МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ METALLURGY AND MATERIALS

Захарова Н. В., Куриный В. В.
N. V. Zakharova, V. V. Kurinii

ФОРМИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ

CREATING THE PROPERTIES OF FORMING MIXTURES WHEN USING VARIOUS METHODS OF PROCESSING

Захарова Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры теории и методики технологического образования Амурского гуманитарно-педагогического государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); тел. 8(4217)52-12-05.

Ms. Natalia V. Zakharova – PhD in Engineering, Associate Professor, Theories and Principles of Engineering Education Department, Amur State University of Humanities and Pedagogy (Russia, Komsomolsk-on-Amur); tel. 8(4217)244-774.

Куриный Владислав Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроения и металлургии Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: kmtlp@knastu.ru.

Mr. Vladislav V. Kurinii – PhD in Engineering, Associate Professor, Mechanic Engineering and Metallurgy Department, Komsomolsk-on-Amur State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: kmtlp@knastu.ru.

Аннотация. Рассмотрен вопрос получения качественных отливок и форм путем приготовления формовочных смесей с необходимыми характеристиками. Приведено определение активации формовочных смесей. Определено, что из физических методов наиболее простым является магнитная активация связующих. Химический метод активации заключается в применении различных добавок для улучшения свойств смесей. Рассмотрены связующие материалы. Приведена цель исследования. Исследовано влияние процессов активации на свойства жидкостекольных композиций в литье по выплавляемым моделям. Рассмотрена возможность использования местных минеральных ресурсов при изготовлении оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям. Представлены экспериментальные данные, полученные при исследовании свойств оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям на основе жидкого стекла с использованием местных сырьевых ресурсов. Приведены основные выводы. Установлено, что использование местных минеральных ресурсов при изготовлении оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям позволяет получать оболочковые формы, не уступающие по своим характеристикам полученным на этилсиликатных связующих.

Summary. The problem of obtaining quality castings and molds with molding mixtures of the necessary characteristics is considered. The definition of activation of molding mixtures is given. Magnetic activation of binders is the simplest physical method in the inventory of methods. The chemical method of activation consists in the use of various additives to improve the properties of mixtures. Binding materials are considered. The purpose of the study is given. The influence of activation processes on the properties of liquid-glass compositions in casting on investment models is investigated. The possibility of using local mineral resources in the manufacture of shell molds in casting for investment models is considered. The authors presents experimental data obtained in the study of the properties of shell molds in casting for investment models based on liquid glass using local raw materials. The main conclusions are given. It is established that the use of local mineral resources in the manufacture of shell molds in casting for investment models makes it possible to obtain shell molds that are not inferior to those obtained on ethyl silicate binders.

Ключевые слова: оболочковые формы, активация, формовочная смесь, отливка, связующее.

Key words: shell molds, activation, molding mixture, casting, binder.

УДК 621.742.48

Для получения качественных отливок и форм необходимо приготовить формовочную смесь с нужными характеристиками. Этого можно добиться путем активации шамотизированного бентонита, глины, формовочных смесей. Под активацией понимается обработка химическими

добавками исходных формовочных материалов, которая проводится с целью повышения «мокрой» прочности. При активации может быть снижено содержание бентонита в смеси. Активация позволяет устранить часто встречающиеся дефекты отливок (ужимины, пригар и засор), повышает одновременно прочность смеси на сжатие во влажном состоянии и прочность переувлажненной зоны, которая определяется прочностью смеси на растяжение. Прочность переувлажненной зоны (мокрая прочность) определяется при одностороннем прогреве смеси, является весьма чувствительной характеристикой качества и степени активации, оказывающей влияние на устранение ужимин в отливках. Одним из способов активации является безреагентный способ, т.е. магнитная обработка, ультразвуковая, акустическая, обработка электрическим полем. При тех же результатах активации (улучшение технологических и физико-химических свойств смеси) безреагентный способ более экономичен, т.к. не требует большого расхода реагентов, и более экологичен из тех же соображений.

Связующие материалы, применяемые для изготовления стержней и форм, оцениваются с точки зрения экономичности, технологии и окружающей среды. Наиболее распространенными связующими для изготовления форм и стержней являются неорганические связующие (бентонит, огнеупорная глина, жидкое стекло и металлофосфаты). Отверждение жидкостекольных смесей производится продувкой углекислым газом, эфирами, порошкообразными силикатами. С целью повышения прочностных свойств, улучшения выбиваемости, снижения прилипаемости и себестоимости смесей на основе жидкого стекла предложено применять добавки горючего органического растворителя, хлористого и сернокислого натра, соляной кислоты, едкого натра, мела и др.

С целью улучшения физико-механических и технологических свойств смесей применяется активация связующих физическими, химическими и физико-химическими методами.

Из физических методов наиболее простым является магнитная активация связующих. Химический метод активации заключается в применении различных добавок для улучшения свойств смесей.

Целью данного исследования являлось получение оболочковой формы в литье по выплавляемым моделям на основе жидкого стекла с использованием местных сырьевых ресурсов.

Исследовано влияние процессов активации на свойства жидкостекольных композиций в литье по выплавляемым моделям.

Качество изготавливаемых отливок во многом определяется составом и свойствами формовочных и стержневых смесей, поэтому их улучшению уделяется большое внимание.

Формирование свойств песчаных и стержневых смесей как дисперсных систем происходит в значительной степени под влиянием поверхностных явлений на границах фаз и сил межмолекулярного притяжения, действующих в системе минеральная частица смеси – жидкая фаза.

Смачиваемость песка, огнеупорной глины и смеси песка, огнеупорной глины и связующих зависит от поверхностного натяжения и поверхностной энергии жидкости. Подъем жидкости в капилляре обусловлен наличием разности давлений и поверхностного натяжения. С учетом того, что поры между песчинками кварца и частицами огнеупорной глины представляют собой микрокапилляры, правомерно изучена смачиваемость фосфатных связующих минеральными составляющими (песком, огнеупорной глиной и смесью кварцевого песка с добавкой огнеупорной глины). Этот показатель предопределяет формирование структуры и свойств смесей.

Исследовалась поверхностная активность (ПА) глины хурмулинского месторождения (г. Комсомольск-на-Амуре) относительно воды. При этом ПА оценивается временем, в течение которого вода поднимается по капиллярам исследуемой глины на определенную высоту.

Согласно принятой методике, один конец проградуированной стеклянной трубки обвязывали двумя слоями марли. Затем в трубку насыпали глину. Трубку ставили в поддон, наполненный водой, активированной 5%-м, 10%-м, 15%-м растворами NaOH и натриевой соли ортофосфорной кислоты. Вода была налита в поддон до определенного уровня. Одновременно

включали секундомер и отмечали время подъема влаги на фиксированную высоту: 10, 20, 30 ... $h_{\max}$, мм. За максимальную высоту принимали высоту, на которой влага «стоит» в течение 5 мин.

Также была подготовлена омагниченная вода, несколько раз (1 и 2) пропущенная через постоянный магнит (перед тем как залить в оснастку).

Подъем жидкости в капилляре (в стеклянной трубке, наполненной глиной) объясняется наличием давлений, обусловленных искривлением поверхности минеральных частиц в капилляре, зависящим от гидростатического столба жидкости или связующего.

В свете рассмотренных закономерностей представляет значительный интерес изучение явлений, происходящих при безреагентной (магнитной) обработке воды, глинистой суспензии и других связующих.

Теоретические и экспериментальные данные показывают, что энергия взаимодействия иона с диполями воды намного превышает энергию взаимодействия между молекулами воды. Отмеченное явление оказывает влияние на формирование свойств формовочных смесей при различных методах обработки.

Установлено, что наилучшие результаты получаются при активировании глины 10%-м раствором NaOH, 5%-м раствором ортофосфорной кислоты, при активации омагниченной воды, пропущенной через постоянный магнит 3 раза.

Для исследования влияния процессов активации на свойства жидкостекольных композиций в литье по выплавляемым моделям изготавливались стандартные образцы из трех слоев. В качестве наполнителей использовались глина и маршалит. На первом этапе исследований суспензия приготавливалась без использования активаторов. Далее глинистая составляющая активировалась 5%-м, 10%-м, 15%-м растворами NaOH и ортофосфорной кислотой. Соотношение наполнителей (глина и маршалит соответственно): 5:95; 25:75; 50:50; 75:25; 95:5 (см. табл. 1).

Таблица 1

Геометрические размеры образцов, величина прогиба, структура образцов

Соотношение наполнителей, %	Способ активации	Ширина, мм	Высота, мм	Прогиб, мм
25 % глины 75 % маршалита		20,1	2,5	0,4
		21,2	2,3	0,1
		20,5	2,8	0,15
		20,2	2,4	0,05
25 % глины 75 % маршалита	10 % NaOH	20,2	2,4	0,4
		20,1	2,3	0,4
		20,1	2,37	0,25
		20,8	2,1	0,05
5 % глины 95 % маршалита	5 % ортофосфорной кислоты	20,7	4,2	0,2
		20,8	3,3	0,2
		19,6	3,8	0,85
		19,5	3,6	0,15

Для измерения вязкости использовался вязкозиметр ВЗ-4.

Полученная суспензия наносилась на парафиновые модели и обсыпалась песком.

При нанесении первого слоя суспензия удаляет с поверхности моделей адсорбированный воздух и смачивает поверхность блока. Смачивание модели производилось только после полного завершения процесса ее усадки. При извлечении смоченного блока из суспензии он поворачивался в различных направлениях с такой скоростью, чтобы успел стечь излишек суспензии и она равномерным слоем растеклась по поверхности модели. Далее на слой суспензии немедленно наносился зернистый обсыпочный материал.

Сушка оболочек производилась при атмосферном давлении, на воздухе, при комнатной температуре. Время высыхания каждого слоя составляло 1 ч.

Удаление моделей производилось путем их выплавления в расплаве модельного состава.

Половина полученных образцов была прокалена в печи при температуре 900 °С в течение 4 ч.

Непрокаленные и прокаленные образцы испытывались на прочность при комнатной температуре. Прочность керамических форм оценивают испытанием образцов при статическом изгибе. Показания снимались на установке РМУ-1.

Прочность рассчитывалась по формуле

$$\sigma_{\text{н}} = 3Pl/(2bh^2),$$

где P – нагрузка, Н; l – расстояние между опорами, мм; b – ширина образца, мм.

После исследования полученных образцов было выявлено, что наилучшей прочностью обладают образцы, изготовленные на основе жидкостекольной суспензии при следующих соотношениях наполнителей:

- 25 % глины, 75 % маршалита без активации глинистой составляющей;
- 25 % глины, 75 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором NaOH;

– 5 % глины, 95 % маршалита, глинистая составляющая активирована 5%-м раствором ортофосфорной кислоты.

При первом испытании приготавливалась суспензия на основе жидкого стекла при вышеуказанных соотношениях составляющих. Полученная суспензия наносилась на стандартные парафиновые модели и обсыпалась песком, затем образцы опускались на 4 мин. в отвердитель.

Сушка каждого слоя происходила при температуре 20 °С в течение 1 ч. Половина образцов была прокалена в печи при температуре 900 °С в течение 4 ч.

При испытании было выявлено, что полученные образцы обладают прочностью ниже технологической.

Исходя из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В ходе испытаний было выявлено, что наибольшим активирующим действием обладает омагниченная вода, пропущенная через постоянный магнит 3 раза. При активации глины щелочью наибольшим активирующим действием обладает 10%-й раствор NaOH. Выявлено, что при активации натриевой солью ортофосфорной кислоты наибольшим активирующим действием обладает 5%-й раствор.

2. Наибольший прогиб наблюдается у прокаленных образцов при следующих соотношениях наполнителей:

- 75 % глины, 25 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором ортофосфорной кислоты;
- 95 % глины, 5 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором NaOH.

У не прокаленных образцов наибольший прогиб наблюдается при следующем содержании ингредиентов: 75 % глины, 25 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором ортофосфорной кислоты.

Наименьший прогиб наблюдается у прокаленных образцов при следующих соотношениях наполнителей: 50 % глины, 50 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором NaOH.

У не прокаленных образцов наименьший прогиб наблюдается при следующих соотношениях наполнителей: 5 % глины, 95 % маршалита.

3. Наибольшая прочность наблюдается у образцов керамических форм при следующих соотношениях наполнителей:

- 25 % глины, 3...5 % маршалита, глинистая составляющая не активирована;
- 25 % глины, 25 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором NaOH;
- 5 % глины, 95 % маршалита, глинистая составляющая активирована 5%-м раствором ортофосфорной кислоты.

4. После отверждения образцов (25 % глины, 75 % маршалита, глинистая составляющая не активирована; 25 % глины, 75 % маршалита, глинистая составляющая активирована 10%-м раствором NaOH; 5 % глины, 95 % маршалита, глинистая составляющая активирована 5%-м раствором ортофосфорной кислоты) было выявлено, что полученные образцы обладают прочностью ниже технологической.

Таким образом, активация глины приводит к увеличению физико-механических свойств смеси, содержащей 25 % глины и 75 % маршалита, активированной 10%-м раствором щелочи NaOH.

Использование местных минеральных ресурсов при изготовлении оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям позволяет получать оболочковые формы, не уступающие по своим характеристикам полученным на этилсиликатных связующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, В. В. Химическая активация наполнителя стержневых смесей и исследование физико-механических свойств стержней / В. В. Петров, Э. А. Дмитриев, Н. В. Захарова // Литейное производство. – 2006. – № 2. – С. 7-8.
2. Петров, В. В. Улучшение свойств жидкостекольных смесей армированием / В. В. Петров, Э. А. Дмитриев, Е. А. Тютина // Литейное производство. – 2006. – № 7. – С. 13-16.
3. Петров, В. В. Стержневая смесь с использованием полистирола в качестве связующего раствора / В. В. Петров, Э. А. Дмитриев, Н. В. Захарова // Литейное производство. – 2006. – № 7. – С. 17-18.
4. Модифицированные полимерно-жидкостекольные связующие для легковыбиваемых форм и стержней / В. В. Петров, Э. А. Дмитриев, Н. В. Захарова, Е. А. Тютина // Проблемы сплошных сред и смежные вопросы технологии машиностроения: сб. докладов третьей конф. Владивосток – Комсомольск-на-Амуре, сентябрь 2004 г. – Комсомольск-на-Амуре: ИМиМ ДВО РАН, 2005. – С. 189-191.
5. Пат. 2243058 РФ МПК В22С 1/16, 9/00. Способ приготовления холодно-твердеющей смеси / Э. А. Дмитриев; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «КНАГТУ». – № 2002123017/02; заявл. 27.08.2002; опубл. 27.12.2004. Бюл. № 36.
6. Пат. 2298449 РФ МПК В22С 1/18 Легковыбиваемая жидкостекольная смесь и способ ее приготовления / А. И. Евстигнеев, В. В. Петров, Э. А. Дмитриев, Е. А. Тютина; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «КНАГТУ». – № 2005118912/02; заявл. 17.06.2005; опубл. 10.05.2007. Бюл. № 13.