

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕПЛАВЛЯЕМОГО МАТЕРИАЛА НА СВОЙСТВА ЛИТЕЙНЫХ ДЕНТАЛЬНЫХ СПЛАВОВ REMANIUM GM-700 И REMANIUM CSe

Е.Н. Чайка

Украинская медицинская стоматологическая академия  
36023, г. Полтава, ул. Шевченко, 23, Украина; E-mail: e\_chaika@mail.ru

Проведено комплексное изучение механических свойств фирменного и литых, после 6 последовательных переплавов, сплавов Remanium GM-700 и Remanium CSe систем *Co-Cr-Mo* и *Ni-Cr-Mo*, применяемых в стоматологической практике. Все поверхности переплавляемого материала, кроме традиционной шлифовки, подвергали дополнительной полировке. Установлено, что можно достичь заметного улучшения механических характеристик многократно переплавленных образцов более тщательной обработкой поверхности переплавляемого материала.

Как было нами ранее показано [1,2], рециркуляция литейных дентальных сплавов двух систем *Co-Cr-Mo* (Remanium GM-700) и *Ni-Cr-Mo* (Remanium CSe) ограничивается деградацией (вплоть до охрупчивания) их физико-механических свойств. Кроме того, в указанных работах были высказаны соображения о том, что причиной деградации является накопление оксидов и карбидов, источником которых является поверхность переплавляемого материала. В этой связи, в настоящей работе сделана попытка проследить, как повлияет дополнительная предварительная механическая обработка поверхности переплавляемого материала на физико-механические свойства обоих сплавов при шестикратном последовательном переплаве.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования использовали фирменные образцы сплавов Remanium GM-700 и Remanium CSe стандарта CE 0483. Согласно паспортным данным сплав Remanium GM-700 содержит *Co* – 61%, *Cr* – 32%, *Mo* – 5%, остальные элементы – *Mn, C, Si*; сплав Remanium CSe: *Ni* – 61%, *Cr* – 26%, *Mo* – 11%, остальные элементы – *Fe, Ce, Al, Co*.

Механические свойства сплавов, заявленные фирмой-изготовителем, приведены в таблице.

Для проведения механических испытаний исходные сплавы подвергались последовательному шестикратному переплаву по режиму, указанному фирмой-изготовителем в условиях зуботехнической лаборатории. Для сплава Remanium GM-700 темпера-

тура расплава перед заливкой составляла 1370 °С, для сплава Remanium CSe – 1410 °С. Время выдержки для обоих сплавов в расплавленном состоянии 10 мин (согласно рекомендациям фирмы-изготовителя). Расплавы выливались в изложницы из материала Castorit-Super C и охлаждались естественным образом до комнатной температуры. После каждого переплава изготовлялись три типа образцов: для исследования микротвердости, измерения модуля упругости и 20 образцов для механических испытаний на растяжение.

Исследование микротвердости образцов по Виккерсу производили на установке ПМТ-3 производства завода ЛОМО [3] при 4-х нагрузках на индентор: 10, 20, 50 и 100 г. Для каждой нагрузки делали по 100 отпечатков.

Величину микротвердости рассчитывали по формуле [4]:

$$Hv = \frac{1,854F}{d^2},$$

где  $F$  – нагрузка на индентор,  $H$ ;  $d$  – диагональ отпечатка, м<sup>2</sup>.

Кривые деформации растяжения регистрировали на деформационной машине МРК-1 производства Физико-технического института низких температур им. Б.И. Веркина [5] при скорости деформации 0,25 мм/мин. По полученным кривым определяли следующие характеристики:

– предел упругости  $\sigma_{упр}$  – максимальное напряжение, при котором после разгрузки образца остаточное изменение еще не возникает;

Механические свойства сплавов Remanium GM-700 и Remanium CSe,  
согласно паспортным данным фирмы-изготовителя

Сплав	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ , МПа	Предел прочности $\sigma_{max}$ , МПа	Максимальная деформация при растяжении $\epsilon_{max}$ , %	Модуль упругости $E$ , ГПа
Remanium GM-700	8,2·10 <sup>3</sup>	740	960	4	225
Remanium CSe	8,2·10 <sup>3</sup>	340	580	15	170



– условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$ , соответствующий остаточной деформации 0,2%;

- предел прочности  $\sigma_{max}$  – напряжение, соответствующее моменту разрушения образца (в случае хрупкого разрушения образцов эта характеристика обозначена как  $\sigma_{хр}$ );
- максимальную деформацию до разрушения  $\varepsilon_{max}$ .

Сплав в состоянии поставки, а также после последовательных переплавов исследовали на сканирующем электронном микроскопе JSM-820 с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа Link AN10/85S. При этом изучался химический состав матрицы и включений второй фазы на поверхности шлифов соответствующих образцов сплава, а также проводились исследования поверхности разрушения образцов после деформации растяжением.

В работах [1,2] поверхность образцов, которые подвергались дальнейшей переплавке, обрабатывалась стандартным способом, который применяется для обработки литейных дентальных протезов: обработка в пескоструйном аппарате оксидом алюминия дисперсностью 50 мкм и шлифовка на шлифовальной бумаге с абразивным порошком. И только в образцах для исследования микротвердости одну из поверхностей дополнительно полировали на замше с алмазной пастой.

В настоящей работе все поверхности переплавляемого материала обрабатывали по второму способу, т.е. дополнительно полировали на замше с алмазной пастой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Микротвердость образцов после последовательных переплавов практически не зависит от способа предварительной обработки поверхности. Это связано, с одной стороны, с тем, что микротвердость всегда изучалась на полированной по-

верхности, а с другой, – с тем, что накопление из поверхностных слоев дополнительных фаз (оксидов, карбидов) не носит тотального характера. Кроме того, микротвердость этих фаз, как правило, выше, чем микротвердость основной фазы сплава.

Что касается основных характеристик деформационных кривых (условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$ , предел прочности  $\sigma_{max}$ ), то дополнительная обработка поверхности оказала вполне заметное влияние на предел прочности, особенно для Co-Cr-Mo-сплава (Remanium GM-700), и, что самое главное, на склонность к охрупчиванию.

На рис.1 показаны сводные данные о пределе прочности и напряжении хрупкого разрушения сплава Remanium GM-700 после каждого из шести переплавов при различных способах обработки поверхности переплавляемого материала.

По данным этого рисунка предел прочности сплава Remanium GM-700 после предварительной полировки поверхностей переплавляемого материала снижается при увеличении числа переплавов заметно медленнее, а хрупкое разрушение отдельных образцов наступает только после пятого переплава, а не после третьего, как для шлифованных образцов. При этом доля образцов, которые претерпели хрупкое разрушение также заметно меньше. Если после шлифовки из 20 образцов хрупкое разрушение после третьего, четвертого, пятого и шестого переплавов испытали 10, 15, 30 и 65% образцов соответственно [1], то после обработки поверхности полировкой хрупкое поведение обнаружили у 15% образцов после пятого и 25% образцов после шестого переплавов.

Для сплава Remanium CSe (Ni-Cr-Mo) даже после шлифовки картина была более благоприятной [2], так как хрупкость проявлялась только после пятого и шестого переплавов (15 и 30% образцов соответственно), а дополнительная полировка привела к тому, что хрупкое поведение проявили только 10% образцов после шестого переплава.

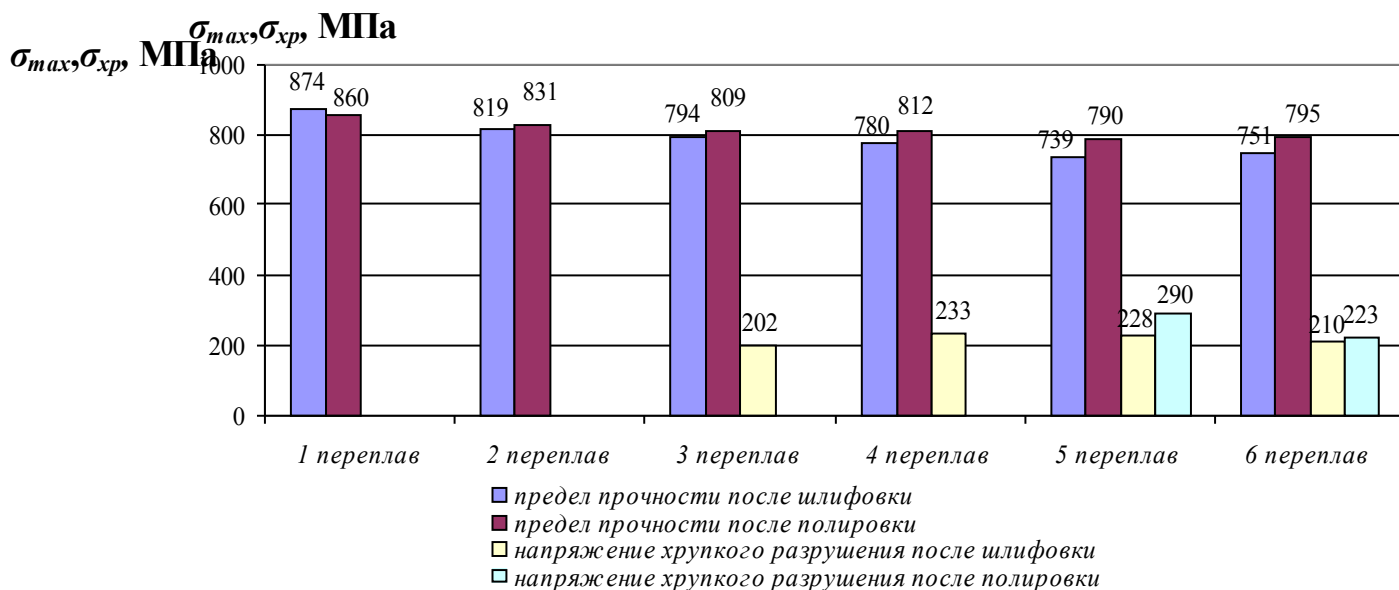


Рис.1. Предел прочности и напряжение хрупкого разрушения сплава Remanium GM-700 при последовательных переплавах

$\sigma_{max}, \sigma_{хр}$  МПа

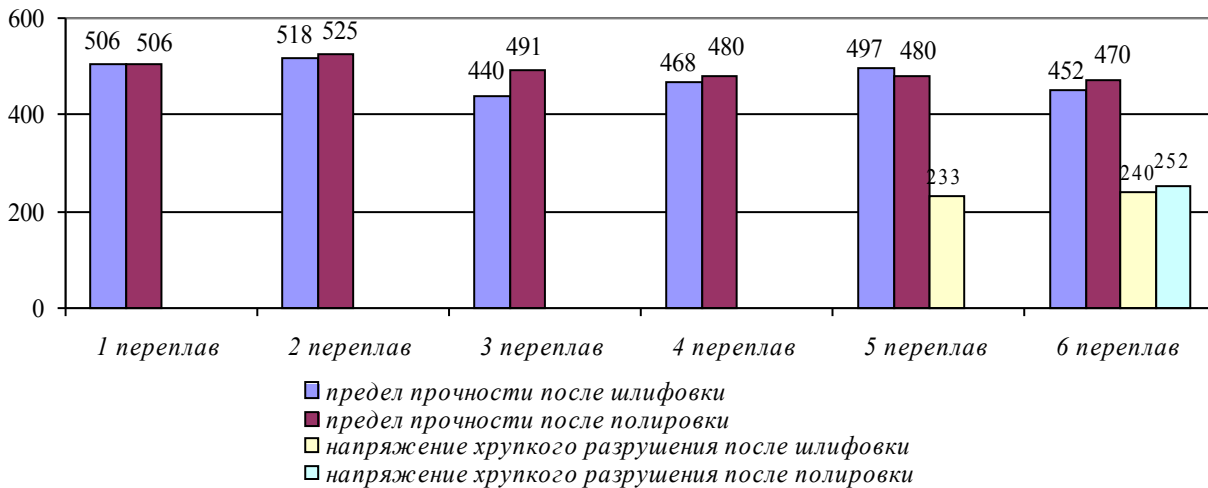


Рис.2. Предел прочности и напряжение хрупкого разрушения сплава Remanium CSe при последовательных переплавах

На рис.2 приведены данные о пределе прочности и напряжении хрупкого разрушения сплава Remanium CSe после каждого из шести переплавов.

Рентгеновский микроанализ поверхностей разрушения обоих сплавов показал наличие в образцах, испытавших хрупкое разрушение, карбидов и оксидов, которые по-прежнему можно считать главной причиной охрупчивания [1,2].

Вместе с тем, как видно из вышеизложенного, можно достичь заметного улучшения физико-механических характеристик многократно переплавленных образцов более тщательной обработкой поверхности переплавляемого материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В.И. Доценко, Е.Н. Чайка, И.С. Брауде и др. Исследование структуры литого сплава CoCrMo // *Металлофизика и новейшие технологии*. 2002, т.24, № 1, с.113.
2. В.И. Доценко, Е.Н. Чайка. Влияние последовательных переплавов на структуру и физико-механические свойства сплава Remanium GM-700 // *Металлофизика и новейшие технологии*. 2003, т.25, № 3, с.113.
3. Методические указания "Микротвердомер ПМТ-3. Методика поверки МИ-244-82". Л., 1987, 10 с.
4. Ю.С. Боярская, Д.З. Грабко, М.С. Кац. *Физика процессов микроиндентирования*. Кишинев: «Штиница», 1986.
5. *Деформационная установка МРК-1: Паспорт / Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина, Харьков*. 1989, 4 с.; ГОСТ 18227-85: *Материалы порошковые, метод испытания на растяжение*. М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1985.
6. М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский. *Структура и механические свойства металлов*. М.: «Металлургия», 1970.

### ВПЛИВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ МАТЕРІАЛУ, ЯКІЙ ПЕРЕПЛАВЛЯЄТЬСЯ, НА ВЛАСТИВОСТІ ЛИТЕЙНИХ ДЕНТАЛЬНИХ СПЛАВІВ REMANIUM GM-700 ТА REMANIUM CSe

О.М. Чайка

Проведено комплексне вивчення механічних властивостей фірменого та литого, після 6 послідовних переплавів, сплавів Remanium GM-700 та Remanium CSe систем *Co-Cr-Mo* и *Ni-Cr-Mo*, які використовуються в стоматологічній практиці. Всі поверхні матеріалу, якій переплавлявся, крім шліфовки, підвергалися додатковій поліровці. Встановлено, що можливо досягти значного покращення фізико-механічних характеристик багатократно переплавлених зразків більш ретельною обробкою поверхні матеріалу, що переплавляється.

### INFLUENCE OF MECHANICAL SURFACING OF MATERIAL ON PROPERTIES OF CASTING DENTAL ALLOYS REMANIUM GM-700 AND REMANIUM CSE

E.N. Chaika

The complex analysis of mechanical properties of firm and cast, after 6 series remelts, alloys Remanium GM-700 and Remanium CSe of systems *Co-Cr-Mo* and *Ni-Cr-Mo*, used in dental practice, was conducted. All surfaces of a remelted material, except for an abrasion, subjected to a padding polish. Sets, that is possible to reach noticeable improvement of the mechanical performances of samples by more careful surfacing of a remelted materials.