

Д. А. КУДИН, Б. В. КУРАКЕВИЧ, А. П. МЕЛЬНИКОВ, Г. И. ПАСЮК,
НП РУП "ИНСТИТУТ БЕЛНИИЛИТ"

ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ПЕСЧАНО-СМОЛЯНЫХ СМЕСЕЙ, ОТВЕРЖДАЕМЫХ ПРОДУВКОЙ ГАЗООБРАЗНЫМИ ОТВЕРДИТЕЛЯМИ

На предприятиях Беларуси и России с серийным характером производства в изготовлении отливок широко распространены технологические процессы получения литейных песчаных стержней с отверждением в нагреваемой оснастке, так называемые "Hot-box"- и "Croning"-процессы.

Эти процессы используют в производстве примерно 60 % отливок. Они получили широкое развитие в 60-е годы вместе со строительством и вводом в эксплуатацию крупных литейных производств, таких, как Волжский завод легковых автомобилей и Камский завод грузовых автомобилей, и являлись прогрессивными, высокопроизводительными технологическими процессами. "Hot-box"-процесс значительно превосходил процесс изготовления стержней с использованием безмасляных и масляных связующих с тепловой сушкой в специальных сушилах по параметрам точности размеров и качества поверхности отливок, производительности труда рабочих.

Широкому распространению "Hot-box"-процесса изготовления стержней способствовали.

1. Разработка и постановка на производство целого ряда связующих и катализаторов к ним для приготовления песчано-смоляных стержневых смесей, способных быстро отверждаться под воздействием тепла стержневого ящика. По своим физико-механическим характеристикам и химическим свойствам эти материалы не уступают аналогичным образцам зарубежного производства.

2. Создание высокопроизводительного, автоматизированного современного технологического оборудования для производства стержней. НП РУП "Институт БелНИИлит" совместно с другими специализированными предприятиями была создана гамма стержневых машин для автоматизированного производства стержней по "Hot-box"-процессу, которая состоит из семи основных базовых и пяти специальных моделей и позволяет изготавливать стержни массой от нескольких граммов до 80 кг.

3. Неоспоримые преимущества технологии:

- точность стержней;
- относительно короткий цикл изготовления стержней;
- высокое качество стержней и отливок;
- хорошая выбиваемость стержней из отливок;

- возможность автоматизации технологических операций изготовления стержней;

- длительность хранения стержней.

По технологии "Hot-box"- процесса на предприятиях Республики Беларусь установлено и до последнего времени было задействовано в производстве 151 стержневая машина, в том числе: Минский автозавод — 36, Минский тракторный завод — 45, Минский моторный завод — 9, Минский завод отопительного оборудования — 12, Гомельский завод литья и нормалей — 8, гомельский завод "Центролит" — 1, гомельский завод "Гомсельмаш" — 6, Могилевский автозавод — 6, Осиповичский завод автомобильных агрегатов — 9, другие заводы — 10.

Но наряду с неоспоримыми преимуществами "Hot-box"- процесс имеет существенные недостатки.

Во-первых, высокие энергетические затраты на нагрев стержневого ящика для отверждения в нем стержневой смеси. На изготовление 1 т стержней расходуется 75—400 кВт/ч электроэнергии или 25—30 м³ газа.

Во-вторых, токсичность — большие выбросы вредных газыделений в окружающую среду. Так, при изготовлении 1 т стержней с использованием карбамидофурановой смолы КФ-90 в окружающую среду выбрасывается свыше 4500 мг вредных газыделений.

В-третьих, сложные стержни подвержены коррозии и не обеспечивают требуемую точность отливок.

В-четвертых, целесообразность применения процесса оправдана только при серийности стержней более 2000 шт. в год из-за большой стоимости стержневой оснастки, оборудования и технологических материалов.

Принципиальным решением, способным в значительной мере уменьшить остроту проблем, вызванных "Hot-box"-процессом, является переход в технологии изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей с продувкой газообразными отвердителями. Данная технология основана на отверждении стержней посредством продувки парами газа и в зависимости от используемого газа и связующего материала имеет несколько разновидностей:

- продувка сернистым ангидридом — "Эпоксид-SO₂"- и "Фуран-SO₂"-процессы;
- продувка триэтиламино — "Ashland"-процесс;
- продувка метилформиатом — "Betaset"-процесс;
- продувка углекислым газом — "Carbaset"-процесс.

Существуют и другие разновидности технологии изготовления стержней продувкой газообразными реагентами.

Важнейшие преимущества новых технологий:

- повышение точности отливок на 1—2 класса;
- возможность применения для изготовления сложных, цельных стержней;
- отсутствие деформации стержней в ящике и при последующих технологических и транспортных операциях вследствие их отверждения по всему объему;
- высокое качество литых поверхностей деталей;
- уменьшение затрат в литейном производстве за счет:

а) снижения более чем в 70 раз расхода энергоснабжителя по сравнению с применяемыми процессами изготовления стержней в нагреваемой оснастке;

б) снижения на 20—30 % брака в производстве отливок;

в) экономии металла от уменьшения припусков на механообработку до 10—20 %;

г) экономии связующих компонентов в 2 раза;

д) снижения расхода свежих песков за счет возможности механической регенерации отработанных смесей;

е) использования для стержневых ящиков любых материалов (алюминий, дерево, пластмассы и др.) и снижения затрат на их изготовление и ремонт в 1,5—2,0 раза;

- повышение производительности стержневых машин в 1,3 раза;

- улучшение экологических показателей, обеспечивающих установленные нормативы;

- принципиальное улучшение условий труда рабочих в стержневых отделениях литейных цехов;

- возможность полной автоматизации процесса изготовления и постановки в формы стержней, а также получения более сложных стержней, что часто исключает операцию их склейки из отдельных частей;

- возможность модернизации имеющегося стержневого оборудования в литейных цехах под новый технологический процесс.

Новые технологии обеспечивают одно из требуемых условий для получения сертификата на технологию производства отливок, повышают конкурентоспособность отливок на мировом рынке. В странах СНГ разработан отечественный вариант технологии изготовления стержней продувкой сернистым ангидридом — "Эпоксид-SO₂"-процесс с постановкой на производство необходимых технологических материалов к нему. В настоящее время эта технология применяется на Камском литейном заводе.

БелНИИлит в 70-е годы овладел основами технологии "Ashland"-процесса. Однако создать отечественные образцы связующих, отверждаемых триэ-

тиламино, не удалось. Поэтому технологический процесс не получил промышленного применения. В настоящее время на предприятиях России созданы и поставлены на производство технологические материалы для данной технологии и требуется оборудование для внедрения ее в производство. Институт проводит работы по их испытанию в производственных условиях и обработке технологических параметров процесса.

Процесс отверждения стержней продувкой метилформиатом был запатентован фирмой "Borden" (Великобритания) в 1984 г. под названием "Betaset"-процесс и применяется в настоящее время в ряде стран (Германия, Япония, Англия, США и др.). Из всех известных продувочных технологий "Betaset"-процесс долгие годы оставался наименее токсичным, обладая при этом необходимыми технологическими свойствами. Учитывая изложенное выше институт выполнил работы по разработке отечественной связующей системы и технологического оборудования для изготовления стержней, отверждаемых продувкой метилформиатом.

Технологический процесс основан на использовании связующей системы, состоящей из двух частей. Первая часть — щелочная резольная фенолоформальдегидная смола перемешивается с песком и уплотняется в оснастке любым из известных способов. Вторая часть — сложный метиловый эфир муравьиной кислоты — метилформиат в виде пара, входящего в состав газозвушной смеси, подается под давлением в холодный стержневой ящик, проходит через песчано-смоляную смесь, вызывает ее отверждение в течение нескольких секунд.

Смолы, традиционно выпускаемые химической промышленностью, для использования в "Betaset"-процессе не годились, поэтому БелНИИлитом совместно с "Уралхимпласт" была разработана смола ФСМ специально для использования в составе фенольно-эфирной связующей системы. Зарубежным аналогом смолы является связующее "Феникс-800" японской фирмы KKK.

В настоящее время для "Betaset"-процесса производство смолы ФСМ-1 организовано на предприятии "Уралхимпласт" (г. Нижний Тагил), а смолы Карбэктис-1 — на НПФ "Карбохим" (г. Дзержинск).

Среди свойств фенольно-эфирной связующей системы, отверждаемой метилформиатом, наиболее отличительным является низкая газотворность, которая составляет при влажности стержневой смеси 0,6—0,8 % всего лишь 5,5—6,0 см³/г.

"Betaset"-процесс в России внедрен в производство на предприятии "Армагус" в г. Гусь-Хрустальный Владимирской области.

Одновременно с проводимыми работами по технологическим процессам институт выполняет программу по созданию стержневых машин для производства стержней по технологии отверждения продувкой газообразными катализаторами. По этой программе предусматривается создание основных

Основные технические характеристики стержневых машин для производства песчаных стержней, отверждаемых продувкой газообразными катализаторами

Наименование параметра	Значение параметра		
Модель машины	4752Б2К1	4747Б2К1	4760Б2К1
Способ заполнения стержневого ящика смесью	Пескодувный	Пескодувный	Пескодувный
Максимальная масса стержня, кг	23	80	150
Цикловая производительность, съёмов/ч	40–50	20–30	20–30
Разъем стержневого ящика	Горизонтальный	Горизонтальный	Горизонтальный
Размеры стержневого ящика, мм	580×580×170	929×850×365	1600×1180×570
Тип привода	Пневматический	Пневматический	Пневматический
Расход воздуха, м ³ /ч	22	35	45
Установленная мощность, кВт	15	19	19
Масса машины, кг	7400	14000	18600
Габариты машины, мм:			
длина	5800	5720	8180
ширина	4500	5900	5900
высота	3750	3925	4650

базовых моделей стержневых машин для производства стержней массой до 150 кг. В основу создания конструкций машин положена унифицированная гамма стержневых машин для производства стержней с отверждением в нагреваемой оснастке.

В создаваемых конструкциях стержневых машин принят пескодувный способ уплотнения песчаной смеси в стержневом ящике, обеспечивающий достаточно высокое качество стержней и минимальное время на заполнение песчано-смоляной смесью стержневого ящика.

Определяющим параметром машин является объем пескодувного резервуара, которому соответствует масса изготавливаемого стержня и размеры стержневого ящика. В зависимости от объема резервуара приняты параметры пескодувного метода уплотнения: объем ресивера, площади сечений воздухопроводов, вдувного и выхлопного клапанов, параметры пескодувной гильзы и т. д.

По своей компоновке машины относятся к однопозиционным машинам челночного типа с подвижным пескодувным резервуаром и продувочной головкой, перемещающимися с позиции загрузки стержневой смеси в пескодувный резервуар на позицию надува смеси в ящик и стационарно установленным или же перемещающимся стержневым ящиком. Пескодувный резервуар во время надува смеси в ящик прижимается к последнему, а все усилия на ящик, возникающие в процессе надува, замыкаются на секции стержневого ящика и на пескодувный резервуар не передаются.

Основные технические характеристики стержневых машин приведены в таблице.

Созданные стержневые машины по своим техническим параметрам и конструкторским исполнениям не уступают зарубежным аналогам и оснащены:

- системами локализации вредных газовыделений, образующихся при отверждении стержневой смеси в ящике, т.е. укрыты в специальный кожух, частично застекленный для наблюдения за работой механизмов и раскрывающийся для ее обслуживания;
- системами герметизации стержневого ящика и продувочной плиты для возможности удаления газообразного катализатора при продувке стержневой смеси в ящике;
- системами, обеспечивающими быстрый съём и установку надувной плиты и стержневого ящика на машину;
- надежными современными системами управления работой машин с использованием программируемых контроллеров (с учетом требований заказчика);
- современной лицензионной пневматической аппаратурой.

Создаваемые стержневые машины по своим конструктивным решениям способны производить стержни по двум технологиям: "Ashland"-процессу и "Betaset"-процессу.

В настоящее время изготовлены стержневые машины мод. 4747Б2К1 и 4760Б2К1.

Машина мод. 4747Б2К1 смонтирована в литейном цехе Минского тракторного завода и проводится ее технологическая отладка по технологии "Betaset"-процесса для производства стержней крупных чугуновых отливок с использованием стержневых материалов предприятий России и Австрии, а стержневая машина мод. 4760Б2К1 находится в стадии монтажа.

В 2000 г. будут завершены работы по изготовлению машины мод. 4752Б2К1, которая будет запускаться в производственную эксплуатацию на одном из предприятий г. Казани для производства стержней по "Ashland"-процессу сложных алюминиевых отливок.