

A brief analysis of modern technological processes of mass core production is given. Are outlined the main advantages of cold-box-amin process.

Д. М. КУКУЙ, БГПА,
Д. А. КУДИН, НПП "ИНСТИТУТ БЕЛНИИЛИТ"

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА СТЕРЖНЕЙ

УДК 621.14.18

Производство стержней является важной составной частью процесса получения качественных отливок. В структуре отечественного литейного производства доля трудоемкости процесса получения стержней занимает около 25% от всего объема трудоемкости получения отливок. В СНГ производство стержней на предприятиях с серийным характером выпуска отливок выглядит следующим образом:

- ~60% — "горячие" ящики (Hot-Box и Cronic);
- ~20% — с использованием тепловой сушки;
- ~20% — маложивучие холоднотвердеющие смеси (ХТС) и др.

Как следует из приведенных данных, преобладающими являются процессы изготовления стержней в "горячих" ящиках при сохранении еще большей доли весьма энергоемких процессов тепловой сушки. Однако структура и характер стержневого производства в промышленно-развитых странах за последние 20 лет коренным образом изменились, что в первую очередь выразилось в отказе от производства стержней с использованием тепловой сушки и в замене "горячих" процессов производства стержней на "холодные" и "теплые".

Это связано с тем, что по сравнению с процессами производства стержней в нагреваемой оснастке "холодные" процессы имеют следующие неоспоримые преимущества:

- возможность применения для изготовления стержней практически любой группы сложности;
- повышение точности стержней и отливок на 1—2 класса вследствие отсутствия термических напряжений, деформаций и коробления стержней при их извлечении из оснастки и хранения;
- облегчение условий труда в стержневых отделениях, улучшение экологической ситуации в литейных цехах и вокруг них;
- возможность полной автоматизации процесса изготовления стержней и простановки их в форму;
- уменьшение затрат в литейном производстве за счет снижения расхода энергоносителей, брака стержней, повышения производительности стержневых машин и др.

В настоящее время за рубежом разработаны и широко используются следующие технологические процессы изготовления стержней.

1. Cold-box-amin* (США). В состав смеси входят такие компоненты, как (мас. %): обогащенный кварцевый песок — 98—99; фенольная смола — 0,5—1,0; полиизоцианат — 0,5—1,0. В качестве газообразного катализатора применяют третичные амины.

Основные технологические параметры: живучесть — 3—4 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч—1,5—1,8) — 2,5—3,0. При реализации этого процесса требуется герметизация стержневого ящика и специальное продувочное устройство. Необходимы газогенератор и нейтрализатор.

После уплотнения смеси (как правило, пескоструйной) стержень продувается амино-воздушной смесью. В результате протекания ступенчатой полимеризации связующая система превращается в твердый полиуретан, обеспечивающий высокие прочностные свойства смеси. Процесс продувки стержня осуществляется в два этапа: 2—10 с — газация и 10—20 с — продувка сжатым воздухом. Избыток амина направляется в нейтрализатор.

Основные преимущества процесса: высокие технологические, экологические и экономические показатели, отсутствие эрозии стержневой оснастки, высокая производительность.

Недостатки процесса: повышенные требования к качеству песка, содержанию влаги в песке и воздухе, токсичность и взрывоопасность катализатора.

2. Фуран-SO₂. В состав смеси входят следующие компоненты (мас. %): обогащенный кварцевый песок — 96,7—98,1; фурановая смола — 1,4—2,2; органический пероксид — 0,5—1,1. В качестве отвердителя вяжущей системы используется газообразный SO₂ (чистый или в смеси с воздухом).

Основные технологические параметры: живучесть — 24 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч — 1,0—1,5) — 1,5—1,8. Реализация технологии требует герметизации стержневого ящика и использования специального продувочного устройства. Необходимы газогенератор и нейтрализатор.

Основные достоинства процесса: хорошие технологические свойства смеси и высокая механическая прочность стержня. Недостатки процесса: силь-

*Названия приводимых ниже процессов в разных странах могут различаться.

ное налипание связующего на оснастку, а также токсичность и химическая агрессивность SO_2 .

3. Эпокси- SO_2 (США, Германия). В состав смеси входят следующие компоненты (мас. %): обогащенный кварцевый песок — 98,4—98,8; модифицированная эпоксидная смола, смешанная с органическим пероксидом, — 0,6—0,8; эпоксидная смола, смешанная с акрилатом, — 0,6—0,8; газообразный катализатор SO_2 , смешанный с воздухом или азотом.

Основные технологические параметры: живучесть — 24 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч — 1,5—1,8) — 2,5—3,0. Реализация технологии требует герметизации стержневого ящика, а также наличия специального продувочного устройства. Необходимы газогенератор и нейтрализатор.

Уплотнение смеси, продолжительность продувки газом, прочность смеси аналогичны Cold-box-amin-процессу. Газовоздушная смесь — смешанный с сжатым воздухом SO_2 готовится в специальном газогенераторе. Основные достоинства процесса: отсутствие литейных дефектов: ситовидной пористости и газовых раковин; низкая газотворность; высокая живучесть и выбиваемость.

Недостатки процесса, связанные с применением SO_2 : токсичность, химическая агрессивность, что требует строгого соблюдения правил техники безопасности.

4. Betaset (Великобритания). В состав смеси входят следующие компоненты (мас. %): обогащенный кварцевый песок — 97,5—98,5; водорастворимая щелочная смола — 1,5—2,5. В качестве газообразного катализатора используется метилформиат.

Основные технологические параметры: живучесть — 3—4 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч — 0,6—1,0) — (1,2—1,5). При реализации процесса необходимость в тщательной герметизации стержневого ящика и наличии нейтрализатора часто отсутствует. Учитывая, что эта технология не обеспечивает получения высоких прочностных свойств, она используется, как правило, при изготовлении стержней несложной конфигурации.

5. Carbophen (США, Германия). В состав смеси наряду с 97,0—98,0% кварцевого формовочного песка входит 2,0—3,0% модифицированной гидроокисью калия фенольной смолы. Газообразный катализатор — CO_2 .

Основные технологические параметры: живучесть — 3—6 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч — 0,6—0,8) — 0,9—1,2. Процесс отличается простотой и не требует использования специального продувочного устройства, газогенератора и нейтрализатора. Рекомендуется для серийного и единичного производства как альтернатива CO_2 -процессу. После извлечения стержня на ящике происходит его упрочнение за счет остаточного CO_2 , при этом процесс можно ускорить подсушкой.

Основные достоинства процесса: связующее не содержит азота, серы и фосфора, содержание сво-

бодного фенола и формальдегида — менее 0,1—0,2%, что позволяет получать отливки без дефектов; не используются взрывоопасные, легковоспламеняющиеся и токсичные материалы.

Основной недостаток процесса: низкая прочность стержня.

6. Redset (Германия). В состав стержневой смеси наряду с кварцевым песком входит 0,6—1,2% полифенольной смолы. Газообразный отвердитель — диметаксиметан.

Основные технологические параметры: живучесть — 24 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после продувки (24 ч — 1,6—2,0) — 2,5—3,0.

Особенность технологического оборудования состоит в том, что необходимо оборудование для подогрева песка и стержневого ящика, нейтрализатор в это время не требуется. Рекомендуется для использования при литье отливок из легких сплавов, технологически имеет те же преимущества, что и Cold-box-amin-процесс.

Основные достоинства процесса: высокая живучесть и выбиваемость смеси; экологическая безопасность.

Недостатки процесса: высокая вероятность образования газовых дефектов отливки из-за высокого давления выделяемых при заливке газов.

7. Alphaset (Великобритания). В состав стержневой смеси входит водорастворимый щелочный фенолформальдегидный олигомер — 1,3—2,0%; жидкий отвердитель — композиция на основе сложного эфира — 0,3—0,6 %, остальное — обогащенный кварцевый песок.

Основные технологические параметры: живучесть — 7—40 мин; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после отверждения (24 ч — 0,6—0,8) — 0,9—1,2. Рекомендуется для серийного и единичного производства. Объемное отверждение смеси характеризует показатель "живучесть/время до извлечения", равный 0,2—0,3.

Основные достоинства процесса: наличие широкой гаммы отвердителей, определяющих скорость отверждения от "медленных" до "быстрых" с низким содержанием азота и серы, которые обеспечивают стабильность процесса в любое время года; низкие требования к содержанию влаги и температуре песка; низкая токсичность.

Широкое использование процесса ограничивается из-за относительно невысокой прочности смеси.

8. Pep-set (США). В состав стержневой смеси наряду с кварцевым песком входит 0,5—0,8% раствора модифицированной фенолформальдегидной смолы и 0,5—0,7% раствора полиизоционата. Жидкий катализатор — амин.

Основные технологические параметры: живучесть — 1—20 мин; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после отверждения (24 ч — 1,5—1,8) — 2,2—3,0. Отличительной особенностью процесса является то, что показатель "живучесть/время до извлечения" равен 0,8—0,9 и превосходит показатели всех известных процессов маложивучих ХТС.

Этому процессу присущи практически все достоинства и недостатки AlphaSet-процесса.

9. Warm-box (США). В состав стержневой смеси входит 2,0—2,5% фурановой (карбомидоформальдегидофурановой) смолы и 0,5—0,7% водно-спиртового раствора сульфокислоты.

Основные технологические параметры: живучесть — 3—4 ч; $\sigma_{\text{разр}}$, МПа, после отверждения (24 ч — 1,2—1,5) — 1,6—1,9. Особенность технологического процесса состоит в том, что можно использовать то же технологическое оборудование, что и для производства стержней по традиционной "горячей" оснастке. В связи с этим и сам процесс аналогичен производству стержней по "горячей" оснастке, но температура стержневой оснастки несколько ниже и составляет 140—180 °С.

Основные достоинства процесса: низкое содержание свободных фенола и формальдегида; отсутствие литейных дефектов (ситовидной пористости и ужимин).

Из всех способов получения стержней по "холодной" оснастке наиболее распространенным является Cold-box-amin-процесс. На промышленных предприятиях Западной Европы и США более 70% отливок производится с использованием этого процесса. Это обуславливается его высокими технологическими и экономическими показателями. По зарубежным данным, экономичность процессов Cold-box-amin, Warm-box, Hot-Box, Carbophen, Croning составляет соответственно 1,0; 1,20; 1,25; 1,32; 1,6.

Например, процессы изготовления стержней в ФРГ в середине 90-х годов применялись следующим образом: Cold-box-amin — 57%; Hot-Box — 16; Croning — 13; Эпоксид-SO₂-процесс — 2; Betaset — 2, прочие — 10%.

В странах СНГ и Беларуси наблюдается заметное отставание стержневого производства от уровня производства развитых стран. В первую очередь это касается используемого оборудования и технологий по Cold-box-процессам.

Степень износа основных фондов в экономически развитых странах составляет менее 25% (порог экономической безопасности — 50%). В странах же СНГ литейное оборудование имеет износ 75—97% и оно продолжает использоваться. Срок обновления оборудования и технологий предельно далек от средневропейского (7 лет).

В итоге многие литейные предприятия были вынуждены отказаться от выгодных зарубежных заказов из-за невозможности изготовления отливок высокого качества и с точностью, соответствующей международным стандартам.

Кроме того, недостаточно высокое качество отливок, изготавливаемых в наших литейных цехах, во многом снижает конкурентоспособность конечных изделий — станков, автомобилей, тракторов и др. Весьма существенную лепту в это вносит и отсутствие современных технологических процессов

изготовления стержней, обеспечивающих как высокое качество, так и экономичность отливок. Однако, учитывая все конкурентные рыночные факторы, на многих белорусских предприятиях прорабатываются технические и экономические возможности перевода технологии изготовления стержней на холодные процессы.

Первым предприятием, которое уже в этом году выйдет на новый уровень производства стержней, стал Минский тракторный завод, заключивший договор с НПП "Институт БелНИИлит" на разработку, изготовление и внедрение в производство двух крупных технологических комплексов мод. 4760 и 4747, которые в настоящее время изготавливаются на ПГП "Кузлитмаш". Рассчитанные на изготовление крупных стержней (массой до 150 и 80 кг соответственно) по Cold-box-amin-процессу, эти стержневые машины заменят две действующие на заводе не один десяток лет линии пескострельного изготовления стержней с последующей тепловой сушкой. Номенклатура

Отдельные показатели ожидаемого экономического эффекта от применения Cold-box-amin-процесса при изготовлении стержней отливок блока цилиндров КПП и муфты сцепления (по данным МТЗ)

Показатель	По действующей технологии	По технологии Cold-box-amin-процесса
Количество стержней в отливке, шт.:		
отливка А	1	1
отливка Б	1	1
отливка В	13	1
Масса стержня (стержневого комплекта), кг:		
отливка А	163,75	115
отливка Б	90	72
отливка В	208	182
Количество операторов в две смены	44	12
Стоимость 1 т стержневой смеси, %	100	190
Стоимость стержневой смеси на годовую программу, %	100	113,7
Расход электроэнергии на годовую программу, %	100	27,1
Расход сжатого воздуха на годовую программу, %	100	42,5
Расход природного газа на годовую программу, %	100	0
Расходы на модельную оснастку в год, %	100	11,5
Экологические расходы в год, %	100	59,8
Расходы на каркасы в год, %	100	30
Транспортные расходы по вывозу стержневых смесей в год, %	100	59,8
Годовая заработная плата стержневщиков, %	100	27,3
Амортизация оборудования, %	100	61
Общая себестоимость годовой программы, %	100	55,4
Срок окупаемости оборудования, лет		3,2

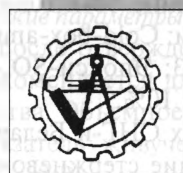
отливок, переводимых на использование изготовленных по новому процессу стержней, — блок цилиндров КПП, муфта сцепления и корпус маслобака. Проведенный расчет (см. таблицу) ожидаемого эффекта от перехода на ХТСГ красноречиво свидетельствует о правильности выбора руководства завода.

Наряду с комплексами НПП "Институт БелНИИлит" Минский тракторный завод проводит подготовку к приобретению аналогичного оборудования фирмы "Laetpre" (Германия), что позволит в производственных условиях сравнить не только экономическую, но и техническую конкурентоспособность отечественного литейного машиностроения.

СЕРВИС

КАЧЕСТВО

ВЫБОР



ПОТРЕБНОСТЬ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ОТ А ДО Я
ПОТРЕБНОСТЬ В ИЗГОТОВЛЕНИИ МОДЕЛЕЙ
ОСМОЛКА ИНСТРУМЕНТА, ВКЛЮЧАЯ ОСНАСТКУ

Уже десятилетия ведущие поставщики

HOHNEN & CO. • 33697 BIELEFELD

Postfach 21 90 33 • Tel.(0521) 922 12-0 • Telefax (0521) 922 12-20
Email: info@hohnen.de • Internet: <http://www.hohnen.de>

Наш каталог можно получить по запросу