

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 615.46.03:616.314-089.23

К. Д. Алтынбеков, М. З. Миргазизов, Е. А. Аубакиров, Б. Ж. Нысанова, М. А. Баянбаев, А. К. Алтынбекова, Р. М. Миргазизов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Казахский национальный медицинский университет им. С. Д. Асфендиярова, модуль ортопедической стоматологии (050012, г. Алма-Ата, ул. Толеби, д. 88)

Ортопедиялық стоматологияда бұымдарды күйганда күйғыш материалдар кесіліп боска тасталынады. Бүгінгі танда ону 10 пайызы колдануда. Калган бөліктері утилизацияға жіберіледі. Оны қайта колдануға балку және кую барысында тузелетін кобальт пен хром тотықтары металл қорытпасының механикалық сапасына кері әсерін тигізеді. Сонымен қатар, күйғыштын қурылымы күйғыш жүйесінде тотықтардың жиналуына ықпал етеді. Кобальтхром қорытпасын доэвтектикалық сидуминмен тазарту әдісі технологиялық кдіырымды толығымен колдануға мүмкіндік берді Сөйтін, осы әдіс тіс протезінің өзіндік қунын қалыптастыруда үлкен рөл атқарды. Алынған нәтижелер доэвтектикалық сидумин әдісімен кобальтхром қорытпасының алғашқы қурамының 70%-ын физикалық-механикалық қасиетін сақтауға және технологиялық қайырымның 30%-ын ортопедиялық стоматологияда колдануға мүмкіндік беретінін көрсетті.

RESEARCH OF POSSIBILITIES OF RE-USE OF CASTING ALLOYS IN ORTHOPEDIC STOMATOLOGY

K.D. Altynbekov, M.Z. Mirgazizov, E.A. Aubakirov, B.Zh. Nysanova, M.A. Bayanbaev, A.K. Altynbekov, R.M. Mirgazizov

During the casting of products for orthopedic stomatology, there are ingates and profits which are cut off, and are used again only in volume of 10 %. Other parts of ingates and profits aren't used and goes on recycling. Restriction in a reuse due to that at fusion and molding oxides of cobalt and chrome which have negative influence on mechanical properties of alloys are formed. At that time the design of ingates and profits promotes collecting oxides in this part of foundry system. The way of refinement of cobalt-chrome alloys with AK - 5 allows full use of technological return that renders an essential role on formation of the cost price of manufacturing of tooth artificial limbs. The received results demonstrate that the way of refinement with AK - 5 gives the chance to keep physicomechanical properties of cobalt-chrome alloys received of 70 % of primary structure and 30 % of technological return for use in orthopedic stomatology.

Key words: re-use of casting, orthopedic stomatology

Стремление к применению инновационных технологий и поиск прогрессивных методов использования конструкционных материалов относятся к числу актуальных задач стоматологии [1–5]. Немаловажное значение в этой области имеет экономное расходование материалов. В частности, научно-практический интерес для ортопедической стоматологии представляют вопросы экономного применения сплавов за счет повторного использования литейных отходов – так называемого лома – при изготовлении металлических ортопедических конструкций. Многие аспекты этой проблемы, однако, недостаточно изучены. Например, в литературе отсутствуют данные об изменении физико-механических и химических свойств литых изделий, полученных из сплавов с разным процентным содержанием лома. Лишь отдельные производители литейных сплавов указывают на возможность повторного использования литников и прибылей в объеме не более 10%.

Материалы и методы

Настоящая работа выполнена сотрудниками модуля ортопедической стоматологии КазНМУ им. С. Д. Асфендиярова при научной консультации проф. М. З. Миргазизова.

Миргазизов Марсель Захевич – д-р мед. наук, проф., председатель Высшего экспертного совета СМАР

ва. Для экспериментально-лабораторного обоснования использования технологического возврата проведены физико-механические и химические исследования литейных сплавов I-BONDNF (код регистрации № РК-МТ-5N004646, химический состав: Co – 63%, Cr – 24%, Mo – 3%, W – 8%, Si – 1%, Nb – 1%, Si – 1%) и I-MGFH (код регистрации № РК-МТ-5N004648, химический состав: Co – 62,5%, Cr – 29,5%, Mo – 5,5%, Si – 1,2%, Mn – 0,6%, C – 0,3%, N – 0,2%). Отличительная особенность указанных сплавов – полное отсутствие никеля. I-BONDNF предназначен для металлокерамики, I-MGFH – для бюгельного протезирования.

Были изготовлены опытные литейные образцы округлой формы диаметром 1 см и толщиной 0,5 см, стандартного состава, а также с добавлением 10, 20 и 30% литейного возврата.

С полученными литейными образцами произвели следующие виды анализа: химический, рентгеноструктурный, металлографический, определение микротвердости, твердости, взаимодействия в агрессивных средах.

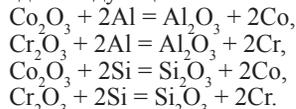
С целью установления элементного состава проводили рентгенофлюоресцентный анализ, который осуществляли на рентгенофлюоресцентном микроанализаторе «Фокус М2». Условия работы прибора: трубка – Mo, напряжение – 40 кВ, ток – 75 мА, фильтр – нет, время – 100 с, среда – воздух 1500 имп/с; металлографический анализ проводили с использованием оптическим микроскопом Axiovert 200 MAT. Микро-

Таблица 1. Технологические параметры плавки в индукционной печи

Марка сплава	Добавка литейного лома, %	Температура литья, °С
I-BONDNF	Стандартный	1440
I-BONDNF	10	1450
I-BONDNF	20	1450
I-BONDNF	50	1460
I-MGFH	Стандартный	1440
I-MGFH	10	1450
I-MGFH	20	1450
I-MGFH	30	1460

структуры сплавов снимались при увеличении 100, 200 и 500. Для выявления структуры использовали травитель (10 мл HNO₃ + 30 мл HCl). Микротвердость образцов измеряли на микротвердомере PMT-3 при нагрузке 20 г (АО «ЛЮМО», Санкт-Петербург). Определение твердости проводили на твердомере КТ-7 (АО «Тогприбор», Иваново). Для изучения взаимодействия в агрессивных средах использовали концентрированную азотную (HNO₃), соляную (HCl) и серную (H₂SO₄) кислоты.

Нами была использована технология более полного использования металлического возврата (до 30%) способом рафинирования кобальтохромовых сплавов доэвтектическим силумином. Указанный способ состоит в следующем. При шихтовке садки закладывают 70% первичного материала и от 10 до 30% литников и прибылей. Плавку ведут в индукционной печи до температуры 1315–1365°С, после чего на поверхность жидкой ванны подают в виде стружки доэвтектический силумин марки АК5 с содержанием 95% алюминия и 5% кремния; расплав выдерживают в течение 1,5–2 мин, затем снимают шлак и производят последующую отливку. При закладке доэвтектического силумина на поверхность кобальтохромового расплава происходят следующие восстановительные реакции:



В результате указанных реакций расплав очищается от окислов, что приводит к восстановлению физико-механических свойств отливок из этого сплава.

Плавку производили в индукционной печи модели Ducatron 3 (FONIDUC001, Франция) при технологических параметрах, приведенных в табл. 1.

Результаты и обсуждение

I-BONDNF (стандартная) (рис. 1 на 2-й полосе обложки, 2). Литая структура твердого раствора на основе кобальта с направленно ориентированными дендритными колониями с осями первого и второго порядка. В междендритном пространстве слабо проявляется вторичная зеренная структура с мелкими полиэдрическими зёрнами.

Микротвердость образца составляет 4016 МПа ($d_{sp} = 31$) и показывает однофазность сплава.

Химический состав: Co – 63%, Cr – 25%, Mo – 2,5%, W – 8%, Si 1%. Проба представляет собой сплав на основе кобальта системы Co–Cr. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo₂O₄ (Co₃O₄), CoCr₂O₄, CoCrO₄, оксиды хрома (Cr₂O₃, Cr₂O₃); кроме этого присутствуют (в меньшем количестве) фазы чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 365, интервал плавления 1295–1345°С, температура литья 1460°С, предел растяжения 640 МПа, E-модуль 220 ГПа, растяжение (AS) 7,5%.

Взаимодействие в агрессивных средах: в концентрированной азотной кислоте (HNO₃) не реагирует; в концентрированной соляной кислоте (HCl) реагирует – слабо окисляется, зеленоватый раствор; в концентрированной серной кислоте (H₂SO₄) реагирует с выделением газа.

I-BONDNF + 20%. В структуре более четко выявляются включения светлой фазы. Фаза, по-видимому, обогащена хромом, так как по цвету совпадает с центральной частью ветвей дендритов, где концентрация хрома выше, чем на периферии. Судя по ее округлой форме, она начала выделяться еще в твердожидком состоянии. Микроструктура неоднородная, много рассеянных пор, цепочек пор и микротрещин, как правило, по ходу основных ветвей дендритов.

Микротвердость образца составляет 4288 МПа ($d_{sp} = 30$). Химический состав: Co – 63%, Cr – 24%, Mo – 3%, Si – 1%, Nb – 1%, W – 8%. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo₂O₄ (Co₃O₄), CoCr₂O₄, оксиды хрома и вольфрама (Cr₂O₃); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы CaO и чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 285, интервал плавления 1304–1369°С, температура литья 1480°С, предел растяжения 550 Мпа, модуль Юнга E 210 ГПа, растяжение (AS) 10%.

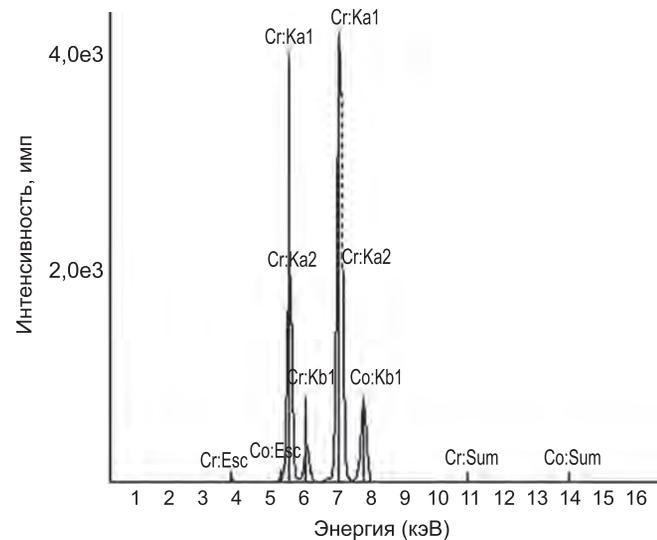


Рис. 2. Рентгеноструктура сплава I-BONDNF (стандартная).

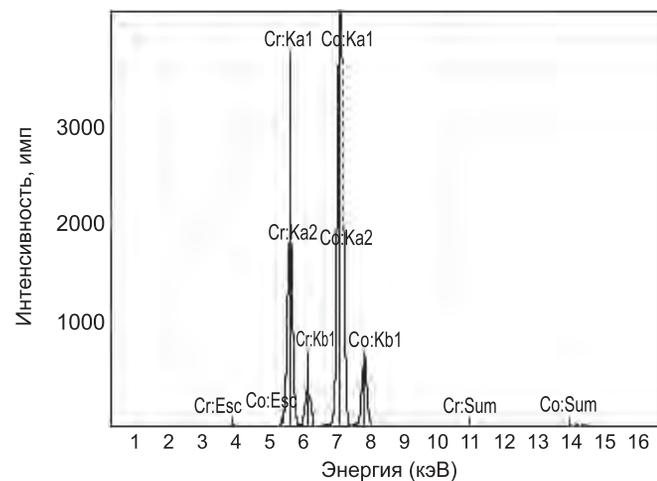


Рис. 4. Рентгеноструктура сплава I-BONDNF + 30% литейного отхода.

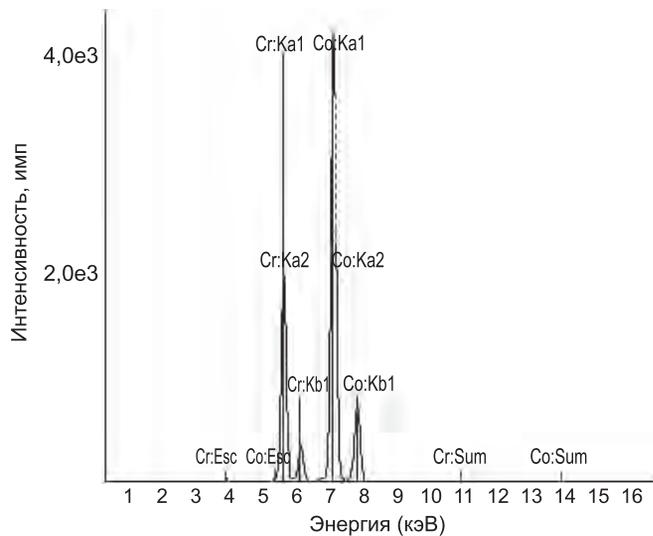


Рис. 6. Рентгеноструктура сплава I-MGFH (стандартная).

Взаимодействие с агрессивными средами: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует, в концентрированной соляной кислоте (HCl) не реагирует, в концентрированной серной кислоте (HSO_4) реагирует с выделением газа.

I-BOND-NF + 30% (рис. 3 на 2-й полосе обложки, 4). Литая структура твердого раствора на основе кобальта, где концентрация хрома меняется по объему материала, понижаясь в междендритном пространстве.

Микротвердость образца составляет 4016 МПа ($d_{cp} = 31$).

Химический состав: Co – 63%, Cr – 24%, Mo – 3%, Si – 1%, Nb – 1%, W – 8%. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo_2O_4 (Co_3O_4), CoCr_2O_4 , оксиды хрома (Cr_2O_3); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы CaO и чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 285, интервал плавления 1304–1369°C, температура литья 1480°C, предел растяжения 550 МПа, модуль Юнга E 210 ГПа, растяжение (AS) 10%.

Взаимодействие с агрессивными средами: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует; в концентрированной соляной кислоте (HCl) не реагирует, в концентрированной серной кислоте (HSO_4) реагирует с выделением газа.

I-MGFH (рис. 5 на 2-й полосе обложки, 6). Сплав частично гомогенизировался, дендриты начинают рассыпаться, коагулировать. Обнаруживаются границы крупных зерен извилистой формы как следы вторичной полиэдрической мелкозернистой структуры.

Микротвердость образца составляет 4016 МПа ($d_{cp} = 31$).

Химический состав: Co – 63%, Cr – 25%, Mo – 2,5%, W – 8,5%, Si – 1%, Nb и C – менее 1%. Проба представляет собой сплав на основе кобальта системы Co–Cr. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo_2O_4 (Co_3O_4), CoCr_2O_4 , CoCrO_4 , оксиды хрома (Cr_2O_3); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 365, интервал плавления 1295–1345°C, температура литья 1460°C, предел растяжения 640 МПа, модуль Юнга E 220 ГПа, растяжение (AS) 7,5%.

Взаимодействие в агрессивных средах: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует; в концентрированной соляной кислоте (HCl) реагирует – слабо окисляется,

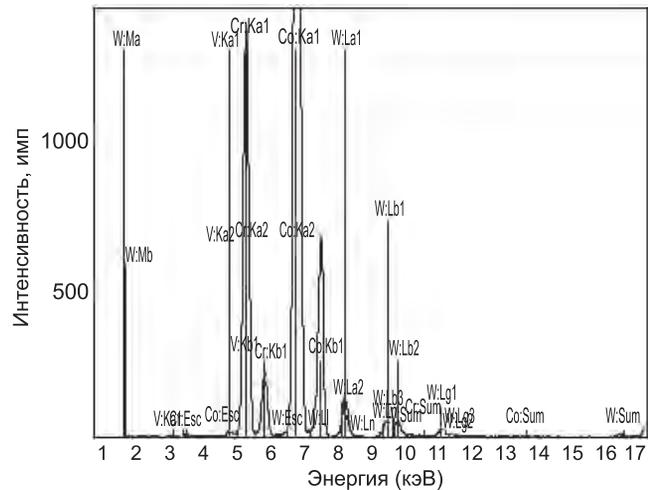


Рис 8. Рентгеноструктура сплава I-MGFH + 30% литейного отхода.

Химический состав: Co – 62,5%, Cr – 29,5%, Mo – 6,5%, Si – 1,4%, Mn – 0,6%, C – 0,3%, N – 0,2%.

зеленоватый раствор, в концентрированной серной кислоте (HSO_4) реагирует с выделением газа.

Полностью литая структура. На ее фоне большие хлопьевидные включения, скорее всего шлаки (дефекты литья).

Микротвердость образца составляет 4288 МПа ($d_{cp} = 30$).

Химический состав: Co – 62,5%, Cr – 29,5, Mo – 6,5%, Si – 14%, Mn – 0,6%, C – 0,3%, N – 0,2%. Проба представляет собой сплав на основе кобальта системы Co–Cr. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo_2O_4 (Co_3O_4), CoCr_2O_4 , CoCrO_4 , оксиды хрома (Cr_2O_3); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу Hv 365; интервал плавления 1295–1345°C, температура литья 1460°C, предел растяжения 640 МПа, E-модуль 220 МПа, растяжение (AS) 7,5%.

Взаимодействие в агрессивных средах: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует; концентрированной соляной кислоте (HCl) реагирует – слабо окисляется, зеленоватый раствор; в концентрированной серной кислоте (HSO_4) реагирует с выделением газа.

I-MG-20%. Сплав как минимум двухфазный или даже трехфазный. Без специальных анализов неясно, каков состав этих выделений, какое превращение за них ответственно или это сплав другого состава. Может быть, в этом образце больше хрома, и выделяется σ -фаза. В пользу такого предположения свидетельствует появление в этом образце второго максимума микротвердости 6170 МПа, т. е. имеется новая, более твердая фаза. Микротвердость образца составляет 4288 МПа ($d_{cp} = 30$). Микротвердость включений составляет 6170 МПа ($d_{cp} = 25$).

Химический состав: Co – 62,5%, Cr – 29,5, Mo – 6,5%, Si – 1,4%, Mn – 0,6%, C – 0,3%, N – 0,2%. Проба представляет собой сплав на основе кобальта системы Co–Cr. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – CoCo_2O_4 (Co_3O_4), CoCr_2O_4 , CoCrO_4 , оксиды хрома (Cr_2O_3); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 365, интервал плавления 1295–1345°C, температура литья 1460°C, предел растяжения 640 МПа, E-модуль 220 ГПа, растяжение (AS) 7,5%.

Взаимодействие в агрессивных средах: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует; в концентрированной соляной кислоте (HCl) реагирует – слабо окисляется, зеленоватый раствор; в концентрированной серной кислоте (HSO_4) реагирует с выделением газа.

I-MGFH + 30% (рис. 7 на 2-й полосе обложки, 8). Очень высокая концентрация светлой фазы, которая, вероятно, является интерметаллидом. На поверхности образца наблюдаются много пор, микротрещин и хлопьев. Микротвердость образца составляет 4016 МПа ($d_{sp} = 31$). Микротвердость включений составляет 6170 МПа ($d_{sp} = 25$).

Химический состав: Co – 62,5%, Cr – 29,5, Mo – 6,5%, Si – 14%, Mn – 0,6%, C – 0,3%, N – 0,2%. Проба представляет собой сплав на основе кобальта системы Co–Cr. В исследуемом объекте основная доля приходится на связанный кобальт – $CoCo_2O_4$ (Co_3O_4), $CoCr_2O_4$, $CoCrO_4$, оксиды хрома (CrO_3 , Cr_2O_3); кроме этого, присутствуют (в меньшем количестве) фазы чистого кобальта.

Механические свойства: плотность 8,2 г/см³, твердость по Виккерсу HV 365, интервал плавления 1295–1345°C, температура литья 1460°C, предел растяжения 640 МПа, Е-модуль 220 ГПа, растяжение (AS) 7,5%.

Взаимодействие в агрессивных средах: в концентрированной азотной кислоте (HNO_3) не реагирует; концентрированной соляной кислоте (HCl) реагирует – слабо окисляется, зеленоватый раствор; в концентрированной серной кислоте (H_2SO_4) реагирует с выделением газа.

Заключение

При отливке изделий для ортопедической стоматологии остаются литники и прибыли, которые обрезают и используют вторично лишь в объеме 10%. Остальная часть литников и прибылей не используется и отправляется на утилизацию. Ограничение в повторном использовании связано с тем, что при плавке и литье образуются окислы кобальта и хрома, которые оказывают негативное воздействие на механические свойства сплавов. В то же время конструкция литников и прибылей способствует собиранию оксидов в этой части литейной системы.

Проблеме повторной переплавки кобальтохромового сплава посвящены единичные работы [7]. Согласно инструкции фирмы INTERDENT, выпускающей сплавы I-BONDNF

и I-MGFH, допускается использование литейных отходов. Исследования, проведенные нами, показывают, что при повторном литье с применением технологического возврата желательно использовать литейные отходы от первичного литья, на что не указывают фирмы – производители стоматологических сплавов.

Полученные результаты показали, что способ рафинирования доэвтектическим силумином дает возможность сохранить физико-механические свойства кобальтохромовых сплавов, полученных из 70% первичного состава и 30% технологического возврата, для использования в ортопедической стоматологии.

Таким образом, рафинирование кобальтохромовых сплавов доэвтектическим силумином дает возможность более полного использования технологического возврата, что оказывает существенное влияние на формирование себестоимости изготовления зубных протезов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миргазизов М. З. и др. Применение сплавов с эффектом памяти формы. – М., 1991.
2. Рузуддинов С. Р., Исендосова Г. Ш., Жаубасова А. Ж. Материаловедение в ортопедической стоматологии. – Алматы, 2010.
3. Алтынбеков К. Д. Тіс протездерін дайындауда колданылатын курал-жабдыктар мен материалдар. – Алматы, 2008.
4. Попков В. А., Нестерова О. В., Решетняк В. Ю., Аверцева И. Н. Стоматологическое материаловедение. – М., 2006. – С. 23–52.
5. Жолудев Е. Н. Металлы и сплавы применяемые в ортопедической стоматологии. – Екатеринбург, 1995.
6. Lenz E. // Zahntechnik. – 1985. Bd 26, N 6. – S. 258–260.
7. Krskova M., Langer K., Slosarcik V. // Prakt. Zubnilek. – 1987. – Vol. 35, N 9. – P. 271–278.

Поступила 15.10.12

© С. С. ЕДРАНОВ, 2012

УДК 616.216.1-002-02:617-001]-091.8-074

С. С. Едранов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ТРАВМЫ И ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ РЕОРГАНИЗАЦИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОГО СИНУСА

Кафедра гистологии ГБОУ ВПО Владивостокский государственный медицинский университет Минздрава России (690990, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2)

В обзоре представлен критический анализ разработанной автором экспериментальной модели исследования механизмов воспаления и посттравматической реорганизации слизистой оболочки верхнечелюстного синуса у крыс. Приведены сведения об анатомо-топографической организации верхнечелюстного синуса и описаны основные морфогистохимические изменения травмированной пазухи. В результате перелома скуловой кости и/или перерезки верхнечелюстного нерва в слизистой оболочке регистрируется выраженная тучно-клеточная реакция. Активность этой реакции градиентно снижается в течение ближайших 20 дней после травмы. В слизистой оболочке синуса на стороне перерезки верхнечелюстного нерва отмечаются дистрофические изменения нервных волокон с aberrантной морфологией и высокой активностью NADPH-диафоразы. Результаты работы указывают на то, что перерезка верхнечелюстного нерва ведет к деафферентации средней зоны лицевого отдела головы крысы и является адекватной моделью для исследования нейрогенных влияний, неизбежно возникающих при травме стенок гайморовой пазухи.

Ключевые слова: костная регенерация, остеопластический материал, эксперимент на животных

Едранов Сергей Сергеевич – канд. мед. наук, тел. 8(902)556-25-64, e-mail: mobilestom@yandex.ru

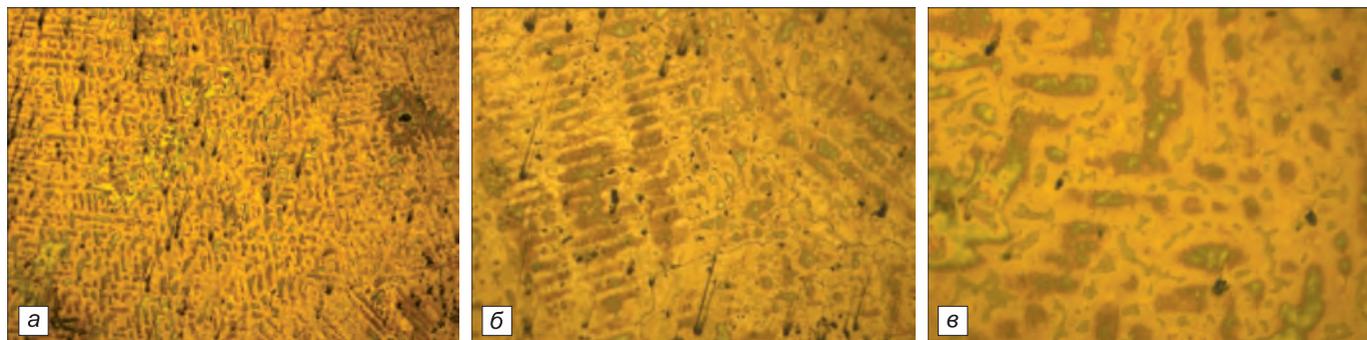


Рис. 1. Микроструктура сплава I-BONDNF (стандартная).
Здесь и на рис. 3, 5 и 7: а – х 100; б – х 200; в – х 500.

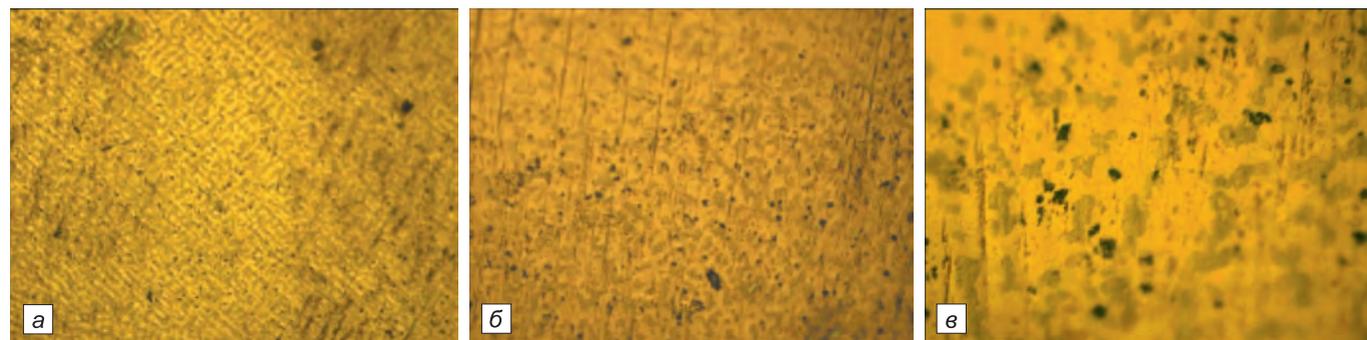


Рис. 3. Микроструктура сплава I-BONDNF + 30% литейного отхода.



Рис. 5. Микроструктура сплава I-MG (стандартная).

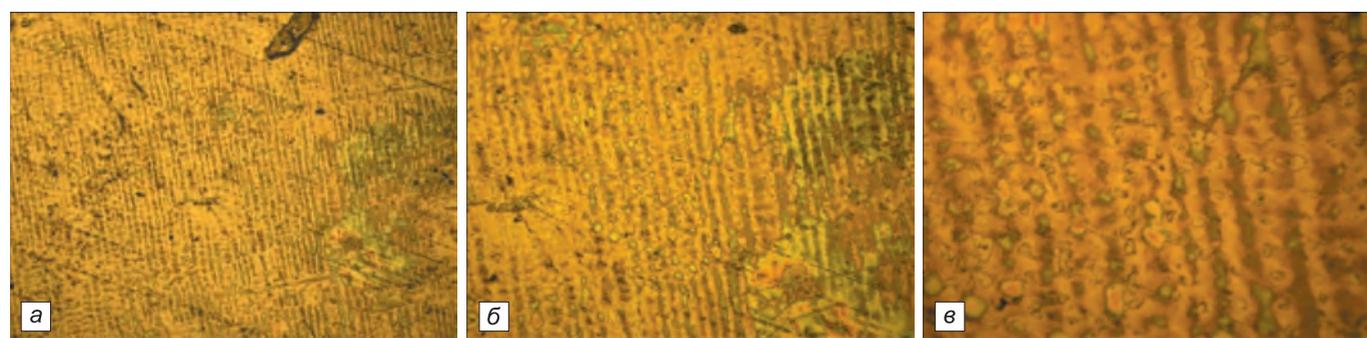


Рис. 7. Микроструктура сплава I-MGFH + 30% литейного отхода.