тепловых режимов с точностью до ± 5°С, а при необходимости ± 2,5°С в предельно широком интервале температур 100-1100°С.

Внедрение новых технических решений позволило обеспечить экономичную работу печей со значительным снижением вредных выбросов в атмосферу, что значительно отразилось на улучшении экологии.

Тепловое ограждение печей предусматривает отказ от традиционной кирпичной кладки. В этих печах применена сборная многослойная составная футеровка керамоволокнистыми материалами различной плотности. Футеровка из современных волокнистых огнеупоров для термических печей открывает ряд преимуществ:

— быстрый разогрев и охлаждение печи вследствие малой теплоинерционности, что позволяет увеличить производительность и универсальность печного оборудования;

— устойчивость футеровки к резким колебаниям температуры;

— сокращение потерь тепла на аккумуляцию в кладке.

Отличительной особенностью компании ТАСНТЕСН является то, что у нее практически нет номенклатуры стандартного оборудования. При работе с заказчиком специалисты ТАСНТЕСН не стремятся привязать техническое предложение к стандартному решению или проекту. Во всех случаях разрабатывается наиболее выгодное и оптимальное решение для заказчика.

Компания ТАСНТЕСН входит в состав объединения чешских производителей огнеупоров и может осуществлять комплексную поставку огнеупорных материалов, торкрет масс, набивных масс, жароупорных бетонов, фасонных изделий, в том числе огнеупорного кирпича на основе магнезита.

В интересах заказчика компания ТАСНТЕСН может разработать и поставить широкий спектр огнеупорных материалов и оборудования различных тепловых агрегатов производства Чешской Республики. Кроме того, компания располагает обширной базой данных о деятельности передовых фирм центральной и западной Европы и может оказывать различные услуги в области разработки и поставки различных футеровочных материалов и оборудования.

Список литературы.

1. **С.И. Сидоренков** «Сокращение расходов как разумная альтернатива сокращению штатов» («Индустрия», №1,2009 г.)
2. **Н. Иванцова, Р. Хатрутдинов** «Ресурсосбережение и экологическая политика в металлургическом комплексе» («Вопросы экономики», №11, 1990 г.)
3. **В.В. Цуканов, В.Г. Милюц, О.Э. Нигматулин** «Совершенствование режимов предварительной термической обработки заготовок из высокопрочных низколегированных судостроительных сталей». Сб. тезисов выступлений участников конференции «Проблемы разливки и кристаллизации стали, сварки, термообработки и математическое моделирование технологических процессов», Москва, ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», 2012 г.).

Ангел Попов

Анализ литейного производства Германии на базе опыта последних проектов Laempe

АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ЛИТЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГЕРМАНИИ

По объему производства отливок (5.467.000 тонн) Германия в 2011 г. занимала четвертое место, сразу после мировых лидеров — Китая, США и Индии [1]. После падения объемов производства в кризисный 2009 год произошло быстрое восстановление объемов литейного производства Германии в 2011 г. (рис. 1).

За последние 20 лет фирма Laempe поставила на заводы Германии более 600 стержневых центров.

В 2012 г. на 303 литейных заводах Германии было занято 73 000 человек, а годовой объем продаж отливок превысил 13 млрд. Евро [8-9].

В статье описываются актуальное состояние и специфические особенности литейного производства Германии, мирового лидера по производству отливок. Представлен авторский обзор состояния литейного производства в России. Дан обзор современных поставок стержневого оборудования Laempe на ведущие немецкие литейные заводы. Представлены примеры производства литых автокомпонентов.

Ключевые слова: современное литейное производство, стержневые автоматы, ColdBox-Амин-процесс.

* * *

Dr. A.Popov. Analysis of foundry production in Germany on the base of the latest projects of Laempe. Germany is the world leader in casting production. The article describes the current state of foundry production in Germany, the specificity and difference to foundry industry in CIS countries, and gives an overview of modern Laempe core making equipment projects for leading German foundries.

Key words: modern foundry production, core making equipment, ColdBox-Amin-process.

Основной и традиционный потребитель отливок «Made in Germany» — автомобильная промышленность. Другие отрасли, которые массово применяют литые заготовки, — арматурная и электротехническая промышленность, общее машиностроение, энергетика [9].

Для литейной промышленности Германии характерны следующие особенности:

- инновации и динамичность при внедрении последних достижений в области литейной химии и продукции литейного машиностроения в реальном производстве;
- высокая рентабельность — минимум 100÷130 тонн отливок и, соответственно, 130÷320 тыс. Евро в год на одного занятого сотрудника [10];
- в отличие от структуры литейного производства РФ и стран СНГ превышение объемов производства отливок из цветных сплавов над стальными;
- в последние 10 лет «львиная доля» производства, как и в других экономически развитых странах мира, — это чугунные отливки для «автопрома».

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

В последнее время на заводах России начинают основательно развиваться современные производства автокомпонентов. За последние десять лет доля иномарок, производимых в России, выросла с 5,6% в 2003 г. до 68% в 2012 г., и по

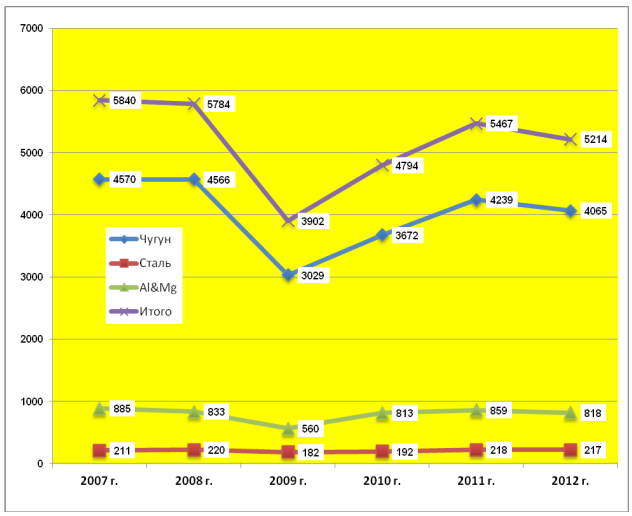

Рис. 1. Динамика развития производства отливок в Германии в 2007-2012 гг., в тыс. тонн [2-7].

итогам 2013 г. составила порядка 70% (рис. 1). На территории России созданы три крупных автомобильных кластера — на северо-западе (Санкт-Петербург и Ленинградская область), в центре России (Калужская и Московская области) и в Поволжье (Самарская, Ульяновская, Нижегородская области и Татарстан). Именно в эти регионы сейчас активно приходят инвестиции и определяются поставщики автокомпонентов, которых насчитывается уже более 100.

Самым динамичным кластером по развитию производства автомобилей и автокомпонентов является Калужская область. Для реализации программ освоения литых автокомпонентов в России бесспорным и ценным опытом являются реализованные проекты на передовых литейных заводах экономически развитых стран мира.

Современный инновационный опыт производства литых автокомпонентов целесообразнее и эффективнее получить путем основательного и многовекторного исследования структуры заводов «лидера мирового автопрома» — литейного производства Германии на базе оборудования и технологий передового немецкого машиностроения.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ ПОСТАВОК И ВНЕДРЕНИЯ СТЕРЖНЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ LAEMPE

Проект «Fritz Winter». Фирма **Fritz Winter** — самый крупный производитель чугунных отливок в Германии, основанная в 1951 г. Головное предприятие находится в г. Штадталлендорф, земля Гессен. Объем производства — **600 000 тонн чугунных отливок в год**, количество персонала — 3 700 сотрудников. Типичные виды автомобильных отливок — блоки двигателя, корпус коробки передач, оси, гидравлические клапаны, тормозные вентилируемые диски и барабаны.

По состоянию на конец 2012 г., фирма Laempe поставила на Fritz Winter стержневое оборудование для обеспечения производства литых автокомпонентов — **24 стержневых центра**, причем шесть из них оснащены роботами и устройствами для зачистки заусенцев и окраски стержней.

Основной показатель эффективности литейного производства — 162 тонны отливок в год на одного сотрудника, включая вспомогательный персонал. Следует отметить, что при этом завод Fritz Winter, расположенный в центре Европы, производит самые сложные автомобильные отливки.

В 2014 г. Laempe поставит на Fritz Winter новый стержневой центр на базе стержневого автомата последнего поколения LHL50H (рис. 3), который служит для производства стержней для отливок вентилируемых дисков грузовых машин. Диаметр производимых стержней составляет 350÷415 мм, отдельный вес 5÷8 кг. Произво-

Рис. 2. Производство легковых автомобилей в России в 2003-2013 гг. (по данным Автостата).

дительность стержневого центра в зависимости от диаметра стержней 120÷180 стержней в час. Стержневой центр оснащен газогенератором, смесителем и манипулятором для автоматической замены комплектов стержневой оснастки в задней части стержневого автомата.

Формовочное оборудование завода оснащено несколькими автоматическими формовочными линиями (АФЛ) по технологии ПГС. Именно «единая» технология ПГС является основой массового производства чугунных отливок автокомпонентов. Главное преимущество при выборе технологии ПГС как раз и заключается в возможности создания АФЛ наиболее высокой производительности (рис. 4). Однако более длинный технологический цикл ВПФ, а тем более ХТС является главным ограничением активного использования других технологий изготовления разовых песчаных форм для производства отливок автокомпонентов, кроме ПГС. Но ВПФ имеет свою наиболее эффективную для производства номенклатуру отливок, где не требуется столь высокая производительность.

Особо следует отметить, что на втором месте после ПГС по применению при производстве отливок автокомпонентов следует технология ColdBox-Амин-процесс для литья в стержневых формах и пакетах. Например, почти все блоки двигателя легковых автомобилей из алюминия отливают в «стержневых» формах, где все внутренние и внешние поверхности отливок оформляются стержнями, которые по сути выполняют роль традиционных форм. При этом плоскость разъема может быть самой разнообразной и стержневая форма может состоять из нескольких частей в отличие от двух полуформ традиционной опочной формы.

Таким образом, при организации нового производства отливок автокомпонентов обе технологии — ColdBox-Амин-процесс (например, в стержневых автоматах Laempe) и ПГС (на АФЛ по Сейатцу-процессу) благодаря высокой производительности по сути являются «современным стандартом».

Проект «Daimler — Mettingen». Daimler AG — ведущий немецкий автомобильный концерн. В странах СНГ автомобили концерна традиционно были известны под названием «Мерседес».

Чугунолитейный завод Daimler в г. Унтертюркхайм (Untertürkheim) выпускает отливки блоков цилиндров, коробок передач, задних и передних мостов, а также других автокомпонентов для внутренних потребностей Daimler. В 2012 г. выпущено 686 000 блоков двигателей, 1 126 000 задних и 619.000 передних осей, а также 1 342 600 корпусов коробок передач. В 2013 г. начата реализация крупномасштабной инвестиционной программы на сумму 900 млн. Евро, которая связана с технологическим обновлением всех подразделений концерна в г. Унтертюркхайм, в том числе и собственного чугунолитейного завода.

Из данного инвестиционного пакета Daimler финансирует заказанный в 2013 г. роботизированный стержневой центр Laempe для производства стержневых форм, предназначенных для получения отливок новейших коробок передач под наименованием «7G-TRONIC». В основе стержневого центра Laempe — стержневой автомат LCB45HAD/2S (рис. 5) со специальным конструктивным исполнением под заказ автомо-

Рис. 3. Общий вид стержневого автомата LHL50H во время тестирования оборудования на заводе Laempe до отгрузки оборудования на чугунолитейный завод Fritz Winter.

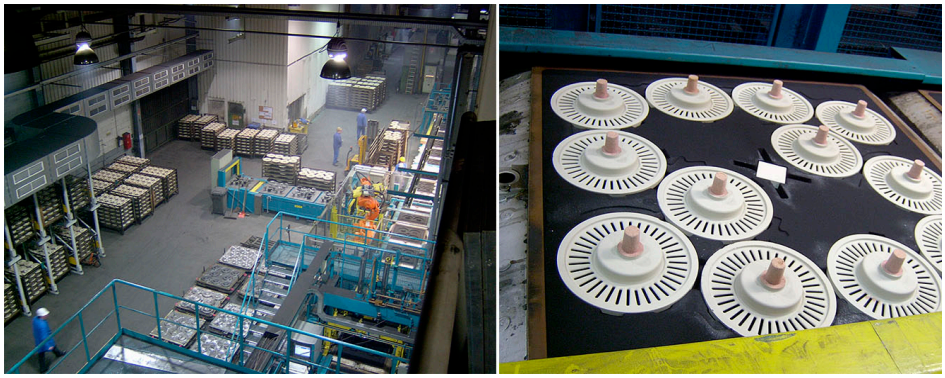

Рис. 4. Литейный цех завода Fritz Winter. Система подачи стержней на одну из трех линий HWS-Sinto (Сейатцу-процесс) для отливок вентилируемых тормозных дисков. Производительность АФЛ 250 форм в час, опока 1120х1080х350/250 мм.

бильного концерна, который дает возможность производить стержневые формы как по ColdBox-Амин-процессу, так и методом BeachBox, применяя современные версии неорганических связующих. *Поставка стержневого центра запланирована на середину 2014 г.*

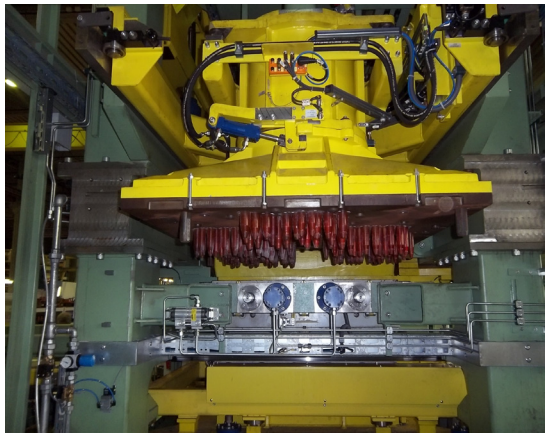

Рис. 5. Общий вид пескострельной головки на стержневом автомате LCB45-HAD.

Наряду с самым передовым стержневым оборудованием, подразделение Daimler использует современное высококачественное оборудование другого немецкого производителя литейного оборудования HWS-Sinto. Завод Daimler Mettingen оборудован автоматической формовочной линией Сейатцу с производительностью 180 ф/ч (размер опоки 1120х1080х250/250 мм).

Но линия Сейатцу на заводе в г. Унтертюркхайм — не единственный случай сотрудничества HWS-Sinto и Daimler. На другом подразделении немецкого машиностроительного концерна в г. Мангейм, Германия, были установлены и работают две другие линии по Сейатцу-процессу — АФЛ EFA-SD 6,5 соответственно производительностью 90 и 60 форм/час с размером опок 1550х1100х400+50/400 и 1550х1100х450/450 мм.

Проект «Georg Fischer — Mettmann». Georg Fischer AG — швейцарский технологический концерн. Основное направление деятельности концерна — производство отливок из черных и цветных сплавов для автомобильной промышленности. Все литейные заводы концерна объединены в группе Georg Fischer Automotive. В Германии Georg Fischer Automotive управляет 6 литейными заводами.

Ранее торговая марка +GF+ (Georg Fischer) была хорошо известна на литейных заводах бывшего СССР как производителя АФЛ по ПГС, однако их производство было полностью прекращено в 1999 г., но продолжают активно развиваться литейные заводы концерна. Горьковский автозавод, кроме основной продукции, несколько десятилетий назад тоже производил опочные АФЛ. Но в XXI веке АФЛ производят только узкоспециализированные предприятия литейного машиностроения.

Чугунолитейный завод Georg Fischer Mettmann в г. Меттман (Германия) — один из крупнейших производителей литья в Германии. Завод основан в 1907 г., а в 1998 г. куплен концерном Georg Fischer и сегодня специализируется на производстве отливок из высокопрочного чугуна, в основном для грузовой техники. Технологические линии чугунолитейного завода Georg Fischer Mettmann отличаются высоким уровнем автоматизации и обеспечивают возможность выпуска 200 000 тонн отливок в год. В 2013 г. на заводе работало около 1000 сотрудников.

За период с 1996 по 2012 гг. Laempe поставила на завод Georg Fischer в г. Меттман 18 стержневых центров на базе стержневых автоматов L, LL, LB, LFB (рис. 6), а также роботизированные системы для очистки заусенцев и окрашивания стержней. Все стержни изготавливаются по ColdBox-Амин-процессу.

На Georg Fischer Mettmann работают две АФЛ фирмы HWS-Sinto по Сейатцу-процессу:

АФЛ EFA-SD flex 5 производительностью 160 форм в час, с опокой 1050х900х350+50/350+50;

АФЛ тип ACE 6 производительностью 240 форм в час с опокой 1050х900х250/250.

На другом литейном заводе концерна Georg Fischer в г. Лейпциг работает также АФЛ по Сейатцу-процессу фирмы HWS-Sinto по производству отливок автокомпонентов (блоков двигателей, задних мостов и пр.). Это самая крупная опочная линия ПГС в Европе из поставленных за последние более чем 30 лет всеми поставщи-

Рис. 6. Общий вид стержневого автомата LFB25.

ками АФЛ (по рабочей площади форм). Размер опок в свету составляет 2500х1600х500/500 мм (рис. 7).

Еще одна АФЛ по Сейатцу-процессу производительностью 240 ф/ч работает на заводе концерна в Китае — Georg Fischer Kunshan (опока 1050х900х320/320 мм).

Проект «Chemex». Компания Chemex GmbH основана в 1974 г. в Деллигзен (Delligsen), Германия. Основное направление производственной деятельности компании — производство широкой гаммы экзотермических втулок и шеек, которые в настоящее время являются необходимым условием для увеличения доли «выхода годного», уменьшая до минимума массу прибылей. Конструктивное исполнение экзотермических втулок дает возможность массово их применять на автоматических формовочных линиях для серийного производства отливок из черных сплавов.

Рис. 7. Участки подачи полуформ АФЛ фирмы HWS-Sinto и стержней с машин фирмы Laempe на заводе Georg Fischer, Лейпциг (для 2-х самых габаритных отливок мостов). Бундесканцлер ФРГ Ангела Меркель (24.02.07 г.) знакомится с организацией литейного производства и качеством песчаных стержней.

Laempe сотрудничает с компанией Chemex GmbH уже 20 лет. Первые 4 стержневых автомата LKV80 были поставлены еще в 1995-1997 гг., а в период с 2002 по 2011 гг. было поставлено еще 8 стержневых центров на базе высокопроизводительных стержневых автоматов LFB25H (рис. 8).

В 2013 г. Chemex GmbH разместила заказ на поставку еще двух центров на базе стержневого автомата LFB25H. Стержневой центр служит для производства экзотермических втулок методом ColdBox-Амин и оснащен газогенератором, смесителем и вилочным съемником для автоматического извлечения экзотермических втулок из нижней части стержневого ящика по окончании производственного цикла стержневого автомата.

Проект «Silbitz-Guss». Silbitz-Guss, г. Зильбиц, Тюрингия — современный стале- и чугунолитейный завод в Германии с более чем столетней историей. Литейное производство заложено в производственной программе фабрики, основанной еще в 1896 г.

В настоящее время Silbitz-Guss является самым крупным литейным заводом среди других заводов холдинга Silbitz Gruppe, который состоит из трех литейных заводов (два в Германии, один в г. Кошице, Словакия) и одного завода по производству модельных комплектов.

В 2012 г. холдинг Silbitz Gruppe был закуплен немецкой частной инвестиционной компанией VTC-Gruppe, которая обеспечила литейные компании свежим капиталом и оформила план инвестиций и мероприятий по устранению убытков, которые завод Silbitz-Guss претерпел после наводнения летом 2013 г.

Silbitz-Guss выпускает отливки из ВЧ развесом от 15 до 5000 кг, а также отливки из нелегированной и легированной стали с отдельным весом до 8 т. Основные потребители — отрасль энергетики, железнодорожная промышленность, общее машиностроение.

На заводе Silbitz-Guss в 2012 г. было занято 450 человек, годовое производство составляло 120 000 т литья, из них 40% из стали. Годовой капиталооборот — 80 млн. Евро.

В настоящее время Silbitz-Guss располагает 4 стержневыми центрами Laempe (рис. 9, 10). Стержни, производимые на стержневом оборудовании Laempe, служат для оформления внутренних полостей отливок, производимых на участке среднего литья ХТС (Фуран-процесс).

Во второй половине 2013 г. в рамках инвестиционной программы обновления производственных мощностей Silbitz-Guss заказал два но-

Рис. 8. Общий вид стержневого автомата LFB25H во время тестирования на заводе Laempe до отгрузки стержневого центра на завод Chemex GmbH.

Рис. 9. Пример производства стальных отливок (в разрезе) с применением стержней, получаемых на стержневых центрах Laempe.

вых стержневых центра Laempe на основе стержневых автоматов L65 и LL20 соответственно. Оба стержневых центра будут оснащены газогенераторами и смесителями по ColdBox-Амин-процессу. Поставку заказанного оборудования запланировано выполнить в начале третьего квартала 2014 г. Завод Silbitz-Guss также оборудован автоматической формовочной линией Сейатцу (размер опок 1000x800x350/350 мм, производительность 50 ф/ч).

Обобщение

Литейная промышленность Германии продолжает стабильно развиваться, а сотрудничество Laempe с немецкими литейщиками сохраняет свою традиционную интенсивность.

Список литературы

1. Modern Casting, Dec. 2012, p. 25-29.
2. Modern Casting, Dec. 2008, p. 24-27.
3. Modern Casting, Dec. 2009, p. 17-21.
4. Modern Casting, Dec. 2010, p. 24-27.
5. Modern Casting, Dec. 2011, p. 16-19.
6. Modern Casting, Dec. 2013, p. 18-23.
7. Сайт http://de.statista.com/statistik/daten/studie/169623/.
8. B.Huber, D. Wetzel, Gie erei-Industrie in Deutschland 2012, Aktuelle Lage, Trends und Perspektiven, Sept. 2012.
9. Gie erei, 2007, H8, S. 58-63.

А.М. Кац, С.С. Васильев

Перспективная автоматизированная линия капиллярного контроля отливок

В настоящее время на предприятии «Салют» производят контроль отливок ответственного назначения на установке ЛЮМ1-ОВ способом капиллярной дефектоскопии, который основан на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей в полость несплошностей материала и регистрации образующихся индикаторных следов визуально или с помощью преобразователя. Метод позволяет обнаруживать поверхностные и сквозные дефекты. На действующей установке капиллярный контроль производится вручную. Предлагается переход на автоматизированную линию (автоматический комплекс) капиллярного контроля отливок. В рамках подготовки технических требований к системе автоматизированного управления этой линией [1] нами проработаны схемные отображения, приведенные ниже.

Предложена перспективная автоматизированная линия для капиллярного контроля отливок ответственного назначения и проработаны вопросы оснащения ее АСУ ТП.
Ключевые слова: капиллярный контроль, пенетрант, машинное зрение.

* * *

Katc A., Vasiliev. We propose a promising automated line for penetrant inspection of castings for critical applications and elaborate on its equipment control systems.
Key words: capillary control, penetrant, machine vision.

Процесс обнаружения дефектов капиллярным методом разделяется на 4 стадии (рис. 1).

Предлагается использовать линию капиллярного контроля ООО «ТД РусАвиаХим» [2]