

Maciej Hajduga¹, Agnieszka Wątor², Marian Suchoń³,

Szkło wodne jako jeden z czynników wpływających na twardość modeli gipsowych

¹ Z Zakładu Inżynierii Materiałowej, Akademii Techniczno-Humanistycznej
w Bielsku Białej

² Z Wyższej Szkoły Inżynierii Dentystycznej w Ustroniu

³ OBR „BOSMAL”, Bielsko Biała

W pracy zostały omówione różne sposoby utwardzania modeli gipsowych. Badania przeprowadzono na próbkach, które po wysuszeniu zostały utwardzone powierzchniowo: szkłem wodnym sodowym oraz substancjami Die Hardener i Shera Brilliant. Sporządzono również próbki z gipsu III i IV klasy twardości, w celu porównania z twardością próbek utwardzonych powierzchniowo. Wszystkie próbki zostały poddane pomiarowi twardości przy użyciu twardościomierza Shore'a typu A. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że najlepsze rezultaty uzyskuje się, stosując substancje utwardzające takie jak np. Die Hardener czy Shera Brilliant.

The liquid glass as one of the factors which influence on hardness of plaster patterns

In the elaboration have been described different methods of the hardening. The investigations have been carried out on samples, which after drying, were treated by surface hardening, using: soda liquid glass, Die Hardener and Shera Brilliant. They have also been made samples of gypsum plaster of the 3rd and 4th hardness class, in order to compare their hardness with the hardness of samples with surface hardening. All samples have been made subject to control of hardness, using the Shore A-type hardness tester. The obtained results say that the best results are obtained by using hardening substances, such as Die Hardener or Shera Brilliant.

WSTĘP

Gips, kryształ, minerał, uwodniony siarczan wapnia ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), powstaje głównie wskutek krystalizacji z wód mórz i słonych jezior. Zwykle tworzy tabliczkowate lub słupkowate kryształy, które są bezbarwne i przezroczyste (selenit) lub drobnoziarniste i najczęściej białe (alabaster) [1]. Wytwarzany jest również sztucznie i znany jako gips syntetyczny (reagips) lub powstaje jako odpad w procesie produkcji kwasu fosforowego (fosfogips) [2, 3, 4, 5, 6].

Ciężar właściwy gipsu jest niewielki i wynosi $2.2\text{--}2.4\text{g/cm}^3$ [7, 8, 9, 10]. Jego twardość wynosi 2 wg skali Mohsa, tak więc jest minerałem miękkim – daje się lekko zarysować paznokciem. Krystalizuje w układzie jednoskośnym [11, 12]. Gips jest

złym przewodnikiem ciepła i dlatego przy dotyku wydaje się ciepły.

Gips jest jednym z najdawniej i najczęściej stosowanych materiałów pomocniczych, znajduje szerokie zastosowanie w technice dentystycznej do odlewania modeli, sporządzania form, pobierania wycisków, wykonywania okludatorów, przedlewów itp.

W stomatologii i technice dentystycznej stosuje się głównie gips modelowy i alabastrowy. Jednak modele wykonane z tych rodzajów gipsu są zbyt miękkie i mogą ulec odkształceniu przy wywarciu na nie większego ciśnienia. Dlatego w stomatologii i technice dentystycznej stosuje się również gips utwardzony do sporządzania modeli

roboczych, tzn. tych modeli, na których wykonywane są uzupełnienia prototypowe.

W celu zwiększenia twardości i wytrzymałości modeli gipsowych dodaje się do proszku gipsowego lub do wody pewne substancje chemiczne. Substancje te dodawane są do gipsu półwodnego przez wytwórnice i nazywane są gipsami utwardzonymi; noszą różne nazwy, np. gips marmurowy, parianowy, "Moldano", "Plaster". Dla odróżnienia od zwykłych gipsów, gipsy utwardzone zabarwiają się na kolor żółty, niebieski lub seledynowy.

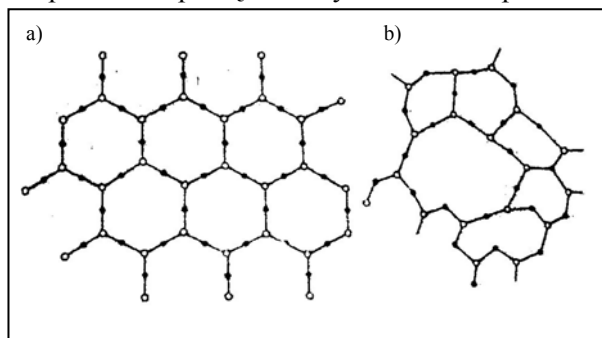
Oprócz takiego sposobu utwardzania modeli gipsowych możemy również utwardzać już gotowe modele (gips dwuwodny) przez powleknięcie powierzchni odpowiednimi środkami chemicznymi.

Utwardzenie wierzchniej warstwy modeli gipsowych uzyskuje się przez:

1. *Gotowanie modeli w stearynie.*
2. *Gotowanie modeli w parafinie.*
3. *Powleknięcie powierzchni modelu 20% alkoholowym roztworem szelaku.*
4. *Gotowanie w nasyconym roztworze boraksu przez 30 min*
5. *Moczenie modelu w nasyconym roztworze sody.*
6. *Moczenie w gorącym 10% roztworze siarczanu baru [8].*
7. *Powleknięcie roztworem szkła wodnego, jednak może ono zmienić kształt modelu w wyniku zatrzymywania się w zaciągach i wytworzenia w tych miejscach grubszej powierzchni [8].*

Szkła są ciałami o własnościach izotropowych w odróżnieniu od ciał krystalicznych, anizotropowych [13].

„Szkło kwarcowe i szkła krzemianowe mają podobnie jak krystaliczny SiO_2 oraz krystaliczne krzemiany, strukturę złożoną z tetraedrycznych grup $[\text{SiO}_4]$, które w wyniku połączenia między sobą tworzą sztywny szkielet trójwymiarowy. Istotna różnica pomiędzy szkłem a substancją krystaliczną polega na tym, że w przypadku ciał krystalicznych grupy krzemotlenowe tworzą uporządkowaną sieć przestrzenną, podczas gdy w szkłe wiążą się z sobą w sposób nieuporządkowany. Różnice te przedsta-



wia schematycznie ryc. 1” [14].

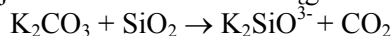
RYC. 1. Schemat ułożenia atomów: a) w stanie krystalicznym, b) w stanie szklistym

Wyróżniamy następujące rodzaje szkieł:

- szkło sodowo-wapniowe – szkło zwykłe [13],
- szkło potasowo-wapniowe
- szkła sodowo-potasowo-wapniowe
- szkła potasowo-olowiowe
- szkło wodne jest wodnym roztworem krzemianu sodu lub potas (K_2SiO_3 lub Na_2SiO_4) otrzymywanym przez stapianie krzemionki (piasków szklarskich) z sodą lub potażem. Szkło wodne to bezbarwna gęsta ciecz o konsystencji syropu [5, 15, 16]. Jego pH wynosi 11.5–13.0. Jest produktem stabilnym o słabej reaktywności. Krzemiany zastygają na szkło rozpuszczalne w wodzie. Potocznie szkłem wodnym nazywa się handlowo najczęściej 20–25% wodne roztwory wymienionych krzemianów, które dają się już łatwo rozcieńczyć wodą [8, 17, 18, 19].

„Stosunek molowy krzemionki do tlenków metali alkalicznych w szkłe wodnym (tzw. *moduł szkła wodnego n*) może zmieniać się w dość szerokich granicach. Szkło wodne zwykle ma moduł w granicach 3.5–4.2; szkło wodne alkaliczne-około 2” [20].

Szkło wodne potasowe powstaje w wyniku reakcji dwutlenku krzemu z węglanem potasowym;



Szkło wodne powinno być przechowywane w naczyniach zamkniętych ponieważ pozostawione na powietrzu ulega rozkładowi pod wpływem CO_2 . Proces ten przebiega powoli, prowadząc do przechodzenia krzemianów w węglany i kwasy krzemowe. Dwutlenek węgla jest bezwodnikiem silniejszego kwasu węglowego, który jest silniejszy od kwasu krzemowego [8].

Szkło wodne ma różnorodne zastosowanie. Największe ilości zużywane są w przemyśle mydlarskim i środków piorących (około 2/3 produkcji światowej) [3, 5, 15]. Mniejsze ilości wykorzystywane są do impregnowania drewna (jako środek ochrony przeciwpożarowej), do apretury i przy farbowaniu tkanin, do produkcji elektrod spawalniczych, do konserwowania jaj, obciążania papieru, znajduje również zastosowanie jako klej mineralny, surowiec do wyrobu kitów, a także zapraw itd. [16, 17, 22]. Natomiast w przemyśle chemicznym szkło wodne jest wykorzystywane jako półprodukt do wytwarzania żelu krzemionkowego oraz jako składnik kwasoodpornych cementów krzemianowych. W ostatnich latach krzemiany stosowane są również do ochrony rurociągów do transportu wody dla potrzeb komunalnych [18, 19, 20, 23].

Natomiast w technice dentystycznej stosowane jest do:

- „zwiększania twardości gotowych modeli gipsowych przez równomierne powlekanie całego modelu cienką warstwą,
- izolacji wycisków gipsowych przed odlewaniem modelu, a także do izolacji form gipsowych przed polimeryzacją masy akrylanowej,
- spajania szkła, porcelany oraz gipsu (jako klej mineralny),
- specjalnych mas ogniotrwałych jako lepiszcze” [8].

8. *Powlekanie powierzchni modelu substancjami zwiększającymi ich twardość*, specjalnie do tego celu przeznaczonymi, takimi jak np. Die Hardener czy Shera Brillant.

BADANIA WŁASNE

Celem pracy jest przedstawienie wyników dotyczących utwardzania powierzchniowego próbek wykonanych z gipsu modelowego i porównanie wyników twardości z próbkami wykonanymi przy stosowaniu gipsów utwardzonych fabrycznie przez producenta.

Materiały przeznaczone do badań

W badaniach wykorzystano gips modelowy, biały **Almod-Dental** Klasa II normą: ISO 6873/1983
Twardość Brinell 60 N/mm²
Czas pracy (max) 8–10 min
Proporcje 100:50 g/ml
Czas wiązania 14÷18 min

Zastosowano również gips utwardzony fabrycznie przez producenta.

Gips Bon Dur M blau Klasa III

Ekspansja 2 h max 0.18 %
Proporcje mieszania 100 g: 28 ml

Gips Bon Roc

Gips supertwardy, złotobrazowy
Twardość ok. 360 N/mm²
Ekspansja max 0.1 %
Proporcje mieszania 100 g: 22 ml
Czas odlewania ok. 4 min
Czas wiązania ok. 8 min

Do utwardzenia gipsu białego zastosowano:

Szkło wodne sodowe

R-145

SWW 1222-472

BN 74/6016-41

Norma Zakładowa: Zakłady chemiczne „Rudniki” S.A.

ZN-02/Z. Ch. „Rudniki” S.A./257 [19].

Wstęp

Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest szkło wodne sodowe będące roztworem wodnym krzemianów sodowych o wzorze $\text{Na}_2\text{O} \times n\text{SiO}_2$.

Zakres stosowania przedmiotu normy. Szkło wodne sodowe stosuje się jako spoiwo w przemyśle odlewniczym, papierniczym, włókienniczym, jako środek buforujący w przemyśle środków myjąco-piorących, do elektropetryfikacji gruntów, przy produkcji elektrod do spawania. Jest to substancja żrąca, stosowana również jako dodatek do betonów w celu przyspieszenia wiązania i zwiększenia twardości (dodawane w granicach 3–5%) i do innych celów.

Określenia. Moduł molowy szkła wodnego sodowego jest to stosunek molowych zawartości SiO_2 do Na_2O .

Podział

Rodzaje. W zależności od wartości modułu i gęstości oraz innych parametrów zestawionych w tabeli 1 szkło wodne sodowe kwalifikowane jest na rodzaje.

Wymagania

Wymagania ogólne. Szkło wodne sodowe jest cieczą od postaci klarownej do barwnie opalizującej z szarym odcieniem włącznie. Intensywność barwy zależy od parametrów szkła w/g p.2.1.

Wymagania szczegółowe – wg tabeli 1.

ISO 9001:2000

ISO 14001

Próbki zostały także utwardzone innymi substancjami handlowymi:

- Die Hardener firmy bell de st.claire,
- Shera Brillant firmy Shera Dental-Werkstoffe.

Próbki zostały sporządzone z gipsu białego, który został rozrobiony z wodą zdemineralizowaną (PN –85/L04585).

Do odtłuszczenia formy użyto:

- rozpuszczalnik – benzyna ekstrakcyjna; SWW 0246–31. Substancja szkodliwa oraz wysoce łatwopalna.

W celu łatwiejszego usunięcia próbki gipsowej z formy jako izolator zastosowano wazelinę kosmetyczną.

Ponadto w badaniach wykorzystano:

- Piec do wygrzewania form odlewniczych, w którym próbki suszono,

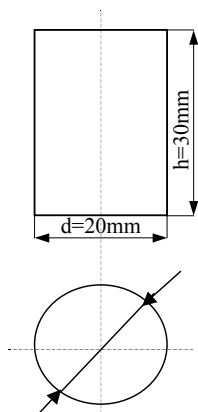
TABELA 1. Rodzaje szkła wodnego sodowego [19]

Rodzaj	150	149	145	142	140	137	145 M	145 S	150 S
Moduł molowy	1.9÷ 2.1	2.8÷ 3.0	2.4÷ 2.6	2.6÷ 3.1	2.9÷ 3.1	3.2÷ 3.4	2.1÷ 2.3	2.3÷ 2.5	2.2÷ 2.4
Na ₂ O+SiO ₂ % nie mniej niż	40.0	42.5	39.0	38.0	36.0	35.0	39.0	42.0	42.0
Gęstość (20°C) g/cm ³	1.50÷ 1.53	1.49÷ 1.51	1.45÷ 1.48	1.42÷ 1.45	1.40÷ 1.43	1.37÷ 1.40	1.45÷ 1.48	1.53÷ 1.56	1.50÷ 1.53
Substancje nierozp. W H ₂ O% max. -w szkle filtrowa- nym	0.1 0.02	0.1 0.02	0.1 0.02	0.1 0.02	0.1 0.02	0.1 0.02	0.1	0.1	0.1
Lepkość dyn. w 20°C (P) nie mniej niż	1	7	1	1	0.5	1	1	5	1

- Termometr o skali 50°C oraz do 100°C,
- Suwmiarkę, za pomocą której dokonano pomiaru średnicy z dokładnością do 0.05 mm,
- Wagę laboratoryjną elektroniczną, typ MP-500, Max 500 g. d = 0.1 g,
- Łażnię wodną do podgrzania parafiny,
- Wibrator elektryczny – mały stolik z wbudowanymi elektromagnesami powodującymi jego drganie,
- Szczypce drewniane do wyjmowania próbek,
- Pędzelek,
- Drewnianą deskę, na której suszono i wygrzewano próbki o wymiarach: długość – 29.5 cm szerokość – 16.3 cm grubość – 2.8 cm
- Ołówek kopiowy do oznaczenia próbek.

Sposób przygotowania próbek

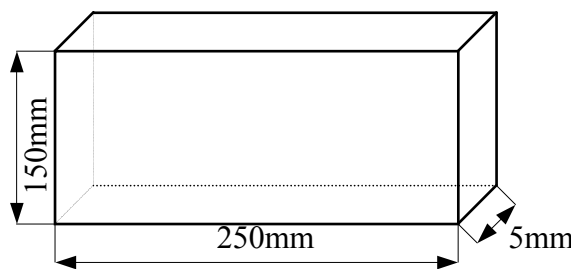
Początkowo formę, z której miały być odlewane próbki sporządzono z rurki PCV o wymiarach przedstawionych na ryc. 2. Zostały wykonane trzy takie formy.



RYC. 2. Schemat rurki PCV stanowiącej formę dla próbek, gdzie h-wysokość d-średnica

Następnie każdą formę wyczyszczono benzyną ekstrakcyjną, a następnie użyto płynu konserwującego naprawczego CX-80 w spray'u.

Przy sporządzaniu próbek wykorzystano również dwie szklane płytki o wymiarach przedstawionych na ryc. 3.



RYC. 3. Wymiary płytki szklanej

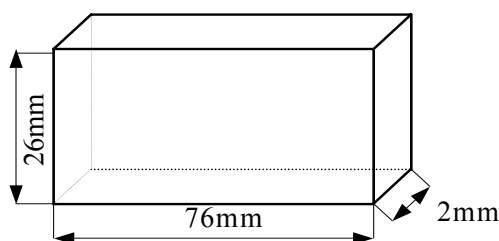
Na płytce szklanej za pomocą plasteliny umocowano trzy formy z rurki PCV, a następnie każdą z form zalano do pełna gipsem białym i przykryto drugą płytką szklaną, w celu uzyskania możliwie gładkiej powierzchni czołowej. Po związaniu gipsu, formę usunięto z podstawy szklanej. W celu wypchnięcia próbki z formy użyto tłoka.

Po zalaniu form zaobserwowano dużą ilość znacznych rozmiarów pęcherzy wewnątrz oraz na powierzchni próbek, dlatego też płytkę szklaną z przyklejonymi za pomocą plasteliny formami umieszczono na wibratorsie elektrycznym i przy pomocy tego urządzenia zalewano formy. Pozwoliło to w pewnym stopniu zmniejszyć ilość pęcherzy.

Dalszą serię próbek wykonano przy użyciu cylindra z tłokiem (strzykawka).

Średnica strzykawek wynosi d=16.55 [mm] a pojemność 10 ml.

W tej próbie zamiast dwóch dużych płytek szklanych zastosowano szkiełka laboratoryjne o wymiarach przedstawionych na ryc. 4.



RYC. 4. Szkiełka laboratoryjne

Sporządzanie próbek rozpoczęto od ustawienia na jednakowych wysokościach tłoków w strzykawkach. Każdą ze strzykawek od wewnątrz czyszczono benzyną ekstrakcyjną – w celu odłuszczenia, a po wyschnięciu każdą z nich pokryto niewielką ilością wazeliny, po czym przystąpiono do zarabiania gipsu.

Po odważeniu gipsu białego zarabiano go w gumowej misce z określoną ilością wody zdemineralizowanej, odstanej o temperaturze pokojowej. Papkę gipsową w celu uwolnienia od pęcherzy powietrza mieszano na wibratorze elektrycznym. Następnie powoli, za pomocą mieszadła, wlewano gips po ściankach strzykawki, która była oparta o wibrator elektryczny w celu usunięcia pęcherzyków powietrza i dokładniejszego zapłynięcia papki gipsowej. Po wypełnieniu strzykawki gipsem do odciętego brzegu przykładano szkiełko laboratoryjne – by uzyskać w miarę równą i gładką powierzchnię – na którym stawiano strzykawkę i pozostawiano aż do związania. Po związaniu gipsu zdejmowano szkło, pozostawiano próbkę na

pewien czas w celu dokładniejszego wyparowania wody, a następnie wypychano próbkę ze strzykawki.

Następnie ołówkiem kopiowym znakowano odpowiednimi symbolami, a za pomocą pionowej strzałki ↑ zaznaczano powierzchnię, którą próbka stała na szkłe. Następnie każdą próbkę zważono, wykorzystując do tego celu wagę laboratoryjną (tabela 2).

W ten sam sposób wykonano również próbki z gipsu fabrycznie utwardzonego przez producenta o III i IV klasie twardości, których oznaczono, wagę i średnicę, co przedstawiono w tabeli 3.

Suszenie próbek

Po odlaniu odpowiedniej ilości próbek wszystkie poddano suszeniu. W tym celu wykorzystano piec do wygrzewania form odlewniczych. Suszenie próbek odbywało się w temperaturze około 60–66°C [333.15–339.15 K] przez 5–6 godzin.

Pomiar masy i średnicy

Po odlaniu wszystkich próbek, każdą z nich zważono na wadze laboratoryjnej.

Po przeprowadzeniu suszenia ponownie zważono wszystkie próbki, ponieważ w wyniku wyparowywania wody waga próbek uległa zmniejszeniu, oraz dokonano pomiaru ich średnicy. Po utwardzeniu próbek parafiną oraz szkłem wodnym sodowym ponownie zmierzono średnice w czterech miejscach (tabela 2, 3, 4).

TABELA 2. Oznaczenia próbek gipsowych utwardzonych szkłem wodnym sodowym oraz ich wagi

Numer próbki	Waga próbki przed wygrzaniem [g]	Waga próbki po wygrzaniu [g]	Numer próbki	Waga próbki przed wygrzaniem [g]	Waga próbki po wygrzaniu [g]
14S	11.786	9.437	23S	11.690	7.934
15S	11.451	9.061	24S	12.093	8.587
16S	11.606	8.920	25S	12.458	9.012
17S	11.751	8.526	27S	12.596	9.273
18S	11.851	8.749	33S	12.766	9.598
19S	11.731	8.214	38S	11.707	8.937
20S	11.745	8.234	39S	12.977	9.641
21S	12.025	8.368			

TABELA 3. Oznaczenia i waga próbek wykonanych z gipsu utwardzonego

Numer próbki	Waga próbki przed wygrzaniem [g]	Waga próbki po wygrzaniu [g]	Średnica próbki po odlaniu [mm]			
			φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
1T III	13.168	10.623	15.70	15.70	15.70	15.75
2T IV	14.502	12.328	15.65	15.70	15.65	15.75

TABELA 4. Średnice próbek po suszeniu i utwardzeniu szkłem wodnym sodowym

Numer próbki	Średnica próbki po wysuszeniu [mm]				Średnica próbki po utwardzeniu [mm]			
	φ ₁	φ ₂	φ ₃	φ ₄	φ ₁	φ ₂	φ ₃	φ ₄
14S	15.60	15.60	15.65	15.60	16.00	15.95	15.95	16.00
15S	15.60	15.55	15.60	15.60	15.70	15.75	15.80	15.95
16S	15.60	15.60	15.60	15.55	15.70	15.70	15.70	15.75
17S	15.60	15.60	15.65	15.60	15.70	15.70	15.75	15.85
18S	15.60	15.60	15.60	15.65	15.95	15.90	15.90	16.00
19S	15.60	15.60	15.60	15.65	16.00	15.95	16.00	16.00
20S	15.70	15.65	15.70	15.70	15.75	15.70	15.65	15.75
21S	15.60	15.60	15.60	15.65	15.65	15.75	15.80	15.80
23S	15.60	15.70	15.70	15.65	15.65	15.70	15.70	15.80
24S	15.80	15.70	15.70	15.65	15.70	15.75	15.75	15.80
25S	15.70	15.70	15.60	15.70	15.70	15.70	15.70	15.75
27S	15.70	15.70	15.65	15.75	15.70	15.70	15.70	15.75
33S	15.65	15.65	15.65	15.70	15.70	15.75	15.75	15.80
38S	15.65	15.65	15.60	15.65	15.70	15.75	15.75	15.80
39S	15.65	15.65	15.65	15.65	15.75	15.70	15.70	15.80

Utwardzanie warstwy wierzchniej

Sposób przeprowadzenia utwardzania szkłem wodnym sodowym

Próbki włożono do szkła wodnego sodowego o temperaturze otoczenia wynoszącej 16°C [289.15 K].

Próbkę nr 33S na czas 10 min;

Próbkę nr 38S na czas 15 min;

Próbkę nr 39S na czas 20 min;

Podobnie jak w pierwszej próbie, po wyjęciu próbek ze szkła wodnego sodowego drewnianymi szczypcami, odkładano je kolejno na szkiełka laboratoryjne.

Następnie szkło wodne sodowe podgrzano do 40°C [313.15 K] i zanurzono próbki:

Próbkę nr 14S na czas 10 min;

Próbkę nr 15S na czas 15 min;

Próbkę nr 16S na czas 20 min;

Jak wyżej, próbki wyjmowano szczypcami i odstawiano na szkło.

Podgrzano ponownie szkło wodne sodowe do temperatury 60°C [333.15 K] i zanurzono w nim próbki:

Próbkę nr 17S na czas 10 min;

Próbkę nr 18S na czas 15 min;

Próbkę nr 19S na czas 20 min;

Następnie wyjęto próbki na szkiełka laboratoryjne za pomocą szczypiec.

Próbki nr 20S, 21S, 23S, 24S, 25S, 27S włożono do pieca i grzano wraz z nim do temperatury 70°C [343.15 K], a po osiągnięciu przez piec tej

temperatury wygrzano je przez 8 min, a następnie zanurzono w szkłe wodnym sodowym o temperaturze 17°C [290.15 K] (temperatura otoczenia):

Próbkę nr 20S na czas 10 min;

Próbkę nr 21S na czas 15 min;

Próbkę nr 23S na czas 20 min;

Następnie po podgrzaniu szkła do temperatury 60°C [333.15 K] utwardzono pozostałe próbki:

Próbkę nr 24S zanurzono na czas 10 min;

Próbkę nr 25S na czas 15 min;

Próbkę nr 27S na czas 20 min;

Próbki jak poprzednio wyjmowano szczypcami drewnianymi, wcześniej zanurzonymi w szkłe wodnym sodowym i odstawiano na szkiełka laboratoryjne.

Następnie próbki nr 20S, 21S, 23S, 24S, 25S, 27S po zanurzeniu w szkłe wodnym sodowym na odpowiedni czas i po odstawieniu na szkiełka laboratoryjne ponownie włożono do pieca i chłodzono wraz z nim, aż do całkowitego wystygnięcia pieca. Po wystygnięciu dokonano pomiaru średnicy (tabela 4).

Utwardzanie próbek gipsowych innymi substancjami

Próbki wykonane w tradycyjny sposób utwardzono również substancjami przeznaczonymi do zwiększania twardości modeli gipsowych w technice dentystycznej. Oznaczenia próbek oraz ich wagę przedstawia tabela 5.

TABELA 5. Oznaczenia i waga próbek utwardzanych innymi substancjami

Numer próbki	Nazwa środka utwardzającego	Waga próbki przed wygrzaniem [g]	Waga próbki po wygrzaniu [g]
23	Die Hardener	12.159	9.507
31	Shera Brillant	12.485	9.603

Powierzchnię próbki numer 23 za pomocą pędzelka pokryto substancją o nazwie Die Hardener ryc. 5.



RYC. 5.

Die Hardener [24]

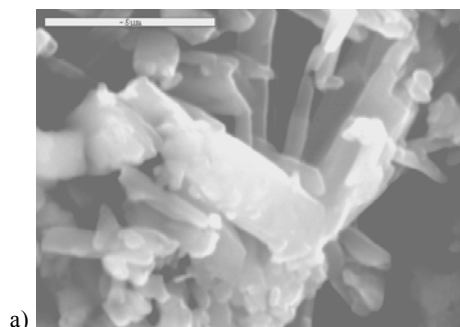
Natomiast powierzchnię próbki nr 31 pokryto substancją o nazwie Shera Brillant, wykorzystując do tego celu pędzelek.

BADANIA STRUKTURALNE MIKROSKOPOWE

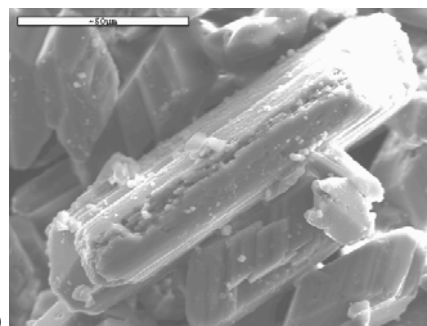
Do badań zastosowano próbki wykonane z gipsu standardowego suszonego w przestrzeni pieca do wygrzewania form odlewniczych.

Powierzchnię do obserwacji przygotowano w postaci zgładów wypolerowanych na proszkowych kompozytach diamentowych. Tak przygotowane zgłady napylono węglem.

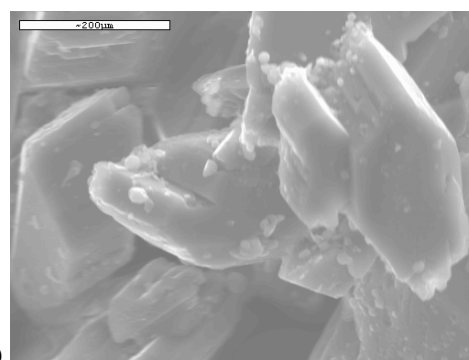
Do obserwacji struktur zastosowano mikroskop skaningowy typ JEOL-J7. Wyniki badań przedstawiono na ryc. 6.



a)



b)

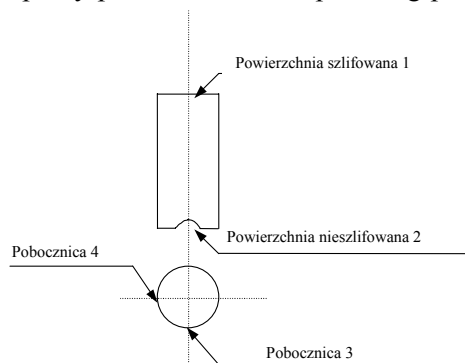


c)

RYC. 6. Struktura ziarn gipsu próbek użytych do badań przy różnych powiększeniach

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W pracy pomiar twardości próbek gipsowych



wykonanych z gipsu III i IV klasy twardości, próbek utwardzonych w parafinie, oraz substancjami specjalnie przeznaczonymi do utwardzania modeli gipsowych został wykonany przy użyciu twardościomierza Shore'a typu A, a wyniki badań przedstawiają tabele 6 i 7.

Pomiar twardości próbki numer 0 – nieutwardzonej – wykonano w czterech miejscach przedstawionych na ryc. 7.

RYC. 7. Pomiar twardości metodą Shore'a „A” próbki nr 0

Oznaczenia:

- 1 – powierzchnia szlifowana – twardość średnia 97.4 [Sh „A”]
 2 – powierzchnia nieoszlifowana – 98.4 [Sh „A”]

- 3 – pobocznicza – 98.2 [Sh „A”]
 4 – pobocznicza – 98.2 [Sh „A”]
 PN – EN 23878

TABELA 6. Wyniki pomiaru twardości dla próbek utwardzonych w szkłe wodnym sodowym

Numer próbki	Twardość [Sh „A”]	Numer próbki	Twardość [Sh „A”]
14S	100.3	23S	101.5
15S	100	24S	100
16S	100	25S	100
17S	99.3	27S	99.5
18S	99	33S	100.3
19S	99	38S	100
20S	100.5	39S	100
21S	101.5		

TABELA 7. Wyniki pomiaru twardości dla próbek utwardzonych innymi substancjami oraz wykonanych z gipsu utwardzonego fabrycznie

Numer próbki	Twardość [Sh „A”]	Numer próbki	Twardość [Sh „A”]
23	102	1T III	99
31	102	2T IV	100

Z powyższych badań wynika, że próbki utwardzone w szkłe wodnym sodowym o temperaturze otoczenia wynoszącej 16°C wykazują twardość 100 [Sh „A”], a nawet 100.3 [Sh „A”], a czas utwardzania nie ma większego wpływu na twardość próbki.

Podgrzanie szkła wodnego sodowego do temperatury 40°C pozwala uzyskać twardość taką samą jak w przypadku szkła wodnego sodowego o temperaturze otoczenia, a więc 100, 100.3 [Sh „A”]. W tym przypadku podobnie jak powyżej czas utwardzania nie ma większego wpływu na twardość próbek.

Taką samą twardość uzyskuje się dla próbki wykonanej z gipsu IV-tej klasy twardości.

Gdy temperaturę szkła wodnego sodowego podniesiono do 60°C twardość próbek nieznacznie spadła i wynosiła po wytrzymaniu w utwardzaczu w czasie 10 min – 99.3 [Sh „A”], a w przypadku zanurzenia próbek w szkłe w czasie 15 i 20 min – 99 [Sh „A”].

Taką samą twardość, czyli 99 [Sh „A”] wykazała próbka wykonana z gipsu III klasy twardości.

Utwardzanie próbek w szkłe wodnym sodowym w wyżej przedstawionych warunkach powoduje nieznaczne zwiększenie średnicy a także odwarstwienie się szkła od powierzchni. W wyniku odparowywania powietrza, a także wilgoci zawartej w materiale, tworzą się pęcherze, które są informacją o zachodzeniu tego zjawiska.

Próbki wygrzane w piecu w temperaturze 70°C, a następnie utwardzone w szkłe wodnym sodowym o temperaturze otoczenia 17°C mają

twardość: 100 [Sh „A”] po zanurzeniu w szkłe przez czas 10 min, natomiast przy dłuższym okresie zanurzenia wynoszącym 15 i 20 min twardość próbek wzrasta do 101.5 [Sh „A”]. Zatem jest ona wyższa niż próbki wykonanej z gipsu IV klasy twardości.

Podniesienie temperatury szkła wodnego sodowego do 60°C i utwardzenie w nim próbek wygrzanych uprzednio w piecu pozwala na uzyskanie twardości 99.5–100 [Sh „A”].

Umieszczenie próbek zaraz po ich utwardzeniu w piecu i pozostawienie ich w przestrzeni pieca aż do całkowitego wystygnięcia powoduje, iż odwarstwienie się szkła od powierzchni próbek jest znacznie mniejsze i występuje po znacznie dłuższym okresie czasu, niż w przypadku próbek niewygrzanych bezpośrednio przed utwardzeniem.

Twardość próbek utwardzonych substancjami specjalnie do tego celu przeznaczonymi, czyli Die Hardener i Shera Brillant jest najwyższa i wynosi 102 [Sh „A”]. Ten sposób utwardzania nie powoduje jednocześnie zwiększenia średnic próbek.

WNIOSKI

1. Z powyższych badań wynika, że utwardzając próbki wykonane z gipsu modelowego szkłem wodnym sodowym uzyskuje się twardość porównywalną z twardością próbek wykonanych z gipsu III oraz IV klasy twardości.
2. Spośród próbek gipsowych utwardzonych szkłem wodnym sodowym dobre wyniki uzyskuje się, utwardzając próbki w szkłe o temperaturze 60°C.

3. Bardzo dobre wyniki uzyskuje się utwardzając próbki gipsowe w szkle wodnym sodowym o temperaturze otoczenia oraz po podniesieniu temperatury szkła do 40°C.
4. Największą twardość uzyskuje się w wyniku uprzedniego wygrzania próbek w piecu, a następnie utwardzeniu ich w szkle wodnym sodowym o temperaturze otoczenia – 17°C. Próbkę utwardzoną w ten sposób przewyższają nawet twardość próbki wykonanej z gipsu IV klasy twardości.
5. Utwardzając próbki gipsowe szkłem wodnym sodowym uzyskać można twardość porównywalną z próbkami wykonanymi z gipsu III i IV klasy twardości, jednak sposób ten powoduje nieznaczne zwiększenie średnicy próbek po utwardzeniu, co w przypadku wykonywania precyzyjnych prac protetycznych jest zjawiskiem niepożądanym i eliminuje szkło wodne sodowe do stosowania go w technice dentystrycznej bez ograniczeń.
6. Najlepsze wyniki, zarówno odpowiednią twardość jak i brak zmian średnic uzyskuje się stosując substancje utwardzające specjalnie do tego celu przeznaczone, dostępne na rynku, takie jak np. Die Hardener czy Shera Brilliant.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Źródło internetowe: <http://polskigips.pl/gips.htm>. – 11.09.2003 r.
- [2] Cement Wapno Beton. Nr 5, Kraków, 2002, 224.
- [3] Chmielewski H.: *Encyklopedia techniki – materiałoznawstwa*. Warszawa: WNT, 1975.
- [4] Źródło internetowe: <http://encyklopedia.interia.pl> – 11.09.2003 r.
- [5] Chmielewski H.: *Encyklopedia techniki – chemia*. Warszawa: WNT, 1972.
- [6] Gontarz E., Milewska-Burczykowa I.: *Leksykon naukowo-techniczny z suplementem*. Warszawa: WNT, 1989.
- [7] Nowak W.: *Protetyka stomatologiczna technika laboratoryjna*. Warszawa: PZWL, 1961.
- [8] Kordasz P., Wolanek Z.: *Materiałoznawstwo protetyczno-stomatologiczne*. Warszawa: PZWL, 1980.
- [9] Spiechowicz E.: *Współczesne postępowanie laboratoryjne w protetyce stomatologicznej*. Warszawa: PZWL, 1974.
- [10] Dental labor – międzynarodowe czasopismo dla techników dentystrycznych. Nr 1/2000, Łódź, 2000, 57.
- [11] Cement Wapno Beton. Nr 5, Kraków, 2002, 206.
- [12] Osiecka E.: *Wybrane zagadnienia z technologii mineralnych kompozytów budowlanych*. Warszawa: OWPW, 2000.
- [13] Skalmowski W.: *Technologia materiałów budowlanych*. Warszawa: Arkady, 1973.
- [14] Bielański A.: *Podstawy chemii nieorganicznej*. Warszawa: PWN, 2002.
- [15] Bugaj R., Chodkowski J., Drabarek S., Malesiński W., Penkala T.: *Słownik chemiczny*. Warszawa: Wiedza Powszechna, 1982.
- [16] Chmielewski H., Bankowski Z., Ciszewski A., Gosztowt L.: *Mały poradnik mechanika*. Naukowo Matematyczno-Fizyczne Materiałoznawstwo. Warszawa: WNT, 1984.
- [17] Źródło internetowe: <http://slimak.ściaga.pl/prace/praca> – 08.11.2003 r.
- [18] Źródło internetowe: <http://wiem.onet.pl/wiem> – 08.11.2003 r.
- [19] Źródło internetowe: <http://www.zchrudniki.com.pl/down.htm> – 07.11.2003 r.
- [20] Kępiński J.: *Technologia chemiczna nieorganiczna*. Warszawa: PWN, 1984.
- [21] Basiński A., Fuliński A., Gorlich E., Gumiński K., Hendrich W., Kuryłowicz J.: *Chemia fizyczna*. Warszawa: PWN, 1996.
- [22] Bondaruk F.: *Poradnik fizyko – chemiczny*. Warszawa: WNT, 1974.
- [23] Źródło internetowe: http://www.promech.info.pl/szklo_w_s.html. – 08.11.2003 r.
- [24] Źródło internetowe: <http://kerlab.com> – 18.06.2003 r.