

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“
СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
СКОПЈЕ

Д-р Ефтим К. Мирчев

ВЛИЈАНИЕТО НА ВОДАТА
НА ВРЗУВАЧКИТЕ И ТЕРМИЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА
НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ СО ОСВРТ НА
НЕОДУРОТЕРМ В МАСАТА
(докторска дисертација)

Скопје, 1993 година

УНИВЕРЗИТЕТ "СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ"
СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
СКОПЈЕ

Д-р Ефтим К. Мирчев

**ВЛИЈАНИЕТО НА ВОДАТА
НА ВРЗУВАЧКИТЕ И ТЕРМИЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА
НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ СО ОСВРТ НА
НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА**

(докторска дисертација)

Скопје, 1993 година

Ментор:

Проф. д-р Марко В. Филјански, dr sci
Стоматолошки факултет - Скопје

Членови на комисијата:

Претседател:

Проф. д-р Игњат Богдановски, dr sci

Проф. д-р Ерол Шабанов, dr sci

Доц. д-р Драголјуб Велески, dr sci

Стоматолошки факултет - Скопје

Наука на која што се стекнува докторатот:

СТОМАТОЛОШКИ НАУКИ

Благодарници

Ја користам можноста најтопло да му се заблагодарам на мојот ментор проф. д-р Марко Филјански, dr.sci за помошта, стручните совети и консултации околу подготовката на овој труд.

Посебна благодарност му изразувам на проф. Кирил Поп Тонев, dr. sci, од Технолошко-металуршкиот факултет за несебичната помош, стручните совети и консултации, како и ставање на услуга на потребната апаратура за реализација на иксперименталните испитувања.

Користам прилика да и се заблагодарам на госпоѓа Јелица Угриновска, шеф на лабораторијата на ОХИС, која ми помогна при реализацијата на гранулометриските методи.

Се заблагодарувам на забниот техничар Вера Стојанова која ми помогна во припремата на масата за вложување, восочните модели и излевањето на мостовските конструкции.

Особена благодарност изразувам кон Лидија и арх. Трајко Трајковски за несебичната помош што ми ја укажаа при компјутерската обработка и несекојдневната ликовна концепција на графичкото обликување на овој труд.

На мојата почитувана пријателка Оливера Павловска и се заблагодарувам за брзата и успешно извршена лектура на овој труд.

Се заблагодарувам на сите оние кои на било кој начин ми помогнаа во реализацијата на овој труд.

ВЛИЈАНИЕТО НА ВОДАТА НА ВРЗУВАЧКИТЕ И ТЕРМИЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ СО ОСВРТ НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА

КРАТКА СОДРЖИНА

Добивањето квалитетна фикснопротетичка изработка што ќе пасува на препарираниите заби во устата на пациентот многу зависи од користењето добри маси за вложување. Од масите се бара овозможување доволна експанзија, како, врзувачка и хигроскопна така и термичка. Масата треба да обезбеди компензирање на контракцијата на денталните легури која што настанува при стврднувањето на распената легура до собна температура.

Литературните податоци што ги користевме, во некои од резултатите се совпаѓаат со нашите, особено во процентот на врзувачката и хигроскопната експанзија, како и во однос на влијанието на количината на водата. Погусто замешана маса дава повисок процент на врзувачка експанзија. Нашите резултати од термичката експанзија отстапуваат од тие во литературата, и во сите соодноси се помали од 1%.

На експанзијата влијаат многу фактори. Ние си поставивме за цел да испитаме некои од тие фактори и да го истражиме нивното влијание на експанзијата на масата неодуротерм 5, и тоа:

- составот и гранулацијата на масата и гранулацијата на нејзините составни компоненти;
- влијанието на количината вода, додадена при мешањето со прашокот, врз експанзијата на масата. За овој дел од истражувањето експериментиравме со три соодноси прашок/вода (п/в): прво, по препорака на производителот, второ, количината на вода ја намаливме за 5% и трето, количината на вода ја зголемивме за 5%.

Во сите три наведени соодноси п/в, беше анализирана нормалноврзувачката, хигроскопната, термичката и на крајот, вкупната експанзија на масата неодуротерм 5.

Паралелно со испитувањето на експанзијата, на пластичен модел, беа изработени по три мостовски конструкции за секој сооднос п/в. Мостовските конструкции по излевањето беа исчистени од масата за вложување и песочени. Така добиени, тие се анализираа, се пробаа на моделот и се споредуваше процентот на

вкупната експанзија на масата и навлегувањето на мостовската конструкција до границата на препарацијата (до местото на моделирањето).

Од анализата на добиените резултати може да ги донесеме следниве заклучоци:

- масата неодуротерм 5 е со финозрнеста структура. Најголем процент, 12,2%, е со големина на зрната од 24 микрони, а 11,2% е со големина на зрната од 48 микрони. Гранулацијата на масата наполно одговара на барањата на светските стандарди;
- составот на масата е композиција на кварц (48%), кристобалит (25%) и врзувачко средство - разни форми на гипс (27%). Додатоци што ги подобруваат нејзините својства, како, натриум, калиум, литиумхлорид, кои, додадени во мали количини ја зголемуваат термичката експанзија на гипсените маси за вложување, не се најдени;
- фазата на врзувањето на неодуротерм 5 масата завршува по 120 минути од почетокот на мешањето. Таа спаѓа во бавноврзувачките маси. Овој податок отстапува од упатството на производителот, каде стои дека фазата на врзувањето завршува по 25-30 минути, кога може да почне загревањето на киветата и нејзината припрема за леење;
- нормалноврзувачката експанзија на масата е во границите на барањата, но дури по два часа врзувањето има средна вредност 0,46%. Во времето на врзување што го препорачува производителот таа изнесува само 0,22% и е недоволна;
- погусто замешаната маса, со 5% помалку вода, за исто време на врзување дава повисок процент на експанзија, и тоа 0,49% по 120 минути;
- хигроскопната експанзија на наведената маса е доста висока. Замешана според упатството, таа е со средна вредност 2,89% или за 5,8 пати е повисока од нормалноврзувачката експанзија. Замешана погусто, со 5% помалку вода, таа е уште повисока, со средна вредност 3,27% или за 6,6 пати повисока од нормалноврзувачката експанзија со ист сооднос. Поретко замешаната маса, со 5% повеќе вода, даде, исто така висок процент на врзувачка експанзија (2,82%), 7,2 пати поголема од нормалноврзувачката со ист сооднос;
- термичката експанзија на масата е мала, независно од тоа дали е врзана на собна температура или во хигроскопни услови и отстапува од процентот од 1,0% што го наведува производителот. Замешана во

сооднос по упатството, ние добивме средна вредност од 0,07%. Погусто замешаната маса, со 5% помалку вода, даде термичка експанзија од 0,44% на 700⁰С. Кај масата замешана со 5% повеќе вода, експанзијата на 700⁰С е уште помала (-0,17%) - добивме термичка контракција;

- термичката експанзија на масата врзана во хигроскопни услови е исто така мала. Кај масата замешана по упатството, таа изнесува 0,21%, кај погусто замешаната маса изнесува 0,34%, а кај поретко замешаната маса изнесува 0,08%. И тука, експанзијата е поголема кога масата ќе се замеша погусто. Речиси нема разлика во процентот на термичката експанзија меѓу масите врзани на собна температура или во хигроскопни услови. Влијанието на количината вода при мешањето на масата се чувствува во сите соодноси. Во сите експанзии, масата замешана со помалку вода дава поголем процент на експанзија. На второ место е процентот на експанзијата на замешаната маса по упатството на производителот. Поретко замешаната маса дава помал процент на експанзија, како врзувачка и хигроскопна така и термичка;
- вкупната експанзија на масата врзана на собна температура во сите три соодноси даде мал процент на вкупна експанзија - под 1,0%. Вкупната експанзија на масата замешана по упатството изнесува 0,53%, кај погусто замешаната маса изнесува 0,93% и кај поретко замешаната маса изнесува 0,36%. Оттаму, сите 9 мостовски конструкции не навлегуваат во моделот до границата на препарацијата (границата на моделирањето). За тие да пасуваат и да навлезат до местото на моделирањето, треба да се струже од луменот на врските за да се изврши "успешна" компензација на контракцијата на легура-та;
- вкупната експанзија на масата за вложување замешана во три соодноси и врзана во хигроскопни услови е висока; замешана според упатството, таа изнесува 3,11%, погусто замешана, со 5% помалку вода 3,61%, поретко замешана, со 5% повеќе вода 2,90%. Толку висок процент на вкупната експанзија е резултат на хигроскопната експанзија која е висока во сите три соодноси. Високиот процент на вкупната експанзија не го следи и оптималното навлегување на мостовските конструкции во сите три соодноси. Во првите два соодноса, мостовските конструкции со благ притисок навлегуваа до границата на моделирањето. Конструкциите беа со мазни орални и оклузални површини, со присуство на една до две метални перли, лесни за об-

работка, без губење време и материјал. Вкупната експанзија во овие два соодноса е пропратена со најдобри резултати, гледано од сите аспекти. Во третиот сооднос, со 5% повеќе вода, иако имавме висок процент на вкупна експанзија, 2,90%, трите конструкции не навлегуваа до границата на препарацијата;

- покрај многуте фактори што влијаат на експанзијата на масата за вложување, а кои не беа цел на нашето истражување, јасно се покажа дека количината вода за мешање на масата има значајно влијание на сите видови експанзии на масата. Треба да се почитуваат препораките на производителите, но не е премногу, ако постојат можности, тие да се проверуваат.

Хигроскопната врзувачка експанзија треба да го најде своето место во секојдневната работа во заботехничката лабораторија, во изворна или во модифицирана форма.

Клучни зборови:

вложување за леење, стоматолошко; стоматолошки материјали; стоматолошка протетика; коронки и мостови

INFLUENCE OF WATER ON SETTING EXPANSIONS AND THERMIC EXPANSION OF INVESTMENT MATERIALS WITH REFERENCE TO NEODUROTERM 5

ABSTRACT

To obtain precise fixed denture well fitted on prepared teeth in patient's mouth, depends, in good part, on usage of high-grade investment materials. The investment is expected to enable enough expansion, setting and hygroscopic, as well as thermic. It is expected to provide contraction compensation of dental alloys, being a process advancing during hardening of melted alloy at room temperature.

Available literature data are partially supporting our results, particularly when the percentage of setting and hygroscopic expansion is concerned. They are in good concordance, as well, in respect to the influence of quantity of water. The thicker the investment material is mixed, the higher percentage of setting expansion is achieved. Our results in thermic expansion aspect differ from those other authors have presented, and are less than 1% in all the three ratios powder/water.

Investment expansion is influenced by many a factors. The aim of our study was to investigate some of them, and their influence on the expansion of the investment material Neoduroterm 5: (1) granulation of the investment material and granulation of its components; (2) the influence of quantity of water added in mixing the powder on expansion of the investment. For that purpose we proceeded with trials in three ratios powder/water. At first, it was mixed according to manufacturer's directions, second, the quantity of water was reduced for 5%, and third, the quantity of water was enlarged for 5%.

Normal setting, hygroscopic and thermic expansion were analysed in all the three ratios powder/water, and finally, the total expansion of the investment material Neoduroterm 5.

With the expansion investigation, paralelly, three dental bridges on acrylic models, were produced in each of the ratios powder/water. After casting, retained investment material was removed from the dental bridges, and they were sand-blasted. Achieved in this manner, they were analysed, fitted on the model, and the percentage of total setting expansion was compared to level of fitting of the dental bridge to the preparation border.

From the analysis our results, the following conclusions are proposed:

- *Neoduroterm 5 investment material has fine grain structure. The greater part of it (12,2%) show grain size of 24 microns; 11,2% has grain size 48 microns. Granulation is corresponding to world standard's requirements (ISO, DIN, BS).*
- *In the composition of the investment, 48% quartz, 25% cristobalite and a bonding component, i.v. different features of gypsum, in 27% were found. Inclusions for promotion of its properties, as, sodium, potassium, or lithium chloride, were not found.*

Setting phase of Neoduroterm 5 investment material is finished after 120 minutes from the onset of mixing. It belongs to the group of slow setting investment materials. This finding differs from data given by the manufacturer, which suggest to finishing of the phase of setting after 25-30 minutes, when heating of the mould is to advance, as its preparing for casting.

Normal setting expansion of the investment material is between the limits of the requirements, but not less than in two hours its mean value is 0,46%. As for the time needed, suggested by the manufacturer, it is only 0,22% and is not satisfactory.

When the investment material is mixed thicker, with 5% less water, in an equal time of setting it shows higher percentage of expansion (0,49%) after 120 minutes. When it is mixed more waterly, with 5% more water, the setting expansion is poorer - 0,39% after 120 minutes.

Hygrosopic expansion of Neoduroterm 5 is pretty high. When mixed according to the manufacturer's directions, its mean value is 2,89% (5,8% higher than the normal setting expansion in the same ratio). Waterly mixed, with 5% more water, showed, too, high percentage of setting expansion (2,82%), or, it is more than 7,2% higher than the normal setting expansion, in the same ratio.

Thermic expansion is poor, no matter whether the investment material was mixed at room temperature or in hygrosopic conditions, and it differs from the percentage 1,0%, we were refered to, by the manufacturer. When mixed according to the manufacturer's directions, we achieved a mean value 0,07%. When mixed thicker, with 5% less water, the termic expansion at 700°C was 0,44%. The investment powder mixed with 5% more water, at 700°C revieled even lower expansion (-0,17%), and a termic contraction occured.

Thermic expansion of the investment material setted in hygroscopic conditions was low, too. When it was mixed according to the manufacturer's directions, the expansion was 0,34%, when waterly mixed 0,08%. Similarly, the expansion was higher when the investment powder was mixed thicker. Nearly, there is not a difference between the percentages of thermic expansion whether the investment powder was mixed at room temperature or in hygroscopic conditions. Influence of quantity of water in mixing of the investment powder is evident in each of the three ratios. With all expansions, the investment powder mixed with reduced water quantity gives higher percentage of expansion. The second place belongs to the expansion when the investment material was mixed according to the manufacturer's directions. Waterly mixed investment powder gives lower percentage of expansion, setting and hygroscopic, or thermic.

The percentage for total expansion of the investment material setted at room temperature was low for all the three ratios, bellow 1,0%. Total expansion when the investment powder was mixed according to the manufacturer's directions was 0,53%, with thicker mixing 0,93% and with waterly mixing 0,36%. That is the answer why the model did not fit all nine dental bridges to the limit border of preparation. To fit and to enter to the border of preparation additional filing from the lumen of the crowns is needed, that is to provide "successfull" compensation of the alloy contraction.

Total expansion of the investment material mixed in three ratios and setted in hygroscopic conditions is high; when mixed according to the manufacturer's directions it is 3,11%, when thicker, with 5% reduced water, it is 3,61%, and when waterly mixed, with 5% more water, it is 2,90%. Such a high percentage of total expansion is due to hygroscopic expansion, which is being high in each of the three ratios. The high percentage of total expansion does not necessarily mean that each of the bridges produced under three different w/p ratios will optimally fit the model. For the first and second ratio, the bridges fitted the model to the limit border of preparation under mild pressure. They had smooth oral and occlusal surfaces, with one or two air bubbles, they were easy for correction, without loss of time or material. Total expansion for each of these two ratios was followed by best results, whatever point of view it is considered from.

In the third ratio, with 5% more water, although a high percentage of total expansion was found (2,90%), each of the three constructions did not fit the model to the limit border of preparation.

Beside the other factors influencing expansion of the investment material, and, which were not the aim of our investigation, it is evident that water quantity for mixing of the investment material plays a very important role for each of the expansions. Manufacturer's directions should be followed, but if possible, they should be tested.

Hygroscopic setting expansion should find its place in routine practice in dental laboratories, in its original or modified procedure.

Key words:

*dental casting investment; dental materials;
prosthodontics; crowns and bridges*

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	2
2. ПРЕГЛЕД ОД ЛИТЕРАТУРАТА	9
3. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	23
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД	25
4.1. <i>ИСТРАЖУВАЊЕ НА СОСТАВОТ НА МАСАТА</i>	27
4.2. <i>ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГРАНУЛАЦИЈАТА НА МАСАТА</i>	28
4.3. <i>ИСТРАЖУВАЊЕ НА ВРЗУВАЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА</i>	30
4.3.1. <i>Истражување на нормалноврзувачката експанзија</i>	32
4.3.2. <i>Истражување на хигроскопната експанзија</i>	33
4.4. <i>ИСТРАЖУВАЊЕ НА ТЕРМИЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА</i>	34
4.5. <i>КЛИНИЧКО ЛАБОРАТОРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА</i>	38
5. РЕЗУЛТАТИ	41
5.1. <i>СОСТАВ НА МАСАТА</i>	41
5.2. <i>ГРАНУЛАЦИЈА НА МАСАТА</i>	42
5.3. <i>ВРЗУВАЧКА ЕКСПАНЗИЈА</i>	51
5.4. <i>ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА</i>	53
5.5. <i>ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА</i>	54
5.6. <i>ВКУПНА ЕКСПАНЗИЈА</i>	58
6. ДИСКУСИЈА	72
7. ЗАКЛУЧОК	95
8. ЛИТЕРАТУРА	100

ВОВЕД

1.

глава

ВОВЕД

Сите метали, освен бизмутот и антимонот, и сите легури, па според тоа и денгалните легури, по преминувањето од растопена состојба (метален раствор, течна фаза) во тврда состојба (тврд раствор на металите, тврда фаза), покажуваат контракција. Контракцијата на металите и легурите е физичка појава која не може да се спречи, но затоа може, повеќе или помалку, да се компензира со масите за вложување. Компензацијата на контракцијата на денгалните легури, а ние ќе се задржиме на денгалните легури за изработка на фикснопротетички конструкции, е особено важна. Важна е зашто во стоматолошката практика се работи со восочни, и поретко, со пластични модели, кои се многу прецизни, грацилни и индивидуални. По формата, големината и растојанието, тие треба да одговараат на формата и големината на препарираниите природни заби за коронки или инлеи и на изгубените заби или растојанијата во ограничениот дефект на забната низа добиена со губењето на забите. Тие треба празнината да ја надополнат со вештачка мостовска конструкција. Желбата на сите протетичари е, готовиот восочен модел, по замената со метал, да биде со исти димензии, да пасува на своето место на моделот и во устата на пациентот, а притоа што е можно помалку да се обработува, со што не се губи време и скапоцен благороден метал.

Со таа изработка треба да се воспостави хармоничен превентивен, функционален и естетско-фонетски однос со преостанатите заби, како апроксимално и оклузално така вестибуларно и орално, но истовремено и со преостанатите структури на орофацијалниот комплекс и целиот организам.

За да се добие прецизна метална конструкција од планираната протетичка изработка, која ќе биде верна на восочниот модел и ќе

одговара на концепцијата на протетичарот, треба да се искористат димензионалните промени на восокот, денталната легура и масата за вложување, на таков начин што контракцијата на восокот и денталната легура ќе се урамнотежат со експанзијата на масата за вложување, така што, контракцијата на восокот заедно со контракцијата на легурата ќе бидат еднакви на врзувачката, хигроскопната и термичката експанзија, заедно. Ако успее тоа да се постигне, крајниот резултат ќе биде таков што излеаниот модел не ќе биде ниту поголем ниту помал од восочниот модел кој е оригинално и индивидуално направен на препарираното забно трупче или на заедно препарираните забни трупчиња со празниот простор. На тоа влијаат голем број фактори, како на контракцијата така на експанзијата. Тие во секој случај мора да се земат предвид. Колку поуспешно ќе се совладаат и усогласат тие фактори, толку поуспешно ќе биде завршена работата.

Теоретски, би требало да може да се измерат големините на контракцијата и експанзијата на сите материјали и на секоја нова шаржа кои учествуваат во формирањето на моделот, од што ќе произлезе ефикасно и сигурно манипулирање со димензионалните промени на тие материјали и ќе се постигне целосен успех. Практично, проблемот не е така едноставен и лесно решлив и не може да се влијае на сите фактори во секојдневното работење во заботехничките лаборатории.

Масите за вложување (ајнбет масите) имаат неколку важни улоги, и тоа:

- точна и детална репродукција на анатомската форма на восочниот модел, што значи добро квасење, прилепување кон восокот;
- доволна цврстина, стабилност и отпорност за да ја издржат температурата на загревањето и леењето со метал и притисок што настанува во тие фази на работа;

- компензација на контракцијата на восокот при моделирањето и на денталните легури што ја покажуваат при стврднувањето;
- добивање глатки површини на излеаната конструкција;
- контролирана и во секое време повторлива експанзија до највисоки температурни подрачја;
- лесно отстранување на масата од излеаната конструкција.

Крајниот резултат треба да биде добивање метална конструкција која наполно одговара на димензиите на восочниот модел која пакува на работниот модел и во устата на пациентот.

Експанзијата на масите за вложување може да биде врзувачка и термичка и се изразува во проценти линеарно, а вкупниот процент на двете експанзии треба да изнесува колку што е заедно контракцијата на восокот при моделирањето и контракцијата на употребената легура при стврднувањето и оладувањето до собна температура.

Врзувачката експанзија на масата за вложување потекнува од гипсот. Гипсот во овие маси има двојна улога, и тоа: прво, како врзувачко средство што овозможува поврзување на силициумдиоксидот и другите додатоци на масата и стврднување на замешаната маса со вода, второ, по стврднувањето ја дава цврстината на врзаната маса, односно на идното термо-блокче и калапот. Калапот треба да ги издржи притисокот на експанзијата при загревање и притисокот на растопениот метал при изливањето и да го спречи пукањето. При стврднувањето на замешаната маса гипсот се шири, експандира, и оттаму доаѓа до врзувачка експанзија. Според Anderson (3), врзувачката експанзија се одредува експериментално со мерење на промените на димензиите на слободно подвижната маса на материјалот. Тешко е да се каже дека слободната експанзија е и ефективна експанзија кога масата е затворена во метална кивета. Меѓутоа, тој вели дека врзувачката експанзија се

должи на егзотермичката реакција на гипсот. Ослободената топлина при врзувањето го загрева восочниот модел кој се шири во сè уште меката маса. Затоа врзувачката експанзија варира во зависност од продуцираната топлина. Таа експанзија е позната и како ладно врзувачка - на собна температура, нормално врзувачка, кристализациона или стврднувачка експанзија на масата за вложување. Процентуалниот износ на оваа експанзија изнесува 0,1% до 0,4%, а по некои автори (33) и до 1,0%. На тоа влијаат повеќе фактори, меѓу кои: односот на прашокот и течноста (П/В), видот на гипсот, α или β полухидратот, времето на мешањето, гранулацијата на прашокот, температурата на водата, староста на масата, условите на лагерувањето и други физички фактори. Атмосферскиот притисок, според некои автори, исто така има свое влијание (50, 76).

На повеќе од овие фактори во секојдневната работа во заботехничките лаборатории не им се посветува доволно внимание.

Scheu во 1933 година, како што наведува Franz (28), дошол до сознание дека врзувачката експанзија значително се зголемува ако масата за време на врзувањето дополнително се потопи во топла вода. Таквата врзувачка експанзија е позната како хигроскопна или топло врзувачка експанзија. Во светската литература хигроскопната експанзија е анализирана од мал број автори и, меѓу другото, затоа во расположливата стручна литература има мал број литературни податоци по тој проблем.

Нашите првични досегашни резултати и сознанија за хигроскопната експанзија ни даваат за право, овој вид топла врзувачка експанзија да го анализираме од повеќе аспекти, што би бил вреден придонес кон хигроскопната експанзија на гипсените маси за вложување, со осврт на неодуротерм 5 масата за вложување на Галеника, произведена од суровини на Вауег од Германија (31). Ја земаме таа маса зашто на нашиот пазар, засега, единствено таа може да се добие.

Постојат и посебни маси за хигроскопна експанзија. Познати се Hygroscopic No II и No I Hygroscopic Inlay.

Како што напоменавме, од секоја маса за вложување се бара висок процент на врзувачка експанзија, контролирана и во секое време повторлива експанзија до највисоко температурно подрачје, што би одговарало на законот на униформноста. Според Британскиот стандард BS 51189 од 1975 (11), сите видови вложувања на денталните модели за леене прават прилично тешкотии при нивната спецификација во однос на физичките особини, бидејќи и при сакани услови особините им се менуваат со текот на времето. Големината на овие промени е забележлива зависно од методот и условите на чување. Таквата забелешка е дадена во точката 7.1 од истиот стандард. Масите треба да се пакуваат во метални кутии, или водоотпорни кутии, а уште подобро во алуминиумска фолија и дозирани. BEGO-масите за вложување се пакуваат во алуминиумски фолии, водоотпорни, кои гарантираат постојаност за 12-18 месеци (9).

Техниката што е користена за мешање и ракување при вложувањето на денталните модели е исто толку битна колку и нивниот хемиски состав, при одредувањето на нивното однесување и нивните својства во нормални лабораториски услови. Во интерес на корисниците, посебно внимание се посветува на информирањето за техниката на мешањето и за експанзијата, со посебно барање податоците за тоа да се вклучат во секое пакување од материјалот. Понатаму, од масите се бара голема цврстина на термоотпорното блокче, што зависи од соодносот на прашокот и водата. Поретко замешаната маса по врзувањето дава блокче кое е порозно и со намалена цврстина,

Но, покрај една од врзувачките експанзии, добиениот калап по стврдувањето на масата се загрева и притоа доаѓа до преобразување, ширење на компонентите на силициумдиоксидот, па се доби-

ва топлотна или термичка експанзија на масите за вложување. Загревањето зависи од врзувачкото средство на масите за вложување. Гипсените маси, каква што е неодуротерм 5 масата, каде што гипсот се користи како врзувачко средство, се загреваат на 700°C - 750°C . При загревање преку 800°C , масата ги губи своите добри физички особини, предизвикува распаѓање, дисоцијација на гипсот во калапот (93), а со тоа се оштетува излеаната конструкција, при што не се постигнува успех во работата. Гипсените маси се користат за топење на благородни легури со интервал на топење до 1000°C .

Која температура ќе се користи зависи од составот на масата, од тоа дали е присутен кварц или кристобалит, или и двете термоотпорни компоненти, и во кој сооднос. Составот на масата и точката на која таа треба да се загрее треба да стои во секое упатство на производителот.

Процентот на термичката експанзија зависи од присутните компоненти. Кварцот, сам за себе, на температура од 575°C се шири за 1,2% до 1,4% линеарно, додека кристобалитот се шири 1,6% на температура од 200°C до 300°C .

Процентот на термичката експанзија на масите за вложување, според светските стандарди на DIN (19), ISO (38) и BS (11), треба да изнесува 1% или над 1%. Во секојдневното работење не секогаш се постигнуваат тие резултати. Некои автори (10, 33, 92) наведуваат и пониски вредности, на што влијаат доста фактори.



глава

ПРЕГЛЕД ОД ЛИТЕРАТУРАТА

Гипсените маси, поред гипсот, во својот состав содржат кварц и кристобалит компоненти, кои, према Phillips (70) се современи маси за вложување, предизвикуваат димензионални промени. Тие димензионални промени се сретнуваат во ладна состојба, при врзувањето, стврднувањето на масата и при загревањето. Тие промени се експанзијата и контакцијата и се изразуваат во проценти линеарно (86). Димензионалните промени што настануваат при врзувањето се познати како врзувачка експанзија на масите за вложување. Врзувачката експанзија потекнува од гипсот кој е составна компонента на масите и, тој, замешан со вода, дава пластична маса која при врзувањето кристализира и се шири. Тоа се гипсени маси. Таа експанзија е на собна температура и е позната како: врзувачка, стврднувачка, кристализациона, ладно врзувачка или нормално врзувачка.

При загревањето на масата за вложување, при приготвувањето за леење, исто така настануваат димензионални промени: ширење под влијание на топлина. Експанзијата што настанува при загревањето е позната како топлотна или термичка експанзија на масата за вложување. Термичката експанзија на гипсените маси за вложување настанува на високи температури, од 600°C до 750°C (производителот препорачува загревање до 700°C). Загревањето преку 800°C кај гипсените маси предизвикува губење на нивните добри особини и распаѓање на гипсот (93), при што доаѓа до расипување на одливката. На овие високи температури доаѓа до димензионални промени на кварцот и кристобалитот и се добива термичка експанзија на масите. Збирот на врзувачката и термичката експанзија ја дава вкупната експанзија на масите. Вкупната експанзија на масата, според Schwickerath (77), димензиите на вложениот восо-

чен модел треба точно да ги репродуцира, односно оваа експанзија треба да се изедначи со контракцијата на легурата по леењето.

На врзувачката експанзија влијаат многу фактори, меѓу кои: составот, гранулацијата, соодносот на прашокот и водата, видот на гипсот што е помешан во масата, дали е α или β полухидрат, времето и начинот на мешањето, времето на врзувањето, температурата и влажноста на воздухот во просторијата во која се меша, температурата на водата, староста на масата, начинот на чувањето и др. Атмосферскиот притисок, според укажувањето на некои автори (50, 76), исто така има свое влијание.

Современите маси, според Phillips (70), се композиција на кварцот и кристобалитот.

Врзувачката експанзија е поголема ако масата содржи α – полухидратен гипс, ако гранулацијата на зрното е помала, ако се меша со помалку вода и ако побавно се врзува. Процентот на линеарната експанзија изнесува 0,1% до 0,4%, како што наведуваат Nehring (33) и Marxkors (56). Бушана (12), наведува експанзија до 0,8%, а според некои автори (33), таа може да изнесува дури и до 1%. На процентот влијаат сите горе наведени фактори и нивната правилна примена (10, 11, 19, 29, 33, 38, 51, 62, 65, 78-80, 83-85, 92, 93). Според стандардите на American Dental Association (ADA), (2), таа изнесува 0,5%. Температурата на водата, исто така, влијае врз квалитетот на експанзијата. Студената и проточна вода го кочи врзувањето и доведува до порапава ливна површина. Температурата на водата треба да биде меѓу 18°C и 20°C (8).

Времето на врзување на масите, исто така, има посебно значење. Според литературните показатели и светските стандарди, тоа е различно и во интервал од 5 минути до два часа. Така, Ефтимов (26), кажува дека има маси кај кои стврднувањето почнува по пет минути, а кај други по 20 минути. Според стандардите на ADA (2),

времето на врзувањето на масата не треба да биде пократко од пет минути ниту подолго од 25 минути. Времето на врзувањето изнесува околу 30 минути според Marxkors (57), 25 минути според вадемекумот на Галеника од 1984 (30), односно 25 до 30 минути според вадемекумот од 1990 (31). Бидејќи масите можат да бидат бавноврзувачки и брзоврзувачки, треба да се почитува упатството на производителот.

Бавноврзувачките маси имаат предимство зашто овозможуваат добивање на глатки, мазни површини и истовремено вложување на повеќе восочни модели. Според светските стандарди DIN 13911 од 1984 (19), ISO 7490 од 1986 (38), потоа, според Kosjančić i Biffar (45), врзувањето на масата трае два часа. Британсиот стандард од 1975 (11) предвидува врзувањето да трае еден час. Обично, современите инлеј маси за вложување се врзуваат за 9 до 18 минути (70), а Kerr Sybron (Torino, Italia) (44) за своите маси препорачува врзување 13 до 30 минути.

На врзувачката експанзија влијае и употребената азбестна лента или замена за неа, а важно е тоа дали таа е влажна или сува. Влажната азбестна лента дава поголема врзувачка експанзија (20, 25, 69). Во секојдневната практика, на повеќе од овие фактори не им се посветува доволно внимание.

Денешниот начин на примена на масите за вложување, како што наведува Franz (29), потекнува од основните принципи на Ollendorf во 1904 год., а во 1907, Tagart ја модифицирал масата и препорачал машина за леене под дејство на притисок (29). Во истата студија, Franz забележува дека Van Horn, во 1910 година, за подобрување на експанзијата препорачал експанзија на восокот во водена бања на температура од 45°C и вложување на масата на истата температура. Köhler (46) препорачува опуштање, намалување на внатрешната напнатост на восокот во комора на температура од 36°C.

Во повеќето случаи добиената врзувачка експанзија, заедно со термичката, не е доволно да ја компензира контракцијата на восокот и легурата. Денталните легури покажуваат линеарна контракција од 1,6% до 1,8%, а ако се додаде и собирањето на восокот со средна вредност од 0,5% таа изнесува 2,1% до 2,3% за благородните легури, а за неблагородните легури, заедно со восокот, 2,7% до 3,2%.

Се прават напори за зголемување на врзувачката и термичката експанзија за да се добие конструкција која ќе пасува на моделот. За подобрување на врзувачката експанзија некои автори (16, 20, 23, 29, 35, 36) препорачуваат стврднувањето да се изведува во водена средина, во водена бања со загреана вода, во хигроскопни услови поради што овој вид врзувачка експанзија е познат како хигроскопна или топлотврзувачка експанзија.

Под поимот хигроскопна експанзија се подразбира способноста на некоја цврста или течна материја од својата околина да врзе вода, влага. Некои од таквите материи се: сулфурната киселина, гипсот, калциумот, хлоридот и други материи (43).

Според Franz (29), хигроскопната експанзија (како поим) на масите за вложување во стоматологијата за прв пат ја вовел Scheu во 1932, доаѓајќи до сознание дека врзувачката експанзија значително се зголемува ако масата за време на врзувањето дополнително се потопи во вода. Десет минути по полнењето на киветата со маса, тој ја потопувал во водена бања минимум 20 минути на температура од 37°C. Некои автори (79, 80, 82, 90) и денес го препорачуваат потопувањето на киветата или поливањето со топла вода, како и покривањето со влажна салвета, сунгер, влажен азбест. Така, Skinner и Degni (82), препорачуваат поливање на киветата со вода на температура од 37°C, а Trifunović (90) препорачува држење на влажниот објект со киветата во затворена

пластична кутија на чие дно се наоѓа влажна хартиена салвета. Se-dej (79, 80) препорачува потопување на киветата во вода.

Хигроскопната експанзија се јавува само во присуство на додадена надворешна вода. Замешаната маса за вложување, со киветата, се потопува во вода, каде што завршува врзувањето, односно стврднувањето на масата. Хигроскопната експанзија, практично, е волуменска промена на гипсот во масите за вложување, каде што додадената вода се инкорпорира меѓу кварцот во мешавината пред таа да се врзе. Навлегувањето на водата овозможува градење поголеми кристали на гипсот и поголеми меѓукристални простори (3, 10, 69). Според Mahler i Ady (54), хигроскопниот метод на експанзија е техника на експанзија на восокот која уште во 1910 година е опишана и препорачана од van Horn, и таа е продолжение на обичната експанзија поради додадената вода која ја заменува водата од хидратацијата.

Процентот на хигроскопната експанзија од разни автори е различно опишана (3, 10, 70). Кај некои маси тоа е мал процент, но најчесто процентот е висок. Така, масата на полидент-политерм А изнесува 1,6% за 60 минути (71). И Franz во 1982 година (28) добил хигроскопна експанзија од 1,6%. Други автори (15, 70) изнесуваат дека таа е двојно поголема. ADA спецификацијата бр. 2 (2) предвидува минимална експанзија од 1,2% и максимална од 2,2%. Според Phillips (70), таа може да биде и 6 пати поголема од нормално врзувачката експанзија. Craig (15) нашол дека хигроскопната експанзија е 4 пати поголема од врзувачката, односно достигнува 2% линеарна експанзија. Хигроскопната експанзија, според Docking (20), се движи од 1% до 2%. Користењето на влажна азбестна лента при вложувањето е облик на техника на додавање вода, при што се добива целосна хигроскопна експанзија (20, 24, 25, 28, 77). Phillips (70) ваквата експанзија ја нарекува полухигроскопна. Големината на процентот на хигроскопната експанзија зависи од многу фактори, а најмногу од полухидратот, односно од тоа дали е α или β по-

лухидрат, потоа од количината на кварцот во масата, од односот на водата и прашокот, времето на држење на киветата во вода, гранулацијата на масата, температурата на водата, времето на мешањето, староста на масата и др. Хигроскопна експанзија покажуваат сите маси за вложување каде што како врзувачко средство се ползува гипсот. Degni (16) укажува дека хигроскопната експанзија е обратно пропорционална на количината на гипсот во масата. Но, постојат и посебно приготвени маси за овозможување хигроскопна експанзија. Така, спецификацијата бр. 2 на ADA (2), за тип II маси за вложување бара минимална хигроскопна експанзија од 1,2% а максимална од 2,2%. Earnshaw (23) исто така наведува посебни маси за хигроскопна експанзија, како Hygroscopic N^o I и N^o I Hygroscopic Inlay. ISO 7490 (38) наведува маса тип II за хигроскопна експанзија.

Asgar, Mahler и Peyton (4) велат дека хигроскопната експанзија е во директна врска со додадената вода, а е независна од другите фактори, како односот вода/прашок, времето на мешањето и староста на масата. Тие, врз база на своите испитувања претпоставуваат дека додадената вода на надворешните површини на вложениот модел навлегува во внатрешноста на масата преку еден континуиран систем на пренесување.

Phillips (69) вели дека во водена средина хемихидратниот гипс реагира со зголемување на кристалите, додека недостигот на вода го инхибира растот на кристалите. Според тоа, хигроскопната експанзија е физичка појава. Истото мислење го дели и Боянов (10), кој вели дека на хигроскопната експанзија влијаат: присуството на огноотпорната маса и тоа особено присуството на кварцот, потоа гранулацијата на компонентите на масата и, особено гранулацијата на гипсот. Според него, поголема експанзија дава α -полухидратниот гипс затоа што побавно се врзува и се меша со помала количина на вода. Процентот на хигроскопната експанзија, според истиот автор, изнесува 1,0% до 2,4%. Според испитувањата на Ander-

son (3), процентот на хигроскопната експанзија е до 2% при оптимална температура од 42°C. Според овој автор, оваа експанзија е резултат на нараснувањето на желатинозниот матрикс од додадениот гипс во масата, кога почнува да се стврднува. Ова ги присилува кристалите од гипсот да се раздвојат што доведува до зголемување на димензиите. Присуството на силикатот ја ослабува кристалната структура на гипсот и, во присуство на додадената вода, се зголемува растот на кристалите, а тоа помага водата да пенетрира во целата маса. За тоа е потребно потопувањето во вода да се изведе пред почетокот на иницијалното врзување.

Подоцна, техниката на хигроскопната експанзија, ја доусовршува Hollenback (35) и таа е позната како Холенбакова техника на вложување. Новината овде е што, веднаш по вложувањето на моделот во масата, киветата со вложениот модел се потопува во водена бања на температура од 37°C во траење од 30 минути. Други автори (10, 16, 29, 77) и Холенбаковиот метод донекаде го модифицираат како во однос на температурата на водата, така и во однос на времето на држењето на киветата во вода. Schulz (77) предлага држење на киветата во водена бања 10 минути, на температура од 30°C до 40°C. Боянов (10) предлага температура на водата од 37°C до 40°C во траење од 30 минути, и тоа внесување во водата пред да почне врзувањето на масата. Во Dentist's Desk Reference (18) стои дека температурата на водата треба да изнесува 37°C до 38°C. Franz (29) препорачува потопување на киветата во вода 10 минути од почетокот на мешањето и држење на киветата во водата 20 минути, на температура од 37°C. Schillingburg, Hobo i Whitsett (81) укажуваат дека максимална хигроскопна експанзија се постигнува со држење на киветата во водена бања со температура на водата 40°C во траење од 30 минути. Според светските стандарди, DIN (19), ISO (38) и BS (11), температурата на водата изнесува 23°C ± 2°C.

Во светската стручна литература хигроскопната експанзија е анализирана од мал број автори и, меѓу другото, затоа има мал број литературни податоци, односно библиографски единици. Покрај веќе спомнатиот Scheu, помалку или повеќе со оваа проблематика се занимавале Earnshaw (21-24), Skinner (83), Skinner и Degni (82) Hollenback (35, 36), Delgado и Peyton (17), Commonwealth Bureau of Dental Standards (13), Mahler и Ady (53, 55), Docking (20), Asgar, Mahler и Peyton (5), Phillips (69, 70), Schulze (77), Sedej (79, 80) Nehring (33), Franz (28), Боянов (10), Trifunović (90), Тодоров (89), Мирчев и Здравевска (59), Мирчев (61, 62), Jørgensen (41-43).

Како повеќе автори (3, 10, 15, 20, 70), ние сметаме дека хигроскопната експанзија дава многу поголем процент на врзувачка експанзија на која, како што наведовме, влијаат многу фактори. До такви заклучоци дојдовме и ние во нашите досегашни практични испитувања што се публикувани во три наврати (59, 61, 62). Повеќе мостови, моделирани на фантом од ист техничар, со иста големина, од кои една третина беа вложени еднофазно, една третина експанзионо и една третина со овозможување на хигроскопна експанзија, покажаа различен степен на експанзија. Еднофазно и експанзионо вложените мостови никако не налегнуваа на фантомот до границата на препарацијата, ниту под притисок, без да се изврши дополнително стружење од луменот на коронките, додека мостовите кај кои беше овозможена хигроскопна експанзија, без тешкотии навлегуваа до границата на препарацијата и до границата на моделирањето. Мирчев (61) оригинално, за прв пат, укажа на уште поголеми практични резултати од хигроскопната експанзија, овозможена на температура од 38°C и под компресија од 6 бара во водена бања (Ivomat, Ivöclar, Lichtenstein). Мостовските конструкции навлегувале до границата на препарацијата и моделирањето било без тешкотии; надворешните површини биле глатки, без метални перли, без потреба од голема обработка и губење материјал и време. Од Köhler (46) е опишана хигроскопната експанзија во ивомат под притисок од 6 бара и температура од 37°C. Компанијата J.M. Ney (87)

констатирала дека хигроскопната техника на вложување дава одлични форми на одливките, со глатки површини.

Очевидно е дека, како што наведува Franz (29), многу од заклучоците на Scheu се фундаментални и претставуваат основа на сите истражувања и модификации на ова поле. Иако неговите експерименти биле повторувани, денес тие се изведуваат со контролирани лабораториски тестови и со примена на помодерна и попрецизна опрема за мерење и со поусовршени материјали.

Nehring (33) тврди дека новите истражувања, без приговор, покажаа дека процентот на хигроскопната експанзија е многу поголем од процентот на експанзијата постигната на собна температура (нормално врзувачка експанзија) и дека е под влијание на голем број тешко контролирани фактори. Хигроскопната експанзија е многу поголема од обичната (82). Тодоров (89) тврди дека хигроскопната експанзија е подложна на фактори кои тешко се контролираат, се одвива нерамномерно и го деформира восочниот модел. Затоа таа скоро и не се користи (1). Во публикацијата на компанијата J.M. Ney (87) е наведено дека точниот износ на зголемување на калапот кај хигроскопната експанзија е недефиниран.

Меѓу другите фактори, на процентот на експанзијата влијае и големината на зрната, односно финоста на масата. Osborn (68) укажува дека големината на честичите на масата треба да е таква што ќе овозможи вложениот модел да добие мазна површина, но сепак да има доволна пропустливост што ќе овозможи поминување на воздухот низ стврднатата маса за вложување. Откриено е дека намалувањето на големината на честичите во масата предизвикува зголемување на хигроскопната експанзија и зголемување на јачината на врзаната маса (13).

Skinner и Degni (82) тврдат дека температурата на водата во бањата влијае врз големината на хигроскопната експанзија. Така, тие

докажале дека на температура на водата од 25°C процентот на хигроскопната експанзија изнесува 2,5% во споредба со процентот на хигроскопната експанзија на температура од 37°C , кога изнесува 3,2%. Исти резултати добил и Landgren (49). Според Craig (15), температурата на водата има слаб ефект на хигроскопната експанзија. Сепак, при повисока температура на водената бања, експанзијата на восочниот модел е поголема. Со покачување на температурата хигроскопната експанзија фактички не се зголемува туку само се создаваат погодни услови за експанзија на восочниот модел. Docking (20) тврди дека нема промена на процентот на хигроскопната експанзија при промена на температурата.

Механизмот на настанувањето на хигроскопната експанзија е проучуван од многу истражувачи (52, 53, 75, 82). Според некои теории (82), додавањето вода во текот на врзувањето на масата ја зголемува дебелината на обвиткувачкиот филм на инертните частици и гипсените кристали и ги раздвојува. Според други (52), додадената вода доведува до поголема хидратација на калциумсулфатот, како и до експанзија. Трети веруваат (75) дека додадената вода доведува до бабрење на гипсениот гел кој експандира. Поновите теории (53) претпоставуваат дека хигроскопната експанзија, а и обичната врзувачка, се резултат на ист феномен: раст на гипсените кристали. Додадената вода (или друга течност) обезбедува додатен волумен во кој гипсените кристали можат да растат. И двата типа експанзии се во врска со вредностите на површинскиот напон, површинската тензија на замешаната течност.

Според Craig (15), на хигроскопната експанзија може да се влијае, и тоа со техниката на контролирано додавање вода, и тоа само до критичната точка, односно до моментот кога понатамошното додавање на водата нема влијание врз хигроскопната експанзија.

Постапката на овозможување хигроскопна експанзија е процес кој трае подолго, поради што таа се одбегнува, сметајќи дека тоа и е

негативна страна. Според Vujošević (91), механизмот на настанувањето на хигроскопната експанзија не е доволно објаснет.

Термичката експанзија на масите настанува при загревање на масата, термоотпорното блокче и киветата на висока температура. Таа потекнува од волуменската промена на силициумдиоксидот, односно од неговите модификации, кварцот и кристобалитот, кои се користат како составни термоотпорни компоненти на масите за вложување. При загревањето на масата за вложување настануваат нееднолични промени на волуменот. На одредени температури таа се шири, на други контрахира. Контракциите потекнуваат од гипсот и тие, како што наведува Letica (51), според Spanner и Gerlach се 2%, а според Hardner до 4%.

Ширењето при загревање потекнува од ширењето на кварцот при неговото преобразување од α во β -кварц, на температура од 575°C , и од ширењето на кристобалитот при преобразувањето од α во β -кристобалит, на температура од 200°C до 300°C (15, 32, 85). Загревањето на кварцот поединечно на температурата на преобразувањето од околу 600°C дава експанзија 1,2% до 1,4%, додека експанзијата на кристобалито изнесува 1,6% (10, 15, 28, 33, 51, 70). Експанзијата на масата за вложување одговара на збирот на контракцијата на гипсот и експанзијата на кварцот и кристобалитот (51). За намалување на контракцијата на гипсот, при загревањето, во масата за вложување се додаваат количини од 0,5 NaCl, според Mogi (63), а по други, 0,8% до 1% натриумхлорид или литиумхлорид (29, 33, 57, 70, 89), со што се спречува контракцијата на гипсот и индиректно се зголемува термичката експанзија. На термичката експанзија влијае и количината на кварцот или кристобалитот (39). Големината на честичите, гранулацијата на масата има значење за термичката експанзија. Колку е гранулацијата пофина и термичката експанзија ќе биде поголема (39) а истовремено и ќе овозможи добивање глатка, мазна површина (68). Мешањето на

масата со поголема количина вода дава помала термичка експанзија (28, 29, 51, 70, 87).

Овозможувањето хигроскопна експанзија на масата и дава помала термичка експанзија (22).

Според Finger и Jørgensen (27), брзината на загревањето на масата во киветата од $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ или директното загревање до 650°C , нема значење за процентот на термичката експанзија. Спротивно на ова, Osborn (68) установил дека термичката експанзија зависи и од времето на загревањето и од брзината на загревањето. Брзото загревање на масата дава помал процент на термичка експанзија. Според испитувањето на Earnshaw (23) и DIN (19) и ISO (38) стандардите, масите што содржат кристобалит лесно пукаат. За да се спречи пукањето, загревањето во интервалот од 200°C до 300°C треба да биде само со брзина од $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Големината на термичката експанзија, според светските стандарди, треба да изнесува 1% (11, 19, 38). ADA спецификацијата бр. 2 (2) предвидува термичката експанзија да не биде помала од 1% и не поголема од 2%. Галеника, во вадемекумот од 1984 и 1990 (30, 31) наведува дека термичката експанзија на масата неодуротерм изнесува 1%. Hehring (33) наведува дека термичката експанзија изнесува 0,2%, 0,8% до 1%. Боянов (10) наведува дека таа изнесува средно 0,9% кај масите што содржат кварц. Franz (28) наведува дека термичката експанзија изнесува 0,8% до 1,5%. Vukovoјас (92) наведува дека експанзијата на повеќето маси е под експанзијата на железото 0,95%, со исклучок на оние маси кои содржат кристобалит. Kerr Sybron (44) наведуваат термичка експанзија од 0,7% до 1,28%.

Збирот на една од врзувачките експанзии (која е овозможена) и термичката експанзија ја дава вкупната експанзија на масата за вложување. Таа, според сите стандарди, треба да изнесува 1,5%, а одделни автори наведуваат дека треба да биде над 1% (33), за да може успешно да ја компензира контракцијата на денталните

легури. Franz (28) наведува дека вкупната експанзија на масите изнесува 2% до 2,35%. Finger и Jørgensen (27) наведуваат вкупна експанзија од 1,7%. Тоа значи дека калапот, во загреана состојба на температура од 700°C, треба да биде загреан и експандиран за толку колку што изнесува контракцијата на денталната легура. Христозов (37) вели дека коефициентот на ширење на масата за вложување во моментот на леење треба да одговара на коефициентот на ширење на металот, а при стврднувањето на металот треба да одговара на неговото собирање.

Вливањето на растопениот метал во калапот треба да се изврши во моментот кога калапот е најмногу проширен за да очекуваме успешна компензација на контракцијата. Marxkors (57) вели дека иако ливната шуплина во моментот на леењето е зголемена за адекватен степен, тоа не обезбедува гаранција дека излеаната конструкција на крајот ќе пасува.

При исипувањето на растопениот метал во ливната шуплина (калапот) треба да се овозможи истиснување на воздухот од шуплината и добивање квалитетна одливка, односно конструкција. Воздухот од шуплината може да се отстрани на неколку начини. Прво, во загреана средина, воздухот е разреден и намален. Второ, и тој преостанат воздух се елиминира ако се лее во вакуум, и трето, со користење на канали за елиминација на воздухот кај поголеми конструкции или преку порозноста на масата (14, 64, 88), при што, восочните елементи при вложувањето треба да се постават периферно, на растојание од сидот на киветата 6mm-10mm.

3.
глава

ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Гипсот во масите за вложување има двојна улога. Прво ги поврзува главните и помошните компоненти во една целина, со што ја обезбедува потребната цврстина на термоотпорното блокче. Друго, гипсот при стврднувањето се шири и ја обезбедува врзувачката експанзија на масите. Врзувачката, нормално врзувачка или хигроскопна, експанзија, заедно со термичката експанзија, ја дава вкупната експанзија на масите за вложување. Овие маси се мешаат со вода. Составот на масите и количината на водата имаат посебно влијание на експанзиите. Оттука произлезе и целта на трудот, за чија реализација ќе се извршат лабораториски и клиничко-лабораториски испитувања, и тоа:

- запознавање со квалитативниот (хемискиот) и квантитативниот (минералошкиот) состав на масата за вложување и леење неодуротерм 5;
- гранулометриска анализа на масата, нејзините главни компоненти, како α и β -полухидратниот гипс, кристобалитот и кварцот, споредени со гранулометриската анализа на некои други маси: вировест, бегорал, кер-кристобалит, инлеј и кер-термовест;
- проверка на влијанието на водата врз процентот на врзувачките експанзии, нормално врзувачката и хигроскопната експанзија;
- анализа на термичката експанзија. Збирот на врзувачката експанзија и термичката експанзија ја дава вкупната експанзија на масата;
- клиничко лабораториски испитувања што опфаќаат подготвување на восочен модел, негова замена со метал и добивање метална конструкција. Таа конструкција ќе биде тестирана на модел со клинички мерки за проверка на нејзината клиничка вредност.

4.

глава

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За остварување на поставените цели ќе се извршат неколку последователни истражувања.

Пред сè, ќе се истражи составот на масата за вложување неодукротерм 5, ќе се одреди и запознае квалитативниот (хемискиот) и квантитативниот (минералоскиот) состав на масата за вложување и ќе се спореди со вообичаениот состав на масите даден во упатствата и литературата.

Потоа, ќе се истражи гранулацијата на масата, односно, ќе се изведе гранулометриска анализа на масата. Истражувањето ќе опфати испитување и одредување на големината на зрната, гранулите во масата дадени во микрони и остатокот на сито. Пофините, поситните зрна на масата овозможуваат добивање на поголема експанзија и добивање мазни површини на излеаната конструкција. Исто така, ќе биде испитана и големината на зрната и на одделните компоненти од масата, како α и β -полухидратниот гипс, кварцот и кристобалитот ќе се споредат со големината на зрната на некои маси за вложување, како: вировест и бегорал (BEGO (Bremen, Deutschland)) и кер кристобалит инлеј и кер термовест на фирмата Kerr Sybron (Torino, Italia).

Ќе бидат спроведени и истражувања на врзувачките (нормално врзувачка и хигроскопна) експанзија и влијанието на водата врз големината (процентот) на експанзијата. Количината на водата ќе се одредува во три соодноса. За секој сооднос ќе се извршат по пет анализи, мерења и ќе се добие средната вредност на експанзијата:

- количината на водата и прашокот, како што предвидува производителот на масата;

- количината на водата намалена за 5% од онаа што ја предвидува производителот на масата и анализа на влијанието на водата врз процентот на експанзијата;
- количината на водата зголемена за 5% од онаа што ја предвидува производителот и анализа на влијанието на водата врз експанзијата.

Во сите три соодноса ќе се одредува процентот на нормално врзувачката и хигроскопната експанзија. Потоа ќе се прави нивно споредување и вреднување.

Истражувањето на термичката експанзија ќе се врши на врзаната маса, по мерењето на врзувачката експанзија. Од секој сооднос од 5 мерења ќе се добие средната вредност на термичката експанзија. Потоа ќе се прави нивно споредување и вреднување. Збирот на врзувачката и термичката експанзија ќе ни ја даде вкупната експанзија на масата, која треба да овозможи успешна компензација на контракцијата на денталните легури.

Клиничко-лабораториските испитувања на излеаните мостовски конструкции ќе ги правиме на посебно подготвен модел. На него ќе се моделира восочен модел, кој потоа ќе биде заменет со метал. По леањето ќе се исчисти од масата за вложување и ќе се направат неколку проверки, и тоа:

- проверка - анализа на луменот на врските (коронките) од мостовската конструкција;
- анализа на оралната површина на конструкцијата;
- анализа на оклузалната површина на конструкцијата;
- проверка на нивното налегнување до границата на препарацијата (до границата на моделирањето во восок).

Со овие анализа се сака да се установи колку се овие површини мазни, без присуство на метални перли или какви и да било нерам-

нини и порозности, кои овозможуваат или не дозволуваат конструкцијата да пасува на своето место и да ги задоволува клиничките барања.

1. ИСТРАЖУВАЊЕ НА СОСТАВОТ НА МАСАТА

Одредена количина на масата неодуротерм 5 на Галеника, произведена од суровини на Вауег од Леверкусен, Германија, беше третирана за да се одреди квалитативниот (хемискиот) и квантитативниот (минералошкиот) состав на масата.

Квалитативниот состав е одредуван со помош на така наречениот Debay-Sherer-Hul-ов метод, односно, прашкест метод, за кој се користат ситнокристални, криптокристални, односно прашкести супстанции. Материјалот се меле и се доведува во форма на фина прашкеста супстанција. Прашокот се пресува и со пресувањето се добиваат ампули поставени во одредени метални плочки - носачи на пробите. Врз пресуваниот прашок се пропушта сноп од монокроматски X-зраци, профилирани преку никлен филтер. Овие зраци се добиени при услови на висок напон од 40kV и 20mA и, при судир со испитуваниот прашок, тие беа дефрактирани. Применувајќи го ди-фрактометрискиот метод анализираниот прашок при разни агли дава различни рефлексии, пикови, зависно од карактерот, природата, на испитуваните проби. Со помош на добиените вредности за аглите, познатите вредности на зраците и одредени табели и графици, директно се читаат одделните вредности.

Испитувањата се правени на апарат HZG-4, Јена, од германско производство, со интервал од 8° до $45^\circ 2\theta$, со брзина од $1^\circ 2\theta/\text{мин}$.

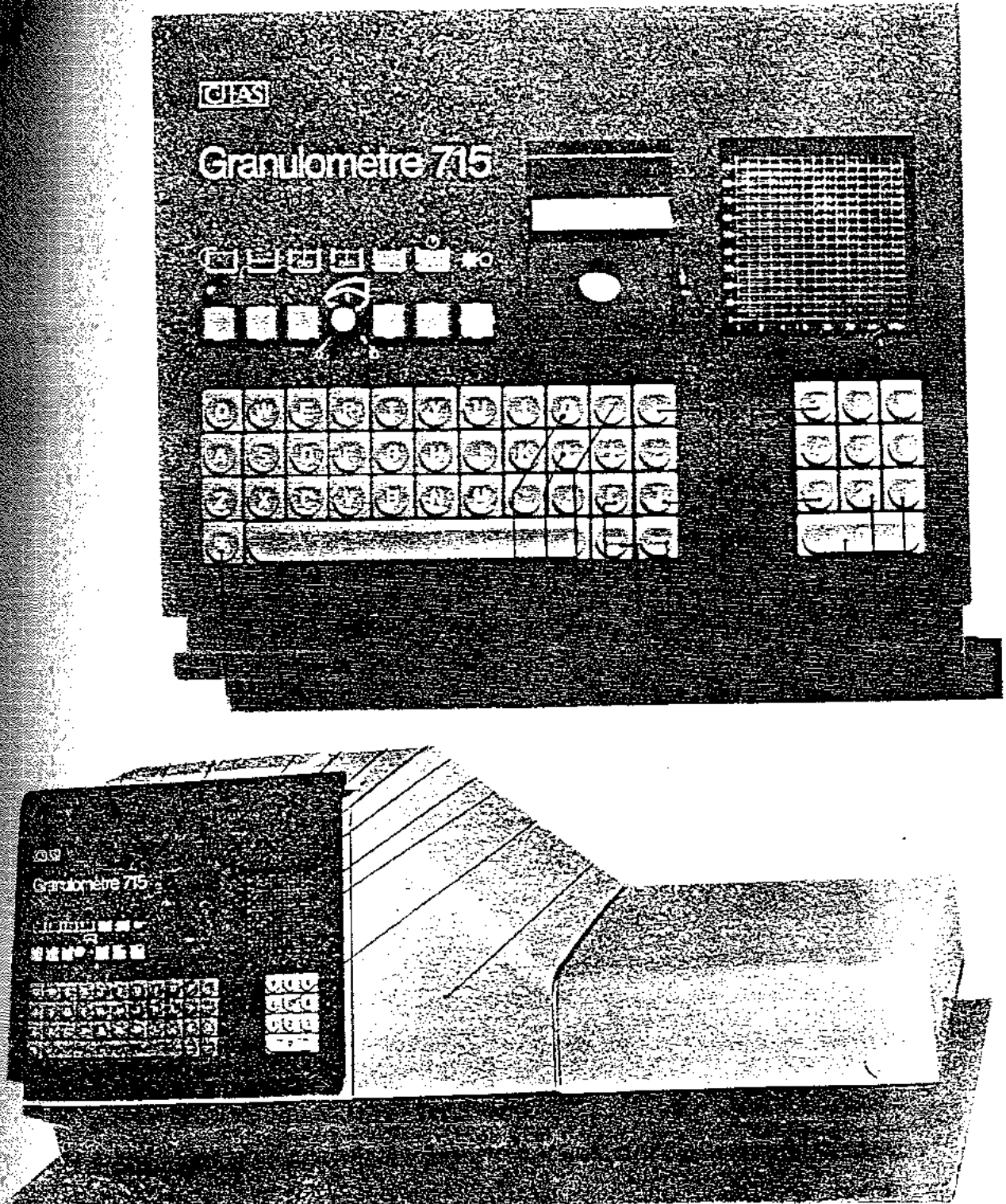
Квантитативниот состав го одредуваме со помош на метод по надворешни стандарди.

По запознавањето со хемискиот и минералошкиот состав вршме споредување со вообичаениот состав на масите, даден во упатствата на производителите и во литературата.

4.2. ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГРАНУЛАЦИЈАТА НА МАСАТА

Истражувањето на гранулацијата на масата, финоста и гранулометриската анализа опфаќа одредување на големината на зрната на неодуротерм 5 масата (дадени во микроми) и остатокот на сито. Финозрнестата структура на масата има влијание врз големината на процентот на експанзијата и врз добивањето излеана конструкција со мазни ѕидови, без рапавости и метални перли што, од друга страна, придонесува за намалување на времето за обработка, како и за намалување на загубите на благородниот материјал - легурата. Потоа е извршена гранулометриска анализа на поважните компоненти на масата, како на α и β -полухидратниот гипс, кварцот и кристобалитот. Големините на зрната на масата и компонентите се споредени со гранулацијата на масите за вложување вировест и бегорал на фирмата BEGO од Германија и Kerr cristobalit inlay и Kerr термовест масите, производ од фирмата Kerr Sybron (Torino, Italia).

Гранулометриската анализа на сите овие маси и состојки е извршена со гранулометар модел 715 (сл. 1). Овој апарат е направен за гранулометриски мерења на прашковидни продукти, суспензирани во течност. Со помош на компјутер, вграден во гранулометарот, брзо се определува дистрибуцијата на средната големина на честичи во опсег од 0-192 μ m со интервал на димензиите 1-1,5-2-3-4-6-8-12-16-24-32-48-64-96-128-192 микроми. Резултатите се печатат во неколку форми, а ние користевме резултат во тежина (кумулативна тежина). Апаратот е сопственост на лабораторијата на ОХИС, Скопје.



Слика 1. Гранулометар 715

Според стандардите на ISO (38), DIN (19), BS (11), гранулацијата се одредува со три сита, и тоа со $300\mu\text{m}$, $150\mu\text{m}$ и $75\mu\text{m}$. На ситото од $300\mu\text{m}$ не смее да се задржи маса повеќе од 1%, на ситото од $150\mu\text{m}$ не повеќе од 5% и на ситото од $75\mu\text{m}$ не повеќе од 15%.

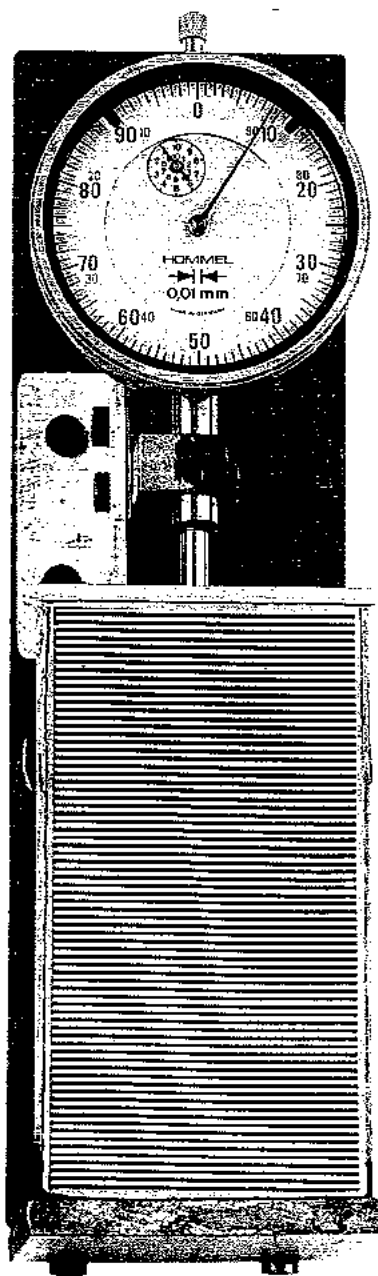
1.2 ИСТРАЖУВАЊЕ НА ВРЗУВАЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА

Оваа експанзија се истражува, се мери со замешување на потребната количина на прашок и вода (п/в), како што предвидува производителот (100:30). Светските стандарди предвидуваат за мерење на експанзијата да се замеша најмалку 100g прашок. За нашите мерења, за да се има поголема веродостојност и уедначеност, се замешува двојно поголема количина на прашок и вода и со едниот дел од замешаната маса се исполнува коритото од апаратот за мерење на врзувачката експанзија, а со другиот дел се исполнува метален цилиндар (кивета), во кој се вложува восочниот модел од моделираната мостовска конструкција.

Врзувачката експанзија ја меревме со апарат дентометар-екстензометар, тип Dentona, производ на Dental Handel H.H f & Co, по DIN 13911 (сл. 2).

Екстензометарот се состои од корито од бакар - цинкова легура во форма на римско V, со должина од 10cm. Едниот крај е затворен и прави целина со коритото. На другиот крај има подвижна плоча која добро дихтува и го затвора другиот крај на коритото. На таа плоча се наоѓа хоризонтална прачка од не'рѓосувачки челик, која е поврзана со мерниот часовник и завршува со копче на другиот крај од часовникот. Таа подвижна плоча е под притисок од мерна сила од $0,5 \pm 0,1\text{N}$. Мерните вредности, преку поместување на подвижната плоча на коритото ќе бидат пренесувани на

мерниот часовник и дадени во проценти. Малите поделби на часовникот одговараат на вредноста на експанзија од 0,01 (одговара на 0,01mm на растојание од 10cm на мерна лента). Една поголема поделба, со означени цифри од 10, 20, 30 итн., одговара на вредност на експанзијата од 0,1%, 0,2% итн. Со копчето на часовникот под-



Слика 2. Екстензометар дентометар

вижната плоча ќе биде притисната на коритото и добро ќе дихтува, а со тоа стрелката ќе биде поставена на нулта позиција. Со надворешниот подвижен прстен на часовникот, со вртење, се постигнува поклопување на стрелката со позицијата 0. Сите мерења почнуваат од таа нулта позиција.

Пред мерењето коритото се попрскува со тефлонски спреј или се покрива со тефлонска фолија за да се постигне лесно одвојување на стврднатата (врзаната) маса од коритото. Со тоа апаратот е подготвен за работа, за мерење.

4.3.1. Истражување на нормално врзувачката експанзија

Замешаната маса се исипува во коритото и го исполнува. Две минути од почетокот на мешањето на масата почнува мерењето на експанзијата. Ние вршеме читање и бележење на вредностите на експанзијата на 20', 30', 40', 60' и 120 минути. Добиената експанзија за тој период претставува линеарна експанзија на масата изразена во проценти. Линеарната експанзија секогаш се изразува во проценти. Ако се сака да се изрази волуменската вредност на експанзијата, вредноста на линеарната експанзија се множи со 3. За секој сооднос на прашок и вода:

- по упатството на производителот замешана маса;
- со 5% помалку вода замешана маса;
- со 5% повеќе вода замешана маса,

се правени по пет мерења (светските стандарди (2, 11, 19, 38) предвидуваат по три мерења), а од збирот на вредностите од тие пет мерења се добива средната вредност на процентот на врзувачката експанзија за тој сооднос на прашок и вода. Металната кивета, по 10 минути од врзувањето, се става во ладна печка за греење, се подготвува за леење и се лее со паладор.

Истражување на хигроскопната експанзија

Хигроскопната експанзија на масата ја меревме така што ја замешувавме на ист начин и со исти количини на прашок и вода, па со еден нејзин дел го исполнувавме коритото на апаратот за мерење на експанзијата, а со другиот дел ја исполнувавме металната кивета со подготвен восочен модел, како што е изнесено во точка 4.5.

По 10 минути од почетокот на мешањето (првиот допир на прашокот со водата), и екстензометарот и киветата ги потопувавме во водена бања во траење од 30 минути.

Водената бања, производ на Сутјеска Загреб, содржи грејач со термометар и термостат и вода загреана на температура од 38°C . Нивото на водата беше такво што ја покриваше металната кивета во вертикална положба за 5mm-10mm. Водата, исто така, ја покриваше и масата во коритото од апаратот, но без да биде потопен мерниот часовник. Целиот дентиметар беше поставен малку косо.

Читањето на процентот на експанзијата беше изведено и регистрирано по 10', 20' и 30 минути од потопувањето на киветата и дентометарот во водената средина.

По предвидениот временски период киветата се вадеше и по кратко време (по 10 минути) се поставуваше во ладна печка за греење и се подготвуваше за леење.

Исто така, и екстензометарот се вадеше и се одвојуваше од стврднатата маса. И овде беа правени по пет мерења од секој сооднос, нивните вредности беа собирани, при што беше добиена средната вредност на процентот на хигроскопната експанзија за тој сооднос на прашок и вода.

Од секое мерење резултатите од врзувачката експанзија беа забележени на посебен лист и, заедно со металната конструкција и стврднатата маса, беа ставени во посебна полиетиленска кеса. Кесите од секој сооднос беа групирани за натамошно испитување.

1.1 ИСТРАЖУВАЊЕ НА ТЕРМИЧКАТА ЕКСПАНЗИЈА

Термичката експанзија на масата ја добиваме кога од стврднатата маса на која е одредувана експанзија правиме пробно тело - цилиндар со димензии 20mm x 11mm, за да може непречено да влегува во дилатометарот - компаратор апарат за мерење на термичката експанзија.

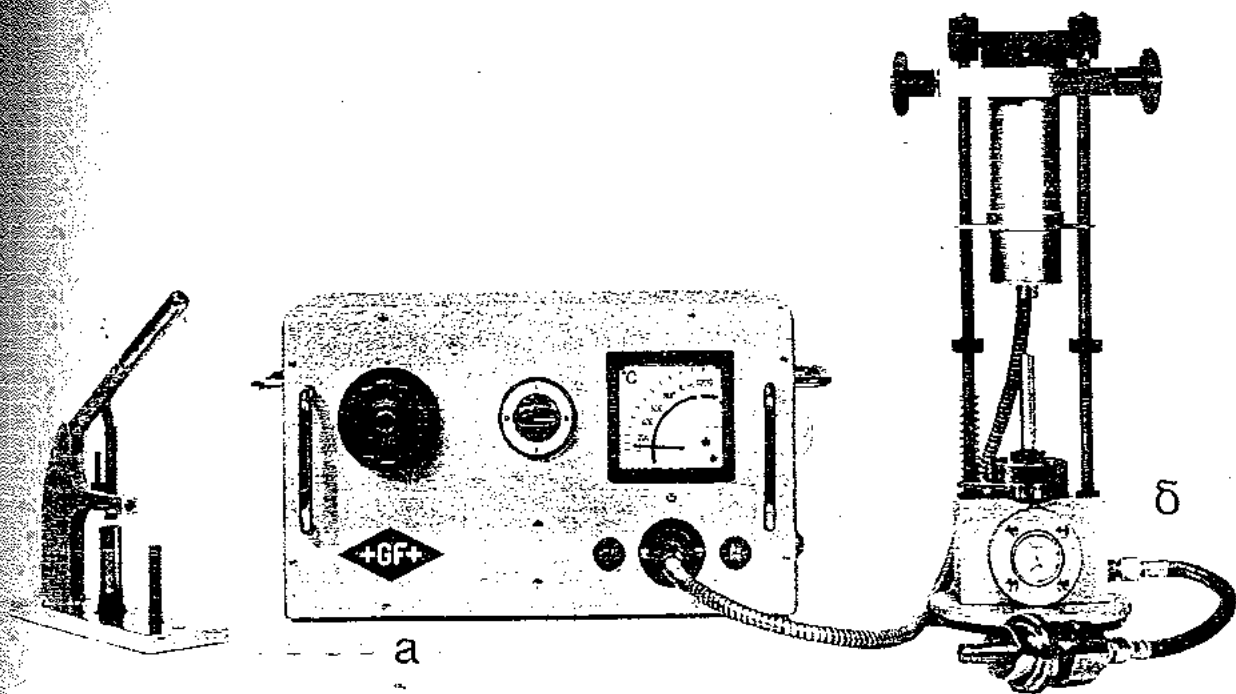
Од секој блок стврдната маса, со стружење, правевме цилиндар со помош на гипстример. Тој цилиндар го сечевме на три дела и на секој поединечно, со фино стружење на фина шмиргла-гланцпапир, правевме проба со горе наведените димензии, на која ја одредувавме термичката експанзија.

Истата постапка ја правевме со сите блокчиња од стврдната маса со веќе позната експанзија, ладноврзувачка или хигроскопна. Потешкотии при правењето на пробите имавме во случаите кога масата беше мешана со 5% повеќе вода, бидејќи тие проби беа поровки и поронливи, со помала тврдост и со поголема порозност.

Термичката експанзија ја меревме со апаратот за испитување на високотемпературните својства на калапските смеси, дилатометар. Својствата на калапските смеси (песоци) на висока температура се дефинираат со напрегањата од експанзијата на силициум-диоксидот (неговите модификации: кристобалитот на 300°C и кварцот на 575°C). За таа цел го користевме апаратот за испитување на високи температури тип РНТ на фирмата Georg Fischer (сл. 3), поврзан со универзалната машина за испитување на цврстината,

тип RFA (сл. 4), на истата фирма. Дилатометарот е сопственост на Технолошко-металуршкиот факултет во Скопје, Институт за преработувачка металургија.

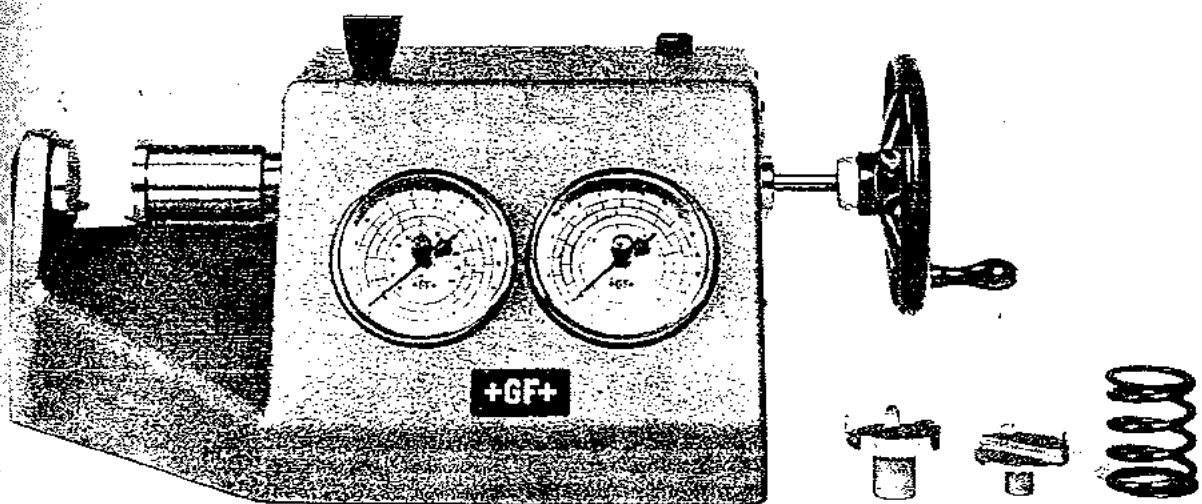
Апаратот за испитување на високотемпературните својства тип РНТ (сл. 3), се состои од три основни дела: дел за загревање (б), дел за контрола (а) и дел за изработка на проби, што ние не го користевме. На предната страна од куќиштето, на контролниот дел, се поставени главниот прекинувач и регулаторот за брзина на загревањето. Бараната температура (во нашиот случај 700°C) се избира на регулаторот на температурата. Палењето на двете контролни светилки покажува дека апаратот функционира



Слика 3. Апарат за испитување на високотемпературни својства (РНТ): (а) дел за контрола, (б) дел за загревање

Контролната единица е поврзана со делот за загревање, мала цилиндрична печка. Контролата на температурата на печката се врши преку вграден термоелемент во печката. Печката може да се движи вертикално по две паралелно поставени оски. Оските стојат на подножје во кое се наоѓа хидрауличен блок. Хидрауличниот блок е поврзан со универзалната машина (сл. 4) за испитување на цврстината преку армирана цевка со клип.

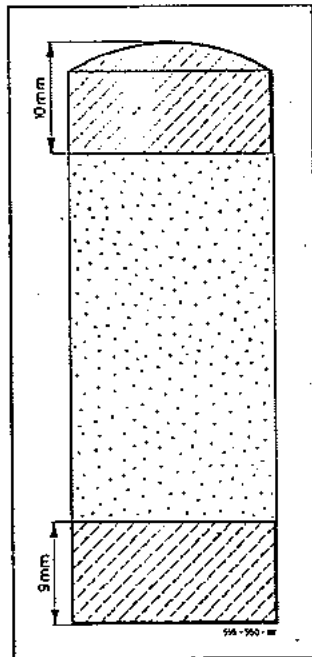
Кога преку универзалната машина се соопштува притисок на клипот, тој притисок се пренесува на хидрауличното масло во хидрауличниот блок. Притисокот во блокот ја подигнува кварцната прачка што се движи нагоре кон втората кварцна прачка. Помеѓу овие две прачки, во зоната на загревање на печката, се поставува пробата за испитување. Пробата ја изработувавме од врзаната маса по мерењето на врзувачката експанзија, во форма на цилин-



Слика 4. Универзална машина за испитување цврстина

дар со висина 20mm и пречник 11mm. Ваквите димензии се избрани поради тоа што при поголеми проби не може да се постигне брзо навлегување на топлината, што е карактеристично за практичните услови на леење. Пречникот на пробата приближно одговара на двојната дебелина на слојот на калапот што се загрева со радијација или конвекција од металот во почетниот период на леењето. Неговите својства имаат важна улога за појавата на експанзија и површински грешки на калапот.

Влажните леарски песоци (смеси) се испитуваат во влажна состојба, а сувите по сушење или по третман на стврднување. Испарувањето на влагата од смесите кои содржат вообичаена количина на влага, предизвикува само занемарливо задржување на загревањето на пробите.



Слика 5. Проба со поставување на кварцните дискови

За мерење на термичката експанзија (слободна, непоречувана експанзија) се изработуваат проби со веќе наведените димензии. Пробите може да се испитуваат веднаш по нивната изработка или со претходно сушење. Изработените проби се поставуваат на рамен диск (цилиндар) од кварцно стакло. Потоа секоја проба се покрива со конвексен диск, исто така, од кварцно стакло, така што да биде помеѓу двата диска (сл. 5). Пробата, заедно со кварцни-

те дискови, се поставува на долната кварцна прачка од делот за загревање. Притоа, треба да се обрне внимание на ракувањето со пробата за да се избегнат можните деформации или оштетувања. Тоа обично се прави со држење на долниот кварцен диск. По поставувањето на пробата во делот за загревање, со помош на универзалната машина за испитување на цврстината, пробата се подига сè додека горниот диск не допре до горната кварцна прачка на делот за загревање. Во тој момент се забележува позицијата на стрелката на компараторот кој се наоѓа на подножјето. За да може пробата да се изложи на загревање, потребно е да се спушти печката што се наоѓа во горната положба. Веднаш по спуштањето на претходно загреаната печка се започнува со континуирано следење на експанзијата со читање на компараторот. Средната вредност од пет мерења, од светските стандарди (2, 11, 19, 38) од три мерења, се зема за резултат на испитувањето.

Според светските стандарди (2, 11, 38) и упатаствата на производителите на маси за вложување (7, 8, 9, 30, 31, 44, 94), треба да се добие термичка експанзија поголема од 1%.

4.5. КЛИНИЧКО ЛАБОРАТОРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА

Овие истражувања се прават така што од замешаната маса за вложување, еден дел се исипуваше во коритото на апаратот за мерење на врзувачката експанзија, а со другиот дел се исполнуваше метална кивета обложена со азбестна лента, навлажена и поставена на гумена основа на која е поставен восочен модел од мостовска конструкција со шема 34xx37. По 120 минути за нормално врзувачка експанзија и по 30 минути од потопувањето во вода за хигроскопната експанзија, најкасно за 10 минути, киветата се става во студена печка за загревање, се грее и се излева со палатор.

Восочните модели, за поголема сигурност и уедначеност, беа моделирани од ист искусен техничар, на вообичаениот начин, на акрилатен модел.

Акрилатен модел (фантом) од долна вилица со отстранети заби 35. и 36. и со нивелирање на гребенот имитира атрофиран беззабен дел, а забите 34. и 37. се препарирани и подготвени за изработка на едноделно леана мостовска конструкција. Антагонистите се, исто така, акрилатен модел кој служи за ориентационо моделирање на оклузалната површина во статичка положба (оклузија), без да се изведуваат пропулзивни и латерални движења, бидејќи тие во овој случај немаа некое посебно значење.

Техничарот што моделираше ги вложуваше восочните конструкции и ги излеваше. За леање се користеше сребрено-паладиумската легура паладор. Паладорот беше од иста шаржа за сите леања.

За секој сооднос на прашок и вода, по упатството на производителот, со 5% помалку вода и со 5% повеќе вода од нормално врзувачката и хигроскопната експанзија, беа правени три модела, излевани со паладор. Така излеаните конструкции, необработени туку само песочирани со песочен млаз за чистење на преостанатата маса за вложување и од површинските оксиди, без на кој и да било начин да им се променат димензиите и формата, се пробаат на акрилатниот модел на кој се моделирани, па се вршат следниве анализи:

- проверка-анализа на луменот на врските (коронките) од мостовската конструкција;
- анализа на оралната површина на конструкцијата;
- анализа на оклузалната површина на конструкцијата;
- проверка на налегнувањето на конструкцијата до границата на препаратацијата (границата на моделирањето).

5.

глава

РЕЗУЛТАТИ

СОСТАВ НА МАСАТА

Резултатите од анализата на квалитативниот (хемискиот) и квантитативниот (минералошкиот) состав на масата неодуритерм 5 се прикажани во табелите 1 и 2.

Квантитативниот состав е одредуван по пат на рендгенструктурната анализа по Debay-Sherer-Hul-овиот прашкест дифракционен метод.

ТАБЕЛА 1. КВАЛИТАТИВЕН (ХЕМИСКИ) СОСТАВ НА НЕОДУРОТЕРМ 5

SiO ₂	73,35%
Al ₂ O ₃	0,73%
Fe ₂ O ₃	0,14%
CaO	9,45%
MgO	0,07%
K ₂ O	
NaO	0,15%
SO ₃	14,83%
Загуба при жарење (ЗЖ)	0,94%
	99,66%

Квантитативниот состав е одредуван со помош на методот на надворешни стандарди.

ТАБЕЛА 2. КВАНТИТАТИВЕН (МИНЕРАЛОШКИ) СОСТАВ НА НЕОДУРОТЕРМ 5

Кварц	48,00%
Кристобалит	25,00%
α-полухидратен гипс	15,00%
Анхидрит	10,00%
Гипс	2,00%
	100,00%

Од резултатите прикажани на табелите 1 и 2, се гледа дека и во хемискиот состав и во минералошкиот состав не се наоѓа некоја од додатните компоненти, како натриум, литиум или калиумхлорид.

ГРАНУЛАЦИЈА НА МАСАТА

Гранулометриските анализи на масата за вложување неодуротерм 5 на Галеника, добиена од суровини од Вауер - Германија, и поважните поединечни компоненти, како α и β -полухидратен гипс, кварц и кристобалит, се испитани со гранулометар. Со гранулометарот модел 715, со вграден компјутер, сопственост на лабораторијата на ОХИС - Скопје, добивме резултати што ги прикажуваме на табелата 3.

ТАБЕЛА 3. ГОЛЕМИНА НА ЧЕСТИЦИТЕ НА НЕОДУРОТЕРМ 5
МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ МЕРЕНА СО
АПАРАТОТ ГРАНУЛОМЕТАР 715

Микрони	А%	Б%
1,0	5,0	94,9
1,5	2,4	92,5
2,0	7,3	85,1
3,0	8,8	76,2
4,0	5,9	70,3
6,0	8,7	61,6
8,0	6,9	54,6
12,0	9,5	45,1
16,0	7,8	37,3
24,0	12,1	25,1
32,0	8,5	16,6
48,0	11,1	5,4
64,0	2,3	3,1
96,0	2,3	0,7
128,0	0,7	0,0
192,0	0,0	0,0

А = големина на честиците

Б = остаток на ситото

% = тежински

Резултатите од табелата 3 покажуваат дека масата неодуротерм 5 е со фина гранулација, ситнозрнеста. Речиси 97% од неа поминува низ сито со големина од 70 μ m, а остатокот на ситото изнесува околу 3%. Средната големина на честиците изнесува 6,62.

ТАБЕЛА 4. ГРАНУЛАЦИЈА НА КОМПОНЕНТАТА
 α — ПОЛУХИДРАТ НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ

Микрони	A%	B%
1,0	3,6	96,3
1,5	0,8	95,5
2,0	2,0	93,5
3,0	3,0	90,4
4,0	2,6	87,7
6,0	3,7	83,9
8,0	3,1	80,8
12,0	4,5	76,2
16,0	5,0	71,7
24,0	10,9	60,1
32,0	10,0	50,1
48,0	23,5	20,6
64,0	6,4	20,1
96,0	11,8	8,3
128,0	8,3	0,0
192,0	0,0	0,0

A = големина на честиците

B = остаток на ситото

% = тежински

ТАБЕЛА 5. ГРАНУЛАЦИЈА НА КОМПОНЕНТАТА
 β - ПОЛУХИДРАТ НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ

Микрони	А%		Б%	
1,0	5,0	4,5	94,9	95,4
1,5	1,4	1,2	93,4	94,2
2,0	4,4	3,6	88,9	90,5
3,0	7,4	6,2	61,4	84,2
4,0	7,7	6,0	74,7	78,1
6,0	9,9	9,2	64,8	68,9
8,0	7,6	7,5	57,2	61,3
12,0	10,4	10,5	46,7	50,8
16,0	8,3	9,1	38,4	41,6
24,0	11,6	11,5	26,7	30,1
32,0	7,3	9,2	19,4	20,9
48,0	11,0	10,9	8,4	9,9
64,0	3,1	3,5	5,3	6,3
96,0	3,8	4,1	1,4	2,2
128,0	1,4	2,0	0,0	0,2
192,0	0,0	0,2	0,0	0,0

А = големина на честиците

Б = остаток на ситото

% = тежински

На табелите 4 и 5 се гледа дека и α и β - полухидратниот гипс како компоненти на масите за вложување имаат финозрнеста структура што оди во прилог на финозрнестата структура на неодуротерм 5 масата за вложување. Средната големина на α - полухидратот е 6,59 и на β - полухидратот е 6,69.

ТАБЕЛА 6. ГРАНУЛАЦИЈА НА КОМПОНЕНТАТА
КВАРЦ НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ

Микрони	А%	Б%
1,0	7,4	92,5
1,5	3,0	89,5
2,0	8,2	81,3
3,0	9,1	72,1
4,0	5,9	66,2
6,0	8,2	57,9
8,0	7,0	50,8
12,0	10,4	40,4
16,0	9,0	31,3
24,0	13,6	17,7
32,0	8,0	9,6
48,0	8,6	1,0
64,0	0,5	0,4
96,0	0,4	0,0
128,0	0,0	0,0
192,0	0,0	0,0

А = големина на честичите

Б = остаток на ситото

% = тежински

ТАБЕЛА 7. ГРАНУЛАЦИЈА НА КОМПОНЕНТАТА КРИСТОБАЛИТ НА МАСИТЕ ЗА ВЛОЖУВАЊЕ

Микрони	А%	Б%
1,0	3,6	96,3
1,5	1,8	94,4
2,0	5,2	89,0
3,0	6,5	82,7
4,0	3,7	78,9
6,0	6,0	72,9
8,0	4,3	68,5
12,0	8,0	60,5
16,0	6,1	54,3
24,0	11,9	42,4
32,0	9,4	33,0
48,0	20,3	12,6
64,0	5,3	7,3
96,0	6,0	1,2
128,0	1,2	0,0
192,0	0,0	0,0

А = големина на честичите

Б = остаток на ситото

% = тежински

На табелите 6 и 7 се прикажани главните составни компоненти на масите за вложување кои имаат исто така финозрната структура што ја потврдува финозрнестата структура на масата за вложување неодуротерм 5. Средната големина на зрната на кварцот е 7,09, а на кристобалитот 6,62.

ТАБЕЛА 8. ГРАНУЛАЦИЈА НА МАГАТА
ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВИРОВЕСТ

Микрони	А%	Б%
1,0	5,8	94,1
1,5	2,0	92,0
2,0	5,9	86,0
3,0	6,9	79,1
4,0	5,3	73,7
6,0	7,5	66,1
8,0	6,9	59,2
12,0	10,0	49,1
16,0	9,7	39,4
24,0	11,8	27,5
32,0	7,1	20,4
64,0	0,7	14,3
96,0	2,6	11,7
128,0	8,7	2,9
192,0	2,9	0,0

А = големина на честиците

Б = остаток на ситото

% = тежински

ТАБЕЛА 9. ГРАНУЛАЦИЈА НА МАСАТА
ЗА ВЛОЖУВАЊЕ БЕГОРАЛ

Микрони	А%	Б%
1,0	5,5	94,4
1,5	1,9	92,4
2,0	5,7	86,7
3,0	7,5	79,2
4,0	5,8	73,3
6,0	8,4	64,9
8,0	7,3	57,5
12,0	11,3	46,1
16,0	10,7	35,4
24,0	14,6	20,8
32,0	8,5	12,2
48,0	5,8	6,3
64,0	0,1	6,2
96,0	0,7	5,4
128,0	4,1	1,3
192,0	1,3	0,0

А = големина на честиците

Б = остаток на ситото

% = тежински

На табелите 8 и 9 се прикажани гранулациите на масите вировест и бегорал, производи на BEGO, Vreem. Тие покажуваат погрубозрнеста структура, со остаток на сито од 70 μ m, што изнесува нешто под 15%. Бегоралот има нешто пофинозрнеста структура од вировестот. Средната големина на вировестот е 11,7, додека бегоралот најдовме средна вредност 10,7.

ТАБЕЛА 10. ГРАНУПАЦИЈА НА МАСАТА ЗА
ВЛОЖУВАЊЕ КЕР-КРИСТОБАЛИТ ИНЛЕЈ

Микрони	А%	Б%
1,0	4,3	95,6
1,5	2,4	93,1
2,0	7,6	85,5
3,0	9,2	76,3
4,0	5,9	70,3
6,0	8,6	61,7
8,0	6,6	55,1
12,0	9,3	45,8
16,0	8,0	37,7
24,0	13,3	24,4
32,0	10,7	13,7
64,0	1,9	0,0
96,0	0,0	0,0
128,0	0,0	0,0
192,0	0,0	0,0

А = големина на честичите

Б = остаток на ситото

% = тежински

ТАБЕЛА 11. ГРАНУЛАЦИЈА НА МАСАТА ЗА
ВЛОЖУВАЊЕ КЕР-ТЕРМОВЕСТ

Микрони	А%	Б%
1,0	5,5	94,4
1,5	2,6	91,8
2,0	7,9	83,9
3,0	8,6	75,2
4,0	5,5	69,7
6,0	7,1	62,6
8,0	6,6	55,9
12,0	9,1	46,8
16,0	8,7	38,0
24,0	11,2	26,7
32,0	8,2	18,5
48,0	7,5	11,0
64,0	1,3	9,6
96,0	1,9	7,6
128,0	5,7	1,9
192,0	1,9	0,0

А = големина на честичите

Б = остаток на ситото

% = тежински

Гранулацијата на масите кер-кристовалит инлеј и кер-термовест е прикажана на табелите 10 и 11. По нашите анализи најдовме дека кер-кристовалит инлеј е со пофинозрнеста структура од кер-термовестот. Средната големина на зрното изнесува, за кер-кристовалит инлеј 10,2, а за кер-термовест 10,6.

ВРЗУВАЧКА ЕКСПАНЗИЈА

ТАБЕЛА 12: ВРЗУВАЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:30, ПО УПАТСТВО)

Мерење	Минути				
	20	30	40	60	120
I	0,05	0,23	0,39	0,47	0,49
II	0,03	0,21	0,40	0,47	0,48
III	0,01	0,18	0,30	0,39	0,41
IV	0,02	0,24	0,35	0,46	0,49
V	0,03	0,24	0,35	0,43	0,44
Средна вредност	0,03	0,22	0,36	0,44	0,46

ТАБЕЛА 13: ВРЗУВАЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:28,5, 5% ПОМАЛКУ ВОДА)

Мерење	Минути				
	20	30	40	60	120
I	0,08	0,34	0,43	0,52	0,54
II	0,08	0,31	0,41	0,48	0,49
III	0,12	0,34	0,45	0,52	0,54
IV	0,00	0,20	0,29	0,43	0,46
V	0,00	0,21	0,34	0,42	0,44
Средна вредност	0,06	0,28	0,38	0,47	0,49

ТАБЕЛА 14. ВРЗУВАЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК:ВОДА 100:31,5; 5% ПОВЕКЕ ВОДА)

Мерење	Минути				
	20	30	40	60	120
I	0,00	0,12	0,24	0,32	0,36
II	0,00	0,19	0,32	0,40	0,44
III	0,00	0,14	0,24	0,34	0,36
IV	0,01	0,14	0,28	0,39	0,40
V	0,00	0,21	0,32	0,40	0,42
Средна вредност	0,002	0,16	0,28	0,37	0,39

Врзувачката експанзија на масата за вложување неодуротерм 5 замешана по упатството и резултатите прикажани на табелата 12, од пет мерења, дадоа средна вредност 0,46% линеарна експанзија.

На табела 13 ги прикажуваме резултатите од испитувањето на врзувачката експанзија на масата за вложување неодуротерм 5, замешана погусто, со 5% помалку вода отколку што препорачува производителот. Средната вредност за врзувачката експанзија по 120 минути од врзувањето изнесува 0,49%

Кога масата беше замешана поретко (таб. 14), процентот на врзувачката експанзија беше помал, 0,39%, спореден со тој во претходните два соодноси прашок/вода. Но во сите три соодноси, во временски интервал од 30 минути, процентот на експанзијата беше помал од тој што го препорачува производителот.

ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА

ТАБЕЛА 15. ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:30; ПО УПАТСТВО)

Мерење	Минути		
	10	20	30
I	1,25	2,38	2,86
II	0,93	2,04	2,60
III	1,04	2,29	3,01
IV	1,33	2,52	3,10
V	1,20	2,38	2,90
Средна вредност	1,15	2,32	2,89

ТАБЕЛА 16. ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100/28,5; 5% ПОМАЛКУ ВОДА)

Мерење	Минути		
	10	20	30
I	1,13	2,38	3,00
II	1,90	3,18	3,62
III	1,68	2,78	3,30
IV	1,65	2,78	3,29
V	1,61	2,62	3,15
Средна вредност	1,59	2,75	3,27

ТАБЕЛА 17. ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:31,5; 5% ПОВЕКЕ ВОДА)

Мерење	Минути		
	10	20	30
I	1,43	2,30	2,77
II	1,01	2,27	2,92
III	0,92	2,12	2,71
IV	1,18	2,23	2,80
V	0,97	2,28	2,90
Средна вредност	1,10	2,24	2,82

Хигроскопната врзувачка експанзија на масата неодуротерм 5, прикажана на табелите 15, 16 и 17 и во трите соодноси беше со висок процент, околу 3% по 30 минути од потопувањето во водената бања. И овде средната вредност беше со најголем процент кога масата беше погусто замешана.

5.5. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА

ТАБЕЛА 18. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА НА СОБНА ТЕМПЕРАТУРА (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:30; ПО УПАТСТВО)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,10	0,08	0,26	0,14	-0,04
II	0,11	0,22	0,27	0,08	-0,10
III	0,14	0,21	0,29	0,29	0,20
IV	0,13	0,19	0,32	0,24	-0,05
V	0,09	0,09	0,32	0,28	0,25
Средна вредност	0,12	0,16	0,29	0,20	0,07

РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО

ТАБЕЛА 19. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5
 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА НА СОБНА ТЕМПЕРАТУРА
 (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:28,5, 5% ПОМАЛКУ ВОДА)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,24	0,34	0,63	0,63	0,63
II	0,18	0,30	0,53	0,54	0,54
III	0,21	0,30	0,45	0,45	0,45
IV	0,14	0,30	0,42	0,42	0,37
V	0,14	0,16	0,20	0,20	0,20
Средна вредност	0,18	0,28	0,44	0,45	0,44

ТАБЕЛА 20. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5
 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА НА СОБНА ТЕМПЕРАТУРА
 (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:31,5, 5% ПОВЕКЕ ВОДА)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,09	0,19	0,22	0,21	0,21
II	0,25	0,14	0,45	0,29	0,00
III	0,15	0,19	0,27	0,13	-0,06
IV	0,14	0,09	0,23	0,03	-0,20
V	0,18	0,19	0,34	0,23	-0,12
Средна вредност	0,16	0,16	0,30	0,18	-0,17

На табелите 18, 19 и 20 се прикажани резултатите од термичката експанзија на масата за вложување врзана на собна темеперату-

РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО

ра. Во сите три соодноси процентот е мал. Погусто замешаната маса дава повисок процент на термичка експанзија.

ТАБЕЛА 21. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5
МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА ВО ХИГРОСКОПНИ УСЛОВИ
(СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:30; ПО УПАТСТВО)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,16	0,16	0,41	0,29	0,14
II	0,14	0,14	0,19	0,19	0,19
III	0,19	0,27	0,34	0,34	0,34
IV	0,09	0,14	0,19	0,19	0,19
V	0,14	0,16	0,20	0,20	0,20
Средна вредност	0,15	0,17	0,27	0,24	0,21

ТАБЕЛА 22. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5
МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА ВО ХИГРОСКОПНИ УСЛОВИ
(СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:28,5; 5% ПОМАЛКУ ВОДА)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,17	0,29	0,39	0,43	0,43
II	0,17	0,32	0,43	0,45	0,45
III	0,19	0,23	0,34	0,34	0,34
IV	0,19	0,20	0,21	0,12	0,04
V	0,20	0,24	0,43	0,43	0,42
Средна вредност	0,19	0,26	0,36	0,35	0,34

ТАБЕЛА 23. ТЕРМИЧКА ЕКСПАНЗИЈА НА НЕОДУРОТЕРМ 5
 МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ ВРЗАНА ВО ХИГРОСКОПНИ УСЛОВИ
 (СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:31,5; 5% ПОВЕКЕ ВОДА)

Мерење	Температура (°C)				
	200	300	500	600	700
I	0,18	0,14	0,16	0,10	0,00
II	0,09	0,14	0,14	0,14	0,14
III	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18
IV	0,12	0,10	0,22	0,08	0,00
V	0,10	0,08	0,08	0,08	0,07
Средна вредност	0,13	0,13	0,16	0,11	0,08

На табелите 21, 22 и 23 се прикажани резултатите од испитувањето на термичката експанзија на масата неодуротерм 5 врзана во хигроскопни услови. Во сите три соодноси процентот е мал, но не помал од процентот кај нормалноврзувачката експанзија. И тука е запазен редоследот, процентот е поголем кога масата е погусто замешана, потоа, во сооднос даден од производителот и најмал кај поретко замешаната маса.

ТАБЕЛА 24. ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВЛОЖУВАЊЕ НЕОДРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС ПРАШОК/ВОДА 100:30 (ПО УПАТСТВО)

мерење	НОРМАЛНОВРЗУВАЧКА					ТЕРМИЧКА			ВКУПНА		
	експанзија(%)					експанзија(%)			експанзија(%)		
	20'	30'	40'	60'	120'	200°C	300°C	500°C	600°C	700°C	врзувачка + термичка на 700°C
I	0,05	0,23	0,39	0,47	0,49	0,10	0,08	0,26	0,14	-0,04	0,49+ (-0,04) = 0,45
II	0,03	0,21	0,40	0,47	0,48	0,11	0,22	0,22	0,27	-0,10	0,48+ (-0,10) = 0,38
III	0,01	0,16	0,30	0,39	0,41	0,14	0,21	0,29	0,29	0,28	0,41+ 0,28 = 0,69
IV	0,02	0,24	0,35	0,46	0,49	0,13	0,19	0,32	0,24	-0,05	0,49+ (-0,05) = 0,44
V	0,03	0,24	0,35	0,43	0,44	0,09	0,09	0,32	0,28	0,25	0,44+ 0,25 = 0,69
Средна вредност	0,03	0,22	0,36	0,44	0,46	0,12	0,16	0,29	0,20	0,07	0,46+ 0,07 = 0,53

ТАБЕЛА 25. ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВРЗУВАЊЕ НЕОДУРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС 100:28,5 (5% ПОМАЛКУ ВОДА)

мерење	НОРМАЛНО ВРЗУВАЧКА					ТЕРМИЧКА			ВКУПНА експанзија (%) врзувачка + термичка на 700°C			
	експанзија (%)					експанзија (%)						
	време (min)	20'	30'	40'	60'	120'	200°C	300°C		500°C	600°C	700°C
I	0,08	0,34	0,43	0,52	0,54	0,24	0,34	0,63	0,63	0,63	0,63	0,54 + 0,63 = 1,17
II	0,08	0,31	0,41	0,48	0,49	0,18	0,30	0,53	0,54	0,54	0,54	0,49 + 0,54 = 1,03
III	0,12	0,34	0,45	0,52	0,54	0,21	0,30	0,45	0,45	0,45	0,45	0,54 + 0,45 = 0,99
IV	0,00	0,20	0,29	0,43	0,46	0,14	0,30	0,42	0,42	0,42	0,37	0,46 + 0,37 = 0,83
V	0,00	0,21	0,34	0,42	0,44	0,14	0,16	0,20	0,20	0,20	0,20	0,46 + 0,20 = 0,64
Средна вредност	0,06	0,28	0,38	0,47	0,49	0,18	0,28	0,44	0,45	0,44	0,44	0,49 + 0,44 = 0,93

ТАБЕЛА 26. ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВРЗУВАЊЕ НЕОДУРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС 100:31,5 (5% ПОВЕКЕ ВОДА)

мерење	НОРМАЛНО ВРЗУВАЧКА					ТЕРМИЧКА					ВКУПНА		
	20'	30'	40'	60'	120'	200°C	300°C	500°C	600°C	700°C	експанзија(%)	експанзија(%)	врзувачка+термичка на 700°C
I	0,00	0,12	0,24	0,32	0,36	0,09	0,19	0,22	0,21	0,21	0,36+	0,21	= 0,57
II	0,00	0,19	0,32	0,40	0,44	0,25	0,14	0,45	0,29	0,00	0,44+	0,00	= 0,44
III	0,00	0,14	0,24	0,34	0,36	0,15	0,19	0,27	0,13	-0,06	0,36+	(-0,06)	= 0,30
IV	0,01	0,14	0,28	0,39	0,40	0,14	0,09	0,23	0,03	-0,20	0,40+	(-0,20)	= 0,20
V	0,00	0,21	0,32	0,40	0,42	0,18	0,19	0,34	0,23	-0,12	0,42+	(-0,12)	= 0,30
Средна вредност	0,002	0,16	0,28	0,37	0,39	0,16	0,16	0,30	0,18	-0,17	0,39+	(-0,17)	= 0,36

ТАБЕЛА 27. ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВРЗУВАЊЕ НЕОДУРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС 100:30 (ПО УПАТСТВО)

мерење	ХИГРОСКОПНА			ТЕРМИЧКА			ВКУПНА		
	топловрзувачка експанзија(%)			експанзија(%)			експанзија(%)		
	време(мин)			температура(°C)			хигроскопна+термичка на 700°C		
	10'	20'	30'	200°C	300°C	500°C	600°C	700°C	
I	1,25	2,38	2,86	0,16	0,16	0,41	0,29	0,14	2,86+ 0,14 = 3,00
II	0,93	2,04	2,60	0,14	0,14	0,19	0,19	0,19	2,60+ 0,19 = 2,79
III	1,04	2,29	3,01	0,19	0,27	0,34	0,34	0,34	3,01+ 0,34 = 3,35
IV	1,33	2,52	3,10	0,09	0,14	0,19	0,19	0,19	3,10+ 0,19 = 3,29
V	1,20	2,38	2,90	0,14	0,16	0,20	0,20	0,20	2,92+ 0,20 = 3,12
Средна вредност	1,15	2,32	2,89	0,15	0,17	0,27	0,24	0,21	2,90+ 0,21 = 3,11

ТАБЕЛА 28. ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВРСУВАЊЕ НЕОДУРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС 100:28,5 (5% ПОМАЛКУ ВОДА)

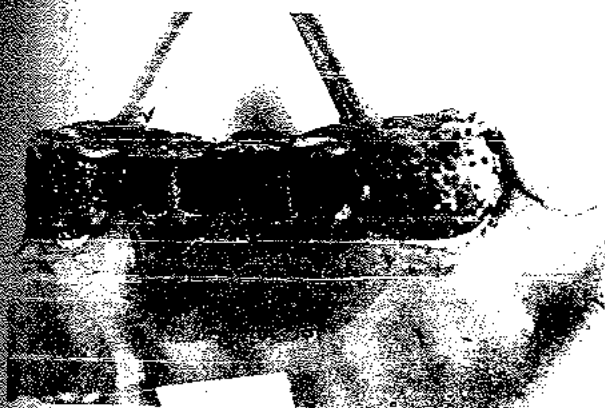
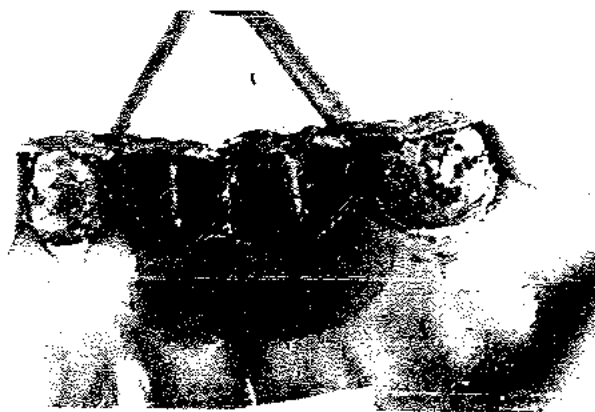
мерење	ХИГРОСКОПНА			ТЕРМИЧКА					ВКУПНА експанзија(%) хигроскопна+термичка на 700°C
	топловрзувачка експанзија(%)			експанзија(%)					
	време(min)			температура(°C)					
	10'	20'	30'	200°C	300°C	500°C	600°C	700°C	
I	1,13	2,38	3,00	0,17	0,29	0,39	0,43	0,43	3,00+ 0,43 = 3,43
II	1,90	3,18	3,62	0,17	0,32	0,43	0,45	0,45	3,62+ 0,45 = 4,07
III	1,68	2,78	3,30	0,19	0,23	0,34	0,34	0,34	3,30+ 0,34 = 3,64
IV	1,65	2,78	3,29	0,19	0,20	0,21	0,12	0,04	3,29+ 0,04 = 3,33
V	1,61	2,62	3,15	0,20	0,24	0,43	0,43	0,42	3,15+ 0,42 = 3,57
Средна вредност	1,59	2,75	3,27	0,19	0,26	0,36	0,35	0,34	3,27+ 0,34 = 3,61

ТАБЕЛА 29. ХИГРОСКОПНА ЕКСПАНЗИЈА НА МАСАТА ЗА ВРЗУВАЊЕ НЕОДУРОТЕРМ 5
ПРИ СООДНОС 100:31,5 (5% ПОВЕКЕ ВОДА)

мерење	ХИГРОСКОПНА			ТЕРМИЧКА			ВКУПНА експанзија(%) хигроскопна+термичка на 700°C				
	топловрзувачка експанзија(%)			експанзија(%)							
	време(min)	20'	30'	температура(°C)	200°C	300°C		500°C	600°C	700°C	
I	1,43	2,30	2,77	0,18	0,14	0,16	0,10	0,00	2,77+	0,00	= 2,77
II	1,01	2,27	2,92	0,09	0,14	0,14	0,14	0,14	2,92+	0,14	= 3,06
III	0,92	2,12	2,71	0,14	0,18	0,18	0,18	0,18	2,71+	0,18	= 2,89
IV	1,18	2,23	2,80	0,12	0,10	0,22	0,08	0,00	2,80+	0,00	= 2,80
V	0,97	2,28	2,90	0,10	0,08	0,08	0,08	0,07	2,90+	0,07	= 2,97
Средна вредност	1,10	2,24	2,82	0,13	0,13	0,16	0,11	0,08	2,82+	0,08	= 2,90



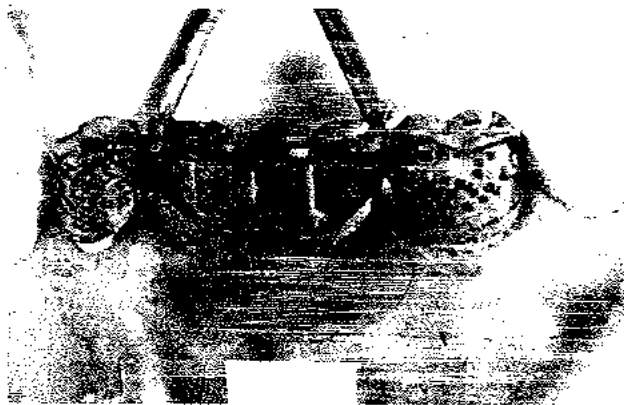
(а) врзувачка и термичка експанзија ($0,49 + (-0,04) = 0,45\%$) - луменот е без метални перли. Конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата и под голем притисок. На оралната површина нема метални перли. На оклузалната површина се присутни ситни перли



(б) врзувачка и термичка експанзија ($0,48 + (-0,10) = 0,38\%$) - луменот на коронките е без метални перли, но конструкцијата не навлегува во моделот до границата на препарацијата. На оралната површина на телото нема метални перли. На оклузалната површина се присутни неколку ситни перли



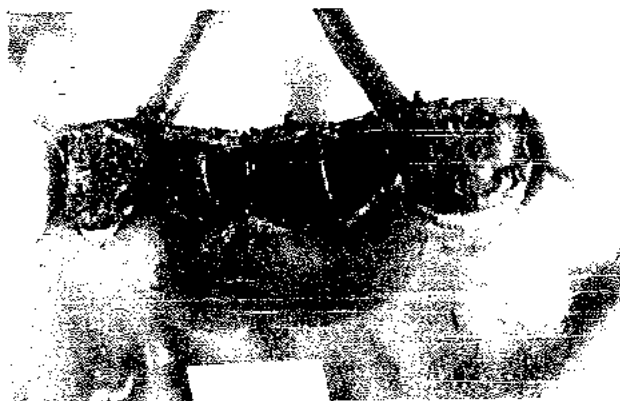
(в) врзувачка и термичка експанзија ($0,41 + 0,28 = 0,69\%$) - луменот на коронките е без метални перли. Конструкцијата не навлегува во моделот. Оралната површина е без метални перли. Оклузално се присутни неколку ситни перли



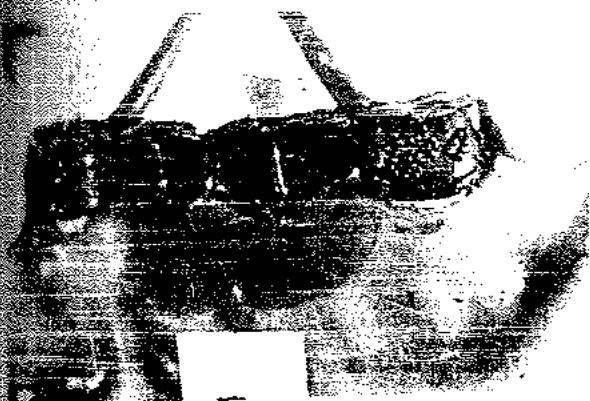
Слика 6. Мостовски конструкции изработени со нормалноврзувачка експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата според упатството на производителот



(а) врзувачка и термичка експанзија ($0,54 + 0,63 = 1,17\%$) - во луменот на коронките се присутни метални перли кои не дозволуваат навлегување на конструкцијата до границата на препарацијата. И по отстранувањето на перлите конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на телото на мостот е без перли. Оклузалната површина е со доста метални перли



(б) врзувачка и термичка експанзија ($0,49 + 0,54 = 1,03\%$) - во луменот на коронките се присутни метални перли кои не дозволуваат навлегување на конструкцијата дури и под притисок. Оралната површина на телото е без перли. Оклузалната површина е со перли



(в) врзувачка и термичка експанзија ($0,54 + 0,45 = 0,99\%$) - во луменот на врските се присутни метални перли кои не дозволуваат навлегување на конструкцијата на носачите. Оралната површина на телото е мазна, без перли. Оклузалната површина на мостот е со доста метални перли



Слика 7. Мостовски конструкции изработени со овозможување на нормално врзувачка експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата 5% помалку:



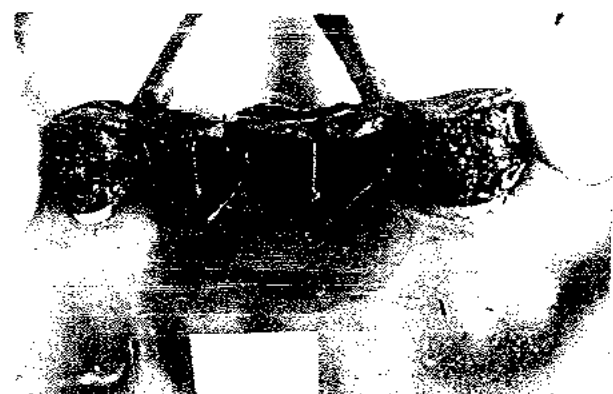
(а) врзувачка и термичка експанзија ($0,36 + 0,21 = 0,57\%$) - луменот на коронките е без перли, конструкцијата навлегува на носачите до границата на препарацијата. Оралната површина на телото е без перли. Оклузалната површина и врските се без перли



(б) врзувачка и термичка експанзија ($0,44 + 0,00 = 0,44\%$) - луменот на коронките е без перли. Конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина е без перли. Оклузалната површина е без перли



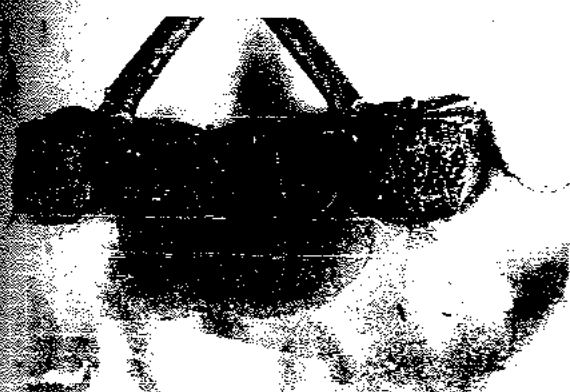
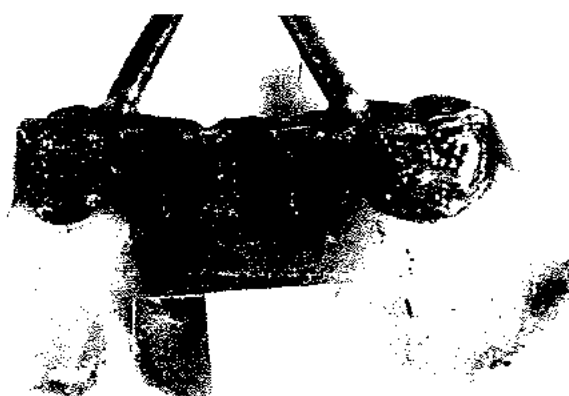
(в) врзувачка и термичка експанзија ($0,36 + (-0,66) = 0,30\%$) - луменот на коронките е без перли. Конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на телото е без перли. Оклузалната површина е без перли



Слика 8. Мостовски конструкции изработени со овозможување на нормалноврзувачка експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата 5% повеќе



(а) хигроскопна и термичка експанзија ($3,00 + 0,19 = 2,79\%$) - луменот на коронките е без присуство на метални перли. Конструкцијата навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина е мазна, без присуство на перли. Оклузалната површина има една јасно видлива перла



(б) хигроскопна и термичка експанзија ($3,01 + 0,34 = 3,55\%$) - луменот на коронките е без присуство на метални перли. Конструкцијата без тешкотии навлегува во моделот до границата на препарацијата. Орално, телото е мазно, без присуство на перли. Оклузалната површина е мазна, со една перла



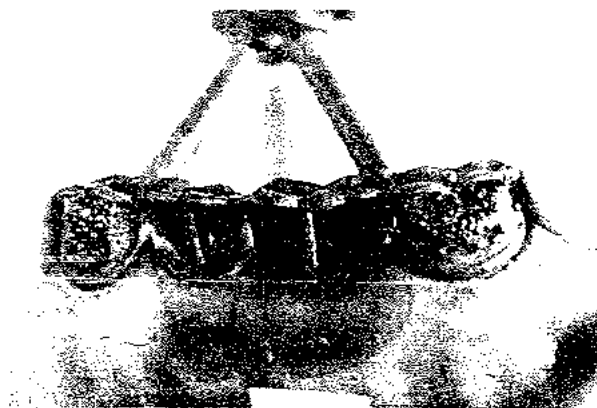
(в) хигроскопна и термичка експанзија ($3,10 + 0,19 = 3,35\%$) - луменот на коронките е без перли. Конструкцијата лесно навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина од мостот е мазна, без перли. Оклузалната површина е без перли



Слика 9. Мостовски конструкции изработени со хигроскопна експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата според упатството на производителот



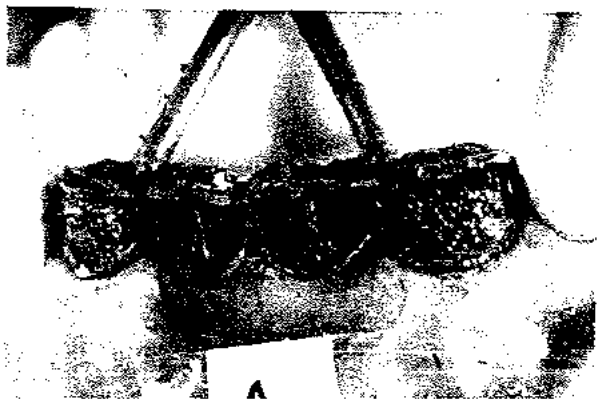
(а) хигроскопна и термичка експанзија ($3,00 + 0,43 = 3,45\%$) - во луменот на коронките се присутни две перли. Поради тоа отстранување овозможува навлегување на конструкцијата до границата на препарацијата. Орална површина е мазна, без перли. Оклузалната површина од мостот е мазна, без перли



(б) хигроскопна и термичка експанзија ($3,62 + 0,45 = 4,07\%$) - конструкцијата навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на мостот е мазна, без перли. На оклузалната површина има присуство на доста ситни перли



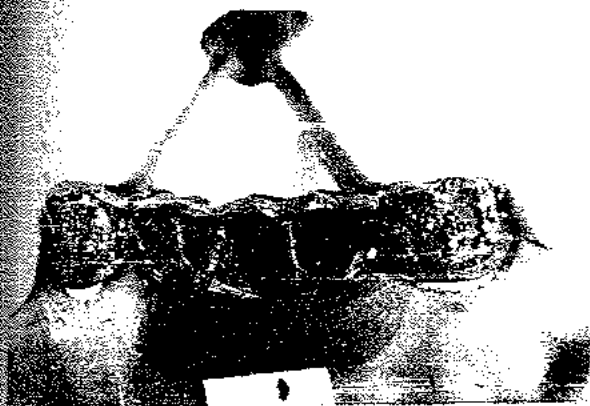
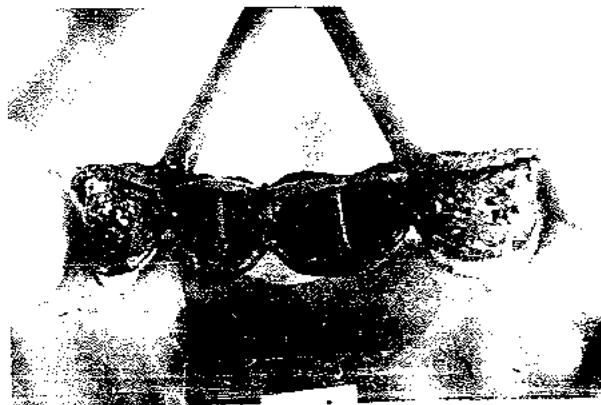
(в) хигроскопна и термичка експанзија ($3,30 + 0,34 = 3,64\%$) - во луменот на едната коронка има присуство на една мала перла која не беше пречка за навлегување до границата на препарацијата. На оралната површина на телото нема перли. На оклузалната површина на мостот се присутни повеќе ситни перли



Слика 10. Мостовски конструкции изработени со овозможување на хигроскопна експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата 5% помалку



(а) хигроскопна и термичка експанзија ($2,77 + 0,00 = 2,77\%$) - луменот на коронките е без перли, но конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на телото е без перли. На оклузалната површина се присутни метални перли



(б) хигроскопна и термичка експанзија ($2,92 + 0,14 = 3,06\%$) - во луменот на коронките се присутни метални перли, но и по нивното отстранување конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на телото е без перли. На оклузалната површина на телото се присутни малку перли



(в) хигроскопна и термичка експанзија ($2,71 + 0,18 = 2,89\%$) - во луменот на коронките се присутни перли. Конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Оралната површина на телото е без метални перли. На оклузалната површина се присутни перли



Слика 11. Мостовски конструкции изработени со овозможување хигроскопна експанзија на масата за вложување и сооднос на прашокот и водата 5% повеќе

6.
глава

ДИСКУСИЈА

Од анализата на квалитативниот и квантитативниот состав на масата неодуротерм 5, дадена во табелите 1 и 2, може да констатираме дека е тоа мешавина на кварц (48%) и кристобалит (25%), како модификации на силициумовиот диоксид, и тоа вкупно 73%. Другата компонента е врзувачкото средство (27%). Во врзувачкото средство паѓа во очи присуството само на 2% гипс во форма на дихидратен $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Присуството на 10% анхидрит претставува гипс кој ја изгубил водата во себе. Анхидритот може да впије вода но не може да се врзе, ги губи особините на гипс и е познат како мртов гипс.

Трета компонента на врзувачкото средство е 15% α -полухидратен гипс, со својство на експанзија.

Паѓа во очи отсуството на други додатоци, како, натриум, калиум или литиумхлорид, обично 0,8%-1%. Хлоридот се додава како средство кое ја намалува контракцијата на гипсот при загревање на висока температура која изнесува 2%, 3% до 4% (51, 92) и на тој начин индиректно ја зголемува термичката експанзија на масите за вложување. Присуството на хлоридите е дадено во рецептурите на масите за вложување (28, 33).

Резултатите од гранулометриските испитувања прикажани на табелата 3, покажаа дека масата неодуротерм 5 е со фина гранулација. Најголемиот процент (12,1%) е со големина на зрното 24 микро-ни. Најголемото зрно е од 128 микро-ни, и тоа само 0,7%. Речиси 97% од неа поминува низ сито со големина на отвоот од 75 μm а остатокот на сито е приближно 3%. По светските стандарди на DIN (19), ISO (38) и BSO (11) овие резултати напълно одговараат на

резултатите што ги бараат светските стандарди на DIN (19), ISO(38) и BS (11) задржувањето на сито од $70\mu\text{m}$ е дозволено до 15%. Оттука произлегува дека постои основа за верување дека толку ситнозрнестата маса ќе има висок процент на врзувачка експанзија и мазни сидови на излеаната конструкција.

Споредена со поеденечните компоненти на масата, како α и β - полухидрат (таб. 4 и 5), потоа, кварц и кристобалит (таб. 5 и 6), се гледа дека и тие се со финозрнеста структура, што оди во прилог на фината структура на неодуротерм 5. Споредена со гранулацијата на одделни светски познати маси, како вировест и бегорал (9) и кер-термовест (44), таа е и подобра. Наведените маси се со погруба структура.

Со анализа на резултатите од пет мерења на врзувачката експанзија на масата неодуротерм 5 во сооднос 100:30 (прашок/вода, по упатството; таб. 12), се доби средна вредност: по 20 минути 0,03%, по 30 минути 0,22%.

Добиената експанзија на наведената маса за вложување ни оддалеку не може да ги задоволи барањата на една таква маса. Наведеното време од 25 минути, како што стои во упатството на Галеника, вадемекум од 1984 (30), треба да обезбеди експанзија од 0,5%. Во вадемекумот од 1990 (31) од истата фирма стои дека за 25 до 30 минути од почетокот на мешањето на масата се постигнува експанзија од 0,5%. Нашите испитувања покажуваат дека за таков краток временски период масата не ја постигнува потребната експанзија, па според тоа, не може да се очекува и добар квалитет и успешна компензација на контракцијата на дефинитивната метална фикснопротетичка изработка. Skinner (1947) тврди дека нормалноврзувачката експанзија изнесува од 0,15% до 0,40%, линеарно, а Docking (2) вели дека нормалноврзувачката експанзија не е поголема од 0,40%. Според светските стандарди ISO 7490/86 (38), DIN 13919/84 (19), потоа според Kocjančić и Biffar (45), потребното

време за врзување на масите за вложување е 120 минути. Британскиот стандард BS 5189/75 (11) предвидува време на врзување од 60 минути. Според нашите испитувања на масата неодуротерм 5, од пет мерења, просечната експанзија по 60 минути изнесува 0,44%, а по 120 минути изнесува 0,46%. Тој процент на експанзија е оптимален и задоволувачки за секоја маса за вложување. Наведете во упатството на Галеника, вадемекум 1984 и 1990 (30, 31), како и оние во упатството на Bayer Dental Information (7) за истата маса не се согласуваат во процентот на експанзијата (според Галеника 0,5%, а според Bayer Dental 0,4%), додека времето на врзувањето во двете информации е 25 минути.

Нашите резултати во ова испитување се добиени со рачно мешање на масата, додека во упатството стои дека се тоа резултати добиени со мешање во вакуум. Масите за вложување кои се користат за вакуумско вложување треба да се бавноврзувачки. Нашите резултати добиени со мешање на масата во вакуум (60), исто така отстапуваат од вредностите во упатството. Така, по 20 минути од почетокот на мешањето експанзијата изнесува во просек 0,06%, а по 30 минути 0,33% што, исто така отстапува од наведените податоци и од барањата за процентот на експанзијата на една маса. По 60 минути експанзијата на масата мешана во вакуум изнесува 0,52%, односно 0,55% по 120 минути. Тој процент е видно поголем во споредба со процентот на експанзијата при рачно мешање. Спротивно на тоа, Prenz (73) нашол дека врзувачката експанзија е помала ако масата се меша во вакуум. Овој сооднос на прашок и вода овозможува добивање конзистенција на замешаната маса која овозможува лесно работење и исипување во цилиндарот (киветата), при што не ќе може да го оштети восочниот модел. Овие податоци наведуваат на заклучок дека на масата за вложување неодуротерм 5 што се користи кај нас треба да и се овозможи да се врзува 60 до 120 минути, а, по можност, и секоја нова пратка да се испита во лабораторијата за оптималното време на врзување и оптималниот процент на експанзија.

Анализирајќи ги резултатите во таб. 13, од замешаната маса со 5% помалку вода од наведеното количество во упатството и придржувајќи се на другите критериуми, добиваме нешто поголем процент на врзувачка експанзија. Така, по 60 минути просекот на експанзијата изнесува 0,47%, односно по 120 минути изнесува 0,49%. Овој сооднос на прашок и вода се уште дава вискозност на замешаната маса кој, во нашите испитувања, не доведуваше до деформација на елементите на восочниот модел при вложувањето. Толкувањето на зголемениот процент на врзувачката експанзија кога масата ќе се замеша со помалку вода доаѓа од манипулативните услови кои ја зголемуваат егзотермната топлина, а со тоа го зголемуваат и ефектот на врзувачката експанзија. Мора да се нагласи дека вискозноста на масата е доста важна бидејќи таа обезбедува фините детали во восочниот модел со сигурност да бидат оформени.

Уште погусто замешаната маса, без мерење на водата, овозможува добивање вискозност на масата која може да ги деформира восочните елементи на конструкцијата, притоа да останат непополнети простори, да предизвика порозност во масата, да не се постигне влажење на моделот, што ќе биде причина за добивање одливка која е доста рапава, со бројни метални перли и други недостатоци.

До слични податоци, кои укажуваат дека погусто замешаната маса дава поголем процент на врзувачка експанзија, дошле и други автори во своите испитувања, како: Letica (51), Vukovoјас (92), Todorov (89), Hehring (33), Phillips (70), Shillinburg (81), Franz (29)0, J.M. Neу компанијата (86) и други. Од ова произлегува дека погусто замешаната маса дава поголема експанзија.

Резултатите добиени кога масата за вложување се меша со 5% поголема количина на вода (таб. 14) покажуваат дека процентот на експанзијата е помал во споредба со претходните два соодно-

са, и тоа како по 20, 30 така и по 120 минути. Тој процент на средната вредност од пет мерења по 30 минути изнесува само 0,16%, а по 120 минути изнесува 0,39%. Најдовме дека така замешаната маса е многу поретка, побавно се врзува, тврдоста на калапот е сосема мала и причинува тешкотии при подготвувањето на пробното тело за мерење на термичката експанзија. Consani и Ruhnke (14) докажуваат дека масите за вложување замешани поретко покажуваат поголема пермеабилност и поголема порозност. До исти сознанија дошле и Skinner и Degni (82) и Ballard i Leinfelder (6). Дека процентот на врзувачката експанзија е помал кога масата ќе се замеша со повеќе вода го докажуваат и други автори како: Letica (51), Vukovojac (92), Todorov (89), Phillips (70), Shillinburg (81), компанијата J.M. Ney (87), Franz (29) и други. Спротивно на тоа кога чист гипс се меша со повеќе вода покажува поголема експанзија (51).

И, оттука произлегува дека количината на водата има големо влијание врз експанзијата на масата, во овој случај негативно влијание. Препораките на производителите треба да се почитуваат како во поглед на количината на прашокот така во поглед на количината на водата. Светските стандарди препорачуваат мерење на прашокот со точност до 0,1g (11), а во поглед на количината на водата со точност од $\pm 1\%$ (11, 18), како и производителите (9, 30, 44). Köhler (46) препорачува мерење на водата со шприц, милиметарски точно. За таква прецизност во одмерувањето не може да се пофали ниту една заботехничка лабораторија, па ниту еден техничар поединец. Не само што не се мери количината на прашокот и водата, туку не се води сметка и за други важни влијанија при секојдневната подготовка на масата, како што се: температурата на водата, влажноста на воздухот во просторијата, чувањето, техниката на мешањето на масата, користењето отстоена вода или дестилирана вода и староста на масата за вложување. Тоа, според Британскиот стандард (11) е исто толку битно колку и хемискиот состав на масата за вложување.

Резултатите од хигроскопната врзувачка експанзија се добиени кога масата е замешана по упатството (таб. 15), а врзувањето е спроведено во водена средина, а се следени по 10, 20 и 30 минути од потопувањето во водена бања. Ја користевме истата маса бидејќи сите маси во кои е присутен гипсот како врзувачко средство покажуваат хигроскопна експанзија. Таа во некои случаи е поголема во други помала. Но исто така, во други средини постојат и маси за вложување кои се наменети само за овозможување хигроскопна експанзија. Така, спецификацијата бр. 2 на ADA (2) за тип II маси за вложување бара минимална експанзија во вода од 1,2% до максимална 2,2%. Earnshaw (23) наведува посебни маси за хигроскопна експанзија, како Hygroscopic No II и No I Hygroscopic inlay. ISO стандардот (38), исто така, наведува маса за вложување тип II за хигроскопна експанзија. И со неодуротерм 5 масата за вложување добивме висок процент на експанзија. Средната вредност на процентот на експанзијата е голем и по 10 минути изнесува 1,15%, по 20 минути 2,32%, а по 30 минути дури 2,89%. Ваквите резултати се добиени и во нашите поранешни испитувања (59, 60, 61). Во тие поранешни испитувања, со хигроскопната експанзија ја компариравме контракцијата на неблагородните метали (трговски бакар со контракција од 7,1%), сребрената легура за леани надградби и за претклинички вежби (паларгент на Zlatarne, Celje), а имавме и успешна компензација со сребрено-паладиумските легури користени во секојдневната практика (паладор, ауропал, дентал 100 и др.).

Споредувајќи го процентот на хигроскопната експанзија со процентот на врзувачката експанзија можеме да констатираме дека процентот на хигроскопната експанзија е значително поголем. Така, по 10 минути хигроскопната експанзија е поголема за 2,5 пати, за 20 минути за 5 пати, а за 30 минути за повеќе од 6 пати од нормалноврзувачката експанзија.

До сознанието дека врзувачката експанзија изведена во водена средина дава поголем процент на експанзија прв, според Franz (29)

дошол Scheu во 1932 година. Испитувањата на повеќе автори ги потврдуваат нашите сознанија, но тој процент кај различни автори е различен. Така, Боянов (10) добил експанзија од 1,4% до 2,4%, кај Phillips (70) хигроскопната експанзија е поголема за 6 и повеќе пати, според Anderson (3), таа изнесува и до 2%, кај Craig (15) хигроскопната експанзија е два до четири пати поголема од врзувачката. Според повеќе автори, како Боянов (10), Osborn (68), Phillips (70), Skinner и Degni (82), Degni (16) и Docking (20), големината на хигроскопната експанзија варира и е зависна од составот на масата, особено од количината на кварцот, чистотата и финоста на зрнесто, присуството на α -хемихидратот, староста на масата и од времето на потопувањето на киветата во водената бања.

Спротивно на наведените автори, Asgar, Mahler и Peyotn (4) тврдат дека големината на хигроскопната експанзија зависи само од количината на додадената вода (од потопувањето), а не и од другите фактори. Меѓутоа, за повеќе автори, како, Nehring (33), хигроскопната експанзија е под влијание на голем број фактори што тешко се контролираат. Бројни фактори се важни за контролата на хигроскопната експанзија (70). J.M. Neu компанијата (87) наведува дека точниот процент на хигроскопната експанзија е недефиниран. Тодоров (89) наведува дека хигроскопната експанзија е подложна на влијанието на фактори кои тешко се контролираат, се одвива нерамномерно и го деформира восочниот модел. Затоа таа, скоро, не се користи. Vujošević (91) укажува дека механизмот на настанувањето на хигроскопната експанзија уште не е доволно објаснет.

Резултатите од хигроскопната експанзија кога масата е замешана со 5% помалку вода се повисоки (таб. 16), како резултат на егзотермната топлина. Така, средната вредност на хигроскопната експанзија по 10 минути изнесува 1,59%, по 20 минути 2,75% и по 30 минути 3,27%. Споредена со средната вредност на нормалната врзувачка експанзија, добиена кога масата е замешана со помалку

вода (0,49%), што укажува дека во овој случај хигроскопната експанзија е поголема за повеќе од шест и пол пати (6,67). По 10 минути хигроскопната експанзија е поголема за повеќе од трипати од нормалноврзувачката експанзија. Во и онака сиромашната литература за хигроскопната експанзија не најдовме податоци за мешањето на масата со помалку вода.

Резултатите од хигроскопната експанзија на масата замешана со 5% повеќе вода (таб. 17) се незначително помали во споредба со резултатите од претходните мерења. Така, средната вредност по 10 минути изнесува 1,10%, по 20 минути 2,24% и по 30 минути 2,82%. Ако оваа експанзија се спореди со нормалноврзувачката експанзија на масата земешана со 5% повеќе вода (0,39) произлегува дека е поголема за повеќе од 7 пати (7,23). Од добиените резултати за врзувањето на масата за вложување во водена средина произлегува дека количината на водата за мешање има значење за процентот на експанзијата. Колку повеќе од препорачаниот процент вода се користи за мешање на масата толку е помала и хигроскопната експанзија (70).

И овде процентот на експанзијата е поголем кај масата мешана по упатство, или кога количината на водата е помала, како и кај нормалноврзувачката експанзија. Мешањето на масата со поголема количина на вода ја намалува и хигроскопната и нормалноврзувачката експанзија.

Термичката експанзија на неодуротерм 5 масата за вложување замешана според упатството (30, 31) и кога масата е врзана на собна температура (таб. 18) изнесува околу 1% на 700°C. Според стандардите на DIN (19), ISO (38) и BS (11), термичката експанзија на масите треба да изнесува 1,2% до 1,3%. Но, и тука постои разлика зависно од количината на кварцот кој, сам по себе, се шири од 1,2% до 1,4%, или пак од количината на кристобалитот кој се шири до 1,6%. Треба да се изнесе и тоа дека вредностите на врзу-

вачката, термичката и вкупната експанзија на масите за вложување, изнесени според стандардите (11, 19, 38), се добиени строго лабораториски, во скоро "идеални" услови кои во ниту една заботехничка лабораторија не се применуваат така прецизно. Оттаму, резултатите кај одделни автори се сосема поинакви и отстапуваат од резултатите во горните стандарди, а и составот на сите маси не е еднаков. Така, кај Боянов (10) термичката експанзија изнесува 0,9%, кај Nehring (33) 0,8% ако масата содржи кварц и 1,2% ако масата содржи кристобалит, кај Мирчев (62) 0,7% до 1,25%, а Vu-ковојас (92) дава податоци за повеќе маси каде што термичката експанзија на температура од 700°C изнесува 0,39% до 0,65%. Посебно, за класичната дуротерм маса наведува експанзија од 0,65%. Kerr Sybron (44) наведува термичка експанзија од 0,8%. Höft (34) укажува дека термичката експанзија кај сите маси треба да биде од 1,0% до 1,4%.

Резултатите од нашите испитувања на термичката експанзија од 5 мерења дадоа мали вредности, кои просечно изнесуваа: на 500°C 0,29%, на 600°C 0,20%, а на 700°C таа изнесуваше само 0,07%. Ваква ниските вредности на термичката експанзија во никој случај не се доволни за компензација на контракцијата на денталните легури. Причините за така малиот процент на термичка експанзија претпоставуваме дека потекнуваат од неколку претпоставки што ќе бидат изнесени подолу.

Масата има "стварно" мал процент на термичка експанзија. Прилог кон тоа се секојдневните резултати во заботехничката лабораторија, а тоа е што ретко излеаната коронка или мостовска конструкција директно пасува на работниот модел, без да биде луменот на коронката "незначително" истружен, а со тоа постигната "компензација на контракцијата на легурата".

Гипсот (α и β -полухидрат), како една од компонентите на масите за вложување, при загревање контрахира во три температурни интер-

вали, и тоа 120°C до 130°C незначително. Втората контракција на гипсот е во интервалот 160°C до 315°C , кога ја губи целата кристална вода. Со понатамошно греење гипсот контрахира и трет пат, и тоа во температурниот интервал од 593°C до 704°C . Оваа трета контракција е и најсилна и како што наведува Letica (51); според Hardner, изнесува 4,0%, а според Gerlach и Spanner 2,0% линеарно. Според Vukovoјас (92), третата контракција на гипсот во истиот температурен интервал изнесува 3%.

Загревањето на масата за вложување е придружено со промени на волуменот, но тие промени не се еднолични. кај некои температурни интервали се работи за контракција а кај други за експанзија на масата. Промената на волуменот на масата при загревањето ќе одговара на збирот на контракцијата на гипсот и експанзијата на кварцот (51). Масите за вложување се композиции од разни минерали и за неутрализирање или намалување на контракцијата на гипсот, односно за индиректно зголемување на експанзијата на масата се додава натриумхлорид, калиумхлорид или литиумхлорид, и тоа 0,8% до 1,0% (29, 33, 57, 70, 89). Од анализата на хемискиот и минералоскиот состав на неодуротерм 5 масата за вложување ќе видиме дека такви компоненти не се најдени што оди во прилог на малиот процент на термичка експанзија.

Не е исклучена можноста за грешки при ползувањето и мерењето со дилатометарот G.F. тип PHT. За определување на влијанието на експерименталните процедури на добиените резултати на термичката експанзија на масите за вложување, извршени се испитувања на линеарната термичка експанзија на проби, изработени од алуминиум, со чистота 99,5%. Димензиите на алуминиумските проби одговараат на димензиите на пробите добиени од масата за вложување. При испитувањето на експанзијата на алуминиумските проби, користена е истата експериментална постапка како и при испитувањето на масите за вложување. Мерењето на експанзијата е извршено на температури помеѓу 200°C и 550°C .

Добиените резултати за трите мерења на експанзијата на алуминиумот, пред почетокот и во текот на мерењето, за сите температури на испитувањето и во различни временски периоди, покажуваат дека влијанието на експерименталните грешки се движи во границите од $\pm 5\%$. Тоа значи дека најголемата грешка што може да се јави како резултат на експерименталната апаратура и постапката на испитувањето за дадениот температурен интервал, може да изнесува најмногу до 10%. Таквите резултати може да се оценат како конзистентни.

Мерењата на термичката експанзија што се изнесени во стандардите на ISO (38), DIN (19) и BS (11) и добиените податоци од другата достапна литература не се исти, не се од ист производител, не се со иста старост (година на производството). Оттаму, нормално е да се добијат различни резултати. Поради користењето на различна опрема, различни маси за вложување и работа во различни услови, Rehberg (74) го изразува своето жалење што вредностите на експанзијата на масата за вложување во практиката ретко одговараат зашто експанзијата на масата во заботехничките лаборатории не ги следи идеалните претпоставки на подготовка и резултатите од мерењата. Со таа констатација слободно можеме и ние да се согласиме и да се заложиме доследно да се применуваат барем оние мерки и критериуми за кои постојат услови за да се добие оптимален производ.

Резултатите од термичката експанзија на масата неодуротерм 5, мешана со помалку вода (таб. 19), се во просек 0,44% и се поголеми во споредба со резултатите добиени кога масата е замешана по упатството. И овој процент на термичката експанзија, иако поголем, е недоволен за компензација на контракцијата на денталните легури. Поголемиот процент на термичката експанзија на масата кога се замешува со помалку вода го потврдуваат Phillips (70), J.M. Ney компанијата (87), Osborn (68), Letica (51), Hehring (33) и други.

Кога масата неодуротерм 5 е замешана со повеќе вода, добиените резултати покажуваат помал процент на термичка експанзија во споредба со претходните два соодноса. На 700°C се јавува дури и негативна експанзија, односно контракција од 0,17%. Добивањето помал процент на термичка експанзија, кога масата е замешана со повеќе вода го среќаваме и кај други автори, како: Phillips (70), компанијата J.M. Ney (87), Earnshaw (24, 25), Osborn (68), Hehring (33), Letica (51) и други.

Резултатите од термичката експанзија на масата неодуротерм 5 врзана во хигроскопни услови се изнесени во табелите 21-23.

Анализирајќи ги резултатите (таб. 21) од замешаната маса по упатството на производителот (30, 31), гледаме дека тие се мали проценти и отстапуваат од потребната термичка експанзија што се бара според светските стандарди (11, 19, 38) и според наодите на одредени автори (34). Споредувајќи ги овие резултати со резултатите од термичката експанзија на масата врзана на собна температура, забележуваме дека на температура од 500°C и 600°C тие се скоро исти додека на температура од 700°C тие се повисоки. Но, најголем процент на експанзија е добиен на температура од 500°C , 0,27%, што се совпаѓа со укажувањата на Shillinburg, Hovo и Whittsett (81), дека загревањето кај хигроскопната експанзија се прави на пониска температура од 470°C и тогаш таа е поголема. Earnshaw (22) во своите испитувања нашол дека овозможувањето на хигроскопната експанзија доведува до намалување на термичката експанзија. Тоа, во своите испитувања, го потврдуваат Mahler и Adu (53). Нашите резултати се во спротивност со нивните тврдења дека термичката експанзија е помала кога масата е врзана во хигроскопни услови.

Резултатите од термичката експанзија на масата замешана со 5% помалку вода и врзана во хигроскопни услови (таб. 22) покажуваат поголем процент на средната вредност на експанзијата

во споредба кога масата е замешана по упатството, и тоа на температура од 500°C таа изнесува 0,36%, на температура од 600°C изнесува 0,35% и на температура од 700°C , 0,34%.

Меѓутоа, ако ја споредиме термичката експанзија од овој сооднос со термичката експанзија на масата со ист сооднос, само врзана на собна температура, овде ќе констатираме помал процент на термичка експанзија, односно повисок процент при хигроскопна експанзија. Овие податоци се совпаѓаат со податоците на Earnshaw (22) и податоците на Mahler и Ady (53).

Процентот на термичката експанзија на масата замешана со повеќе вода и со овозможување хигроскопна експанзија (таб. 23) е мал: на 700°C изнесува само 0,08%. И овде е видливо дека зголемената количина на водата негативно влијае на експанзијата, како што беше и досега констатирано на двете врзувачки и на термичката експанзија. И овде е уочливо, иако процентот на експанзијата е мал, дека постои континуитет кој покажува дека кај хигроскопната експанзија најголем процент се добива на пониска температура (околу 500°C) или, како што наведуваат Shillinburg, Hovo и Witsett (81), на температура од 470°C .

Овде беше забележлива и цврстината на пробното тело. Иако цврстината не беше предмет на нашето испитување, паѓаше во очи големата ронливост на масата, што бараше големо внимание за да се изврши испитувањето.

Вкупната експанзија на масите за вложување претставува збир од врзувачката (нормалноврзувачка или хигроскопноврзувачка) и термичка експанзија кои треба да го компензираат собирањето на високот при моделирањето средно за 0,5% и собирањето (контракцијата) на денталните легури за 1,2% до 1,5%, па дури и до 1,8%.

Оттаму, по светските стандарди (11, 19, 38), вкупната експанзија треба да изнесува околу 1,5% линеарно. Тоа се вредности што се добиваат во идеални услови. Но, тие услови скоро да не можат да се постигнат во заботехничките лаборатории, особено кога заботехничарите не му посветуваат доволно внимание на тој проблем. Тоа го укажуваат и други автори (74). Затоа повеќето автори во своите испитувања постигнуваат помал процент и се задоволуваат со помала вкупна експанзија. Nehring (33) вели дека треба да се употребуваат маси чија вкупна експанзија на температура од 750°C изнесува преку 1,0% линеарно.

Нашите резултати (таб. 24) од вкупната експанзија на масата неодуротерм 5, замешана со вода по упатство на производителот (30, 31), по пет мерења покажуваат средна вредност од 0,53% линеарна експанзија (0,46% врзувачка и 0,07% термичка експанзија). Секако дека овој процент е недоволен за комплетна компензација на контракцијата на восокот и денталната легура. Овој процент, иако е работено према упатството, отстапува од процентот на вкупната експанзија за 1,5%, што го наведува производителот на масата во своето упатство. Тој отстапува и од барањата на светските стандарди (11, 19, 38) и од искажувањата на одделни автори (10, 33). Vukovoјас (92) наведува податоци за повеќе маси чија вкупна експанзија на температура од 700°C изнесува 0,65%, 0,87% до 1,35%. Нашите наоди се најблиску до податоците што ги презентира Vukovoјас (92).

Нашето образложение за малиот процент на вкупната експанзија не може да биде поинакво од она што го дадовме кога ја дискутиравме термичката експанзија на масата замешана по упатството.

Вкупната експанзија (таб. 25) на масата кога е замешана со 5% помалку вода дава нешто поголема средна вредност од 0,93%. Таа се приближува до долната граница на вкупната експанзија од 1,0% (33), но отстапува од вредностите што ги дава производителот.

лот (30, 31) на масата и барањата на светските стандарди (11, 19, 38). Паѓа во очи дека и кај врзувачката и кај термичката, па и кај вкупната експанзија процентот на експанзијата е поголем кога масата е замешана со 5% помалку вода отколку што предвидува производителот. Тоа се совпаѓа со наодите на повеќе автори дека погусто замешаната маса има влијание на врзувачката и термичката експанзија (29, 33, 51, 70, 81, 86, 89, 92).

Вкупната експанзија на масата неодуротерм 5, замешана со 5% повеќе вода (поретка конзистенција), според нашите истражувања има средна вредност од 0,36% (таб. 26). Тоа е мал процент на експанзија и се совпаѓа со претходните истражувања од нашите испитувања, како и со искажувањата на повеќе автори, дека ретко замешаната маса дава помал процент на врзувачка, но и помала вредност на термичката експанзија, од што произлегува и малата вредност на вкупната експанзија (24, 29, 33, 51, 70, 89, 92).

Вкупната експанзија на масата неодуротерм 5, замешана по упатството на производителот (30, 31) и со овозможување врзување во водена средина (таб. 27), според нашите испитувања има средна вредност од 3,11%. Оваа вредност е веќе доста висока, како вкупна експанзија која потекнува од хигроскопната експанзија (2,89%), но е со мала термичка експанзија од 0,20% на 700°C. Вака високиот процент на вкупната експанзија е доволен за компензација на контракцијата на восокот и денталните легури, како благородните златни и сребрено-паладиумски легури со контракција од 1,2% до 1,5%, па дури и до 1,8%, и неблагородните со 2,4%. Но, хигроскопната експанзија не нашла широка примена во секојдневното работење во заботехничките лаборатории. Според некои автори причина за тоа е што постапката трае подолго, а според други таа е под влијание на фактори што тешко се контролираат (33, 70, 89). J.M. Neу компанијата (87) вели дека точниот процент на хигроскопната експанзија не е дефиниран.

Вкупната експанзија на масата неодуротерм 5, кога е замешана со 5% помалку вода и кога е овозможено врзување во водена средина (таб. 28), според нашите испитувања, има средна вредност од 3,61%, значи уште поголема од претходната, кога масата беше мешана по упатството. И овде тоа е резултат на поголемата хигроскопна врзувачка експанзија која изнесува 3,27% и само 0,34% термичка експанзија. И овде се покажа влијанието на водата врз вкупната експанзија која е поголема кога масата се меша со помалку вода. Ако се потсетиме на претходните искажувања ќе видиме дека помалата количина вода од предвидената по упатството, во сите видови експанзии (нормалноврзувачка, врзувачка во водена средина и термичка), дава поголем процент на експанзија.

Вкупната експанзија на масата неодуротерм 5, кога масата е замешана со 5% повеќе вода и кога е овозможено врзување во водена средина (таб. 29), даде висок процент на експанзија, со средна вредност од 2,90%. Тоа е резултат на врзувачката експанзија (2,82%) а не на термичката која е исклучително мала (0,08% на 700°C).

Од испитувањата дојдовме до одредени сознанија дека, кога масата се замешува со поголем дел на вода, било при нормалноврзувачката или при хигроскопната експанзија, блокчето е доста меко, порозно, лесно се крши, а тоа го отежнува експериментирањето. Оттука произлегува дека треба да се внимава при одредувањето на соодносот на водата и прашокот, да не се употреби поголема количина на вода отколку што е предвидено.

Од анализата на резултатите добиени за односот на вкупната експанзија и налегнувањето на мостовската конструкција до границата на препарацијата, посматрано со голо око, потоа од анализата на површината на мостот од оралната страна, оклузалната страна и луменот на коронките, добивме интересни податоци кои ќе ги

дискутираме одделно, според соодносите и според видот на врзвачката експанзија.

При замешувањето на масата по упатството, вкупната експанзија и во трите случаи е мала, па оттаму и трите мостовски конструкции не навлегуваат до границата на препарацијата, луменот на коронките е без метални перли, конзистенцијата на замешаната маса е добра. За нивно упасување се практикува стружење од внатрешноста (од луменот на коронката), за да се овозможи навлегување (компензација на контракцијата). Според сите стандарди и норми, по леењето и замената на восокот со метал, на металната конструкција се спроведуваат термичките постапки (хомогенизирање и облагородување, подобрување на конструкцијата) и се песочира конструкцијата со песочник. Песочирањето ги чисти остатоците на масата за вложување, површните оксиди, сулфиди и други непотребни додатоци, настанати за време на топењето, леењето и стврднувањето на легурата. Евентуалното присуство на мал број поединечни метални перли треба да се отстрани со сечење, отцепување, а не со стружење. Секое стружење во луменот на коронката, особено на гингивалниот раб, го нарушува односот на готовата коронка кон забното трупче, односно го нарушува рабното затворање, маргиналниот интегритет. Несоодветното рабно затворање е причина за појава на секундарен кариес, акумулација на дентален плак и појава на пародонтални заболувања (66). Неточните коронки предизвикуваат структурни и функционални промени во усната празнина (72). Рабното затворање со микропростор поголем од $200\mu\text{m}$ се означува како незадоволително, нетолерантно (47, 58).

И во трите случаи оралната површина на телото е без метални перли. Оклузалната површина и во трите случаи е покриена со ситни метални перли. Присуството на перлите бара поголема обработка, а со тоа и губење време, губење на благородните материјали, поголеми материјални трошоци и нарушување на меѓуоклузалните

односи. Во целост, може да се каже дека масата неодуротерм 5, замешана според упатството, во нашите испитувања не ги исполни барањата како од потребната така и од наведената во упатството врзувачка и термичка експанзија. Оттаму резултираше и непасувањето на конструкцијата, односно необезбедувањето на компензација на контракцијата на востокот при моделирањето и на легурата при стврднување. Присуството на метални перли наведува на размислување за поставеноста на ливните и спроводните канали и свртеноста на оклузалната површина кон киветата, за што треба да се размисли и да се провери на повеќе случаи.

Вкупната експанзија на масата за вложување замешана со 5,0% помалку вода, со погуста консистенција, е поголема и се движи околу 1,0% линеарно што е повеќе од претходната. Тоа е резултат на врзувачката и термичката експанзија која е поголема кога масата ќе се замеша погусто, што се покажа и во нашите испитувања и во испитувањата на повеќе други автори, изнесени порано. Но, и тој процент на повисока вкупна експанзија не е доволен. И во трите случаи, конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. И во трите случаи е најдено присуство на метални перли во луменот на коронките. И со отстранувањето само на перлите конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата.

Присуството на металните перли зборува дека замешаната маса во тој сооднос е густа и не дозволува комплетно излегување на воздухот, па затворените воздушни меурчиња, после, се исполнуваат со метал и се претвораат во перли. Можеби појавата на металните перли би се отстранила и во овој сооднос ако масата се меша во вакуум, како што предвидува производителот, или барем ако се вложува на вибратор или, уште подобро ако и мешањето и вложувањето се вршат во вакуум. Тоа останува да се провери во иднина, ако и понатаму се работи со таа маса за вложување.

Оралната површина и во трите случаи е мазна и без перли. Оклузалната површина е со доста метални перли. На мислење сме дека овде, освен положбата на поставените ливни колчиња и односот на таа површина спрема киветата, влијае и густината на замешаната маса која не постигнува доволно интимно прилепување, квасење на восочниот модел. Некои од овие недостатоци би се избегнале ако масата се меша во вакуум, ако се вложува во вакуум или, барем, на вибратор.

Неналегнувањето на мостовската конструкција до границата на препарацијата при добиена вкупна експанзија, кога масата е замешана со 5% повеќе вода (поретко замешана), е резултат кој не ги задоволува општите барања. И во трите случаи луменот на коронките е без метални перли, но конструкцијата не навлегува до границата на препарацијата. Неналегнувањето е резултат на вкупната експанзија која, во споредба со претходните два соодноса, е помала. И во нашите испитувања и во испитувањата на другите автори (22, 29, 70, 81, 87, 89) се покажа дека ретко замешаната маса е со помала врзувачка и термичка експанзија. Но, очигледно е дека оваа конзистанција овозможува интимно прилепување и квасење на восочниот модел и во луменот на коронките и на оралната и оклузалната површина, што оневозможува градење на метални перли.

Вкупната експанзија на масата, кога е овозможено врзување во водена средина, е голема и дури за неколку пати поголема од вкупната експанзија кога е спроведена нормалноврзувачка експанзија, што се гледа од резултатите што ги добивме и кои се прикажани на табелите 27, 28 и 29. Тоа се сретнува и кај авторите што се занимавале со проучување на хигроскопната експанзија, иако нивниот број не е голем. Се повторуваат сознанијата дека на експанзијата, особено на хигроскопната експанзија, влијаат голем број фактори што тешко се контролираат (33), дека таа е недифинирана (87), дека е подложна на фактори што тешко се контролираат (89),

дека бројни фактори се важни за контролата на хигроскопната експанзија (70) итн. Дел од тие недефинирани ќе проследиме анализирајќи ја вкупната експанзија и компарирајќи ја со налегнувањето (пасувањето на мостовските конструкции.

При соодносот на прашокот и водата даден во упатството на производителот, вкупната експанзија е со висок процент на линеарна експанзија. Во трите испитувани случаи таа е околу 3% линеарно (средно 3,11%). Во трите случаи конструкциите навлегуваат без тешкотии на моделот до границата на препаратацијата. Луменот на коронките е без присуство на метални перли. Оралните површини на конструкциите се мазни, без присуство на перли. На оклузалната површина има една јасно видлива перла. Тоа се и барањата што треба да ги исполни една фикснопротетичка конструкција. Таа треба да ги има истите димензии како и восочниот модел, да налегнува без тешкотии на забните трупчиња, да има мазни површини по леењето, со што се троши малку време за нејзината обработка (само неопходна), да нема трошење на брусни тела и да нема загуби на благороден метал. Тоа ќе се постигне ако вкупната експанзија на масата за вложување е таква што ќе овозможи успешна компензација на контракцијата на восокот од 0,5%, настаната при моделирањето, и на легурата при стврднувањето. Точната контракција на паладорот ние не ја проверувавме туку се користиме со податоци од упатствата и од литературата. Стои дека денталните легури контрахираат за 1,2% до 1,5%, па дури и до 1,8%. За сребрено-паладиумските легури што ги користевме, стои 1,5% (10, 28, 62, 89). Потоа, од масите се бара да постигнуваат контролирана и повторлива експанзија, добро да налегнуваат, да го квасат восочниот модел и да овозможуваат добивање на глатки и мазни површини кои нема да бараат голема обработка и губење време и благороден метал од кој најчесто се леат фиксните конструкции.

Од овие наши сознанија произлегува дека со неодуротерм 5 масата добивме најдобри резултати кога масата е замешана со вода

во сооднос кој го препорачува производителот (100:30) и со врзвачка експанзија која се постигнува во водена средина на температура од 38°C во траење од 30 минути по потопувањето на киветата во вода. Термичката експанзија, според нашите наоди, не е голема, но како и да нема значење, бидејќи калапот е проширен со хигроскопната експанзија.

Но, дека експанзијата е непредвидлива и дека врз неа влијаат голем број фактори што тешко се контролираат, зборуваат резултатите добиени со другите соодноси.

Вкупната експанзија на масата замешана со 5% помалку вода е, исто така, висока и изнесува нешто повеќе од 3,5% линеарно. Во трите случаи конструкцијата навлегува до границата на препаратацијата на моделот, иако во едниот случај, по отстранувањето на двете поединечни перли. На оралната површина нема перли. И кај овој сооднос, на оклузалната површина, во двата случаја беа присутни доста ситни перли.

Вкупната експанзија на масата замешана со 5% повеќе вода и при врзување во водена средина е висока и изнесува 2,90%. Навлегувањето на мостовските конструкции и во трите случаи не задоволува: тие не навлегуваат до границата на препаратацијата. Во двата случаја во луменот беа присутни метални перли. Оралната површина и овде, како и во сите претходни случаи, беше без метални перли. На оклузалната површина и во трите случаи беа присутни метални перли, како и во повеќето претходни случаи.

Дискутирајќи го ненавлегувањето на мостовските конструкции произлегува дека вкупната експанзија како да не е секогаш доминантна за точноста, што овде особено се покажа, или пак вкупната експанзија треба да биде над 3%, како во претходните два соодноса, кога навлегувањето беше коректно. Дали, можеби, експанзијата во водена и топла средина доведува до незначителна

деформација на восочниот модел (89), како резултат на порозноста на масата и калапот и намалената тврдост на калапот, кога масата е замешана со повеќе вода, па оттаму и непасувањето на излеаната конструкција? Marxkors (57) укажува дека иако ливната шуплина во моментот на леењето е зголемена за адекватен степен, тоа не е гаранција дека излеаната конструкција на крајот ќе пасува. Можеби дошле до израз непознати фактори кои тешко се контролираат, како што наведуваат други автори (33, 70, 87, 89).

Резултатите од мерењата што ги направивме со масата неодуротерм 5 се различни и со ниски вредности кои отстапуваат од официјалните упатства што ги дава производителот (30, 31). Причини за тоа може да има повеќе, почнувајќи од видот на масата, условите под кои се вршени тие мерења, староста на масата, изработка на пробното тело, апаратурата за мерење и доста други фактори. Franz (28), исто така, наведува дека резултатите од мерењата на врзувачката експанзија можат да отстапуваат од стандардите. Leticia (51) уште во 1951 година наведува дека, ако ги земеме во предвид сите фактори што влијаат на експанзијата на масата, ќе ни бидат јасни и различните експериментални резултати во промената на волуменот што ги наоѓаме во различни учебници и статии. Притоа доаѓаат во предвид и различните методи и различните апарати при експерименталните испитувања. Во практиката, резултатите уште повеќе се разликуваат бидејќи многу малку се почитуваат препораките на производителите на масите, а особено не се води сметка за соодносот на прашокот и водата, температурата на водата која се зема директно од чешма, влажноста во просторијата каде што се работи, како и староста и чувањето на масата.

7.
глава

ЗАКЛУЧОК

Врз основа на добиените резултати можеме да ги донесеме долу наведените заклучоци:

- од гранулометриските анализи на масата можеме да заклучиме дека таа е со фина гранулација. Целата маса е со големина на зрната до 128 μ m. Средната големина на зрната изнесува 6,62 μ m;
- масата неодуротерм 5 е композициска маса составена од кварц 48%, кристобалит 25% и врзувачко средство, гипс 27%. Во составот не се најдени натриум, литиум или калиумхлорид кои ја зголемуваат термичката експанзија на масата;
- дојдовме до заклучок дека фазата на врзување на масата е завршена дури по 120 минути. Дури потоа може да се почне со загревање на киветата. Овие наши заклучоци битно се разликуваат од упатството дадено од производителот на масата;
- нормалноврзувачката експанзија на масата за вложување е во границите на барањата но, дури по два часа врзување, и има средна вредност од 0,46%. За времето на врзувањето што го препорачува производителот таа изнесува само 0,22% и е недоволна. Погусто замешаната маса, со 5% помалку вода, за исто време дава повисок процент на експанзија, и тоа 0,49% по 120 минути, односно 0,28% по 30 минути. Поретко замешаната маса, со 5 повеќе вода, дава помала врзувачка експанзија: 0,39% по 120 минути, односно 0,16% по 30

минути. Можеме да заклучиме дека количината на водата има битно влијание врз големината на процентот на врзувачката експанзија изведена на собна температура;

- хигроскопната експанзија на наведената маса е доста висока. Замешана по упатството, таа е со средна вредност 2,89% или за 5,8 пати поголема од нормалноврзувачката експанзија. Замешана погусто, со 5% повеќе вода, таа е повисока, со средна вредност 3,27% или за 6,67 пати поголема од нормалноврзувачката експанзија на масата замешана со ист сооднос. Поретко замешаната маса, со 5% повеќе вода, дава, исто така, висок процент на експанзија од 2,82% или за 7,23 пати поголема од нормалноврзувачката, со ист сооднос на замешана маса;
- термичката експанзија на масата врзана на собна температура е мала, далеку од барањата. Замешана во сооднос по упатството ние добивме средна вредност од само 0,07% на температура од 700°C. При погусто замешана маса, со 5% помалку вода, термичката експанзија е поголема и изнесува 0,44%. Иако поголем, и овој процент е недоволен за успешна компензација на контракцијата на денталните легури. Ако е масата замешана поретко, со 5% повеќе вода, на 700°C експанзијата е уште помала по нашите испитувања, дури и негативна - настанува термичка контракција;
- термичката експанзија на масата врзана во хигроскопни услови е исто така мала. Кај масата замешана по упатството таа изнесува 0,21%, кај погусто замешаната маса, со 5% помалку вода, таа изнесува 0,34%, а кај поретко замешаната маса, со 5% повеќе вода, таа изнесува 0,08% на температура од 700°C. И овде влијанието на водата има улога во големината на

експанзијата: погусто замешаната маса е со поголема експанзија, како врзувачка така и термичка. Големината на термичката експанзија според нашите испитувања, не се разликува, независно дали масата е врзувана на собна температура или во хигроскопни услови;

■ вкупната експанзија на масата замешана во сите три соодноси и врзана на собна температура е мала. Кај масата замешана по упатство, таа е 0,53%, со 5% помалку вода (погусто замешана), таа е 0,93% и поретко замешана, со 5% повеќе вода, таа е 0,36%. Оттаму, и сите 9 мостовски конструкции не навлегуваа во моделот до границата на препарацијата (граница на моделирањето). За да пасуваат требаше да се стружи од луменот на коронките, да се "компензира" контракцијата;

■ вкупната експанзија на масата за вложување замешана во три соодноси и врзана во хигроскопни услови е висока: замешана по упатството таа е 3,11%, погусто замешана (со 5% помалку вода) изнесува 3,61% а поретко замешана, со 5% повеќе вода изнесува 2,90%. Овој висок процент на вкупна експанзија е резултат на високиот процент на хигроскопната експанзија во сите три соодноси. Во првите два соодноса шест мостовски конструкции без тешкотии навлегуваа до границата на препарацијата. Конструкциите беа со мазна орална површина, со мазна оклузална површина и со присуство на една до две метални перли. Практично, кај вкупната експанзија во овие два соодноса, кога масата е врзана во хигроскопни услови, постигнавме најдобри резултати гледано од секој аспект. Во третиот сооднос, со 5%

повеќе вода, иако имавме висок процент на вкупна експанзија што изнесуваше 2,90%, трите конструкции не навлегуваа до границата на препарацијата;

- покрај многуте фактори што влијаат на експанзијата на масата за вложување, а кои не беа цел на нашето истражување, јасно се покажа дека количината на водата за мешање на масата има значајно влијание како врз нормалноврзувачката и врз хигроскопната така и на термичката експанзија. Треба да се почитуваат препораките на производителите за соодносот на прашокот и водата. Но, исто така, се покажа дека во некои препораки постојат и отстапувања. И овде се покажа дека малку погусто замешаната маса дава повисок процент на експанзија, како врзувачка така и термичка. Хигроскопната врзувачка експанзија треба да го најде своето место во секојдневната работа во заботехничката лабораторија, било во изворна или во модифицирана форма.

8.
глава

ЛИТЕРАТУРА

1. AKEN J van. Distortion of wax patterns as influenced by hygroscopic expansion of the investment. *Tschr Tandheelk* 1961; 68: 583-610.
2. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. ADA standards. American Dental Association, Chicago, 1981.
3. ANDERSON JN. Applied dental materials: Casting investment materials. (5th ed), Blackwell Sc Pub, Oxford, 1976.
5. ASGAR K, MAHLER DB, PEYTON FA. Hygroscopic technique for inlay casting using controlled water additions. *J Prost Dent* 1955; 5: 711-24.
5. ASGAR K, MAHLER DB, PEYTON FA. Controlled water addition technic for hygroscopic expansion of dental investment. *J Am Dent Assoc* 1956; 52: 155-63.
6. BALLARD GT, LEINFELDER KF, TAYLOR DF. Permeability and porosity of dental casting investments. *J Prosth Dent* 1975; 34(2): 170-8.
7. BAYER. Dental Information, 1978.
8. BEGO. Bremer Goldschlagerei. BEGO INFORMATION 8. Wilh Herbst, Bremen, 1979.
9. BEGO. Die BEGO Einbettmassen. Wilh Herbst, Bremen, 1989.
10. БОЯНОВ Б. Материалознание за стоматолози. Медицина и физкултура, София, 1973.
11. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Gypsum bonded investment materials. British standards institution 5189: Part I. 1975.

12. БУШАНА МГ. Справочник стоматолога ортопеда. Картя Молдо-веняске, Кишинев, 1988: 410.
13. COMMONWEALTH Bureau of Dental Standards. The hygroscopic expansion of casting investments. Aust Dent J 1957; (4): 81-2.
14. CONSANI S. RUHNKE LA. An explanation for the water distribution in a hygroscopic expansion technique. J Dent Res 1980; 59 (6): 1048-54.
15. CRAIG GR. Restorative dental materials, gypsum products and investments. Mosby Comp, St Louis, 1989.
16. DEGNI F. The hygroscopic setting expansion of a dental casting investment (thesis). Northwestern University Dental School, 1946.
17. DELGADO VP, PEYTON FA. The hygroscopic setting expansion of a dental casting investment. J Prosth Dent 1953; (3): 425-33.
18. DENTIST'S DESK REFERENCE. Materials, instruments and equipment (1 ed). American Dental Association, Chicago, 1981.
19. DEUTSCHE INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 13919 (Teil I). Gipsgebundene Einbettmassen für Dentallegierung. Deutsche Institut für Normung, Berlin, 1984.
20. DOCKING AR, CHONG MP, DONNISON JA. Hygroscopic setting expansion of dental casting investments. I. Austr J Dent 1948; 52: 6-11.
21. EARNSHAW R. The effect of restrictive stress on the setting expansion of gypsum bonded investments. Aust Dent J 1964; 9(3): 167-76.

22. EARNSHAW R. The effect of restrictive stress on the thermal expansion of gypsum bonded investments. Part II. Inlay casting investments, Hygroscopic expansion type. Aust Dent J 1967; 12(4): 123-6.
23. EARNSHAW R. The effect of restrictive stress on the hygroscopic setting expansion of gypsum bonded investments. Aust Dent J 1969; 14: 22.
24. EARNSHAW R. The effect of non asbestos mould liners on investment expansion. Aust Dent J 1982; 61: 528.
25. EARNSHAW R. The effect of casting ring liners on the potential expansion of a gypsum bonded investment. Aust Dent J 1988; 67(11):1366-70.
26. ЕФТИМОВ Е, ЖЕЛЯЗКОВ В, ПОПОВ Н, ТОДОРОВ И. Ръководство по практически упражнения по материялознание: за студенти по стоматология. Медицина и физкултура, София, 1974.
27. FINGER W, JØRGENSEN KD. An improved dental casting investment. Scand J Dent Res 1980; 88(3): 278-84.
28. FRANZ G. Zahnärztliche Werkstoffkunde. Im: Schwenzer N. Prothetik und Werkstoffkunde. Band III. Georg Thieme Ver, Stuttgart-New York, 1982: 29-35.
29. FRANZ G. Einbetmassen. Im: Eichner K. Zahnärztliche Werkstoffe und Ihre Verarbeitung. (Band I), (V auflage) Hüthig Ver, Heidelberg, 1988.
30. GALENIKA. Stomatološki VADEMEKUM. Galenika, 1984.
31. GALENIKA. Stomatološki VADEMEKUM. Galenika, 1990.

32. GRKOVIĆ B, TEODOSIJEVIĆ M. Tehnologija zubotehničkog materijala. Zavod za izdavanje udžbenika i nastavna sredstva, Beograd, 1981.
33. HEHRING H. Einbettmassen. Im: Eichner K. Zahnärztliche Werkstoffe und Ihre Verarbeitung. (Band I), (IV auflage), Hüthig Ver, Heidelberg, 1981.
34. HÖFT H. Edelmetall: Einbettmasse, gipsgebunden. Quintessenz Zahntech 1990; 16: 1497-508.
35. HOLLENBACK GM. Precision gold inlays made by a simple technic. J Am Dent Assoc 1943; 30: 99.
36. HOLLENBACK GM. Simple technic for accurate casting and original method of vacuum investing. J Am Dent Assoc 1948; 36: 391.
37. ХРИСТОЗОВ Т. Пропедевтика на ортопедичната стоматология: за студенти стоматолози. (II изд), Медицина и физкултура, София, 1974: 166.
38. INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION. ISO 7490 Gypsum bonded casting investments for dental gold alloy. 1985.
39. JONES DW, WILSON HJ. Setting and hygroscopic expansion of investments. Br Dent J 1970; 129: 22.
40. JØRGENSEN KD. Einbettmassen: Eigenschaften und Technik. I. Quintessenz Zahntech 1978; (4): 57.
41. JØRGENSEN KD. Einbettmassen: Eigenschaften und Technik. II. Quintessenz Zahntech 1978; (4): 59.

42. JØRGENSEN KD. Einbettmassen: Eigenschaften und Technik. III. Quinteßenz Zahntech 1978; 4(5): 57.
43. JUGOSLOVENSKI LEKSIKOGRAFSKI ZAVOD. Leksikon jugoslovenskog leksikografskog zavoda. Jugoslovenski leksikografski zavod. Zagreb, 1974. pp 367.
44. KERR - SYBRON, Torino.
45. KOCJANČIĆ B, BIFFAR R. Untersuchungsmethodik zur Beurteilung feuerfester Stumpfmassen. Dental Labor 1990; 38(9): 1269-72.
46. KÖHLER W. Von der perfekten Wachmodellation zum reproduzierbar passgenauen Goldguss. Dental Labor 1989; 37(12): 1777-85.
47. KÖRBER KH, LENC P. Beitrag zum Problem der Randgestaltung von Ersatzkronen. Zahnärztl Welt 1968; 69: 440.
48. KRÄUTLE L. Auswirkung der Abbindeexpansion von Einbettmassen auf die Wachmodelle. (med diss), Berlin, 1960.
49. LANDGREN N, PEYTON FA. Hygroscopic expansion of some casting investmens. J Dent Res 1950; 29: 469.
50. LEHMANN KM. Einbettmassen, Wachse, Isolirmaterialien. In: Voss R, Meiners H. Fortschritte der Zahnärztlichen Prothetik und Verstoffkunde. I Band. Hauser Ver, München, 1980.
51. LETICA LJ, SMOLČIĆ V. Tehnologija zubarskog materijala: kovine. Medicinska knjiga, Beograd, 1951.
52. LYON HW, DICKSON G, SCHOANOVER IC. Mechanisms of hygroscopic expansion in dental casting investments. J Dent Res 1955; 34: 44.

53. MAHLER DB, ADY AB. An explanation for hygroscopic setting expansion of dental gypsum products. J Dent Res 1960; 39: 578
54. MAHLER DB, ADY AB. The influence of various factors on the effective setting expansion of casting investments. J Prosth Dent 1963; 13: 365-73.
55. MAHLER DB, ADY AB. The effect of water bath in hygroscopic casting techniques. J Prosth Dent 1965; 15: 1115-21.
56. MARXKORS R. Der Kronenersatz, C4: Praxis der Zahnheilkunde. Band III. Urban und Schwarzenberg, München-Berlin, 1972: 23-69.
57. MARXKORS R, MEINERS H. Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. Hanser, München, 1978.
58. MARXKORS R. Qualitäts-Sicherung am Fall-Beispiel Kronen und Brücken. Dental Labor 1990; 38(9): 1222
59. МИРЧЕВ Е, ЗДРАВЕВСКА М. Хигроскопна експанзија: експериментална и клиничка проверка за нејзината примена. 5. Конгрес на здравствените работници на СРМ (Зборник на трудови). Струга: Сојуз на здравствените работници на СРМ. 1982: 298-301.
60. МИРЧЕВ Е. Корелација помеѓу коефициентот на врзувачката експанзија на масата неодуротерм 5 мешана во вакуум и рачно. Макед Стоматол Прегл 1990; 14(1-2): 44-7.
61. МИРЧЕВ Е. Хигроскопна и компресионо хигроскопна експанзија масе за ливење. 8. Конгрес стоматолога Југославије. (Зборник кратких содржаја). Врњачка Бања: Удружење стоматолога Југославије. 1984: 205.

62. МИРЧЕВ Е. Стоматолошки материјали: неметали, метали и материјали за полнење. Просветно дело, Скопје, 1987.
63. MORI T. Thermal behavior of the gypsum binder in dental casting investments. *J Dent Res* 1986; 65(6): 877-84.
64. MUELLER HJ. Particle and pore size distributions of investments. *J Oral Rehabil* 1986; 13(4): 383-93.
65. O'BRIEN WJ, RYGE G. Dental materials and their selection. WB Saunders Co, Philadelphia, 1978.
66. OBRADOVIĆ-ĐURIČIĆ K. Problematika rubnog zatvaranja fiksnih nadoknada. *Stomatol Gl Srb* 1991; 37(2): 175-81.
67. OHNO H, MIYAKAWA O, SHIOKAWA N. Distorsion of MOD pattern caused by the setting and hygroscopic expansion on the investment in the casting ring. II. Influence of W/P ratio, pattern position in the ring, and the condition of the asbestos lining. *Dent Mater J* 1982; 1(1): 47-54.
68. OSBORN J, WILSON HJ, MAUSFIELDS MA. Dental technology and materials for students. Blackwell Sc Pub (7th ed), Oxford, 1979: chapter 17: pp285.
69. PHILLIPS RW. Skinner's science of dental materials. (VI ed) Saunders Comp. Philadelphia, 1973.
70. PHILLIPS RW. Skinner's science of dental materials. (VII ed) Saunders Comp, Philadelphia, 1982.
71. POLI DENT. Dentalni program, Nova Gorica, Slovenija.

72. ПОПОВ Н. Клинички грешки и усложнения в зъбопротезирането. Медицина и физкултура, София. 1988.
73. PRENZ D. Untersuchungen ber Vernderungen der Einbettmassen in Vakuum. Dtsch Stomatol 1964; 14: 241.
74. REHBERG HJ. Hohlraummessungen in Einbettmassen. Dtsch Zahnärztl Z 1967; 22: 1340.
75. RYGE G, FAIRHURST CW. Hygroscopic expansion. J Dent Res 1955; 34: 745.
76. SATEL EA. Inženjersko tehnički priručnik. (V knjiga). Izdavačko preduzeće "Rad", Beograd, 1979.
77. SCHULZ HH. Die partielle Prothese. (III auflage), Ver Neuer Merkur GmbH. München, 1976.
78. SCHWICKERATH H. Werkstoffe in der Zahnheilkunde. Quintessenz Ver. Berlin, 1977.
79. SEDEJ R. Precizno litje. Ljubljana, 1965
80. SEDEJ R. Tehnologija dentalnih slitina. U: Suvin M, Branovački D. Dostignuća u stomatološkoj protetici. Sveučilišna naklada LIBER, Zagreb, 1977: pp 102-31.
81. SHILLINBURG H, HOBO S, WITSETT L. Grundlagen der Kronen und Brücken Prothetik. Quintessenz Ver, Berlin, 1986.
82. SKINNER EW, DEGNI F. Hygroscopic expansion of dental investments. J Am Dent Assoc 1957; 54(5): 603-8.

82. SKINNER EW, DEGNI F. Hygroscopic expansion of dental investments. J Am Dent Assoc 1957; 54(5): 603-8.
83. SKINNER EW, PHILLIPS RW. The science of dental materials (6th ed). Saunders Comp, Philadelphia, 1967.
84. SLANKAMENAC S. Materijali u stomatologiji: Nemetali. (I izd), Zavod za udžbenike. Sarajevo, 1978.
85. STAMENKOVIĆ D. Uticaj različitih uslova primene vatrosatnog bloka na preciznost odlivka od CoCrMo legure. Stomatol Gl Srb 1989; 36(2): 85-93.
86. ŠUMAN H. Metalografija. Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 1965.
87. THE JM NEY COMPANY. Ney crown and bridge manual. Bloomfield, 1972.
88. TYDY DC. the permeability of dental casting investments. J Dent 1974; (2): 227-33.
89. ТОДОРОВ И. Материалознание: Учебник за студенти по стоматология (II изд). Медицина и физкултура, София, 1989.
90. TRIFUNOVIĆ D. Fiksna protetika. U: Vujošević Lj. Predklinička protetika. Stomatološka sekcija SLD, Beograd, 1979: 45-111.
91. VUJOŠEVIĆ LJ. Stomatološki materijali. U: Vujošević Lj. Predklinička protetika. Stomatološka sekcija SLD. Beograd, 1979: 7-41.
92. VUKOVOJAC P, IVANOVIĆ L. Tehnologija zubotehničkog materijala. Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 1970.

93. ЖЕЛЕЗАРОВ Д. Стоматолошка технологија (скрипта). Универзитетска печатница, Скопје, 1968.

94. ZLATARA CELJE. Dentalni program. Tisk ČGP Delo, Ljubljana 1979.

Техничката реализација ја помогнаа
Фабриката за хартија од Кочани и
Печатницата "Младост" од Кочани
