

آمالگام در دندانپزشکی

دکتر شمس‌الدین میردامادی

استادپار دانشکده مهندسی متالورژی و مواد دانشگاه علم و صنعت

مهندس سید مهدی طیبی جزایری

جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده

مقاله حاضر در مورد یک آلیاژ آمالگام دندانپزشکی از نوع High Silver با یک ترکیب شیمیائی مشخص می‌باشد که دارای خواص نسبتاً ممتاز در مقایسه با انواع مشابه می‌باشد. آلیاژ در محیط کنترل شده ذوب شده و پس از ریخته‌گری در قالب مسی عملیات حرارتی لازم جهت یک - نواخت کردن ساختار میکروسکوپی روی آن انجام می‌شود. ساختار میکروسکوپی شامل تک فاز $\gamma = Ag_3Sn$ می‌باشد و آلیاژ نیز فاقد عنصر روی Zn است. در مقیاس آزمایشگاهی پودر کردن توسط فرز دندانپزشکی انجام شده و اندازه ذرات بین ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون متغیر بوده و ذرات کوچکتر ۱۰ میکرون آن جدا می‌شود.

Dental High Silver Amalgam

Sh. Mirdamadi, Ph.D.

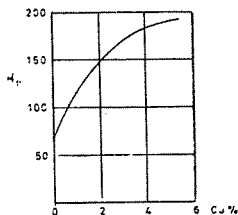
&

S.M. Tabibi Jazayari, M.Sc.

University of Science and Technology, Iran

The present essay is about a dental high silver amalgam alloy with specific chemical composition - which has special superior proportionally comparing with all sort of similar products.

The alloy will be melted in a controlled atmosphere and after casting in a copper mould will heat treated for obtaining homogeneous micro structure. After heat treatment a single "Gamma phase $\gamma = Ag_3Sn$ " will obtain. In the laboratory scale the alloy will be powdered with dental instrument. Particle size distribution are between 20 to 100 micron and the finest grains will be separated from the powder.



شکل (۳):

تأثیر مس روی سختی آلیاژ

اثر قلع:

قلع در آلیاژ آلماگام به عنوان یک عنصر اصلی مطرح است و ظاهراً " بحث در مورد حساسیت آن از جهت تأثیر روی ساختار میکروسکوپی و در نهایت خواص آلماگام منطقی می‌باشد. با توجه به دیگرام دوتائی "نقره - قلع" (شکل ۱) تشکیل فاز γ در یک محدوده معین و مشخص از نظر وزنی و در شرایط تعادلی امکان پذیر است به این جهت ساختار میکروسکوپی آلیاژ با تغییر میزان قلع در خارج از این محدوده و یا تغییر شرایط ذوب و انجماد متفاوت خواهد بود. فاز " γ " در شرایط تعادلی در یک فاصله باریک بین ۲۵/۵ الی ۲۶/۸ درصد قلع پایدار است و به همین دلیل عملاً " در اغلب موارد به دست آوردن یک آلیاژ تک فاز مشکل به نظر می‌رسد و بر این اساس در استانداردهای مختلف مخلوطی از فاز γ و β برای این آلیاژ قابل قبول اعلام شده است و در بیشتر مقالات علمی یادآوری شده است که به وجود آمدن فاز Sn - Hg و مقدار کمی فاز β تأثیر چندانی روی خواص نهائی آلماگام نخواهد داشت (۶، ۷، ۸).

شرح تحقیقات انجام شده:

در تحقیقات انجام شده روی خانواده آلیاژهای نقره بالا به طور کلی با توجه به حساسیت آلیاژ در طرح صنعتی در انتخاب مواد اولیه، دقت فراوانی شده است و اصولاً "آزمایش‌های انجام شده جهت بررسی کیفیت مطابق استاندارد "A.D.A." "American Dental Association" و یا استاندارد "DIN 13904" بوده و بعضاً " بر حسب ضرورت برخی آزمایش‌های جنبی دیگر نیز روی نمونه‌ها انجام گرفته است.

روش ذوب

ذوب با استفاده از مواد اولیه با درجه خلوص بالا در شرایط خلاء و به میزان حداکثر 10^{-7} mbar و یا محیط گاز آرگون انجام شده و در تهیه نمونه‌ها از نقره به میزان ۶۹/۲٪ قلع به میزان ۲۶/۸٪ و مس به میزان ۴٪ استفاده شده و پس از ذوب و ریخته‌گری آلیاژ به صورت شمش در همان محیط فوق، نمونه‌هایی از شمش‌های به دست آمده جهت بررسی میکروسکوپی تهیه گردید در این آزمایش‌ها اندازه میکروسکوپی فاز γ (که با استفاده از محلول KCN در زیر میکروسکپ همراه با فاز γ به صورت Widmanstätten مشخص می‌شود) متغیر بوده و در نمونه خلاء نسبی میزان آن حدود $\beta = 5\%$ تشخیص داده شده است.

انتخاب قالب:

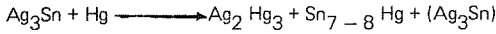
ساختار میکروسکوپی چند نمونه با ترکیب فوق که تحت شرایط گاز آرگون ذوب شده و به صورت میله گرد در قالب مسی، گرافیتی و نسوز ریخته‌گری شدند، بررسی گردید. بدیهی است سرعت سرد شدن مذاب به ترتیب در قالب مسی و گرافیتی و نسوز کاهش پیدا کرده است پس از بررسی میکروسکوپی همگی نمونه‌ها دارای ساختار دوفازی ($\gamma + \beta$) بودند که میزان گاز β به ترتیب در نمونه قالب مسی و گرافیتی از نمونه قالب نسوز کمتر تشخیص داده شد و نمونه قالب مسی در حالت جامد در کوره و در درجه حرارت حدود ۴۰۰ و به مدت حدود ۱۴ ساعت نگهداری گردید و سپس به طور آهسته همزمان با کوره تا درجه حرارت محیط خنک گردید. ساختار میکروسکوپی آلیاژ پس از عملیات حرارتی شامل تک فاز γ و فاقد فاز β بوده است.

زمان یکنواخت کردن:

سه نمونه ریخته‌گری شده با شرایط فوق در درجه حرارت ۴۵۰ به مدت‌های معین (از ۶ تا ۲۴ ساعت) نگهداری شده و سپس ساختار میکروسکوپی آنها بررسی گردید. به طور کلی در یک درجه حرارت ثابت زمان لازم برای یک نواخت شدن آلیاژ در مرود نمونه تحت خلاء نسبت به دو نمونه دیگر کوتاه‌تر بوده و در نتیجه ساختار میکروسکوپی نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها ریزتر بوده است. بدیهی است ساختار میکروسکوپی آلیاژ تأثیر زیادی روی خواص نهائی آلماگام خواهد داشت و ریز بودن آن باعث کاهش تغییرات حجمی "Dimensional changes" و نیز افزایش نسبی "Setting time" می‌گردد.

شکل و اندازه ذرات پودر:

برای بدست آوردن نسبت مناسب اندازه ذرات سه نمونه ریخته‌گری شده با شرایط فوق که در ۴۰۰ به مدت ۲۴ ساعت هموزن شده‌اند یا سوهان دستی و فرزنداندیشکی و بالاخره با استفاده از آسیاب گلوله‌ای به صورت پودر درآمده‌اند. پودر به دست آمده با آب مقطر شستشوداده شده و ذرات ریزتر از حدود ۱۰ میکرون از دانه بندی پودر جدا شده و پس از کنترل میکروسکوپی توسط استن در ۶۰ درجه سانتیگراد خشک شده و سپس پودر طبق جدول یک تهیه و بعداً "توسط مالگاماتور silamat به مدت ۱۰ ثانیه با جیوه ملغمه شده و زمان خمیری بودن آنها اندازه‌گیری شده است. با توجه به نتایج به دست آمده نسبت بهینه دانمندی مطابق نمونه ۲ و نسبت بهینه پودر به جیوه به مقدار ۱/۱ تشخیص داده شد که بهترین نتایج مطابق نمونه شماره ۲ به دست می‌آیند. نتایج ذکر شده در جدول یک میانگین، از سبب آزمایش می‌باشد.



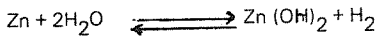
در نتیجه اتصال ذرات پودر آمالگام در جریان ملغمه شدن در واقع از طریق ترکیبات جدید انجام می‌شود. با توجه به این که آمالگام مستقیماً در تماس با انسان می‌باشد باید خصوصیات دقیقی داشته باشد، از جمله دارای استحکام کافی هنگام جویدن، مقاومت به سایش زیاد و همچنین مقاوم به خوردگی در محیط دهان بوده و از همه مهمتر متناسب با ساختار دندان و اجزای جانبی آن باشد. از امتیازات آمالگام واکنش تدریجی آن با جیوه است و به همین دلیل آمالگام، نخست حالت خمیری داشته و دندانپزشک فرصت کافی جهت پرکردن دندان دارد و در اثر واکنشهای انجام شده بین جیوه و پودر به مرور استحکام کافی را به دست می‌آورد. به هر حال خواص فیزیکی آلیاژ عموماً متأثر از عناصر آلیاژی آن می‌باشد که بنا به دلایل مختلف به آلیاژ اضافه می‌گردند.

معرفی آمالگام:

یکی از پر مصرف‌ترین مواد ترمیمی دندان "آمالگام" است که سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد و در طول مدت شناخت به دلیل انتظارات روز افزون از این آلیاژ محققین در بهبود و بالابردن کیفیت آن سعی کرده‌اند. آمالگام به محصولی گفته می‌شود که ابتدا آلیاژی با ویژگیهای خاصی به صورت پودر آماده شده و سپس با جیوه مجدداً آلیاژ یا به عبارت دیگر ملغمه می‌شود. اکثر آلیاژهای مدرن آمالگام علاوه بر جیوه دارای نقره، قلع، مس و گاهی روی می‌باشند. در این مقاله سعی برای اینست نتایج تحقیقات انجام شده روی یکی از چند آلیاژی که به تازگی در ایران به تولید رسیده ارائه گردد.

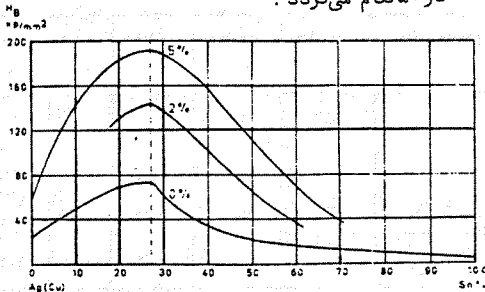
اثر روی Zn

فلز روی اغلب به عنوان گاز زدا در آلیاژهای معمولی استفاده می‌شود اما بیان این نکته ضروری است که اثرات منفی دیگری در محیط دهان به وجود می‌آورد. فلز روی در محیط دهان طبق واکنش زیر هیدرولیز شده که در نتیجه هیدروژن تولید شده در محیط بسته آمالگام فشار زیادی ایجاد نموده و در نهایت علاوه بر خوردگی که باعث کاهش عمر مفید آن می‌گردد منجر به افزایش حجمی ماده می‌شود (۴).



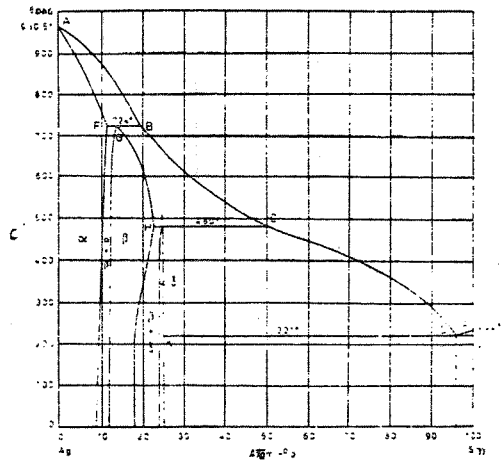
اثر مس Cu

مس تا حدود ۶ درصد در فاز گاما ۷۰٪، به صورت محلول جامد خواهد بود و بیشتر از آن به صورت ترکیبات جداگانه Cu-Sn ظاهر می‌گردد. در آلیاژهای سنتی از مس به عنوان یک عنصر آلیاژی استفاده نمی‌شود بلکه افزودن مس تا حداکثر ۶ درصد به منظور افزایش خواص مکانیکی منجمله سختی می‌باشد در (شکل ۲ و ۳) تأثیر میزان مس روی سختی یک آلیاژ با ترکیب حدود (Ag=72%, Sn=28%) نشان داده شده است (۵). امروزه در آلیاژهای نوین که به خانواده آلیاژهای "High copper" مشهور هستند مس با تشکیل فازهای جداگانه $e = Cu_3Sn$ و یا $\eta = Cu_5Sn_6$ در ساختار میکروسکوپی در نهایت مانع از تشکیل فاز Sn-Hg در آمالگام می‌گردد.



شکل (۴): تأثیر مس روی سختی آلیاژهای نقره - قلع (۴)

آلیاژ آمالگام دندان دارای سابقه نسبتاً طولانی می‌باشد و گفته شده است که بعضی از آمالگام‌های ترمیمی اولیه از مخلوط پودر نقره و جیوه به دست می‌آمده‌اند. آمالگام‌های سنتی شامل نقره به نسبت حدود هفتاد و پنج درصد به عنوان عنصر پایه و قلع به نسبت حدود بیست و پنج درصد به عنوان فلز اصلی می‌باشند. البته در جریان تولید، از عناصر دیگری مانند جیوه، مس یا روی بنا به دلایل مختلف استفاده می‌شود تا توجه به دیاگرام دوتایی (شکل یک) نقره در یک نسبت معین عمدتاً یک ترکیب بین فلزی مطلوب را که به فاز گاما "γ" با فرمول Ag_3Sn مشهور است، به وجود می‌آورد (۱ و ۲)



شکل (۱): دیاگرام دوتایی نقره - قلع

این ترکیب که در واقع بیشترین ساختار فلزی آلیاژ آمالگام را شامل می‌شود در جریان ملغمه شدن با جیوه ترکیبات جدیدی براساس واکنش زیر بوجود آورده و اغلب قسمت مرکزی آن به همان صورت "Ag₃Sn" باقی می‌ماند (۳)

1. E. Gebhardt und G. petzow, "Über den Aufbu des Systems SilberKupfer - Zinn". Z. Metallkde, Pd50 (1959) H. 10
2. Murphy: A.J: Inst. Metals J. 35: 107 , 1926
3. Chapter 12, p173-175, "Restorative dental materials" Book
4. Schoonover, I.C.W. souder and J. R. Beal: "Excessive expansion of denral amalgam" Jof A.D.A. 2a (1942) 1825 - 1832.
5. Stenbeck. S. "Bidrag til känddomen om dentala Amalgam" stockholm (1950).
6. Detection and Estimation of the γ_2 phase in Disperalloy by Electroche mical technique by N.K Sardar and E.H. Greener.
7. Svein Espevik, Niom, Scandimavian Institute of Dental-Materiils, Oslo, Norway 1980.
8. Effect of Composition, Trituration, and Condensation on the Grep of dental amalgam, by Reza Moini, Dr. Cater, Spring 1977.
9. The Journal of ProstheticDentistry Sep. 1985 Vol 54, No3.
10. "Reports of councils and bureaus" J.A.D.A. Vol. 95 Sep. 1977.

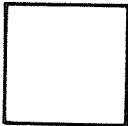
جدول ۱: تاثیر دانه بندی روی

Setting time

شرح نمونه	Hm			نسبت پودره جیره	setting time
	75 - 106	53 - 75	- 53		
1	5.12	13.18	81.1	5/6	15
2	5.12	13.18	81.1	1/1	10
3	12.5	8.7	78.8	1/1	12
4	15.51	7.35	77.14	1/1	14
5	15.51	7.35	77.14	5/6	16

خلاصه و نتیجه گیری:

طبق آزمایشهای انجام شده ترکیب شیمیایی مناسب برای خانواده آلیاژهای نقره بالا به نسبت های $Ag = 69.2\%$ و $Sn = 26.8\%$ و $Cu = 4\%$ تشخیص داده شد که نتایج آزمایشهای انجام شده طبق استاندارد A.D.A به شرح زیر می باشد. بهترین شرایط ذوب در محیط خلا بوده و دانه بندی مناسب با روش تهیه پودره به طریق مکانیکی به میزان $75 - 106 \mu m = 5.12\%$; $53 - 75 \mu m = 13.78\%$; $53 \mu m = 81.1\%$ تشخیص داده شد.



جدول ۲: نتایج بدست آمده روی آلیاژ فوق و مقایسه آنها در

چهار چوب استاندارد A.D.A.

نوع آزمایش نمونه	تعمیرات ابتدای تعمیرات ابتدای		تعمیرات ابتدای (μm)	مقاومت فشاری (MP)	مقاومت فشار (MP)	میزان خرش %	میزان خرش %
	بعد از ۵ دقیقه (μm)	بعد از ۲۴ ساعت (μm)					
۱	-۱۱	-۶	+۲۵	۱۲۶	۱۲۹	۳	۳۰%
۲	-۱۳	-۷		۱۱/۷		۳	
۳	-۱۱	-۷		۱۲۰		۲/۸	
۴	-۱۱	-۸		۱۱۹		۲/۹	