склеивании герметизирующих поверхностей. Особенно он неприменим при использовании в ГУ (см. рис. 4) твердых герметизирующих самоуплотняющихся колец, физические свойства которых практически не изменяются при воздействии на них силовых нагрузок, когда в основном меняются свойства только микрогеометрии герметизирующих поверхностей. Такие конструкции также приведены в коде ASME, несмотря на то, что механизм их герметизации и расчет усилий в них отличается от приведенного в этом стандарте. Как показано в работах [1; 8], при проектировании таких конструкций ГУ требуется учитывать взаимодействие входящих в него деталей через определение их податливости и уровень контактных давлений на герметизирующих поверхностях, что чаще всего не практикуется.

В результате использования в нормативных документах упрощенного представления процесса герметизации в оборудовании ВД снижаются требования к конструкциям ГУ и, как следствие, снижается их герметизирующая способность и надежность. Это подтверждают многочисленные исследования аварий на производственных объектах, связанных с человеческими жертвами и огромными экономическими потерями, причинами которых являются ГУ оборудования ВД. Установлено, что основными причинами таких разгерметизаций являются нарушения правил эксплуатации, а также несоответствие выбранной конструкции рабочим

условиям эксплуатации. Учитывая это, для обеспечения безопасности конструкций оборудования ВД постоянно требуется усовершенствование или модернизация ГУ и ГС.

Неудовлетворенность герметизирующими свойствами действующего оборудования ВД приводит к постоянному росту патентов на ГУ и их детали, многие из которых не используются на практике в основном по причине несоответствия требованиям и условиям эксплуатации изделий из-за недостаточности достоверных сведений об их безопасности, а также из-за невнятной терминологии в классификаторах УДК и МКП, используемых при рассмотрении заявок на патенты.

Применение невнятной терминологии в отношении ГУ, а также использование упрощенных методов их расчета и исследований не позволяет определять из многообразия конструкций ГУ ту конструкцию, которая соответствовала бы особенностям эксплуатации оборудования. Такой выбор был бы существенно облегчен при наличии в герметологии специальной классификации. Из-за ее отсутствия в оборудовании ВД продолжают использоваться несовершенные, старые конструкции ГУ и ГС. Используемая в существующих классификациях терминология кочует из одного нормативного технического документа в другой, появилась даже в технических регламентах [24; 25], не говоря уже о технической литературе.

Многие авторы продолжают состязаться в разработке классификаций с использованием существующей терминологии [6; 8; 16–19]. Как показали проведенные исследования, общим недостатком применяемых в практике классификаций ГУ и ГС является использование в них терминологии, не соответствующей современному представлению процесса герметизации оборудования ВД. Многократное использование непонятной терминологии в отраслевых стандартах на различные виды оборудования уводит в сторону от решения проблемы его герметичности и безопасности. Из вышесказанного следует, что для эффективного процесса проектирования и производства оборудования, отвечающего современным требованиям по герметичности его узлов и соединений, в герметологии для описания указанных процессов необходима внятная терминология.

#### **Заключение.**

1. На основании проведенного анализа терминов, применяемых в герметологии, показано, что термины, используемые в действующих нормативных документах (ГОСТ, ОСТ, РД, технические регламенты), в технической литературе, а также классификаторах, не отвечают современным требованиям *однозначности*, что является обязательной чертой не только для указанных документов, но и для любой науки. В связи с этим *герметология* оказалась в сложной ситуации, для исправления которой потребуется разработка новой модели понимания процесса герметизации, построенной на новой классификации терминов, свободной от неудач-

ных терминов и определений, которые приведены в этой статье.

2. Формирование каркаса такой классификации потребует при ее разработке разделения множества конструкций по их сходству или различию с использованием вновь принятых терминов и признаков. В качестве такого каркаса может являться ГОСТ 23887-79. При этом его термины и определения будут оставаться общими для разных видов машиностроительной продукции, в том числе для узлов и соединений оборудования ВД, с добавлением к ним слова «*герметизирующий*», например: «*герметизирующий узел*», «*герметизирующее разъёмное соединение*» и т. д.

3. В новой классификации названия конструкций должны устанавливаться по виду используемых герметизирующих или крепежных соединений, соединяемых деталей или элементов, конструктивное оформление которых определяется в значительной степени особенностями технологического процесса, происходящего в оборудовании ВД. Наличие такой классификации в сочетании с современными методами расчета ГС позволит сравнивать различные варианты существующих и вновь создаваемых конструкций ВД.

При этом не должны присутствовать термины с двойным назначением, которые искажают описание процесса герметизации при его осуществлении. Принятые термины и определения должны указывать на назначение их применения («герметизирующее кольцо», «соединяемая деталь» и т. д.), конструктивное оформление («сопрягаемые поверхности», «крепежные детали»). Не должны использоваться термины в виде словосочетаний, не соответствующих процессу герметизации, такие как «*модель уплотнения*», «*уплотнительная техника*» и т. д.

4. Процесс замены существующей терминологии на новую (внятную) является трудоемким и длительным, но осуществимым. Для этого потребуются с учетом предложений, изложенных в статье, а также с использованием основополагающего стандарта, ГОСТ 23887-79, разработать классификацию терминов для обеспечения герметичности ГУ.

Для разработки новой терминологии необходимо привлечь ведущих специалистов в области проектирования, производства и эксплуатации ГУ, предназначенных для герметизации машиностроительных изделий. Одновременно с этим должны быть разработаны предложения по изменению терминологии в отраслевых стандартах, руководящих документах, а также в технических регламентах. В установленные сроки пересмотра стандартов провести их гармонизацию с разработанными предложениями по их изменению. Такой же порядок по замене терминологии может быть применен при гармонизации действующих классификаторов. Применение в нормативных технических документах и классификаторах ОКП, УДК и МКП новой внятной терминологии позволит ускорить понимание и решение проблемы герметизации и безопасности оборудования ВД.

#### *Литература*

1. Погодин В.К. Разъемные соединения. Технология применения в оборудовании под избыточным давлением. В 2

кн. Братск: Изд-во БрГУ, 2013. Кн. 1. Проектирование. 366 с.

2. Погодин В.К. Особенности решения проблемы обеспечения экологической безопасности оборудования, эксплуа-

- тируемого под высоким давлением // Химическая техника. 2018. № 6. С. 4–9.
3. Сосуды и трубопроводы высокого давления : Справочник в 2 т. М.: Машиностроение, 2014. Т. 2. 400 с.
  4. Бабкин В.Т., Зайченко А. А., Александров В. В. Герметичность неподвижных соединений гидравлических систем. М.: Машиностроение, 1977. 120 с.
  5. Уплотнения и уплотнительная техника: справочник / под ред. Л.А. Кондакова и др. М.:Машиностроение, 1988. 464 с.
  6. Долотов А.М., Огар П.М., Чегодаев Д.Е. Основы теории проектирования уплотнений пневмогидроарматуры летательных аппаратов. М.:Изд-во МАИ, 2000. 296 с.
  7. Куршин А.П. Некоторые соображения о нормировании герметичности затворов запорной арматуры // Арматуростроение. 2006. № 1 (40). С. 24–28.
  8. Продан В.Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды. Тамбов : Изд-во ГГТУ, 2012. 280 с.
  9. Огар П.М., Горохов Д.Б., Козhevnikov А.С. Контактные задачи в герметологии неподвижных соединений. Братск: Изд-во БрГУ, 2017. 242 с.
  10. Polycarpou A.A., Etsion I.A. Model for the Static Sealing Performance of Compliant Metallic Gas Seals Including Surface Roughness and Rarefaction Effects // Tribology transactions. 2000. V. 43 (2). P. 237–244.
  11. Bottiglione F., Carbone G., Mangialardi L., Mantriota G. Leakage mechanism in flat seals // Journal of Applied Physics. 2009. V. 106 (10). 104902.
  12. Ogar P., Belokobylsky S., Gorokhov D. Contact mechanics of rough surfaces in hermetic sealing study / ch. in: Contact and Fracture Mechanics. London: InTechOpen Lim., 2018. P. 3–25.
  13. Zhang Q., Chen X., Huang Y., Chen Y. Fractal modeling of fluidic leakage through metal sealing surfaces // AIP Advances. 2018. V. 8, 045310
  14. Ogar P., Gorokhov D., Mamaev L., Fedorov V. Ensuring the tightness of metal-polymer joins of hydropneumatic systems // Advances in Engineering Research. 2018. V. 158. P. 313–318.
  15. Persson, B. N. J. Interfacial fluid flow for systems with anisotropic roughness // Eur. Phys. J. E. 2020. V. 43. 25.
  16. Ключев В.В., Соснин Ф.Р., Ковалев А.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. М.: Машиностроение, 2005. 656 с.
  17. Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. Т. III-7. Измерения, контроль, испытания и диагностика / Под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1996. 464 с.
  18. Пинчук В.С. Герметология. Мн.: Навука і тэхніка, 1992. 216 с.
  19. Скаскевич А.А., Струк В.А. Основы герметологии: тексты лекций. Гродно: ГрГУ, 2010. 140 с.
  20. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров, 3-е издание. М.: Сов. энциклопедия, 1984. 1600 с.
  21. Ожегов С.И. Словарь русского языка. Екатеринбург: «Урал-Советы», 1994. 800 с.
  22. Нормы американского общества инженеров-механиков (ASME) на котлы и сосуды высокого давления. Раздел III, подраздел I. Часть А. URL : [https:// ru.scribd.com/doc/ 153840280/ASME-B31-3-2002-RUS](https://ru.scribd.com/doc/153840280/ASME-B31-3-2002-RUS)
  23. Проблемы современной уплотнительной техники. М.: Изд-во Мир, 1967. 482 с.
  24. ТР ТС 032/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением». Принят Решением Совета Евразийской комиссии от 2 июля 2013 г. № 41.
  25. ТР ТС 010/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования». Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 18 окт. 2011 г. № 823.
- References*
1. Pogodin V.K. Detachable connections. Technology for use in equipment under pressure. In 2 books. Bratsk: BrSU, 2013. Book. 1. Design. 366 p.
  2. Pogodin V.K. Features of solving the problem of ensuring the environmental safety of equipment operated under high pressure // Chemical engineering. 2018. № 6. P. 4–9.
  3. High-pressure vessels and pipelines: Handbook in 2 tons / Ed. A.M. Kuznetsov. M.: Mashinostroenie, 2014. V. 2. 400 p.
  4. Babkin V.T., Zajchenko A.A., Aleksandrov V.V. Tightness of fixed joints of hydraulic systems. M.: Mashinostroenie, 1977. 120 p.
  5. Seals and sealing technology: Handbook / ed. L.A. Kondakova et al. M.: Mashinostroenie, 1988. 464 p.
  6. Dolotov A.M., Ogar P.M., Chegodaev D.E. Fundamentals of the theory and design of seals pneumohydraulic fittings of aircraft. M.: MAI, 2000. 296 p.
  7. Kurshin A.P. Some considerations on the rationing of the tightness of valves of valves and fittings // Reinforcement. 2006. № 1 (40). P. 24–28.
  8. Prodan V.D. Tightness of detachable joints of equipment operated under pressure of the working medium. Tambov: TSTU. 2012. 280 p.
  9. Ogar P.M., Gorokhov D.B., Kozhevnikov A.S. Contact tasks in hermetic sealing study of fixed joints. Bratsk: BrSU, 2017. 242 p.
  10. Polycarpou A.A., Etsion I.A. Model for the Static Sealing Performance of Compliant Metallic Gas Seals Including Surface Roughness and Rarefaction Effects // Tribology transactions. 2000. V. 43 (2). P. 237–244.
  11. Bottiglione F., Carbone G., Mangialardi L., Mantriota G. Leakage mechanism in flat seals// Journal of Applied Physics. 2009. V. 106 (10). 104902.
  12. Ogar P., Belokobylsky S., Gorokhov D. Contact mechanics of rough surfaces in hermetic sealing study / ch. in: Contact and Fracture Mechanics. London: InTechOpen Lim., 2018. P. 3–25.
  13. Zhang Q., Chen X., Huang Y., Chen Y. Fractal modeling of fluidic leakage through metal sealing surfaces // AIP Advances. 2018. V. 8, 045310
  14. Ogar P., Gorokhov D., Mamaev L., Fedorov V. Ensuring the tightness of metal-polymer joins of hydropneumatic systems // Advances in Engineering Research. 2018. V. 158. P. 313–318.
  15. Persson B.N.J. Interfacial fluid flow for systems with anisotropic roughness // Eur. Phys. J. E. 2020. V. 43. 25.
  16. Klyuev V.V., Sosnin F.R., Kovalev A.V. Nondestructive testing and diagnostics: a reference book. M.: Mashinostroenie, 2005. 656 p.
  17. Mechanical engineering. Encyclopedia in forty volumes. T. III-7. Measurements, control, testing and diagnostics / Ed. V.V. Klyuev. M.: Mashinostroenie, 1996. 464 p.
  18. Pinchuk V. S. Hermetology. Minsk: Navuka i tehnika, 1992. 216 p.
  19. Skaskevich A. A., Struk V., A. Fundamentals of hermetology: texts of lectures. Grodno: GrSU, 2010. 140 p.
  20. Soviet encyclopedic dictionary / Ch. ed. A.M. Prokhorov, 3rd edition. M.: Sov. encyclopedia, 1984. 1600 p.
  21. Ozhegov S.I. Dictionary of the Russian language. Yekaterinburg: Ural-Soviets, 1994. 800 p.
  22. American Society of Mechanical Engineers (ASME) code for boilers and pressure vessels. Section III, subsection I. Part A. URL : [https:// ru.scribd.com/doc/153840280/ASME-B31-3-2002-RUS](https://ru.scribd.com/doc/153840280/ASME-B31-3-2002-RUS)

23. Problems of modern sealing technology. M.: Publishing house Mir, 1967. 482 p.
24. TR CU 032/2013. Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of equipment operating under excess pressure». Adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Commission dated July 2, 2013. No. 41.
25. TR CU 010/2011. Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of machinery and equipment». Approved. Decision of the Commission of the Customs Union from 18 October. 2011. No. 823.