

УДК 621.74

## НОВЫЙ СВЯЗУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ТЕПЛОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

**Кидалов Н.А., Радченко С.С., Осипова Н.А., Закутаев В.А.,  
Шамрей И.А., Черных О.П.**

*ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,  
e-mail: nich@vstu.ru*

В статье излагаются данные исследования полимер коллоидного комплекса в качестве связующего материала для изготовления литейных форм и стержней. Приведены результаты экспериментальных исследований кроющей способности полимер-коллоидного комплекса в качестве связующего материала в смеси (песок-сополимер) В работе дана оценка возможности использования данного связующего материала для изготовления разовых форм и стержней в литейном производстве.

**Ключевые слова:** связующие материалы, сополимеры, формовочные смеси, электростатические взаимодействия

## NEW BINDING MATERIAL OF HEAT HARDENING FOR PRODUCTION MOLDS AND CORES

**Kidalov N.A., Radchenko S.S., Osipova N.A., Zakutaev V.A., Shamrey I.A., Chernyh O.P.**

*Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: nich@vstu.ru*

The article presents the data of investigation of polymer colloidal complex as a binding material for casting molds and cores manufacturing. Results of experimental researches coat competence of polymer colloidal complex as a binding material in mixtures (sand-copolymer) are presented. In work the estimation of possibility to use binding material for manufacture single forms and cores in foundry is given.

**Keywords:** binding materials, copolymers, forming mixtures, electrostatic interactions

При развитии современных технологических процессов основную ставку при изготовлении форм и стержней в литейном производстве делают на использование новых свойств и составов формовочных смесей, направленных на улучшение качества продукции, снижение трудоемкости производства отливок, а также сокращение вредных для здоровья рабочих операций. Однако большинство из них имеют в своём составе давно известные связующие материалы с присущими им технологическими проблемами.

В свою очередь поиск новых связующих материалов обладающих высокими технологическими прочностными свойствами, а так же низкой себестоимостью являются актуальной задачей.

Новый класс поликомплексов, представляет интерес как перспективный связующий материал для изготовления форм и стержней теплового отверждения. Полимер коллоидные комплексы представляют собой продукты взаимодействия макромолекул с объектами коллоидных размеров. Представления о них возникли на базе развития исследований межмакромолекулярных взаимодействий, при образовании полиэлектролитных комплексов [1]. Интерес к ним постоянно растёт с развитием

нанотехнологического направления в их практическом использовании в качестве флокулянтов, связующих и покрытий, ультратонких мембран в топливных элементах и водородной энергетике, в биотехнологиях и микроэлектронике.

Использование полимер коллоидных комплексов в качестве связующих материалов для разовых песчаных форм и стержней является новым направлением применения данного материала. Его применение обладает рядом преимуществ: дешевизна компонентов, приготовление не занимает много времени и осуществляется без использования дорогостоящего оборудования, а так же экологическая безопасность, полимер коллоидный комплекс представляет собой водный раствор, не несёт в себе никаких вредных для здоровья органических соединений. Так же стоит отметить, что в процессе сушки и заливки металлом литейных форм, не происходит побочных реакций и выделений вредных газов. Раствор готовят следующим образом: в колбу загружают 2%-й водный раствор сополимера акриламида с акриловой кислотой и добавляют при перемешивании разбавленный раствор пентагидроксохлорида алюминия, полученную смесь перемешивают и оставляют в покое в течение 2 часов. Раствор образо-

вавшегося полимер коллоидного комплекса добавляют в качестве связующего к кварцевому песку.

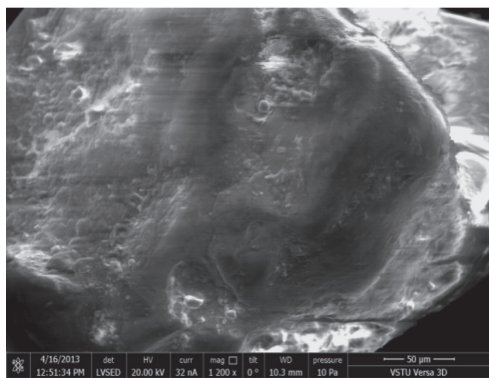
При смешении водной дисперсии пентагидроксохлорида алюминия с водным раствором сополимера акриламида с акриловой кислотой возникает полимер-коллоидный комплекс электростатической природы, в котором положительно заряженные алюмоксановые частицы образуют солевые связи с отрицательно заряженными карбоксильными группами в составе сополимера полиакриламида. За счёт редкого расположения карбоксильных групп в макромолекуле сополимера, они не препятствуют конформационным превращениям макромолекул, которые в результате этого обладают высокой гибкостью, обеспечивая контакт с частицами кремнезёма на наноразмерном уровне. В связи с тем, что зёрна кремнезёма несут на своей поверхности отрицательный заряд, возникает электростатическое притяжение к положительно заряженным алюмоксановым частицам в полимер-коллоидном комплексе [5].

В литейном производстве адгезионное взаимодействие формовочной смеси являет-

ся важным фактором, влияющим на качество получаемых разовых литейных форм. Формовочная смесь – сложная дисперсная система, где важную роль играют адгезия и когезия, которые влияют на прилипаемость, физико-механические, технологические свойства формовочных смесей. Поэтому важно определить характер взаимодействия связующего материала с песком.

Для исследования был взят поликомплекс на основе акриламида СП-06 с содержанием карбоксильных групп 0,6% массы, плотностью 1,05 г/см<sup>3</sup>, вязкостью 25мПа\*с, в количестве 13,5% и кварцевый песок марки ЗК\_О\_02 по ГОСТ 2138-93, в количестве 86,5%. Исследовали влияние акриламида на предел прочности при растяжении композиции связующего с кварцевым наполнителем. Для этого изготавливались образцы «восьмерки» по ГОСТ23409.7-78 и отверждались конвективно при температуре 80-100 °С. На электронном растровом двухлучевом микроскопе Versa 3D LoVac изучали кроющую способность связующего при различном увеличении на осыпавшихся кварцевых зёрнах при разрушении образцов.

а



б

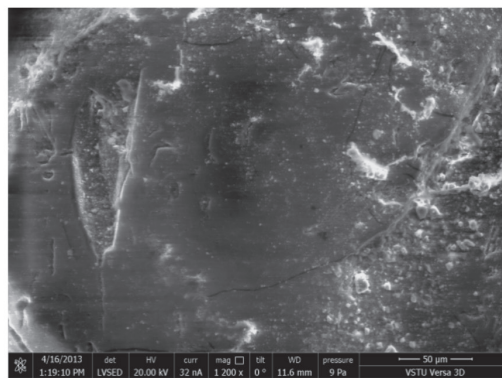


Рис. 1. Микрофотографии кварцевых зёрен  $\times 1200$ :  
а – с полимерной плёнкой; б – без полимерной пленки

На фото: а – хорошо видна полимерная плёнка, образованная связующим материалом на поверхности кварцевого зерна. Для сравнения на рис. 1б представлено кварцевое зерно в чистом виде при том же увеличении. Полимерная плёнка равномерно распределена по поверхности зерна и покрывает всю видимую область, что свидетельствует о вы-

соких адгезионных свойствах полимер-коллоидного комплекса как связующего материала, т.к. при разрушении конгломерата зёрен разрушение проходит по пленкам связующего. Однако для того что бы судить о характере взаимодействия связующего с частицами кварца необходимо рассмотреть область где произошел отрыв зёрен друг от друга.

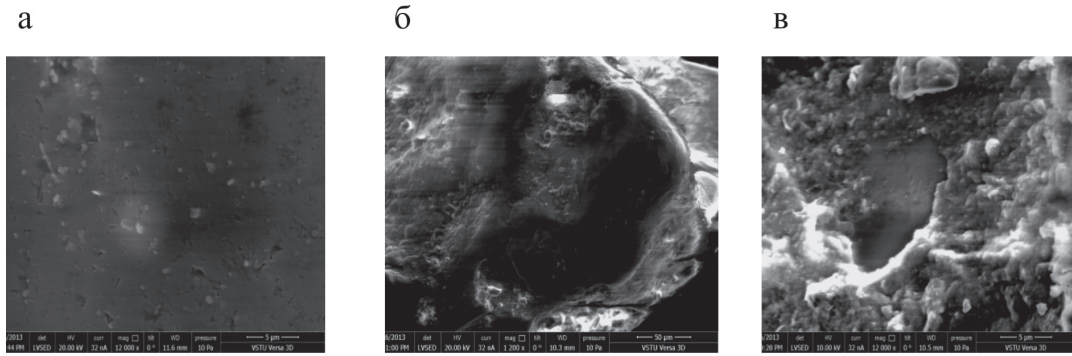


Рис. 2. Микрофотографии кварцевых зерен:  
а – без полимерной пленки; б, в – с полимерной плёнкой

На рис. 2а представлена поверхность кварцевого зерна без полимерного покрытия, на рис. 2б – с полимерным покрытием на котором видны фрагменты разрушенных манжет связующего, что говорит о когезионном разрушении пленок. На рис. в – показана область адгезионного отрыва пленки от кварцевого зерна её раз-

мер составляет  $7,49 \times 13,31 \times 10^{-9}$  м, однако учитывая, что такая область была обнаружена лишь на одном зерне из 68 исследованных, можно с уверенностью говорить только о когезионном характере разрушения. На рис. 3 показаны области, в которых определялся элементный состав поверхности.

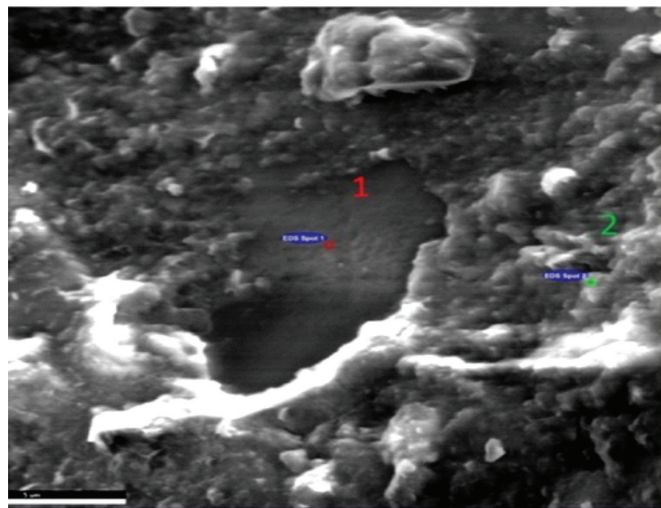


Рис. 3. Области, в которых определялся элементный состав поверхности зерна

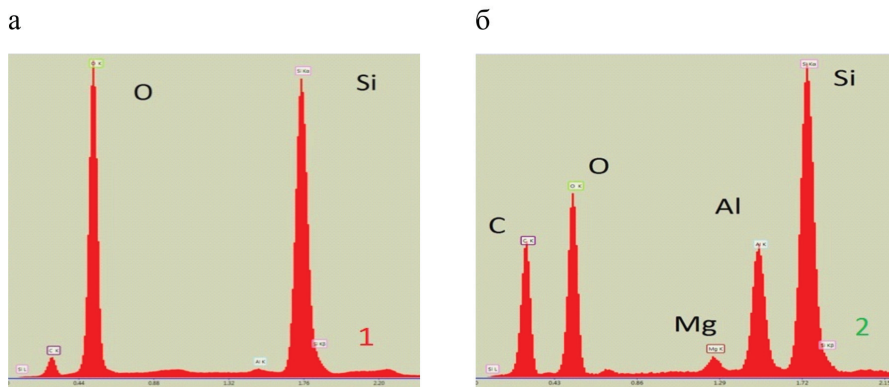


Рис. 4. Элементный анализ кварцевого зерна в области отрыва плёнки:  
а – элементный состав зерна в точке 1; б – элементный состав зерна в точке 2

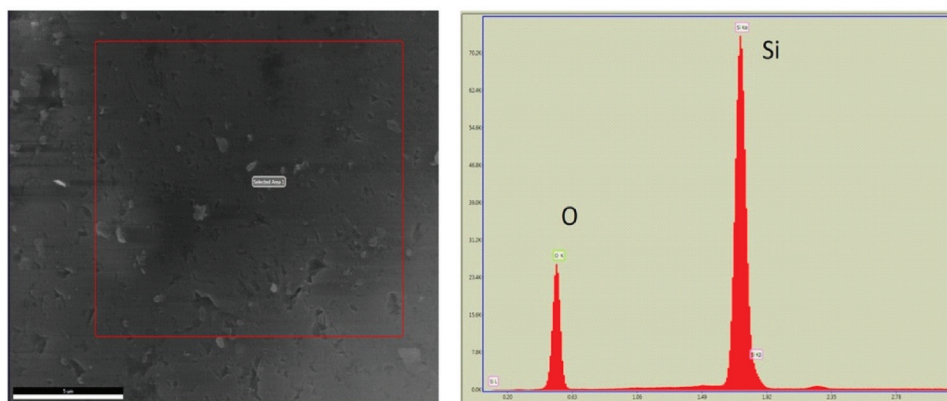


Рис. 5. Элементный анализ чистого кварцевого зерна

Для подтверждения сделанных заключений был проведён химический анализ (рис. 3, 4), в двух точках непосредственно на самой плёнке и предположительно в месте отрыва её от песчинки (рис. 3). Из диаграммы видно, что в первой точке наблюдается присутствие лишь химических элементов Si и O в количественном соотношении примерно два к одному, что полностью соответствует химической формуле диоксида кремния. Во второй точке присутствуют так же такие элементы как Al, Si Mg которые входят в состав химической формулы связующего полимер-коллоидного комплекса. Для сравнения на рис. 5 представлены результаты элементного анализа чистого кварцевого зерна. В табл. 1-3 представлены результаты измерений полученных на электронном растровом двухлучевым микроскопе Versa 3D LoVac, соответственно в каждой точке.

**Таблица 1**

Элементный состав в точке 1 (рис. 4)

| Element | Weight % | Atomic % | Error % |
|---------|----------|----------|---------|
| C K     | 11,21    | 17,23    | 10,32   |
| O K     | 49,2     | 56,74    | 6,19    |
| Al K    | 0,75     | 0,51     | 5,43    |
| Si K    | 38,84    | 25,52    | 2,79    |

**Таблица 2**

Элементный состав в точке 2 (рис. 4)

| Element | Weight % | Atomic % | Error % |
|---------|----------|----------|---------|
| C K     | 39,7     | 53,95    | 9,65    |
| O K     | 24,3     | 24,8     | 8,25    |
| Mg K    | 1,09     | 0,73     | 6,59    |
| Al K    | 9,36     | 5,66     | 3,44    |
| Si K    | 25,56    | 14,86    | 3,2     |

**Таблица 3**

Элементный состав чистого кварцевого зерна (рис. 5)

| Element | Weight % | Atomic % | Error % |
|---------|----------|----------|---------|
| O K     | 52,25    | 65,77    | 7,56    |
| Si K    | 47,75    | 34,23    | 2,74    |

Полученные данные свидетельствуют о высоких адгезионных свойствах полимер-коллоидного комплекса как связующего материала, а следовательно и о высокой прочности его электростатических связей с кварцевыми частицами.

Формовочная смесь, включающая в качестве связующего полимер коллоидный комплекс, имеет и некоторые недостатки, связанные с высокой влажностью 7% и не достаточной прочностью в сыром состоянии  $0,15 \cdot 10^5$  Па. В силу этого требуется более детальный анализ факторов, влияющих на отверждение смесей и условий высушивания форм для повышения их прочности.

Внедрение подобных технологий позволит значительно повысить экологическую безопасность некоторых технологических операций литейного производства. Таким образом, изготовление разовых форм с использованием полимер коллоидных комплексов представляется перспективным направлением в литейном производстве.

#### Список литературы

1. Патент 2449854 РФ. В22С1/18. Оpubл.11.01.2011. Н.А. Кидалов Ф.С. Радченко, В.А. Закутаев, И.А. Шамрей, С.С. Радченко «Способ получения связующего материала для изготовления литейных форм и стержней».
2. Жуковский С.С., Лясс А.М. Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей. – М.: Машиностроение, 1978. – 222 с.
3. Колотило Д.М. Применение и исследование углеродистых материалов для литейных форм. – Киев: УкрНИИТИ, 1969. – 52 с.
4. Новаков И.А., Радченко Ф.С., Паписов И.М. Исследование состава полимер-коллоидных комплексов полиакриламида и полигидрохлорида алюминия // Высокомолекулярные соединения. 2007. Т. Б. 49. № 5. С. 912-915.
5. Озерин А.С., Радченко Ф.С., Тимофеева Г.И., Новаков И.А. Изучение структурных и молекулярно-весовых характеристик наночастиц полигидрохлорида алюминия методами малоуглового рентгеновского рассеяния и седиментационного анализа // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4. № 1-2. С. 93-101.