

*Д. М. КУКУЙ, БГПА, Е. И. МАРУКОВИЧ,
ИТМ НАН БЕЛАРУСИ, А. П. МЕЛЬНИКОВ,
НПП "ИНСТИТУТ БелНИИЛит"*

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В период формирования машиностроительного комплекса Советского Союза Белоруссия была спланирована как большой сборочный конвейер с весьма развитым заготовительным, в том числе литейным производством. Суммарная производственная мощность более чем 70 литейных участков, цехов и заводов республики превышает в настоящее время 950 тыс. т литья в год, в том числе чугунного — 700 тыс. т (75%), стального — 180 тыс. т. (19%), цветного — 70 тыс. т (6%). По такому всемирно признанному показателю, как количество отливок на одного человека, Республика Беларусь уже давно устойчиво занимает одно из первых мест в мире. Так, в 1985 г. было произведено более 130 кг отливок на одного человека, а в 1995 г. этот показатель снизился до 70 кг. Но и эта цифра почти в 2 раза выше, чем, например, в таких странах, как Германия, Франция, Италия. Однако мощности республиканских литейных цехов почти вдвое превышают потребности промышленности. Было бы большим расточительством для нашего государства не использовать возможности литейных цехов. Ведь за последние 50 лет воспитано целое поколение высококвалифицированных специалистов — более 15 тыс. человек, занятых непосредственно в производстве отливок, около 5 тыс. инженерных работников, более 20 докторов и 100 кандидатов наук. Специфика литейного производства состоит в том, что наиболее тяжелым и трудоемким процессом является подготовка высококвалифицированных кадров, начиная от рабочих и заканчивая учеными высокой квалификации. Поэтому одна из основных задач сегодняшнего дня — сохранить белорусскую школу литейщиков, ориентируя ее на современные условия производства. Тем более, что за счет сохранения высокого уровня управляемости экономический спад производства промышленной продукции в Беларуси оказался ниже, чем в большинстве стран СНГ, а с 1996 г. намечился рост объемов производства и, как следствие, продукции литейного производства. Кроме того, в Беларуси сложился уникальный даже для бывшего СССР симбиоз науки и литейного машиностроения — научно-исследовательский институт (БелНИИЛит), Институт технологии металлов НАН Беларуси, три литейные кафедры, научно-исследовательские лаборатории в составе вузов и Академии наук республики, технологические и конструкторские подразделения металлургических служб заводов, которые пред-

ставляют интеллектуальную базу литейных предприятий.

Не менее внушительно выглядит и литейное машиностроение нашей республики (ГП "Кузлитмаш", Волковыский завод литейного оборудования, минский завод "Литмаш"), которое в состоянии практически полностью удовлетворить потребности литейных цехов в технологическом оборудовании. Кроме того, станкостроительная отрасль республики способна изготавливать узлы и механизмы для литейного оборудования.

Отрадным является то, что практически все руководители и инженерный состав — выпускники БПИ, которые, начиная с 60-х годов и до нынешнего времени, формируют техническую политику белорусского литейного производства. Если немного проанализировать ситуацию в машиностроительном комплексе республики в послевоенное время, то самым узким местом являлось отсутствие высококвалифицированных специалистов. Но усилиями таких энтузиастов-ученых и практиков, как А. М. Дмитриевич, А. М. Милов, И. Б. Зайгеров, Н. В. Македонский и др., в 1954 г. была создана первая в республике кафедра "Машины и технология литейного производства", ставшая не только кузницей инженерных и научных кадров, но положившая основу еще двум литейно-металлургическим кафедрам в ГГТУ и БГПА. Выпускники этих двух вузов являются научно-технической элитой литейного производства республики и известны далеко за пределами. Это, в первую очередь, Е. И. Марукович, Н. А. Свидуневич, В. Ф. Соболев, А. П. Мельников, Н. В. Андрианов, С. Ф. Лукашевич, В. П. Петровский, Е. Г. Шварц, М. И. Демин, Б. А. Чепыжов и др. Их авторитет и знания послужили основой динамичного развития литейного направления и являются гарантией дальнейшего движения и прогресса.

Беларусь должна использовать потенциал литейного производства и свое географическое положение в целях максимального привлечения потребителей литья и инвесторов, которых интересует в нашей республике не только более дешевая рабочая сила и сравнительно небольшие расходы на транспортировку литья, но и возможности изготовления отливок, отвечающих всем требованиям международных стандартов.

Статистические данные показывают, что за последние 8—10 лет объемы производства в таких стра-

нах, как ФРГ, Франция, Швеция, сократились более чем на 30% путем перемещения их в Чехию, Словакию, Польшу, Болгарию. Эта тенденция создает для нашего литейного производства уникальную возможность сосредоточить у себя значительную часть зарубежных заказов. Как показывают расчеты, имеющиеся у нас резервные мощности литейных цехов позволяют изготавливать около 500 тыс. т отливок по зарубежным поставкам на сумму более 350 млн долл. в год. Это даст возможность не только не сокращать рабочие места, но и за счет прямых зарубежных инвестиций оснастить наши литейные цехи современными и экологически чистыми технологиями. На начальном этапе своего экономического развития именно по такому пути пошли современные экономические гиганты — Япония, Южная Корея, Германия. Так, например, в середине 70-х годов Япония, не имея собственных природных ресурсов, занимала 3-е место в мире по выплавке стали. Сегодня же, накопив экономический потенциал, эта страна, как и многие высокоразвитые страны, переносит выпуск металлургической продукции в другие страны, в частности Китай, Таиланд, Бразилию и восточные регионы России.

Подобная ориентация на западные заказы, кроме экономических и социальных факторов, обоснована еще и тем, что созданные за послевоенные годы литейные мощности практически невозможно закрыть частично, так как все технологические потоки, плавильное и другое оборудование рассчитаны на проектные мощности, для эффективного использования которых их нужно максимально загружать. Только в этом случае литейная продукция наших цехов может стать по-настоящему конкурентоспособной как с точки зрения экономики, так и качества отливок. Техническое перевооружение литейных цехов должно стать приоритетным направлением инвестиционной политики, так как технологический уровень заготовительной базы определяет и уровень машиностроительной продукции.

Рассматривая структуру производства и выпуск литья по видам сплавов, отметим, что основной выпуск чугунного литья сосредоточен на пяти заводах (ПО "МТЗ", ГП "МАЗ", ОАО "МЗОО", гомельский "Центролит", Гомсельмаш), а выпуск чугунного литья на всех остальных заводах составляет 26%. Производство стального литья на ГП "МАЗ", ПО "МТЗ", МоАЗ, Гомсельмаш составляет 98,2%, алюминиевого литья на ПО "ММЗ", ОЗАА, Полесье-электромаш, Белторгмаш — 86,9, медных сплавов на ГПЗ — 93,5, цинковых сплавов на БелВАР, ММАЗ, "Зенит" — 39%.

В табл. 1 приведена основная структура плавильного оборудования. Из таблицы видно, что 92% чугуна выплавляется в вагранках, имеющих производительность от 1,5 до 20 т/ч и возраст более 20 лет.

Таблица 1. Структура плавильного оборудования литейных предприятий

Оборудование	Кол-во, шт.	Доля производимого литья в общем объеме, %	Возраст оборудования, лет
Вагранки	93	92	Свыше 20
Индукционные печи	114	8	До 10 — 5% Свыше 10 — 95%
Электродуговые печи	44	100	Свыше 20

Ковкий чугун получают дуплекс-процессом. Сталь выплавляют в дуговых электропечах и значительную часть — в индукционных печах.

Из современных плавильных агрегатов имеется одна печь средней частоты емкостью 1 т на Барановичском станкостроительном заводе ЗАО "Атлант" и две печи средней частоты емкостью 2,5 т, установленные в 1997 г. и успешно эксплуатируемые на лунинецком заводе "Полесьеэлектромаш".

Замена плавильных электродуговых и индукционных печей промышленной частоты печами средней частоты позволит сэкономить 25% электроэнергии, идущей на расплавление сплава. В связи с этим в настоящее время развернута большая программа по внедрению среднечастотных индукционных печей на многих заводах республики и, в частности, на ПО "МТЗ", ОАО "МЗОО", ГП "МАЗ" и др.

В производстве чугуна основным направлением развития технологии является увеличение объемов выпуска высокопрочного чугуна. Если в начале 90-х годов в республике практически не производили отливок из ВЧ, то к настоящему времени их доля превышает 5% и ежегодно увеличивается, однако эта цифра существенно отличается от общеевропейского уровня. За последние годы большой прогресс в выпуске отливок из ВЧ сделали такие заводы, как ПО "МТЗ", ГП "МАЗ", гомельский "Центролит", Могилевский лифтостроительный и др.

В цехах и на участках цветного литья эксплуатируется около 340 ед. плавильного оборудования (табл. 2), в основном индукционные электропечи сопротивления. Из них 42% эксплуатируется от 15 до 25 лет, 16% — свыше 25 лет. Таким образом, более половины оборудования физически и морально устарело, что также четко определяет предстоящие планы переоснащения литейных цехов новыми видами плавильного оборудования.

Основная масса чугунных и стальных отливок мелкого и среднего развеса производится на механизированных литейных конвейерах, оснащенных устаревшими формовочными машинами с применением большой доли тяжелого монотонного ручного труда (табл. 3). В производстве крупных базовых отливок преобладает плацевая кессонная формовка с использованием жидких самотвердеющих смесей. Небольшое количество отливок (около 10%) про-

Таблица 2. Структура литейного оборудования в производстве цветного литья

Оборудование	Кол-во, шт.	Доля производимого литья в общем объеме, %	Возраст оборудования, лет
Индукционные печи	135	72	До 15 – 49% 15–25 – 28% Свыше 25 – 23%
Электронечи сопротивления	203	24	До 15 – 38% 15–25 – 52% Свыше 25 – 10%
Пламенные	18	4	До 15 – 44% 15–25 – 22% Свыше 25 – 34%
Кокильные машины	165	24	До 15 – 51% 15–25 – 16% Свыше 25 – 33%
Машины литья под давлением	460	65	До 15 – 57% 15–25 – 40% Свыше 25 – 3%
Машины центробежного литья	36	11	До 15 – 36% 15–25 – 14% Свыше 25 – 50%

Таблица 3. Структура формовочного и смесеприготовительного оборудования литейных цехов предприятий

Оборудование	Кол-во, шт.	Доля производимого литья в общем объеме, %	Возраст оборудования, лет
<i>Формовочное оборудование</i>			
Устаревшие встряхивающе-прессовые машины	290	80	10–20 – 40% Свыше 20 – 60%
Автоматические формовочные линии	17	10	До 10 – 35% Свыше 10 – 65%
<i>Смесители</i>			
Смесители катковые	180	100	До 10 – 30% Свыше 10 – 70%
Смесители современные вихревого типа	1	0,5	До 10

изводится на автоматических формовочных линиях. В связи с этим для повышения эффективности формообразования требуется широкомасштабное внедрение новых технологий.

За последние 3–5 лет в этом вопросе весьма ощутимо продвинулись литейщики ГП "МАЗ", внедрившие четыре АФЛ, ПО "МТЗ", завершившие монтаж АФЛ фирмы HWS и Барановичского станкостроительного завода ЗАО "Атлант", успешно освоившие АФЛ фирмы DISAMATIC. На Сморгонском

литейно-механическом заводе и Полоцком заводе сельхозоборудования внедрены АФЛ стопочной формовки производства НПП "Институт БелНИИлит", что существенно повысило производственные возможности этих заводов.

Как следует из табл. 4, объем выпуска стержней, производимых по точным технологиям (с отверждением непосредственно в оснастке), составляет около 72%. Преобладающим является технологический процесс изготовления стержней в

Таблица 4. Структура технологических процессов и стержневого оборудования литейных производств

Оборудование и технологический процесс	Кол-во, шт.	Доля производимого литья в общем объеме, %	Возраст, лет
1. Производство стержней по тепловой сушке			
1.1. Сушила разных типов (вертикально-конвейерные, горизонтальные, тушковые и др.)	21	18	Свыше 20
1.2. Пескодувные стержневые машины для изготовления стержней по сырому разным моделям (мод. 2583, 310, ДС-3С и др.)	60		Свыше 20
1.3. Смесители каткового типа для приготовления смесей для тепловой сушки	25		Свыше 20
2. Производство стержней из ЖСС (жидконаливных самоотверждающих смесей)		9	
2.1. Установки ЖСС (всех моделей)	15		Свыше 20
3. Производство стержней из ХТС (холоднотвердеющих смесей маложидких)		12	
3.1. Смесители непрерывного действия (мод. 4727, 4722 и др.)	18		Свыше 20
4. Производство стержней по «кронинг»-процессу		3	
4.1. Стержневые машины мод. 29111 и 29113	10		Свыше 20
4.2. Установки плакирования	4		Свыше 20
5. Производство стержней в нагреваемой оснастке		58	
5.1. Стержневые машины (разных моделей)	143		Свыше 20 – 80%
5.2. Смесители каткового типа	36		Свыше 20

Таблица 5. Структура оборудования для финишной обработки отливок

Оборудование	Кол-во, шт.	Кол-во моделей, шт.	Возраст оборудования, лет
Галтовочные барабаны периодического и непрерывного действия	126	10	Свыше 20
Машины очистные дробебетные периодического и непрерывного действия	48	6	Свыше 20
Камеры очистные дробебетные	35	12	Свыше 20
Обдирочно-шлифовальные станки	262	30	Свыше 20
Машины, линии зачистные полуавтоматические	14	7	Свыше 15
Прессы для правки литья и обрезки литников	47	19	Свыше 20
Металлорежущее оборудование для обрезки литников цветного литья	63	12	Свыше 20

нагреваемой оснастке — 62% от общего объема, в том числе 58% из влажных песчано-смоляных смесей и 3% из сухих плакированных песчано-смоляных смесей. 21% всего объема стержней производится по процессам холодного отверждения, в том числе 12% из маложивучих песчано-смоляных ХТС (холоднотвердеющих смесей) на кислотных отвердителях и 9% из жидких самотвердеющих смесей, применяемых в станкостроении. Остальные стержни (18% от общего объема) производятся из влажных смесей с последующей тепловой сушкой. Недостатками этой технологии являются отсутствие размерной точности стержней и соответственно отливок, а также высокая энергоемкость. Следует отметить, что среди находящегося в эксплуатации оборудования в стержневом производстве преобладает оборудование конструкции НПП "Институт БелНИИлит".

С целью снижения топливно-энергетических ресурсов в стержневых производствах и повышения качества отливок все усилия в настоящее время направлены на перевод стержневых производств к современным технологиям, а именно: замена устаревшей технологии производства стержней тепловой сушкой и технологии производства стержней в нагреваемой оснастке на современные малотоксичные экономичные способы из ХТС продувкой газообразными отвердителями (ашланд-процесс) и с использованием неокислотных отвердителей (альфасет-процесс). При этом необходимо модернизировать ряд моделей действующего оборудования для производства стержней по нагреваемой оснастке с целью перевода его на изготовление стержней по ашланд-процессу. В этом плане весьма перспективны программы технического переоснащения стержневых производств ПО "МТЗ" и ГП "МАЗ" на новые технологии. Уже в этом году в ЧЛЦ-2 ПО "МТЗ" будут смонтированы три стержневых автомата для изготовления стержней из ХТС с продувкой газообразными отвердителями.

К сожалению, большинство оборудования для финишной обработки отливок (табл. 5) физически и морально устарело и не позволяет придать отливкам товарный вид и повысить их потребительские

качества. Анализ показывает, что внедрение новых технологий финишной обработки отливок — важнейший резерв повышения качества и конкурентоспособности наших литейных цехов.

Необходимо отметить, что, несмотря на сложную экономическую ситуацию, предприятия ищут средства на внедрение новых технологий и оборудования, понимая, что без резкого улучшения качества выпускаемой продукции трудно выжить в складывающихся рыночных отношениях. При этом значительная часть новых разработок предлагается нашими научно-исследовательскими подразделениями и заводами.

Научно-производственное предприятие "Институт БелНИИлит" — это более чем 40-летний опыт создания и развития технологий и оборудования получения литых заготовок для автомобильной, тракторной промышленности, сельскохозяйственного машиностроения и других отраслей народного хозяйства.

Широкое распространение в литейных цехах получили технологический процесс изготовления литейных стержней в нагреваемой оснастке и комплекс автоматизированного стержневого оборудования на базе этого процесса. Стержневые машины оснащены укрытиями, системами удаления и нейтрализации вредных газовыделений. Масса получаемых стержней — от нескольких граммов до 100 кг.

Особенно важными в мировом литейном производстве являются вопросы экономии материальных и топливных ресурсов, а также экологические показатели работы литейных цехов. В связи с этим очень важно развивать разработки НПП "Институт БелНИИлит" в области технологии холодного отверждения стержней, которые позволят сэкономить в год только по республике до 15 млн м³ природного газа, 5,5 млн кВт/ч электроэнергии, сократить объем выбросов вредных газов и пыли на 300—400 млн м³.

За последние годы создана гамма формовочного оборудования для технического переоснащения литейных цехов. Это универсальные формовочные машины с откидной, поворотной и накатной траверсой, формовочные машины стопочной формовки для производства отливок поршневых колец и

других мелких заготовок, а также конструкции автоматических линий, созданных на базе этих формовочных машин. К последним работам относится импульсно-прессовый способ формообразования.

Разработана гамма оборудования для производства точной литой заготовки. Это одно-, двух-, а также многопозиционные машины для изготовления оболочковых форм с электрическим и газовым нагревом, а также технология и оборудование для изготовления отливок в необлицованные и облицованные кокили.

Кроме того, разработано оборудование для изготовления отливок центробежным способом — одно-, двухроторные, а также многороторные карусельные машины с автоматизированным циклом изготовления литой заготовки из черных и цветных сплавов.

Для финишной обработки создана большая гамма оборудования, широко применяющегося на предприятиях стран СНГ как в индивидуальном, так и в массовом производстве.

Оборудование, которое создается в НПП "Институт БелНИИлит", может решить сложные технические задачи практически по всем переделам литейного производства на современном техническом уровне. Для этого была разработана концепция поэтапного технического перевооружения в НПП "Институт БелНИИлит" и реализован проект программно-вычислительного комплекса САПР, объединяющего во взаимосвязанную сеть автоматизированные рабочие места в конструкторско-технологических отделах и в зале автоматизированного проектирования. Экономическая значимость внедрения данного комплекса САПР определяется тем, что он существенно расширяет сферу применения современных автоматизированных систем и повышает уровень автоматизации решения конструкторских и технологических задач.

При внедрении новых информационных технологий сквозного компьютерного проектирования литейного оборудования и технологий получения высококачественной литой заготовки появилась возможность на проектной стадии выполнять сложные оптимизационные оценки множества вариантов, имитирующих поведение конструкторов и технологов в реальных условиях их функционирования, прогнозировать механические свойства деталей конструкции, предсказывать появление различного рода дефектов в неблагоприятных ситуациях, в условиях действия возникающих напряжений, деформаций, температурных и силовых полей.

Практика показала эффективность применения конструкторами средств автоматизированного проектирования, намечилось значительное ускорение процесса выпуска чертежей документации и заметное повышение ее качества.

Трехмерное моделирование для построения сложных объемных деталей и узлов с программой "Компас-График" позволяет создать конкурентоспособное литейное оборудование.

Не менее значимые работы проводятся на литейных кафедрах и в лабораториях Белорусской государственной политехнической академии. Основные из этих разработок широко известны не только в наших литейных цехах, но и далеко за пределами Беларуси:

- технология производства отливок из высокопрочного чугуна и чугуна с вермикулярным графитом;
- технология, включающая в себя фильтрацию чугунов, питание отливок, расчет литниковых систем с использованием экзотермических и адiabатических вставок;
- технология производства литого инструмента из стали типа Р6М5;
- комплексная технология производства литой оснастки с высокоточной гравюрой;
- непрерывные методы получения литых заготовок из различных сплавов;
- адсорбционно-биологическая система очистки газовых выбросов стержневых машин;
- системы очистки газовых выбросов плавильных агрегатов;
- литейные алюминиевые сплавы, полученные специальной технологией из некондиционных окисленных отходов (шлаков, стружки и др.);
- синтез новых формовочных материалов;
- системы автоматического контроля качества формовочной смеси и управления процессами ее подготовки и приготовления;
- системы автоматического моделирования и проектирования литейных технологий.

Это далеко не полный перечень проблем, которые решаются в БГПА и успешно внедряются на заводах Беларуси и за ее пределами.

Фундаментальные исследования традиционно проводятся в Институте технологии металлов НАН Беларуси.

В новом экспериментальном корпусе площадью более 2000 м² размещено новое плавильное и технологическое оборудование, которое позволило не только продолжать исследования, но и открывать новые направления. Литье в валковые кристаллизаторы, центробежное литье, непрерывное горизонтальное литье, способ циклического намораживания — новые направления исследований, которые должны были дать республике более прогрессивные (с точки зрения производительности и качества получаемых заготовок, новых видов продукции) технологические процессы. На основе исследований разработано оборудование и несколько уникальных технологических процессов, внедренных в промышленность: непрерывный горизонтальный процесс литья чугуна в металлический кристаллизатор, технологические процессы непрерывно-циклического литья направленным затвердеванием и литья в валковые кристаллизаторы, шагового резания металлов.

Все перечисленные выше работы как исследовательского, так и прикладного плана могли бы

выполняться еще более эффективно и продуктивно, если бы не были разрушены привычные связи, существовавшие до 1991 г. Это в полной мере относится и к вопросу подготовки как инженерных кадров, так и кадров высшей квалификации.

В связи с этим назрел момент сосредоточить усилия литейщиков России, Украины и Беларуси для создания Координационного Совета по литейному производству, основной целью которого являлась бы координация и объединение усилий в разработке принципиальных экономических программ и путей их решений по вопросам НИОКР, внедрения, информационного пространства, подготовке

и повышению квалификации инженерных кадров, созданию фондов и других структур, способствующих достижению целей.

В этом вопросе Белорусская государственная политехническая академия, отмечающая в этом году свое 80-летие, может стать своеобразным центром "кристаллизации" и объединить усилия литейщиков России, Украины и Беларуси не только в области координации подготовки инженеров и научных сотрудников высшей квалификации, но и в области осуществления крупных совместных проектов, направленных на разработку новых литейных технологий, оборудования и материалов.

**Вам нужна информация? Пожалуйста!
ЭЛЕКТРОННЫЙ СПРАВОЧНИК**

**«ЧЕРНАЯ И ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ:
ПРОИЗВОДСТВО, СНАБЖЕНИЕ, СБЫТ»**

Справочник содержит: адреса, телефоны, телефаксы, телетайпы, телексы, Ф.И.О. руководителей, перечни выпускаемой продукции, номенклатуру экспорта-импорта о 1776 предприятиях, расположенных по всей территории бывшего СССР, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Ядро справочника составили предприятия бывшего союзного министерства металлургии.

• • • • •

В справочник включена информация о предприятиях и организациях, выпускающих следующую продукцию:

- сырье рудное, нерудное, вторичное черной металлургии и кокс;
- чугун, ферросплавы, сталь;
- прокат черных металлов готовый (включая заготовку на экспорт);
- изделия дальнейшего передела из проката, шары, цельбеппсы;
- металлоизделия промышленного назначения (метизы);
- трубы стальные;
- металлопродукция прочая и некондиционная;
- огнеупоры;
- сырье цветных металлов, цветные металлы и их сплавы;
- прокат цветных металлов;
- продукция электродной и твердосплавной промышленности, изделия из цветных металлов.

Кроме информации о производственных предприятиях, в справочник включены данные об отраслевых научно-исследовательских институтах и торговых фирмах-поставщиках металла и металлоизделий.

• • • • •

Справочник позволяет осуществлять поиск по следующим критериям:

- названию предприятий;
- указателю регионов;
- указателю продукции.

Возможен поиск по нескольким критериям одновременно.

• • • • •

Справочник предназначен для руководителей предприятий, отделов снабжения, сбыта, маркетинга, специалистов отрасли, иностранных инвесторов.

• • • • •

Справочник не продается! Ознакомиться с электронным справочником и заказать информационный поиск необходимых вам предприятий-поставщиков Вы можете в Республиканской научно-технической библиотеке по адресу:
г. Минск, пр.Машерова,7,комн.608. Тел.:226-65-07.