

В.П.Самарай, кандидат техн. наук, старший научный сотрудник

Влияние литейной формы на качество стоматологических протезов

В практике ортопедической стоматологии наиболее биосовместимы, точны и перспективны цельнолитые протезы [1-3]. Получение литьем

тонкостенных точных, малых по размерам и массе, уникальных, т.е. разовых индивидуальных протезов без дефектов, деформаций, поводов и искажений, с минимальной шероховатостью является трудной технической задачей [4-7]. Процесс изготовления отливок включает в себя около 20 технологических операций, важнейшей из которых является изготовление литейной формы. В современной стоматологии применяются многочисленные готовые виброуплотняемые формовочные смеси (ФС) для технологии литья «по огнеупорным моделям», а также классическая технология «ЛВМ» с использованием смеси гидролизованного этилсиликата и маршалита с получением 2-х-слойного огнеупорного покрытия, которое снаружи укрепляется тоже виброуплотняемым огнеупорным наполнителем - песком. Длинномерные протяженные отливки (бюгельные и мостовидные протезы) получают литьем по огнеупорным моделям с помощью виброуплотнения готовых ФС с отрицательной усадкой (коэффициентом расширения при прокатке) для компенсации усадки сплавов. В связи с индивидуальным производством протезов брак при их изготовлении абсолютно не допустим. Более того, дополнительный экономический фактор низкого выхода годного (15%) определяет необходимое требование, что технология литья должна быть бездефектной, иметь высокую надежность и повторяемость.

Однако, как и раньше, при изготовлении протезов в ортопедической стоматологии недостаточное качество литейных форм приводит к возникновению многочисленных дефектов отливок [4-8], а доля бракованных отливок по вине формы в общем количестве брака может достигать 80%. Безусловно, снижать вероятность появления дефектов отливок необходимо уже на стадии технологической подготовки производства, когда назначают все параметры материалов, которые используются, выбирают формовочные смеси и режимы технологических операций. Эта техническая задача требует многовариантного анализа процесса формообразования, для чего необходимо решение научной проблемы, которая состоит в создании математической или имитационной модели процесса уплотнения [9,10], исследовании динамики уплотнения ФС в форме и установлении корреляционных связей и теоретических зависимостей между степенью и равномерностью уплотнения литейных форм (ЛФ), с одной стороны, и вероятностью появления дефектов отливок, с другой.

Т.о. поиск новых современных методов моделирования и оптимизации техпроцесса уплотнения ФС и получения ЛФ повышенного качества для литья протезов, анализ причин возникновения различных дефектов и их диагностика и прогнозирование - задачи очень актуальные. Анализ работ специалистов стоматологов указывает на недостаточную проработку технических вопросов. Больше внимание уделяется вопросам плавки, разработки новых сплавов и борьбы с их усадкой и гораздо меньше - оптимальной плотности и соответствующим свойствам ФС и ЛФ, которые в том числе способны компенсировать усадку сплавов и уменьшать количество дефектов отливок. Даже опыт сопредельных отраслей, например, литейного производства в машиностроении

Сделан обзор влияния технологии и свойств литейной формы на качество стоматологических протезов

и металлургии свидетельствует о сложности и нерешенности подобной проблемы оптимизации уплотнения литейных форм. Анализ опубликованных работ позволяет разделить публикации на несколько групп в соответствии с существующими направлениями исследований: исследование свойств ФС; исследование процессов и режимов уплотнения; исследование причин образования дефектов отливок; борьба с усадочными раковинами и пористостью; борьба с усадкой и повышение геометрической и размерной точности отливок; разработка новых ФС и сплавов; совершенствование существующих технологических процессов.

«Литейное производство в стоматологии способно изменить весь технологический процесс изготовления протезов и обеспечить значительный экономический эффект и, главное, высокое качество протезов... Беда заставила идти медиков в металлургию» [11,с.6]. *С одной стороны*, в связи с этим бесценен опыт литейного производства машиностроения и металлургии, с помощью которого можно достичь главной цели управления технологическим процессом изготовления отливок протезов, т.е. так его организовать, чтобы обеспечить выполнение всех его выходных параметров – получение готовых изделий требуемого качества, заданной производительности и экономичности [12, с.156]. *С другой стороны*, будущее протезирования за компьютеризацией, даже роботизацией труда [11,с.6] и за применением самых современных методов системного анализа-имитационного моделирования и оптимизации уплотнения литейных форм, диагностики и прогнозирования дефектов отливок по вине формы методами экспертных систем [10]. Роботы уже делают зубные протезы более качественно, более точно и в скором времени, видимо, будет развита высочайшая производительность их труда [11,с.6]. Хорошим примером компьютеризации является оборудование и технологии фирмы «Сегес», а также технологии прототипирования и стереолитографии [13] как для ортопедии и ортодонтии, так и для имплантологии.

ОБЗОР ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ.

Все ФС делят на те, которые не компенсируют усадку (формовочная масса на основе гидролизованного этилсиликата и маршалита с песком в качестве огнеупорного наполнителя) и те, которые, расширяясь при нагревании и прокатке (имеют отрицательную усадку), компенсируют усадку сплавов (усадка золотых сплавов - 1,15% [15,с.94-105] 1,25-1,75% [15,с.55], нержавеющей сталей – до 2,7-3%, наибольшая усадка у ЭИ-95 – 3% [15,с.52], меньшую усадку имеют кобальт-хромовые сплавы (КХС) и никель-хромовые сплавы (НХС): «КХС», «Витталиум», «ЛК-4» – 2,13-2,3%, еще меньшую усадку имеют титановый и ниобий – 1,98-1,85% [15, с.52]). В стоматологии применяют *гипсовые (сульфатные), фосфатные и силикатные ФС. Гипсовые (сульфатные) ФС* характеризуются низкой огнеупорностью и по огнеупорности подходят только для литья благородных сплавов, при этом компенсируя их усадку. Из *фосфатных ФС*, расширение которых при прокатке способно компенсировать усадку 2,7-3% нержавеющей сталей, применяют, например, «Вировест» (твердость – 140 н/мм²), «Вироплюс» (твердость – 190 н/мм²), наполненный графитом «Бегостал» (расширение –

2,45%), а также предназначенные для литья благородных сплавов и замешиваемые на дистиллированной воде «Ауровест Софт», «Дегувест Софт» (расширение – 2,15%), безграфитовый «Ауровест Б» (расширение – 2,15%). Среди силикатных ФС известны формовочная масса на основе гидролизованного этилсиликата, упаковочные массы Цитрина, Лютова, Манукяна [14, с.94-105].

Даже минимальная усадка металлов не дает возможности изготовить точный протез, например, бюгельный каркас методом снятия с гипсовой модели восковой заготовки. Методика отливки бюгельных (КХС, НХС) [16, с.157] или мостовидных протезов (нержавеющие стали) [17, с.111] на огнеупорных (керамических) моделях имеет 2 преимущества, обеспечивающих повышение точности отливок. Во-первых, устраняется опасность деформации восковой репродукции будущего каркаса протеза при снятии его с гипсовой модели и подготовке к литью, а во-вторых, создается возможность наибольшей *компенсации литейной усадки сплава за счет расширения огнеупорной модели* при нагревании и прокатке. Формовочные массы для огнеупорных моделей, которые одновременно могут являться и частью литейной формы, и комбинированным стержнем, начали применять в 30-х годах (Earnshaw, 1956; Teylor, Sweeney, Washington, 1957; Neidhardt, 1969). В 1933г. Prange и Moywood первыми предложили формовочную массу для огнеупорной модели, на которой отливают протяженные бюгельный или мостовидный протезы (Neidhardt, 1969). Эта методика оказалась лучшей и ее продолжают использовать до настоящего времени.

ФС виброуплотняют, причем установлено, что чем плотнее огнеупорная модель, тем больше она расширяется при термической обработке, больше компенсируя усадку сплава (В.П.Панчоха, 1965; Gehre, 1965; Dietrich, 1969) [15, с.75]. В.П.Панчоха рекомендует повышать плотность модели, уменьшая содержание жидкой фазы в огнеупорной формовочной массе. Густая вначале масса на вибрационном столике в течение 20-30 секунд разжижается. Процесс вакуумирования продолжают 4-5 минут, после чего вибростол выключают.

Известны следующие ФС для изготовления огнеупорных моделей: ФС «Кристаллит» (США), «ЛАВ» (ГДР), «Дегувест», «Ауровест» (ФРГ), «Хивест» (Япония), «Силикан» (Япония); «Вироплюс С», «Вировест», «Виропайнт», «Беллавест», «Бегорал», «Ауросола» для благородных сплавов, «Танковест» для литья титановых сплавов, «Беллатерм» для температур до 1200° (Германия) [14, с.104].

В СССР для изготовления цельнолитых бюгельных протезов из КХС методом литья на огнеупорную модель были предложены массы «Кристосил», «ОЛ» («Бюгелит»), «Силамин».

В настоящее время активно применяются ФС: «Эксподент», «Силамин», «Кристасил-1» и «Кристасил-2»; «Сиолит» (позволяет компенсировать усадку до 2,5%) [18, с.147,201]. Применяется и «Формолит» [14, с.101].

Исследования показали, что хорошим формовочным материалом при литье бюгельных протезов из КХС является формовочная масса, состоящая из мелкого наполнительного кварцевого песка и натурального пылевидного кварца в соотношении 1:1. Весьма желательно для увеличения линейного расширения модели добавлять в формовочную массу 2-5% окиси магния и нагревать форму перед заливкой до 850°-900° (расширение модели 1,4% или 1,6-1,8% с окисью магния). При отливке бюгельных протезов на огнеупорных моделях, изготовленных из предложенной в [16, с.133] формовочной массы, после извлечения охлажденного литья огнеупорная модель всегда остается целой. Даже менее прочные модели не разрушаются застывшим сплавом, значит, причина разрушения не столько в показателе прочности, а в согласованности теплового расширения огнеупорной модели и КХС. Авторы [16, с.133] сообщают о величине некомпенсированной усадки для «Кристосила-2» и «Силамина» на уровне 0,9%, также сообщают, что не нашли в отечественной литературе сведений о степени точности отливок протезов из КХС, получаемых по

методикам других авторов. Имеются лишь указания С.Д.Шварц, Г.А.Серовой, Р.Е.Черкасской (1975), что все применяемые формовочные массы не полностью компенсируют усадку отливок (некомпенсация «Кристосила-2» - 0,9%; «Силамина» - 0,8%; «Бюгелита» -1,1%; «Микровес Экстра-дур» - 1,15%). Согласно [15, с.77-78; 16, с.133] коэффициент теплового расширения масс при обжиге, приготовленных на этилсиликате («Бюгелит» и «Кристосил»), достигает при 900° - 1,4%, а огнеупорные массы, содержащие окислы металлов («Силамин»), расширяются на 1,8%, и тем самым лучше компенсируют усадку жаропрочных сплавов.

Следует отметить, что можно предварительно увеличивать внешние размеры гипсовой модели до 1% за счет расширения гипса при кристаллизации в мягкой форме при центрифугировании или другом уплотнении (11, с.54), видимо аналогичные результаты возможны при дублировании огнеупорной модели с дополнительным приложением давления до 5 атмосфер (например, прессованием) [11, с.65] или вибрацией с пригрузкой.

Для отливок протезов из сплавов благородных металлов применяют специальные массы, которые должны обладать необходимой огнеупорностью, не плавиться и не давать трещин при нагреве их до температуры плавления сплава. Массы должны быть достаточно пористыми для обеспечения необходимой оптимальной газопроницаемости; расширяться при нагреве для компенсации усадки сплавов; при затвердевании образовывать гладкие поверхности. Применяются простые и сложные по составу формовочные огнеупорные массы, например «Силадур», «Аурит», «Эксподент» [17, с.110-111], различные составы ФС на основе гипса, «ТГС», «Сиолит», «Силаур» [14, с.94-105].

До 90% номенклатуры титанового литья изготавливают в графитовых формах методом ЛВМ [19, с.38]. Графитовые формы для ЛВМ позволяют получать отливки с хорошей чистотой поверхностью [19]. Однако графитовая форма не лишена недостатков, из которых следует назвать большую и нестабильную усадку (2,5-4,5%), трудности изготовления тонкостенного литья из-за высокой теплоаккумулирующей способности графита, весьма большую длительность технологического цикла изготовления форм. Работа с графитом ухудшает санитарно-гигиенические условия труда, требует повышенных мер безопасности [19, с.39].

В качестве материала для форм при литье титана могут быть использованы высокоогнеупорные окислы металлов, некоторые карбиды, бориды, нитриды. Формы, имеющие в своем составе кремнезем, малопригодны, если рабочая поверхность не защищена пассиватором [19, с.39]. Из-за низкой термостойкости окись магния непригодна для изготовления форм для ЛВМ, а окись циркония – дефицитна и дорога, что ограничивает ее использование. Правда, авторы [19] рекомендуют применять ее для изготовления рабочих слоев формы, контактирующих с расплавленным титаном [19, с.40]. Таким образом, электрокорунд в настоящее время является единственным окисным материалом, нашедшим промышленное применение в фасонном титановом литье по ЛВМ. Он характеризуется высокой механической прочностью, термохимической устойчивостью, плавным и малым термическим расширением (до 2%) в широком диапазоне температур [19, с.40].

ЛФ ЛВМ из электрокорунда делают на этилсиликатной связке, имеющей в основе до 30% SiO₂, что снижает инертность форм по отношению к расплавленному металлу. Известны решения [19], позволяющие исключить силикатные связующие литейных форм, например, использование водных растворов солей магния и циркония. Наиболее реальный путь – создание на поверхности окисных форм из электрокорунда на этилсиликатной связке защитных пассивирующих покрытий: пиролитического углерода, металлизации [19, с.41].

Сопоставляя положительные и отрицательные качества форм, применяемых для литья титана, можно сделать вывод о том, что для целей ортопедической стоматологии

наилучшую перспективу имеют электрокорундовые формы с пироуглеродным защитным покрытием, имеющим малую и стабильную усадку, требуемую для центробежной заливки прочностью, позволяющие заполнять самые тонкие сечения из-за малой теплоаккумулирующей способности. Внедрение корундовых форм практически ничего не меняет в приемах работы специалистов зуботехнических лабораторий (меняется только материал обсыпки) [19, с.42-43].

ОБЗОР ДЕФЕКТОВ.

Причиной *искажения формы и изменения наружных размеров* отливок протезов в большую сторону является недоуплотнение формы, в результате чего под воздействием гидростатического давления жидкого горячего сплава ЛФ доуплотняется, а литейная полость под будущую отливку увеличивается и образуются дефекты «Распор формы» или «Подутость». Из-за такого же недоуплотнения происходит частичное разрушение ЛФ и возникают следующие дефекты: «Размыв», «Утечка», «Обвал», «Наплыв», «Засор», «Песчаные раковины».

Причиной *искажения формы и изменения размеров* отливок протезов в меньшую сторону при ЛВМ может быть известный факт, что при нагреве песок уплотняется и оказывает давление на огнеупорную «рубашку» отливаемых заготовок. Огнеупорная рубашка при нагреве расширяться не может, т.к. снаружи на нее оказывает давление песок, заполняющий кювету, при этом «рубашка» в отдельных участках прогибается вовнутрь (Шкленник Я.И., 1984) [с.164, ;11, с.27]. Кроме того, теоретически правильно обоснованное положение о возможности компенсации усадки металла за счет расширения керамической формы в зубопротезной технологии полностью не проявляется, т.к. в кювете не создаются условия, позволяющие керамической рубашке равномерно увеличиваться, распределяться и компенсировать усадку [11, с.28].

Линейную усадку металла, расположение и размер усадочной раковины можно компенсировать не только привычными для стоматологов и литейщиков способами [11, с.13], но и расположением отливок, а также оптимальным уплотнением ФС в форме [20; 21; 15, с.75]. Общеизвестно также, что одним из условий, затрудняющих усадку металла, является форма, которая может быть прямо- (усадка 2%) и непрямолинейная (Г-образная, Т-образная, кольцевидная, извитая и т.д.; усадка 1,2%). Результаты исследований [11, с.18-19] совпадают с данными Л.А.Иванова, В.Н.Буланова, 1977, Б.Б.Гуляева, 1976, В.А.Акопяна, Ю.С.Степанова, 1980, В.Л.Гроссмана, 1982 и др. и подтверждают, что в совокупности с другими рекомендациями удастся не только полностью компенсировать усадку, но и получить отливки увеличенного размера [11, с.18-19].

В [22] предложены методики оценки линейной усадки и усадочных раковин для стальных отливок, которые могут быть использованы для стоматологических отливок.

Наиболее существенная из слагаемых литейной усадки – это линейная усадка, которую следует рассматривать как основную причину уменьшения размеров литых зубных протезов (В.П.Панчоха, 1981; В.М.Воздвиженский, В.А.Грачев, В.В.Спаский) [16; 23].

Внутренние дефекты отливок.

Как отмечено выше, плотность формы может влиять на образование дефектов «Засор», «Песчаные раковины», «Горячие трещины» на размеры и положение усадочных раковин [20, 21].

Как показывает практика, работы литейных зуботехнических лабораторий, в большинстве случаев в отлитых основных, опорных и промежуточных частях зубных протезов не отмечается значительных *пор и усадочных раковин*, а мелкие поры носят рассредоточенный характер. Это объясняется незначительным размером отливаемых деталей [11, с.15]. Однако при отсутствии депо запасного жидкого более горячего металла в виде питателя-прибыли возможно образование даже крупных усадочных раковин, которые могут быть причиной появления трещин или даже поломки протезов. При использовании современных

установок, когда металл плавится в тигле и применяется центробежная заливка, литники должны быть толстыми (в 3-4 раза толще заготовки бюгельного каркаса). Согласно [15] в стоматологической литературе проблема устранения усадочных раковин часто излагается неправильно. Для получения гомогенной отливки необходимо включать в литниковую систему прибыль, которая по своему объему должна быть в 3-4 раза больше отливаемой детали [15, с.47, 81]. Заливку металла в холодные формы при изготовлении протезов с технологических позиций следует считать недопустимой. *Пористость* в отливках часто имеет *газовый характер* [11, с.13], противостоят которой можно повышая газопроницаемость формы оптимизацией ее плотности [24;25;10]; прокальванием 20-30 отверстий в форме для выхода газа до ее затвердевания [15, с.83]; хорошо просушивая форму при прокалке и вакуумируя ее при виброуплотнении.

Поверхностные дефекты отливок.

Формирование поверхности отливки – сложный процесс, определяемый условиями заполнения формы, затвердевания и охлаждения отливки, усадочными явлениями, физико-химическим воздействием металла с поверхностью формы, ее газовым режимом [19, с.55], степенью и характером уплотнения литейной формы [10]. Образующаяся литая поверхность с той или иной степенью шероховатости, пригара и др. дефектов [10] является особой областью литого протеза и в процессе его формирования, и последующей эксплуатации [19, с.55]. Недоуплотнение формы вызывает распор, пригар, прорыв, размыв, утечку, обвал, шероховатость, раковины, засор, нарост. Переуплотнение ФС в ЛФ вызывает ужимы, просечки, складчатость, взрывной пригар, горячие трещины.

Интенсивный теплообмен между отливкой и формой в начальный момент заполнения и затвердевания металла приводит к возникновению деформаций в поверхности отливки за счет макрофизических изменений в самом слое (усадочных процессов, фазовых превращений), а также за счет неподатливости формы, препятствующей усадке металла, что может служить причиной возникновения горячих трещин [19, с.55-56]. При этом неудовлетворительная литая поверхность снижает усталостные свойства титанового изделия (или из другого сплава) и разноречивы литературные сведения о влиянии остаточных напряжений на усталостные свойства титана [19, с.68-69]. Если в процессе механических испытаний или при последующем металлографическом анализе образцов по месту разрушения обнаруживаются дефекты литейного происхождения в виде усадочных раковин, рыхлот или развитой пористости, то результаты испытания таких образцов не учитываются при построении кривых усталости. Согласно ГОСТ образцы выбраковывают по разбросу твердости при наличии видимых при десятикратном увеличении дефектов на их поверхности и в плоскости излома [16, с.133].

Выводы

1. Чем плотнее огнеупорная модель, тем больше она расширяется при термической обработке, больше компенсируя усадку сплава.

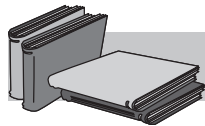
2. Вероятность образования дефектов отливок по вине формы определяется совокупностью взаимосвязанных параметров уплотнения характерных зон формы, которые можно оценить с помощью четырех показателей: средней плотности всей формы, околomodельных зон, верхних и нижних слоев (лад и контрлад формы). Существует научная проблема и задача отыскания оптимальной плотности формы.

3. Существует определенное противоречие при стремлении максимально повысить плотность формы, которое вытекает с одной стороны из необходимости максимально уплотнить форму максимально компенсируя усадку жаропрочных сплавов и уменьшая вероятность образования усадочной раковины, максимально упрочняя форму, повышая точность отливок протезов и качество поверхности (предотвращая такие дефекты

отливок как: пригар, распор, песчаные раковины, засор, прорыв металла, размыв или обвал формы, утечка металла, шероховатость, нарост), а с другой стороны максимальная плотность должна ограничиваться оптимальной величиной (для предотвращения прогибания огнеупорной «рубашки» внутри от давления окружающего наполнителя-песка; а также для предотвращения таких дефектов отливок как складчатость, просечки, взрывной пригар, ужимины), приемлемыми податливостью (для предотвращения образования горячих трещин) и газовым режимом формы (для предотвращения газовых раковин).

4. Необходимо использовать методы, опыт и наработки сопредельных областей – литейного производства, прикладной математики и кибернетики для для оптимизации уплотнения ФС в ЛФ.

5. На основании обзора литературы представляется актуальным провести дальнейшие исследования взаимосвязи плотности литейной формы, свойств различных формовочных смесей и режимов виброуплотнения с качеством отливок стоматологических протезов с использованием реальных экспериментов, методов системного анализа и статистических данных литейных стоматологических лабораторий.



ЛИТЕРАТУРА

- Маркин В.А., Арутюнов С.Д., Чумаченко Е.Н. Прогнозирование и профилактика осложнений при протезировании металлокерамическими конструкциями зубных протезов // Российский стоматологический журнал.- 2003.- №3.- С.22-26
- Рамусь М.А. Выбор стоматологических сплавов для цельнолитых конструкций несъемных зубных протезов // Современная стоматология.- 2000.- №4.- С.74-77
- Онищенко В.С. Использование сплавов для изготовления зубных протезов // Зубное протезирование.- 2002.- №1.- С.4-9
- Недостатки технологических процессов изготовления несъемных зубных протезов / А.Г.Гожий, Г.Р.Сагателян, Л.Д.Гожая // Стоматология.- 2001.- №3.- С.46-50
- Бремер В. Литво у зуботехнічній справі. Атлас дефектів литва / В.Бремер, Х.Кройтцер; пер. з нім. Р.Барабах, О.Яремко.- Львів: ГалДент, 2003.- 68 с.
- Influence of casting methods on marginal and internal discrepancies of complete cast crowns / F.M.Milan, S.Consoni, L.Correr Sobrino [et al] // Braz.Dental J.- 2004.- Vol.15.- №2.- P.127-132
- Зависимость качества зубопротезных изделий от технологии литья сплавов металлов / В.С.Онищенко, А.В.Кузьменко, А.М.Шумейко [и др.] // Зубное протезирование.- 2002.- №1.- С.30-35
- Воронин Ю.Ф., Камаев В.А. Атлас литейных дефектов. Черные сплавы. Монография.- ВолгГТУ.- М.: Машиностроение-1, 2005 – 328 с.
- Тараненко Н.А., Гутько Ю.И. Имитационное моделирование в литейном производстве // Литейное производство.- 2008.- №11.- С.37
- Самарай В.П. Моделирование уплотнения литейных форм и прогнозирование дефектов отливок. Дисс. ... канд.техн.наук: 05.16.04 Киев: НТУУ"КПИ" 2006 344с.
- Варес Э.Я. Изготовление зубных цельнолитых протезов. Книга 1. Основные технологические положения о литье. Технология изготовления заготовок цельнолитых коронок и мостовидных протезов.- Львов: 1992 – 69 с.
- Новиков В.П. Автоматизация литейного производства. Ч.1 Управление литейными процессами.- М.: МГИУ, 2005 - 292с .
- Кулагин В.В. Быстрое прототипирование и титановое литье в имплантологии // Литейное производство.- 2004.- №4.- С.29-32
- Жулев Е.Н. Материаловедение в ортопедической стоматологии.- Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 1997.- 136с. с.94-105;
- Кулаженко В.Н., Березовский С.С Бюгельное протезирование.- Киев: Здоровья, 1975 – 103с.
- Панчоха В.П. Цельнолитые бюгельные протезы на огнеупорных моделях.- Киев: Здоровья, 1981 – 192 с.
- Курляндский В.Ю. Бюгельное протезирование.- М.: Медицина, 1965
- Копейкин В.Н., Демнер Л.М. Зубопротезная техника.- М.: "Триада-Х", 2003 – 416 с.
- Рогожников Г.И., Немировский М.Б., Шарова Т.В., Балховских М.А. Сплавы титана в ортопедической стоматологии.- Пермь: Пермское книжное издательство.-1991, с.38
- Рабинович Б.В., Евсеев А.С., Резинских Ф.Ф., Волкомич А.А. Технологические основы изготовления литейных форм прессованием // Литейное производство.- 1965.- №4.- С.11-18
- Heinz-Josef Wojtas Luncker in Guussstucken als Folge Mangelnder Verdichtung des Formstoffes // Vady odlitku zpusobene formovacimi materialy / Milovy, 2004.- С.117-125
- Матвеев И.А. Разработка метода определения усадочных деформаций и линейной усадки стальных отливок при охлаждении Дисс. ... канд.техн.наук: 05.016.04 СПб 1999
- Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении: Учеб.пособие для машиностроительных вузов по специальности "Машины и технология литейного производства"/ В.М.Воздвиженский, В.А.Грачев, В.В.Спаский.- М.: Машиностроение, 1984. – 432 с.
- Дорошенко С.П. О двух важнейших проблемах литейной формы // Литейное производство.- 2001.- №4.- С.26-27
- Добронравов И.Н., Балясный Е.С. Влияние неравномерности набивки на качество поверхности отливки // Литейное производство.- 1965.- №4.- С.42-43

Summary

V.P.Samaraj

Influence of casting form on quality of stomatology prosthesis

The review of influencing of technology and properties of casting form on quality of stomatology prosthesis is done