УДК 621.74

DOI: 10.35211/1990-5297-2021-7-254-50-52

*И. О. Леушин, А. Н. Грачев, Л. И. Леушина, П. М. Явтушенко***ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОПОДВИЖНЫХ
САМОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ТО НКОСТЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК****Нижегородский государственный технический университет
им. Р. Е. Алексеева (федеральный опорный университет),
г. Нижний Новгород
e-mail: igoleu@yandex.ru.**

Способ изготовления литейных форм и стержней для стального и чугунного литья из жидкоподвижных самотвердеющих смесей известен с 60-х годов прошлого века. Идея способа очень проста – после приготовления ЖСС заливается в рабочую полость стержневого ящика или на модель, установленную в опоку, а затем некоторое время выдерживается до опадения пены, затвердевания стержня или формы и восстановления газопроницаемости до рабочих значений. Тем не менее способ не получил широкого распространения в действующем производстве из-за ряда недостатков. В работе поставлена цель «реанимировать» его с учетом современных рисков и вызовов. По результатам проведенного информационно-аналитического обзора выполнена критическая оценка. Определены направления совершенствования и перспективы его использования в инновационной технологии производства тонкостенного стального литья ответственного назначения.

Ключевые слова: литейная форма, стержень, жидкоподвижная самотвердеющая смесь, стальная тонкостенная отливка.

*I. O. Leushin, A. N. Grachev, L. I. Leushina, P. M. Yavtushenko***PROSPECTS OF APPLICATION OF LIQUID-MOVING SELF-CURING MIXTURES
IN THE PRODUCTION OF THIN-WALLED STEEL CASTINGS****Nizhniy Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev
(Nizhniy Novgorod, Russia)**

The method of manufacturing casting molds and cores for steel and iron casting from liquid self-hardening mixtures has been known since the 60s of the last century. The idea of the method is very simple – after preparation, the LSS is poured into the working cavity of the core box or onto the model installed in the flask, and then it is kept for some time until the foam falls, the core or shape hardens and the gas permeability is restored to operating values. Nevertheless, the method is not widely used in existing production due to a number of disadvantages. The aim of the work is to «revive» it, taking into account modern risks and challenges. Based on the results of the information and analytical review, a critical assessment was made. The directions of improvement and prospects of its use in innovative technology for the production of thin-walled steel casting for critical purposes are determined.

Keywords: casting mold, core, liquid self-hardening mixture, steel thin-walled casting.

Технология изготовления литейных форм и стержней из жидкоподвижных самотвердеющих смесей (ЖСС) была разработана в СССР сотрудниками ЦНИИТМАШ в 60-е годы прошлого века [1]. Особенность ЖСС – сочетание свойств неньютоновской жидкости, с позиций реологии представляющей собой вязко-пластичную систему, со способностью затвердевать на воздухе без дополнительного температурного воздействия в течение некоторого времени. Переход исходной смеси в жидкоподвижное состояние при достаточно низкой влажности (не более 5,0–5,5 % масс.) достигается введением в нее в дополнение к основному связующему (жидкое стекло) и наполнителю (кварцевый

песок) поверхностно-активных пенообразователей, которые при перемешивании образуют мельчайшие пузырьки пены, разобщающие зерна песка и облегчающие их скольжение друг относительно друга. В свою очередь, самозатвердевание смеси на воздухе обеспечивается отверждающими реагентами – отвердителями в ее составе [2, 3]. Суть технологии очень проста – после приготовления ЖСС заливается в рабочую полость стержневого ящика или на модель, установленную в опоку, а затем некоторое время выдерживается до опадения пены, затвердевания стержня или формы и восстановления газопроницаемости до рабочих значений.

Основными достоинствами технологии являются высокая газопроницаемость литейных форм и стержней, достигающая уровня 400–500 единиц, существенное (до 3–5 раз) снижение трудоемкости их изготовления по причине исключения операции уплотнения смеси из производственной цепочки, сокращение времени на формовку, а также повышение экологической безопасности и улучшение санитарно-гигиенических условий труда работающих [4].

Тем не менее производство форм и стержней из ЖСС не получило широкого распространения в практике работы литейных цехов у нас в стране и за рубежом из-за «весьма посредственного качества» получаемых отливок [2, 5, 6]. Это было обусловлено такими факторами, как:

- относительно высокая стоимость компонентов ЖСС;
- низкая производительность процесса, связанная с необходимостью выдержки стержня или формы до полного затвердевания;
- нестабильность технологии смесеприготовления и слабая управляемость процессом из-за сложности достижения в условиях действующего производства оптимума текучести и устойчивости пены, с одной стороны, и скорости отверждения, а также кинетики восстановления газопроницаемости смеси после ее заливки в стержневой ящик или на модель в опоке – с другой;
- затрудненная выбиваемость и, как следствие, высокие энергозатратность и трудоемкость выполнения финишных операций производства форм и стержней (выбивка и очистка отливок) особенно на стальном литье;
- недостаточно высокие прочностные свойства форм и стержней из-за повышенной пористости, увеличивающие риск их разрушения при транспортировке и эксплуатации;
- высокая вероятность получения на отливках грубой, шероховатой поверхности и пригара.

В настоящее время группой исследователей кафедры «Металлургические технологии и оборудование» Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева активно проводятся работы по реновации незаслуженно забытого, по мнению авторов данной статьи, способа изготовления форм и стержней из ЖСС, имеющие целью обеспечить конкурентоспособность данной технологии в сравнении с производством форм и стержней из холоднотвердеющих смесей (ХТС) применительно

но к тонкостенному стальному литью ответственного назначения мелких серий.

В качестве производственной база для поисковых работ выбрано производство одного из предприятий Нижегородской области, занимающегося выпуском стальных литых тонкостенных заготовок для нужд ПАО «РУСПОЛИМЕТ» (г. Кулебаки). Предприятие проходит сложный этап технического перевооружения литейного цеха.

На приведенном ниже рисунке показана укрупненная последовательность технологических операций изготовления отливок, которую отличают то, что:

- 1) модели изготавливаются в пресс-формах, выполненных методом 3D-печати (аддитивная

Укрупненная последовательность технологических операций изготовления отливок

технология) из термостойкого и экологически безопасного материала (пластик);

2) в качестве материала моделей выбирается модельная композиция, удаляемая в течение короткого времени в низкотемпературном интервале с верхним порогом, не превышающим температурную зону полиморфных превращений материала формы;

3) используется разовая объемная керамическая форма, которая изготавливается из ЖСС заливкой в опоку специальной конструкции с установленным в нее модельным блоком, а также последующими выдержкой и нагревом для удаления модельного блока выжиганием; при этом газопроницаемость формы перед ее заливкой металлическим расплавом может достигать уровня высоких значений;

4) заливка формы перегретым металлическим расплавом происходит сразу после удаления из нее моделей (в нагретом состоянии) под воздействием вакуума, налагаемого на металл через перфорационные отверстия опоки специальной конструкции и газопроницаемую объемную керамическую форму вплоть до достижения расплавом температуры солидуса.

В рамках представленной технической схемы намечено решение целого ряда задач, ориентированных на снижение или исключение указанных выше недостатков, и, как следствие, улучшение технологичности ЖСС.

Перспективы применения ЖСС в производстве тонкостенных стальных отливок авторы данной статьи связывают с такими мероприятиями:

– как снижение доли жидкого стекла в составе ЖСС для повышения выбиваемости и снижения трудоемкости финишных операций;

– использование в составе ЖСС современных, более дешевых, доступных и эффективных отвердителей, а также ПАВ-пенообразователей в сочетании с пеногасителями, позво-

ляющее регулировать основные технологические параметры процесса смесеприготовления: продолжительность и интенсивность перемешивания; плотность жидкой композиции, устойчивость пены, живучесть, текучесть, газопроницаемость и газотворность ЖСС;

– применение объемных литейных форм и стержней из ЖСС для производства стальных отливок с толщиной стенок до 5–7 мм по термоудаляемым моделям в комбинации с вакуумированием, обеспечивающее рост прочностных свойств форм и стержней на фоне их повышенной пористости, а также снижение риска получения поверхностных дефектов и обезуглероживания стальных отливок в тонких сечениях.

По мнению авторов статьи, это позволит обеспечивать выпуск продукции стабильно высокого качества без высоких рисков брака из-за влияния внешних и внутренних факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борсук, П. А. Жидкие самотвердеющие смеси / П. А. Борсук, А. М. Лясс. – М. : Машиностроение, 1979. – 255 с.
2. Литейные формовочные материалы / А. Н. Болдин [и др.]. – М. : Машиностроение, 2006. – 507 с.
3. Васильев, В. А. Физико-химические основы литейного производства / В. А. Васильев. – М. : Изд-во МГТУ, 1994. – 320 с.
4. Возрождение технологии формообразования в станкостроении на основе неорганических компонентов / С. С. Ткаченко, В. С. Кривицкий, Ю. Н. Муравьев, Г. А. Колодий // Станкоинструмент. – 2018. – № 1(010). – С. 62–67.
5. Зинченко, Ю. А. Исследование жидкоподвижной самотвердеющей смеси для форм стального литья с целью оптимизации ее состава / Ю. А. Зинченко // Вестник ДГТУ. – 2010. – Т. 10, № 2(45). – С. 258–265.
6. Курын, М. Г. Синтез самотвердеющих смесей с заданным комплексом свойств и оптимизация технологических режимов их изготовления / М. Г. Курын // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – № 1(3). – С. 25–29.