

Е. Н. Буданов

Опыт модернизации ведущего литейного производства Германии — завода Fritz Winter

На заводе Fritz Winter Eisengießerei GmbH & Co.KG в г. Штадталлендорф (ФРГ) производят ~ 400 тыс. т годных отливок в год. Этот завод (URL: www.fritzwinter.de) — ведущий в автомобильной отрасли по производству отливок и готовых деталей. При этом на долю экспорта приходится 50% всего объема выпуска. Это один из самых крупных литейных заводов не только Европы, но и мира. Завод выпускает детали двигателей для предприятий крупных автомобильных концернов, таких как BMW, Mercedes-Benz, Volvo и других, филиалы которых расположены по всему миру. Отливки массой от 1 до 1800 кг производят из нелегированной и высоколегированной стали, чугуна с шаровидным, вермикулярным и пластинчатым графитом.

В окт. 2003 г. завод запустил в эксплуатацию новый литейный цех G7 в рамках расширения производства *тормозных дисков* для легковых автомобилей. В основе расширения производства — новая, уже третья высокоскоростная формовочная линия Seiatsu EFA-SD производства фирмы Heinrich Wagner Sinto со следующими характеристиками:

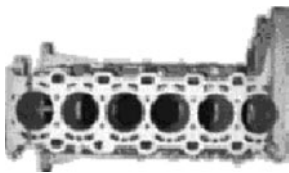
- размер опок 1120×1080×350/250 мм;
- производительность 250 форм/ч;
- диски заливают в горизонтальные формы;
- смена модельной оснастки происходит без потерь времени в такте работы линии;
- автоматическая сепарация оборотной смеси.

Метод уплотнения форм “воздушный поток + прессование” используется с 1983 г. на линиях изготовления сырых песчаных форм. В течение этого времени было поставлено ~ 420 опочных формовочных линий на предприятия, расположенные по всему миру.

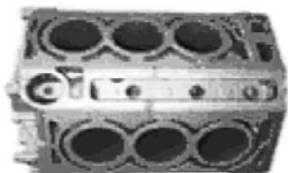
Приводим преимущества технологии Seiatsu, которые прослеживаются и при эксплуатации трех линий HWS на заводе фирмы Fritz Winter.

- Равномерно высокая твердость формы является предпосылкой для изготовления отливок высокой размерной точности, более равномерную по объему твердость формы.
- Во многих местах форм возможна формовка сложных контуров моделей и крайних болванов из-за равномерной твердости формы.
- Расход металла и затраты на механообработку отливок уменьшаются по причине уменьшения формовочных уклонов до 0,5 град. и меньше.
- Более плотное расположение моделей на подмодельной плите из-за меньших расстояний между моделями и опокой, что значит — больше отливок в одной форме.
- Уменьшаются затраты на очистку и окончательную обработку отливок.
- Воздушный поток заменяет встряхивание или шумный импульс — снижается уровень шума (< 85 дБА). Работа без динамических нагрузок на фундамент — снижение затрат на фундамент, уменьшение повреждений и снижение затрат на техобслуживание.
- Нет износа моделей, так как воздушный поток по поверхности модели создает эффект “псевдосмазки” или воздушную прослойку.

После заполнения смесью опоки стол машины поднимает модельную оснастку с опокой и наполнительной рамкой и прижимает ее к головке пресса, герметично изолируя формовочное пространство от внешней среды, чтобы воздушный поток мог выходить только через венты в подмодельной плите.



▲ Рис. 1. Блок цилиндров для рядного двигателя



▲ Рис. 2. Блок цилиндров для V-образного двигателя



▲ Рис. 3. Головка 3-цилиндрового блока



▲ Рис. 4. Головка 6-цилиндрового блока

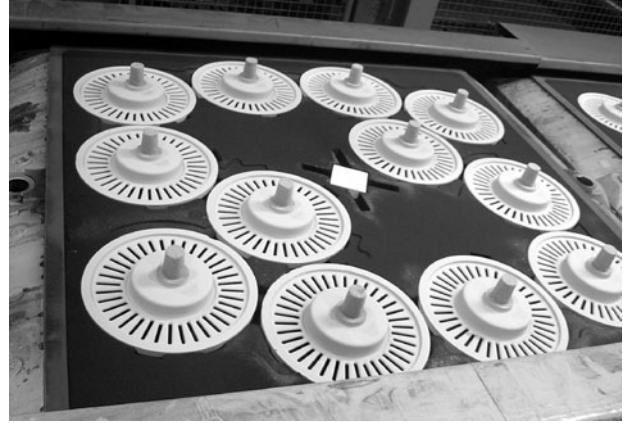
те. Уплотнение осуществляется в несколько этапов, которые практически безостановочно переходят один в другой. Клапан Seiatsu открывается, и уплотняющий воздух проходит через смесь, обеспечивая равномерное ее распределение в форме и плотное прилегание ее слоев к контурам модели на этапе I.

Этап II — предварительное уплотнение смеси. Воздушный поток оказывает направленное давление на каждое зерно смеси и приводит нижние слои смеси в движение. Смесь под его действием перемещается в более низкие участки модели, возникающее поперечное напряжение предотвращает эффект прилипания. Плотность сжатия возрастает от слоя к слою так, что наибольшая плотность достигается на участках вблизи модели.

Для последующего уплотнения формы предлагаются гидропрессы нескольких видов. При автоматическом наполнении опоки смесью и использовании моделей различных контуров наилучшие результаты могут быть достигнуты применением многоплунжерного прессы, обеспечивающего равномерное уплотнение всей формы. Каждый плунжер — это активный гидроцилиндр с защитой от поворота на оси. Блок с плунжерами отлит из чугуна и имеет много вертикальных отверстий, через которые воздух проходит в формовочное пространство при предварительном уплотнении полуформы.

Качество формы зависит от качества смеси. Опыт показывает, что метод в состоянии обеспечивать хорошее качество форм почти со всеми видами смесей, применяемых в машинной формовке. Литейные цехи, которые используют смесь с бентонитовым связующим, могут пользоваться ею и далее, как правило, без каких-либо изменений. При переходе от обычного встряхиванием на уплотнение форм воздушным потоком с прессованием приходится в большинстве случаев уменьшать содержание влаги, чтобы улучшить текучесть смеси, что важно как при предварительном уплотнении, так и при последующем прессовании. При методе Seiatsu параметры процесса уплотнения для разных форм одинаковы, поэтому и смесь должна иметь по возможности лишь небольшие отклонения в свойствах.

Метод доказал свою эффективность более чем в 500 литейных цехах по всему миру. Уплотнение в два этапа — воздушным потоком и последующим прессованием — обеспечивает прекрасные результаты. Формы, изготавливаемые по этой технологии, отличаются высокой степенью уплотнения и равномерностью по высоте. Тем самым они обеспечивают высокую размерную точность и прекрасное воспроизведение контуров. Хорошее уплотнение по краям позволяет устанавливать модели на подмодельную плиту вплотную к стенкам опоки, что дает возможность рационально использовать площадь опоки. Точность воспроизведения мельчайших



▲ Рис. 5. Опока низа с проставленными стержнями для изготовления дисков

контуров модели имеет неоспоримые преимущества при серийном изготовлении отливок. Для достижения этого первая порция смеси подается дозированно, что уменьшает количество просыпей и облегчает процесс ее приготовления.

Метод применим для изготовления всех отливок, получаемых сырой песчаной формовкой. Номенклатура производства включает бронзовые фитинги и изделия из ковкого чугуна, автомобильные отливки, отливки для электродвигателей, секции котлов нагрева, крышки люков и т.д.; > 80 формовочных машин было поставлено HWS только в цехи алюминиевого литья.

На линии завода Fritz Winter фирма HWS впервые использовала программное обеспечение CAS 2010 (cycle time analysis system) — надежное средство контроля в реальном времени как всей линии, так и каждого из ~300 приводов. Это необходимо для соблюдения заданного и фактического времени их срабатывания, обеспечения и повышения коэффициента использования оборудования. Для определения времени такта всей линии и каждого привода компьютер устанавливает момент старта и продолжительность отдельных движений, производит запись в файловую систему XML и визуализирует процессы в виде графика или таблиц для облегчения работы оператора.

Другое техническое нововведение — использование электроприводов в конструкции узлов подачи на линии простановки стержней, заливки и охлаждения. Используются регулируемые асинхронные машины, при этом толкательные и тормозные механизмы сообщаются между собой на контрольной ведущей частоте. Характерное качество смонтированных приводов — предельная точность их регулировки, что достигается благодаря отсутствию возмущающего воздействия колебаний температуры гидрожидкости и давления масла, понижения масляного столба, типичного для обычных гидроприводов. Отсутствием масла объясняются и другие преимущества — снижение пожароопасности и уровня

загрязнения окружающей среды, что часто характерно для линий с морально устаревшими гидросистемами из-за утечки масла или в результате смены фильтра.

Среди экономических преимуществ наиболее убедителен энергобаланс электропривода, так как благодаря узлу обратного питания избыточная энергия торможения возвращается обратно в сеть, а также потому, что возникающие в электролиниях сетевые потери в несколько раз ниже, чем потери энергии в гидросистеме. Расход электроэнергии электроприводов составляет 50...70% от расхода аналогичных гидроприводов.

История сотрудничества завода Fritz Winter с компанией HWS насчитывает > 10 лет и три этапа совместной модернизации (таблица).

Все три линии не обманули ожиданий потребителя относительно производительности и качества отливок. К тому же обе стороны с удовлетворением отмечают продуктивность совместной работы во время проектирования, монтажа и пуска в действие, а также высокий уровень производственного консалтинга.

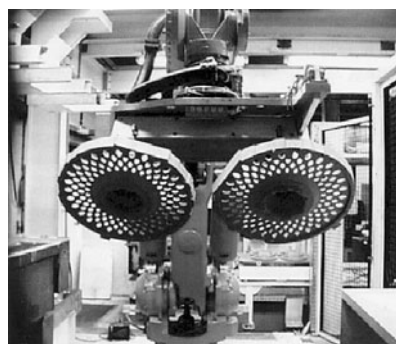
Сегодня предприятие Fritz Winter оснащено одной из наиболее мощных и технологически прогрессивных формовочных линий в сочетании с роботом-проставщиком стержней, автоматическими заливочными печами, сепаратором отливок и песка, включая оборудование для их охлаждения, пескоструйной обработки и очистки. На заводе уже с конца 80-х гг. работает стержневое оборудование Laempe. Недавно фирма закупила еще восемь машин фирмы Laempe для своего стержневого цеха. В 2002 г. компания Laempe уже поставила на завод робототехническую систему обработки стержней. Проведя технические консультации с заводом, инженеры Laempe смоделировали стержневой центр LFB50 по предоставленным техническим специ-

Формовочный автомат	Год сборки	Размер опок, мм	Производительность, форм/ч	Номенклатура	Металл
EFA-SD4	1993	930×710×360/300	200	Автомобильные отливки	СЧ, ЧШГ
ZFA-SD4,5	1998	850×850×220/ 400×400/220 реверсивного использования	220	Автомобильные и гидравлические отливки	—
EFA-SD6	2003	1120×1080×350/250	250	Тормозные диски	ЧПГ

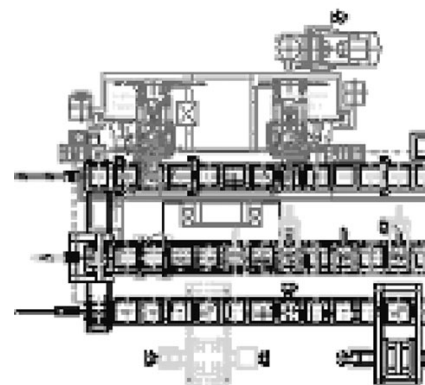
фикациям. Стоит отметить высокий уровень сотрудничества между менеджерами проекта от завода и менеджером проекта от Laempe. Инженеров Laempe попросили найти следующие технические решения: заводу был необходим гибкий робототехнический центр производства и обработки (снятия заусенцев и покраски) стержней при изготовлении вентилируемых *тормозных дисков* для легковых и грузовых автомобилей. Конфигурация ящика должна вмещать 4...5 стержней для *барбанов* легковых и 2 стержня — для грузовых автомобилей. Работа с документами была сведена к минимуму, а об-

мен информацией осуществлялся своевременно. Инженеры Laempe осуществили проект благодаря современным технологиям конструирования оборудования, например, применяя программу проектирования и моделирования 3D. Если раньше для производства и обработки таких стержней требовалось несколько человек, то на новом оборудовании может работать один оператор. Стержневой центр LFB50, установленный на заводе, содержит:

- пескоструйную машину LFB50 с коротким временем такта и газогенератором для Cold box amin-процесса;
- робот с захватывающими приспособлениями для разных видов стержней, а также с запоминающим устройством для быстрой смены этих приспособлений;



▲ Рис. 6. Робот с захватным устройством Laempe перемещает стержни *тормозных дисков* грузовика



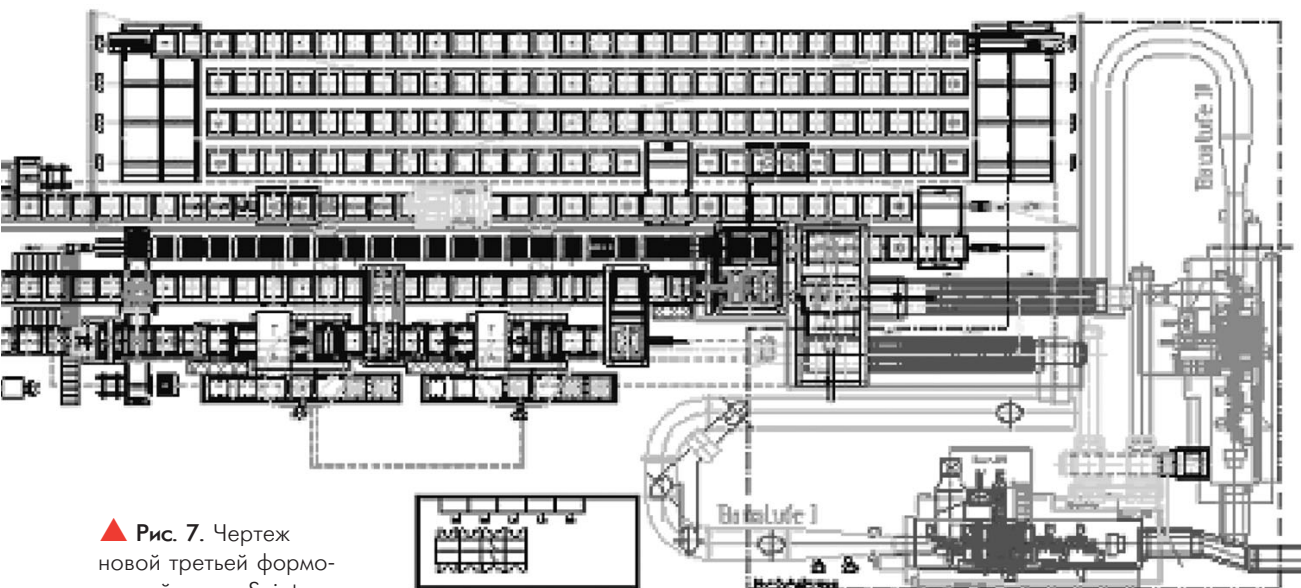
- станцию для снятия заусенцев, оборудованную стационарной пластиной для каждого вида стержня;
- окрасочную емкость с краской на водной основе, что позволяет автоматически контролировать уровень вязкости краски или воды, а также возвращаться к стандартным настройкам;
- систему очистки;
- ленточный конвейер с автоматической разгрузкой стержней;
- приборы системы безопасности с люком для предотвращения несчастных случаев на производстве.

Использование последних достижений в области проектирования, таких как рабочие станции CAD-CAM, и производственных мощностей позволяет Laempe дать гарантию на все время работы поставляемого оборудования. Доставка, установка и введение в эксплуатацию стержневых центров осуществляется квалифицированным персоналом. Также компания предоставляет клиентам круглосуточную "горячую линию" по Интернету индивидуально с каждой стержневой машиной в реальном масштабе времени.

Завод Fritz Winter — бесспорный лидер в производстве высококачественных отливок и опыте модернизации литейного производства. Результат следующий — каждые 5 лет завод покупает у ведущих немецких производителей минимум одну современную формовочную линию и ежегодно — новейшие стержневые автоматы, включая робототехнические средства для автоматизации транспортировки и простановки стержней. Аналогично поступают и другие литейные заводы индустриально развитых стран, что позволяет им на несколько шагов опережать своих конкурентов по качеству и себестоимости отливок. Лидеры делают шаг первыми и выигрывают.

В России и странах СНГ тоже есть собственные пионеры модернизации литейного оборудования. В качестве примера можно привести неполный список заводов, которые в последние годы освоили у себя стержневые автоматы фирмы Laempe: ОАО "Липецкий металлургический завод "Свободный Сокол", ОАО "Кировский завод" и "Авитек", "Кременчугский сталелитейный завод", Сумской "Центролит" (Украина), "ГАЗ", "ЗМЗ", "ЛеМаЗ", "Протон-Пермские Моторы", "Курганмашзавод", "ОЗММ", "Промтрактор-Промлит", "Красный Двигатель", "ЧАЗ", "МТЗ" (Беларусь).

Другой пример активной модернизации и российский аналог завода Fritz Winter — КамАЗ. Так, КамАЗ только в мае 2004 г. запустил первую современную линию HWS (70 форм/ч, опока 1500×1100×400 мм), а уже в 2005 г. смонтирована и запускается вторая линия (100 форм/ч, 1100×750×300 мм). Как и на заводе Fritz Winter, на КамАЗе выбрана самая современная технология формообразования — воздушный поток + прессование (Seiatsu). Третий пример эффективной модернизации производства — освоение новейшей (и в современном техническом исполнении) технологии вакуум-пленочной формовки. В I кв. 2005 г. сразу два завода одновременно запустили линии для производства чугунных ванн и достигли нулевого брака по вине форм — это новые лидеры литейного производства России — Кировский завод, г. Киров, и "Универсал", г. Новокузнецк (опока 2000×1250×750/200 мм, 45 форм/ч). Еще один пример масштабной и грандиозной модернизации литейного производства — это монтаж в 2005 г. сразу двух крупных линий вакуум-пленочной формовки для стальных отливок (опоки 3000×1800×500 и 3500×2500×500/7500/900/1250 мм) на Сумском "Центролите" (Украина) и монтаж и запуск вто-



▲ Рис. 7. Чертеж новой третьей формовочной линии Seiatsu

рой линии вакуум-пленочной формовки (опоки 3000×1800×500 мм) в г.Чебоксары на заводе "Промлит", где уже с дек. 2004 г. работает установка по этому процессу фирмы HWS (опока 3000×1800×500 мм).

Финансовый пресс переходного периода рыночных отношений, пожалуй, наиболее жестко давит на литейные предприятия и цехи, которые и раньше, в условиях бесхозяйственного монопольного государственного кредитования, всегда оказывались последними. Поэтому многие литейные заводы имеют сейчас оборудование со 100%-ным износом, с более чем 20-, а иногда 50-летним сроком службы. Таким образом, кризис литейного производства, как базового, уже на уровне "фундамента" осложняет строительство конкурентоспособного российского производства. Следует заметить, что производитель, заботясь о выпуске конечной продукции, и сейчас редко вспоминает о нуждах своего "базиса" — производителя литых изделий.

В настоящее время на рынке литейного оборудования сложилась неоднозначная ситуация с рядом взаимно исключаящих факторов. Это отсутствие: с одной стороны, финансовых средств для закупок современных литейного оборудования и технологий, а с другой — современного оборудования для выполнения выгодных заказов и повышения качества продукции и цен на нее.

При этом на фоне сложного европейского рынка наши производители теряют заказы и внутри СНГ, при одновременном повышении цен поставщиков, субподрядчиков, энергоносителей и др. Основная проблема выхода на другие рынки — низкое качество отливок по вине оборудования, в основном изношенного и производимого в СНГ не по сертифицированным европейским параметрам.

Из известных поставок отливок в страны Европы можно привести примеры поставок либо по цене металлолома, либо при обязательной сертификации оборудования Поставщика требовательным Покупателем.

Таким образом, сложился "замкнутый круг" — нет денег для закупок оборудования и, в то же время, отсутствует соответствующее оборудование для выполнения выгодных контрактов. Сегодня трудно давать прогнозы развития литейного производства в России, но единственно эффективный путь очевиден:

- модернизация производства при тщательном изучении мирового опыта;
- обучение специалистов литейных предприятий современным технологиям и маркетингу;
- коренное изменение парка оборудования, состава и численности рабочего персонала, и опять — с учетом опыта малых и средних литейных производств Европы.

Завод Fritz Winter — безусловно лучшее пособие по модернизации литейного производства, при этом всех нас в большей степени радуют пока не до конца понятые и неоднозначные экономические процессы в нашей стране, которые дали первый толчок модернизации собственных предприятий и позволяют нам надеяться, что эти процессы необратимы и что наступает резкий подъем современной индустриализации стран СНГ.

Тот, кто делает шаг в обновлении парка оборудования своего предприятия и, соответственно, стабилизации социально-экономической и финансово-промышленной ситуации, всегда выигрывает. Подтверждение этому — колоссальный мировой опыт и отсутствие альтернатив, кроме банкротства.