

2. Шаньгин, А. И. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей [Текст] / А. И. Шаньгин. — М. : ИД «Форум»: ИФРА-М, 2008. — 416 с.
3. Гуляев, Ю. В. Информационные технологии на основе динамического хаоса для передачи, обработки, хранения и защиты информации [Текст] / Ю. В. Гуляев, Р. В. Беляев, Г. М. Воронцов и др. // Радиотехника и электроника. — 2003. — Т. 48. — № 10. — С. 1157–1185.
4. Корчинский, В. В. Повышение структурной скрытности передачи систем с хаотическими сигналами [Текст] / В. В. Корчинский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий // научный журнал. — 2013. — № 1/9(61). — С. 53.
5. Захарченко, Н. В. Эффективность использования таймерных сигнальных конструкций в системах передачи с кодовым разделением каналов [Текст] / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Наукові праці ДонНТУ. — 2011. — Випуск № 20(182). — С. 145–151.
6. Захарченко, Н. В. Многопользовательский доступ в системах передачи с хаотическими сигналами [Текст] / Н. В. Захарченко, В. В. Корчинский, Б. К. Радзимовский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — № 5/9(53). — С. 26–29.
7. Richard, K. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology [Text] / K. Richard, T. Walsh, W. Fries. — NIST SP 800-58. — 2005. — P. 93.
8. Базова модель ВВС. — Geneva. Recommendation CCITT X.200. Reference Model of open systems interconnection for CCITT applications // Стандарт ISO 7498-1:1984. — 1991. — P. 31.
9. Carvalho, M. Using Mobile Agents as Roaming Security Guards to Test and Improve Security of Hosts and Networks Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'04) [Text] / M. Carvalho, T. Cowin, N. Suri, M. Breedy, K. Ford. — ACM. — 2004.
10. Pedireddy, T. Prototype Multi Agent Network Security System. Proceedings of the AAMAS'03. [Text] / T. Pedireddy, J. Vidal. — ACM. — 2003.
11. Menezes, R. Self-Organization and Computer Security Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Applied Computing (SAC'05) [Text] / R. Menezes. — ACM. — 2004.
12. Valeev, S. Multiagent Technology and Information System Security Proceedings of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT'2005 [Text] / S. Valeev, T. Bakirov, D. Pogorelov, I. Starodumov. — Ufa, Russia, 2005. — Vol. 1. — P. 195–200.

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ГРУПОВОГО СИГНАЛУ НА ОСНОВІ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ПЕРЕСТАНОВКИ РЕАЛІЗАЦІЙ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Для систем зв'язку з кодовим розподілом каналів запропоновано метод формування групового сигналу на основі множини взаємно-ортогональних послідовностей хаотичних реалізацій. З метою підвищення структурної скритності передачі в системі зв'язку пропонується періодично виконувати за деяким законом перестановку ортогональних псевдовипадкових хаотичних послідовностей для кожного індивідуального каналу.

Ключові слова: хаотичний сигнал, ортогональність, конфіденційний, сигнатура, несанкціонований доступ, скритність, канал, захист.

Корчинский Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационной безопасности и передачи данных, Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова

Корчинський Володимир Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційної безпеки та передачі даних, Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

Korchinsky Vladimir, Odessa National Academy of Telecommunications

УДК 536.248.2

Кравец В. Ю.,
Кравец Д. В.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАПИЛЛЯРНЫХ СТРУКТУР ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ

Представлены результаты исследования предельных механических нагрузок металло-волоконистой капиллярно-пористой структуры из нержавеющей стали в диапазоне пористости от 88 до 99 %. Исследовались на разрыв образцы с диаметрами волокон 8 мкм и 30 мкм. Показано, что на прочность капиллярной структуры влияют как пористость и диаметр волокон, так и температурный диапазон работы в тепловых трубах.

Ключевые слова: капиллярная структура, предел прочности, предел пропорциональности, тепловая труба.

1. Введение

Одной из важных характеристик капиллярно-пористых структур, используемых в качестве фитилей тепловых труб, является их механические свойства. В различных условиях эксплуатации пористые структуры могут подвергаться как сжимающим, так и растягивающим воздействиям. Это связано с процессом кипения

в зоне нагрева тепловых труб, когда внутри капиллярной структуры активизируются центры парообразования. В процессе возникновения и роста парового пузыря его межфазная поверхность механически воздействует на волокна капиллярной структуры, что, в конечном счете, может привести к их разрушению [1]. Снижение массогабаритных характеристик тепловых труб существенно усложняет выход паровых пузырей из капиллярной

структуры в зоне нагрева [2]. При этом размеры парового пространства в тепловой трубе могут быть значительно меньше, чем отрывные диаметры возникающих паровых пузырей. Поэтому межфазная граница парового пузыря может воздействовать на капиллярную структуру как в растягивающем, так и в сжимающем направлениях. Растягивающее направление связано с выходом парового пузыря за пределы капиллярной структуры, а сжимающее направление вызвано давлением его межфазной поверхности на поверхность структуры, расположенной на противоположной стенке зоны нагрева.

Большинство исследований механических свойств были выполнены для капиллярных структур пористостью до 80 % и представлены в довольно солидных изданиях [3, 4]. Для оптимальной работы тепловых труб в основном применяются капиллярные структуры с пористостью от 80 % до максимальной, которая связана с соотношением длины и диаметра волокон [5]. Чем меньше диаметр волокна и больше его длина, тем выше может быть получена максимальная пористость. Максимальная пористость может достигать 99 %, но прочностные свойства такой структуры будут снижаться с уменьшением диаметров волокон.

Прочностные свойства капиллярной структуры в основном зависят от прочности самих волокон и характера сцепления волокон друг с другом в процессе формования [6]. Также на прочность материалов сильно влияют технологические режимы: как получения непосредственно волокон, так и режимы спекания волокон друг с другом. При этом существенное значение играет количество пятен контактов между волокнами и их размеры. С одной стороны увеличение площади контакта между волокнами приводит к повышению прочностных свойств соединения, а с другой стороны возможному утончению в этих местах самих волокон [7]. Такое может быть в случае спекания структуры при температуре, приближающейся к температуре плавления металла.

Поэтому задача обеспечения высоких прочностных свойств фитилей сводится к оптимальному подбору технологических режимов спекания и, прежде всего, температуры, чтобы происходила диффузия металла в металл, а не его частичный расплав. Тогда прочностные свойства самих волокон и мест их контакта между собой будут примерно одинаковы и, приложенные к структуре удельные нагрузки будут равномерно распределяться по всему каркасу фитиля. Отсюда, при всех прочих равных условиях, диаметр волокон играет значительную роль в прочностных свойствах всей структуры.

Длина исходных волокон также влияет на механические свойства структуры. Это связано с количеством пятен контактов, приходящихся на отдельное волокно (что определяется пористостью структуры). Наряду с этим при растягивающих нагрузках структура удлиняется на некоторую величину, связанную с величиной прикладываемых усилий. Капиллярно-пористые структуры обладают пружинными свойствами до некоторых предельных нагрузок. Превышение этих нагрузок приводит к появлению остаточной деформации, которая, как приведено в [8], слабо зависит от пористости. Величина относительного удлинения при этом достигает десятков процентов и увеличивается с повышением пористости [8].

Разработчикам тепловых труб необходимо знать диапазон усилий, при которых капиллярная структура не

изменяет своих геометрических характеристик после снятия нагрузки. В таком диапазоне усилий справедлив закон Гука (линейный участок на диаграммах растяжения — участок пропорциональности) [9]. Увеличение нагрузки приводит к необратимому изменению размеров структуры, что может привести к ухудшению теплопередающих характеристик тепловых труб. Поэтому знание этих предельных усилий позволяет определить предел пропорциональности (предел упругой деформации) капиллярных структур и повысить стабильность функционирования тепловых труб.

2. Постановка задачи исследования

Настоящее исследование посвящено изучению механических свойств металло-волоконистых капиллярных структур образцов с размерами 10 × 10 мм, толщиной от 3 до 5 мм и пористостью от 88 до 99 %. Образцы изготовлены из волокон нержавеющей стали диаметром 30 мкм и длиной 3 мм (сталь X18H9T), диаметром 8 мкм и длиной 10 мм (сталь 316L). В задачу входило определение предела пропорциональности при растяжении и максимальные нагрузки при разрыве.

3. Экспериментальные образцы

Испытуемые образцы изготавливались путем формования на специальной подложке и спекания в вакуумной печи при температуре 1200 °С в течение двух часов [5]. Фотография одного из спеченных образцов показана на рис. 1. Пористость образцов определялась объемно-весовым способом, погрешность которого не превышала 1 %.



Рис. 1. Фотография образца капиллярной структуры

В дальнейшем такие образцы разрезались на отдельные кусочки 1 (рис. 2) и спекались в вакуумной печи с подложкой 2 и основанием 3. Толщину капиллярной структуры измеряли с помощью инструментального микроскопа БМИ-1 с точностью до 0,005 мм в четырех местах с одной и другой сторон основания 3. Затем за толщину капиллярной структуры принималось среднее значение измерений. На одном основании

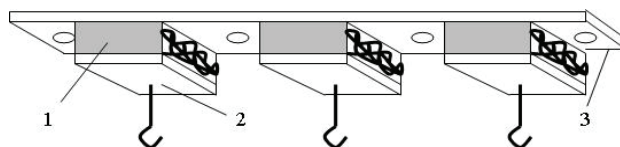


Рис. 2. Конструкция крепления экспериментальных образцов капиллярно-пористых структур для испытаний на растяжение: 1 — спеченная капиллярно-пористая структура; 2 — подложка с крючком для крепления груза; 3 — основание с отверстиями для крепления на экспериментальном стенде

размещалось 5 образцов (на рис. 2 показано только три). Между образцами в основании 3 имелись отверстия для крепления его на испытательном стенде. Толщина основания 3 и подложки 2 выбирались так, чтобы они не изгибались во время испытаний и таким образом не вносили бы погрешности в эксперимент (толщины подложек были равны 1 мм).

4. Экспериментальный стенд

Экспериментальный стенд представлял собой следующую конструкцию (рис. 3). На основании 1 крепился испытуемый образец 2 с припеченной подложкой 3. Подложка 3 соединялась с площадкой, на которую устанавливался груз 9 определенного веса. Шток 6, передающий перемещения на стрелку 5, жестко соединялся с подложкой 3 при помощи специального клея. Стрелка 5 устанавливалась на стойке 4 и свободно закреплялась на оси 10. На оси 11 также свободно крепился шток 6. Для уравнивания веса стрелки и размещения ее в горизонтальном положении использовалась компенсационная пружина 8. Усилия пружины были подобраны таким образом, чтобы давление штока 6 на подложку 3 через ось 11 было минимальным. Перед каждым нагружением испытуемых образцов определялась характеристика пружины в зависимости от положения стрелки. Как показали последующие испытания, характеристика пружины была постоянной и незначительно изменялась от температуры окружающей среды. Величина давления штока 6 на подложку 3 в дальнейшем учитывалась и вычиталась из прикладываемого к образцу веса. Расстояние стрелки между осями 10 и 11 тщательно измерялось с помощью микроскопа БМИ-1 с точностью 0,005 мм (погрешность измерения – 2 %), а между осью 10 и шкалой 7 – линейкой длиной 1 м и ценой деления 1 мм (погрешность измерения – 0,1 %). Такое стрелочное измерительное устройство позволяло фиксировать перемещение штока 6, а соответственно и удлинение капиллярной структуры с высокой точностью (до 1,5 мкм). Этому перемещению соответствовало показание стрелки на шкале 7 равное 1 мм. Вес грузов определялся на электронных весах с точностью до 0,01 грамма.

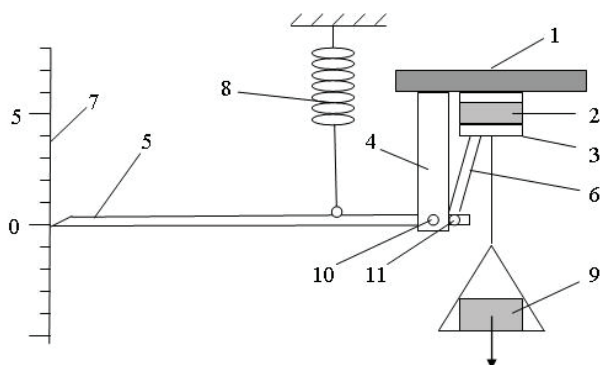


Рис. 3. Схема стенда для проведения испытаний образцов капиллярно-пористой структуры на растяжение: 1 — основание; 2 — образец капиллярно-пористой структуры; 3 — припеченная к структуре подложка; 4 — стойка; 5 — стрелка; 6 — шток; 7 — шкала; 8 — компенсационная пружина; 9 — площадка с грузом; 10 — ось стойки; 11 — ось штока

Методика проведения испытаний образцов на растяжение поперек плоскости войлокования образцов

заклучалась в следующем. После того, как образец закреплялся на испытательном стенде (рис. 3), регулировалось расстояние между основанием 1 и осью 10 так, чтобы стрелка 5 располагалась горизонтально и, показывала нулевую отметку на шкале 7. Затем на площадку 9 устанавливался груз минимальной величины, и фиксировалось показание стрелки на шкале 7. Далее груз снимался, и регистрировалась величина остаточной деформации структуры. Потом на площадку последовательно помещались грузы большей величины и фиксировались показания стрелки, когда образец находился под нагрузкой и без нее. Фиксировалось также время, в течение которого прикладывалась нагрузка к испытываемому образцу и каждую минуту фиксировались показания стрелки. После того, как обнаруживалось изменение показаний во времени при одной и той же нагрузке, образец оставался в таком состоянии в течение 6...10 часов. В течение этого времени каждый час регистрировались показания стрелки и, когда они переставали изменяться, испытание с этим грузом прекращалось. Последовательное нагружение каждого образца проводилось до момента его отрыва от подложки 2 или от основания 3 (рис. 2).

Удельные нагрузки σ (МПа) рассчитывались по известному весу груза P (Ньютон) и площади поперечного сечения капиллярной структуры F (м², площади ее контакта с подложкой 3).

$$\sigma = P/F.$$

Показания стрелки пересчитывались в перемещения подложки 3 (рис. 3) и строились диаграммы растяжения, по которым в дальнейшем определялся предел пропорциональности испытываемой структуры. Из пяти образцов одинаковой пористости определялось среднее значение предела пропорциональности.

5. Результаты исследования

Эксперименты показали, что участок пропорциональности довольно легко можно определить по зависимостям $\sigma = f(\Delta l)$. Так на рис. 4 показана диаграмма растяжения образца пористостью 92 % с волокнами диаметром 30 мкм. Линейный участок кривой (до изгиба) можно считать участком пропорциональности, который характерен тем, что после снятия нагрузки размеры капиллярной структуры сохраняют свое первоначальное состояние. Увеличение нагрузки приводит к заметному изменению характера кривой. При этом после снятия нагрузки видна остаточная деформация образца (образец удлиняется). Нагрузка, при которой $d\sigma/d\Delta l$ начинает снижаться, можно считать пределом пропорциональности $\sigma_{пр}$ для структуры данной пористости.

Пружинные свойства капиллярных структур позволяют в пределах участка пропорциональности им удлиняться на определенную величину и возвращаться в исходное состояние при снятии нагрузки. Величина удлинения зависит от толщины образца, пористости и диаметра волокон. Также важным является и количество пятен контактов волокон друг с другом. А это в свою очередь определяется длиной волокон. Чем длиннее волокна, тем больше пятен контактов и тем выше прочностные свойства структуры и остаточные удлинения уменьшаются.

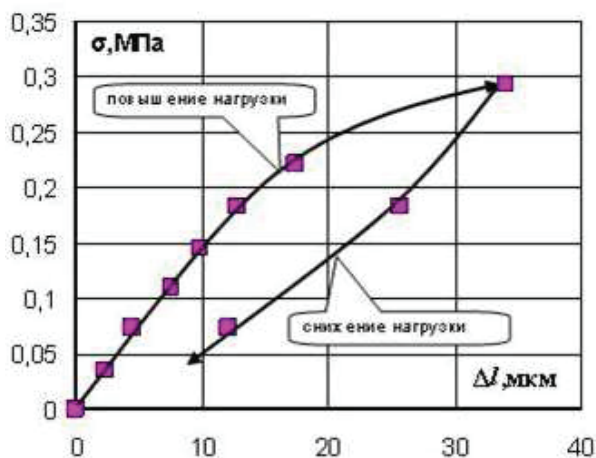


Рис. 4. Зависимость удлинения образца от удельной нагрузки (пористость 92 %, диаметр волокна 30 мкм)

При одной и той же толщине образцов и пористости, чем меньше диаметр волокон, тем ниже удельные нагрузки, при которых уже заканчивается участок пропорциональности. Так на рис. 5 видно, что с увеличением пористости при одном и том же диаметре волокон наблюдается существенное снижение значения предела пропорциональности. Во время экспериментов превышение нагрузки выше предела пропорциональности сопровождалось характерным треском, который свидетельствовал о разрывах волокон внутри капиллярной структуры.

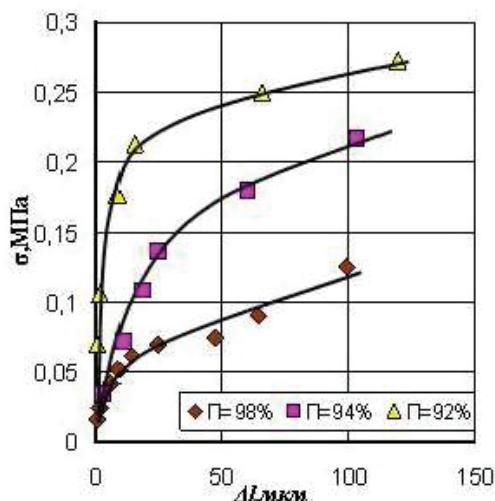


Рис. 5. Зависимость удлинения образцов из волокон диаметром 8 мкм от приложенной нагрузки: температура образцов ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Увеличение диаметра волокон до 30 мкм существенно повысило значения предела пропорциональности (рис. 6). Однако, несмотря на увеличение диаметра волокон более чем в три раза, предел пропорциональности для диаметров волокон 30 мкм повысился, примерно на 0,1 МПа. Такое небольшое увеличение можно объяснить тем, что длина волокон для 30 мкм составляла 3 мм, и количество пятен контактов было меньше, чем у волокон диаметром 8 мкм с длиной 10 мм.

Увеличение температуры испытаний приводит к снижению механических характеристик материалов. Для сталей наблюдается снижение механических свойств

примерно на 15 % на каждые 100 °С повышения температуры [9]. Металло-волоконистые капиллярно-пористые материалы также должны снижать свои механические характеристики с повышением температуры. В [10] было показано, что значения пределов пропорциональности при 20 °С и при 750 °С отличались примерно в 5..6 раз. Из [10] можно определить предел пропорциональности для двух значений пористости 88 % и 92 % при температуре 750 °С для диаметров волокон 30 мкм.

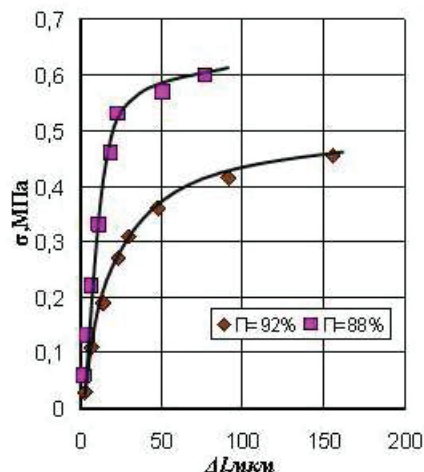


Рис. 6. Зависимость удлинения образцов из волокон диаметром 30 мкм и длиной 3 мм от приложенной нагрузки ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

На рис. 7 приведены данные предела пропорциональности в зависимости от пористости, диаметра волокон и температуры испытаний. Как видно из рисунка наклон линий 1 и 2 примерно одинаков. Однако значения предела пропорциональности структур с диаметром волокон 8 мкм примерно в два раза ниже, чем у структур с диаметром волокон 30 мкм. Увеличение температуры эксплуатации структур приводит к снижению их механических свойств, что очень хорошо видно на рис. 7.

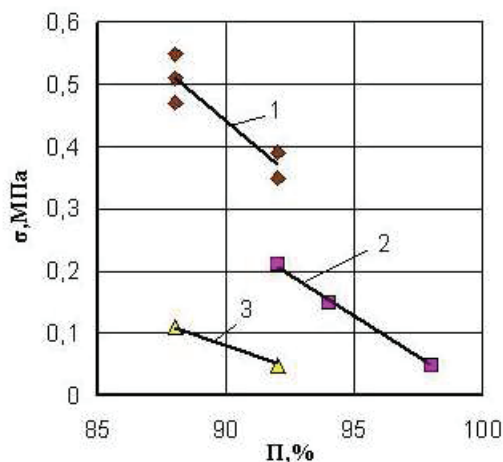


Рис. 7. Зависимость предела пропорциональности при растяжении от пористости образцов: 1 — $d_b = 30\text{ }\mu\text{m}$, $l = 3\text{ }\text{mm}$, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2 — $d_b = 8\text{ }\mu\text{m}$, $l = 10\text{ }\text{mm}$, $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 — $d_b = 30\text{ }\mu\text{m}$, $l = 3\text{ }\text{mm}$, $t = 750\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]

6. Выводы

Таким образом, проведенные испытания двух типов капиллярных структур показали, что на прочность

металло-волоконистой капиллярно-пористой структуры влияет большое количество факторов. К числу наиболее значимых можно отнести пористость, диаметр волокон и температурные условия. Применительно к условиям работы высокотемпературных тепловых труб ($t > 500$ °C), когда в виде теплоносителя используются жидкие металлы, необходимо применять капиллярную структуру с волокнами 30 мкм и выше. Потому что в условиях высокотемпературной эксплуатации более подвержены разрушению будут структуры с диаметром волокон 8 мкм. В низкотемпературных тепловых трубах (-70 °C $> t > +250$ °C) применение капиллярных структур с меньшим диаметром волокон более оправдано.

Литература

1. Кравец, В. Ю. Исследование взаимодействия паровых пучков с капиллярной структурой [Текст] / В. Ю. Кравец // Технологические системы. — 2002, — № 2(13). — С. 152–155.
2. Kravets, V. Yu. Experimental Studies of Heat-Transfer Characteristics of Miniaturized Heat Pipes [Текст] / V. Yu. Kravets, Yu. E. Nikolaenko, Ya. V. Nekrashevich // Heat Transfer Research. — 2007. — Vol. 38. — № 6. — pp. 553–563.
3. Косторнов, А. Г. Проницаемые металлические волокновые материалы [Текст] / А. Г. Косторнов. — К. : Техніка, 1983. — 128 с.
4. Косторнов, А. Г. Материаловедение дисперсных и пористых металлов и сплавов. Том 2 [Текст] / А. Г. Косторнов. — К. : Наукова думка, 2003. — 550 с.
5. Семена, М. Г. Тепловые трубы с металловолоконистыми капиллярными структурами [Текст] / М. Г. Семена, А. Н. Гершуни, В. К. Зарипов. — К. : Вища шк., 1984. — 215 с.
6. Белов, С. В. Пористые металлы в машиностроении [Текст] / С. В. Белов. — М. : Машиностроение, 1981. — 247 с.
7. Косторнов, А. Г. Контактные явления в пористых волоконных материалах [Текст] / А. Г. Косторнов, Л. Г. Галстян // Порошковая металлургия. — 1983. — № 5. — С. 58–61.
8. Пористые проницаемые материалы: Справ. Изд. [Текст] / под ред. Белова С. В. — М. : Металлургия, 1987. — 335 с.
9. Сопротивление материалов [Текст] / Г. С. Писаренко, В. А. Агарев, А. Л. Квитка и др. — К. : Техніка, 1967. — 791 с.
10. Baturkin, V. Study of Structural and Mechanical Properties of Metal Felt Wicks Intended for High Temperature Heat Pipes — Solar Receivers [Текст] / V. Baturkin, V. Kravetz, A. Nischik, V. Zaripov, J. Moreno // 12th International Heat Pipe Conference, May 19–24, 2002, Moscow — Kostroma — Moscow, pp. 547–552.

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАПІЛЯРНИХ СТРУКТУР СТОСОВНО К УМОВАМ ФУНКЦІОНУВАННЯ В ТЕПЛОВИХ ТРУБАХ

Представлені результати дослідження механічних навантажень металоволокнової капиллярно-пористої структури з нержавіючої сталі в діапазоні пористості від 88 до 99 %. Досліджувались на розрив зразки з діаметрами волокон 8 мкм і 30 мкм. Показано, що на міцність капиллярної структури впливають як пористість і діаметр волокон структури, так і температурний діапазон роботи в теплових трубах.

Ключові слова: капиллярна структура, границя міцності, границя пропорційності, тепла труба.

Кравец Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра атомных электростанций и инженерной теплофизики, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

Кравец Дмитрий Владимирович, научный сотрудник, Институт спецтехники и экспертизы СБУ, e-mail: kravetz_kpi@ukr.net

Кравец Володимир Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра атомних електростанцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

Кравец Дмитро Володимирович, науковий співробітник, Інститут спецтехніки і експертизи СБУ

Kravets Volodymyr, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», e-mail: kravetz_kpi@ukr.net.

Kravets Dmitry, Institute of Specialized Equipment and Expertise of Security Service of Ukraine, e-mail: kravetz_kpi@ukr.net

УДК 004.891.3+004.93.11

**Кузнецов Д. И.,
Купин А. И.**

АНАЛИЗ И СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА РАСПОЗНАВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ЭЛЕКТРОСЕТИ

В статье рассмотрена задача повышения качества диагностирования электрооборудования на основе спектр-токового анализа. Рассмотрена проблема уменьшения влияния шума на процесс диагностики. Предложен и релизован программно частотный фильтр-маска для решения задачи идентификации электрооборудования в условиях современных электросетей с целью дальнейшей диагностики.

Ключевые слова: высшая гармоника, нейронная сеть, программный фильтр, идентификация.

1. Введение

На сегодняшний день крупнейшими потребителями электроэнергии, среди всего электрооборудования, являются электродвигатели. Их доля потребления от выработанной электроэнергии, согласно последним

исследованиям, примерно составляет 75 % [1]. Как и в любом электрооборудовании, в электродвигателях в процессе эксплуатации могут возникать различного рода дефекты, например, повреждение ротора или статора, которые могут привести к тяжелым последствиям, таким как выход из строя самого электродвигателя или