движений, непосредственно влияющих на качество выпускаемой продукции, долговечность и надежность оборудования, а также условия работы человека-оператора.

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. – М.: Высш. шк., 1980, 408 с.
2. Болотин В.В. Динамическая устойчивость упругих систем. М.: Гостехтеоретиздат, 1956.– 600 с.
3. Вульфсон И.И. Динамика машин. Колебания. – М.: Юрайт, 2017. – 275 с.
4. Вульфсон И.И. О колебаниях систем с параметрами, зависящими от времени. – Прикладная математика и механика 1969. Т.33, №2. С. 331–337.
5. Вульфсон И.И. Динамика цикловых машин.– СПб.: Политехника. 2013. 425 с.
6. Dresig H., Vulfson I.I.: Dynamik der Mechanismen. – Springer, Wien, New York, 1989.– 328 S.
7. 7. Vulfson, I.I. Dynamics of cyclic machines. – Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer, 2015. 410 p.
8. Вульфсон И.И. К проблеме снижения виброактивности технологических машин с реономными связями и близкими значениями парциальных частот механизмов. – Машиностроение и инженерное образование. 2019. №2.
9. Vulfson I.I. Excitation of parametric resonances in mechanisms with rheonomic constraints subject to the joint effect of fast and slow variations of parameters. Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2016. Vol. 45, No. 2. Pp. 95-103
10. Вульфсон. И.И., Коловский М.З. Нелинейные задачи динамики машин.– Л.:1968 Машиностроение .1968. 284 с.
11. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. М.: Наука, 1967. – 420 с.
12. Пановко Я. Г. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1985. – 287 с.

Петров А.Л., Баева Л.С., Петрова Н.Е., Кумова Ж.В.

Анализ композиционных материалов как элемента металлозамещения

*Мурманский государственный технический университет
(Россия, Мурманск)*

doi: 10.18411/gdsn-25-12-2019-04

idsp: scienceconf-25-12-2019-04

Введение

В состав композиционных материалов могут входить разнообразные элементы: черные, цветные металлы, сплавы, полимеры, керамические материалы. Существуют как классические композиционные материалы, так и поликомпонентные. Поликомпонентные композиционные материалы разделяются на полиматричные и гибридные. Полиматричные композиционные материалы включают в себя состав нескольких видов связующих. Гибридные композиционные материалы включают в себя состав нескольких видов наполнителей. Главная задача матрицы – обеспечение неразрушаемости материала и устойчивость к воздействию внешних факторов. Задача наполнителей – обеспечение совокупных механических свойств [1,2].

В производственной практике широко применяется создание готового изделия при изготовлении композиционных материалов. Применение подобных технологий может сказаться на готовой продукции как с положительной, так и с отрицательной стороны, с зависимости от изготавливаемого изделия.

Стоит заметить, что композиционные материалы не являются универсальными, при проектировании композиционного материала возможно задать необходимые механические свойства, которые будут в значительной мере превосходить традиционные материалы по одним параметрам, но уступать по другим. Следственно, проектировщику необходимо учитывать условия эксплуатации изделия, оптимальный состав и преобладающие свойства.

Преимущества и недостатки композиционных материалов

Главным преимуществом композиционных материалов является то, что имеется возможность создания материала и конструкции в одном производственном цикле.

Также к преимуществам можно отнести следующее:

- высокая удельная прочность
- высокая жёсткость
- высокая износостойкость
- высокая усталостная прочность
- легкость

Главным недостатком композиционных материалов является высокая стоимость производства самого изделия и организация производственного участка [3].

Также к недостаткам можно отнести следующие характеристики:

- низкая ударная вязкость
- высокий удельный объём
- гигроскопичность
- токсичность
- низкая эксплуатационная технологичность [4].

Опыт проведения деформации образцов композиционных материалов

В целях проведения научного исследования были представлены 2 образца композиционных материалов.

Фотографии исследуемых образцов № 1 и № 2 представлены на рисунке 1, структура образцов мелкозернистая.

Образец № 1

Образец № 2

Рисунок 1. Внешний вид образцов композиционных материалов.

Геометрические размеры партии образцов композиционных материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические размеры образцов композиционных материалов.

№ образца	Геометрические размеры, мм	Вес, г	Объем, см ³	Плотность, г/см ³ Al / Mg	Плотность, г/см ³
1	Неправильной формы	48,39	6,3	2,6889/1,738	7,608
2	Неправильной формы	33,67	4,092	2,6889/1,738	8,23

Поверхность разрушения образцов №1 и №2 характеризуется наличием фасеток, имеющих слабо развитый микрорельеф и четкие границы. В данном случае разрушения фасетки межзеренные, образованные в результате разрушения по границам зерен: представляют собой многогранники, площадь их заметно меньше размеров зерен, поверхность межзеренных фасеток менее плоская, границами их являются ребра, образованные стыками граней зерен.

Образец № 1

Образец № 2

Рисунок 2. Вид поверхности излома со сколами образцов (увеличение x25).

Разрушение носит равномерный характер, изображенный на рисунках №1 и 2, что четко обнаруживается по контрасту совокупности гребней. Анализ особенностей микроразрушения свидетельствует о внутригранульном расслоении, которое независимо от прочности межгранульных границ может способствовать охрупчиванию композиции. Это соответствует уменьшению удлинения, но не снижает склонности к деформационному упрочнению.

Преимущественным видом микроразрушения исследуемых образцов №1 и №2 является образование трещин, излом со сколами.

Изгиб кристаллической решетки наблюдается в виде складок, гребней, бугров и впадин, занимающих участки внутри зерен или распространяющихся через несколько зерен. Образуется вследствие неоднородности протекания пластической деформации по объему композиционных материалов. Высота неровностей изменяется с увеличением степени деформации.

Наиболее распространенными являются методики проведения испытаний на смятие:

- ASTM E 238-84 (Reapproved 2008) «Standard Test Method for Pin-Type Bearing Test of Metallic Materials» для испытания ряда металлических материалов (алюминиевых, медных, магниевых, цинковых и бериллиевых сплавов) [5];
- ASTM D 5961/5961 M-01 «Standard Test Method for Bearing Response of Polymer Matrix Composite Laminates» для слоистых композиционных материалов с полимерной матрицей [6];
- ASTM D 953-02 «Standard Test Method for Bearing Strength of Plastics» для пластмасс [7].

В России национального стандарта для испытания на смятие не существует.

На примере установки ASTM D 5961/5961 M-01, изображенной на рисунке 3, была смоделирована схема испытания на смятие в модуле CODE-ASTER.

Рисунок 3. Установка для испытания на смятие по ASTM E 5961/5961 M-01 (вариант А).

Положительным аспектом для испытания на смятие по ASTM E 5961/5961 M-01 являются фиксированные требования к размерам образца (для представленных материалов — 76x38.1x3.0 мм; LxBxH).

Расчет прочности композиционных материалов

Расчёт проведен в CAE Salome: модуль CODE-ASTER.

Согласно схеме приложения нагрузки, изображенной на рисунке 3, к объектам исследований, в результате проведенных испытаний по указанному модулю максимальное напряжение, возникающее при изломе, составило:

образец №1 - 109 Н/мм²,

образец №2 - 148 Н/мм².

Максимальное напряжение, возникающее при изломе отображено на рисунках 4 и

6.

Максимальное напряжение, возникающее при смятии, составило:

образец №1 — 61.8 Н/мм²,

образец №2 — 74.2 Н/мм².

Максимальное напряжение, возникающее при смятии отображено на рисунках 5 и

7.

Рисунок 4. Спектрограмма распределения нагрузки при изломе образца №1.

Рисунок 5. Спектрограмма распределения нагрузки при смятии образца №1.

Рисунок 6. Спектрограмма распределения нагрузки при изломе образца №2.

Рисунок 7. Спектрограмма распределения нагрузки при смятии образца №2.

Результаты проведенных испытаний прочности представленных образцов по модулю программы CODE-ASTER для образца №1, представленного на рисунке 4, показали, что структура кристаллов при изломе – гексаэдрическая, для образца №2, представленного на рисунке 6, структура кристаллов - тетраэдрическая.

В таблице 2 представлены средние значения прочностных свойств исследуемых материалов.

Таблица 2

Средние значения прочностных свойств исследуемых материалов.

№ образца	Твердость Роквелл HRC	Твердость Бринель HB	Предел прочности σ_b	Предел текучести $\sigma_{0.2}$	Плотность ρ , г/см ³
1	38	73	21,097	18,09783	7,608
	25	64	18,496	15,85714	
	42	76	21,964	18,92045	
2	15	59	17,051	14,47826	8,23
	42	76	21,964	18,92045	
	45	79	22,831	19,58824	

Заключение

Применение композиционных материалов при изготовлении продукции очень актуально в наши дни. Судостроение не является единственной отраслью, где используют этот инновационный материал [8].

В настоящее время многие научные центры по всему миру активно экспериментируют с композиционными материалами. Главной целью является создание более практичных в производстве, следовательно, более экономичных материалов [9].

Уникальные свойства композиционных материалов позволяют изготавливать высокопрочные, легкие корпуса маломерных судов, подводных крыльев и многое другое. Обширно практикуется изготовление спасательных шлюпок для танкеров [10].

Повышенная коррозионная стойкость, способность сопротивления ударным нагрузкам, высокое качество поверхности и привлекательный внешний вид позволили композиционным материалам получить практическое применение во всех отраслях, в том числе и в судостроении. Следовательно, можно сделать вывод, что композиционные материалы являются материалами, которые, в перспективе, будут активно исследоваться и найдут более широкое применение в будущем.

1. Аналитический отчет. Использование композитных конструкционных материалов при создании пл. ЦКБ МТ «Рубин». Выпуск 18, март 2014 - 210 с.
2. Бобович, Б. Б. Неметаллические конструкционные материалы: учебное пособие. – М. : МГИУ, 2009 – 384 с.

3. Композиционные материалы: Справочник / В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин и [др.]; Под общ. ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского. – М. : Машиностроение, 1990 – 512 с.
4. Свойства углепластиков и области их применения / Б. И. Молчанов, М. М. Гудимов // ВИАМ, 1996
5. ASTM E238 - 84(2008) Standard Test Method for Pin-Type Bearing Test of Metallic. Materials. Catalogue of standards. Available from: <https://catalogue.normdocs.ru/?type=card&cid=com.normdocs.astm.card.e238-84.2008> [Access 15th March 2019]
6. ASTM D5961 / D5961M – 17 Standard Test Method for Bearing Response of Polymer Matrix. Composite Laminates. Catalogue of standards. Available from: <https://catalogue.normdocs.ru/?type=card&cid=com.normdocs.astm.card.d5961.d5961m-17> [Access 15th March 2019]
7. ASTM D953-02 Standard Test Method for Bearing Strength of Plastics. Catalogue of standards. Available from: <https://catalogue.normdocs.ru/?type=card&cid=com.normdocs.astm.card.d953-0> [Access 15th March 2019]
8. Shubin, S.N., Freidin, A.B., Akulichev, A.G. Elastomer composites based on filler with negative thermal expansion coefficient in sealing application (2016) Archive of Applied Mechanics, 86 (1-2), pp. 351-360. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84958772491&doi=10.1007%2fs00419-016-1120-1&partnerID=40&md5=4478c8d0a3735b90838ab5b6c7a4a0bc> DOI: 10.1007/s00419-016-1120-1
9. Dmitrievskii, A.N., Komkov, N.I., Krotova, M.V., Romantsov, V.S. Strategic alternatives of import substitution of power equipment for the oil-and-gas sector (2016) Studies on Russian Economic Development, 27 (1), pp. 21-33. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84961664670&doi=10.1134%2fs1075700716010020&partnerID=40&md5=443cfd842f40994b990bcab52b39d6d> DOI: 10.1134/S1075700716010020
10. Гуменюк Н. С., Грушин С. С. Применение композитных материалов в судостроении //Современные наукоёмкие технологии. – 2013 – № 8-1. – С. 116-117.

Boyarineva I.V.¹, Khamagaeva I.S.²

Development of technology for a new bacterial concentrate

¹*Khabarovsk State University of Economics and Law
(Russia, Khabarovsk)*

²*East Siberia State University of Technology and Management
(Russia, Ulan-Ude)*

doi: 10.18411/gdsn-25-12-2019-05

idsp: scienceconf-25-12-2019-05

Abstract

Rye and rye-wheat bread for centuries occupies a special place in the diet of the peoples of Russia. These baked goods have not only with what incomparable taste and aroma, but also, due to the peculiarities of the chemical composition of rye flour, have a positive impact on human health. Unfortunately, in recent years in our country and abroad, there is a tendency reducing the specific consumption of rye and rye-wheat bread. There is no doubt that only the continuous improvement of the technology of preparation of these products, providing a high quality of finished products in the processing of raw materials unstable, they can return to its former popularity [1].

Rye flour proteins in amino acid composition similar to proteins of wheat flour, but have higher content of essential amino acids - lysine, arginine, and threonine. An essential feature of rye proteins is their ability to rapidly and extensively swell. A significant part of this protein in the swells beyond all bounds, going into a state of viscous colloidal solution. Feature protein rye flour is also that they can not, despite the presence of gliadin and glutenin, to the formation of gluten. Due to the absence of gluten rye dough devoid of elasticity but has high viscosity. In rye dough is relatively a lot of water-soluble substances and free of moisture. Rye easily gelatinized starch and hydrolyzed more attack amylolytic enzymes than starch flour.

The rye flour is always a certain amount of α -amylase in the active state, which, acting on starch, dextrin breaks it up. Dextrins give crumb stickiness zaminaemost and soggy [2].

Acidity rye dough in order to brake action α -amylase at a level necessary to maintain significantly higher than in the wheat dough. Rye dough should have the acidity (10-12) ° N