

исходов N^+ , N^- , число серий r , математическое ожидание по (1), значение дисперсии (2), вероятность статической независимости γ по формуле (3) и по формуле

$$\gamma = \frac{r}{\mu}. \quad (4)$$

Выводы. Анализ полученных зависимостей показывает, что для обеспечения требуемой чувствительности адаптации инерционности фильтра требуется менять длину наблюдения. По критерию серий по (3) и (4) можно гарантированно идентифицировать скорость изменения сигнала в диапазоне, не превышающем один порядок. Увеличение длительности наблюдения незначительно расширяет диапазон управления инерционностью фильтра по критерию серий. Можно расширить диапазон идентификации, если считать одновременно число серий для двух диапазонов наблюдений

$$\gamma = \frac{r_1}{\mu_1} - \frac{r_2}{\mu_2}. \quad (4)$$

Определять скорость нарастания по критерию серий при малой инерционности фильтра, как например в проведенных исследованиях по результату трех соседних изменений, затруднительно. В этом случае лучше использовать двух или трех ступенчатое регулирование.

Литература

1. Способ адаптивной фильтрации и устройство для его осуществления. Пат. 9322 Респ. Беларусь, МПК7 G01F17/10, H04B1/10 / И.О. Оробей, С.Е. Жарский, Д.А. Гринюк, И.Ф. Кузьмицкий, Д.А. Медяк, В.В. Сарока, М.Ф. Лукашевич; заявитель БГТУ № а 0002317 заявл. 11.12.2003; опубл.: 30.06.2005 // Афіцыйны бюл. / Дзярж. Пат. Ведамства Респ. Беларусь. – 2006. – № 1. – С. 16
2. Дерфель, К. Статистика в аналитической химии / К. Дерфель. – М.: Мир, 1994. – 170 с.
3. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1989. – 540 с.

Suhorukova I. G., Orobei I. O., Hryniuk D. A.,

WORKING OUT OF THE TECHNIQUE OF ADJUSTMENT OF THE DIGITAL ADAPTIVE FILTER

Belarusian State Technological University

Summary

Questions of construction of the adaptive filter sliding average which allow to carry out fine tuning under the current trend without essential increase in requirements to computing capacity his real-izing are considered. The filter is based on use of known criterion of series of an estimation trends. Research of efficiency and filter parameters be spent-lo in Matlab. Researches have shown dependence of length of a series on efficiency of use of the given criterion for filter adaptation. For definition of speed of increase of a trend there is a optimum length of a series.

УДК 678.067.5

Хрол Ю. Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Регенерация костной ткани в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и травматологии представляет собой достаточно сложную и актуальную задачу. Для целей имплантации используют искусственные материалы и трансплантаты, однако применение ауто- и алломатериалов для замещения костной ткани осложняется риском передачи инфекций, а также сложностью в обработке и хранении таких материалов. Поэтому в настоящее время одним из важнейших направлений в современной травматологии, стоматологии и ортопедии является разработка имплантатов на основе искусственных материалов: керамики, стекла, металлов, полимерных, углеродных и композиционных материалов. Широкое распространение получили неметаллические биоактивные материалы на основе стекла, керамики и ситаллов вследствие наличия биоактивных и биосовместимых свойств [1]. Однако механические свойства таких материалов не соответствуют свойствам нативной костной ткани и могут использоваться только в гранулированном или порошкообразном виде для замещения небольших дефектов костной ткани.

Для длительного замещения кости требуется изготовить имплантат определенной формы или размера, механические свойства которого по своим механическим свойствам адекватны натуральной костной ткани. Сравнение модулей упругости некоторых наиболее распространенных материалов, используемых для замены костной ткани (табл. 1), показало, что в настоящее время не существует материалов, механические свойства которых полностью соответствуют костной ткани [2]. Наиболее близки по значению модуля упругости полимеры, но они не обладают биоактивными свойствами и в организме капсулируются. Стекло и керамика имеют более высокие значения модулей упругости, но обладают чрезмерной хрупкостью.

Таблица 1 – Механические свойства материалов

Материал	Модуль упругости, ГПа
Кость	10
Стекло	От 48 до 83
Титан	100
Полимеры	~1,2–10

Очевидно, что перспективными для таких целей являются композиционные материалы типа «биоактивный материал-полимер», сочетающие биологическую активность наполнителя и механические свойства полимера.

В качестве биоактивного наполнителя используют гидроксиапатит, фосфаты кальция, стекла или стеклокристаллические материалы [1].

При выборе полимера для создания композиционного материала руководствуются целями имплантации, и в этой связи можно выделить биоассимилирующие полимеры (используются для временного обеспечения функционирования органа на период регенерации тканей) и биоинертные полимеры (предназначены для длительного обеспечения функционирования органов и тканей).

С целью синтеза композиционных полимерных материалов были использованы два вида полимеров – полиамид-12 и полиметилметакрилат. Полиамид-12 был выбран вследствие его высокой износостойкости, прочности и стойкости к ударным нагрузкам [2]. Алифатические полиамиды, к которым и относится полиамид-12, характеризуются также высоким сопротивлением к истиранию и значительной химической прочностью, но являются дорогостоящими и требуют более высоких температур при переработке [3].

Для разработки композиционных материалов, обладающих механическими свойствами, адекватными свойствам костной ткани, нами были синтезированы композиционные материалы на основе полиамида-12 и биоситалла (полученного на основе стекла системы $\text{SiO}_2\text{--K}_2\text{O--CaO--Al}_2\text{O}_3\text{--F--P}_2\text{O}_5$. Количество вводи-

мого наполнителя (биоситалла) в состав композита составляло 40, 55 и 75 масс. %. Для оценки механических свойств полученных композиционных материалов и установления оптимального количества вводимой добавки (биоситалла) в полиамид-12 были определены усадка, ударная вязкость, твердость и разрушающее напряжение при изгибе и сжатии образца. Испытания проводились на стандартных образцах длиной 77 мм, шириной 10 мм и высотой 4 мм и дисках диаметром 50 мм и толщиной 2 мм.

Результаты исследований позволили установить, что наполнение полиамида биоситаллом приводит к уменьшению усадки, повышению разрушающего напряжения при сжатии, но в то же время вследствие возрастания твердости (с 14 до 59 МПа) и прочности материала (до 78 МПа) наблюдается снижение ударной вязкости и разрушающего напряжения при изгибе. Установлено, что оптимальными свойствами обладает композиционный материал, содержащий 55 масс. % биоситалла, так как материал с таким содержанием наполнителя обладает достаточной прочностью и стойкостью к механическим нагрузкам.

Также большой интерес для медицины костного эндопротезирования представляют различные акрилаты, среди которых наибольшее применение получил полиметилметакрилат (ПММА). Выбор этого полимера обусловлен тем, что при длительном пребывании в организме он не изменяется и не вызывает дистрофических изменений тканей и, кроме того, не препятствует росту кости. Помимо этого, достоинством ПММА является его высокая стойкость к старению под действием химических сред, что снижает риск развития нежелательных осложнений при использовании такого имплантата.

В этой связи также были проведены исследования композиционных материалов на основе полиметилметакрилата (ПММА). В качестве биоактивной неорганической составляющей вводили стекло, содержащее $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$, обладающее высокой степенью резорбируемости и достаточными биоактивными свойствами [4]. Количество вводимого наполнителя (биостекла) в состав композита составляло 5, 10, 20 и 30 масс. %.

Для оценки механических свойств полученных композиционных материалов были определены модуль упругости при растяжении, твердость, относительное удлинение при разрыве и предел прочности при растяжении. Испытания проводились на стандартных образцах длиной 80 мм, шириной 10 мм и высотой 3 мм. Результаты исследований позволили установить, что наполнение ПММА биостеклом до 20 масс. % приводит к увеличению его прочностных свойств (прочность возрастает с 37 до 53 МПа), увеличение количества вводимой добавки до 30 масс. % вызывает значительную потерю прочности материала, модуль упругости при этом возрастает (от 1,9 до 2,6 ГПа), т. е. введение более 30 масс. % стекла вызывает ухудшение механических свойств материала, что может быть обусловлено возрастанием количества и размера трещин в структуре материала. Наиболее оптимальными являются составы, содержащие от 10 до 20 масс. %, так как они характеризуются комплексом требуемых физико-механических свойств.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что введение неорганических компонентов в состав полимеров способствует улучшению физико-механических свойств полученных материалов. Синтез и исследование таких материалов представляет большой интерес для медицины костного эндопротезирования.

Литература

1. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / А. Ф. Николаев [и др.]; под общ. ред. В. К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008. – 544 с.
2. Практикум по химии и физике полимеров / В. Ф. Куренков [и др.], под ред. В. Ф. Куренкова – Москва: Химия, 1990 – 250 с.

3. Fibre-reinforced composite implant: in vitro mechanical interlocking with bone model material and residual monomer analysis / R. H. Mattila [et. al.] // J. Mater. Sci. – 2006. – Vol. 41, № 13. – P. 4321–4326.

4. Хрол Ю. Н. Исследование биоактивных свойств стекол для медицины / Ю. Н. Хрол, Н. И. Заяц // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганич. в-в. – 2009. – Вып. XVII. – С. 26–30.

Khrol Y. N.

INVESTIGATION OF COMPOSITES FOR MEDICAL APPLICATION

Belarusian State Technological University, Minsk

Summary

The results of investigation of physical and mechanical properties of composites based on the polyamide-12 and polymethylmethacrylate modified by bioactive materials based on the glass are presented in the article. Shrinkage, impact strength, hardness, modulus of elasticity, bending and compression strength of the samples has been defined during investigation of physical and mechanical properties.

УДК 667.613.3:620.192.53

Шутова А. Л.

ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЯ НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ АЛКИДНО-СТИРОЛЬНОГО ОЛИГОМЕРА

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Актуальность. Постоянное повышение стоимости энергетических ресурсов и интенсификация производств машиностроительных заводов привели к необходимости создания отечественных лакокрасочных материалов (грунтовок), которые быстро отверждаются в естественных условиях и формируют покрытия с хорошим комплексом физико-механических и защитных свойств.

Грунтовочные покрытия должны обеспечивать высокую коррозионную стойкость защищаемых металлических поверхностей изделий. Одним из показателей, характеризующих защитные свойства покрытий, является влагопоглощение, которое характеризует их диффузионные свойства [1]. Большое влияние на величину влагопоглощения могут оказывать добавки, пластификаторы, пигменты и наполнители, что необходимо учитывать при составлении рецептур лакокрасочных материалов.

Цель исследования – изучение влияния качественного и количественного состава пигментов и наполнителей на величину влагопоглощения грунтовочных покрытий на основе алкидно-стирольного олигомера.

Материалы и методы исследования. В качестве пленкообразователя для грунтовки выбран алкидно-стирольный олигомер, представляющий раствор в ксилоле глифталевого алкида средней жирности модифицированного дегидрированным касторовым маслом и стиролом. Основными его преимуществами являются быстрое отверждение на воздухе и хорошие эксплуатационные свойства формирующихся покрытий.

В качестве пигментов и наполнителей использовали пигмент железоксидный красный, цинковые белила, тетраоксихромат цинка, микротальк, микробарит, которые наиболее широко используются в настоящее время в лакокрасочной промышленности. Для изучения влияния качественного и количественного состава пигментов и наполнителей на величину влагопоглощения разработали 10 составов с различным объемным соотношением пигментов и наполнителей (табл. 1), причем величину пигмента железоксидного красного и наполнителя