

[Текст]. – Введ. 21.09.99. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 21с. **4.** Лаврова, І. О. Обґрунтування методу очищення нафти і нафтових дистиллятів від сполук сірки [Текст] / І. О. Лаврова, В. Саїд Аммар, К. М. Сорокотяга // Вісник НТУ «ХПІ», Харків: НТУ «ХПІ» - 2010 - с. 57 – 615. **5.** Лаврова, І. О. Дослідження впливу технологічних факторів на ефективність процесу кавітаційної обробки нафтопродуктів [Текст] / І. О. Лаврова, В. Саїд Аммар, // Восточно-европейский журнал передових технологій, Харків: - 2013 - с. 47 – 51. **6.** Нестеренко С. В. Получение флотореагентов и водотопливных эмульсий на базе сырья и отходов коксохимического и нефтехимического производства нафтопродуктов [Текст] / Нестеренко С. В. Щебетун В.И., // Коммунальное хозяйство городов, Харків: - 2009 - с. 185- 194 **7.** Буйвол, В. Н. Тонкие каверны в течениях с возмущениями [Текст] / В. Н. Буйвол / К: Наукова думка, 1984. – 296 с. **8.** И. Пирсол. Кавитация [Текст] : пер. с англ. - М: «Мир», 1975 – 95С. **9.** Федоткин И. М. Использование кавитации в технологических процессах [Текст] / И.М. Федоткин, А. Ф. Немчин – К : Вища школа, 1984. – 68 с. **10.** Геллер С.В. Гидродинамические источники тепла [Текст] / Геллер С.В., Мочалин И.В., Богун О.П. // Нефтегазовое дело, М: - 2006 - с. 4-16

УДК 66.074:661

**Исследование влияния кавитационной обработки на качественные показатели водомазутных эмульсий/ И. О. Лаврова, Аммар Валид Саид //Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.157-162. – Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2079-5459**

Наведені результати дослідження впливу гідродинамічної і ультразвукової обробки кавітації на якісні характеристики товарного мазуту і водопаливних емульсій на їх основі. Досліджено підвищення ефективності спалювання котельного і пічного палива при одночасному підвищенні екологічної безпеки і термінів служби котельних і пічних установок за рахунок зниження вмісту в емульсії карбенів і карбоїдів.

**Ключові слова:** кавітація, мазут, гідрокрекінг, вуглеводні, карбени, карбоїди, асфальтени, фракції, мазут, сорбент.

**Study of the influence of cavitation processing of qualitative indicators of aqueous oil emulsions/ Lavrova I. O., Ammar W. Saeed //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.157-162. Bibliogr.:10 . ISSN 2079-5459**

Results of research of influence of hydrodynamic and ultrasonic cavitation processing on the qualitative characteristics of the commodity oils and water-and-fuel emulsions based on them. Studied increase of efficiency of burning of boiler and furnace fuel with simultaneous increase of ecological safety and service life of the boiler and oven plants by reducing the content in emulsion carbenes and carboids.

**Keywords:** cavitation, fuel oil, hydro, hydrocarbons, carbenes, carboids, asphaltenes, fractions, fuel oil, oil sorbent.

УДК 666.762

**Т. Б. ГОНТАР**, асистент, УИПА, Харків;

**О. Б. СКОРОДУМОВА**, д-р техн. наук, зав. каф., УИПА, Харків;

**Я. Н. ГОНЧАРЕНКО**, канд. техн. наук, асистент, УИПА, Харків

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО РЕМОНТА ОГНЕУПОРНЫХ ФУТЕРОВОК**

Исследовано влияние гранулометрического состава экзотермических смесей на основе динасового наполнителя на их текучесть. Выполнена оптимизация гранулометрического состава смесей, позволяющая сократить технологическую стадию отсева тонкой фракции 0,2 – 0 мм, что значительно упрощает и удешевляет технологию. Полученные результаты являются базой для создания нормативной документации на качество разработанной экзотермической смеси.

© Т. Б. ГОНТАР, О. Б. СКОРОДУМОВА, Я. Н. ГОНЧАРЕНКО, 2014

**Ключевые слова:** экзотермические смеси, гранулирование, оптимизация, нормативная документация.

**Введение.** Значительные энергозатраты в сталеплавильном производстве связаны необходимостью проведения длительных ремонтов футеровки плавильных печей, а также сталь- и промковшей. Альтернативой традиционным технологиям является горячий ремонт футеровки с помощью СВС-технологий [1]. Экзотермические смеси, применяемые для горячего ремонта огнеупорных футеровок, содержат огнеупорный наполнитель, близкий по фазовому составу к ремонтируемой футеровке [2,3]. В качестве горючего компонента чаще всего используют алюминиевую пудру.

Качество нанесения восстановительного покрытия зависит не только от состава экзотермической смеси, но и от ее дисперсности, поэтому разработка оптимального гранулометрического состава экзотермической смеси, а также создание нормативного обеспечения технологии СВС-смесей является актуальным направлением исследований.

Нанесение экзотермических смесей в струе окислителя на поверхность огнеупорной футеровки связано с некоторыми сложностями [4,5]. Экзотермическая смесь представляет собой полидисперсный многокомпонентный порошок. Массовое содержание этих компонентов, их истинная плотность, форма частиц и распределение их по размерам различно. При подаче под давлением полифракционного порошка с одновременным окислением происходит его расфракционирование, в результате чего при попадании оплавленных частиц на поверхность ремонтируемой футеровки увеличивается процент «отскока» смеси, а нанесенное покрытие имеет неоднородный состав [6-8]. В связи с этим представляется рациональным гранулировать порошок для повышения однородности покрытия, наносимого на футеровку [9]. При этом, за счет снижения потерь тонкой фракции (в частности, алюминиевой пудры) при нанесении покрытия, повышается равномерность оплавления гранул и снижается процент отскока.

Известно, что качество нанесения покрытия на ремонтируемую футеровку зависит от текучести порошка. При использовании гранулирования текучесть смеси повышается, однако, принимая во внимание ее полидисперсный состав, целесообразно оптимизировать фракционный состав гранулированной экзотермической смеси.

**Цель работы.** Целью работы является оптимизация гранулометрического состава гранулированных экзотермических смесей.

**Методика экспериментов.** Экзотермические смеси готовили на основе боя динасового кирпича (ГОСТ 4157-79) различной дисперсности, предварительно рассеянного по фракциям 3 – 2 мм, 2 – 1 мм, 1 – 0,5 мм, 0,5 – 0,2 мм, 0,2 – 0,1 мм и 0,1 – 0 мм. Каждая фракция была отдельно использована для получения гранулированных экзотермических смесей, полученных накатыванием слоя алюминиевой пудры (ГОСТ 5494-95), на зерна динасового порошка с использованием связующего – раствора жидкого стекла (ГОСТ 13078-81). Исходные компоненты и экспериментальные смеси исследовали с помощью петрографического (оптический микроскоп МИН-8) и химического методов анализа.

Текучесть экзотермических смесей определяли по скорости истечения  $0,5 \text{ дм}^3$  порошка через воронку с диаметром проходного отверстия 7,12 и 18 мм, что соответствует наиболее часто используемым размерам отверстий в системах подачи экзотермической смеси промышленных торкрет-установок. Время истечения фиксировалось по секундомеру. Статистическую обработку результатов испытаний (10 параллельных опытов для каждой экспериментальной экзотермической смеси) проводили методом наименьших квадратов.

**Обсуждение результатов.** По результатам химического и петрографического методов анализа в мелких фракциях гранулированной смеси содержится большее количество алюминиевой пудры при пониженном количестве жидкого стекла. При этом толщина покрытия тем тоньше, чем меньше размер гранул экзотермической смеси, следовательно,

часть пудры остается несвязанной. Наличие свободной пудры приводит к образованию агрегатов мелких гранул, снижает текучесть смеси, что согласуется с результатами, приведенными на рис.1.

Известно, что критериями текучести порошков служат такие показатели как угол естественного откоса и угол внутреннего трения. Угол внутреннего трения наиболее полно характеризует силы сцепления между частицами. Его расчет

основан на свойстве порошков ограничивать передачу внешнего давления на дно и стенки емкости, в которой порошок находится.

С целью получения исходных данных для проектирования бункеров, находящихся в системах подачи экзотермической смеси, были определены угол естественного откоса, а также углы внутреннего и внешнего трения (табл.1).

Совместный анализ полученных результатов позволил выявить, что оптимальный гранулометрический состав экзотермической смеси находится в диапазоне 0,2 - 1,0 мм. Недостатком предложенного состава является необходимость дополнительной технологической операции по отсеву фракций размером менее 0,2 мм.

Таблица 1 – Свойства гранулированных экзотермических смесей

Свойства	Размер гранул, мм					
	3,0-2,0	2,0-1,0	1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0
Насыпная плотность, г/ см <sup>3</sup>	1,240	1,203	1,163	0,935	0,663	0,614
Угол естественного откоса, град	36,25	35	33	32	34	-
Угол внутреннего трения, град	47,5	42	39	42	45	-
Угол внешнего трения, град	30	24,5	28	28	35	-

С целью изучения влияния содержания фракций 1 - 0,5; 0,5 - 0,2 и 0,2 - 0 мм на скорость истечения экзотермической смеси, было применено симплекс-решетчатое планирование эксперимента (табл.2) [10].

Вычислив коэффициенты, получили модель кубической степени приближения в кодированной форме:

$$y = 32,4x_1 + 18,66x_2 + 19,33x_3 - 9,83x_1x_2 - 26,93x_1x_3 - 0,225x_2x_3 + 13,84x_1x_2(x_1-x_2) - 2,68x_1x_3(x_1-x_3) - 5,04x_2x_3(x_2-x_3) + 2,89x_1x_2x_3$$

Для проверки адекватности полученной модели проводили по три параллельных опыта в трех проверочных точках, которые были выбраны после построения контурных кривых поверхностей полинома.

Для контрольных точек получены экспериментальные и расчетные значения скорости истечения (табл.3).

Выполнив расчет, получили для точек 1, 2, 3 значение  $\xi$ , равные 0,395, 0,764, 1,193 соответственно. Значение критерия Стьюдента  $t$  для этих же точек составляет 1,34, 0,125, 0,672. Табличное значение критерия Стьюдента, взятое при 5 %-ном уровне значимости ( $\alpha$ ), отнесенном к числу контрольных точек ( $l$ ), для 20 степеней свободы [ $f=N(n-l)$ ] равно  $t_{0,0,16;20} = 2,6$ . Наши значения меньше табличного, следовательно, описание поверхности отклика полиномом третьей степени является адекватным. Для оптимального гра-

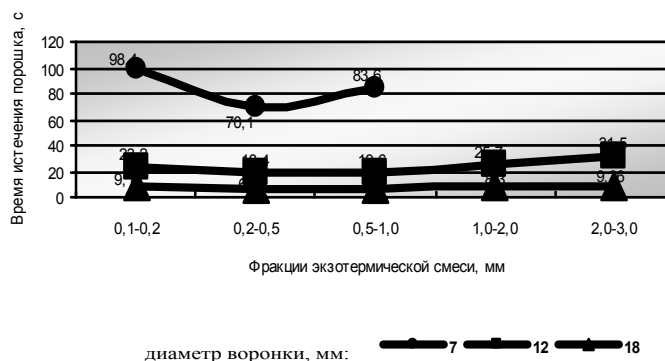


Рис.1 – Влияние дисперсного состава экзотермических смесей на время истечения через воронку

нулометрического состава время истечения через воронку составляет 18 - 19 с, что позволяет использовать полученные результаты для контроля качества гранулированной смеси разработанного состава.

Таблица 2 – Матрица планирования и дисперсия воспроизводимости

№	Состав смеси :						Результаты параллельных измерений, с			Ср.знач. параллельных измерений, с	Дисперсия воспр.
	в кодированной форме			в натуральном виде, $\text{дм}^3 \cdot 10^3$							
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	фр. 0-0,2	фр. 0,2-0,5	фр. 0,5-1	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$		
1	1	0	0	500	-	-	32,3	32,4	32,5	32,4	0,01
2	0	1	0	-	500	-	18,5	18,7	18,8	18,66	0,0234
3	0	0	1	-	-	500	19,3	19,3	19,4	19,33	0,00335
4	2/3	1/3	0	333,3	166,6	-	26,8	26,5	26,7	26,66	0,0234
5	1/3	2/3	0	166,6	333,3	-	20,3	20	19,8	20,03	0,0305
6	2/3	0	1/3	333,3	-	166,6	22	21,9	21,7	21,86	0,234
7	1/3	0	2/3	166,6	-	333,3	17,8	18	17,9	17,9	0,01
8	0	2/3	1/3	-	333,3	166,6	18,3	18,6	18,5	18,46	0,0234
9	0	1/3	2/3	-	166,6	333,3	19,4	19,5	19,5	19,43	0,00335
10	1/3	1/3	1/3	166,6	166,6	166,6	19,7	19,4	19,3	19,46	0,0434

Таблица 3 – Экспериментальные и расчетные значения времени истечения в контрольных точках

№	Состав смеси:						Результаты параллельных измерений, с			Ср. знач. параллельных измерений, с	Время истечения (расч.), с
	в натуральном виде, $\text{дм}^3 \cdot 10^3$			в кодированной форме							
	фр. 0-0,2	фр. 0,2-0,5	фр. 0,5-1	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$		
1	0	388,9	111,1	0	7/9	2/9	18,2	18,4	18,5	18,36	18,29
2	500	-	-	1	0	0	32,5	32,4	32,3	32,4	32,4
3	111,1	55,6	333,3	2/9	1/9	6/9	20,15	20,22	20,26	20,21	20,42

**Выводы.** Таким образом, проведенные исследования позволили установить область гранулометрических составов экзотермической смеси, характеризующихся оптимальной текучестью. Выполненная оптимизация с помощью симплекс - решетчатого метода планирования эксперимента позволила установить допустимость содержания в экзотермической смеси гранул размером  $< 0,2$  мм в количестве до 25-27 мас.%, что позволяет не отсеивать тонкую фракцию при приготовлении разработанной экзотермической смеси. Полученные результаты являются базой для создания нормативной документации на качество разработанной экзотермической смеси.

**Список литературы:** 1. Горячие ремонты коксовых печей керамической наплавкой и смесями СВС [Текст] / [А. Н. Патрушев, В. М. Неволин и др. // Кокс и химия. –2000. –№1. – С. 16-19. 2. Parry A. V. Invisible Coated Repair at Surface Temperatures [Текст] / Parry A. V. // Iron and Steel, 1984.- v.56.- №6.- P.183-184. 3. Jevon A. Coke-oven Wall Repair [Текст] /Jevon A., Fishek A. Z. // Iron and Steel Eng, 1984.-v.61.- No 5.- P.28-34. 4. Владимиров В. С. Использование для металлургических и литейных производств новых огнеупорных СВС – материалов и покрытий с повышенными эксплуатационными свойствами [Текст] / В. С. Владимиров, А. П. Галаган, И. А. Карпунин // тез. докл. 2<sup>й</sup> междунар. научно-практич. конф. «Автоматизированные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии», М: МИСиС, 2002. - С.570 – 574. 5. Владимиров В. С. Использование новых высокоэффективных огнеупорных СВС-материалов и покрытий для металлургических производств [Текст] / В. С. Владимиров, А. М. Галаган, И. А. Карпунин // Новые огнеупоры.- 2002.- №7.- С.8-12. 6. Мамян С. С. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез неорганических материалов со стади-

ей магний-термического восстановления [Текст] / С. С. Мамян // сб. научн. трудов "СВС: теория и практика", Черноголовка: Территория.- 2001.- С.276-294. 7. Экзотермический огнеупорный мертель [Текст] / Дябин В. В., Неволин В. М., Заборовский В. М., Крутский Ю. Л., №96110828/03, заявлено 29.05.1996, опубл. 27.02.2001. 70. SU, МПК С04В35/68/53. 8. Применение СВС-огнеупоров для футеровки агрегатов черной металлургии [Текст] / А. Р. Сейдаев, М. Б. Исмаилов [и др.] // Инженерно-физический журнал. – 1993. – Т.65, №5. – С.623–626. 9. Гонтар Т. Б. Разработка оптимального гранулометрического состава экзотермических гранулированных смесей [Текст] / Т. Б. Гонтар, С. М. Вилков, О. Б. Скородумова // Вестник национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Химия, химическая технология и экология». Харьков: НТУ «ХПИ». – 2011.- № 50.- С.170 -175 10. Зедгинидзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем [Текст] / И. Г. Зедгинидзе. – М: Наука, 1976 г.- 390с.

Поступила в редколлегию 25.01.2014

УДК 666.762

**Усовершенствование нормативного обеспечения процесса получения экзотермических смесей для горячего ремонта огнеупорных футеровок/ Гонтар Т. Б., Скородумова О. Б., Гончаренко Я. Н. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.162-166. – Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2079-5459**

Досліджено вплив гранулометричного складу екзотермічних сумішей на основі динасового наповнювача на їх плинність. Виконана оптимізація гранулометричного складу сумішей, що дало можливість скоротити технологічну стадію відсіву тонкої фракції 0,2 - 0 мм, що значно спрощує і здешевлює технологію. Отримані результати є базою для створення нормативної документації на якість розробленої екзотермічної суміші.

**Ключові слова:** екзотермічні суміші, гранулювання, оптимізація, нормативна документація.

**Improvement of normative documentation for the exothermic mixtures technique using for hot repair of refractory lining/ T. B. Gontar, O. B. Skorodumova, Y. N. Goncharenko//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.162-166. Bibliogr.:10 . ISSN 2079-5459**

The influence of particle size distribution of exothermic mixtures of silica filler on the basis of their turnover has been studied. The optimization of particle size distribution of mixtures will reduce the dropout process step fine fraction 0.2 - 0 mm, which greatly simplifies and reduces the cost of technology. The results are a basis for the creation of regulatory documents developed by the quality of the exothermic mixture. .

**Keywords:** exothermic mixture, granulation optimization, normative documentation.

//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.00-00. Bibliogr.: . ISSN 2079-5459

УДК 620.197; 622.279; 665.3

**К. М. ДІХТЕНКО**, канд. техн. наук, УкрНДІгаз, Харків

## **КІНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛІ ОТРИМАННЯ АЗОТОВІСНИХ ПОХІДНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИХ ІНГІБІТОРІВ КОРОЗІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ**

Розроблено математичну і кінетичну моделі амідкування моноацилгліцеринів етилендіаміном. Розраховано та оцінено константи швидкостей та термодинамічні параметри реакції амідкування моноацилгліцеринів етилендіаміном та запропоновано механізм реакції амідкування.

**Ключові слова:** інгібітор корозії, ріпакова олія, моноацилгліцерини, етилендіамін, амідуван

© К. М. ДІХТЕНКО, 2014