

Современные тенденции в области изготовления стержней из холоднотвердеющих смесей

Студенты: гр. 10404128 Шпилевский Я.В., гр. 10404118 Гурин К.Г.
Научный руководитель Коренюгин С.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В литейном производстве существует большое количество способов изготовления стержней, в которых применяют смеси различных составов. Одними из самых распространенных для изготовления стержней являются холоднотвердеющие смеси отверждаемые при помощи отвердителей и катализаторов. На сегодняшний день известно большое количество методов изготовления стержней из данного типа смесей. Например, методы, основанные на продувке стержней, находящихся в «холодной оснастке», газовым отвердителем. Наиболее распространенными среди них являются: cold-box-amin-процесс; beta-set-процесс; эпоху-SO₂-процесс [1].

Также существуют смеси отверждаемые в «холодной оснастке» с применением жидкого катализатора, который входит в состав смесей: маложивучие холоднотвердеющие смеси на основе органических связующих материалов, жидкие самотвердеющие смеси на основе жидкого стекла, жидкие самотвердеющие смеси на основе органических связующих материалов [2].

Маложивучие холоднотвердеющие смеси на основе органических связующих материалов применяются для изготовления стержней при получении отливок массой от 0,5 кг до 50 т в индивидуальном и мелкосерийном производстве отливок из черных и цветных сплавов.

В качестве катализаторов в них используются ортофосфорная и бензосульфокислота. Механизм отверждения ХТС основан на том, что введение в состав смеси кислотного катализатора резко сдвигает рН системы в кислую область, что инициирует протекание поликонденсационных процессов между отдельными олигомерами связующего материала и образование его пространственной структуры, формирующей как адгезионные связи между отдельными зернами наполнителя смеси, так и собственную когезионную прочность.

Основной особенностью маложивучих ХТС является обратная взаимосвязь между скоростью отверждения и живучестью смеси. В связи с этим процесс ее приготовления должен быть максимально кратковременным (3-30 с), после чего смесь должна немедленно использоваться для изготовления стержней. Технология изготовления стержней из песчано-смоляных ХТС отличается от технологии изготовления стержней с тепловым отверждением тем, что уменьшается число технологических операций и их трудоемкость, отпадает необходимость в ряде транспортных операций и погрузочно-разгрузочных работ.

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 температуры песка; низкая токсичность.

Жидкие самотвердеющие смеси (ЖСС) имеют высокую текучесть, поэтому они подобно жидкости могут быть залиты в стержневой ящик. Другое важное свойство этих смесей – самозатвердевание. ЖСС широко применяются при индивидуальном и крупносерийном производстве. Так же их применяют при изготовлении средних и крупных по величине стержней, так как в этом случае, ввиду отсутствия операции уплотнения смеси, их использование наиболее эффективно.

В состав ЖСС входят жидкая композиция (ПАВ, жидкое стекло и вода), наполнитель, отвердитель и различные добавки для регулирования технологических и рабочих свойств смеси. Содержание жидкого стекла в смесях составляет 6-7 % при использовании в качестве

отвердителя феррохромового шлака и 3,5-4,5 % при применении нефелинового шлама. В качестве пенообразователя используют НЧК (нейтрализованный черный контакт). Применение НЧК исключает необходимость сушки форм и стержней с целью восстановления газопроницаемости [3]. Твердение ЖСС происходит в процессе обменных реакций между жидким стеклом и силикатом кальция.

Применение ЖСС позволяет резко повысить производительность труда, исключить ручной труд при изготовлении форм и стержней, устранить энергоемкую операцию сушки, механизировать производство крупных отливок.

Жидкие самотвердеющие смеси на основе жидких органических связующих (ОЖСС) во многом лишены недостатков ЖСС на основе жидкостекольного связующего. Наибольшее применение из таких смесей нашли ОЖСС с лигносульфонатами (ЛСТ), отверждаемые хромовым ангидридом CrO_3 .

В состав таких смесей могут входить следующие компоненты: кварцевый песок, глина, ЛСТ ($\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$), хромовый ангидрид, вода, КЧНР, катализатор, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медный купорос) или др., феррохромовый шлак, персульфат аммония.

Главное достоинство ЖСС и ОЖСС заключается в том, что они не требуют уплотнения после свободной их заливки в оснастку. К недостаткам их относят невысокую прочность и повышенную хрупкость стержней и форм. Поэтому ЖСС и ОЖСС применяют в основном для изготовления крупных и средних стержней и форм относительно простых конфигураций. ОЖСС в отличие от ЖСС лучше выбиваются из отливок, однако ОЖСС требуют обязательной подсушки, а используемый в их составе отвердитель (хромовый ангидрид или бихроматы) является токсичным соединением.

Механизм предложенного в 1968 г. фирмой Ashland (США) метода Cold-box-amin заключается в продувке отформованного в ненагреваемой оснастке стержня газообразным катализатором из группы третичных аминов. Стержневая смесь для этого процесса готовится из сухого песка и связующего, состоящего из двух компонентов (растворов синтетической фенольной смолы и полиизоцианата). В процессе продувки стержня газообразным катализатором гидроксильные группы фенольной смолы стремительно и очень прочно соединяются с группами полиизоцианата, в результате чего образуется полиуретан, прочно связывающий зерна песка и обеспечивающий высокие эксплуатационные свойства изготавливаемых стержней [1].

Основными преимуществами Cold-box-amin -процесса являются: равномерное объемное отверждение стержня в течение нескольких секунд или продувки; высокая прочность, обеспечивающая возможность изготовления стержней самой сложной конфигурации; минимальный суммарный расход связующего; высокая производительность стержневых автоматов, обеспечивающая их использование в массовом производстве отливок; высокое качество отливок; легкая выбиваемость и регенерируемость.

Недостатки процесса: высокая стоимость материалов и оборудования; жесткие требования к качеству песка; токсичность и взрывоопасность катализатора [2].

Beta-set-процесс, разработанный фирмой «Borden» (Англия) в начале 80-х гг., основан на быстром отверждении смеси в холодной оснастке при продувке парами метилформиата. Связующее – щелочной резольный полифенолят. Используемый для продувки реагент – метилформиат, МФ (метиловый эфир муравьиной кислоты).

Процесс отверждения аналогичен Alpha-set. Сначала МФ подвергается гидролизу в водощелочной среде с образованием муравьиной кислоты и метанола. Время продувки в зависимости от массы стержня составляет, как правило, от 10 до 30 с.

Масса стержней по beta-set-процессу ограничена 10–12 кг, максимум 20 кг. Достижимая прочность в 1,5–2 раза ниже, чем в процессах с продувкой аминами или SO_2 .

К достоинствам описываемой технологии относятся хорошее качество литых поверхностей (сталь, чугун, цветные сплавы), отсутствие азота и серы в связующем, незначительное термическое расширение смеси, относительная влагостойкость, более легкая (по сравнению с cold-box-amin и ероху- SO_2) выбиваемость и возможность достижения экологически

благоприятных условий на формовочных и стержневых участках.

К недостаткам можно отнести дороговизну технологии, в связи с чем для относительно небольших серий стержней ее применение становится уже экономически неоправданным, а также невозможность получения стержней высокой прочности [2].

В середине 80-х годов в ФРГ была разработана усовершенствованная технология SO₂- процесса изготовления стержней, так называемый ероху-SO₂-процесс, в составе стержневой смеси которого в качестве связующего используются не фурановые (как в фуран-SO₂-процессе), а специальные модифицированные эпоксидные смолы. При этом смесь содержит следующие компоненты (масс.%): 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 SO₂, смешанный с воздухом или азотом.

Уплотнение смеси, продолжительность продувки газом аналогичны cold-box-amin-процессу. Газовоздушная смесь – смешанный с сжатым воздухом SO₂ готовится в специальном газогенераторе.

Отличительной особенностью эпоксидных связующих, наряду с их высокой удельной прочностью, является практически полное отсутствие в их составе азота, в связи с чем использование стержней ероху-SO₂-процесса практически исключает возможность образования ситовидной пористости и газовых раковин в отливках. Также достоинствами процесса являются: низкая газотворность, высокая живучесть и выбиваемость стержней.

Недостатки процесса, связанные с применением SO₂: токсичность, химическая агрессивность, что требует строгого соблюдения правил техники безопасности [2].

В изготовлении стержней по представленным методам наблюдаются следующие тенденции:

- уменьшение количества операций и снижение их трудоемкости, соответственно повышение производительности труда;
- снижение количества вредных выбросов;
- снижение энергозатрат;
- механизация и автоматизация изготовления;
- повышение качества внутренних полостей путем улучшения качества поверхностей стержней;
- улучшение технологических параметров стержней (выбиваемость, газотворность).

Список использованных источников

1. Ф.А. Домотенко, С.И. Сиротенко, А.Н. Карась, А.П. Мельников, М.А. Садоха, Г.И. Пасюк. Современные ресурсосберегающие технологии в литейном производстве ОАО «МТЗ» // // Литьё и металлургия. — 2016. — № 3. — С. 5-8.

2. Кукуй, Д.М. Теория и технология литейного производства. Формовочные материалы и смеси: учебн. Пособие / Д.М. Кукуй, Н.В. Адрианов. – Мн.: БНТУ, 2005. – 391 с.

3. Голотенков О. Н. Формовочные материалы: Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 164 с.