

УДК 616.314-76-77-085.46:615.849

М.Я. Нідзельський, В.Л. Коротецька-Зінкевич

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ І МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Вищий державний навчальний заклад України «Українська медична стоматологічна академія»

Проблема вдосконалення методів реставрації твердих тканин зубів посідає одне з чільних місць серед актуальних проблем сучасної стоматології. Це викликано тим, що втрата твердих тканин зуба призводить до морфологічних і функціональних порушень у зубощелепному апараті, а згодом - до розвитку стійких деформацій [4,7].

У клінічній практиці для заміщення дефектів твердих тканин зубів використовують методику прямої реставрації їх композитними матеріалами, яка дозволяє швидко й ефективно замінювати дефекти твердих тканин зуба. Однак через певний час виявляються недоліки при функціональному навантаженні відреставрованих зубів - зміна кольору композитного матеріалу, його усадка, невідповідність крайового прилягання та оклюзійна невідповідність, які порушують питання про вдосконалення методу реставрації зубів і полімеризації композитного матеріалу [1,3,7].

Однією з альтернатив прямої реставрації зубів може бути заміщення дефектів твердих тканин зуба вкладкою, виготовленою лабораторним методом, яка має низку переваг, а одна з головних - відтворення оклюзійних взаємовідношень [2,5].

Детальне вивчення літературних джерел дає можливість вивчити вплив електромагнітного поля на процеси полімеризації композитних матеріалів і тим самим покращити їхні функціональні можливості шляхом покращення фізико-механічних властивостей [6,7].

У зв'язку з цим **метою дослідження** стало вдосконалення технології виготовлення вкладок у лабораторних умовах із композитних матеріалів та проведення кореляційного аналізу й математичної обробки отриманих результатів.

Матеріали та методи дослідження

Для проведення дослідження ми виготовили

пристрій - спеціальне джерело електромагнітного поля (соленоїдів, електромагнітів), на який отримано патент 58731, А61С13/20 від 26.04.2011 і запропонована власна методика дії електромагнітного поля 37433 А61С13/14 від 25.11.2008. Для проведення досліджень виготовили 4 серії зразків, у кожній серії по 10 зразків фотокомпозитного матеріалу «Charisma» фірми «Kulzer». Перша серія була виготовлена методом фірми-виробника, 2, 3 і 4 серії були виготовлені за запропонованою нами технологією з різними величинами напруги електромагнітного поля «2», «3» і «4» 60,80,100 ерстед.

Дослідження виготовлених зразків проводили на мікротвердість, водопоглинання, стертість, ударну в'язкість та стиснення.

Статистичну обробку проводили методом варіаційної статистики з використанням вбудованих програм EXCEL (стандартний пакет «Microsoft Office»). Кореляційну залежність вивчали за критеріями Фішера, Ст'юдента, Пірсона.

Результати дослідження

Отримані результати фізико-механічних властивостей досліджених зразків свідчать про значно кращі міцнісні параметри.

Проведені кореляція та математична обробка результатів дослідження, якими встановлено, що обробка композитних матеріалів, які фотополімеризуються в магнітному полі, покращує всі службові характеристики матеріалу, особливо сильно змінюється руйнівна напруга при стисненні та мікротвердість на 37-48%. Відносна зміна фізико-механічних властивостей унаслідок магнітної обробки залежить від напруженості магнітного поля, максимальна зміна спостерігалася на 80 ерстед (рис. 1).

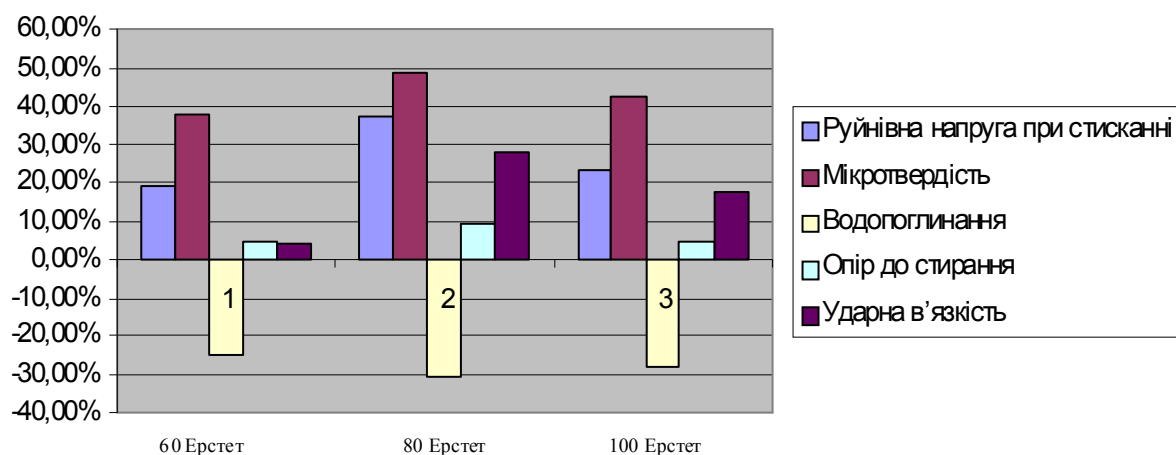


Рис. 1. Відносна зміна фізико-механічних властивостей залежно від напруженості електромагнітного поля
Розглянемо дію факторів у серіях (С) на показники на основі даних табл. 1.

Табл. 1
Дія факторів С (серії на міцнісні показники P1-P5)

		P1	P2	P4			P3	P5
Серія1	0	233,9	642	94,9	Серія1	0	19,8	18,8
Серія2	60	278,5	886	99,2	Серія2	60	14,8	19,5
Серія3	80	320,5	954	103,7	Серія3	80	13,7	24,1
Серія4	100	289,2	913	99,5	Серія4	100	14,2	22,1

Примітка: P1 – руйнівна дія при стисненні; P2- мікротвердість фотокомпозитних матеріалів;
P3 – водопоглинання; P4 – показники опору до стирання; P5 – показник ударної в'язкості

Будуємо графіки цих залежностей. Тут x – фактор має значення 60, 80, 100. Показники P1, P2, P4 ведуть себе ідентично, тому ми виділяємо їх окрему групу взаємозалежності (кореляції). Для кожного показника будуємо рівняння регресії. Оскільки точкові графіки мають вигляд парабол, вочевидь у цих випадках мала місце квадратична регресія. За допомогою методу найменших квадратів визначення параметрів регресії, влаштованих у електронній таблиці Excel, будуємо рівняння регресії для кожного з випадків:

P1 (руйнівна дія при стисненні) $y = -0.0916x^2 + 14.928x - 287.3$; P2 (мікротвердість фотокомпозитних матеріалів) $y = -0.1363x^2 + 22.475x + 28$, P4 (показник опору до стирання) $y = -0.0109x^2 + 1.7475x + 33.5$. При цьому очевидно, що найкраще (максимальне) значення кожного з показників відповідає дослідній серії 80. Оскільки однією з основних характеристик композитних матеріалів є показник опору до стирання, визначимо залежність цього фактора від факторів P1 і P2 (рис. 2).

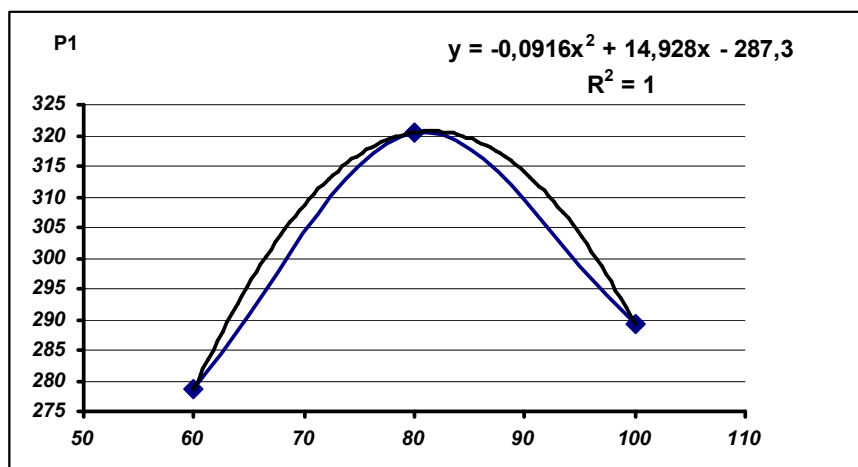


Рис. 2. Залежність показника опору до стирання від фактора P1 (сила стиснення)

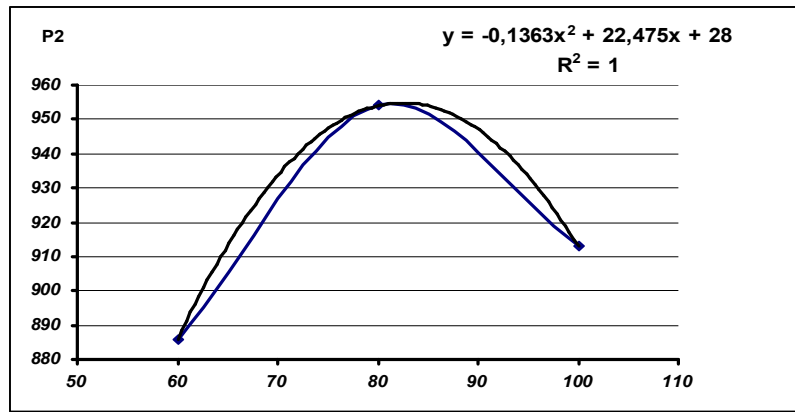


Рис. 3. Залежність показників опору до стирання від факторів P2 (мікротвердість)

З цією метою будуюмо лінійну комбінацію параметрів рівняння регресії P1 і P2 так, щоб отримати параметри рівняння регресії P4. Використаємо вбудований у MS Excel оптимізаційний модуль «Пошук рішення». У діапазоні B17:D17 – коефіцієнти квадратичної регресії P1, у діапазоні B18:D18 – коефіцієнти квадратичної регресії

P2. В діапазоні F17:F18 – опорний план, тобто попередні значення коефіцієнтів, які будуть автоматично змінені в ході реалізації рішення за допомогою модуля «Пошук рішення». Розраховуємо значення коефіцієнтів лінійної комбінації факторів P1 і P2 так, щоб отримати коефіцієнти квадратичної регресії P4.

Microsoft Excel - кореляція							
B20		fx = СУММПРОИЗВ(\$F\$17:\$F\$18;B17:B18)					
	A	B	C	D	E	F	G
15		60	80	100			
16		x ²	x	св			
17	P1	-0,0916	14,928	-287,3		1	
18	P2	-0,1363	22,475	28		1	
19							
20		-0,2279	37,403	-259,3			
21							
22	P4	-0,0109	1,7475	33,5			

Таким чином, кореляція факторних ознак P1 і P2 і результуючого P4 має вигляд:
 $y = -0,0916x^2 + 14,928x - 287,3$; P2: $y = -$

$0,1363x^2 + 22,475x + 28$,

P4 = $-0,102 \cdot P1 + 0,1486 \cdot P2$, тобто P4: $y = -0,0109x^2 + 1,815175x + 33,5$.

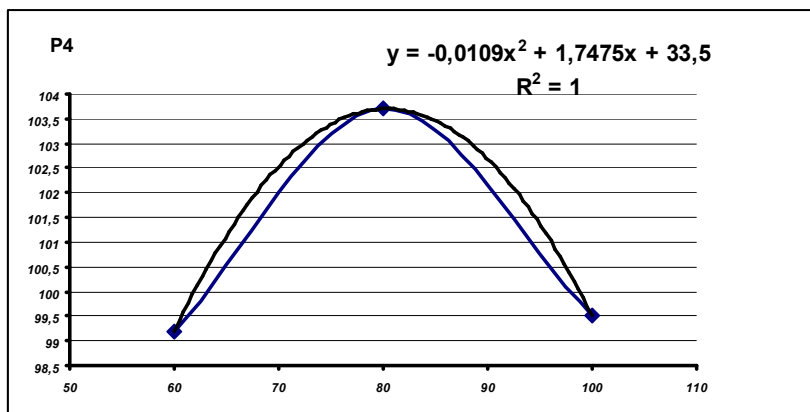


Рис. 4. Залежність показника P4 (опору до стирання від факторів P1 і P2)

Слід зазначити, що апроксимацію заданої у вигляді таблиці функції в MS Excel проводили методом найменших квадратів, тобто будували

аналітичну функцію $\bar{y} = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_n)$, яка найкращим чином описує табличну. У цьому разі необхідно встановити параметри залежності

a_0, a_1, \dots, a_n . При цьому критерій оптимальності параметрів має вигляд:

$$\sigma(a_0, a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (1),$$

де \bar{y} - розрахункове значення факторної

ознаки y , y_i - табличне значення для відповід-

ного x_i , $\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - y_i)^2$ - сума квадратів відхилень розрахункових значень від табличних.

Оскільки значення в табл. 1 мають випадковий характер, внесемо зміни в систему обмежень (3). Будемо виходити з того, що числове значення кожного зі співвідношень лівої частини (3) обмежено інтервалом, який визначається відхиленням $\pm 2\%$ відносно експериментальних значень правої частини системи (3) (оцінка мінімально і максимально можливого значення елементів правої частини).

Отже, в результаті математичних обчислень проведена кореляція показників міцності на стиснення (P1) і мікротвердість (P2) залежно від показника опору до стирання (P4) за допомогою рівняння регресії. При цьому очевидно, що максимальне значення кожного з показників відповідає дослідній серії 80 ерстед, оскільки одну з основних характеристик композиційних матеріалів становить показник опору до стирання визначили залежність фактора P4 від факторів P1, P2.

Література

1. Борисенко А.В. Композиционные пломбировочные материалы. – К.: Книга плюс, 1998. – 149 с.
2. Борисенко А.В. Композиционные пломбировочные и облицовочные материалы в стоматологии / Борисенко А.В., Неспрядько В.П. – К.: Книга плюс, 2001. – 199 с.
3. Виноградова Т.Ф. Методика применения композитных материалов / Виноградова Т.Ф., Уголева С.И. // Новое в стоматологии. – 1993. – №2. – С. 4-6.
4. Донский Г.И. Восстановительные и пломбировочные материалы / Донский Г.И., Паламарчук Ю.Н., Павлюченко О.А. – Донецк: ООО «Лебедь», 1999. – 216 с.
5. Мусин М.Н. Основы определения цвета в эстетической стоматологии / М.Н. Мусин // Новое в стоматологии. – 1998. – №3. – С. 11-25.
6. Николишин А.К. Современные композитные пломбировочные материалы / А.К. Николишин. – Полтава, 1996. – 55 с.
7. Особливості впливу умов полімеризації на властивості композитних матеріалів / Неспрядько В.П., Скрипник Л.І., Шевченко В.К. [та ін.] // Новини стоматології. – 1998. – №3 (14). – С. 8-11.

Стаття надійшла
15.01.2013 р.

Резюме

Удосконалення методів реставрації твердих тканин зубів - актуальна проблема сучасної стоматології. Застосування прямого методу реставрації твердих тканин зуба через невеликий проміжок часу веде до вдосконалення при функціональному навантаженні відреставрованих зубів.

Вивчення літературних джерел та власні дослідження дали можливість запропонувати вдосконалену методику полімеризації за рахунок впливу електромагнітного поля.

Проведені кореляція та математична обробка результатів дослідження, якими встановлено, що обробка композитних фотополімеризаційних матеріалів покращує всі міцнісні характеристики матеріалу.

Ключові слова: композитний фотополімеризаційний матеріал, електромагнітне поле, фізико-механічні показники композитного фотополімеризаційного матеріалу.

Резюме

Совершенствование методов реставрации твердых тканей зубов является актуальной проблемой современной стоматологии. Применение прямого метода реставрации твердых тканей зуба через небольшой промежуток времени ведет к совершенствованию при функциональной нагрузке отреставрированных зубов.

Изучение литературных источников и собственные исследования позволили усовершенствовать методику полимеризации за счет воздействия электромагнитного поля.

Проведены корреляция и математическая обработка результатов исследования, которыми установлено, что обработка фотополимеризующихся композитных материалов улучшает все прочностные характеристики материала.

Ключевые слова: фотополимеризующийся композитный материал, электромагнитное поле, физико-механические показатели фотополимеризующегося композитного материала.

Summary

Improved methods of teeth restoration is a topical problem of modern dentistry. Application of the direct method of restoration, in a short time leads to improvement in functional load of restored teeth.

Literature review and our own research give the opportunity to offer an advanced method to improve the polymerization technique due to the action of electromagnetic field.

Correlations and mathematical calculation of investigation results revealed that light-curing composites processing improves all strength material properties.

Key words: light-curing composite, electromagnetic field, physical-mechanical properties of light-curing composite.