

А.В.Афонаскин (д-р техн. наук, ОАО «Курганмашзавод»)

Самая крупная опочная линия в Европе и эффективное литейное производство Georg Fischer

Литейный завод в Лейпциге входит в состав концерна +GF+ (Georg Fischer) – крупнейшего производителя отливок в Европе. Литейный цех завода Georg Fischer производит отливки для деталей турбин, автомобильной промышленности – задние мосты грузовых автомобилей для фирм MAN, Mercedes-Daimler, Volvo, Scania для машин грузоподъемностью 7,5 т; 11–32 т; отливки для машиностроения; станины машин массой от 360 до 1200 кг; отливки для тракторостроения, например, основная литая рама для трактора типа CNH; отливки для строительных машин и автобусов, например, поворотная база для автобусов длинного исполнения с поворотом внутри корпуса; поворотные шарниры для машин лесного хозяйства и т.д. (рис.1, 2) **на одной опочной формовочной линии HWS-Sinto**

по «Сейатцу»-процессу (Seiatsu). Годовой выпуск литья на конец 2005 г. составлял около 50000 тонн (95% высокопрочный чугун), численность всех работающих 300 человек. График работы – вся неделя без выходных в три смены. Остановка на профилактику – одни сутки в декаду. **Показатель эффективности №1** данного литейного производства – 163 тонны крупных отливок в год на одного сотрудника, включая весь вспомогательный персонал и вахтеров.

Лейпциг – город с традициями в области литья. Первая литейная фабрика Meier & Weichelt Gießerei в Лейпциге была основана в 1887 г. В 1946 г. фабрику национализировали, завод был расширен сталелитейным цехом и получил название GISAG. В 1991 г. чугунолитейный цех бывшей фирмы GISAG приобрела фирма Schubert & Salzer. На территории предприятия GISAG был построен новый литейный цех, первая очередь которого была ориентирована на изготовление крупных отливок из чугуна с пластинчатым или шаровидным графитом. В дальнейшем завод был куплен



Рис.1. Крупные автоагрегатные отливки на стенде завода Georg Fischer, Лейпциг, на выставке GIFA-2003, Дюссельдорф, в специальном павильоне для поставщиков отливок

крупнейшим швейцарским литейным концерном Georg Fischer AG, Schaffhausen. Оборот литейных заводов концерна Georg Fischer Automotive в 2005 г. составил около 1,16 млрд. евро, количество сотрудников 5870 человек (заводы расположены в разных странах мира). **Показатель эффективности №2** литейного производства концерна Georg Fischer Automotive – объем продаж отливок – около 200 тыс. евро в год на одного сотрудника литейного производства.

Завод Georg Fischer, Лейпциг, выпускает отливки с максимальной толщиной стенки 100 мм из 12 разных марок высокопрочного чугуна (EN-GJS-400-15, EN-GJS-500-7, EN-GJS-600-3 и др.) и 3 марок серого чугуна (EN-GJL-250, EN-GJL-300 и др.). Всего выпускается 300 наименований различных отливок массой от 100 до 1200 кг, масса жидкого металла на одну форму до 1600 кг. Общий уровень брака составляет 2%, включая брак по причине плавки, заливки, песка, форм, выбивки отливок и снятия отливок манипуляторами. Габаритная точность отливок по норме

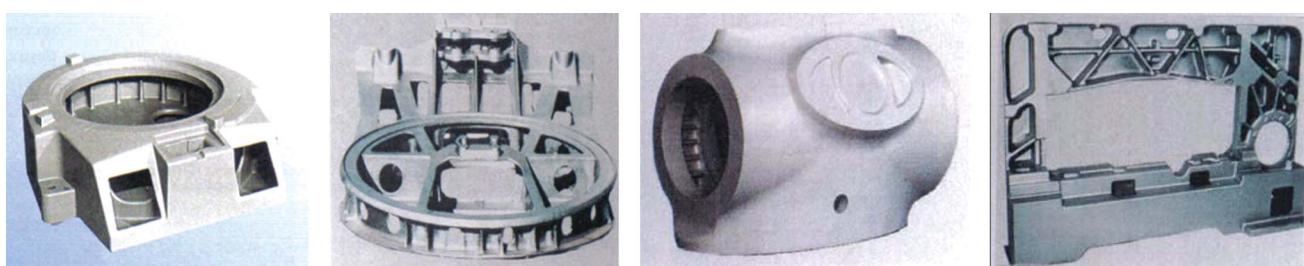


Рис.2. Примеры некоторых отливок, производимых на заводе Georg Fischer, Лейпциг



Рис.3. Бундесканцлер ФРГ Ангела Меркель на заводе Georg Fischer, Лейпциг (24.02.2007 г.), знакомится с организацией литейного производства и качеством песчаных стержней, полученных на машинах Laempe и установленных в форму линии HWS-Sinto

GTB 16 составляет 8 мм на длине 1,5 м и данная норма точности выполняется без малейших затруднений благодаря качеству современных форм. Отливки покидают территорию завода обычно после грубой механической обработки (рис. 3).

В 1993 г. в новом цехе завода была смонтирована линия HWS-Sinto с размерами опок 2500 x 1600 x 500/500 мм и стержневой автомат фирмы Laempe на 250 литров для стержневых ящиков размером 3000 x 1200 x 1050 мм. Уплотнение формы проходит в две ступени – воздушным потоком и последующим прессованием («Сейатцу»-процесс), что обеспечивает прекрасные результаты, которые подтверждаются испытаниями, например, головок блоков цилиндров для дизельных двигателей или корпусов электродвигателей. В начале 2001 г. была поставлена вторая стержневая машина фирмы Laempe на 250 литров для стержней массой до 600 кг. В одной форме получают, например,

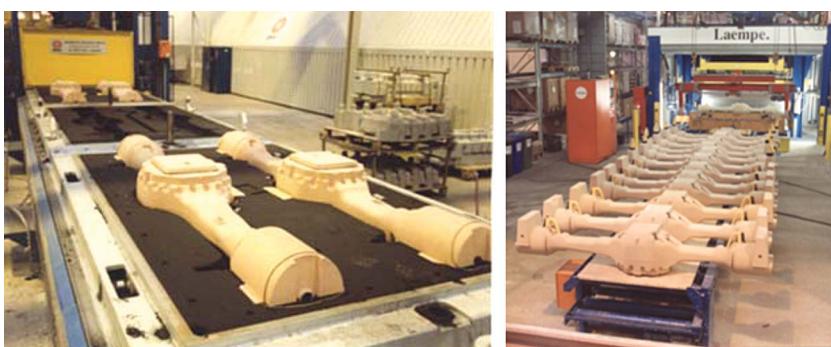


Рис.4. Форма для 2-х самых крупных мостов [линия HWS-Sinto] и стержневые автоматы Laempe на заводе Georg Fischer, Лейпциг



Рис. 5. Участок заливки форм с автоматическим разливочным устройством без подогрева

2–4 цельнолитых «моста» для грузовиков и другое крупное корпусное чугунное литье [рис.4].

Современная структура литейного завода Georg Fischer, Лейпциг

Плавка

В плавильном отделении установлены 3 индукционные печи вместимостью 12,5 т.

Мощность каждой печи 7 МВт. Производительность плавильного участка 17,2 т/ч.

Футеровка печей – основная, влажность 5,5%.

Состав шихты: металлом от автомобильной промышленности, металлом от трансформаторов, 12% первичного чугуна от «Тулачермет», стружка, рельсы, крупный стальной лом, 24% возврата собственного производства (литники).

Из печи чугун сливаются (при 1480°C для ВЧ и 1430°C для СЧ) и обрабатываются магнием в течение 140 секунд в конвертере вместимостью 5,5 тонн (Mg от 0,1 до 0,12%). Из конвертера жидкий металл заливается в индукционный миксер вместимостью 23 т (эффект модифицирования снижается на 0,01% Mg в час). Этот метод модифицирования запатентован +GF+ и дает возможность уменьшить расход магния на 20%. СЧ модифицируют ферросилицием.

Заливка

Металл разливается на линии автоматическим заливочным устройством без подогрева с ковшом вместимостью 3 т (рис.5) – изготовитель фирма Metzger, сегодня это производство передано на фирму HWS-Sinto.

При разливке чугун дополнительно модифицируется автоматической подачей проволоки в струю металла. Скорость заливки до 35 кг/с. Постоянно в обороте 3 заливочных ковша, 1 раз в день проводят очистку ковшей от шлака и исправление футеровки, каждые 5 месяцев делают новую футеровку ковшей. Модификация – вторичное в струю металла при заливке «Sferix» (FeSi + микролегирование Al, Ca, и др.). Форма имеет специальную форму литниковой чаши (овальная, не круглая) для того, чтобы во время заливки контролировать и регулировать уровень металла в стояке. Металл очищается пенокерамическими фильтрами. На модель перед формовкой устанавливаются теплоизоляционные прибыли. Литниковую чашу можно выбирать свободной конфигурации, например, овальной, с каналом для заливки со стороны и другие и на любых местах поверхности формы. Это обеспечивается устройствами формовочной линии. На собранные формы перед заливкой устанавливается груз.

Уплотнение форм

Компенсационная прессовая головка имеет саморегулирующую систему изменения давления прессования в течение процесса уплотнения формы. При этом на каждой определенной площади прессовой головки (отдельные плунжеры) давление прессования саморегулируется в зависимости от действительно достигнутой степени уплотнения формы по объему под этой определенной площадкой (одного плунжера), можно сказать, что есть всего один общий цилиндр с единственным внутренним давлением, в котором и установлены несколько поршней с возможностью индивидуально перемещаться при прессовании на разные высоты, в зависимости от податливости смеси под ними. Поток воздуха («Сейатцу») используется для предварительного уплотнения высоких болванов и при более сложных моделях.

Модели

Материал моделей – пластмасса или слоеное дерево.

Склад и замена модельной оснастки

Склад находится в подвале под формовочной линией. Замена моделей осуществляется полностью автоматически в тактовом цикле формовочной линии. Модели автоматически выезжают из подвального склада к системе автоматической замены оснастки формовочной линии, при этом все процессы автоматизации контролируются от единой системы управления формовочной линией.

Производство стержней

Стержень заднего моста одним выстрелом получают на 250 литровом комплексе Laemtre по Cold-Box-амин-процессу. Затем стержень окрашивается водной краской окунанием и сушится. Имеется запас стержней (хранение до 1 месяца).

Простановка стержней

Стержни проставляют вручную с помощью тельфера (рис.6). Необходимо отметить явную эффективность в применении устройства с пневмо-захватами, особенно при сравнении с массовым опытом отечественных заводов с переносом стержней на ремнях и др. Управляя двумя руками рабочий плавно ставит огромный стержень в знаки формы, не разрушая ее.

Выбивка и очистка

Отливки выбиваются на каскаде выбивных решеток, затем попадают



Рис.6. Установка крупных стержней с помощью схемы простейшего «пантографа» – свободное перемещение стержней через конвейер полуформ; контроль с двух сторон опоки по точности совмещения стержневых знаков



Рис.7. Манипулятор для извлечения отливок, удаления литниковой системы, кабина рабочего оборудована кондиционером

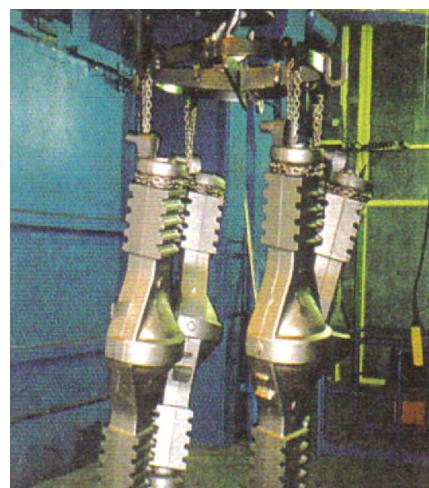


Рис.8. Подвесная система транспортировки готовых отливок «Задний мост». Манипулятор отделяет литниковой систему от отливок и подвешивает отливки на подвески монорельсовой системы

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

тью 5 т установлен на ООО «Промтрактор–Промлит», Чебоксары, для съема из вакуум–пленочной формы линии HWS–Sinto куста из 2–х стальных железнодорожных отливок «рама» или «балка», каждая массой около 0,5 т.

Снятие отливок

Съем отливок с конвейера производится двумя крупными манипуляторами, управление которыми осуществляют рабочий из кабины, оснащенной кондиционером. На заводе Georg Fischer, Лейпциг, все тяжелые транспортные работы – отделение отливки от литниковой системы и от остатков песчано–глинистой смеси, осуществляются манипуляторами с челюстным захватом, управляемыми оператором. Литниковые системы разбиваются на куски стационарным прессом с усилием в 400 т. Возврат подается обратно в шихтовое отделение плавильного участка. Некоторые очищенные от смеси и литниковой системы отливки размещаются в контейнеры и автопогрузчиками отправляются на участок дробеметной очистки.

Смесеприготовление

Свежий песок – размер зерна кварцевого песка 0,32 мм. Готовая смесь со средним размером частиц 0,18 мм, свойства смеси: влажность – 3,8% ± 0,15%, уплотняемость – 43%, газопроницаемость – более 100 ед.

Производительность

Тактовый цикл линии 25 комплектных форм в час. Средняя производительность составляет 420 форм в сутки (в 2 смены по 10 часов), то есть 21 форма в час, учитывая все задержки по вине заливки, смесеприготовления, выбивки и съема отливок. Коэффициент эффективности всего литейного цеха 84%.

Рабочий персонал участка формовки

На формовочной линии работают 6 человек (включая ручную простановку стержней), на съеме отливок – 3–4 человека (с 2 манипуляторами отливок), на складе моделей – 1 человек, в отделении смесеприготовления – 1 человек.

Формовочная линия

В 95% случаев формовочная линия устанавливается в старом цехе, и большинство формовочных линий принципиально отличаются по конфигурации. Например, с целью экономии площадей развивается новая тенденция – многоярусное расположение ветвей охлаждения форм (5 ярусов на МТЗ, Минск; «Volvo»; 3 яруса на «Mercedes») или две линии HWS–Sinto на КАМАЗ с напольным расположением до 5–ти ветвей охлаждения. В данном новом цехе все было иначе.

Литейный цех первоначально необходимо было оснастить автоматической формовочной линией. Определяющим требованием для выбора размера опок было размещение в одной форме двух крупных задних мостов грузовика. В результате был выбран размер опоки 2500x1600x500/500 мм; вид уплотнения – воздушный поток + прессование («Сейатцу»–процесс); потребность в формовочной смеси – 159 т в час; потребность в электроэнергии – 511 кВт, для размещения формовочной линии был выделен совершенно новый свободный корпус площадью 12000 м². Благодаря этому можно было спроектировать формовочную

линию с четким разграничением между участком выбивки, участком формовки, участком разливки и участком охлаждения. Такая концепция линии обеспечивает доступное для обозрения расположение всех отдельных агрегатов и гармоничную схему движения. Была выбрана производительность линии 25 форм в час; время охлаждения составляет при непрерывном цикле 5,4 ч. Для выбивки охлажденную форму необходимо передать с транспортировочной тележки на вибрационную выбивную решетку. Существовала потенциальная опасность, что ком может провалиться вниз, так как в нижней огромной опоке нет поперечных ребер. Это необходимо учитывать при выборе опоки большого размера и марки бентонита, соответствующего современным европейским требованиям. Чтобы избежать даже минимального процента риска, форму решили приподнимать всего на несколько сантиметров и передавать на лоток перед виброрешеткой, где она и выбивается. По такой схеме передачи боковая стенка лотка откидывается вниз и образует мостик между тележкой и дном лотка, на котором оказывается ком (около 6 тонн смеси в форме), чтобы он случайно не провалился (опока длиной 2500 мм), а затем он может быть сдвинут на решетку самой опокой. Как только опока окажется в лотке, стенка снова встанет на место, и опока будет поднята от кома вверх. Ком, который в результате такой выбивки имеет очень малую высоту падения, свободно сдвигается скребком на выбивную решетку. На выбивной решетке ком распадается и освобождает отливку, которую забирают из смеси с помощью манипулятора. При этом оператор манипулятора может останавливать работу виброрешетки.

После выбивки опока возвращается обратно на транспортировочную тележку и попадает на нее на участок распаривания. Распариватель автоматически освобождает скобы обеих полуформ и поднимает вначале верхнюю опоку на высоту рольганга формовочной линии. После ее отвода толкающим цилиндром формовочной линии он забирает нижнюю опоку, и в результате шаговой подачи опоки попадают вначале на участок очистки и контроля, где их внутренние стенки, лад опоки и прилегающие поверхности очищаются от остатков смеси. Приставшие брызги металла регистрируются контрольным устройством и могут приводить к остановке линии. Затем опоки попадают в формовочные машины. Они заполняются формовочной смесью и уплотняются.

Важнейшей предпосылкой при изготовлении форм с равномерным уплотнением является равномерное распределение формовочной смеси по всей площади опоки. Чтобы распределить большое количество смеси (одна полуформа содержит более 3 т смеси) на большой площади под мешочным бункером (из ткани «Тревира» с пластиковым покрытием) параллельно установлены два раздаточных транспортера, которые заполняют устройство дозирования смеси по его продольной стороне. Направляющие листы обеспечивают равномерное распределение смеси. Количество наполнения регулируется с помощью устройства взвешивания.

Уплотнение смеси осуществляется прессованием

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

воздушным потоком с последующей подпрессовкой. После открытия клапана воздух проходит через формовочную смесь в направлении к модели и выходит через венты в подмодельной плате. Воздушный поток обеспечивает равномерное распределение смеси, плотное наслаждение смеси на контур, особенно в нижних участках модели. Свою окончательную прочность форма получает после подпрессовки многоплунжерным прессом. Действие прессования может быть увеличено повторным воздушным потоком, который обеспечивает дополнительное псевдосжижение смеси во время сжатия. После уплотнения модель опускается вниз, выкатывается из машины и заменяется другой половиной модели. Так получают друг за другом верхнюю и нижнюю полуформы.

Для изготовления качественных отливок больших размеров необходимо использовать достаточное количество прибылей. С этой целью формовочная машина была сконструирована таким образом, что после выхода из машины HWS-Sinto модельный комплект имеет доступ с трех сторон. Благодаря этому существует возможность размещения на модели более 20 питателей (рис.9). Чтобы не затруднять доступ к нужной модели, участок смены моделей был перенесен в подвал. Для соединения между подвалом и полом цеха (расстояние по высоте 6 м) предусмотрены два лифта. Модельные комплекты (оснастка) снабжены передаточной плитой, поэтому можно использовать имеющиеся модели. Эта система передачи выполнена таким образом, что можно комбинировать две половины или три трети подмодельных плит. Соответственно числу подмодельных плит просверливаются и литниковые воронки.

После того, как формы выйдут из машины, их поворачивают на 180°, чтобы поверхности форм смотрели вверх. Расположенный под рольгангом неподвижный нож срезает при движении ряда опок избыток смеси по контролю диффузора. На последующем участке фреза с управлением от компьютера просверливает на обратной стороне верхней полуформы одну или несколько литниковых воронок. Затем обе половины формы опускаются на участок установки стержней. Нижняя опока устанавливается на транспортировочную тележку, которая на участке накопления передается на участок установки стержней (рис.10).

Верхняя опока находится на рольганге, который устроен так, что по участку установки стержней по-переменно следуют одна верхняя опока и одна тележка.



Рис.9. Модельные плиты для разных типов отливок «мост» и установка более 20 экзотермических прибылей, которые благодаря технологии уплотнения форм «Сейатцу» не разрушаются при прессовании



Рис.10. Полуформы низа без и с установленными стержнями

Установка стержней большого размера и массы упрощена тем, что форма имеет высокую прочность и не разрушается при надавливании. В конце участка установки стержней верхние опоки снова поворачиваются и затем приподнимаются в устройстве спаривания. Когда с последующим толчком в него поступает нижняя опока, лежащая на транспортировочной тележке, она опускает верхнюю опоку, закрывает форму и закрепляет скобами. После этого форма попадает на участок заливки, заливка осуществляется автоматическим заливочным устройством. Этот заливочный автомат рассчитан на отливки массой от 200 до 2500 кг на одну форму. Автомат может перемещаться над шестью формами и автоматически подводиться к самым различным позициям литниковой воронки. Процессы заливки и доливания производятся в автоматическом режиме автоматической системой регулирования заливки. Процесс заливки можно заканчивать в зависимости от уровня или от массы расплава.

Для охлаждения форм имеются четыре участка охлаждения на 31 тележку в каждом, причем три из них располагаются в холодильном отсеке друг над другом.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

Рис. 11. Виды на отдельные участки формовочной линии – охлаждения, смены моделей, формовки, простановки стержней, заливки

При непрерывном режиме работы продолжительность охлаждения составляет 5,2 ч. Каждый из четырех участков может использоваться и как накопительный участок и отключаться для выдерживания таких отливок, для которых требуется более длительный период охлаждения.

Для привода насосов центральной гидравлической станции, подающей более 2100 л/мин, были применены электродвигатели мощностью 450 кВт. К этому необходимо добавить насосы для оборотной и охлаждающей воды, нагрева и т.д., таким образом, общая потребность в электроэнергии составляет более 500 кВт.

Формовочная линия имеет электронное управление и контролируется автоматизированной системой управления, которая позволяет производить быструю диагностику при появлении неисправностей, а также вести регистрацию производственных параметров, причин неисправностей и времени простоев и тем самым постоянно контролировать работу линии (рис.11).

Стержневой участок

Ниже приведены оптимальные подходы к организации операций со стержнями:

- Подача стержней в контейнерах с двумя открытыми стенками. Каждый ряд стержней расположен на двух квадратных съемных трубах. В контейнере несколько рядов. Вместо труб можно использовать транспортные паллеты или поддоны.
- Контейнер подается автопогрузчиком непосред-

ственно к линии.

- Контейнеры со стержнями хранятся в многоярусном складе, можно на колесах.
- Простановщик стержней простейшего пневматического действия: 3–4 пневмоцилиндра, несколько шарниров, противовес и пантограф.
- Вместо обдува на позиции простановки желательно иметь промышленный пылесос.

Завод в Лейпциге близкий аналог по размеру форм, расположению отливок и даже конфигурации стержней производству железнодорожных отливок «рама» и «балка». Заводы СНГ по стальному литью для тележек грузовых вагонов активно завершают модернизацию стержневых участков путем внедрения, в основном, машин Laempe.

Два крупных стержневых автомата на заводе Georg Fischer в 2003 г. обеспечивали крупными стержнями производственную программу 42000 т отливок в год, а также рост производства на 20%: в 2005 г. – до 50000 тонн. В Лейпциге на два автомата по 250 литров приходится еще 5–7 «малых» стержневых машин. В других более распространенных случаях для аналогичных по размерам отливок на один «крупный» автомат приходится

более 4–х «малых».

Например, на ООО «Промтрактор–Промлит», Чебоксары, и Кременчугском стальзаводе при производстве ж/д отливок «рама» и «балка» работают 7 стержневых машин Laempe, включая 3 крупных (стальные отливки массой около 0,5 т), объем производства составляет около 120000 тонн стальных отливок в год.

В 1992–1996 гг. чугунолитейный завод Georg Fischer был подвергнут полной модернизации. Технологически были обновлены участки формовки, изготовления стержней и плавки. Особое внимание было уделено экологической защите. Плавильные агрегаты и система заводской вентиляции были оснащены обеспыливающими установками, а стержневой участок – скруббером для очистки воздуха от аминов. В течение только двух лет после модернизации завода уровень загрязнение атмосферы пылью был уменьшен на 72,3% (это соответствует 1500 т/год), сократилось и содержание в воздухе SO_2 на 42 т/год. В результате этого была получена экономия по утилизации промышленных отходов, а также значительно уменьшен штраф, который завод был вынужден оплачивать за засорение атмосферы токсическими газами.

В 1994 г. метод ручной формовки стержней из ХТС на базе фурановых смол был полностью заменен методом машинной формовки стержней по Cold–Box–амин–процессу. В 1996 г. была запущена в действие система для механической регенерации стер-

жневой смеси по Cold-Box-амин-процессу.

Завод оснащен универсальными стержневыми автоматами, из них две машины типа L250. Эти автоматы сконструированы так, чтобы на них изготавливать с быстрой заменой комплектов стержневой оснастки самые сложные стержни различных габаритов (рис.12). Максимальная масса стержней, производимых в рамках одного цикла машины – стержень 600 кг. По словам технического директора завода, г-на Кирста, это не лимит, а тенденция развития – получение даже еще более крупных стержней в одном цикле на каждом из двух 250 литровых машин Laempe. Подобный метод позволяет производить в деревянной оснастке высококачественные стержни, которые или в отдельности, или в стержневых «пакетах», блоках могут применяться для оформления внутренних полостей любых крупногабаритных отливок. Максимальная потребность завода в крупногабаритных стержнях – около 80000 шт. в год.

В результате перехода с технологии Фуран-процесс на современный Cold-Box-амин-процесс производительность увеличилась в 25 раз. Положительные результаты получены при переходе на процесс Cold-Box-амин при производстве стержней, например, для рамы трактора. Масса стержня составляет 600 кг, размеры стержня 2150x450x450 мм.

Преимущества гибкого производства стержней на 250 литровых стержневых автоматах Laempe следующие:

- высокая производительность (по опыту завода Georg Fischer); реальное отверждение стержней по Cold-Box-амин-процессу происходит со скоростью 0,5 с на 1 кг уплотненной в ящике стержневой смеси;
- высокая прочность на изгиб (2,5 МПа сразу при извлечении стержня, 4,5 МПа через 1 час после извлечения при составе смеси: 100% кварцевый песок Н31 (средний размер зерна 0,26 мм), 0,7% смолы Isocure 300MB / 0,7% полиизоцианат Isocure 600 MB [при XTC на «фуране» минимальная прочность для извлечения стержня из ящика должна быть 2,2 МПа, а время нарастания прочности до этого значения минимум 20 мин. В реальности иногда приходится ждать готовности форм и стержней от нескольких часов до суток];
- экономичное применение катализатора; средний расход амина (ДМЕА) – 4,8–8 г амина на 10 кг уплотненной стержневой смеси.
- возможность применения деревянных ящиков, в том числе без контактной поверхности из пластины, ориентировочный срок годности ящика без



Рис.12. Массовое применение деревянных стержневых ящиков на заводе Georg Fischer, Лейпциг



Рис.13 . Окрашивание стержня



Рис.14 . Общий вид сушил и тележки со стержнями на входе печи

ремонта – 20000–30000 съемов, стоимость одного комплекта минимум в 25 раз дешевле, чем подобного ящика из стали или чугуна;

- возможность механической регенерации остатков стержневой смеси Cold-Box-амин-процесса с применением до 50% регенерата при производстве стержней. Остальные 50% подаются в поток оборотной смеси (ПГС-процесс) на освежение.

Стержни красят водяной противогорячей краской. Расход краски – около 1% от массы стержня. Краску наносят окунанием стержней в ванну (рис.13). Стержни после окраски ставят на тележки и подвергают сушке в сушилах на базе СВЧ (рис.14). Мощность сушила 250 кВт. Цикл сушки 5 мин. Именно принципом сушки стержней в сушилах СВЧ

обусловлено ограничение доли применяемого регенерированного песка до 50% на повторном цикле смесеприготовления, в случае увеличения доли регенерата печи СВЧ расходуют больше электроэнергии, которая поглощается регенерированным песком в рецептуре стержня.

Завод в настоящее время изготавливает 250–300 различных по массе и размерам отливок партиями по 100–4500 шт. каждой (рис.15). Средний расход жидкого металла на форму – 500 кг. Масса одной формы с грузом и опоками до заливки ориентировано 20 т. Участок охлаждения состоит из 4–х веток, на каждой из которых охлаждаются по 31 форме.

Заводы Georg Fischer, Лейпциг и Fritz Winter посетила делегация российских специалистов литейщиков (рис.16). По итогам посещения были сделаны следующие выводы:

- Оборудование фирмы HWS-Sinto позволяет получать качественные отливки в песчано-глинистых формах с минимальными припусками на механообработку (брек по вине формы менее 1–2%).
- Высокий уровень автоматизации производства: смесеприготовительное отделение обслуживает 1–2 человека, на технологических операциях широко применяются роботы.
- Участие человека в технологической операции сведено к минимуму, в основном производитель-

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48



Рис.15. Отливки среднего и самого крупного заднего моста (материал: EN-GJL, масса 650 кг) завода Georg Fischer, Лейпциг на выставке GIFA -2007, Дюссельдорф, на фоне машины второй формовочной линии фирмы HWS-Sinto для МТЗ, Минск



Рис.16. Руководство HWS-Sinto – K.Wilbert с планом линии (а); Dr.C.Muschna отвечает на вопросы специалистов (б); главный металлург Уралвагонзавода В.Байков выясняет тонкости технологии у руководства Georg Fischer (в); вся делегация у экспозиции отливок Georg Fischer (г)

нность оборудования и качество продукции определяет автоматизация процесса.

- Перечисленные выше условия позволили отказаться от бюро технического контроля.
- На всех заводах отмечается высокая культура производства, нет захламленности, поддерживается чистота на рабочих местах, оборудование находится в хорошем состоянии.
- Мощная приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает хорошие условия труда.
- Для внутренних перевозок (жидкого металла, стержней, материалов, отливок) широко используются автомобильные погрузчики. Жидкий металл из одного корпуса в другой может перевозиться погрузчиком, оборудованным поворотным чайниковым ковшом.
- Отмечается высокий уровень инженерных решений по комплексной разработке литейной технологии при освоении новой номенклатуры. При этом

используются новейшие разработки в области литья, рекомендуемые институтом при ассоциации немецких литейщиков.

Для литейных предприятий России и СНГ целесообразно рекомендовать:

- При получении отливок из чугуна нужно применять модифицирование чугуна современными высокоеффективными модификаторами.
- Создание на литейных заводах специальных участков по подготовке шихты, особенно для индукционных печей. Без подготовленной шихты получение качественных отливок проблематично.
- Для получения отливок из СЧ и ВЧ рекомендовать применение системы (вагранка и индукционный миксер или дуговой миксер постоянного тока; индукционная печь + индукционный миксер, дуговая электропечь + индукционный миксер).
- Для отливок серийного и массового производства применение формовочного оборудования с процессом «воздушный поток + прессование» оправдано.
- Применение Cold-box-amīn-процесса при производстве стержней полностью оправдано и подтверждено опытом.
- Целесообразно использовать смесители с вихревым процессом.

Список литературы

1. Буданов Е.Н. Сотрудничество фирмы Laemtre с литейными заводами концерна Georg Fischer AG // Литейщик России. – 2007. – №5. – С. 13–17.
2. Буданов Е.Н. О новых тенденциях развития литейных технологий в 2007 г. // Литейное производство. – 2006. – №12.
3. Буданов Е.Н. Опыт модернизации ведущего литейного производства Германии – завода Fritz Winter // Литейное производство. – 2005. – №5. – С.26–30.
4. Буданов Е.Н. Современное производство по Сейатсу – процессу сложных отливок типа «корпус электродвигателя» // Литейщик России. – 2006. – №12. – С. 11–16.