

Кафедра медицинской и биологической физики

Тема лекции:

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ БИОМЕХАНИКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ И
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ.**

лекция №11

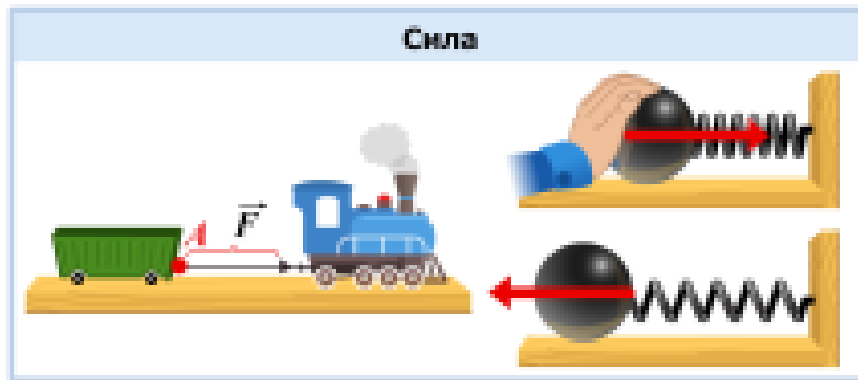
**для студентов 1 курса, обучающихся по специальности
31.05.03 - Стоматология**

План лекции

1. Основные понятия биомеханики
 1. Сила.
 2. Давление
 3. Деформация
 4. Механическое напряжение
2. Законы упругой деформации.
3. Классы стоматологических материалов.
4. Методы определения качества стоматологических материалов.

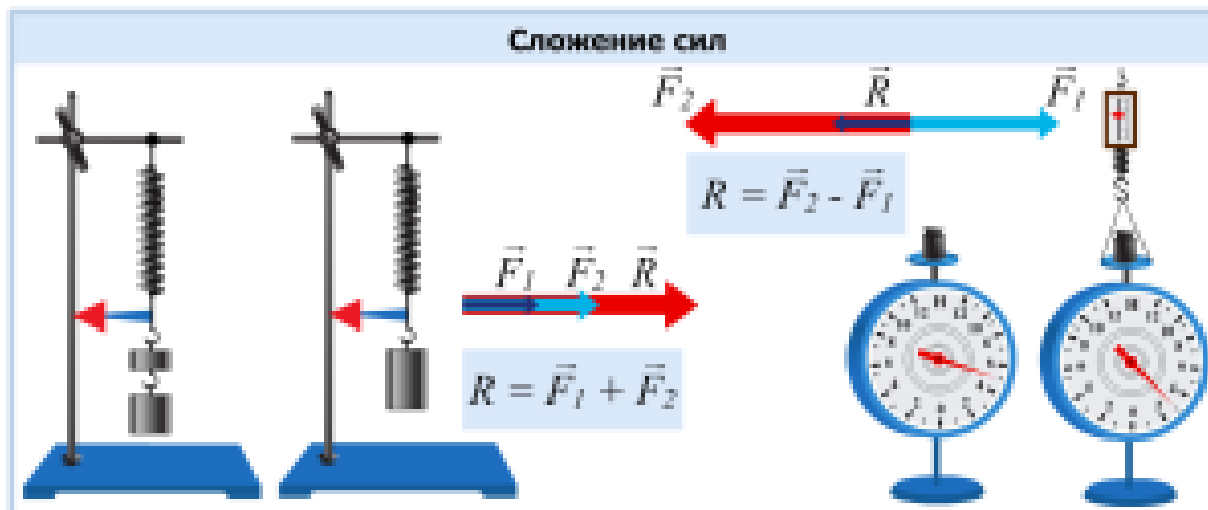
Основные понятия биомеханики— сила

Сила — физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело со стороны других тел или полей.



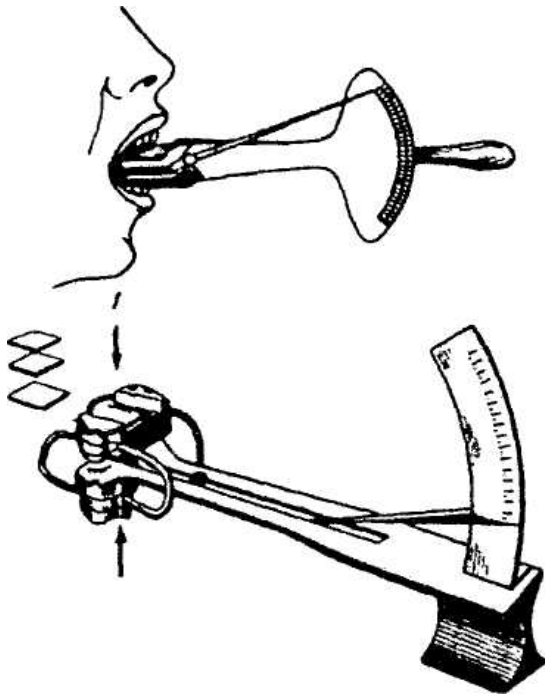
Единицы силы
ньютон (Н)
 $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

- Сила – векторная величина
- Задается абсолютным значением, единица измерения – ньютон (Н), килограмм силы (кгс).
 $1 \text{ кгс} = 10 \text{ Н}$
- Задается направлением.
- Задается точкой приложения.
- Могут складываться по правилам сложения векторов.
- Прибор измеряющий силу – динамометр.



Силы действующие на зубо- челюстной аппарат

Гнатодинамометрия – измерение жевательного давления



Жевательной силой

называется в физиологии сила, которая может быть развита всей жевательной мускулатурой, поднимающей нижнюю челюсть. — 400 кг

жевательная сила

на резцах 7-12кг, на премолярах 11-18кг., на молях 14-22кг.

Гнатодинамометры: 1 - Блека; 2 - Тиссенбаума; 3 - Габера.

Основные понятия биомеханики— давление

Давлѐние — физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно этой поверхности.



$$p_{\text{ср}} = \frac{F_n}{S} [\text{Н/ м}^2 = \text{Па}].$$

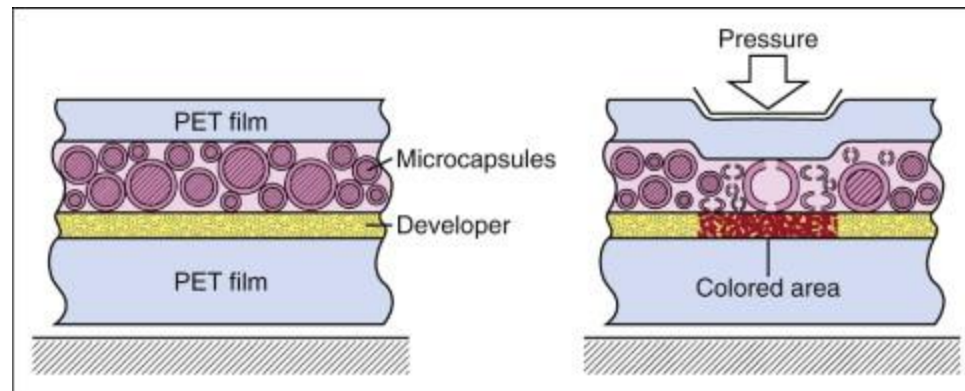
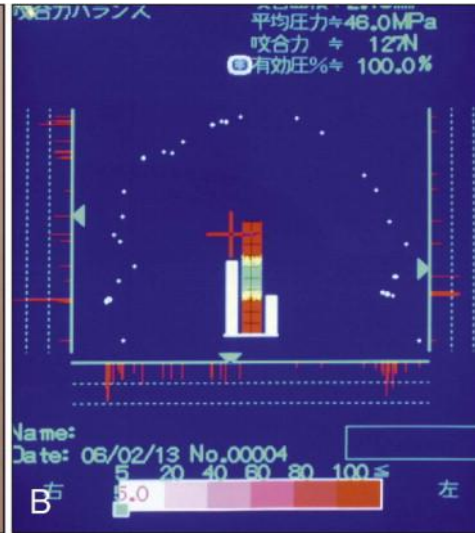
Единицы давления							
	<u>Паскаль</u> (Pa, Па)	<u>Бар</u> (bar, бар)	<u>Техническа</u> <u>я</u> <u>атмосфера</u> (at, ат)	<u>Физическа</u> <u>я</u> <u>атмосфера</u> (atm, атм)	<u>Миллиметр</u> <u>ртутного</u> <u>столба</u> (мм рт. ст., mm Hg, Torr, торр)	<u>Метр</u> <u>водяного</u> <u>столба</u> (м вод. ст., m H ₂ O)	<u>Фунт-сила</u> <u>на</u> <u>квадратны</u> <u>й дюйм</u> (psi)
1 Па	1 <u>Н/м</u> ²	10 ⁻⁵	10,197·10 ⁻⁶	9,8692·10 ⁻⁶	7,5006·10 ⁻³	1,0197·10 ⁻⁴	145,04·10 ⁻⁶

Определение окклюзионного давления

Т-скан III (англ. T-scan III) — компьютерная система для клинической диагностики и анализа окклюзионных контактов разработанная фирмой Tekscan (Boston, MA, 1987). Такой анализ позволяет определить последовательность, синхронность, площадь и силу каждого контакта



Определение окклюзионного давления



Окклюзионное давление

	Sixties	8020	p value
Age	66.9 ± 4.2	84.3 ± 3.2	p<0.01
Number of present teeth	25.8 ± 4.6	25.3 ± 2.1	n.s.
Occlusal force (N)	942.9 ± 440.1	890.3 ± 273.3	n.s.
Occlusal area (mm ²)	23.2 ± 4.2	25.3 ± 9.5	n.s.
Occlusal pressure (Mpa)	41.5 ± 5.5	37.0 ± 4.4	n.s.

Occlusal Force in People in Their Sixties Attending College for Elderly

Etsuko Motegi, Mayumi Nomura, Chie Tachiki, Haruyo Miyazaki*, Fumie Takeuchi**, Sakiko Takaku, Yuriko Abe, Mariko Miyatani, Takahiro Ogai, Asuka Fuma, Hiroko Fukagawa*, Masataka Kano and Kenji Sueishi

Department of Orthodontics, Tokyo Dental College, 1-2-2 Masago, Mihama-ku, Chiba 261-8502, Japan

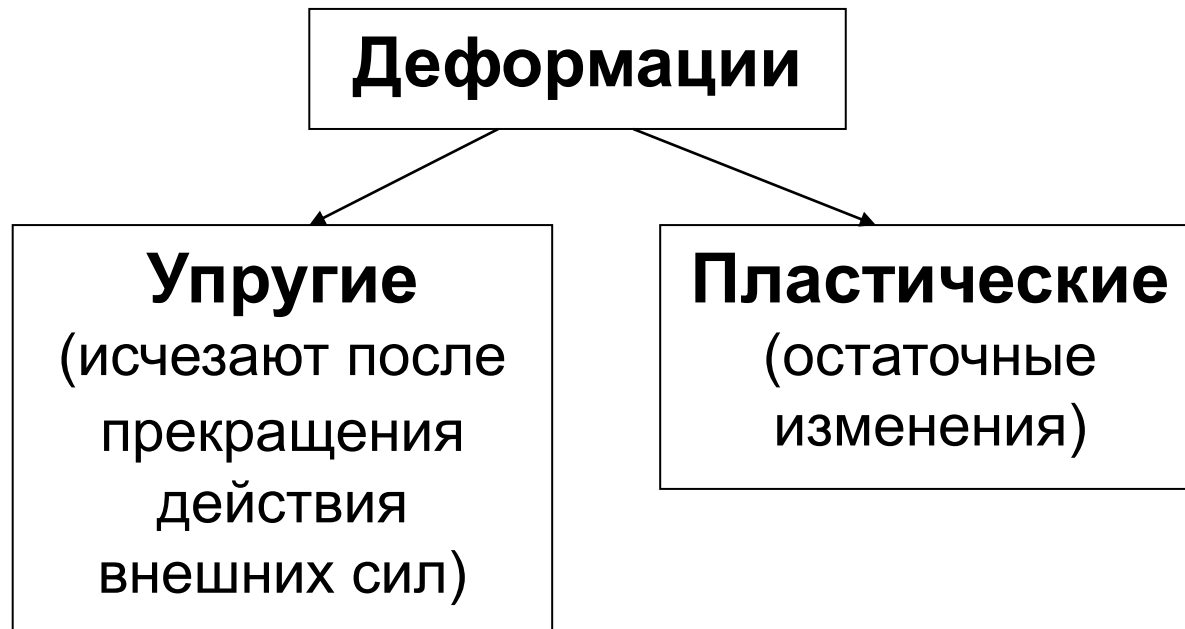
* Division of Orthodontics, Department of Oral Health Clinical Science, Tokyo Dental College, 2-9-18 Misaki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0061, Japan

** Ogura Orthodontic Clinic, 2-19 Shinden-cho, Chuou-ku, Chiba 260-0027, Japan

$$40 * 10^6 \text{ Pa} = 400 \text{ атм!!!}$$

ДЕФОРМАЦИЯ

– изменение размеров и формы тела под действием внешних сил и температуры

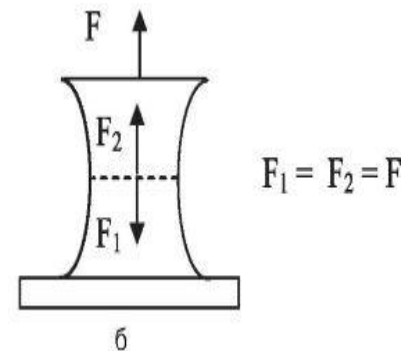
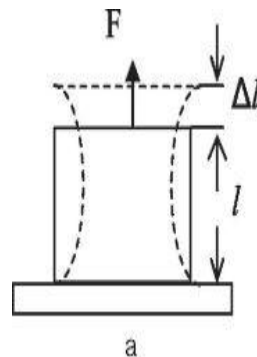


Виды деформации

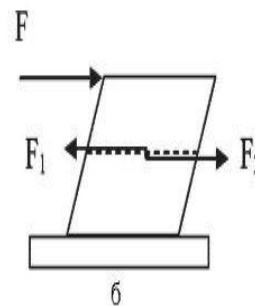
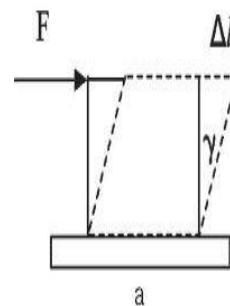
- **Растяжение (сжатие)**

действует продольной силы R_z .

Все остальные силовые факторы равны нулю



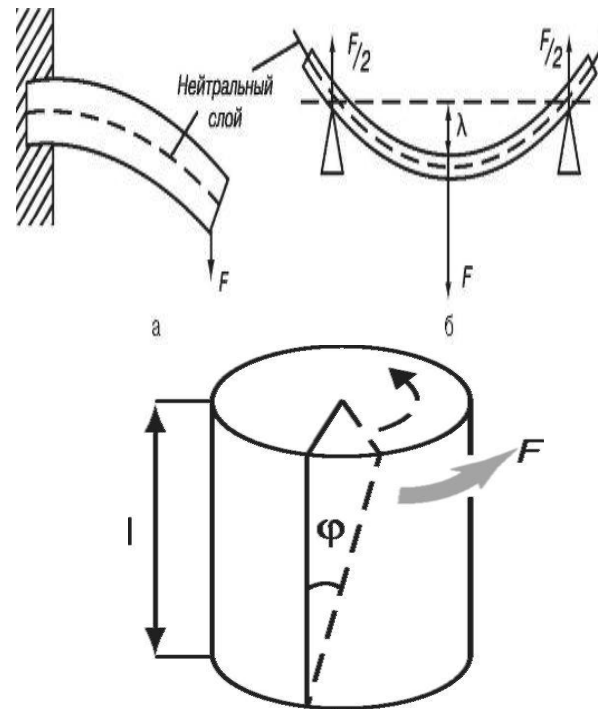
- **Сдвиг** - действуют две разнонаправленные силы



Виды деформации

Изгиб – вид деформации, при котором в поперечном сечении возникает только изгибающий момент (M_x или M_y). Если в том же сечении возникает поперечная сила – поперечный изгиб

Кручение – в поперечном сечении действует только крутящий момент. Все остальные силовые факторы равны нулю.



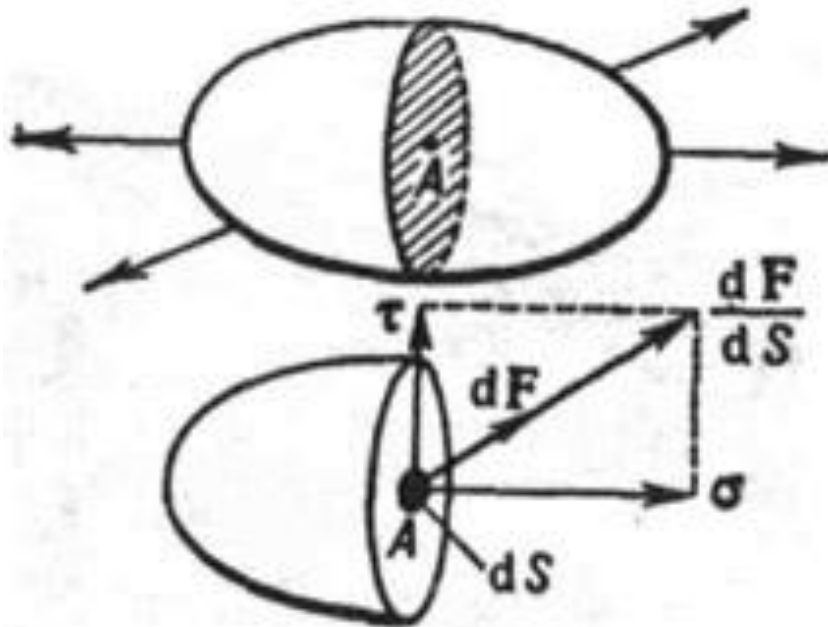
Еще о деформациях

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Относительная деформация – отношение абсолютной деформации к длине тела

Коэффициент Пуассона показывает во сколько раз деформация в поперечном направлении меньше, чем в продольном $\mu = \varepsilon_{\perp} / \varepsilon$. Лежит в пределах от 0 до 0,5.

Механическое напряжение



$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Механическое воздействие на тело изменяет взаимное расположение его частиц.

Под действием внешних сил расстояние между частицами тела меняется. Это приводит к возникновению внутренних сил, стремящихся вернуть атомы в исходное положение.

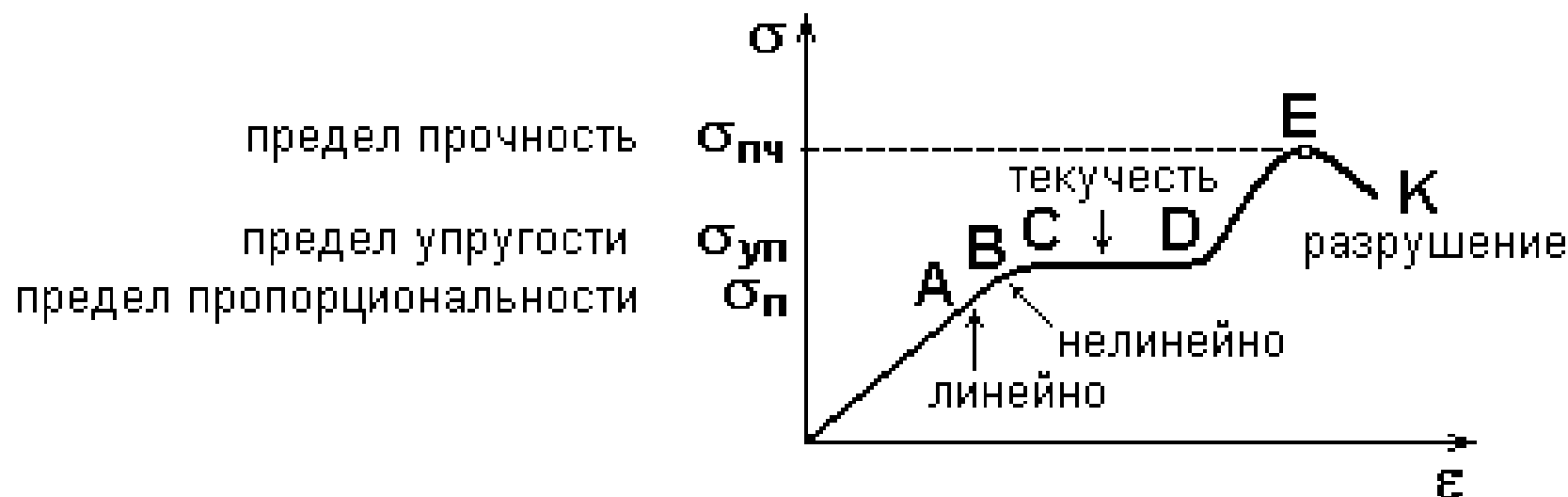
Мерой этих сил является механическое напряжение. Напряжение равно отношению модуля силы, возникающей в данном сечении в результате деформации, к площади сечения.

Закон упругой деформации - Закон Гука

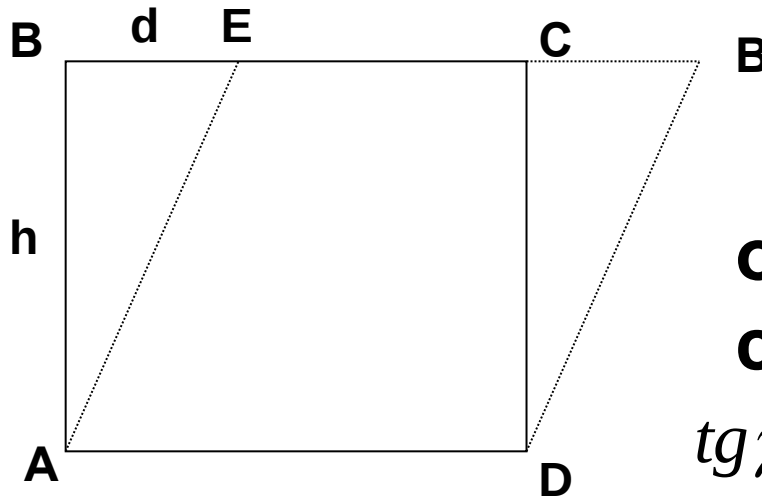
Относительная деформация прямо пропорциональна напряжению

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

E - модуль Юнга [Па]



Закон Гука для деформации сдвига



Угол $\angle BAE = \gamma$
относительный
сдвиг

$$\operatorname{tg} \gamma = \gamma = \frac{d}{h}$$

$$\tau = \frac{F}{S}$$

$d = \frac{Fh}{\varphi S}$ - модуль упругости второго рода
(модуль сдвига)

$\tau = \varphi \cdot \gamma$ - закон Гука для сдвига

Механические свойства тканей зуба

Ткань	E , ГПа	σ_p , МПа	σ_{max} , МПа	ϵ_{full} , %
Дентин	$3,67 \pm 0,38$	348 ± 16	538 ± 19	$22,6 \pm 1,2$
Эмаль	5,49	240	253	5,0
ДЭС	8,43	151	251	3,7



КЛАССЫ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

- КОНСТРУКЦИОННЫЕ
- ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ
- КЛИНИЧЕСКИЕ
(ПЛОМБИРОВОЧНЫЕ)

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ:

- металлы и сплавы;
- пластмассы для базисов протезов;
- материалы для искусственных зубов (фарфор, металлокерамика).

Требования к металлам и сплавам

- высокая коррозионная стойкость в полости рта;
- высокие механические показатели (прочность, твердость, упругость, пластичность и др.);
- хорошие технологические качества (должны легко подвергаться литью, паянию, сварке, штамповке, протяжке, полировки);
- необходимые физические показатели (цвет, малая усадка, невысокая температура плавления).

Требования к базисным материалам

- достаточная прочность соединения с фарфором, металлами, пластмассами;
- легкость починки;
- цветостойкость по отношению к воздействию факторов окружающей среды, а также они должны легко окрашиваться и имитировать естественный цвет десен;
- безвредность для тканей полости рта.

Полимеры классифицируются по:

1) происхождению:

природные, или биополимеры (белки, нуклеиновые кислоты, натуральный каучук);

синтетические (полиэтилен, полиамиды, эпоксидные смолы)

2) природе:

органические;

элементоорганические

неорганические

3) форме молекул:

- линейные полимеры, в которых структура молекул представлена в виде длинной цепочки, состоящей из мономерных звеньев. (АКР – 15);
- «сшитые» полимеры, в которых структура молекул представлена в виде цепочек, связанных и «сшитых» в отдельных местах «перемычками». (Акрел);
- «привитые» сополимеры содержат молекулы, которые «привиты» к линейно-цепным молекулам другого полимера. (Фторакс, Акронил).

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:

1) ОТТИСКНЫЕ:

- твердые (зуботехнический гипс);
- пластичные (текучие пасты);
- эластичные (альгинатная слепочная масса, силиконовые материалы).

2) моделировочные:

- моделировочный воск;
- воск для базисов протезов;
- формовочные материалы (бюгелит, аурит, кристасил –2, силамин).

3) абразивные:

- алмаз, корунд, наждак;
- абразивные пасты.

Требования к оттисковым материалам:

- малая усадка;
- пластичность в момент введения в полость рта, быстрое и полное затвердевание в условиях влажности и температуры полости рта;
- точность получения оттиска и отсутствие деформации при выведении из полости рта.

Классификация оттисковых материалов:

- твердые («Супергипс» – Россия, «Херстон М» – Германия, «Фуджирок Е.П.» - Япония);
- пластичные (текучие пасты «Репин», «Неогенат» – Франция, «Скутабонд» – Германия; термопластические такие как, «Стенс», «Дентопласт» – Чехия);
- эластичные (альгинатные слепочные массы такие как, «Стомадент» – Россия, «Ипен», «Эластик плюс» – Чехия; силиконовые материалы такие как, «Вигален–30, –35» – Россия, «Эксафлекс» – Япония; полиэфирные на основе каучука такие как, «Импрегум», «Пермадин» – Германия).

Моделировочные материалы:

- моделировочный воск («Лавакс» – Россия, «Церин» – Чехия, «Воск для вкладок» – Германия;
- воск для базисов протезов («Спофакрил» – Чехия, «Ребарон» Япония, «Мегадент» – Германия);
- формовочные материалы (гипсовые такие как, «Силаур» – Россия, «Экспадента» – Чехия; фосфатные такие как, «Селикон F» – Чехия, «Вест Джи» и «Фудживест» – Япония; силикатные такие как, «Аурит», «Сиолит» – Россия, «Дегувест HFG» – Германия).

Абразивные материалы:

- алмаз, корунд, наждак;
- абразивные пасты.

КЛИНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ПЛОМБИРОВОЧНЫЕ)

- постоянные пломбировочные материалы;
- временные пломбировочные материалы;
- лечебные пломбировочные материалы;
- пломбировочные материалы для заполнения корневых каналов зуба.

Требования к пломбировочным материалам:

- химическая устойчивость в полости рта;
- устойчивость к механическим нагрузкам при жевании;
- сохранность постоянного объема и формы при отливки и при температурных деформациях;
- адгезия к твердым тканям зуба;
- высокие косметические показатели.

ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ.

УСЛОВИЕ ПРОЧНОСТИ

Прочностью стоматологических материалов называется способность сопротивляться действию нагрузки, вызывающей деформацию.

ПОНЯТИЕ ОБ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

Предел усталости (выносливости) $\sigma_{уст}$ – это наибольшее периодически меняющееся напряжение, при котором в материале при любом числе циклов нагружения трещины не возникают.

Условие прочности –

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{уст} / k_{уст},$$

где $k_{уст}$ – коэффициент запаса.

На характеристики материалов в полости рта оказывают влияние:

- Температура;
- Влажность;
- Агрессивность среды;
- Фактор времени.

ПОЛЗУЧЕСТЬ – это изменение во времени деформаций, возникающих в нагруженных протезах.

ПРЕДЕЛ ПОЛЗУЧЕСТИ – это напряжение, при котором пластическая деформация за заданный промежуток времени достигает заданной величины.

Методы определения физико-механических свойств стоматологических материалов

Под качеством стоматологических протезов, пломб, вставок и т.п. понимают совокупность их свойств, обуславливающих долговечность функционирования при удовлетворении целого ряда физико-химических, медико-биологических, эстетических и экономических требований.

Характеристики стоматологических материалов

- Текучесть – это явление увеличения деформации практически без увеличения нагрузки.
- Ползучестью называется явление постепенного нарастания деформации даже при мгновенном нарастании нагрузки;
- Пластичность – это способность материала получать большие остаточные деформации, не разрушаясь.
- Прочностью стоматологических материалов называется способность сопротивляться действию нагрузки, вызывающей деформацию.

Методы разрушающего контроля

применяются в основном на стадии доклинического испытания стоматологических материалов при экспериментальном обосновании новых видов протезов.

1. Испытание на прочность при растяжении. По диаграмме растяжений и деформаций определяются: предел прочности, предел текучести, предел пластичности, относительное удлинение и сужение, модуль Юнга

2. Определение прочности на сжатие.

Определяют свойства хрупких материалов.

3. Испытание на изгиб. Используются различные виды тензодатчиков

4. Определение твердости.

- Твердость, определяемая вдавливанием, характеризует сопротивление пластической деформации.
- Твердость, определяемая царапанием, характеризует сопротивление срезу.
- Твердость, определяемая по отскоку, характеризует упругие свойства материалов.

Метод определения твердости по Бринеллю

- С помощью гидравлического пресса в поверхностный слой испытуемого материала вдавливается стальной шарик. Измеряют диаметр углубления. Показатель твердости

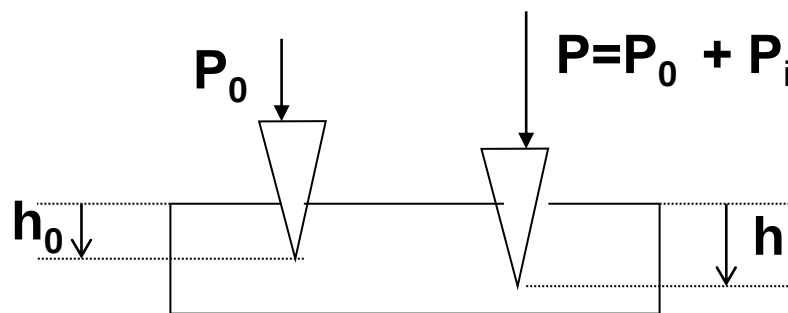
$$H_i \frac{P}{S} = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

где D – диаметр шарика, d – диаметр отпечатка, P – нагрузка.

Метод определения твердости по Роквеллу

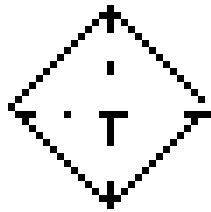
Твердость определяют по глубине отпечатка наконечника с алмазным конусом. По специальной шкале производят расчет, используя соотношение

$$\varepsilon = \frac{h - h_0}{0,002}$$



Метод определения твёрдости по Виккерсу

Вдавливается пирамидка с углом при вершине 136° . Определяются две диагонали отпечатка. d - среднее арифметическое двух диагоналей.



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

5. Испытание при переменных нагрузках. Проводится для хрупких, пластичных материалов. Вводится понятие предела выносливости как способности выдерживать определенное число циклов нагружения до разрушения.
6. Метод динамических испытаний. Применяется для пластических материалов. Заключается в определении ударной вязкости.

Методы неразрушающего контроля

7. Тепловые методы испытания материалов.

8. Акустические методы:

- метод эхолокации
- теневой метод (сквозное прозвучивание. Дефект ослабляет или задерживает регистрируемый сигнал)

- импедансный метод (наблюдение колебания стержня, приведенного в контакт с поверхностью исследуемого образца. Дефекты уменьшают акустический импеданс и увеличивают амплитуду колебаний)
- резонансный метод. Определяют частоту резонанса. Дефект ослабляет резонанс
- эмиссионный метод. Регистрируют УЗ, возникающие в момент образования трещин
- метод свободных колебаний Проводят анализ собственных частот колебаний образца после удара

9. Оптические методы

Основаны на взаимодействии оптического излучения с веществом. Можно обнаружить пустоты, расслоения, поры, трещины, включение инородных тел, внутренние напряжения, отклонение от заданных размеров.

10. Радиационные методы

- Радиография – получение видимого изображения внутренней структуры изделия.

11. Радиоволновые методы. Метод СВЧ для контроля качества изделий из диэлектрических материалов.

12. Рентгено-структурный анализ.

Нами рассмотрены:

1. Понятия деформации и напряжения. Классы и виды деформаций.
2. Законы упругой деформации для растяжения – сжатия, сдвига.
3. Классы стоматологических материалов.
4. Методы определения качества стоматологических материалов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Обязательная:

- Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник. -М.: Дрофа, 2007.-

Дополнительная:

- Федорова В.Н. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии: учебное пособие. -М.: Физматлит, 2005.-
- Антонов В.Ф. Физика и биофизика. Курс лекций: учебное пособие.-М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.-
- Самойлов В.О. Медицинская биофизика: учебник. -СПб.: Спецлит, 2004.-

Электронные ресурсы:

- ЭБС КрасГМУ
- Ресурсы интернет
- Электронная медицинская библиотека. Т.4. Физика и биофизика.- М.: Русский врач, 2004.



Красноярский
Государственный
Медицинский
Университет
им. проф.
В.Ф.Войно-Ясенецкого



**БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ**