

УДК 662.66:665.777.4

Булавка Юлия Анатольевна, доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа Полоцкого государственного университета, кандидат технических наук, доцент

Bulauka Yuliya, Associate Professor of the Department of Technology and Equipment for Oil and Gas Processing of Polotsk State University, PhD, Associate Professor

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТИВОСМЕРЗАЮЩЕГО СРЕДСТВА
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КАМЕННОГО УГЛЯ И НЕФТЯНОГО КОКСА**

METHOD FOR PRODUCING ANTI-FREEZING AGENT FOR TRANSPORTATION OF STONE COAL AND PETROLEUM COKE

Представлены результаты исследования по получению на основе продуктов вторичных процессов нефтепереработки средства для пылеподавления и снижения потерь от выдувания влажных сыпучих углеродсодержащих материалов, в частности, нефтяного кокса, и против смерзания и прилипания, при их транспортировке в условиях отрицательных температур.

This article presents the results of studies on production based on products of secondary oil refining processes of agents for dust suppression and reduction of losses from blowing out of wet bulk carbon-containing materials, in particular petroleum coke, as well as against freezing and adhesion during their transportation at low temperatures.

Высокая влажность каменного угля и нефтяного кокса создает трудности при их перевозке в зимний период, потому как происходит смерзание груза и примерзанием к металлической поверхности думпкаров, гондол, хопперов, кузовов автосамосвалов. В результате этого до 50 % сыпучих углеродистых материалов остается не выгруженной, что вызывает необходимость в дополнительной очистке, при этом стоимость перевозки увеличивается до 20%. Для предупреждения пылеуноса, прилипания, смерзания, примерзания горных пород имеющих повышенную влажность применяются различные средства, наиболее широкое промышленное применение за последние годы получили профилактические средства нефтяного происхождения – Ниогрин и Универсин.

В настоящее время является актуальной для угольной и нефтеперерабатывающей отрасли задача борьбы с пылеобразованием, потерями от выдувания, прилипанием, смерзанием и примерзанием к рабочим металлическим поверхностям автомобильных и железнодорожных транспортных средств при транспортировке в условиях отрицательных температур

нефтяного топливного кокса и каменного угля, что и определило цель настоящего исследования.

Патентный поиск, выполненный в [1-18] показал, что разработаны ряд профилактических средств для обработки углеродсодержащих насыпных грузов при их транспортировке, недостатком которых являются высокие значения их вязкости, обусловленные значительным содержанием загущающей добавки нефтяного происхождения, как следствие, резкое увеличение вязкости при отрицательных приводит к повышенному расходу средств, затрудняет их распыление форсунками при низких температурах и усложняет технологию их применения для получения равномерного покрытия.

Задача, данного исследования заключается в вовлечении минимального количества загущающей добавки нефтяного происхождения (гудрона либо мазута), достаточного для проявления депрессорного эффекта за счет структурной организации макромолекулярных ассоциатов смолисто-асфальтеновых веществ остатков в керосино-газойлевых фракциях вторичных процессов без существенного увеличения вязкости и с возможностью равномерного нанесения профилактического средства на грузы в мелкодиспергированном состоянии, используя для этого форсунки, что позволит сократить затраты на их транспортировку и выгрузку.

В рамках данного исследования выполнено компаундирование загущающей добавкой (гудрона либо мазута) с керосино-газойлевыми фракциями вторичных процессов нефтепереработки, произведен подбор и определено оптимальное соотношение исходных сырьевых компонентов для получения пылеподавляюще-противосмерзающего средства с комплексом требуемых свойств.

Полученные пылеподавляюще-противосмерзающие средства исследовали стандартными методами с целью установления температуры застывания (ГОСТ 20287-74), температуры вспышки в закрытом тигле (ГОСТ 6356), условной вязкости при 50°C (ГОСТ 6258), плотности 20°C (ГОСТ 3900), массового содержания механические примесей и воды (ГОСТ 6370 и ГОСТ 2477 соответственно).

В таблице 1 приведено сравнение технико-экономических показателей трех предлагаемых образцов пылеподавляюще-противосмерзающих средств с промышленными аналогами:

~ образец 1: дизельное топливо Висбрекинга с 5% масс. мазута с установки АВТ-6;

~ образец 2: дизельное топливо Висбрекинга с 3% масс. гудрона с установки ВТ-1;

~ образец 3: фракция суммарной ароматики C_{10+} 5% масс. мазута с установки АВТ-6.

Таблица 1 Свойства образцов предлагаемых пылеподавляюще-противосмерзающих в сравнении с промышленными аналогами

Показатели	Ниогрин ПС-35С ТУ 0258- 002- 38507925- 2012	Универ- син-С ПС ТУ 38.101114 2-88	Серерин- 2 ТУ 38.10186 3-81	Предлагаемые профи- лактические средства		
				обра- зец 1	обра- зец 2	обра- зец 3
Условная вязкость при 50°С, °ВУ, ГОСТ 6258, в пределах	1,0 – 3,0	1,1 - 3,5	1,1 - 1,5	1,12	1,11	1,09
Температура застывания по ГОСТ 20287, °С, не выше	минус 35	минус 40	минус 50	ниже - 65	ниже - 65	ниже - 70
Температура вспышки по ГОСТ 6356, °С, не ниже	40	80	80	70	70	62
Массовая доля воды по ГОСТ 2477, в %, не более	2,0	0,5	0,5	0,01	0,01	0,01
Массовая доля механи- ческих при- месей по ГОСТ 6370, в %, не более	1,0	0,3	0,2	следы	следы	следы
Испытание на медной пластинке по ГОСТ 6321	выдержи- вает	-	-	выдерживает		
Цвет, визу- ально	от светло коричневого до черного					
Стоимость долла- ров/тонну	180-200	180-200	210-1100	100	100	500

Анализ технико-экономических показателей предлагаемых пылеподавляюще-противосмерзающих средств в сравнении промышленными аналогами показал, что они не уступают по основным эксплуатационным свойствам «Ниогрину-ПС 35С» и при этом дешевле более чем в три раза. Определено, что 3...5% мас. является оптимальной концентрацией загущающей добавки для достижения максимального депрессорного эффекта. Анализ коррозионного воздействия на металлы (Сталь 10, алюминий, медь) по ГОСТ 9.080 показал, что все образцы выдерживают испытания.

Задача испытаний состояла в определении профилирующей способности составов предотвращать прилипание, смерзание и примерзание влажного каменного угля к поверхности лабораторных металлических лотков, при отрицательных температурах - естественных климатических условиях, максимально приближенных к условиям применения профилактических смазок. Испытания проводились в лабораторных условиях при искусственном обводнении угля в морозильных камерах в контейнерах-макетах. На поверхность, заранее охлажденных металлических лотков (30x20x15 см), кисточкой, равномерным тонким слоем, не допуская натеков средства на металлической поверхности, наносилось охлажденное профилактическое средство. По истечении 5 - 10 минут после нанесения профилактического средства, во все емкости загружалось одинаковое количество сыпучего материала - каменного угля.

После при помощи пульверизатора уголь обводнялся в количестве воды 10% масс. от массы угля. Для создания условий максимально приближенных к условиям погрузки, после наполнения емкостей углем, дополнительно проводили утрамбовку сыпучей породы. Наполненные лотки размещались в морозильных камерах на двое суток при температуре -35°C. По истечении времени испытаний, лотки опустошались путем опрокидывания, затем проводился осмотр металлической поверхности лабораторных думпкаров, оценка степени выгрузки сыпучей породы в процентном соотношении. Последовательность моделирования процесса примерзания и прилипания каменного угля к стенкам полувагонов и думпкаров приведена на рисунке 1. Лабораторное моделирование процесса примерзания и прилипания каменного угля и нефтяного кокса к стенкам полувагонов и думпкаров показали, что:

- при обработке лабораторных думпкаров образцами профилактических средств были получены положительные результаты (значительно уменьшается смерзаемость нефтяного кокса либо угля и облегчается их выгрузка из контейнеров-макетов);
- после выгрузки породы на стенках лотка, предварительно обработанного образцами профилактических средств 1, 2 и 3, не было обнаружено примерзшего угля, и дополнительная ручная выгрузка не требовалась. На дне лотка так же не наблюдалось примерзания угля.

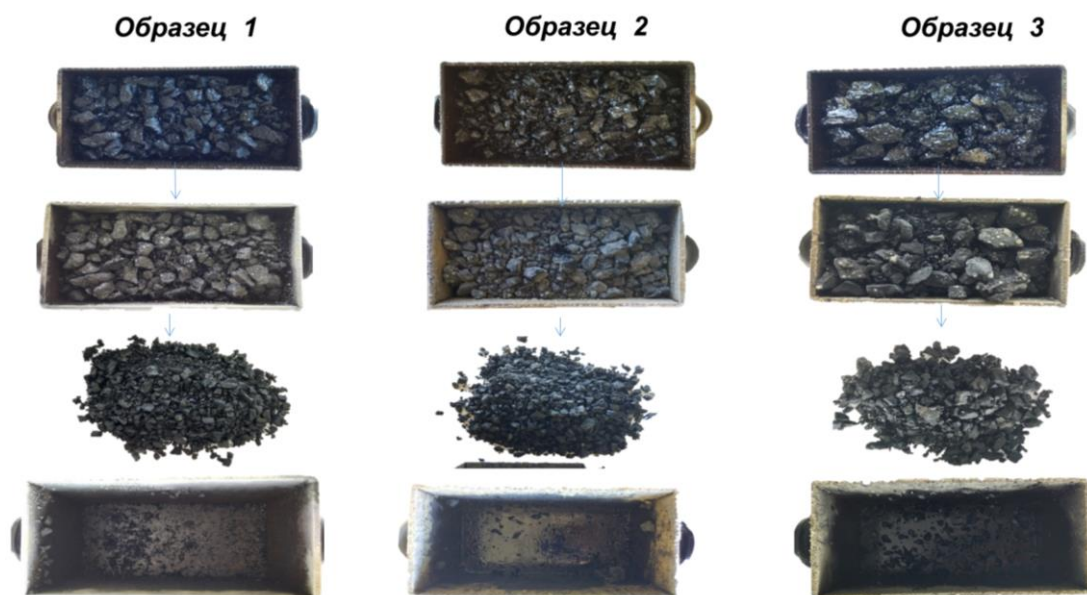


Рис. 1. Последовательность моделирования процесса примерзания и прилипания каменного угля к стенкам полувагонов и думпкаргов

Оценка запыленности воздушной среды коксовой пылью производимая массовым методом показала, что использование средства снижает запыленность воздуха до 7 раз. Моделирование процесса пылеуноса нефтяного кокса в лабораторной аэродинамической трубе при скорости ветра 30 км/ч показало, что потери в процессе выдувания сокращаются в 5 раз.

Разработанные пылеподавляюще-противосмерзающие средства обладают следующими достоинствами:

- не проявляют коррозионной агрессивности по отношению к металлическим поверхностям;
- не содержат механических примесей и воды;
- имеют достаточно высокие температуры вспышки, соответствующие требованиям пожарной безопасности;
- характеризуются низкими температурами застывания, позволяющими их использовать при температурах окружающей среды ниже минус 35°C;
- имеют хорошую смачиваемость, адгезионную способность и реологические свойствами;
- небольшой расход около 1...1,5% масс. на массу транспортируемого груза.

Предлагаемые пылеподавляюще-противосмерзающих могут быть рекомендованы к использованию для борьбы с пылеобразованием и предотвращением примерзания и прилипания горных пород и сыпучих углеродсодержащих грузов, в частности, каменного угля и нефтяного кокса к

металлическим поверхностям и полостям автомобильного и железнодорожного транспорта.

Список литературы

1. Снижение воздействия коксовой пыли на работников путем использования пылеподавляюще-противосмерзающего средства /Булавка Ю.А., Ляхович В.А.// Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. -2020. -№ 3.- С. 83-87.
2. Reduction of airborne particulate matters emissions reduction associated with petroleumcoke productions/ V. A. Liakhovich, Y.A. Bulauka// Scientific conference abstracts of XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources”, St.Petersburg Mining University on June 17-19, 2020 Volume 2. pp. 319
3. Reduced dust pollution in the processes of production and transportation of petroleum coke /Liakhovich V., Bulauka Y. //European and national dimension in research. technology: Electronic collected materials of XII Junior Researchers’ Conference, Novopolotsk, May 13-14, 2020 / Polotsk State University ; ed. D. Lazouski [et al.]. – Novopolotsk, 2020. – pp.71-73
4. Способ получения пылеподавляюще-противосмерзающего средства для перевозки сыпучих углеродсодержащих материалов // Ю.А. Булавка, В.А. Ляхович/Инновационные материалы и технологии : материалы Междунар.науч.-техн. конф. молодых ученых, г. Минск, 9–10 янв. 2020г. – Минск : БГТУ, 2020. –С. 232-235.
5. Пылеподавляющий и противосмерзающий состав для кокса из продуктов вторичных процессов переработки нефтяного сырья /В.А. Ляхович, Ю.А. Булавка//Наука. Технология. Производство – 2019: материалы Международной наудотехнической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019.-С.59-61.
6. Method to reduce freezing and improve dust suppression when receiving and transporting petcoke/V. Liakhovich, Y. Bulauka// Scientific Conference Abstracts of XV International Forum-Contest of Students and Young Researchers « Topical issues of rational use of natural resources», St. Petersburg, May 13-17, 2019.- Saint-Petersburg Mining University. - St. Petersburg,2019.-P. 71
7. Способ улучшения пылеподавления и снижения смерзания при получении и транспортировке нефтяного кокса / В.А. Ляхович, Ю.А. Булавка// Актуальные вопросы современного материаловедения: материалы VI Международной молодежной научно-практической конференции (г. Уфа, 30 октября 2019 г.) / отв. ред. ОС. Куковинец. - Уфа: РИД БашГУ, 2020.-С.205-214.
8. Method to reduce freezing and improve dust suppression when receiving and transporting petcoke/ V. Liakhovich, Y.Bulauka //European and na-

tional dimension in research. Technology = Европейский и национальный контексты в научных исследованиях : Electronic collected materials of XI Junior Researchers' Conference, Novopolotsk, May 23-24, 2019 / Polotsk State University ; ed. D. Lazouski [et al.]. – Novopolotsk, 2019. - P.104-105.

9. Способ улучшения пылеподавления при получении и транспортировке нефтяного кокса /В.А. Ляхович, Ю.А. Булавка// Системы обеспечения техносферной безопасности: материалы VI Всероссийской конференции и школы для молодых ученых (с международным участием) (Таганрог, Россия, 4-5 октября 2019 г.)/Южный федеральный университет. – Ростов-наДону; Таганрог: издательство Южного федерального университета. 2019.- С.45-46.

10. Способ снижения смерзания и улучшения пылеподавления при получении и транспортировке нефтяного кокса/Ляхович В.А., Булавка Ю.А.// Сборник тезисов докладов 73-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2019» (22-25 апреля 2019 г. Москва). – Том 5.– М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. –С.468-469.

11. Способы подавления пылеобразования при транспортировке углеродсодержащих материалов /Ляхович В.А., Булавка Ю.А. //Промышленная безопасность и охрана труда: практика, обучение, инновации: сб. материалов Международной заочной научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2019.-С.26-29.

12. Снижение воздействия пылевого фактора на работников при получении и транспортировке нефтяного кокса /Ляхович В.А., Булавка Ю.А.// Безопасность – 2019 : материалы докладов XXIV Всероссийской студенческой научно–практ. конф. с междунар. участием «Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира» (г. Иркутск, 16–19 апр. 2019 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНТУ, 2019. –С.129-131.

13. Receiving an antifreezing agent for transporting coke by rail /V. Liakhovich, V. Yemelyanova, Y. Bulauka// European and national dimension in research. technology = европейский и национальный контексты в научных исследованиях : Electronic collected materials of X Junior Researchers' Conference, Novopolotsk, May 10-11, 2018 / Polotsk State University ; ed. D. Lazouski [et al.]. – Novopolotsk, 2018. -P.153-155

14. Инновационный подход к переработке тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья /Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф., Хохотов С.С., Ляхович В.А.// Сборник трудов XII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России». – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. –с.23-26.

15. Противосмерзающего средства из отходов нефтехимии для транспортировки топливного кокса /Ляхович В.А., Емельянова В.А., Бу-

лавка Ю.А.// Сборник докладов 72-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2018» (23-26 апреля 2018 г. Москва). – Том 2.– М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2018. –С.366

16. Получение товарных продуктов из тяжелой смолы пиролиза/Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф., Ляхович В.А.// Актуальные вопросы современного химического и биохимического материаловедения: материалы V Международной молодежной научно-практической школы-конференции (г. Уфа, 4-5 июня 2018 г.) / отв. ред. О.С. Куковинец. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2018.-С. 54-57.

17. Современные направления переработки тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья /Ю.А. Булавка, В.А. Ляхович, А.С. Москаленко// Новые технологии– нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции/ отв. ред. П. В. Евтин. – Тюмень: ТИУ, 2018.- С.33-35

18. Рациональная переработка тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья /Ю.А. Булавка., В.А. Ляхович, С.Ф.Якубовский // Tatarstan Up-ExPro 2018: материалы II Международной молодежной конференции(14–17 февраля 2018 г., Казань). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. –С.120-121.