

УДК 621.742.4

## **Новые полирующие и шлифующие материалы для литейного производства на основе наноструктурированного минерального сырья Красноярского края**

**Т.Н. Степанова, Л.И. Мамина,  
В.Н. Баранов\*, А.И. Безруких, И.В. Костин**  
*Сибирский федеральный университет,  
Россия 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79<sup>1</sup>*

Received 07.12.2012, received in revised form 14.12.2012, accepted 21.12.2012

*Показана возможность применения в составах чистящих, шлифующих и полирующих композиций природных материалов Красноярского края (оксида кремния, оксида магния и оксида алюминия) в исходном и активированном состояниях.*

*Ключевые слова: оксид кремния, оксид магния и оксид алюминия, механоактивация, чистящие композиции, шлифующие и полирующие композиции.*

Готовые отливки, выполненные литьем, имеют шероховатую поверхность, поэтому для окончательной доводки их поверхность шлифуют и полируют. Полирующие материалы оказывают на обрабатываемую поверхность помимо механического еще и химическое воздействие. Входящие в состав паст специальные добавки, реагируя с материалом, ускоряют их обработку. В шлифующих и полирующих порошках и пастах широко применяют в качестве абразивного материала оксид хрома, природный корунд, электрокорунд, имеющие высокую твердость (7-10 по шкале Мооса).

В данной работе были продолжены исследования по использованию в составах шлифующих и полирующих композиций природных материалов Красноярского края в исходном и активированном состояниях [1, 2]. Исследуемые материалы на основе оксида алюминия, оксида магния, оксида кремния имеют твердость по шкале Мооса 9; 5,5 и 7 соответственно. Геометрические параметры исходных материалов приведены на рис. 1.

Из представленных данных видно, что максимальный размер частиц и, следовательно, минимальная внешняя удельная поверхность у оксида алюминия, а оксид магния обладает максимальной дисперсностью.

Для наноструктурирования и активации частиц материалов их обрабатывали в планетарно-центробежной мельнице АГО-2 в течение 20-60 мин. В материалах изменяются параметры кристаллической решетки входящих минералов, повышая в итоге реакционную способность

\* Corresponding author E-mail address: decibeel@yandex.ru

<sup>1</sup> © Siberian Federal University. All rights reserved

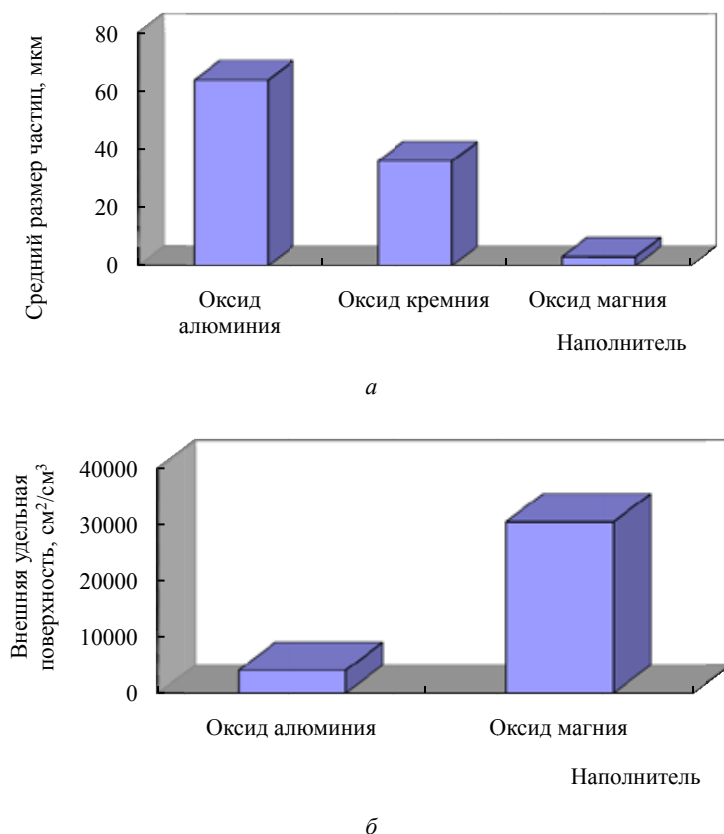


Рис. 1. Геометрические параметры наполнителей: *а* – средний размер частиц; *б* – внешняя удельная поверхность

дисперсных порошков. Увеличение размера частиц и снижение удельной поверхности после обработки связано с накоплением энергии в массе материала и агрегацией частиц. При длительной обработке происходит релаксация «закаченной» энергии в результате диспергации материала. Исследования структуры материалов показали, что в ходе обработки существенно изменяется форма частиц: в исходном состоянии материалы имеют осколочные частицы, в обработанном – сферическую форму.

В работе исследовали коэффициент трения наполнителей в масле. Результаты исследований приведены на рис. 2, 3 и в табл. 1, 2. Из представленных данных видно, что с увеличением времени активации коэффициент трения снижается для всех исследуемых материалов.

Из выпускаемых материалов этого класса наибольшее распространение на сегодняшний день получила паста ГОИ. К основным недостаткам этой пасты можно отнести ее высокую токсичность и стоимость. Поэтому ведутся поиски материалов для разработки новых составов, не содержащих хрома. В качестве наполнителей были опробованы наноструктурированные оксиды алюминия, магния и кремния, содержащие различные доли нанодисперсии и степень аморфизации.

Типы и качество наполнителей, используемых в составах, содержащих важную антифрикционную композицию, даны в табл. 3.

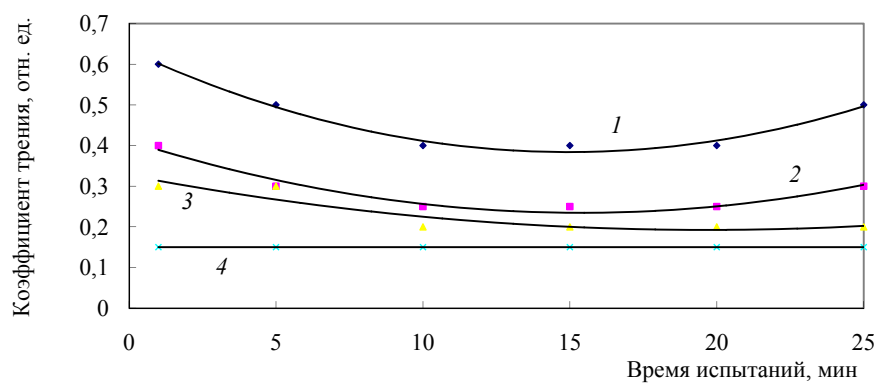


Рис. 2. Коэффициент трения (оксид кремния + масло). Время активации, мин: 1 – 0; 2 – 20; 3 – 40; 4 – 60

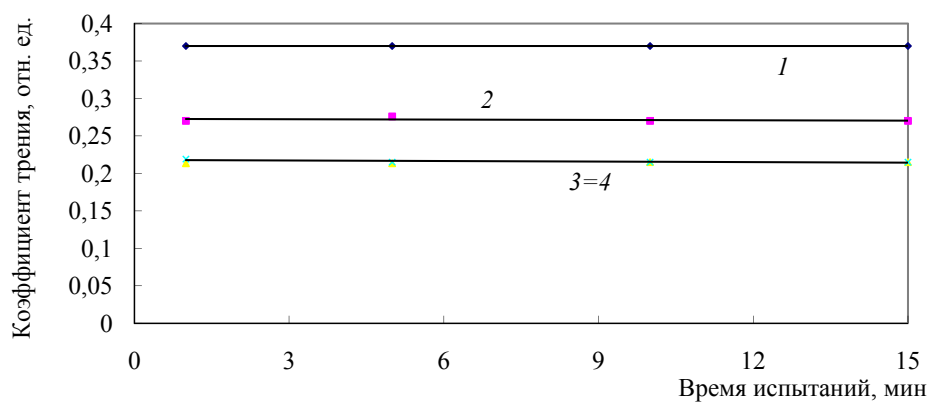


Рис. 3. Коэффициент трения (оксид алюминия + масло). Время активации, мин: 1 – 0; 2 – 20; 3 – 40; 4 – 60

Таблица 1. Зависимость коэффициента трения от времени активации оксида кремния

| Время активации оксида кремния, мин/коэффициент трения |          |    |          |    |          |    |          |
|--------------------------------------------------------|----------|----|----------|----|----------|----|----------|
| 0                                                      | $K_{тр}$ | 20 | $K_{тр}$ | 40 | $K_{тр}$ | 60 | $K_{тр}$ |
| 1                                                      | 0,6      | 1  | 0,4      | 1  | 0,3      | 1  | 0,15     |
| 5                                                      | 0,5      | 5  | 0,3      | 5  | 0,3      | 5  | 0,15     |
| 10                                                     | 0,4      | 10 | 0,25     | 10 | 0,2      | 10 | 0,15     |
| 15                                                     | 0,4      | 15 | 0,25     | 15 | 0,2      | 15 | 0,15     |
| 20                                                     | 0,4      | 20 | 0,25     | 20 | 0,2      | 20 | 0,15     |
| 25                                                     | 0,5      | 25 | 0,3      | 25 | 0,2      | 25 | 0,15     |

Таблица 2. Зависимость коэффициента трения от времени активации оксида алюминия

| Время активации оксида алюминия, мин |          |    |          |    |          |    |          |
|--------------------------------------|----------|----|----------|----|----------|----|----------|
| 0                                    | $K_{тр}$ | 20 | $K_{тр}$ | 40 | $K_{тр}$ | 60 | $K_{тр}$ |
| 1                                    | 0,37     | 1  | 0,27     | 1  | 0,2135   | 1  | 0,219    |
| 5                                    | 0,37     | 5  | 0,276    | 5  | 0,2135   | 5  | 0,215    |
| 10                                   | 0,37     | 10 | 0,27     | 10 | 0,215    | 10 | 0,215    |
| 15                                   | 0,37     | 15 | 0,27     | 15 | 0,215    | 15 | 0,215    |

Таблица 3. Наполнители для наноструктурированных абразивных составов

| Номер состава | Наполнитель    | Время активации, мин |
|---------------|----------------|----------------------|
| 1             | Оксид алюминия | 0                    |
| 2             |                | 20                   |
| 3             |                | 40                   |
| 4             |                | 60                   |
| 5             | Оксид кремния  | 0                    |
| 6             |                | 20                   |
| 7             |                | 40                   |
| 8             |                | 60                   |
| 9             | Оксид магния   | 0                    |
| 10            |                | 20                   |
| 11            |                | 40                   |
| 12            |                | 60                   |

Составы опробованы в качестве чистящих, шлифующих, полирующих.

Качество очищаемой поверхности после процесса очистки оценивали по пятибалльной шкале: 1 – очень неудовлетворительное, 2 – неудовлетворительное, 3 – среднее, 4 – хорошее, 5 – отличное.

Результаты экспериментов приведены в табл. 4.

Из представленных данных видно, что для очистки поверхностей лучше использовать пасту на основе исходных материалов. Уменьшение среднего размера частиц наполнителя не приводит к улучшению процесса очистки. Из исследуемых материалов наилучшим образом сработал оксид кремния. Оксид магния, обладающий наименьшим размером частиц, не способен обеспечить поверхности необходимое качество очистки. В то же время у оксида алюминия частицы имеют достаточно большой размер частиц, что и приводит к появлению на поверхности большого количества рисок, царапин, что нежелательно.

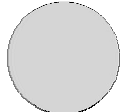
Для оценки эффективности использования предложенных составов в качестве шлифовальных и полировальных паст была разработана шкала, представленная в табл. 5.

Качество отшлифованной и отполированной поверхности показано в табл. 6.

Таблица 4. Степень очистки поверхности разработанными пастами

| Номер состава<br>(см. таблицу 3) | Наполнитель    | Время активации, мин | Качество очищаемой<br>поверхности |
|----------------------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1                                | Оксид алюминия | 0                    | 4                                 |
| 2                                |                | 20                   | 3                                 |
| 3                                |                | 40                   | 3                                 |
| 4                                |                | 60                   | 3                                 |
| 5                                | Оксид кремния  | 0                    | 5                                 |
| 6                                |                | 20                   | 4                                 |
| 7                                |                | 40                   | 3                                 |
| 8                                |                | 60                   | 3                                 |
| 9                                | Оксид магния   | 0                    | 3                                 |
| 10                               |                | 20                   | 2                                 |
| 11                               |                | 40                   | 2                                 |
| 12                               |                | 60                   | 1                                 |

Таблица 5. Шкала для оценки качества шлифуемой и полируемой поверхности

| Балл | Критерий оценки                          | Условное изображение                                                                 |
|------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Темный цвет, ярко выраженные риски       |  |
| 2    | Темный цвет, риски явно не выражены      |                                                                                      |
| 3    | Светлый цвет, риски явно не выражены     |                                                                                      |
| 4    | Светлый цвет, риск нет                   |                                                                                      |
| 5    | Идеально блестящая поверхность, риск нет |  |

Так, в шлифовальных составах наилучшим образом зарекомендовали наполнители, активированные в течение 20 мин, а для полировальных – в течение 40 мин. Увеличение времени активации нецелесообразно из-за начинающейся агрегации и твердофазного спекания частиц.

По полученным данным для разработанных составов можно сделать рекомендации, приведенные в табл. 7.

Лабораторные испытания показали эффективность замены пасты ГОИ на разработанные составы чистящих, шлифующих и полирующих материалов на основе природных материалов Красноярского края.

Таблица 6. Качество отшлифованной и отполированной поверхностей

| Номер состава | Наполнитель    | Время активации,<br>мин | Качество поверхности |            |
|---------------|----------------|-------------------------|----------------------|------------|
|               |                |                         | шлифуемой            | полируемой |
| 1             | Оксид алюминия | 0                       | 4                    | 3          |
| 2             |                | 20                      | 5                    | 4          |
| 3             |                | 40                      | 3                    | 5          |
| 4             |                | 60                      | 3                    | 3          |
| 5             | Оксид кремния  | 0                       | 3                    | 2          |
| 6             |                | 20                      | 4                    | 3          |
| 7             |                | 40                      | 2                    | 4          |
| 8             |                | 60                      | 2                    | 4          |
| 9             | Оксид магния   | 0                       | 2                    | 1          |
| 10            |                | 20                      | 4                    | 2          |
| 11            |                | 40                      | 2                    | 4          |
| 12            |                | 60                      | 2                    | 3          |

Таблица 7. Рекомендации по использованию предложенных составов

| Время активации наполнителя, мин | Область использования |
|----------------------------------|-----------------------|
| 0                                | Чистящие              |
| 20                               | Шлифующие             |
| 40                               | Полирующие            |

### Список литературы

[1] Мамина, Л.И., Дибров И.А. Опыты перспективы освоения нанотехнологий в литейном производстве // Литейщик России. 2009. № 7. С. 37-42.

[2] Мамина, Л.И., Дибров И.А. Ресурсосберегающие технологии наноструктурирования материалов и изделий с целью освоения сырьевой базы Восточносибирского региона для литейного производства // Литейное производство сегодня и завтра: труды 9-й Междунар. науч.-практ. конф., посв. 20-летию образования РАЛ, 10-летию создания журнала «Литейщик России» 20-22 июня 2012 г. Санкт-Петербург, 2012. С. 48-69.

## **New Polishing and Abrasive Materials for Foundry Production on The Basis of Nanostructured Mineral Resources of the Krasnoyarsk Region**

**Tatiana N. Stepanova,  
Ludmila I. Mamina, Vladimir N. Baranov,  
Alexander I. Bezrukih and Igor V. Kostin**  
*Siberian Federal University  
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia*

---

*Represented the possibility of using the compositions of cleaning, abrasive and polishing compositions of natural materials of the Krasnoyarsk region (silicon oxide, magnesium oxide and aluminum oxide) in the initial and activated conditions.*

*Keywords: silicon oxide, magnesium oxide and aluminum oxide, mechanical activation, cleaning compositions, abrasive and polishing compositions.*

---