



УДК 621.74

Поступила 25.12.2015

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВОВ ПРОТИВОПРИГАРНЫХ КРАСОК IMPROVEMENT OF THE COMPOSITION OF NONSTICK COLORS

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

O. S. KOMAROV, B. M. NEMENJONOK, E. V. ROZENBERG, T. D. KOMAROVA, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave. E-mail: komarov_metolit@tut.by

Изучена возможность повышения твердости (прочности) противопригарной краски на основе дистен-силиманита и лигносульфаната в качестве связующего за счет добавки алюмината натрия и полиэтиленгликоля (ПЭГ-200). Установлено, что добавка этих веществ способствует повышению прочности для первого в диапазонах температур 130–1200 °С, а для второго – только после сушки.

Показано, что для дистен-силиманита и циркона (ZrSiO₄) эти вещества обеспечивают высокую прочность и в качестве самостоятельных связующих. Но для красок на основе Al₂O₃ их применение не эффективно.

The possibility of increasing the hardness (strength) nonburning-on coatings based on distensilimonita and lingosulfanata as binding by the addition of sodium aluminate and polyethylene glycol (PEG-200) was usearched. It was found that addition of these substances enhances strength for the first one temperature ranges 130–1200 °C, and for the second one – only after drying.

It is shown that for distensilimonita zircon (ZrSiO₄) these substances provide high strength and as separate binders. But for paints based on Al₂O₃ their use is not efficient.

Ключевые слова. Противопригарное покрытие, связующее, алюминат натрия, полиэтилен гликоль, прочность покрытия.

Keywords. Nonburning-on coating, binding, sodium aluminate, polyethylene glycol, strength coating.

Целью проведенных исследований по совершенствованию состава литейных противопригарных красок являлся поиск вторичных ресурсов (отходов), добавка которых в состав существующих красок повысит их качество, или использование которых в качестве самостоятельных связующих позволит создать новые противопригарные покрытия.

Анализ существующих на предприятиях РБ отходов показал, что потенциальными связующими могут быть алюминат натрия и ПЭГ-200. Первый образуется при полировке алюминиевых отражателей в расплаве NaOH. Второй служит носителем для порошка карбида кремния при распиливании слитков полупроводникового кремния.

На первом этапе работы исследовали влияние добавок этих отходов в состав базовой краски УПП «Универсал-Лит», связующим в которой является лигносульфанат. В состав краски вводили отходы ПЭГ-200 или раствор NaAlO₂ в количестве 1–4%. Алюминат натрия добавляли в краску в виде 50%-ного водного раствора.

Критерием оценки влияния добавок на свойства краски служила ее твердость после сушки при 130 °С и прокалики при 400, 900 и 1200 °С. Твердость измеряли в соответствии с методикой, приведенной в работе [1]. Результаты замеров твердости для добавок ПЭГ-200 и NaAlO₂ приведены на рис. 1, 2. Как следует из рисунков, добавка ПЭГ-200 не оказала заметного влияния на твердость краски после прокалики при высоких температурах. Это естественно, так как нагрев свыше 400 °С приводит к деструкции лигносульфаната и полиэтиленгликоля. Повышение твердости после прокалики при 1200 °С связано со спеканием дистен-силиманита легкоплавкими примесями, например, глиной, добавляемой с целью повышения вязкости.

Наоборот, добавка алюмината натрия повышала твердость краски после сушки и прокалики тем в большей степени, чем больше величина добавки. Такой характер его влияния объясняется тем, что после деструкции лигносульфаната (400 °С) он берет на себя функции связующего (см. рис. 1).

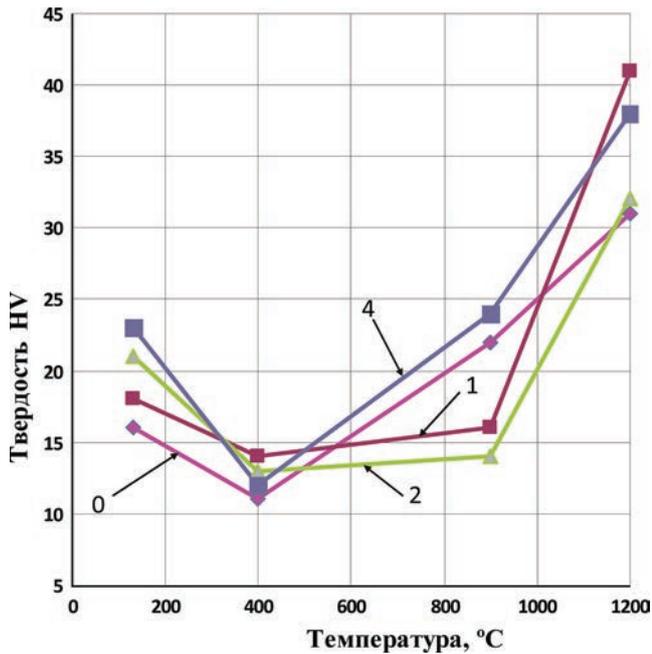


Рис. 1. Влияние температуры нагрева краски с добавкой ПЭГ-200 на ее твердость: 0 – без добавки; 1, 2, 4 – % добавки ПЭГ-200

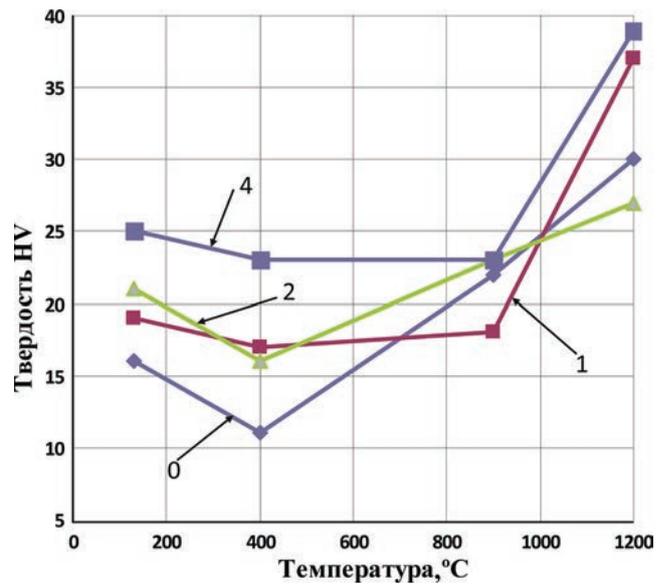


Рис. 2. Влияние температуры нагрева краски с добавкой NaAlO_2 на ее твердость: 0 – без добавки; 1, 2, 4 – % добавки NaAlO_2

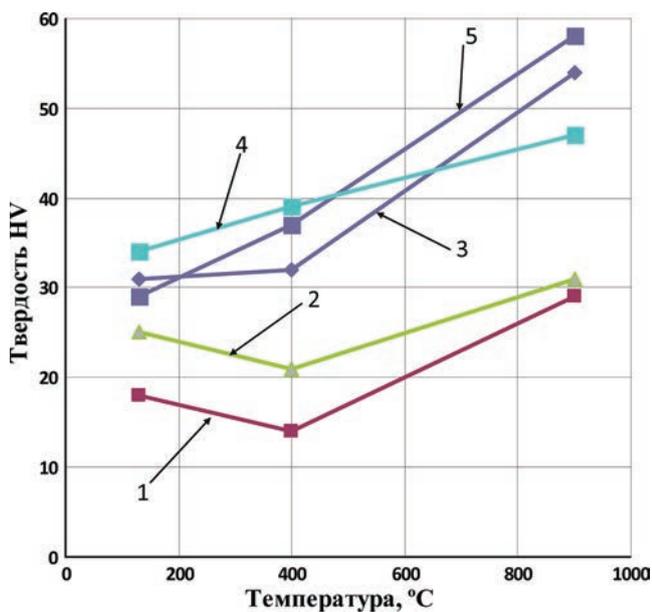


Рис. 3. Влияние добавки NaAlO_2 и ПЭГ-200 на ее твердость краски литейного цеха № 3 ОАО «МТЗ»: 1 – исходная краска МТЗ; 2 – с добавкой 3% ПЭГ-200; 3 – с добавкой 3% NaAlO_2 и 2% ПЭГ-200; 4 – с добавкой 5% NaAlO_2 и 2% ПЭГ-200; 5 – с добавкой 4% NaAlO_2

Проверку достоверности упрочнения краски на основе дистен-силиманита и лигносульфаната проводили на краске литейного цеха ОАО «МТЗ». Результаты экспериментов приведены на рис. 3. Как и в предыдущем случае (рис. 1, 2), добавка NaAlO_2 и ПЭГ-200 существенно повысили твердость краски во всем диапазоне исследованных температур. Характерно, что добавка NaAlO_2 обеспечивает стабильный рост твердости по мере повышения температуры.

На втором этапе исследовали возможность использования смеси алюмината натрия и ПЭГ-200 в качестве самостоятельного связующего. В качестве огнеупорного наполнителя использовали дистен-силиманит, порошок Al_2O_3 и ZrSiO_4 . Варианты соотношения связующих для различных опытов приведены в табл. 1.

На рис. 4 приведено изменение твердости огнеупорного покрытия после сушки при 130 °C и прокатки при 400, 900 и 1300 °C для дистен-силиманита в качестве огнеупорного наполнителя. Из рисунка видно, что добавка NaAlO_2 обеспечивает высокую

Таблица 1. Варианты соотношений связующих для различных наполнителей

Номер опыта	Состав краски, %				
	основа	ПЭГ	NaAlO_2	глина	ЛСН
21	50ДСМ	–	5	1	–
22	50ДСМ	1	5	1	–
23	50ДСМ	2	5	1	–
24	50ДСМ	3	–	1	–
25	50ДСМ	4	1	1	–

Номер опыта	Состав краски, %				
	основа	ПЭГ	NaAlO ₂	глина	ЛСН
26	50ДСМ	5	2	1	–
33	70ZrSiO ₄	–	–	1	3
34	70ZrSiO ₄	–	5	1	–
35	70ZrSiO ₄	1	5	1	–
36	70ZrSiO ₄	2	5	1	–
37	70ZrSiO ₄	5	–	1	–
38	70ZrSiO ₄	5	1	1	–
39	70ZrSiO ₄	5	2	1	–

Примечание: ДСМ – дистен-силиманит, ЛСН – лигносульфанат.

твердость при всех температурах независимо от дополнительной добавки ПЭГ-200. Для опытов № 22, 23 и 25 значения твердости после прокалики при 1300 °С указаны цифрами над верхним контуром рис. 4.

Изменение твердости после сушки и прокалики при различных температурах и разных соотношениях связующих компонентов для случая применения в качестве огнеупорного наполнителя ZrSiO₄ представлено на рис. 5, из которого следует, что краска на этом наполнителе изначально более твердая по сравнению с дистен-силиманитом. Наилучшие результаты независимо от температуры прокалики получены в случае использования в качестве связующего NaAlO₂ (опыты 34–36). Добавка ПЭГ-200 к NaAlO₂ способствует росту твердости (опыты 35 и 36). Лигносульфанат (опыт 33) обеспечивает хорошую твердость после сушки, но она резко уменьшается после прокалики при 400 °С и выше. ПЭГ-200 в качестве связующего не обеспечивает необходимой твердости (опыт 37), но добавка к нему 1–2% NaAlO₂ изменяет ситуацию (опыты 38, 39). В связи с растрескиванием и скалыванием краски при нагревании до 1300 °С удалось замерять твердость только для опыта № 36.

Использование Al₂O₃ в качестве огнеупорного наполнителя и связующих ПЭГ-200 и NaAlO₂ не дало положительных результатов (табл. 2). Краска плохо схватывалась с корундовой подложкой, имела невысокую твердость после сушки и рассыпалась после прокалики при 900 °С.

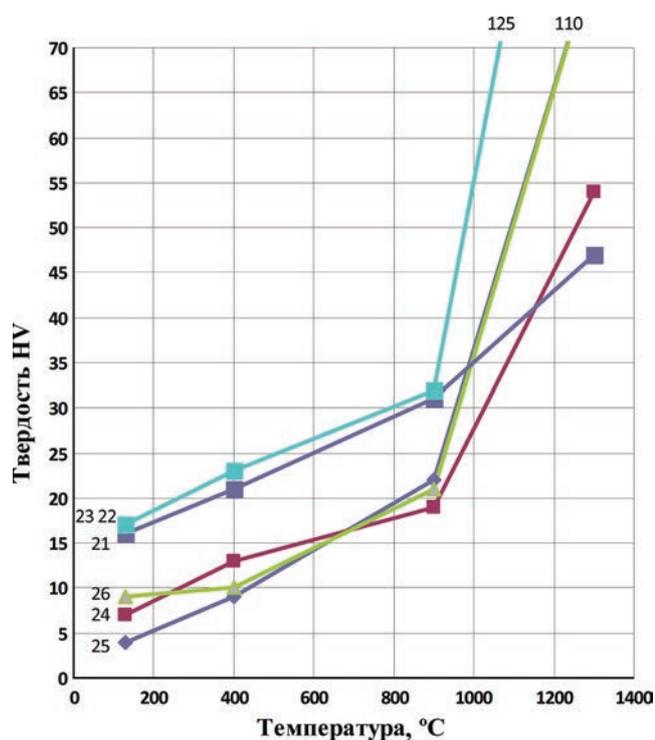


Рис. 4. Изменение твердости по мере увеличения температуры при различных соотношениях связующих для дистен-силиманита: 23, 22, 21, 26, 24, 25 – номера опытов

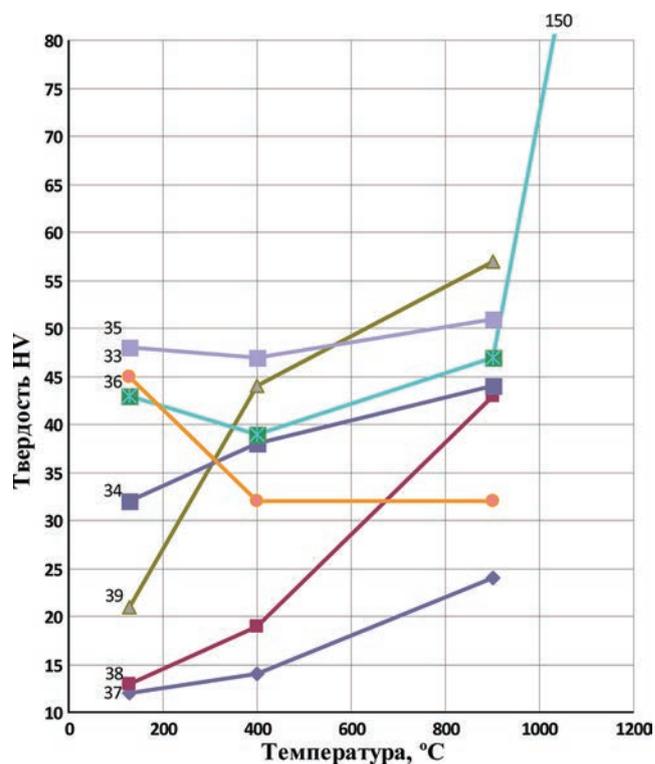
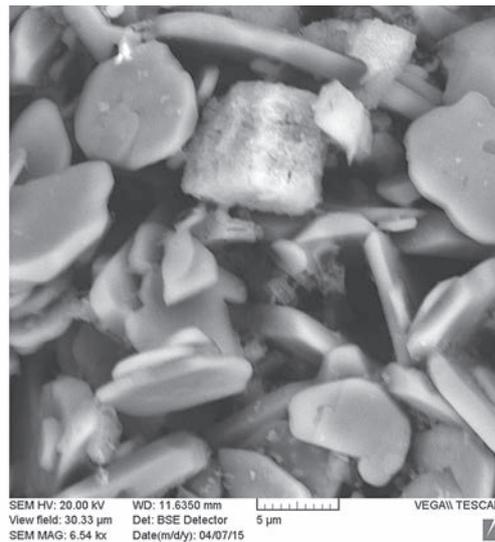
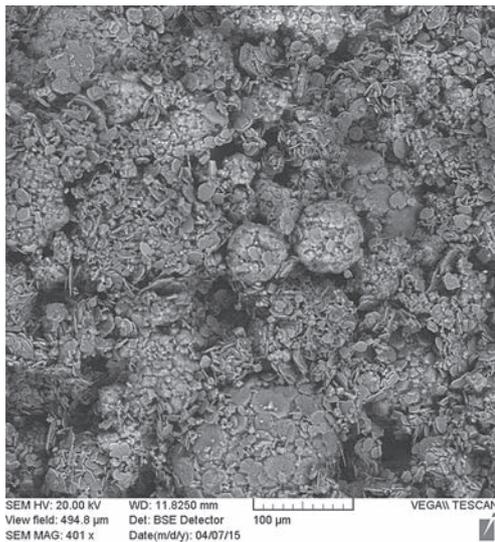
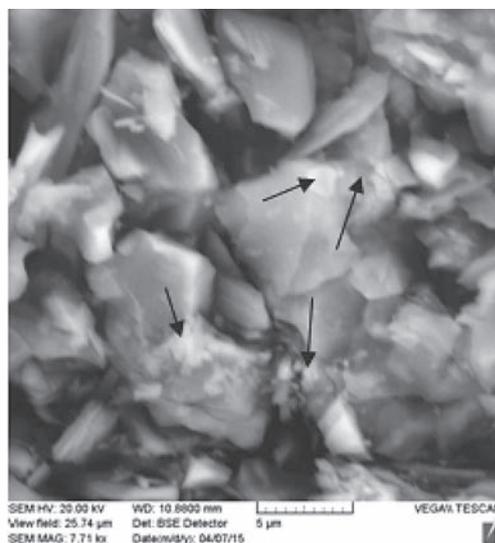
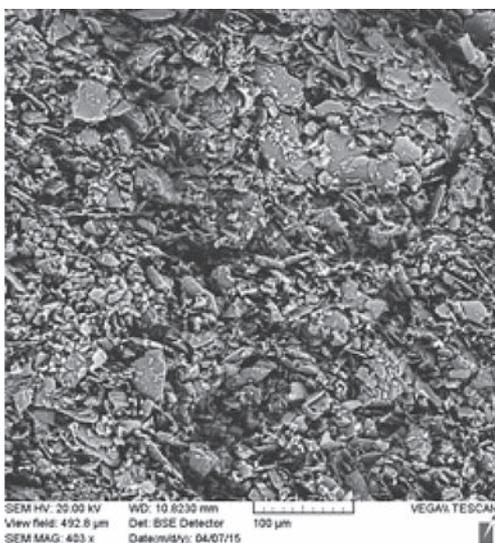


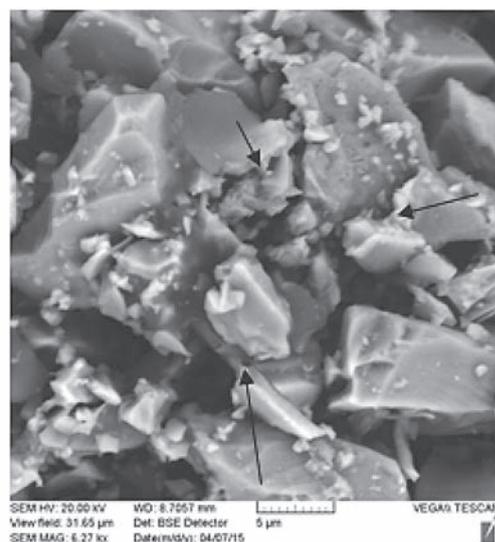
Рис. 5. Изменение твердости по мере увеличения температуры прокалики при различных соотношениях связующих для ZrSiO₄: 35, 33, 36, 34, 39, 38, 37 – номера опытов



a



б



в

Рис. 6. Структура краски после выдержки при 1300 °С: а – на основе Al_2O_3 ; б – на основе $Al_2O_3 \times SiO_4$; в – на основе $ZrSiO_4$

Таблица 2. Влияние добавок ПЭГ-200 и NaAlO₂ на твердость краски на основе α-Al₂O₃ после прокатки при различных температурах

Номер опыта	Состав, %				Твердость HV после нагрева до t, °C			Примечание
	Al ₂ O ₃	NaAlO ₂	ПЭГ	глина	130	400	1300	
27	50	2	5	1	–	–	–	Нет прочности и связи с подложкой
28	50	5	–	1	8,7	–	–	Нет прочности и связи с подложкой
29	50	5	1	1	7,5	12,1	–	Нет связи с подложкой
30	50	–	5	1	8,0	21,3	–	Осыпалась, нет прочности
31	50	1	5	1	7,8	15,1	–	Осыпалась, нет прочности
32	50	2	5	1	7,2	13,5	–	Разваливается, нет связи с подложкой

С целью выяснения причины отсутствия прочности у краски на основе глинозема (Al₂O₃) исследовали структуру красок на основе Al₂O₃; ZrSiO₄ и Al₂O₃·SiO₄ (дистен-силиманита) после прокатки при 1300 °C (рис. 6). В отличие от красок на основе ZrSiO₄ и Al₂O₃·SiO₄ структура краски на основе глинозема состоит из отдельных конгломератов (рис. 6, а), образовавшихся в процессе осаждения Al(OH)₃ из пересыщенного раствора алюмината натрия, что хорошо заметно при небольшом увеличении. При большом увеличении выявляется однородная структура конгломерата, состоящая из пластинок одинаковых размеров. Выдержка при 1300 °C не привела к образованию мостиков, соединяющих отдельные пластины. В то же время выдержка красок на основе ZrSiO₄ и Al₂O₃·SiO₄ (рис. 6, б, в) привела к образованию мостиков (отмечены стрелками) между отдельными зернами. Сама зерновая структура в обоих случаях характеризуется неоднородностью размеров отдельных частиц. Остается невыясненной причина отсутствия проникновения крепителя в конгломераты Al₂O₃, в результате чего исключается связь между частицами при низких температурах и спекание частиц при высоких.

Выводы

Установлено, что небольшие добавки алюмината натрия во всем диапазоне исследованных температур способствуют росту твердости, а следовательно, и прочности противопригарных красок на базе дистен-силиманита и лигносульфаната. Добавка ПЭГ-200 повышает прочность только после сушки краски. Кроме того, показано, что NaAlO₂ и ПЭГ-200 могут выступать в качестве самостоятельных связующих для дистен-силиманита и циркона (ZrSiO₄).

Литература

1. Комаров О. С., Барановский К. Э., Розенберг Е. В., Комарова Т. Д. Методика определения прочности противопригарных красок // *Литье и металлургия*. 2014. № 4. С. 31–33.

References

1. Komarov O. S., Baranovskij K. E., Rozenberg E. V., Komarova T. D. Metodika opredelenija prochnosti protivoprigarnyh krasok [Method of determining the strength of nonstick colors]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2014, no. 4, pp. 31–33.