

Сочетание требуемых технологических режимов давления прессования, температур и времени позволяет сформировать достаточно однородную беспористую структуру материала с плотностью 1,63 г/см<sup>3</sup>, удовлетворительными показателями твердости по Бринеллю 360 НВ и требованием по ударной вязкости, соответствующей DIN EN ISO 179-2 > 100 мДж/мм<sup>2</sup>.

Данные, полученные в ходе исследований, свидетельствуют о необходимости применения при изготовлении изделий ступенчатого поэтапного температурно-временного режима нагрева и постепенного плавного охлажде-

ния после формования для предотвращения образования остаточных температурных напряжений (деформаций), микротрещин.

Применение СВМПЭ может стать основой для создания новых композиционных материалов на полимерной основе с армирующими элементами различного назначения и химического состава: волокон Вискерса, включений в виде частиц, например, керамики, в том числе наноструктурированных фрагментов в виде отдельных элементов или направленных структур.

Y. I. Gordeev, A. K. Abkaryan, O. V. Kovalevskaya

## PROSPECTIVE COMPOSITE MATERIALS BASED ON ULTRA HIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE MODIFIED WITH ULTRAFINE POWDERS OF ALUMINUM OXIDE

*In the article the authors present results of calculations methods and experimental investigation of formation of microstructure and properties of ultra high molecular weight polyethylene (UHMWE), which is modified with ceramics Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stock of different dispersivity and method of obtaining.*

*Keywords: powders, ultra high molecular weight polyethylene, ceramics, sintering, pressing, composite.*

© Гордеев Ю. И., Абкарян А. К., Ковалевская О. В., 2011

УДК 629.78.054:621.396.018

В. Н. Жариков, А. В. Пичкалев

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Рассмотрены перспективы применения некоторых стандартов магистрально-модульных систем для реализации аппаратно-программных средств испытаний. Показана необходимость освоения новых магистрально-модульных стандартов.*

*Ключевые слова: магистрально-модульные системы, PXI, VXI, стоимость и срок.*

В настоящее время существует множество подходов, позволяющих производить разработку систем контроля и испытаний. В каждом конкретном случае при новой разработке приходится учитывать ресурсы, которыми располагает предприятие, определять потребное для разработки время и искать пути снижения затрат. Как правило, не всегда удается на базе одной организации создать оптимальные условия для осуществления всех видов работ, и особенно при отработке нестандартных решений, влекущих за собой исследовательскую деятельность.

Особенно актуальным моментом при разработке нового изделия или модернизации существующего является выбор надежной, доступной и производительной элементной базы, надежных современных связанных интерфейсов. С выходом нового изделия в свет, разработчик не расстается с результатом своего творческого труда. Постоянно приходится отслеживать возможности улучшить какие-либо показатели или расширить функциональные возможности изделия.

Стремительный темп усложнения и изменения объектов контроля требуют от производителя максимально ускорить процесс разработки новых систем контроля и испытаний и снизить трудоемкость коррекций. Необходимо сокращать сроки и затраты этапа конструкторских работ. Помочь в этом может модульная технология [1].

Однако в настоящее время новые модульные стандарты появляются и исчезают достаточно быстро. Стоит проблема выбора перспективного модульного стандарта, который не только не перестанет поддерживаться через несколько лет, но и будет продолжать развиваться.

В качестве примера рассмотрим стандарты VXI и PXI. В 1999 г. на ряде предприятий космической отрасли в качестве базового магистрально-модульного стандарта для реализации аппаратно-программных средств испытаний был принят международный стандарт VXI (рис. 1). К тому моменту (1994–1997 гг.) мировой рынок электронной аппаратуры согласно маркетинговым опросам крупнейших производителей фирмой Venture

Development corporation был поделен относительно поровну между системами в стандарте VME и всеми остальными реализациями, включая и немодульные. VXI занимал на этом рынке скромную нишу метрологических систем с 3 % от общего производства. Причиной подобной ограниченности применения VXI стал чрезмерно громоздкий конструктив (самый популярный формат C: 233×320×31 мм с возможностью «2-этажной» установкой плат против формата 3U 100×160×20 мм или 6U 233×160×20 мм у VME), обусловивший удобство технической реализации модулей VXI исключительно в виде аппаратных контроллеров со сложной схемой и очень дорогим набором элементов. Это привело к чрезвычайно высокой стоимости VXI-систем (иногда до 10 раз дороже VME) и сложности их перекомпоновки из-за жесткой аппаратной реализации и слабой «перепрограммируемости» модулей. В метрологических системах, где всегда господствовали дорогостоящие аппаратные системы специального назначения, эти особенности VXI-систем недостатками не считались.



Рис. 1. Крейт VXI формата C

В то же время в середине 1990-х годов из архитектур ПЭВМ в мир РЭА стала внедряться магистраль PCI. Имея множество недостатков, она имела абсолютное преимущество перед любым конкурентом в части себестоимости реализации, огромного числа производителей PC-совместимого оборудования и распространенности программного обеспечения. Получив промышленные конструктивы для аппаратной реализации (CompactPCI, PXI, PMC, PC/104 + и т. п.), магистраль PCI начала активно вытеснять с рынка РЭА «долгожителей». Так, более дешевый и компактный стандарт PXI (рис. 2) сильно пошатнул позиции VXI на рынке метрологических систем.



Рис. 2. Крейт PXI формата 3U

Причиной падения интереса к VXI-оборудованию стал прогресс схмотехники, сделавший ненужными огромные площади печатных плат его конструктивов: например, у формата D 366×320 мм (рис. 3) площадь печатной платы достигает почти 0,45 м<sup>2</sup>. Даже жесткие аппаратные контроллеры стали легко помещаться на платах формата 3U (100×160 мм), применяемых в VME/CompactPCI/PXI. А бурное развитие микропроцессорной схмотехники позволило реализовывать программируемые адаптеры на все более высоких частотах, вытесняя жесткие аппаратные схемы в СВЧ-диапазоны, где модули VXI оказались не востребованы. Крупнейшие производители VXI-оборудования – National Instruments, Tektronix International Incorporated и Agilent Technologis (бывшее отделение РЭА Hewlett-Packard) – прекратили его производство по причине нерентабельности. Новых разработок модулей VXI за рубежом нигде больше не ведется, а номенклатура предложений постепенно сокращается по мере распродажи складских запасов [2]. Также, что немало важно, стоимость оборудования PXI (табл. 1) гораздо ниже стоимости аналогичного оборудования на базе VXI.

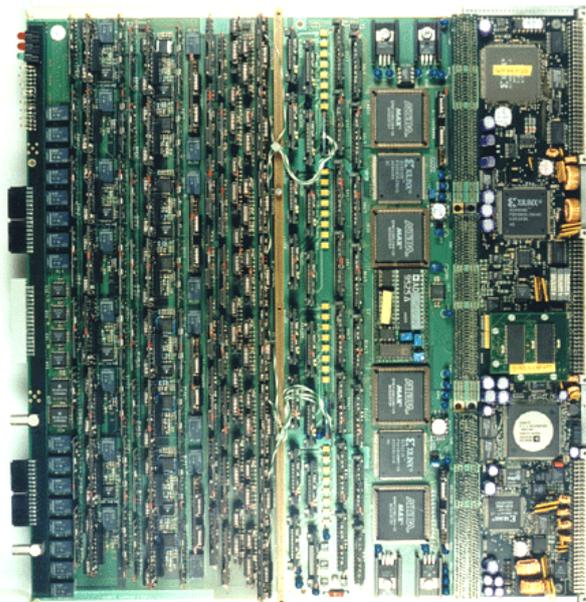


Рис. 3. Модуль VXI формата D

Продолжение развития испытательных комплексов исключительно в стандарте VXI делает его потребителей заложниками единичных производителей VXI-оборудования, которое в последнее время уступает свои позиции на рынке. За последние годы роста продаж модулей VXI, мягко говоря, не наблюдается, что нельзя сказать про PXI. Такое положение эксперты прогнозируют и на ближайшее будущее. В такой ситуации велика вероятность практически полного прекращения производства такого оборудования. Подобное уже имело место в середине 90-х годов. Тогда РНИИ КП, прекратив поддержку собственного стандарта магистрально-модульных систем УКИА, создал большие проблемы для производства и испытаний некоторых бортовых приборов НПО ПМ. Сейчас практически вся бортовая аппаратура ОАО «ИСС» испытывается и сдается заказчику на VXI-системах. Зависимость от одного поставщика VXI-оборудования может

создать проблемы всему приборному производству предприятия.

В качестве примера возникающих при этом проблем можно привести разработку формирователя навигационных сигналов (ФНС), который используется в составе контрольно-испытательной аппаратуры навигационной аппаратуры потребителя (КИА НАП). Затраты на создание аналогичных ФНС в стандартах VXI и PXI были определены в ходе выполнения соответствующей опытно-конструкторской разработки (табл. 2).

При разработке ФНС на базе VXI мы сталкиваемся с отсутствием необходимых модулей с требуемыми характеристиками для имитации навигационных сигналов. Таким образом, в процесс разработки добавляется задача по разработке соответствующих модулей. Общая разработка ФНС в этом случае обходится не менее 16 млн руб. Стоимость готового прибора составляет около 2 млн руб. даже при серийном производстве на основе дешевых комплектующих. При штучном производстве, характерном для космического приборостроения, цена прибора существенно возрастает. Кроме высокой стоимости разработки стоит также учесть, что на разработку ФНС на базе VXI требуется около 2 лет.

Разработка ФНС на базе PXI значительно упрощается благодаря наличию модулей в этом стандарте, подходящих для реализации прибора на их основе. Таким образом, процесс создания становится значительно проще и быстрее. Стоимость реализации прибора на основе модулей PXI составит (при стоимости разработки около 6 млн руб.) не более 2 млн руб., даже при использовании самых дорогих модулей, доступных на данный момент. При использовании «экономических» модулей среднего качества стоимость разработки и прибора существенно снижаются. Также стоит отметить, что благодаря экономленному времени на разработке новых модулей и их изготовлении, время разработки ФНС на базе PXI займет не более 10 месяцев.

Таким образом, при примерно одинаковых итоговых стоимостях прибора в стандартах VXI и PXI мы видим большую разницу в цене и времени разработки прибора.

В нашем случае, при создании прибора для VXI-систем мы просто не имеем другого выбора, кроме создания специализированного модуля из-за отсутствия необходимых модулей для данного стандарта. В то время как большой и всерасширяющийся выбор модулей PXI/CompactPCI позволяет быстро создавать практически

Таблица 1

Технические характеристики	VXI	Цена за шт. (тыс. руб.)	Цена за шт. (тыс. руб.)	PXI	Технические характеристики
13-слотовый кейс формата C	INTE004FC	190	120	PXIS-3320	15-слотовый корпус PXI для 6U плат
6-слотовый переносной кейс формата C	INTE002FC	125	80	ACP661	Переносная рабочая станция 6U CompactPCI/PXI
Контроллер слота 0	INTE086 (VXI-VXB)	85	5	PXI-8570	PXI-адаптер расширения шины PCI
Модульный компьютер для установки в кейс	INTE015F (VXI Emb.)	206	50	cPCI-6860A	Процессор 6U CompactPCI/PXI
Программно-управляемый генератор, 16 каналов, 11 разрядов, ±10 В	INTE007 (ИПТН16)	315	54,2	NI PXI-6704	32 ЦАП, 16 бит, ±10 В
Коммутатор 4 цепей питания на 40 В, 10 А	INTE112 (КП42-10)	89	39	NI PXI-2586	Релейный модуль на 10 каналов 300 В; 12 А; 3 кВт
Формирователь «сухого» контакта, 10 каналов	INTE038 (ФСК80-2)	80	24	NI PXI-2501	Релейная матрица 2/4×6 каналов 100 В; 0,5 А; 10 Вт
Матричный релейный коммутатор 4×100 каналов	INTE041 (КМ100х4)	145	142	NI PXI-2532	Релейная матрица 4×128 каналов 100 В; 0,5 А; 10 Вт
Цифровой мультиметр, 6,5 десятичных знаков	INTE144 (ЦММ1)	96	91,5	NI PXI-4072	Мультиметр 10–23 бит; 0,1–300 В; 10 <sup>-6</sup> –2 А; 10 <sup>2</sup> –10 <sup>9</sup> Ом
Цифровой осциллограф, 2 входа АЦП 10 бит, 200 МГц	INTE113 (ОСЦ4М)	260	186	NI PXI-5124	2 дифф. входа АЦП 12 бит; 200 МГц; 512 Мб
Анализатор состояния 8 электронных коммутаторов	INTE037 (АЭД)	88	16	NI PXI-6521	8-канальный модуль DI/O TTL

Таблица 2

Наименование этапа	Цена этапа, тыс. руб.	
	VXI	PXI
Разработка конструкторской документации ФНС и КИА НАП	2 300	700
Изготовление, регулировка и аттестация 24-канального ФНС	6 600	2 000
Комплектование и отработка КИА НАП	4 500	600
Разработка программного обеспечения ФНС и КИА НАП	1 950	1 950
Ввод в эксплуатацию КИА НАП	700	700
Итого	16 050,0	5 985,0

любое испытательное оборудование из предлагаемых на рынке модулей.

Как видно из вышеописанного – переставший развиваться стандарт становится неконкурентоспособным. Это влечет за собой отказ многих фирм производить модули для него. Производители измерительной техники предпочитают ориентировать вновь разрабатываемые модули на более популярно развивающиеся стандарты. Уже выпущенные модули быстро устаревают при текущих темпах развития приборостроения. Таким образом, предприятия-пользователи встают перед необходимостью собственных разработок модулей применяемого стандарта или заказов таких разработок у сторонних предприятий, что стоит весьма дорого и требует много времени. Очевидна необходимость постоянного отслеживания состояния современных магистрально-модульных стандартов

и своевременный переход на более перспективные. Обучение специалистов при переходе на новый стандарт потребует затрат, но по сравнению с затратами, которые тратятся на разработку отсутствующих модулей, они невелики.

#### Библиографические ссылки

1. Симонов Е. А., Цыганов С. В., Герасимов Д. М. Модульные технологии в обучении, разработке, на производстве // Компоненты и технологии. 2005. № 4. С. 184–186.
2. Жариков В. Н., Пичкалёв А. В. Новые технологии для испытательного оборудования // Решетневские чтения : материалы XIII Междунар. науч. конф. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2009. С. 500–502.

V. N. Jarikov, A. V. Pichkalev

### NEW TECHNOLOGIES FOR THE TEST EQUIPMENT

*Prospects of application of some standards of dataway-modular systems for realisation of hardware-software gauges are considered. Necessity of development of new dataway-modular standards is shown.*

*Keywords: magistral-modular systems, PXI, VXI, cost and development time.*

© Жариков В. Н., Пичкалев А. В., 2011

УДК 621.892

Б. И. Ковальский, Ю. Н. Безбородов, С. Б. Ковальский, Е. Г. Мальцева, Н. Н. Малышева

### ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА МЕХАНОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ГРАНИЧНОМ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ

*Приведены результаты испытания моторных масел на трехшариковой машине трения при изменении полярности постоянного напряжения на образцах.*

*Ключевые слова: ток, протекающий через фрикционный контакт, механохимические процессы, диаметр пятна износа.*

Атомные и молекулярные взаимодействия в трибо-системах с граничным трением скольжения обычно выражаются механическими, физическими и химическими процессами [1]. Течение их чрезвычайно чувствительно к изменению давления, скорости, температуры и других факторов. Молекулярный механизм граничного трения изложен в работах В. Гарди [2], а химический – Боуденом [3; 4]. Помимо перечисленных процессов, малоизученными остаются химические, механохимические, электрические и электромагнитные явления, возникающие и протекающие на поверхностях при граничном трении скольжения.

Целью настоящей работы является определение влияния электрического потенциала на механохимические процессы и параметры износа при испытании смазочных материалов.

*Методика исследования.* Испытания проводились на трехшариковой машине трения [5] со схемой трения «шар–цилиндр». Отличительной особенностью конструкции машины является то, что каждый из трех шаров контактировал с поверхностью цилиндра по индивидуальной дорожке трения, причем они электроизолированы друг относительно друга. Через один из шаров пропускался постоянный ток (100 мкА) от стабилизированного источника постоянного напряжения (3 В).

В качестве образцов выбраны шар (подшипник № 1210) диаметром 9,5 мм и верхняя обойма концевой роликового подшипника № 30208 диаметром 80 мм. Образцы использовались многократно путем переточки обоймы абразивными лентами разной зернистости, а шар проворачивается в держателе. Оба образца изготовлены из стали ШХ15.