

УДК: 616.31-74:615.462:616-03-026.76-07

Кузь В.С., Дворник В.М., Кузь Г.М., Мартиненко І.М., Шеметов О.С.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОТВЕРДОСТІ РІЗНИХ ГРУП БАЗИСНИХ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ПЛАСТМАС

ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

Мета роботи полягала в порівняльній оцінці механічних характеристик полімерів, які використовуються для виготовлення базисів знімних стоматологічних протезів. Були проведені експериментальні дослідження зразків для визначення мікротвердості матеріалів. У дослідженні були використані наступні пластмаси: фторвмісний акриловий сополімер «Фторакс», (Україна); термопластичні матеріали «Vertex ThermoSens», (Нідерланди); «Ліпол», (Україна); «Deflex Acrylate», (Аргентина). Дослідження проводились на портативному мікротвердомірі «ПМТ-3» зі стандартною 136-градусною алмазною пірамідою з квадратною основою. Випробування на мікротвердість вдавлюванням за методом відновленого відбитка полягає в нанесенні на випробувану поверхню зразка відбитка під дією статичного навантаження, прикладеного до алмазного наконечника протягом певного часу. Порівняльна оцінка показників середніх значень мікротвердості зразків з представлених матеріалів, показала, що найбільшим ступенем мікротвердості відзначається матеріал «Фторакс», на другому місці за цим показником – матеріал «Vertex ThermoSens», на третьому місці – матеріал «Deflex Acrylate» і на останньому – матеріал «Ліпол», показник мікротвердості якого майже вдвічі нижчий за аналогічний показник матеріалу «Фторакс».

Ключові слова: мікротвердість, базисні стоматологічні матеріали «Фторакс», «Vertex ThermoSens», «Ліпол», «Deflex Acrylate».

Робота є фрагментом комплексної ініціативної теми кафедри ортопедичної стоматології з імплантологією «Нові технології, нові і удосконалені зуботехнічні матеріали реабілітації хворих з патологією зубо-щелепної системи». Державна реєстрація №0111U006304

Вступ

Підвищення ефективності лікування пацієнтів з частковою та повною відсутністю зубів та оптимальне відновлення втрачених функцій зубо-щелепної системи – одна з найбільш актуальних медико-соціальних проблем сьогодення в клініці ортопедичної стоматології [6;7].

В останні роки все більше уваги приділяється поліпшенню якості часткових та повних знімних протезів, що неминуче призводить до розробки і досліджень нових базисних полімерів. Це свідчить про труднощі пошуку високоміцного, зручного, дешевого матеріалу для базисів знімних протезів, що є важливим для ортопедичної стоматології. В зв'язку з цим лікарі стоматолого-ортопеди все частіше використовують безакрилові термопластичні базисні матеріали [2;3].

Полімери, що використовуються в клініці ортопедичної стоматології, з точки зору фізики – тверді тіла, які володіють такою властивістю, як мікротвердість. Мікротвердість – це твердість окремих ділянок матеріалу, що залежить від його структури та може коливатися в широких межах [5;8].

Мікротвердість, безперечно, визначає механічні властивості базисів протезів. Це впливає на передачу жувального тиску на слизову оболонку протезного ложа, частоту ймовірних поломок та термін зникання до часткових та повних знімних протезів. Тому визначення цього показника та його аналіз мають високу наукову цінність [4;5].

Оскільки характеристики різних видів базисних матеріалів змінюються відповідно до режиму полімеризації, встановленого нормативно-технологічними вимогами до кожного конкретного виду базисного полімеру, а також залежать

від ступеню обробки контактних поверхонь, дослідження у цьому напрямку набувають особливої актуальності [1;6;8;9].

Мета

Порівняти показники мікротвердості зразків різних базисних стоматологічних матеріалів, які були виготовлені в умовах окремо взятої зуботехнічної лабораторії з дотриманням всіх технологічних вимог інструкції виробника, провівши експериментальне дослідження.

Матеріали і методи

Згідно до стандартів, зразки виготовлялися з матеріалу окремої упаковки або упаковок, які містять достатню кількість базисного матеріалу для проведення запланованих випробувань. Зразки для випробувань виготовлялись, якщо не було інших вказівок у методиці приготування зразків, згідно до інструкцій та рекомендацій фірми-виробника. Після виготовлення проводили візуальний огляд зразків для випробувань з метою визначення їх відповідності щодо технічних вимог. Затверділі зразки піддавались обробці. Шліфування та полірування поверхонь зразків проводили не більше 1 хвилини за допомогою фальцу з пемзою і щіткою з полірувальною сумішшю на шліфувальному моторі з частотою обертів 1500/хв. Після полірування та очищення перевіряють поверхні на відповідність до вимог. Тричі проводять вимірювання розмірів зразків з похибкою вимірювання $\pm 0,01$ мм.

Мікротвердість матеріалів визначалась відповідно до ГОСТ 9450-76. Згідно цього документу дану властивість можна визначити за допомогою двох методів: за відновленим відбитком (основний метод) та за невідновленим відбитком (додатковий метод). Ми використовували мето-

дику за відновленим відбитком. Дослідження проводились на портативному мікротвердомірі «ПМТ-3» зі стандартною 136-градусною алмазною пірамідою з квадратною основою.

Для проведення даного випробування було виготовлено 20 зразків. Зразки мали форму дисків діаметром 10 ± 1 мм і висотою $3 \pm 0,5$ мм. Всі зразки пройшли ретельне шліфування та полірування.

Випробування на мікротвердість вдавненням за методом відновленого відбитка полягає в нанесенні на випробувану поверхню зразка відбитка під дією статичного навантаження, прикладеного до алмазного наконечника протягом певного часу.

Зразок попередньо досліджувався під мікроскопом, вибиралось місце для дослідження, до цього місця підводили алмазний наконечник, прикладали навантаження, після чого навантаження знімали, зразок повертали в поле зору об'єктиву мікроскопа і проводили вимір відбитка. Довжину діагоналі вимірювали в центрі поля зору мікроскопа з метою уникнення недоліків оптичної системи приладу, які найбільше проявляються на краю поля.

Для вимірювання величини діагоналі перехрестя ліній при обертанні барабана переміщували тільки уздовж однієї з діагоналей відбитка. Для цього повертали барабан окулярного мікрометра доти, поки співпадуть перехрестя із однією з вершин відбитка.

Потім перехрестя підводили завжди одним і тим же способом, наприклад, справа наліво, до правого кута відбитка і знімали показники за шкалами барабана, потім перехрестя підводили до лівого кута відбитка і також знімали показники за шкалами. Далі знаходили різницю обох показань, а отриманий результат множили на ціну поділки шкали в мікронах і отримують довжину діагоналі в мікронах. Технологія вимірювання довжини діагоналі відбитка досить трудомістка, а ймовірність внесення похибки, особливо при

вимірюванні відбитків невеликих розмірів, досить істотна.

Вимірювання окулярним мікрометром на приладі «ПМТ-3» проводиться з точністю до $\pm 0,5$ поділки шкали або, з урахуванням масштабу збільшення, з точністю до $0,15$ мкм.

При випробуваннях на мікротвердість чисельним значенням результату вимірювання є частка від ділення навантаження на бічну поверхню в мм^2 в припущенні, що кути у відбитка такі ж, як у самої піраміди.

Після зняття навантаження та вимірювання параметрів отриманого відбитка число мікротвердості визначали за формулою:

$$H_V = \frac{1.854 * m * 9.8}{d^2}$$

, де: H_V – твердість за Вікерсом; d – середня довжина діагоналі; m – маса навантаження ($0,02$ кг).

$d_1 = d_{1, \text{под.}} * \text{масштаб}$ та $d_2 = d_{2, \text{под.}} * \text{масштаб}$, де: d_1 та d_2 – довжина діагоналі; $d_{1, \text{под.}}$ та $d_{2, \text{под.}}$ – довжина діагоналі в поділках; масштаб = $0,00031$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

, де: d – середня довжина діагоналі; d_1 – довжина однієї діагоналі; d_2 – довжина другої діагоналі.

Результати дослідження та їх обговорення

У дослідженнях на мікротвердість були використані зразки, виготовлені з таких базисних стоматологічних матеріалів для знімних протезів, як: фторвмісний акриловий сополімер «Фторакс», (Україна); поліамід (нейлон) «Vertex ThermoSens», (Нідерланди); поліпропілен «Ліпол», (Україна); термопластичний матеріал на основі поліметилметакрилату «Deflex Acrylate», (Аргентина). Фактичні та відносні дані мікротвердості зразків матеріалу «Фторакс» представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 Основні характеристики зразків матеріалу «Фторакс» та показники мікротвердості ($M \pm m, n=20$)

№ з/п	Назва матеріалу	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _{ср.} , мм	m, кг	H _v , МПа
1	Фторакс	0,03813	0,03627	0,0372	0,02	262,6
2	Фторакс	0,03224	0,03162	0,03193	0,02	356,4
3	Фторакс	0,03565	0,0341	0,034875	0,02	298,8
4	Фторакс	0,03658	0,03782	0,0372	0,02	262,6
5	Фторакс	0,03472	0,03627	0,035495	0,02	288,4
6	Фторакс	0,03534	0,03193	0,033635	0,02	321,2
7	Фторакс	0,03131	0,0341	0,032705	0,02	339,7
8	Фторакс	0,03255	0,03751	0,03503	0,02	296,1
9	Фторакс	0,03317	0,03565	0,03441	0,02	306,9
10	Фторакс	0,0341	0,03658	0,03534	0,02	291,0
11	Фторакс	0,03379	0,03441	0,0341	0,02	312,5
12	Фторакс	0,03348	0,0341	0,03379	0,02	318,3
13	Фторакс	0,02604	0,03193	0,028985	0,02	432,5
14	Фторакс	0,03224	0,03627	0,034255	0,02	309,7
15	Фторакс	0,03255	0,03348	0,033015	0,02	333,4
16	Фторакс	0,03193	0,03379	0,03286	0,02	336,5
17	Фторакс	0,03224	0,03751	0,034875	0,02	298,8
18	Фторакс	0,03255	0,03193	0,03224	0,02	349,6
19	Фторакс	0,03813	0,03875	0,03844	0,02	245,9
20	Фторакс	0,03658	0,03658	0,03658	0,02	271,6
Середнє значення		0,033666± 0,000425	0,03503± 0,000341	0,034348± 0,001772	0,02	311,6± 6,43

Як видно з даних, представлених в таблиці 1, середнє значення показника мікротвердості 20 досліджених зразків матеріалу «Фторакс» склало $311,6 \pm 6,43$ Н_v, МПа, при розбіжності показників по

окремим зразкам від 245,9 до 432,5 Н_v, МПа.

Фактичні та відносні дані мікротвердості зразків матеріалу «Vertex ThermoSens» представлені в таблиці 2.

Таблиця 2
Основні характеристики зразків матеріалу «Vertex ThermoSens» та показники мікротвердості (M±m, n=20)

№ з/п	Назва матеріалу	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _{ср.} , мм	m, кг	H _v , МПа
1.	Vertex	0,05084	0,06355	0,057195	0,02	111,1
2.	Vertex	0,05084	0,05859	0,054715	0,02	121,4
3.	Vertex	0,05022	0,04526	0,04774	0,02	159,4
4.	Vertex	0,05084	0,04898	0,04991	0,02	145,9
5.	Vertex	0,05177	0,05084	0,051305	0,02	138,1
6.	Vertex	0,05456	0,05394	0,05425	0,02	123,5
7.	Vertex	0,0527	0,05208	0,05239	0,02	132,4
8.	Vertex	0,05053	0,04681	0,04867	0,02	153,4
9.	Vertex	0,05084	0,05487	0,052855	0,02	130,1
10.	Vertex	0,05301	0,04929	0,05115	0,02	138,9
11.	Vertex	0,04619	0,05921	0,0527	0,02	130,8
12.	Vertex	0,0496	0,0527	0,05115	0,02	138,9
13.	Vertex	0,05611	0,05921	0,05766	0,02	109,3
14.	Vertex	0,05642	0,05983	0,058125	0,02	107,6
15.	Vertex	0,05363	0,05146	0,052545	0,02	131,6
16.	Vertex	0,04371	0,05022	0,046965	0,02	164,7
17.	Vertex	0,04588	0,04588	0,04588	0,02	172,6
18.	Vertex	0,04991	0,04774	0,048825	0,02	152,4
19.	Vertex	0,05053	0,04712	0,048825	0,02	152,4
20.	Vertex	0,04805	0,04712	0,047585	0,02	160,5
Середнє значення		0,050809± 0,000502	0,052235± 0,000838	0,051522± 0,000558	0,02	138,8± 2,93

Як видно з даних, представлених в таблиці 2, середнє значення показника мікротвердості 20 досліджених зразків матеріалу «Vertex ThermoSens» склало $138,8 \pm 2,93$ Н_v, МПа, при розбіжності показників по окремим зразкам від

107,6 до 172,6 Н_v, МПа.

Фактичні та відносні дані мікротвердості зразків матеріалу «Deflex Acrylate» представлені в таблиці 3.

Таблиця 3
Основні характеристики зразків матеріалу «Deflex Acrylate» та показники мікротвердості (M±m, n=20)

№ з/п	Назва матеріалу	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _{ср.} , мм	m, кг	H _v , МПа
1.	Deflex	0,05394	0,05208	0,05301	0,02	129,3
2.	Deflex	0,05177	0,04526	0,048515	0,02	154,4
3.	Deflex	0,05332	0,05239	0,052855	0,02	130,1
4.	Deflex	0,0558	0,05704	0,05642	0,02	114,2
5.	Deflex	0,05518	0,05704	0,05611	0,02	115,4
6.	Deflex	0,05704	0,05332	0,05518	0,02	119,3
7.	Deflex	0,0527	0,04681	0,049755	0,02	146,8
8.	Deflex	0,05053	0,04774	0,049135	0,02	150,5
9.	Deflex	0,05208	0,04805	0,050065	0,02	145,0
10.	Deflex	0,05115	0,05208	0,051615	0,02	136,4
11.	Deflex	0,06169	0,05425	0,05797	0,02	108,1
12.	Deflex	0,05177	0,05487	0,05332	0,02	127,8
13.	Deflex	0,05363	0,05301	0,05332	0,02	127,8
14.	Deflex	0,05487	0,05425	0,05456	0,02	122,1
15.	Deflex	0,05611	0,05363	0,05487	0,02	120,7
16.	Deflex	0,05983	0,04836	0,054095	0,02	124,2
17.	Deflex	0,05332	0,04433	0,048825	0,02	152,4
18.	Deflex	0,05425	0,04836	0,051305	0,02	138,1
19.	Deflex	0,05642	0,0527	0,05456	0,02	122,1
20.	Deflex	0,05828	0,0465	0,05239	0,02	132,4
Середнє значення		0,054684± 0,000457	0,051104± 0,000599	0,052894± 0,000418	0,02	130,9± 2,09

Як впливає з даних, представлених в таблиці 3, середнє значення показника мікротвердості 20 досліджених зразків матеріалу «Deflex Acrylate» склало $130,9 \pm 2,09$ Н_v, МПа, при розбі-

жності показників по окремим зразкам від 108,1 до 154,4 Н_v, МПа.

Фактичні та відносні дані мікротвердості зразків матеріалу «Ліпол» представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Основні характеристики зразків матеріалу «Ліпол» та показники мікротвердості ($M \pm m$, $n=20$)

№ з/п	Назва матеріалу	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _{серед.} , мм	m, кг	H _v , МПа
1.	Ліпол	0,05177	0,05766	0,054715	0,02	121,4
2.	Ліпол	0,04774	0,05797	0,052855	0,02	130,1
3.	Ліпол	0,0589	0,05704	0,05797	0,02	108,1
4.	Ліпол	0,05611	0,06107	0,05859	0,02	105,9
5.	Ліпол	0,05456	0,05394	0,05425	0,02	123,5
6.	Ліпол	0,05704	0,06076	0,0589	0,02	104,7
7.	Ліпол	0,05053	0,05487	0,0527	0,02	130,8
8.	Ліпол	0,03782	0,05022	0,04402	0,02	187,5
9.	Ліпол	0,04309	0,05332	0,048205	0,02	156,4
10.	Ліпол	0,06076	0,05704	0,0589	0,02	104,7
11.	Ліпол	0,05394	0,05456	0,05425	0,02	123,5
12.	Ліпол	0,05301	0,06541	0,05921	0,02	103,7
13.	Ліпол	0,05859	0,05673	0,05766	0,02	109,3
14.	Ліпол	0,05115	0,05642	0,053785	0,02	125,6
15.	Ліпол	0,05921	0,06169	0,06045	0,02	99,4
16.	Ліпол	0,05952	0,06262	0,06107	0,02	97,4
17.	Ліпол	0,06355	0,06789	0,06572	0,02	84,1
18.	Ліпол	0,05828	0,06355	0,060915	0,02	97,9
19.	Ліпол	0,06014	0,0651	0,06262	0,02	92,7
20.	Ліпол	0,05549	0,05983	0,05766	0,02	109,3
Середнє значення		0,05456± 0,000979	0,058885± 0,000715	0,056722± 0,000781	0,02	115,8± 3,67

Як видно з даних, представлених в таблиці 4, середнє значення показника мікротвердості 20 досліджених зразків матеріалу «Ліпол» склало 115,8±3,67 H_v, МПа, при розбіжності показників по окремим зразкам від 84,1 до 156,4 H_v, МПа.

Середні значення показників мікротвердості зразків з представлених матеріалів – «Vertex ThermoSens», «Фторакс», «Ліпол» та «Deflex Acrylate», надані в таблиці 5.

Таблиця 5

Середні значення показників мікротвердості зразків з представлених матеріалів ($M \pm m$, $n=20$)

№ з/п	Назва матеріалу	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D _{серед.} , мм	m, кг	H _v , МПа
1.	«Vertex ThermoSens»	0,050809±0,000502	0,052235±0,000838	0,051522± 0,000558	0,02	138,8±2,93
2.	«Фторакс»	0,033666±0,000425	0,03503± 0,000341	0,051522± 0,000558	0,02	311,6±6,43
3.	«Ліпол»	0,05456± 0,000979	0,058885±0,000715	0,056722± 0,000781	0,02	115,8±3,67
4.	«Deflex Acrylate»	0,054684±0,000457	0,051104±0,000599	0,052894± 0,000418	0,02	130,9±2,09

Висновок

Порівняльна оцінка показників середніх значень мікротвердості зразків з представлених матеріалів – «Vertex ThermoSens», «Фторакс», «Ліпол» та «Deflex Acrylate», показала, що найбільшим ступенем мікротвердості відзначається матеріал «Фторакс» (311,6±6,43 H_v, МПа), на другому місці за цим показником – матеріал «Vertex ThermoSens» (138,8±2,93 H_v, МПа), на третьому місці – матеріал «Deflex Acrylate» (130,9±2,09 H_v, МПа), і на останньому – матеріал «Ліпол» (115,8±3,67 H_v, МПа). Його показник мікротвердості майже вдвічі нижчий за аналогічний показник матеріалу «Фторакс».

Література

1. Аверко-Антонович І.Ю. Методи дослідження структури і свойств полімерів / І.Ю. Аверко-Антонович, Р.Т. Бикмуллин – Казань, 2002. – 604 с.
2. Болдырева Л.И. Сравнительная физико-механическая характеристика термопластических стоматологических материалов на основе полиоксиметилена. / Л.И. Болдырева, В.В. Маглакелидзе, С.И. Трегубов // Актуальные вопросы клинической сто-

3. Бреель А.Л. Полимерные материалы в клинической стоматологии / А.Л. Бреель, С.В. Дмитриенко, О.О. Котляревская. – Волгоград, 2006. – 223 с.
4. Верховский А.Е. Сравнительная характеристика физико-химических свойств и микробной адгезии базисных акриловых пластмасс с различными способами полимеризации (лабораторное исследование) / А.Е. Верховский, Н.Н. Аболмасов, Е.А. Федосов // Российский стоматологический журнал. – 2014. – №3. – С. 17-20.
5. Доменюк Д.А. Исследование гидролитической сопротивляемости базисных пластмасс для ортодонтических аппаратов / Д.А. Доменюк, И.В. Зеленский, Е.Н. Иванчева // Российский стоматологический журнал. – 2012. – №3. – С. 9-13.
6. Кузь В.С. Визначення показників міцності та пластичності різних груп базисних стоматологічних матеріалів / В.С. Кузь // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник УМСА. – 2016. – Том 16, Випуск 2 (54). – С. 28-32.
7. Кузь В.С. Повышение качества полного съёмного протезирования стоматологических больных путем использования новых базисных материалов / В.С. Кузь, В.Н. Дворник, А.И. Тесленко, Г.М. Кузь, И.Н. Мартыненко // Wiadomości Lekarskie: Czasopismo Polskiego Towarzystwa Lekarskiego. – 2016. - Tom LXIX, Nr 2 (cz. II). - С. 197-203.
8. Чулак Л.Д. Изучение структуры, физико-химических свойств безакриловых полных съёмных протезов / Л.Д. Чулак, В.Г. Задорожный, В.А. Розуменко // Український стоматологічний альманах. – 2013. - Вип. 1. – С. 81-83.
9. Шестаков А.С. Физические методы исследования полимеров: учеб. пособие / А.С. Шестаков А.С. – Воронеж. – 2003. – 87 с.

Реферат

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОТВЕРДОСТИ РАЗНЫХ ГРУПП БАЗИСНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАСТМАСС

Кузь В.С., Дворник В.Н., Кузь Г.М., Мартыненко И.Н., Шеметов О.С.

Ключевые слова: микротвердость, базисные стоматологические материалы «Фторакс», «Vertex ThermoSens», «Липол», «Deflex Acrylate».

Цель работы заключалась в сравнительной оценке механических характеристик полимеров, которые используются для изготовления базисов съемных стоматологических протезов. Были проведены экспериментальные исследования образцов для определения микротвердости материалов. В исследовании были использованы следующие пластмассы: фторсодержащий акриловый сополимер «Фторакс», (Украина); термопластичные материалы «Vertex ThermoSens», (Нидерланды); «Липол», (Украина); «Deflex Acrylate», (Аргентина). Исследования проводились на портативном микротвердомере «ПМТ-3» со стандартной 136-градусной алмазной пирамидой с квадратным основанием. Испытания на микротвердость вдавливанием по методу восстановленного отпечатка заключается в нанесении на испытуемую поверхность образца отпечатка под действием статической нагрузки, приложенной к алмазному наконечнику в течение определенного времени. Сравнительная оценка показателей средних значений микротвердости образцов из представленных материалов, показала, что наибольшей степенью микротвердости обладает материал «Фторакс», на втором месте по этому показателю – материал «Vertex ThermoSens», на третьем месте – материал «Deflex Acrylate» и на последнем – материал «Липол», показатель микротвердости которого почти вдвое ниже аналогичного показателя материала «Фторакс».

Summary

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MICROHARDNESS OF DIFFERENT GROUPS OF BASIC DENTAL PLASTICS

Kuz' V.S., Dvornik V.M., Kuz' G.M., Martynenko, I.M. Shemetov O.S.

Key words: micro hardness, basic dental materials «Ftorax», «Vertex ThermoSens», «Lipol», «Deflex Acrylate».

The aim of this work was to compare the mechanical characteristics of polymers used to make bases of removable dental prostheses. A series of experimental studies to test samples for determining the microhardness of materials were carried out. The following plastics were used in the study: fluorine-containing acrylic copolymer «Ftorax», (Ukraine); thermoplastic materials «Vertex ThermoSens», (Netherlands); «Lipol», (Ukraine); «Deflex Acrylate», (Argentina). The plastics were tested by using the portable hardness testing device «PMT-3» with a standard 136-degree diamond pyramid with a square base. Microindentation test by measuring shallowing consists in making impression on the sample surface by static load applied to the diamond tip for a certain period of time. Comparative evaluation of indicators of average microhardness in the samples tested has show that the material «Ftorax» has the highest degree of microhardness, the second place is occupied by the material «Vertex ThermoSens», and the third by the material «Deflex Acrylate». The material «Lipol» has the microhardness index, which is almost twice lower than the relevant index of the «Ftorax» material.