

УДК 621.74

Поступила 01.03.2017

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ЛИТЕЙНЫХ КРАСОК ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

METHOD OF MEASUREMENT OF STRENGTH OF CORE CASTING PAINT AT HIGH TEMPERATURES

О. С. КОМАРОВ, Б. М. НЕМЕНЕНОК, Т. Д. КОМАРОВА, Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. E-mail: komarov-metolit@tut.by

O. S. KOMAROV, B. M. NEMENENOK, T. D. KOMAROVA, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: komarov-metolit@tut.by

Разработаны методика и прибор для измерения прочности литейной огнеупорной краски при высоких температурах. Показано, что потеря прочности для связующего алюмината натрия после нагрева в интервале 300–600 °С меньше, чем для силиката натрия. Наблюдается корреляция твердости и прочности краски при нагреве до 1300 °С.

The method and device for measuring of the strength of the core casting refractory paint at high temperatures were developed. It has been shown that the failure strength sodium aluminates binder after testified that decrease of sodium aluminates binder strength after being in the range of 300–600 °С is lower than that for sodium silicate. There is a correlation between hardness and strength of the paint during heating at 1300 °С.

Ключевые слова. Стержневая литейная краска, прочность, алюминат натрия, силикат натрия, связующие краски.

Keywords. Core casting paint, strength, sodium aluminate, sodium silicate, paint binder.

Прочность противопожарных покрытий стержней и форм является важной характеристикой красок, применяемых в литейном производстве. Потеря прочности сцепления частиц огнеупорного наполнителя (маршаллита, дистенсилиманита, циркона и др.) может приводить к пригару на отливках и образованию засоров. Для оценки прочности красок предложено несколько методик. Наиболее часто применяется способ оценки прочности по времени удаления слоя краски с поверхности стекла струей песка, падающего с определенной высоты на краску [1]. Недостатком этого метода определения прочности является невозможность его применения при высоких температурах. Известно, что краски на основе органических связующих и жидкого стекла теряют свою прочность при нагреве выше 350 °С, в связи с чем значение прочности краски после сушки (130–150 °С) не позволяет судить о ее поведении при контакте с расплавленным металлом [2].

Методика, предложенная в работе [3], основана на замере твердости краски после нагрева до высоких температур. По сравнению с методикой [1] ее применение позволяет проследить динамику изменения твердости после нагрева краски, нанесенной на керамическую подложку, до интересующей исследователя температуры и ее последующего охлаждения до комнатной температуры. Тем не менее, необходимо учитывать, что при высоких температурах в случае применения неорганических связующих (жидкого стекла, алюмината натрия, алюмосиликата натрия, алюмохромфосфата и др.) образуются легкоплавкие эвтектические системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$, которые при температурах заливки стали или чугуна находятся в жидком (или размягченном) состоянии, но кристаллизуются в процессе остывания. В связи с этим прочность, измеренная после остывания нагретой до 1000–1400 °С краски, не дает реального представления о поведении краски в процессе заливки формы расплавленным металлом.

Исходя из изложенного выше, предлагается следующая методика измерения прочности краски при высоких температурах. Измерение прочности нагретой до температур в интервале 200–1300 °С краски осуществляли на пластинках, которые изготавливали, используя склеенные из плотной бумаги приспособления (рис. 1). Густую краску заливали с помощью шприца в желобки приспособления и сушили

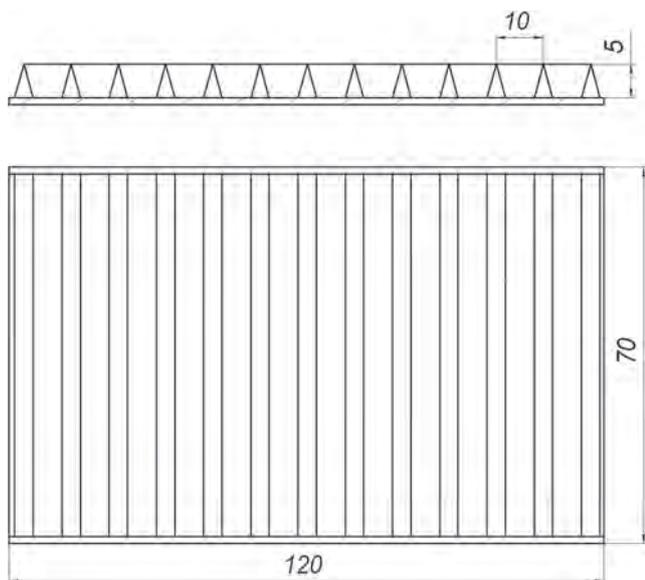


Рис. 1. Приспособление для изготовления пластинок из краски

ром произошла поломка пластинки 8 и установить удельную прочность на изгиб.

Испытания можно проводить непосредственно в шахтной печи, установив в ней подставку и пластинку из краски. При этом необходимо использовать сменный наконечник 7 соответствующей длины. Точность замеров прочности в печи выше по сравнению с результатами замеров после извлечения образцов из печи, так как в процессе извлечения образцы частично охлаждаются.

Прочность краски на изгиб определяли по величине усилия, при котором происходило разрушение образца [4]:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{3Pa}{2bh^2}, \text{ Н/см}^2, \quad (1)$$

где P – усилие разрушения, Н; a – расстояние между точками опоры подставки, см; h и b – соответственно высота и ширина образца, см.

Для сравнения результатов, полученных при определении прочности после остывания образца и при высоких температурах, проведена серия экспериментов, в ходе которых испытывали краски на основе дистенсилиманита со связующим жидким стеклом (6%) и алюминатом натрия (6%). С помощью приспособления (см. рис. 1) изготавливали по 12 образцов на жидком стекле (6%) и на алюминате натрия (6%). Образцы укладывали в печь и нагревали до температур в интервале 180–1300 °С. При различных температурах из печи извлекали по два образца для каждого из связующих. Один образец испытывали при высокой температуре, а второй – после остывания до 20 °С (рис. 3). Из рисунка видно, что во всем диапазоне температур при использовании алюмината натрия показатели прочности более высокие. При его применении падение прочности при нагреве до 300 °С не столь существенно, и оно наблюдается в более узком диапазоне температур. Эксперименты показали, что до 1000 °С раз-

в печи при 200 °С, затем высушенные пластинки извлекали и укладывали в печь SNOL 7.2/1300. По мере достижения температуры 180, 300, 400, 600, 800, 1000, 1200 и 1300 °С пластинки извлекали из печи, укладывали на шамотную подставку на две опоры и определяли усилие разрушения на изгиб.

Прибор для измерения прочности (рис. 2) состоит из прозрачного корпуса 2, закрываемого пробкой 1, в которой крепится направляющий стержень 5. На поверхности корпуса нанесены деления, а внутри находится пружина 3 и поршень 4, к которому прикреплена трубка 6. На нижнем конце трубки установлен металлический стержень. При надавливании на пробку 1 поршень 4 перемещается по направляющему стержню 5, сжимая пружину. В момент поломки образца (пластинки) 8 фиксируется положение поршенька 4 на шкале корпуса 2. Проведя предварительно тарирование шкалы по величине нагрузки, можно установить усилие, при кото-

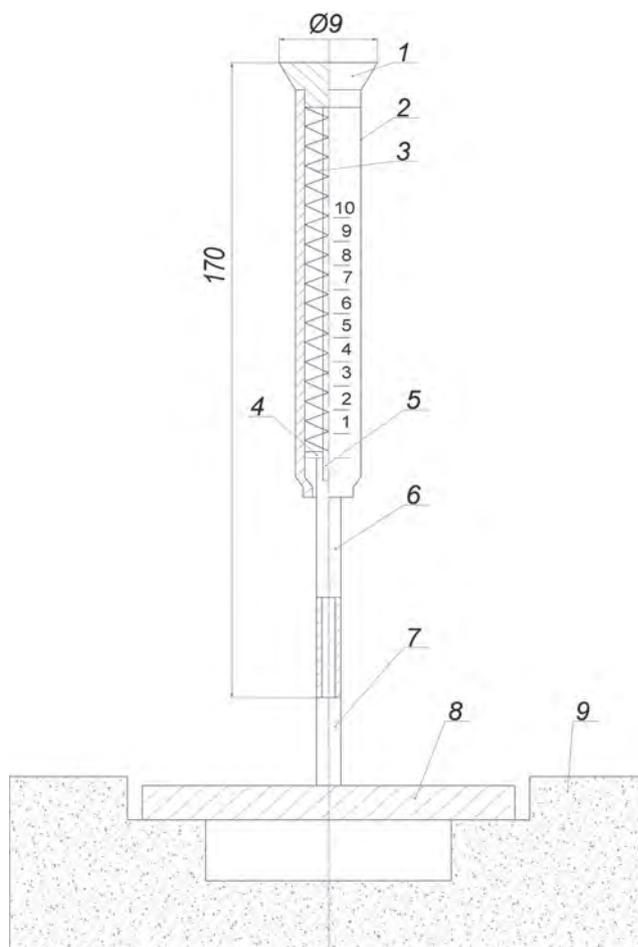


Рис. 2. Прибор для измерения прочности краски при высоких температурах: 1 – пробка; 2 – корпус; 3 – пружина; 4 – поршень; 5 – направляющий стержень; 6 – трубка; 7 – наконечник; 8 – пластинка из краски; 9 – подставка

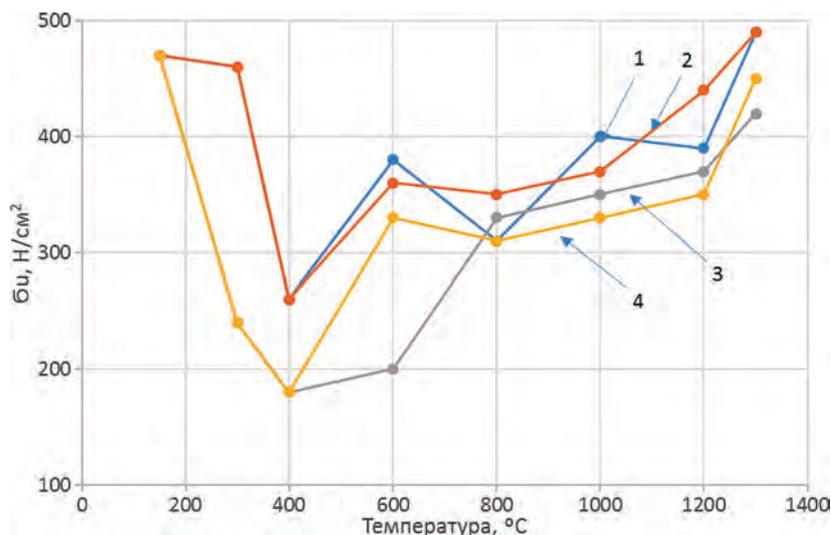


Рис. 3. Прочность краски при различных температурах: 1 – алюминат (горячий); 2 – алюминат (холодный); 3 – силикат (горячий); 4 – силикат (холодный)

ница между прочностью в горячем и холодном состояниях находится в рамках погрешности эксперимента.

Сравнение зависимостей твердости красок, нагретых до температур в диапазоне 180–1300 °C [5], с зависимостями прочности (рис. 3) показало, что твердость краски, определенная по методике [3], может служить критерием оценки прочности краски.

Выводы

1. Разработаны методика и прибор для измерения прочности огнеупорных литейных красок при высоких температурах.

2. Проведенные исследования в диапазоне температур 180–1300 °C показали, что для алюмината натрия падение прочности после нагрева свыше 300 °C меньше, а температурный диапазон восстановления прочности более узкий, чем у силиката натрия, что позволяет рекомендовать алюминат натрия к применению взамен жидкого стекла.

3. Из сравнения приведенных зависимостей наблюдается корреляция прочности краски от температуры с результатами замера твердости после нагрева до высоких температур [5].

Литература

1. Сварика А. А. Покрyтия литейных форм М.: Машиностроение, 1977. 216 с.
2. Комаров О. С., Немененок В. М., Розенберг Е. В., Комарова Т. Д. Совершенствование составов противопригарных красок // Литье и металлургия. 2016. № 1. С. 53–57.
3. Комаров О. С., Барановский К. Э., Розенберг Е. В., Комарова Т. Д. Методика определения прочности противопригарных покрытий // Литье и металлургия. 2014. № 4. С. 31–32.
4. Полубояринов Д. Н. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. М.: Стройиздат, 1972. 351 с.
5. Комаров О. С., Немененок В. М., Комарова Т. Д. Особенность связующих свойств силиката и алюмината натрия // Литейное производство. 2016. № 10. С. 4–6.

References

1. Svarika A. A. *Pokrytija litejnyh form* [Coatings molds]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1977. 120 p.
2. Komarov O. S., Nemenenok V. M., Rozenberg E. V., Komarova T. D. Sovershenstvovanie sostavov protivoprigarnykh krasok [Improvement of the composition of nonstick colors]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2016, no. 1, pp. 53–57.
3. Komarov O. S., Baranovskij K. Je., Rozenberg E. V., Komarova T. D. Metodika opredelenija prochnosti protivoprigarnykh pokrytij [Methods of determination of the dressing fastness]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2014, no. 4, pp. 31–32.
4. Polubojarinov D. N. *Praktikum po tehnologii keramiki i ognepuporov* [Practical workshop on technology of ceramics and refractory materials]. Moscow, Strojizdat Publ., 1972. 351 p.
5. Komarov O. S., Nemenenok V. M., Komarova T. D. Osobennost' svjazujushhih svojstv silikata i aljuminata natrija [Pecularity of binding properties of silicate and aluminate of sodium]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry production*, 2016, no. 10, pp. 4–6.