

3. Заблонский К.И. Расчет и конструирование червячных передач. — Киев: Техніка, 1968. — 245 с.

4. Заблонский К.И. Основы проектирования глобоидных передач. — Киев: Наукова думка, 1974. — 180 с.

5. ГОСТ 9369-77 Передачи червячные цилиндрические. Основные параметры. — М.: Издательство стандартов, 1977.

6. ГОСТ 17696-72 Передачи червячные глобоидные. Методы расчета. — М.: Издательство стандартов, 1972.

7. ГОСТ 24438-80 Червяки глобоидные. Основные параметры. — М.: Издательство стандартов, 1980.

УДК 621.56

Перспективные материалы для вакуумной и компрессорной техники

Студенты гр. 10904123 Малевич П.А., Шевелёва А.Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Комяк И. М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Современные технологии, основанные на использовании вакуумных систем, играют ключевую роль в микроэлектронике, аэрокосмической технике, производстве сверхчистых материалов, физике высоких энергий и термоядерном синтезе. Вакуумные среды требуют от материалов не только высокой механической прочности и устойчивости к экстремальным условиям, но и специфических свойств, таких как низкое газовыделение, химическая инертность и термостабильность. Выбор оптимальных по механическим и химическим свойствам материалов для деталей машин, работающих в вакууме, напрямую влияет на производительность, энергоэффективность и долговечность оборудования, а также, качество выпускаемой продукции.

Актуальность работы обусловлена растущими требованиями к точности и надежности вакуумных систем. Кроме того, развитие наноматериалов открывает новые возможности для создания компонентов со сложной геометрией и улучшенными характеристиками, что требует пересмотра традиционных подходов к выбору материалов.

Материалы, используемые в вакуумных системах, должны соответствовать ряду критичных требований, обусловленных спецификой

работы в условиях низкого давления, экстремальных температур и агрессивных сред. Ключевыми требованиями являются:

1. Низкое газовыделение. Минимизация выделения газов из материала в вакууме. Высокое газовыделение нарушает уровень вакуума, увеличивает время откачки и загрязняет чувствительные элементы (оптику или электронику).

2. Термостойкость. Устойчивость к перепадам температур и сохранение свойств в рабочем диапазоне. В системах, работающих при высоких температурах (термоядерные реакторы) материалы должны обладать высокой деформационной устойчивостью.

3. Механическая прочность. Способность выдерживать статические, динамические и вибрационные нагрузки. Вакуумные камеры и фланцы испытывают значительные механические напряжения от перепадов давления и внешних нагрузок. Предел прочности на растяжение для металлических компонентов, должен быть, как правило, не ниже 500 МПа.

4. Коррозионная стойкость. Устойчивость к воздействию остаточных газов или агрессивных сред (плазмы, кислот, щелочей). Коррозия нарушает герметичность и увеличивает газовыделение.

5. Магнитные свойства. Отсутствие ферромагнетизма для систем, чувствительных к магнитным полям (электронные микроскопы).

6. Минимизация шероховатости и загрязнения поверхностей. Шероховатые поверхности удерживают газы, увеличивая время дегазации.

Для материалов, используемых в компрессорной технике, основными требованиями являются:

1. Износостойкость. Способность материала противостоять изменению размеров или формы при трении, ударах или других механических воздействиях. При этом увеличиваются зазоры в подшипниках, в направляющих, в зубчатых зацеплениях, в цилиндрах поршневых машин,

2. Термостойкость.

3. Коррозионная стойкость.

Наиболее перспективными материалами для применения в вакуумной и компрессорной технике являются углеродные материалы (графен и углерод – углеродные композиты); керамика нового поколения и металлы с оригинальными свойствами (бериллий и цирконий).

Графен – это двумерный материал, состоящий из одного слоя атомов углерода, организованных в гексагональную (сотоподобную) кристаллическую решётку. Его толщина составляет всего 0.345 Нм, что делает его самым тонким материалом в мире.

Основные свойства:

- Прочнее стали в 200 раз (предел прочности ≈ 130 ГПа).
- Нулевая газопроницаемость
- Гибкий и эластичный: можно растянуть на 20% без разрыва.
- Удельное электрическое сопротивление меньше, чем у меди
- Лучший проводник тепла среди известных материалов (≈ 5300 Вт/(м·К)).

- Не вступает в реакции с большинством известных веществ и материалов.

- Устойчив к коррозии в агрессивных средах (кислотах и щелочах).

В настоящее время графен применяется: при создании высокочастотных транзисторов, гибких дисплеев, прозрачных сенсоров; аккумуляторов с большой емкостью; упрочнения металлов, пластиков и бетона; мембран для опреснения и обеззараживания воды и очистки воздуха.

Углерод-углеродные композиты – это материалы, состоящие из углеродных волокон, армированных в матрице из чистого углерода. Они сочетают легкость, прочность и уникальную термостойкость, что делает их незаменимыми в экстремальных условиях.

Основные свойства:

- Рабочая температура до 3000°C (не теряют форму в инертной среде или вакууме).
- Прочность на растяжение: 200–700 МПа (зависит от структуры волокон).
- Плотность: 1.5–2.0 г/см³ (в 4–5 раз легче стали).

В настоящее время углерод – углеродные композиты широко применяются при создании носовых обтекателей ракет, теплозащиты шаттлов; тормозных дисков самолетов; первой стенки реакторов (защита от плазмы); тормозов гиперкаров и болидов Formula 1.

Керамика нового поколения – это современные конструкционные материалы на основе неорганических соединений (оксидов, нитридов, карбидов), которые обладают уникальными свойствами, недостижимыми для традиционной керамики. Их создают с использованием передовых технологий, таких как наноструктурирование, легирование и 3D-печать. Эти материалы сочетают термостойкость классической керамики с прочностью металлов и функциональностью полимеров.

В настоящее время широко применяются следующие типы такой керамики:

1. Высокопрочная керамика:

- Алюмооксидная керамика. Обладает высокой диэлектрической прочностью; не выделяет газы после спекания; термостойкость до 1700°C. Применяется для изоляторов в ионных насосах и для подложек в датчиках давления.

- Нитрид кремния (Si_3N_4). Применяется для подшипников скольжения, работающих без смазки (выдерживает до 1200°C).

- Карбид кремния (SiC). Применяется для создания сверхпрочных экранов и стенок технологических камер, в бронепластинах и полупроводниках.

2. Биокерамика:

- Гидроксиапатит. Применяется для костных имплантатов (биосовместимость).

- Цирконий (ZrO_2). Применяется в зубных протезах благодаря высокой износостойкости.

3. Функциональная керамика:

- Пьезокерамика (PZT). Генерирует электричество при деформации (датчики, актуаторы).

- Сегнетоэлектрики. Применяется для энергоэффективной памяти компьютеров.

Основными препятствиями, с которыми сталкиваются инженеры, при внедрении рассмотренных выше материалов, являются: высокая стоимость, сложности масштабирования и ограничения в долговечности. Например, графен и углерод-углеродные композиты очень дороги в производстве. Также, есть трудности с сертификацией новых материалов, особенно в космической и авиационной отраслях, где к ним предъявляются строгие требования.

Развитие материалов для вакуумной и компрессорной техники является критически важным направлением, определяющим прогресс в таких областях, как микроэлектроника, аэрокосмическая техника, термоядерный синтез и квантовые технологии.

Литература

1. Вакуумная техника. История. Статистика. Образование. Тенденции развития. Под ред. С.Б. Нестерова. – М.: НОБЕЛЛА. 2014.-128 с.

2. Максимов Т.В. , Максимов В.А. , Егоров А.Т. , Тенденции развития и производства компрессорной техники на современном этапе//Вестник Казанского технологического университета, 2013.Т.16.№5. с.176-179

3. Справочник по вакуумной технике//Под ред. А.В. Андреева. – М.: Наука, 2016. – 864 с.

4. Колачёв Б.А., Ливанов В.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – М.: Академия, 2019. – 528 с.

5. Калинин А.И., Кудрявцев В.Н. Новые конструкционные материалы для энергетических установок. – СПб.: Питер, 2020. – 412.

УДК 668.395

История и развитие карбинольного клея академика И.Н. Назарова в условиях великой отечественной войны

Студенты гр.10904123 Прохоренко В.Н., Прохоренко Д.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель, Комяк И.М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Триумфом отечественной химической науки можно считать применение карбинольного клея академика Ивана Николаевича Назарова. Когда началась война, он предложил применять клей для ремонта боевой техники. Оказалось, что некоторые ремонтные работы с помощью клея можно вести даже в полевых условиях, во фронтовых ремонтных мастерских, в передышках между боями. Клей Назарова применяли для самых различных целей: ремонта бензобаков, корпусов аккумуляторов автомобилей и подводных лодок, кожухов авиационных антенн, шлифовальных кругов заточных станков, реставрации свёрл и другого металлорежущего инструмента, корпусных деталей технологического оборудования. Даже картеры моторов, головки и рубашки блоков цилиндров на танках и автомобилях удавалось успешно чинить с помощью этого удивительного клея.

Клей склеивал все: металлы, пластмассы, эбонит, мрамор, фарфор, стекло и фибру в любых сочетаниях. Если же к нему добавить 20-30% хлоропрена, то он приклеивал к любому материалу и резину. Прочность клеевого шва сохранялась от -60°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Клей не боялся действия горюче-смазочных материалов. Прочность соединения деталей или отремонтированных корпусов аккумуляторных батарей была такой, что при испытании на удар конструкции разрушались не в местах склеивания, а совсем в других, где раньше никаких дефектов не было. На основе клея, при введении различных наполнителей (окиси цинка, асбеста, гипса, цемента,