

27-29 марта 2006 г. в Физико-техническом институте НАН Беларуси прошла Международная научно-техническая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ». Предлагаем Вашему вниманию несколько докладов, заслушанных на конференции.

ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ

Марукович Е.И., Пумпур В.А.

Институт технологии металлов НАН Беларуси, г. Могилев

В середине 50-х годов прошлого столетия в БПИ состоялся первый выпуск инженеро-литейщиков. Было положено начало школе белорусских литейщиков, которую возглавил молодой талантливый ученый А.И. Вейник. За достаточно короткий промежуток времени школа стала известна далеко за пределами Советского Союза, во многом благодаря историческому решению Президиума АН БССР от 12 октября 1970 года, который принял постановление об открытии Могилевского отделения физико-технического института АН БССР. Основной целью работы отделения было развитие фундаментальных и прикладных исследований в области литейного производства. Возглавить отделение было поручено ученику А.И. Вейника молодому доктору технических наук Г.А. Анисовичу, благодаря целеустремленности которого был создан крепкий научный коллектив, способный решать важнейшие научно-технические задачи.

Особенно плодотворной деятельность коллектива была до «развала» Советского Союза. Технологии института широко внедрялись в России, Литве, Грузии, Азербайджане и стали известными в зарубежных странах. Научный коллектив получил более 500 авторских свидетельств и около 30 зарубежных патентов. До 1990 года подготовлено более 10 кандидатских диссертаций.

В 1992 году постановлением Президиума АН Беларуси отделение преобразовано в академический институт технологии металлов. Новый статус налагал дополнительную ответственность. Но заложенный Г.А. Анисовичем прочный фундамент человеческих отношений не дал коллективу развалиться, а лишь сплотил его в то непростое для страны время.

Институт продолжал обновлять экспериментальную базу, создавая новые технологии. Безболезненно и совершенно естественно прошла смена руководства института. В 1997 году Г.А. Анисович возглавил Отделение физико-технических наук НАН Беларуси. Директором института был назначен доктор технических наук, профессор Е.И. Марукович. А в 1998 году Институт технологии металлов НАН Беларуси удостоен Между-

народного приза «За качество» (Франция), который ежегодно присуждается предприятиям и научно-исследовательским организациям, отличившимся качеством своей продукции и услуг.

В настоящее время основными направлениями научных исследований института являются: теплофизика и гидродинамика специальных видов литья; разработка теоретических основ управления процессами формирования структуры и свойств металлов и сплавов при их кристаллизации и затвердевании; создание новых материалов и технологических процессов их получения, обработки и упрочнения.

Научная и научно-техническая деятельность Института отвечает приоритетным направлениям научно-технической деятельности Республики Беларусь, фундаментальных и прикладных исследований, перечню приоритетных направлений создания и развития новых и высоких технологий, перспективных производств, основанных на таких технологиях, на 1997-2010 гг.:

- научно-техническая деятельность — литейное производство, придание специальных свойств материалам и покрытиям, утилизация промышленных отходов, разработка и внедрение в производство технологии литья гильз цилиндров, обеспечивающих оптимальное соотношение между прочностью износа и кавитационной стойкостью;

- фундаментальные исследования — теория, материалы, техника и технологии литейных, металлургических процессов, физико-технические основы процессов получения и использование наноструктурных материалов;

- прикладные исследования — новые многофункциональные и специализированные материалы;

- создание и развитие новых и высоких технологий, перспективных производств, основанных на таких технологиях — технологии, основанные на снижении норм расходования сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, включая технологическое оборудование, композиционные материалы и материалы с особыми свойствами, нанокристаллические и аморфные материалы и технологии получения.

В Институте сформировались научные школы, оказавшие существенное влияние на развитие науки и техники:

- ранее — научная школа академика НАН Беларуси Г.А. Анисовича «Теплофизика литейного производства»;

- в настоящее время — научная школа члена-корреспондента НАН Беларуси, доктора технических наук, профессора Е.И. Маруковича «Кристаллизация и затвердевание многокомпонентных сплавов при интенсивном теплоотводе».

В ближайшее время можно прогнозировать формирование новой научной школы — «Структурообразование высокопрочных и износостойких сплавов, получаемых с использованием отходов черных и цветных металлов».

Институт проводит исследования и разработку новых специальных видов литья и усовершенствование известных. Специальные виды литья не являются универсальными, но там, где их можно применить, они обеспечивают высокое качество получаемых изделий и производительность труда, непрерывность процесса, высокую технологичность, большие возможности для автоматизации и механизации. Спецвиды литья в металлическую форму помимо перечисленных преимуществ практически не загрязняют окружающую среду — отсутствуют дымо-, газо- и пылевыведение в процессе подготовки формы, заливки, выбивки и обрубки отливок, а также образование отвалов горелой земли.

Одним из наиболее интересных и перспективных спецвидов является метод непрерывно-циклического литья намораживанием (НЦЛН) полых цилиндрических заготовок мерной длины без применения стержня (рис. 1). В его основу положен принцип направленного затвердевания, при котором наружная поверхность отливки ограничивается рабочей полостью кристаллизатора, а внутренняя формируется непосредственно из расплава, т.е. без стержня. Отсутствие стержня исключает такие трудоемкие и экологически вредные операции, как формовка, выбивка, очистка и обрубка литья. Высокая температура извлекаемых непосредственно из расплава отливок дает дополнительные возможности для управления структурообразованием при охлаждении вне формы. Высота заготовки определяется высотой формы, а толщина стенки — временем выдержки при формировании, теплофизическими свойствами и температурой заливаемого расплава, а также материалом и конструкцией кристаллизатора.

Получаемые этим способом отливки обладают повышенными физико-механическими свойствами. В результате проведенных исследований на основе метода НЦЛН разработаны новые техно-

логические процессы получения отливок диаметром 30–250 мм и длиной 100–300 мм из чугунов различных марок и классов (рис. 2).

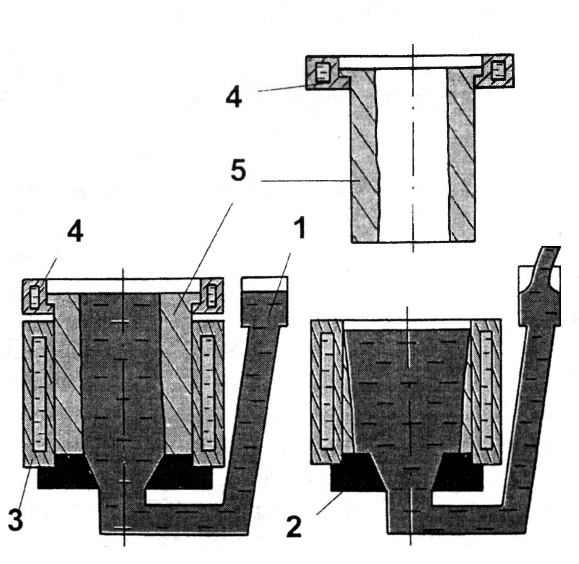


Рис. 1. Схема непрерывно-циклического литья на морозиванием: 1 — заливочная чаша; 2 — соединительный элемент; 3 — неподвижный кристаллизатор; 4 — подвижный кристаллизатор; 5 — затвердевшая отливка



Рис. 2. Изделия, получаемые из отливок, изготовленных методом литья на морозиванием

Гильзы цилиндров ДВС и пневмокомпрессоров поршневые и уплотнительные кольца различных модификаций поставляются для УП «ММЗ», РУП «МТЗ», РУП «Борисовский завод агрегатов», РУП «Гомельский завод пусковых агрегатов», «Дергачевский завод турбокомпрессоров», Украина).

Заготовки из ВЧШГ Ø12–35 мм нашли успешное применение для производства уплотнительных колец Ø10–29,6 мм турбокомпрессоров дизельных двигателей, при этом кольца Ø10–18 мм работают на турбинах при скоростях вращения ротора до 160000 об/мин.

Все известные в мире производители кольца диаметром менее 14 мм изготавливают из легированных сталей, чтобы обеспечить предъявляемые высокие требования к упругости с целью исключения проворачивания кольца при вращении ротора. Кольца $\varnothing 10\text{--}14$ мм, получаемые по разработанной технологии с использованием нормализации вместо традиционной закалки с высоким отпусканием, имеют диаметрально упругую силу 14–21Н, что сравнимо и даже на 15–20% выше аналогичных характеристик колец, получаемых из сталей типа X12M, в то время как трибологические характеристики ВЧШГ значительно выше стали. Производство колец диаметром менее 18 мм на территории СНГ освоено впервые. Стоимость колец таких типоразмеров составляет 0,7–1,2 доллара США, что в 2,5–3 раза меньше западно-европейских, американских и японских аналогов. С 2000 года для потребностей Борисовского завода агрегатов (БЗА) производятся и поставляются ежемесячно в среднем около 15 тыс. уплотнительных колец диаметром 13, 18, 23 и 29,6 мм, т.е. около 180 тыс. колец в год. По самым минимальным подсчетам годовой экономический эффект составляет свыше 250 тыс. долларов США.

С 2001 года поставка аналогичных колец осуществляется на Дергачевский завод турбокомпрессоров в Украине (некогда самый крупный завод в СССР), вытеснив оттуда известнейший Ставропольский ЗПК. Такие же кольца и впервые освоенную широкую гамму ремонтных типоразмеров поставляются практически всем ремонтным предприятиям Беларуси, России и Украины — всего свыше 100 тыс. штук в год.

Для гусеничной модели трактора «Беларус» впервые освоено из ВЧШГ уплотнительное кольцо $\varnothing 32$ с замком лабиринтного типа. Кольца уплотнительные из ВЧШГ $\varnothing 45$ мм освоены для гидромеханических КПП погрузчиков и тракторов «Амкодор». Эти кольца поставляем в запчасти, поскольку на заводе коробки комплектуют капроновыми, которые, по отзывам эксплуатации, выходят из строя значительно раньше гарантийного срока.

С 2004 г. освоены кольца поршневые из ВЧШГ диаметром 32–56 мм для двухтактных ДВС с замком под фиксатор для бензопил, триммеров и т.п. известных мировых производителей вместо применяемых ими колец из СЧ. Применение таких колец исключает их поломку при установке на поршень и в процессе эксплуатации. Потенциальная потребность только российского рынка по оценке специалистов составляет около полумиллиона колец в год.

С 2004 г. освоено из ВЧШГ производство различных неразрезных уплотнительных колец и

штуков для трансмиссий энергонасыщенных тракторов К700 и Т150, взамен применяемых термообработанных сталей 45, 40Х, 45Х и даже 18ХГТ. Освоено около десяти типоразмеров. Объемы производства — от десятков до сотен штук в месяц.

В то время как в мировой практике наметилась устойчивая тенденция замены серых чугунов высокопрочными, в ряде случаев за счет использования хороших пластических свойств, обеспечиваемых за счет особенностей метода литья намораживанием без стержня, успешно используем кольца из специальных серых чугунов там, где раньше применялся ВЧШГ. Наиболее ярким примером является работа с Минским тракторным заводом, для которого освоены и с 2000 года эксклюзивно поставляются специальные уплотнительные кольца с крючковым замком $\varnothing 50, 70, 80, 125$ и 175 мм для комплектации гидродожимных муфт привода передних ведущих мостов новых энергонасыщенных пропашных тракторов «Беларус». По данным ГСКБ МТЗ установка на тракторы «Беларус-1025»; –1221; –1522 колец вместо колец из ВЧШГ, получаемых ранее из Украины и Казахстана, позволяет снизить утечку масла через фрикцион с 2–2,5 л/мин до 0,4–0,7 л/мин, устранить внутрицеховой брак и полностью исключить рекламации по муфте привода ПВМ. На указанные кольца получены технические условия, зарегистрированные в Госстандарте Республики Беларусь.

Стоимость колец в 1,4–2,5 раза ниже применяемых на заводе ранее. С 2000 по август 2005 года на МТЗ поставлено 89,6 тыс. колец. Экономический эффект только по разнице цен за этот период составил 127,6 тыс. долларов США, что превышает стоимость более двух десятков базовых моделей тракторов «Беларус».

Производство аналогичных колец освоено для трансмиссии тракторов К700 и Т150 с поставкой предприятиям Беларуси. налажен их экспорт в Россию, Украину, Казахстан — всего свыше 100 тыс. колец в год на сумму свыше 300 тыс. долларов США.

Из серого чугуна изготавливаются поршневые кольца диаметром 72 мм для комплектации сборочного конвейера Гомельского завода пусковых двигателей — около 40 тыс. колец в год. Такие же кольца, а также кольца для различных компрессоров — для ремонтных предприятий Беларуси и стран СНГ.

При выполнении задания ГНТП «Белавтотракторостроение» создан технологический процесс, изготовлено оборудование для непрерывно-циклического литья и впервые в Республике на базе института технологии металлов организовано безотходное производство износостойких вставок из серого спе-

циального чугуна для биметаллических гильз цилиндров пневмокомпрессоров тракторов «Беларус» и для других дизелей производства Минского моторного завода. Брак с учетом всех технологических операций не превышает 4%, в то время как на альтернативных производствах он достигает 40-70% при существенно более низких эксплуатационных характеристиках гильз. Сделаны расчеты и определены оптимальные толщины стенок чугунной вставки и алюминиевой ребристой воздушно охлаждаемой рубашки, в результате интенсивность охлаждения биметаллического цилиндра увеличена в 1,7 раза, а износостойкость в 1,6–1,9 раза в сравнении с применяемыми ранее ребристыми чугунными. Номинальная экономия на одном цилиндре, т.е. без учета увеличения срока службы, составляет 0,9 доллара США. За пять лет работы экономический эффект составил свыше 100 тыс. долларов США.

Создана полуавтоматическая линия литья на морозивании, которая изготовлена УП «ММЗ» и передана институту для отработки технологии производства заготовок гильз цилиндров форсированного дизельного двигателя Д-260. Изготовлена и передана моторному заводу опытная партия заготовок гильз для проведения стендовых и ресурсных испытаний. Стендовые испытания, проведенные на УП «ММЗ» показали, что опытные гильзы цилиндров превышают показатели серийных гильз по прочностным характеристикам, а по мощностно – экономическим показателям и износостойкости равноценны, что позволяет использовать их для комплектации форсированных дизелей, выпускаемых УП «ММЗ». Создано опытно-промышленное производство заготовок гильз цилиндров (рис. 3).

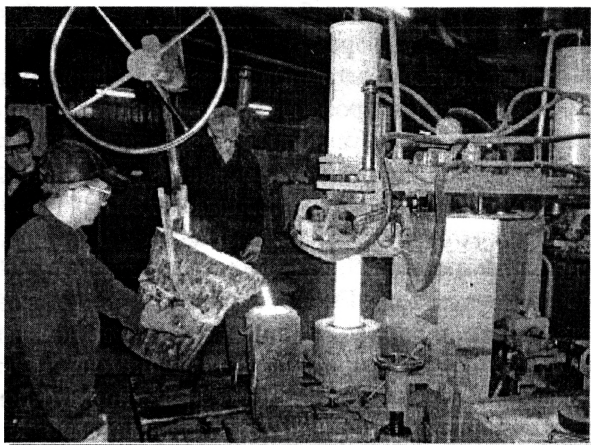


Рис.3. Опытно-промышленное производство заготовок гильз цилиндров ИТМ НАН Беларуси

Примером технологии высокого уровня является разработка экологически чистого ресурсосберегающего технологического процесса и оборудова-

ния для получения профильных заготовок из чугуна и бронзы методом горизонтального непрерывного литья (ГНЛ). ГНЛ металлов по сравнению с традиционными методами позволяет в 3–4 раза увеличить производительность труда, довести выпуск годных отливок до 90–92%, уменьшить припуски на механическую обработку в 2–4 раза, увеличить прочность и износостойкость деталей на 40–50%.

Предметом усовершенствования процесса ГНЛ является кинематика вытягивания слитка, тепловое состояние начальной корочки, тепловые и механические параметры кристаллизаторов и т.д. С помощью экспериментальных и теоретических исследований определены основные технологические параметры процесса: скорость и частота вытяжки, длина хода за цикл, толщина стенки кристаллизатора и оболочки слитка. В результате создана новая схема формирования заготовки, начальная корка которой формируется только в охлаждаемой зоне кристаллизатора. Важнейшим преимуществом этой схемы является возможность литья, как в графитовые, так и в металлические кристаллизаторы (рис. 4).

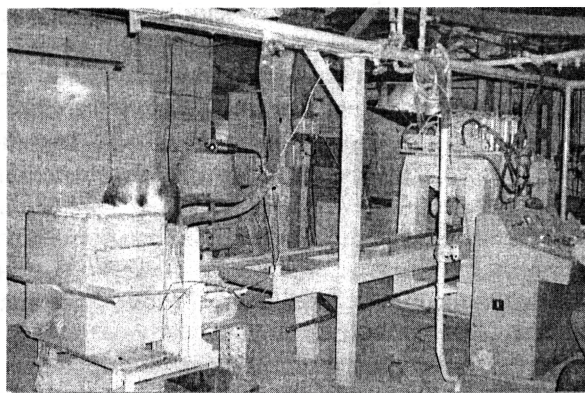


Рис. 4. Линия непрерывного горизонтального литья

Применение кристаллизаторов с металлической рабочей гильзой в десятки раз повышает их долговечность, в 2-10 раз производительность процесса, а также, в силу коренного изменения схемы формирования заготовки, расширяет область применения способа.

Разработанные технологии и оборудование для получения заготовок из разных марок бронз, латуней и чугуна поставлены:

1) в Беларуси: РУП «Завод «Могилевлифтмаш», РУП «Гомельский литейный завод «Центролит», литейному заводу «Универсал-Лит» г. Солигорск, ООО СП «БелТОР-Элит» г. Мозырь, НП ООО «Цветмет» г. Жодино, Концерну порошковой металлургии г. Минск;

2) в России: Московскому государственному институту стали и сплавов (МИСиС), ООО «Бакан», ООО «Компания СеверСплав» г. Санкт-

Петербург, ООО «Волгоградский завод цветных металлов», ООО «ПТК Кольчугмет» г. Кольчугино, ООО «Сигма-АВМ» Москва, ООО НПФ «БИТЕК» г. Екатеринбург, судоремонтному заводу им. Ф.Э. Дзержинского г. Туапсе, Новороссийскому машиностроительному заводу «Молот», ООО «Электросплав» г. Орехово-Зуево;

3) в других странах: ЧП «Укркристаллмет» г. Луцк, Украина; Каунасскому заводу «Центролит», Литва; Бакинскому опытно-механическому литейному заводу им. В.И. Воровского, Азербайджан; фирме «Dong Woo Development Co., Ltd» г. Сеул, корейскому институту промышленных технологий, фирме «Wonie Co., Ltd», Республика Корея.

ООО НПФ «БИТЕК», г. Екатеринбург изготавливает втулки для погружного насоса, применяемого для откачки грунтовых вод в нефтедобывающей промышленности. Ввиду того, что насос находится глубоко под землей, себестоимость ремонта и замены рабочих втулок в нем высока, к качеству заготовки, из которой изготавливаются втулки, предъявляются повышенные требования. Литье Института технологии металлов полностью удовлетворяет требованиям заказчика. Ежегодно отправляется до 50 тонн заготовок для втулок на нефтяной рынок России.

Одна из проблем, для решения которой используются отлитые в Институте заготовки — формирование ремонтной базы современного станочного оборудования. Из них изготавливают детали винтовых пар, зубчатые венцы червячных колес, вкладыши узлов скольжения для металлорежущего, металлообрабатывающего, деревообрабатывающего оборудования, втулки подшипников скольжения различных диаметров и формы для кузнечно-прессового оборудования. Для установок электрошлакового переплава изготавливаются токоподводящие пластины из меди. Для предприятий транспортного машиностроения изготавливаются плоские заготовки из БрА9Ж4 для плиты скольжения механизма перемещения стрелы автокрана. Для Борисовского завода агрегатов изготавливаются заготовки из бронзы 05Ц5С5 для подшипников скольжения турбокомпрессора дизельного двигателя.

В институте разработан принципиально новый способ непрерывного горизонтального литья полых заготовок. Непрерывный слиток формируется в многоступенчатом кристаллизаторе таким образом, что своеобразным «дорном» служит отливка, затвердевающая в предыдущей ступени. В результате получается «телескопический» непрерывнолитой слиток, который после поперечного разреза разнимается в продольном направлении по сопрягаемым поверхностям на сплошные и

полые заготовки (рис. 5). Выполнение ступеней кристаллизатора различной формы позволяет получать заготовки с различной комбинацией внутренней и наружной поверхностей: цилиндр, квадрат, шестигранник и т.д.

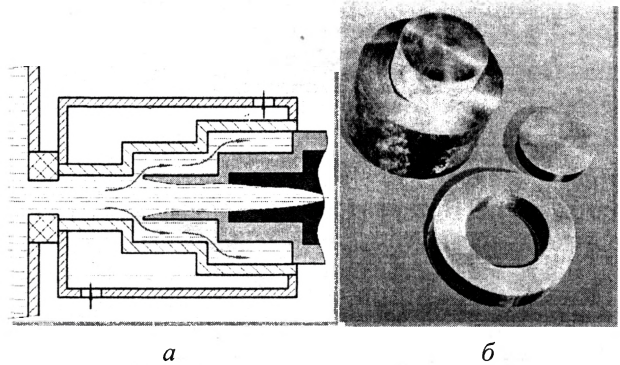


Рис. 5. Формирование телескопического слитка: а — схема формирования; б — сплошная и полая заготовки

Для завода «Ювелир» ПО «Кристалл», г. Гомель разработаны и внедрены технология и оборудование для получения специальных профилей из драгоценных металлов методом непрерывного вертикального литья (рис. 6).

В результате внедрения снижена трудоемкость на изготовление профилей не менее чем на 30%, сокращен расход плавильных тиглей в 3–5 раз, средний выход годного составил 99,54%. Внедренные технология и оборудование дают экономический эффект 60,5 тыс. долларов ежегодно.

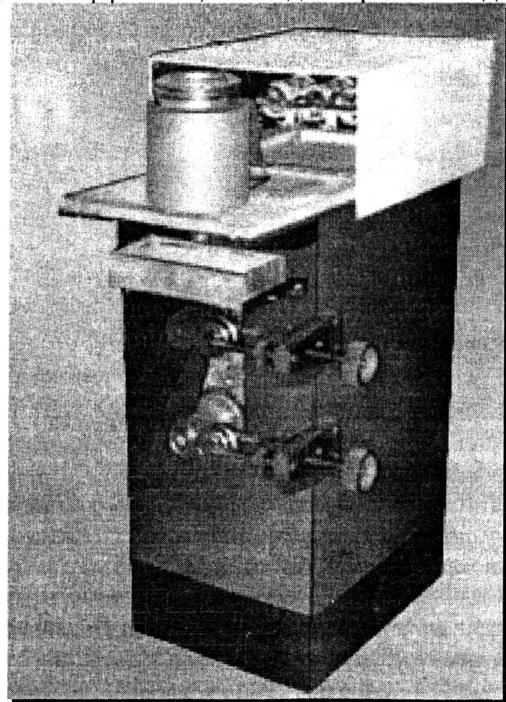
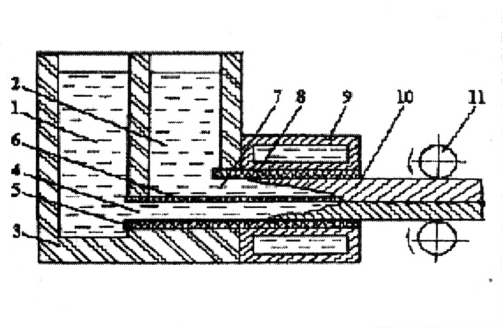
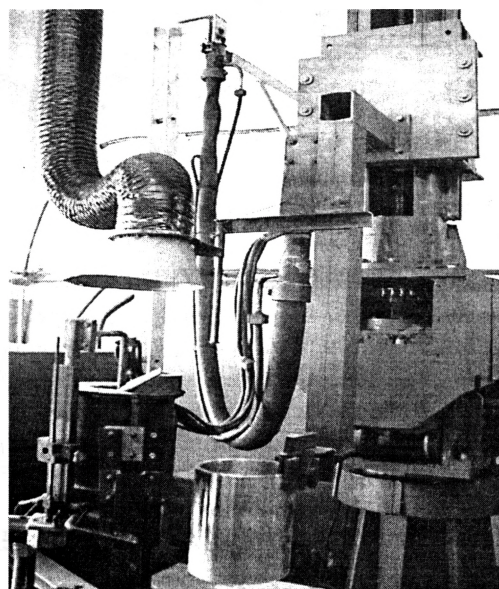


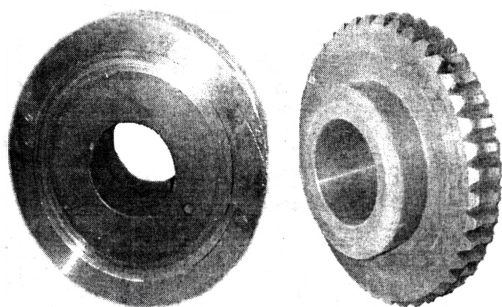
Рис. 6. Установка непрерывного вертикального литья проволоки



а



б



в

Рис. 7. Способы получения биметаллических заготовок: а — схема непрерывного литья; б — установка электрошлакового литья; в — заготовки типа червячных колес; 1 — металл 1; 2 — металл 2; 3 — металлоприемник; 4 — нижний канал; 5 — нижняя графитовая вставка; 6 — пластина; 7 — верхний канал; 8 — верхняя графитовая вставка; 9 — водоохлаждаемый корпус кристаллизатора; 10 — биметаллическая отливка; 11 — тянущие клети

Использование биметаллов, как известно, обеспечивает деталям комплекс свойств, необходи-

мых в процессе эксплуатации, а также увеличивает ресурс работы. В ИТМ разработан технологический процесс получения биметаллических отливок непрерывным литьем, при котором компоненты соединяются между собой в жидкофазном состоянии не перемешиваясь (рис. 7 а). Это позволяет получить самое плотное соединение металлов. Кроме того, разработан процесс получения биметаллических отливок на основе метода электрошлакового литья (рис. 7 б).

Электрошлаковое литье основано на электрошлаковом процессе плавления расходуемого электрода. Электрод расплавляется с использованием теплоты, выделяющейся в электропроводном шлаке при прохождении через него электрического тока. Отливка при электрошлаковом литье кристаллизуется в тонкой корочке шлакового гарнисажа. В результате замедленной и строго направленной кристаллизации небольшого количества жидкого металла обеспечивается его высокая химическая и структурная однородность. В результате получают биметаллические заготовки высокого качества (рис. 7 в).

Типичными представителями деталей, получаемых методом электрошлакового литья, являются: заготовки штампового и режущего инструмента, заготовки крупногабаритных шестерен, колец, шкивов, зубчатых колес, различного вида вилки, проушины, корпуса, цапфы, биметаллические заготовки типа червячных колес, прокатных роликов и т. д.

Для РУП «Завод «Могилевлифтмаш» изготовлена и внедрена на заводе установка электрошлакового перепада для производства биметаллических червячных колес главного привода лифта. Это значительно повысит эксплуатационные характеристики отечественных лифтов. Планируемый годовой экономический эффект на предприятии составит — 187,7 млн. руб. за счет снижения материальных и трудовых затрат.

В Институте разработана технология непрерывного литья в валковый кристаллизатор с ребордами электродной ленты для водоактивируемых источников тока толщиной 0,4–0,9 мм и шириной 430 мм, из хлористой меди, армированной медной сеткой. Формирование отливки происходит в результате теплообмена расплава с кристаллизатором и армирующей сеткой. Созданы промышленные линии для изготовления электродной ленты (рис. 8), включающие в себя подготовку армирующей сетки, литье ленты и разрезку её на электроды. Решение этой проблемы позволило осуществить замену хлористого серебра в водоактивируемых химических источниках тока на хлористую медь, в результате было сэкономлено более 700 тонн серебра. Технологиче-

ские линии непрерывного литья в валковый кристаллизатор армированной хлористомедной ленты изготовлены и поставлены по контрактам в Китай и Индию совместно с соответствующим программным обеспечением к ним.

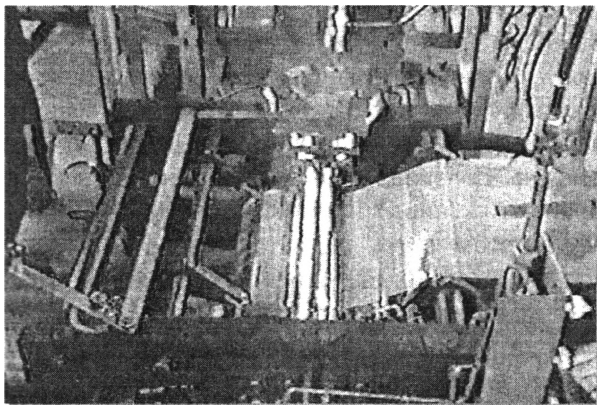


Рис. 8. Получение армированной хлористомедной катодной ленты непрерывным литьем в валковый кристаллизатор

Примером наиболее успешного сотрудничества ИТМ с производством может служить импортозамещающая ресурсосберегающая технология получения горячекатаных цинковых анодов для РУП «Белорусский металлургический завод». В основе этой технологии — усовершенствованный технологический процесс литья в кокиль, позволяющий использовать отходы гальванического производства БМЗ без ущерба качеству, что обеспечивается установкой в кокиле специальных фильтров, эффективной заливкой расплава и т.п. В 2005 году объем произведенных для БМЗ цинковых анодов составил 115,6 тонн на сумму 241 тысяча долларов США. До 30% анодов производится из отходов БМЗ.

В настоящее время институтом по заказу РУП «БМЗ» разрабатывается технология получения литых и горячекатаных медных анодов для гальванического покрытия металлокорда с использованием отходов гальванического производства. Выполняемый проект решает одну из важнейших задач народнохозяйственного комплекса: создание отечественного производства, высвобождающего валютные средства путем уменьшения закупок за рубежом готовой продукции. Экономический эффект возникает: 1) за счет разницы между покупкой готовой продукции за рубежом и закупкой сырья для изготовления последней на создаваемом отечественном производстве; 2) за счет использования в шихте наряду с чистой медью 30–40% отходов гальванического производ-

ства, образующихся на предприятии. Планируемая экономия валютных средств только за 3 первых года после внедрения технологии составит порядка 285 тыс. долларов США.

Все разработанные институтом технологии, процессы и оборудование не состоялись бы без достижений в области фундаментальных и прикладных исследований, без постоянного привлечения аппарата математического моделирования на этапах проектирования и усовершенствования технологических процессов.

Математическое моделирование использовалось при проектировании всех рассмотренных процессов литья. Численные решения позволили воссоздать тепловую картину формирования отливок, которая в графическом виде может выводиться на экран монитора в любой момент времени.

Для исследования процесса литья под давлением активно используется аналоговое (водное) моделирование, которое позволяет более детально изучить процесс заполнения формы расплавом, т.е. исследовать особенности и закономерности реальных гидродинамических процессов, возникающих при заливке расплавленного металла в форму.

Процесс заполнения формы снимается на видеокамеру и восстанавливается в трехмерном виде с помощью замедленной съемки для анализа. Результаты аналогового моделирования сравниваются с результатами математического моделирования с целью коррекции математической модели. На рис.9 представлена установка для аналогового моделирования.

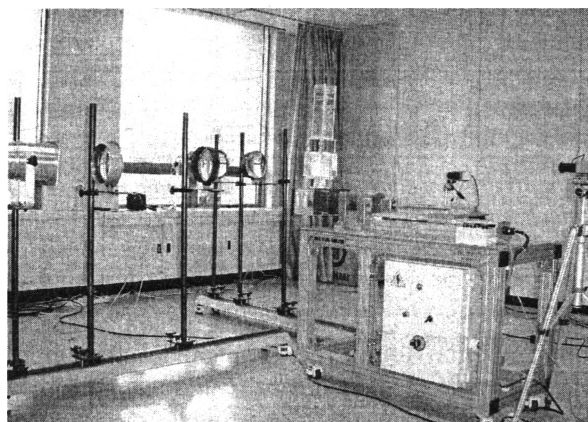


Рис. 9. Установка для аналогового моделирования

В ближайшей перспективе приоритетными будут научные исследования, направленные на совершенствование созданных технологических процессов, создание новых ресурсо- и материалосберегающих технологий, получение материалов с уникальными физико-механическими свойствами.

Одной из таких технологий является технология литья закалочным затвердением. Суть ее заключается в том, что отливка, после формирования начальной корки, затвердевает непосредственно в закалочной ванне. Это позволяет существенно увеличить скорость кристаллизации кремния в силуминах, изменить морфологию кристаллов с пластинчатой на компактную. В начале процесса в водоохлаждаемой металлической форме формируется начальная корка отливки толщиной 5–8 мм. Затем заготовка извлекается и помещается в закалочную ванну — затвердевает вне литейной формы. После чего, в нее заливают новую порцию расплава и формируют следующую отливку. Поэтому данная технология носит циклический характер с высокой производительностью процесса литья. Она определяется только временем заполнения литейной формы и продолжительностью формирования в ней начальной корки заготовки. Данный способ литья легко поддается механизации и автоматизации. В настоящее время разработана опытная литейная машина и оборудование для технологии получения силуминов методом литья закалочным затвердением (рис. 10).

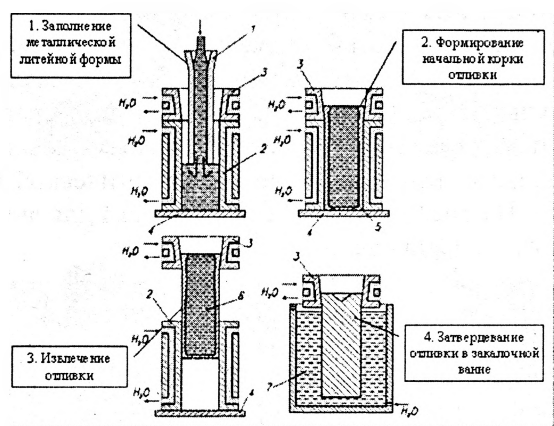


Рис. 10. Технология получения силуминов методом литья закалочным затвердением: 1 — заливочное устройство; 2 — стационарная литейная форма; 3 — подвижная металлическая литейная форма; 4 — металлическая плита; 5 — начальная корка отливки; 6 — отливка; 7 — закалочная ванна

Институт поддерживает широкие связи с научными организациями и фирмами ближнего и дальнего зарубежья. По вопросам исследований непрерывного литья черных и цветных металлов Институт сотрудничает с кафедрой литейного производства Стамбульского университета (Турция), Транспортным университетом и Институ-

том чугуна и стали г. Шанхая (КНР). По программе «Современные направления исследований и развития технологий производства высококачественных отливок» развивается сотрудничество с Институтом литья (Польша), Международным комитетом ассоциаций литейщиков (МКТАЛ), Научным центром технологии материалов (Индия), Корейским институтом промышленных технологий и Корейским институтом машин и материалов (Республика Корея). В 2005 году заключен Договор о научном сотрудничестве с Иранским университетом науки и технологий. Результатом сотрудничества являются совместные публикации, выполнение контрактов, чтение лекций, внедрение разработок.

Институт осуществляет экспортные поставки в страны ближнего и дальнего зарубежья: в 2002 году на сумму 354 тысячи \$ США (Россия, Китай, Республика Корея), в 2003 году — 237 тысяч \$ США (Россия, Китай, Индия, Республика Корея), в 2004 году — 455 тысяч \$ США (Россия, Китай, Индия, Республика Корея), в 2005 году на сумму 271 тысяча \$ США (Россия, Индия, Республика Корея). Объем экспортных поставок за последние пять лет составил около 1,5 миллиона долларов.

В 2005 году на 43% процента по сравнению с 2004 годом увеличился объем работ, выполненных по хозяйственным договорам с предприятиями Беларуси, и составил около 1 миллиарда 310 миллионов рублей.

В соответствии с Меморандумом соглашения между министерством торговли, промышленности и энергетики Республики Корея и Национальной академией наук Беларуси от 20.04.2004 г. создан филиал — «Центр технического сотрудничества», в круг задач которого входят следующие:

- определение приоритетных направлений международного сотрудничества;
- содействие выполнению совместных программ и проектов;
- трансферт технологий и научных разработок в соответствии с законодательством Республики Беларусь и многие другие.

В институте создан отдел инноваций и научно-технических разработок, главной задачей которого является содействие формированию инновационной структуры в регионе.

В новую пятилетку институт входит с большим научным потенциалом и готов успешно решать государственные научно-технические задачи.