

Литература

1. Винидиктова, Н. С. Влияние технологических добавок на прочностные характеристики полипропилена / Н. С. Винидиктова, Ж. В. Кадолич // Технология переработки и упаковки. – 2005. – № 1 (45). – С. 10–13.
2. Вазелиновое масло // Википедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вазелиновое_масло. – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Винидиктова, Н. С. Ориентационная вытяжка полимерных волокон в жидких средах с целью упрочнения и придания бактерицидности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 ; 05.17.06 / Н. С. Винидиктова ; ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2010. – 22 с.
4. Делокализованный крейзинг полимеров в жидких средах / А. Л. Волынский [и др.] // Высокомолекуляр. соединения. Сер. Б. – 1999. – Т. 42, № 3. – С. 549–564.

**ВЛИЯНИЕ ОГНЕУПОРНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОТЕКАНИЕ
СМОЛЯНОГО ПРОЦЕССА В ЛИТЕЙНЫХ СТЕРЖНЯХ****Р. С. Романцов***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. Н. Прусенко

На современных литейных предприятиях используется большое разнообразие технологических процессов, позволяющих формировать необходимые эксплуатационные характеристики литейных стержней. В нашей стране хорошо зарекомендовали себя технологии групп «No bake» и «Cold box». Данные технологии основываются на применении песчано-смоляных смесей, которые обеспечивают высокую манипуляционную прочность, газопроницаемость литейных стержней с низкой газотворной способностью. Ввиду этого контроль параметров качества имеет важное значение в изготовлении отливок заданного химического состава с необходимыми размерной и геометрической точностью.

На основании литературных источников [1], [2] можно выделить два принципа технологического контроля параметров качества литейных стержней: исходные материалы, стержневые смеси. Причем исходные материалы песчано-смоляных смесей (синтетические смолы, огнеупорные наполнители, вспомогательные добавки) являются главными регуляторами технологического процесса получения качественных литейных стержней. Принято считать, что потенциально возможные прочностные и пластичные свойства песчано-смоляных смесей определяются характером и величиной сил когезионного воздействия [1] в зоне единичного контакта зерен огнеупорного наполнителя. Ввиду этого качественные и количественные характеристики огнеупорного наполнителя имеют значительное влияние на формирование механических свойств литейных стержней.

Для оценки их влияния были проведены исследования с использованием кварцевых огнеупорных наполнителей: $1K_2O_102$, $2K_2O_102$, $2K_2O_1016$. Проведенные лабораторные исследования позволили установить, что данные марки песков имеют сосредоточенную зерновую структуру, характеризуются средним размером зерен 0,18–0,28 мм, содержанием глинистой составляющей 0,2–0,5 %, низкоогнеупорных примесей 0,22–0,42 %, мелкодисперсной фракции 0,24–0,35 %.

Для исследования эксплуатационных свойств литейных стержней были изготовлены образцы, выполненные из данных марок песков с добавлением фурановой смолы Furtolit Q510 и отвердителя Hdrter SR45. При приготовлении песчано-смоляных смесей количество компонентов вводилось согласно нормам, рекомендованным производителем.

Таблица 1

**Характеристика полученных образцов, выполненных
из исходных марок формовочных песков**

Образцы с использованием марок песков	Среднее значение прочности, МПа			Среднее значение газопроницаемости, ед.	Среднее значение газотворности, см ³ /г
	1 ч	4 ч	24 ч		
2K ₂ O ₁ 016	0,37	0,58	1,5	216	13
2K ₂ O ₁ 02	0,48	0,79	1,7	254	11
1K ₂ O ₁ 02	0,55	0,92	2,1	255	9

Как видно из табл. 1, все образцы имеют достаточно высокую газопроницаемость (более 200 ед.). Наибольшая прочность характерна для образцов, выполненных из формовочного песка 1K₂O₁02. Данный песок характеризуется наименьшим содержанием примесей и глинистой составляющей. Наименьшее значение прочности свойственно образцам, выполненным с использованием 2K₂O₁016. В данной марке песка установлено наибольшее количество примесей и глинистой составляющей. Кроме этого средний диаметр частиц данного песка составляет 0,16 мм, что говорит о большей удельной их поверхности и, как следствие, более тонкой «пленки» связующего в сравнении с 1K₂O₁02.

Для оценки влияния легкоплавких примесей (слюды, полевые шпаты, карбонаты, соединения железа) на основные эксплуатационные показатели (табл. 2) литейных стержней формовочный песок прокаливали в печи в течение 60 мин при температуре 1000 °С. После охлаждения навеска взвешивалась и далее повторно прокаливалась в течение 10 мин. Количество циклов прокалики определялось выходом на постоянство массы образца.

Таблица 2

**Характеристика полученных образцов, выполненных
из формовочных песков после прокаливания**

Образцы с использованием марок песков	Среднее значение прочности, МПа			Среднее значение газопроницаемости, ед.	Среднее значение газотворности, см ³ /г
	1 ч	4 ч	24 ч		
2K ₂ O ₁ 016	0,42	0,62	1,7	218	9
2K ₂ O ₁ 02	0,52	0,85	2	259	8
1K ₂ O ₁ 02	0,61	0,98	2,2	257	8

Как видно из проведенного исследования, газопроницаемость образцов практически не изменилась, а газотворность уменьшилась. Это связано с очисткой исходных песков от щелочных оксидов и карбонатов, которые при температуре от 585 до 980 °С разлагаются с значительным газообразованием. Также следует обратить внимание на увеличение прочностных характеристик образцов, полученных с использованием прокаленных песков в сравнении с исходными. Считается, что низкоогнеупорные примеси активно взаимодействуют с отвердителем связующего компо-

нента, связывая его протоны, что нарушает формирование заданной химической структуры манжеты и, как следствие, ведет к снижению прочности образцов.

Для исследования влияния глинистой составляющей, содержащейся в огнеупорном наполнителе на эксплуатационные свойства литейных стержней, использовалась методика «отмучивания» предварительно прокаленных песков. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика полученных образцов, выполненных из формовочных песков после «отмучивания»

Образцы с использованием марок песков	Среднее значение прочности, МПа			Среднее значение газопроницаемости, ед.	Среднее значение газотворности, см ³ /г
	1 ч	4 ч	24 ч		
2K ₂ O ₁ 016	0,42	0,62	2,1	219	9
2K ₂ O ₁ 02	0,52	0,85	2,4	262	8
1K ₂ O ₁ 02	0,61	0,98	2,5	258	8

В результате проведенного исследования установлено, что газотворность образцов не изменилась, а газопроницаемость не существенно увеличилась. Рост прочности образцов произошел за счет увеличения контактного взаимодействия зерен песка со связующим компонентом путем разблокирования от адгезированных на их поверхности частиц глинистой составляющей.

Для исследования влияния мелкодисперсной фракции на свойства литейных стержней и форм из песчано-смоляной смеси производили отсев фракций менее 005 из песков после прокаливания и «отмучивания». Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика полученных образцов, выполненных из формовочных песков без мелкодисперсной фракции

Образцы с использованием марок песков	Среднее значение прочности, МПа			Среднее значение газопроницаемости, ед.	Среднее значение газотворности, см ³ /г
	1 ч	4 ч	24 ч		
2K ₂ O ₁ 016	0,53	0,7	2,3	225	9
2K ₂ O ₁ 02	0,58	0,93	2,6	268	8
1K ₂ O ₁ 02	0,64	1,2	2,6	267	8

В результате исследования отмечен рост газопроницаемости и прочности образцов. Вследствие удаления мелкодисперсной фракции произошло увеличение пористости структуры образцов и, как следствие, улучшение проходимости газов в их межзерновых каналах. Рост прочности связан с увеличением реологических свойств связующего вещества и равномерным формированием оболочек вокруг зерен песка. Присутствующая мелкодисперсная фракция увеличивает вязкость связующего компонента, замедляя протекание химических реакций для формирования стыковых манжет.

В данной работе проведены исследования влияния огнеупорных наполнителей $1K_2O_{10}2$, $2K_2O_{10}2$, $2K_2O_{10}16$ на формирование прочности, газотворности и газопроницаемости. Было установлено, что параметры огнеупорного наполнителя оказывают существенное влияние на протекание смоляного процесса в литейных стержнях. При очистке кварцевых песков от легкоплавких примесей, глинистой составляющей, мелкодисперсной фракции происходит рост прочности на 23–53 % и газопроницаемости на 4–5 % с снижением газотворности на 12–31 %. В виду этого подбор кварцевых огнеупорных наполнителей для песчано-смоляных смесей является важной составляющей формирования необходимых свойств литейных стержней.

Литература

1. Жуковский, С. С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справочник / С. С. Жуковский. – М. : Машиностроение, 2010. – 256 с.
2. Кукуй, Д. М. Теория и технология литейного производства : в 2 ч. / Д. М. Кукуй, В. А. Скворцов, Н. В. Андрианов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – Ч. 1. Формовочные материалы и смеси. – 406 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ НЕЙРОСЕТОВОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ОТЛИВКИ

И. В. Предчанко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. Б. Одарченко

Решение задач по проектированию и оптимизации литейных технологий связано с необходимостью оценки технологичности отливок. Оценка технологичности основывается на определении в первую очередь геометрической сложности отливок и на практике проводится с использованием экспертного подхода. Вместе с тем современный аппарат математического моделирования и подходы, заложенные в CAD, CAM, CAE продуктах, создают возможность для комплексной разработки литейной технологии с применением автоматизированного процесса оценки геометрической сложности. В основе реализации такой возможности выступают современные программные продукты, позволяющие производить оценку геометрических параметров трехмерных моделей. При этом вопрос о возможности создания алгоритма компьютеризированной оценки сложности не решен в полной мере. В настоящее время отсутствует универсальная система признаков, характеризующих критериальные связи между параметрами геометрической сложности и технологичностью отливки, а также производственно-технологическими критериями их изготовления. Соответственно требуется разработка классификационной системы (кластеризация отливок), связывающей конструктивные особенности (признаки) отливок и необходимые технологические параметры процесса их производства. Это позволит перейти к универсальной системе признаков, способных охарактеризовать требования к технологии изготовления любой отливки. Очевидно, что геометрическая сложность коррелирует с затратами на обеспечение качества, трудоемкостью и ресурсоемкостью процессов получения отливок [1]. Поэтому предлагаемая кластеризация отливок, при ее создании, с минимальными затратами может быть доработана и использована в качестве основы в системах оценки себестоимости отливок и экономической эффективности процессов их производства.