

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **033644**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2019.11.12**

**(21)** Номер заявки  
**201700557**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.10.23**

**(51)** Int. Cl. **B22C 9/04** (2006.01)

---

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕСЧАНО-СМОЛЯНЫХ ФОРМ**

---

**(43)** **2019.04.30**

**(96)** **KZ2017/069 (KZ) 2017.10.23**

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**КАРАГАНДИНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(KZ)**

**(56)** Н.А. СОКОЛОВ, Литье в оболочковые  
формы, Москва, Машиностроение, 1978, с. 173,  
174, фиг. 1

RU-C1-2359777

SU-A-865489

DE-A1-0663249

**(72)** Изобретатель:  
**Исагулов Аристотель Зейнуллинович,  
Куликов Виталий Юрьевич, Квон  
Светлана Сергеевна, Щербакова  
Елена Петровна, Достоева Ардак  
Мухамедиевна, Аринова Сания  
Каскатаевна, Ковалёва Татьяна  
Викторовна, Сидорина Елена  
Анатольевна, Медведева Ирина  
Евгеньевна, Исагулова Диана  
Аристотелевна (KZ)**

**(57)** Изобретение относится к литейному производству, а именно к изготовлению оболочковых форм из песчано-смоляных смесей. Техническая сущность - повышение равномерности плотности и увеличение прочности оболочковой формы как в плакированной, так в неплакированной смеси. Для равномерного распределения наполнителя (песка) разных фракций и повышения адгезионной способности связующего (смолы) предлагается использовать статическое давление 0,25...0,32 МПа на смесь, которое является нестационарным в процессе формообразования, с последующим понижением давления через 10 с на 0,04-0,07 МПа, а затем еще через 10 с повышением на величину 0,10-0,15 МПа.

**B1**

**033644**

**033644**

**B1**

Изобретение относится к литейному производству, а именно к способу изготовления оболочковых форм из песчано-смоляных смесей.

Повышение прочности оболочковых форм позволит снизить расход дорогостоящего связующего. При этом следует обратить внимание, чтобы при этом не происходило снижение других механических и технологических показателей оболочковой формы.

Сокращение расхода смолы для изготовления оболочковых форм приведет к сокращению затрат на производство форм.

Известен бункерный способ формообразования. Бункерный способ заключается в свободной засыпке модельной оснастки смесью с помощью поворотного бункера. Бункер наполняют песчано-смоляной смесью, и на его приемную рамку устанавливают нагретую модельную плиту. Затем бункер поворачивают в вертикальной плоскости на  $180^\circ$ , вследствие чего формовочная смесь засыпает модельную плиту. Для формирования оболочки необходимой толщины плиту выдерживают под смесью в течение 20-60 с, по истечении которых поворачивают бункер в исходное положение. Недостатками этого способа являются неравномерная плотность, переменная толщина оболочки и ограничение толщины формируемой оболочки (Специальные способы литья: Справочник под ред. Е.А. Ефимова, М.: Машиностроение, 1991, с. 160).

При пескодувном способе изготовления оболочковых форм смесь под давлением до 0,7 МПа в течение 3-5 с вдувают в зазор между контрплитой и моделью. Пескодувный метод изготовления оболочковых форм позволяет получать качественные оболочковые формы с заданной толщиной в определенных местах, но требует обязательного применения только лакированных смесей, то есть необходимы дополнительные материальные и энергетические затраты на лакирование смеси (там же, с. 162).

Известно также, что прессование позволяет увеличить скорость формирования и повысить качество оболочки (там же, с. 162). Прессование повышает прочность как лакированной, так и нелакированной смеси. Для практических целей рекомендуется применять прессующее усилие до 0,2 МПа (Просяник Г.В., Лакедемонский А.В. Изготовление оболочковых форм. М., Профиздат, 1963, с. 163).

Известен также способ изготовления оболочковых форм, при котором уплотнение смеси осуществляется с помощью наложения на опоку рамки с мембраной, деформирующейся под давлением сжатого воздуха и сжимающей смесь (Способ изготовления оболочковых форм и машина для его осуществления. Figueras Michel, Barrallon Georges, Armand Aime. Заявка 2575946, Франция, заявл. 15.01.85, № 8500760, опубл. 18.07.86 МКИ В22С 13/08).

Наиболее близким аналогом является способ изготовления оболочковых форм из песчано-смоляной смеси, в котором предлагается использовать статическое давление 0,40...0,50 МПа на смесь, которое изменяется в процессе формообразования: сначала понижается на 0,05-0,08 МПа спустя 10 с, затем повышается на величину 0,10-0,15 МПа спустя 20 с. А в конце формирования оболочки толщиной 10-15 мм давление снижается до нуля (Способ изготовления оболочковых форм из песчано-смоляной смеси. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Шарая О.А. и др. Инновационный патент № 27018, опубл. 14.06.2013, бюл. № 6, МКИ В22С 1/22).

Однако такое изменение одного только давления приводит к концентрации напряжений в сформированной оболочке. Снижение же давления до нуля в конце формообразования приводит к некоторому разупрочнению и разуплотнению за счет расширения пространства между частицами песка.

В целом, уплотнение песчано-смоляной смеси в период формирования оболочковых форм положительно сказывается на уменьшении брака форм и на увеличении скорости формирования оболочек. То есть позволяет устранить вышеприведенные недостатки. Кроме того, прессование повышает прочность и применимо для лакированной и нелакированной смесей, что позволит снизить содержание связующего в смеси и соответственно себестоимость форм.

Техническим результатом является повышение равномерности плотности и увеличение прочности оболочковой формы как в лакированной, так в нелакированной смеси.

Во всех случаях температура нагрева модели остается постоянной порядка  $250^\circ\text{C}$ .

Известно, что на первой стадии прессования под воздействием внешней силы происходит структурное уплотнение шамотной массы в результате смещения частиц относительно друг друга и заполнения ими пустот в объеме слоя. На второй стадии прессования после укладки частиц уплотнение слоя происходит в результате деформации частиц. При повышении нагрузки в точках контакта частиц возникают деформации, распространяющиеся по всему объему частиц. Соответствующие напряжения вначале не превышают предела упругости, а с увеличением усилия достигают предела текучести. При этом имеет место относительное скольжение частиц друг по другу и по стенке формы. На этой стадии прессования упругопластическая деформация частиц определяет основные энергетические затраты процесса. Следовательно, на второй стадии прессования образуется прочная оболочка.

Техническая сущность заключается в том, что при формообразовании песчано-смоляной смеси сначала прилагают основные давление и температуру. Затем в процессе формирования оболочковой формы производят регулирование давления и температуры, в частности после подачи и выдержки при основном давлении на песчано-смоляную смесь сначала снижают давление, а затем повышают давление. Аналогичное действие производят и с температурой.

Добиться большего повышения прочности оболочковой формы можно за счет регулирования давления от начального (то есть давление во времени формообразования оболочки меняется). Как правило, весь цикл формирования оболочковой формы на модельной плите длится 30 с. Следует подавать основное давление на смесь, которое составляет 0,25...0,32 МПа, а температура 230-250°C, которые не являются постоянными в процессе формообразования, а с целью повышения плотности и прочности получаемой оболочки давление и температуру на смесь изменяют в течение процесса образования оболочковой формы, а через 10 с после начала формообразования давление понижают на 0,04-0,07 МПа, температуру - на 20-30°C, а затем еще через 10 с давление повышают на величину 0,10-0,15 МПа, а температуру - на 30-50°C.

В процессе образования оболочки вследствие воздействия температуры термореактивная смола (пульвербакелит) после прогрева до 100-150°C плавится и переходит в жидкое состояние. Плавление прилегающих к нагреваемой модели слоев смеси происходит примерно через 10 с после начала формообразования. В дальнейшем примерно через 20 с после начала формообразования при нагреве до 200-250°C смола необратимо затвердевает.

Снижение температуры и давления в период начала плавления смолы позволяет избежать возникающих напряжений (вследствие полиморфных превращений частиц песка при нагреве и изменения их линейных размеров) за счет равномерности распределения частиц песка.

Повышение же температуры в период начала затвердевания способствует нахождению смолы в полужидком состоянии, а повышение давления дает возможность более плотной группировки частиц песка вследствие их утопления в полужидкой смоле. Более плотная упаковка частиц песка и смолы (адгезионная способность) способствует повышению плотности смеси и прочности.

Давление на песчано-смоляную смесь можно передавать посредством гибкой диафрагмы или пресовой плиты, нагрев осуществлять электронагревателями, закрепленными на металлической модели.

Уменьшая и повышая давление относительно базового в процессе формообразования, появляется возможность регулирования пористости оболочки за счет наиболее плотного перераспределения частиц и повышения числа контактов между частицами компонентов шамотной массы. Вследствие изменения давления повышаются плотность упаковки зерен наполнителя (песка) и адгезионные свойства смолы из-за более равномерного и полного обволакивания зерен песка (плавящаяся смола более прочно связывает песчинки). При этом остальные технологические показатели формы (газопроницаемость, шероховатость) остаются в пределах необходимого.

По приведенному способу на ТОО "КМЗ им. Пархоменко" и Испытательной лаборатории инженерного профиля "Комплексное освоение ресурсов минерального сырья" Карагандинского государственного технического университета были проведены испытания. В качестве образца использовали модели отливок радиаторов. Исходный состав песчано-смоляной смеси: кварцевый песок марки 1К020 - 30%, 1К315 - 70%, пульвербакелит - 5%.

Изготовление формы проводилось на ТОО "КМЗ им. Пархоменко" на формовочной машине марки 51713. После перемешивания песчано-смоляная смесь засыпалась в бункер машины. После производилось опрокидывание бункера со смесью на нагретую до 230°C модельную плиту с моделями радиаторов. При этом одновременно через плиту подавалось давление 0,25 МПа. Через 10 с давление снизили до 0,2 МПа, а температуру - до 210°C. А еще через 10 с давление нагрева повысили до 0,35 МПа, а температуру - до 260°C (режим 1). При этом формировалась оболочковая форма толщиной 10-12 мм.

Альтернативой являлись образцы, полученные при постоянном давлении 0,25 МПа и температуре 230°C (режим 2) и постоянной температуре 230°C и изменяющемся давлении: начальное - 0,4 МПа, через 10 с - 0,35 МПа, через 20 с - 0,45 МПа, через 30 с - 0 МПа (режим 3).

Образцы из полученной оболочковой формы исследовали в ИЛИП "КОРМС" на плотность и прочность. Плотность определяли косвенным методом - измерением геометрических размеров образца штангенциркулем и его массы на аналитических весах марки Simadzu Corporation модель TXB 6224.

Прочность на сжатие определяли на машине КСИМ-40.

Результаты испытаний приведены в таблице.

| Режим | Прочность, МПа | Плотность, г/см <sup>3</sup> |
|-------|----------------|------------------------------|
| № 1   | 0,27           | 1,76                         |
| № 2   | 0,19           | 1,62                         |
| № 3   | 0,22           | 1,68                         |

Использование предлагаемых технологических параметров для изготовления оболочковой формы способствует повышению ее плотности и прочности на 15-20%.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ изготовления песчано-смоляных форм общей продолжительностью 30 с, включающий использование нагреваемой оснастки, температура которой 240-250°C и статическое давление с начальной величиной 0,25-0,30 МПа, которое изменяют в процессе формообразования, отличающийся тем, что через 10 с после начала формообразования оболочки давление понижают на 0,04-0,07 МПа, а температуру понижают на 20-30°C, а затем еще через 10 с повышают давление на величину 0,10-0,15 МПа, а температуру увеличивают на 30-50°C.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

---