

СПОСОБНЫ ЛИ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА ШАГНУТЬ В БУДУЩЕЕ

*Б.И. Семенов
(МГТУ им. Баумана)*

Конкуренция на рынках сбыта выдвигает на I место качество продукции при ее минимальной стоимости. Важнейшие потребители массовых технологий - производства транспортных средств, особенно, автомобилей. На этом рынке разворачивается острая конкурентная борьба нескольких техпроцессов формирования фасонных заготовок, обеспечивающих в условиях массового производства получение легких ответственных деталей очень высокого качества.

Все последние достижения связаны с освоением таких новых технологий, как тиксолитье, тиксопрессование и жидкая штамповка, позволяющих существенно повысить уровень механических свойств и надежность деталей при использовании сплавов, близких по составу к традиционным. Стремительно развивается новейший техпроцесс, получивший название новое реолитье.

Чтобы отечественному производителю не отстать от развитых стран, осуществивших в конце XX в. стремительный технологический рывок в области заготовительных производств, наши специалисты должны обладать равными возможностями в выборе материалов и техпроцессов.

Опубликованная в журнале "Конверсия в машиностроении" (1/2000, с.6-20) статья "Интегрирование России в мировую экономику", где дается оценка российского военно-промышленного комплекса (ВПК) с точки зрения возможности расширения продаж на рынках гражданской и военной продукции, содержит вывод о том, что российская промышленность стоит перед альтернативой: либо в сжатые сроки провести широко-масштабное техническое перевооружение, либо исчезнуть. Концентрация капитала у мировых лидеров машиностроения приводит к глобализации, к расширению кооперации производств и, одновременно, к "сегрегации" видов заготовительных производств. Экологически чистые, требующие высокой квалификации и современных технологий производства размещаются в наиболее развитых странах, а для выполнения работ, не соответствующих перечисленным требованиям, привлекаются исполнители из других стран. Из чего следует, что без государственной поддержки отечественному машиностроению не вырваться из порочного круга затратных технологий, и существенное отставание в использовании перспективных материалов в конструкциях автомобилей, тракторов, комбайнов и других изделий будет сохраняться.

Одно из современных направлений повышения

качества и конкурентоспособности механизмов и оборудования - широкое применение деталей, обладающих комплексом свойств, дифференцированных в объеме и на поверхностях изделий. К ним можно отнести биметаллические (БМ) и многослойные отливки, получаемые центробежным литьем (ЦЛ), которые можно изготовить как из традиционных сплавов, так и из современных композиционных материалов (КМ). На примере производства деталей такого типа легко прослеживаются проблемы и перспективы заготовительной базы машиностроения России и стран СНГ. В то же время, эти технологии могут стать эффективными и при производстве мерных заготовок (slurry on demand) для тиксолитья слоистых деталей из алюмоматричных КМ и получения составных деталей из КМ.

Разработанные в 1970...80 гг. в ИПЛ АН Украины техпроцессы ЦЛ под флюсом БМ-заготовок освоены и позволяют, используя для получения одной детали различные по химсоставу сплавы, обеспечить высокую демпфирующую способность двухслойных отливок. Например, совмещая в детали чугун и сталь, сочетают мелкодисперсную перлитную структуру сердцевины с высокой твердостью и износостойкостью рабочих поверхностей. Эффективность разработок не осталась незамеченной [1]. Немецкая фирма Vautid установила деловой и финансовый контакт с ФТИМС НАНУ (бывший ИПЛ) с правом участия в формировании тематики исследований института. Созданы установки для специализированных участков с выпуском 200...1500 т в год БМ-катков и роликов гусеничных тракторов (рис.1), червячных

БМ-штулок и других деталей.

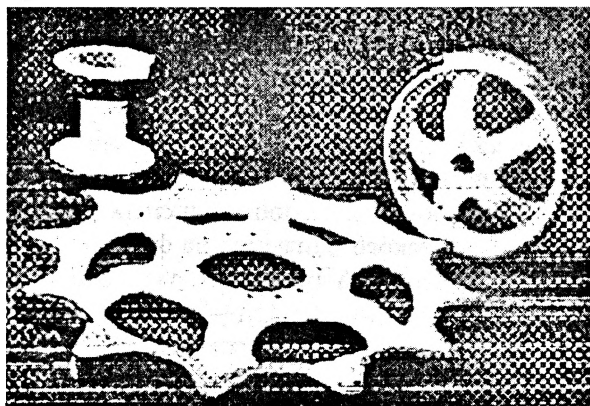


Рис. 1. Биметаллические отливки "сталь-чугун"

По данным [1], опыт освоения процессов, в том числе при поставке продукции на экспорт, свидетельствует о том, что применение БМ-отливок позволяет:

- снизить на 65...70% применение высоколегированных сталей и сплавов;

- повысить в 2-6 раз ресурс деталей машин;

- увеличить межремонтные сроки работы непрерывно действующих комплексов оборудования;

- повысить конкурентоспособность продукции из материалов данного класса на мировом рынке.

Нет сомнений в том, что в существующих условиях выбранный путь позволяет хотя бы частично сохранить научный потенциал и кадры коллектива, но нет сомнений и в другом: во ФТИМС (впрочем, как и в ведущих технологических центрах России) сегодня не проводятся столь же активно, как в Германии, исследования по сплавам и технологиям, способствующим замене стали и чугуна в массовых изделиях.

Несмотря на очевидные достоинства и дешевизну сплавов на основе железа, значительная масса отливок из них — наиболее существенное препятствие на пути конструирования конкурентоспособных изделий.

Сегодня общенациональными задачами большинства индустриальных государств объявлены экономия топлива (за счет увеличения КПД) и уменьшение токсичных выбросов при эксплуатации двигателей (автомобиля, трактора, комбайна и т.д.). Известные пути повышения КПД двигателя внутреннего сгорания связаны с понижением массы как транспортного средства, так и вращающихся деталей, таких, как описанные выше катки, ролики, распредвалы и т.п., с тем, чтобы минимизировать энергию, затрачиваемую на преодоление трения и инерционных сил.

Конкуренция сплавов и технологий приводит к

существенному пересмотру используемых конструктором материалов. Если в Европе в настоящее время легковой автомобиль содержит в среднем - 85 кг Al-сплавов, то к 2015 г. их количество планируют увеличить до 200 кг. Такая замена позволит уменьшить массу автомобиля среднего класса на 300 кг и снизить расход топлива за время эксплуатации автомобиля на 3000 л. Это, в свою очередь, на 20% сократит выброс вредных веществ. С 1997 по 1999 гг. наблюдался ежегодный (~4%) рост использования Al-сплавов в автомобилестроении Сев. Америки. В моделях автомобиля 1999г. их масса достигла 113,4 кг, в то время как в мире это - 90,72 кг, поскольку в США производят больше легких грузовых автомобилей, спортивных автофургонов на базе легковых автомобилей и микроавтобусов, а также большим (по сравнению с мировым) масштабом использования Al-дисков колес. Необходимо учесть и ужесточение требований правительства США к соблюдению норм по экологии. В 1999г. в Сев. Америке было произведено 16,4 млн. легковых, легких грузовых автомобилей и микроавтобусов, в конструкции которых использовали различные Al-заготовки и полуфабрикаты, в том числе, %: 78,9 - отливок, 13 - проката, 6,2 - пресс-изделий, 1,9 - штамповок [2].

Следует также подчеркнуть, что к 2000г. средняя цена 1 кг условного материала автомобиля (за счет роста использования электроники) в США составила \$ 9...11 при цене 1 кг доминирующего материала - стали всего - \$ 0,7...0,8. Повышение цены условного материала также стимулирует использование более легких материалов, что нашло яркое подтверждение в прогнозах использования легких сплавов (Al, Mg, KM) в автомобилестроении Японии [4].

В настоящее время в России выплавляется - 3 млн. т Al. По этому показателю (в пересчете на душу населения) мы почти не отстаем от США. Алюминиевая подотрасль отечественной металлургии - единственная, которая увеличила выпуск своей продукции по сравнению с 1990г. Однако только 20% этой продукции остается в России, а 80% идет на экспорт, в большинстве своем в виде слитков, подтверждая нашу принадлежность к сырьевой державе.

Если потребление Al-сплавов на душу населения в США достигло ~30 кг, то в России этот показатель - всего ~ 4 кг, что в 2 с лишним раза меньше, чем было до "перестройки". Эта ситуация значительно осложнена резким (до 10 раз) снижением выпуска отливок из сплавов на основе

Al и Mg на имеющихся литейных мощностях (в частности, на заводах Московского региона [5]).

В настоящее время большинство распредвалов изготавливают из чугуна или стали ковкой или литьем, с соответствующей последующей обработкой металла. Известно, что распредвалы совершают работу по открытию или закрытию клапанов миллионы раз и редко требуют замены. При этом общие принципы технического обслуживания и эксплуатации известны. Чтобы снизить массу автомобиля и вращающихся частей двигателя, предложили использовать легкие распредвалы, например, из Mg- и Al-сплавов, но ни те, ни другие не обладают достаточной прочностью, долговечностью и сопротивлением износу и поэтому не могут использоваться без серьезных изменений структуры материала. С этой точки зрения, представляет интерес патент [6], предлагающий для распредвала использовать Al-сплав, упрочненный керамическими частицами.

Повышенные жесткость и сопротивление износу в радиальных выступах вала достигается концентрацией твердых частиц SiC в этих местах. Другие твердые частицы, такие как керметы и керамические частицы, могут также использоваться с подобным эффектом.

Для получения распредвалов была изготовлена и опробована соответствующая установка (рис.2). Модели распредвала для четырехцилиндрового двигателя были изготовлены и помещены внутри опоки, чтобы смоделировать реальный процесс.

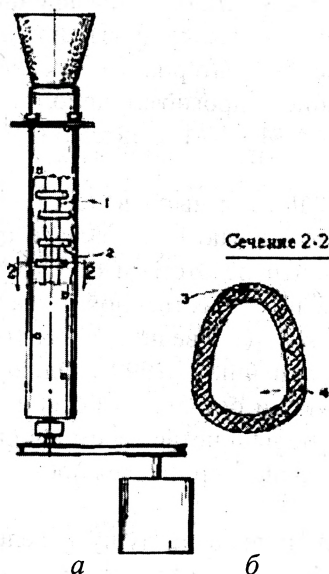


Рис. 2. Установка для ЦЛ распредвала из КМ; а – общая схема установки, б – поперечное сечение отливки.

КМ "Duralcan" на основе Al-сплава A356 + 20% SiC (произведен фирмой Duralcan, США) расплавляли в индукционной печи в графито-шамотном тигле для получения суспензии с рав-

номерно распределенными частицами SiC. Никаких других добавок в расплав не вводили. Установлено, что отливки удовлетворительного качества могут быть получены при введении до 20% частиц SiC.

Методика использования центробежных сил для организации когерентного кооперативного движения свободно плавающих дисперсных частиц и влияние такого движения на формируемую структуру и свойства подробно рассмотрены в работе [7]. Показано, что ЦЛ – это уникальный способ получения заготовок из КМ со слоистой и градиентной структурой, у которых за счет направленного осаждения частиц в жидкометаллической суспензии могут быть организованы поверхностные зоны (слои) с повышенной концентрацией частиц SiC - до 40% и выше.

Перемещение частиц керамического наполнителя в жидкометаллической суспензии под действием центробежных сил может способствовать самоорганизации недендритных форм кристаллов при кристаллизации первичной твердой фазы в затвердевающих сплавах (рис 3).

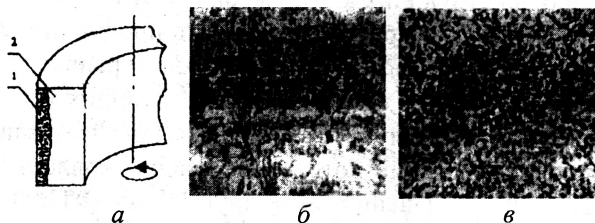


Рис. 3. Сечение (а) и микроструктура (б, в) слоистой заготовки (x125): а, 1 – зона с частицами; а, 2 – свободная зона; б – поверхностный слой; в – внутренняя часть отливки

Частота вращения,				
мин ⁻¹	1500	1000	800	600
Коэффициент				
гравитации	113,2	50,3	32,2	18,1

Исследования показали, что применение ультразвуковой обработки (УЗО) и ЦЛ заготовок из алюмоматричных композитов, упрочненных керамическими частицами, будет способствовать успеху предприятий в конкурентной борьбе.

В условиях, когда в стране сохранена металлургическая база производства Al, Mg, других важных для современного машиностроения материалов, необходимо создать условия и для возникновения у нас металлургической базы новых материалов и полуфабрикатов из различных групп сплавов для таких перспективных процессов формообразования фасонных заготовок, как тиксолитье, тиксофорджинг, новое реолитье и др.

[8]. Как видно из приведенных ниже методов анализа рисков и упущенных возможностей, отечественный производитель без создания равных условий заведомо проигрывает конкурентам по самому важному фактору, формирующему рыночную позицию машиностроительного предприятия, - степени адаптированности к требованиям рынка, а также возможности предоставления пользователю технической документации в соответствии со стандартами CALS.

Сегодня CALS – это комплекс международных стандартов, интегрирующих информационные технологии, создаваемые в разных регионах, что направлено на поддержку участия любого разработчика в крупных глобальных проектах без затрат на преодоление информационных барьеров и несовместимости фирменных подходов. Это, по мнению аналитиков, культурная революция в информационных технологиях [10].

Программа, подобная CALS-технологии, готовится и в России. Реальность же такова, что, в то время как NADCA (North American Die Casting Association) еще в 2000 г. опубликовала ряд стандартов, связанных напрямую с новыми процессами литья (Product Specification Standards for Semi - Solid and Squeeze Casting Processes. Aluminum, Magnesium), российские специалисты подобные документы даже не обсуждают.

Преодоление инерции мышления машиностроителей и предпринимателей не менее важно, чем господдержка отечественного производителя. В этой связи познакомим читателя с подходом к проблеме развития метода тиксоформирования для заготовок автомобилестроения [11], который при поддержке правительственных учреждений сформировался и много лет пропагандируется специалистами Шеффилдского университета (Великобритания).

Как уже отмечено ранее, в сравнении с традиционными методами тиксоформирования деталей (SSM) имеет ряд технических и коммерческих преимуществ. Сравнительно недавно они освоены автомобилестроителями, но высокий потенциал процесса формообразования в твердотелом состоянии для разнообразных применений сохраняется. Одно из препятствий при использовании этих технологий – неспособность потенциальных потребителей оценить их экономические преимущества. В Шеффилдском университете разработан пакет программ для подготовки бизнес-плана адаптации технологии тиксоформирования на производстве.

Поскольку сплавы в твердотелом состоянии

текут при очень низких напряжениях (~ 0,1 МПа), механические воздействия на пресс-форму (ПФ) во время заполнения очень малы. Эта особенность, дополняемая более низкими температурами сплавов в процессе переработки, позволяет использовать для ПФ более мягкие материалы - графитизированные, легкообрабатываемые коррозионностойкие стали и удаляемые, уже опробованные одноразовые неметаллические вставки (формы) (1996 г.). Это позволяет применить тиксоформование при производстве мелких серий, требующих быстрого прототипирования (изготовления) при обслуживании массовых производителей.

Приводятся характерные признаки тиксоформования:

энергетически эффективный процесс, легко поддается автоматизации и контролю, позволяет обеспечить требуемые условия формирования заготовки;

производительность на уровне литья под давлением и выше;

плавное заполнение полости ПФ без захвата воздуха и низкая усадочная пористость, позволяющие производить детали с высокой степенью однородности и использовать термообрабатываемые прочные сплавы;

низкая рабочая температура процесса, уменьшающая термонапряжения в ПФ, увеличивающая срок ее жизни и позволяющая использовать сплавы с высокой температурой плавления (такие, как инструментальные стали и стеллиты), что трудно осуществить иным способом;

мелкозернистая однородная микроструктура, приводящая к повышению свойств детали;

увеличенная, по сравнению с материалом заготовки, пластичность и экономия массы детали за счет оптимизации ее конструкции.

Высокие механические свойства, геометрическая точность и качество поверхности изделий, производимых тиксоформованием, позволяют отказаться от дополнительной механообработки и устраняют потребность в упрочняющих вставках. Более простой и гибкий производственный процесс требует меньше ресурсов для контроля и пригоден для быстрой адаптации к изменяющимся требованиям заказчиков.

Высказано мнение, что самый сильный импульс для освоения тиксоформования лежит в организационной сфере бизнеса.

Но есть и препятствия, которые ограничивают коммерческую ценность процесса:

высокая стоимость исходного материала и ма-

лое количество его производителей;

необходимость осуществления крупных исследовательских проектов (и затрат) для организации жизнеспособного производства из-за недостаточной информации о процессе;

стоимость разработки ПФ выше, чем в традиционных технологиях из-за отсутствия опыта и правил их конструирования;

требуется лучшая подготовка технологического персонала, способного обслужить и организовать производственные участки.

Автомобилестроение стало главной движущей силой в коммерциализации тиксоформирования, что было стимулировано ростом использования Al-сплавов. Кроме того, тиксоформирование несет в себе потенциальные преимущества по всем трем факторам: стоимости, снижению массы и охране окружающей среды.

Уже есть много примеров применения нового процесса для производства деталей автомобилей.

На данный момент процесс применяют для замены существующих литейных технологий при сохранении стандартных сплавов и традиционных конструкций деталей. Полный потенциал тиксоформирования будет использован только тогда, когда конструкторы оценят все возможности процесса для совершенствования изделий и начнут применять наряду с традиционными высококремнистые сплавы и КМ, из которых другими методами нельзя получить высококачественные детали.

Не заменяя традиционные процессы, тиксоформирование будет дополнять их, концентрируясь на специфических задачах, где к деталям предъявляют особые требования, такие, как:

- высокие нагрузки;
- сложная геометрия;
- большие габариты, срочность изготовления;
- эстетическая поверхностная обработка, например, анодирование;
- работа под давлением жидкости или воздуха;
- обеспечение безопасности;
- оптимальная пластичность.

Для демонстрации возможностей метода были изготовлены детали автомобилей, показывающие направление будущих применений: *детали воздушного скролл-компрессора, топливный коллектор, корпус золотника распределителя, детали тормозной системы, корпус золотника, коробка электроконтактов, узлы соединения пространственных рам, обод колеса.*

Представляется, что относительно высокая цена пригодной для тиксоформирования заготовки

будет главным препятствием для коммерциализации процесса. Поскольку эта цена связана с объемом производства, она не будет падать, пока спрос не вырастет значительно. *Новая альтернатива, заготовка по требованию (slurry on demand), может привести к значительному ослаблению этого препятствия.*

Качество отливок, получаемых тиксоформированием, позволяет экономить на многих сопутствующих процессах - снижать механообработку, уменьшать количество используемого материала и поверхностную обработку, экономить энергию, что может способствовать общей прибыли. Оценка риска для потенциальных потребителей состоит в полном расчете затрат и преимуществ, связанных с освоением новой технологии.

Трудность такой объемной и точной финансовой оценки была понята исследовательской группой в Шеффилдском университете, что привело к созданию программного пакета Thixocost. Этот пакет, приспособленный для использования любым потенциальным потребителем новой технологии, позволяет рассчитать воздействие процесса на перспективы бизнеса, учитывая факторы: *период возврата затрат (Payback Period), индекс действующих цен (Net Present Value) и внутреннюю скорость возврата оправдывающих индексов (Internal Rate of Return).*

До 1992г. в США фактическим монополистом в области "SSM-технологий" являлась фирма Alumax (> 30 патентов по тиксоформированию). Однако, поскольку права начальных патентов истекли в 1992г., другие компании также начали коммерческое производство отливок "SSM-методом".

Фирмы - изготовители литейных машин, адаптированных для SSM

В 1994г., проведя опрос, NADCA установила, что в США 30 компаний продают новые или перестраивают действующие машины ЛПД, многие из которых производят и специализированные машины для литья в твердожидком состоянии. Все эти компании, за исключением корпорации HMP (TIXOMAT), используют специальную литую заготовку. Ниже приводится информация о некоторых из этих компаний.

Buhler (Швейцария). Стремление фирмы Buhler в рынок наукоемких интегрированных технологий выразилось в совмещении в одной машине способности осуществлять обычный процесс ЛПД, жидкую штамповку и "SSM-технологию" (1993г.). Более 10 машин серии SC установлено в Сев. Америке, некоторые из них полностью адаптированы для крупномасштабного производства

деталей. В число фирм, недавно обеспеченных для крупномасштабного производства, входят Delphi Systems (предприятие Дж. Моторс), СМІ в Мичигане, Madison-Kipp Corp. в Висконсине, Hot Metal Molding в Арканзасе.

Используемые в США для тиксолитья машины Buhler имеют усилие запыриания $P=500...1400$ т. Фирма Buhler недавно объявила о создании Центра технологий ЛПД в г. Денвере (Колорадо) для освоения и прототипирования "SSM-отливок". В дополнение к этому фирма установила в Исследовательском инженерном центре точного литья университета в Огайо одну машину для проведения исследовательских работ.

ЕРСО (США). Эта фирма перестраивает машины ЛПД с горячей и холодной камерой прессования. Для целей тиксолитья ею адаптировано 10 машин ЛПД, большинство из которых произведено по заказу автомобильных компаний, а 4 (из 10) находятся в продаже. Как привило, эти машины используются для производства небольших отливок по 1,8...2,2 кг. Первые переделки оборудования фирма осуществила еще в 1991г. для фирмы Hot Metal Molding в Арканзасе. Главное отличие машины, адаптированной для тиксолитья, от обычной машины ЛПД - в укороченном пресс-стакане (shot sleeve) и максимальном давлении прессования.

НРМ (США). Фирма производит машины литья в твердожидком состоянии для компании Thixomat, которая разработала процесс тиксомолдинга, используемый для получения точных отливок из Mg-сплавов. Этот хорошо известный с 1992г. процесс объединяет элементы ЛПД металлов и литья впрыском пластмасс. В качестве шихтовых материалов используют "чипсы" (чешуйки) из Mg-сплава, а не слиток, закристаллизованный в условиях электромагнитного перемешивания. Материал поступает в высокотемпературный шнек и заливочный цилиндр, где он последовательно нагревается до твердожидкого состояния. Затем высокоскоростной ударной системой металл вспрыскивается в ПФ. Thixomat поставила восемь машин с $P=400$ т. В Сев. Америке такие машины используют Lindberg Corp., Johnson Controls и Amptech (Канада).

Italpresse of America. Фирма изготовила шесть машин для литья в твердожидком состоянии, три из которых приобретены компаниями США.

Машины фирмы отличаются от обычных машин ЛПД большей энергией прессования; более длинным ходом пресс-поршня, возможностью устанавливать 10 скоростей на участке подъема

давления для поддержания постоянной скорости заполнения формы, чтобы избежать турбулизации потока.

Prince Machine. Эта фирма - главный производитель машин ЛПД в США. Она производит машины для литья в твердожидком состоянии совместно с Concurrent Technologies Corporations (СТС), которая выполняет национальную программу США Navy's Manufacturing Science and Technology.

Эти машины обеспечивают 13,8 МПа давления прессования в стакане.

Для нагрева тиксозаготовок фирма **Bone Frontier Company** (Bighton, Колорадо) изготовила специальную установку с поворотным столом. На шести позициях осуществляется нагрев с помощью индукторов: два - по 100 кВт и один - 50 кВт. Каждый источник может работать с номинальной частотой от 1 до 10 кГц. Уже сконструирована для "SSM-процесса" машина с вертикальной компоновкой пресс-системы при горизонтальной запирающей системе.

Производители заготовок

Alumax Corporation. Для производства заготовок, пригодных для тиксоформирования, фирма располагает собственными патентами как по методу непрерывного МГД-литья. так и по "SIMA-процессу".

Ожидается, что полная производственная мощность участка составит > 16 тыс. т SSM-заготовок в год.

Dow Chemical Company. Производит заготовки из Mg-сплавов для тиксомолдинга и поставляет их в упаковках по 450 кг.

Orniet Corporation. Производит первичный алюминий и Al-порошки. Фирма (по патенту фирмы Pechiney) построила завод в США стоимостью \$15 млн. для производства заготовок $\varnothing 76, 102, 127$ и 152 мм из сплавов A356 и A357.

Pechiney. Французская компания, производящая упаковочный материал, алюминий и полуфабрикаты, изделия из углерода и графита, является одним из главнейших поставщиков заготовок для тиксолитья в США. Фирмой разработана технология изготовления заготовок с подготовленной для тиксоформирования структурой с использованием электромагнитного перемешивания в процессе непрерывного литья.

Поставщики отливок, полученных SSM-методами

Недавно NADCA провела анализ североамериканских поставщиков, производящих отливки металлом ЛПД. на предмет определения числа и

мощности предприятий, активно работающих в этой области. Откликнулось > 360 таких компаний. NADCA также установила, что 10 компаний в США имеют возможность на регулярной основе производить отливки SSM-методами.

Alumax. Фирма имеет четыре завода, производящих отливки методом тиксолитья, массой от 10 г до 10 кг и до Ø 500 мм.

В 1995 г. корпорацией продано > 5 млн. автомобильных деталей; > 250 тыс. корпусов воздушного кондиционера взамен отливок, производимых ранее ЛПД, и 2 млн. оснований опоры рычага балансира для шестицилиндрового двигателя фирмы Chrysler.

СМI Intern. Самый крупный в Сев. Америке поставщик отливок, получаемых жидкой штамповкой Фирма использует > 10 машин для производства таких деталей, как рулевой шарнир и других высоко интегрированных автомобильных деталей. СМI располагает машинами UBE 350 HVSC и Buhler 800 SC, дополненными установками для нагрева заготовок и приспособленными для тиксолитья.

Formcast. Осваивает новые технологии и концентрируется на тиксолитье деталей массой до 450 г. Проводятся эксперименты с различными сплавами, включая Al, Cu, металломатричные КМ и некоторые экзотические сплавы.

Hot Metal Molding. Недавно организованная компания использует тиксолитье для 1 производства деталей для таких фирм, как G.Motors, Ingersoll-Rand и Eaton Corp. 40 рабочих в три смены работают 5 дней в неделю.

Johnson Controls. Производит отливки массой до 1,5 кг на машине для тиксомолдинга из трех Mg-сплавов: AZ91D, AM60B и AM50.

Lindberg Corp. Входит в консорциум Thixomat's Material. THX Molding начал производство Mg- деталей в июне 1994г. До сентября 1995 г. он произвел > 500 тыс. деталей, израсходовав > 100 тыс. кг Mg-сплавов.

Madison-Kipp. Специализированная фирма ЛПД по производству отливок из Al- и Zn-сплавов. В компании работает - 550 чел., объем ежегодных продаж - \$ 60 млн. Madison-Kipp приобрела машины фирмы Buhler для создания Технологического центра, что позволит фирме войти в рынок конструкционных Al-изделий. Компания осваивает как "SSM-процессы", так и жидкую штамповку.

Следует отметить, что за 4 года (1992-1996гг.) заметное число компаний США было вовлечено в коммерческое производство изделий : использо-

ванием тиксотехнологий; хотя объём SSM-производств еще мал, в сравнении с объемом продаж обычных -ЛПД-заготовок (в 1994г. в США этот объем составил - \$ 6,8 млн.), но прогноз на развитие этого высоко интегрированного наукоемкого рынка точных фасонных заготовок в США составляет ~\$ 1 млрд. в год. Очевидно, что этот потенциальный рынок будет поделен между жидкой штамповкой и тиксолитьем, но очевидно также, что процессы тиксоформирования в США будут продолжать развиваться.

Не дополняя представленную информацию анализом развития новых технологий и материалов в Европе и Японии, можно констатировать, что накопленное отставание не может быть преодолено без принятия ответственных решений на самом высоком государственном уровне.

Список литературы

1. Найден В.Л., Костенко ГЛ, Морозовский В.В., Поляк В.Н. Производство - наука // Металлургия машино-строения.-2001.-№3.-С. 31.-36.
2. Пономарев В.Н, Кораблеба И.В, Гаслов Г.Д., Ставцева Н.Г. Использование алюминия в автомобилестроении (Реф.) // Технология легких сплавов.-2001.- № 3.-С. 79.
3. Chiarmetta J. Thixoforming and weight reduction – industrial application of SeSoF-5-th Intern. Conf. of Proc. semisolid Alloys and Composites. Golden. Colorado.-1989.-P. 87-96.
4. Matsuura F, Titamura S. Induction aluminum Billetheater for semisolid processing.- Ibid P. 489-496.
5. Глотов Е.Б., Лебедев В.М., Черкасов В.В., Каинов В.М. Перспективы производства фасонных отливок из алюминиевых и магниевых сплавов // Металлургия машиностроения.-2001.- №2.- С. 18-25.
6. Jeffrey S. Hansen et al. US Pat № 5560420.- 1996.
7. Эскин Г.И., Семенов Б.П., Лобков Д.Н. Устранение структурной неоднородности композитов на основе алюминиевых сплавов с целью повышения их качества. Приложение к журналу "Литейное производство".-2001.- № 9.-С. 2-8.
8. Семенов Б.И., Мельников НА. Принципы и техпроцессы получения точных заготовок из сплавов, находящихся в твердожидком состоянии / Металлургия машиностроения.-2001.-№ 1.- С. 36-43.
9. Давыдов А.Н. Использование CALS-технологий для совершенствования структуры и повышения эффективности работы корпоратив-

ных производственных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве.-2000.- № 3,- С. 3-10.

10. Балабуев П.В. Глобальная информатизация – прорыв информационных (компьютерных) технологий. Информационные технологии в наукоёмком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Под общ. ред. А.Г. Братухина - Киев: Техника.-2001.-С. 64-83.

11. Lowe A.J., Ridgway K., Atkinson H.V. Evaluating thixoforming for automotive applications. ISATA '99.

12. Midson S.P. The commercial status of semisolid casting in the USA. // 4-th Intern Conf. of Proc. semisolid Alloys and Composites. Sheffield. - 1996.- P. 251-255.

Ж. "Металлургия машиностроения" № 1(4) 2002г.

От редакции.

В статье Б.И. Семенова "Способны ли отечественные заготовительные производства шагнуть в будущее" дан глубокий анализ состояния техпроцесса литья сплавов в твердожидком состоянии (реолитья и тиксолитья).

Однако анализ источников, на которые ссылается автор, показывает, что самые ранние из них по этим процессам относятся к 1960 году, т.е. годом позже после публикации в Советском Союзе [1], [2]. Промышленное же использование реолитья ("каши") началось на Минском Мотовелозаводе в 1956 году. В белорусской и союзной печати были также опубликованы сообщения [3], [4], [5].

В 1977 году по этой теме был проведен семинар в Москве [6].

В журнале "Инженер-механик" опубликованы статьи [7], [8], которых описана история создания процесса заливки сплава в твердожидком состоянии и расширение его возможностей. К сегодняшнему дню на территории стран бывшего СССР этим способом произведены миллионы отливок. Серьезную недоработку в этом процессе

- отсутствие механизированной подачи твердожидкого сплава в камеру прессования находящихся в эксплуатации машин литья под давлением - к этому времени можно было бы решить собственными силами предприятий. Это сделало бы процесс более привлекательным. Несмотря на это, по мнению редакции не следует оставлять в тени опыт отечественных предприятий.

Да, мы не продвинулись в части создания техпроцесса тиксолитья – это чисто американский процесс – в чем полностью согласны с автором статьи.

Список литературы

1. А.Б. Зуев "Применение пониженных температур". Многотиражная газета Минского Мотовелозавода "Мотовелозаводец" от 17 июня 1959 г., № 45 (215).

2. А.Б. Зуев "Заливка алюминиевого сплава при пониженных температурах". Журнал "Бюллетень техникоэкономической информации Совнархоза БССР", г. Минск, № 9, 1959 г.

3. А.Б. Зуев "Литье алюминиевых сплавов под давлением при пониженных температурах". Журнал "Машиностроитель", Москва, № 5, 1960 г.

4. Применение сплава АЛ-10В для литья под давлением. Журнал "Литейное производство", Москва, № 5, 1965 г.

5. А.К. Белоухов Технологические режимы литья под давлением, "Машиностроение", Москва 1967 г., стр. 84-85.

6. Материалы Московского Дома научно-технической пропаганды им. Дзержинского "День новой техники и передового опыта в литейном производстве: Литье под давлением сплавов в твердожидком состоянии". Москва, 27-28 июня 1977 г.

7. А.Б. Зуев "У прогресса есть только начало...", журнал "Инженер-механик", № 1 (06), 2000 г.

8. А.П. Ласковнев "Новые технологии в производстве алюминий-графитовых композиций", журнал "Инженер-механик", № 4 (17), 2002 г.

БЫВАЕТ И ТАКОЕ

Главный редактор альманаха "Новая Англия" сделал прогноз погоды на все дни одного года, кроме 13 июля. Когда пришло время нести рукопись в типографию, редактор сказал помощнику: "Пиши на 13 июля любую погоду". Помощник, не долго думая, сооб-

щил, что в этот день пойдет снег И каково же было всеобщее удивление, когда 13 июля Англия покрылась снегом. С тех пор альманах прославился как точный предсказатель погоды.

Н. Алейникова