

УДК 665.777.4:665.637:614.7

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПЫЛЕПОДАВЛЯЮЩЕ-ПРОТИВОСМЕРЗАЮЩЕГО СРЕДСТВА, СНИЖАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЫЛИ НЕФТЯНОГО КОКСА НА РАБОТНИКОВ****В.А. ЛЯХОВИЧ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Ю.А. БУЛАВКА)*

*В ходе исследования разработано пылеподавляюще-противосмерзающее средства, которое позволит снизить пылевое воздействие на работников установки замедленного коксования при получении нефтяного кокса и улучшить морозоустойчивость продукта. Предлагаемый способ позволяет решать проблемы транспортировки в условиях отрицательных нефтяного топливного кокса, и расширяет ассортимент товарной продукции, увеличивает эффективность производства и снижает затраты на закупку импортного противосмерзающего средства.*

Перевозка полезных ископаемых, рыхлых вскрышных пород, сыпучих углеродсодержащих материалов, обладающих повышенной влажностью, сопровождается в осенний период интенсивным прилипанием, а в зимний период - смерзанием груза и примерзанием к металлической поверхности полувагонов и думпкаров, гондол, хопперов, кузовов автосамосвалов. В результате этого до 50 % горной массы остается не выгруженной, что вызывает необходимость в дополнительной очистке и приводит к ухудшению технико-экономических показателей работы карьерного транспорта на 15...20 %. Стоимость перевозки увеличивается на 10...18% [1].

Для обеспечения безопасного ведения технологического процесса необходимо строгое соблюдение требований промышленной и пожарной безопасности, охраны труда, кроме того, изменяются условия труда работающих завода, в связи с тем, что появляется дополнительный вредный производственный фактор – пылевой, обусловленный выделением в воздух рабочей зоны коксовой пыли, которая обладает способностью к тлению, самовозгоранию и самовоспламенению. Превышение предельно допустимых концентраций по пыли нефтяного кокса в воздухе рабочей зоны производственных помещений (ПДК р.з. составляет 5 мг/м<sup>3</sup>) может стать причиной развития профессиональных легочных заболеваний. По степени воздействия на организм человека пыль нефтяного кокса относится к 4 классу опасности. Согласно ГОСТ 22898 температура тления при самовозгорании пыли с размером частиц 50-100 мкм 205-235°C, температура самовоспламенения 535-625 °С. Пыль с размером частиц 50-160 мкм не взрывоопасна: нижний предел воспламенения взвеси отсутствует до 500 г/м<sup>3</sup>.

Коксовое производство относится к отраслям промышленности, представляющим собой потенциальную опасность вследствие высокой вероятности контакта работающих с сырьевыми материалами, коксопыльными продуктами и вспомогательными реагентами в процессе труда и неблагоприятными физическими факторами (шума, вибрации, теплового и электромагнитного излучений, наличие источников радиоактивного излучения от радиоизотопных уровнемеров на коксовых камерах и колонне фракционирования и другие). Основными источниками загрязнения воздуха являются: блок трубчатых печей, блок теплообменников, блок коксовых камер, блок насосных, блок ректификации и стабилизации и блок места перегрузки нефтяного кокса с конвейера на конвейер, отделение грохочения, бункеры в грузки нефтяного кокса из силосов, линия погрузки нефтяного кокса в вагоны, узел дробления нефтяного кокса, транспортировки и складирования кокса. Вместе с тем, высокая влажность нефтяного кокса создает трудности при обработке кокса на УЗК, приводя к низкой эффективности рассева на грохоте. Перевозка топливного нефтяного кокса, обладающего повышенной влажностью, сопровождается в осенний период интенсивным прилипанием, а в зимний период – смерзанием груза и примерзанием к металлической поверхности думпкаров, гондол, хопперов, кузовов автосамосвалов. В результате этого до 50 % горной массы 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 [2-19].

В настоящее время является актуальной для 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, что и определило цель настоящего исследования.

Основным требованием к качеству профилактических средств, предназначенных для защиты металлической поверхности горнотранспортного оборудования от примерзания влажных сыпучих материалов, является показатель температуры застывания.

Низкотемпературные свойства обеспечивают требуемую подвижность профилактических средств при отрицательных температурах и возможность нанесения вещества без дополнительных операций подогрева. Для эффективного применения температура застывания профилактического средства Ниогрин не должна быть выше  $-35^{\circ}\text{C}$ , для Универсина марки «С» – не выше  $-45^{\circ}\text{C}$ . Профилактические средства, используемые для предотвращения пылеобразования на временных автодорогах при добыче полезных ископаемых открытым способом, а также для защиты поверхностей подвижного состава от примерзания и выдувания сыпучих материалов (угля, кокса, торфа и т.д.), должны соответствовать требованиям пожарной безопасности, которые регламентируют значение температуры вспышки. Для безопасного хранения и нанесения в полузакрытых помещениях и на открытом воздухе профилактическое средство Ниогрин должно иметь температуру вспышки не ниже  $75^{\circ}\text{C}$ , а профилактическое средство Универсин марки «Л» – не ниже  $150^{\circ}\text{C}$ . Также важными характеристиками профилактических средств являются вязкость и содержание воды и механических примесей. Для возможности нанесения средств с помощью форсунок и равномерного распределения на обрабатываемых поверхностях профилактические средства должны обладать определенными значениями вязкости. Минимальным содержанием либо отсутствием воды и механических примесей. Содержание воды негативно влияет на эксплуатационные свойства профилактических средств в условиях отрицательных температур. Образование кристаллов воды способствует усилению связей между частицами насыпного материала, а также материала с металлическими поверхностями транспортного оборудования и приводит к снижению подвижности профилактического средства.

В качестве дисперсионной среды, предлагаемых профилактических средств выбран следующий продукт вторичных процессов ОАО «Нафтан» – дизельное топливо с установки «Висбрекинг-Термокрекинг» (далее ДТ Висбрекинга). В качестве загущающих добавок улучшающих низкотемпературные свойства использовали высокомолекулярные тяжелые нефтяные остатки: гудрон с установки ВТ-1 ОАО «Нафтан», мазут с установки АВТ-6 ОАО «Нафтан», остаток с установки «Висбрекинг-Термокрекинг» ОАО «Нафтан», нефтеполимерную смолу из тяжелой смолы пиролиза (НПС ТСП) производства ОАО «Лесохимик».

Профилактических средств получали компаундированием при помощи механической лопастной мешалки высокомолекулярных тяжелых нефтяных остатков с дисперсионными средами и последующей термической обработки при температуре  $100\pm 5^{\circ}\text{C}$  в течение 1,5...2 ч. Остатки добавляли в концентрациях до 30 % масс. на дисперсионную среду.

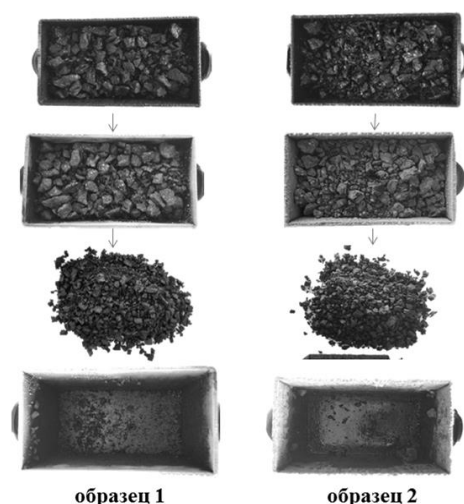
Для полученных профилактических средств определены: условная вязкость при  $50^{\circ}\text{C}$  ГОСТ 6258, температуру застывания по ГОСТ 20287, температуру вспышки по ГОСТ 6356, массовую долю воды по ГОСТ 2477, массовая доля механических примесей по ГОСТ 6370 и провели испытание на медной пластинке по ГОСТ 6321. Для лучших по эксплуатационным свойствам провели моделирование процесса примерзания и прилипания к стенкам вагона на примере каменного угля. Для моделирования процесса три образца профилактических средств с минимальными температурами застывания – ниже минус  $70^{\circ}\text{C}$ :

- ~ 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.

Задача испытаний состояла в определении профилактирующей способности новых низкотемпературных смазочных 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 при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$ . 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 загрузалось одинаковое количество сыпучего материала – каменного угля.

После при помощи пульверизатора уголь обводнялся в количестве воды 5% 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  $-30^{\circ}\text{C}$ . 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.



**Рисунок 1. – Последовательность моделирования процесса примерзания и прилипания каменного угля к стенкам полувагонов и думпкаров**

Лабораторное моделирование процесса примерзания и прилипания каменного угля к стенкам полувагонов и думпкаров показали, что:

- при обработке лабораторных думпкаров образцами профилактических средств 1 и 2 были получены положительные результаты;
- после выгрузки породы на стенках лотка, предварительно обработанного образцами профилактических средств 1 и 2, не было обнаружено примерзшего угля, и дополнительная ручная выгрузка не требовалась. На дне лотка так же не наблюдалось примерзания угля.

Технико-экономические показатели предлагаемых профилактических средств в сравнении промышленными аналогами приведены в таблице 1. Анализ технико-экономических показателей предлагаемых профилактических средств (образец 1 и 2) в сравнении промышленными аналогами показал, что они не уступают по эксплуатационным свойствам «Ниогрину-ПС 35С» и при этом дешевле более чем в три раза.

Таблица 1. – Технико-экономические показатели профилактических средств

Показатели	Ниогрин ПС-35С	Уни-версин-С	Северин-2	образец 1	образец 2
Условная вязкость при 50°C, °ВУ, ГОСТ 6258, в пределах	1,0 – 3,0	1,1 - 3,5	1,1 - 1,5	1,12	1,11
Температура застывания по ГОСТ 20287, °С, не выше	- 35	- 40	- 50	< -65	< -65
Температура вспышки по ГОСТ 6356, °С, не ниже	40	80	80	70	70
Массовая доля воды по ГОСТ 2477, в %, не более	2,0	0,5	0,5	0,01	0,01
Массовая доля механических примесей по ГОСТ 6370, в %, не более	1,0	0,3	0,2	следы	следы
Испытание на медной пластинке по ГОСТ 6321	выдерживает	-	-	выдерживает	
Цвет, визуально	от св. коричневого до черного				
Стоимость \$/тонну	180-200	180-200	210-1100	55	54

Для моделирования процесса пылеуноса нефтяного кокса был отобран образец 1 пылеподавляюще-противосмерзающее средства, полученный из дизельного топлива Висбрекинга с 5% масс. мазута с установки АВТ-6. Испытание опытного образца пылеподавляюще-противосмерзающего средства проводилось в условиях лаборатории кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа. Задача состояла в определении способности образца предотвращать пылеунос и выдувание при транспортировке нефтяного кокса.

Скорость ветра в лабораторной аэродинамической трубе определяли с помощью механического чашечного анемометра. Сухая и обработанная навеска нефтяной коксовой пыли помещалась в аэродинамическую трубу на 30 минут при скорости ветра 7,5 км/ч.

Взвешивание навески без обработки профилактическим средством до и после испытания показали, что пылеунос составляет 58%: 10,578г до проведения испытания и 4,351г по окончании испытания, выдув составил 6,227г. Взвешивание навески обработанной образцом 1 до и после испытания показали, что пылеунос составляет 12%: 10,247г до проведения испытания и 9,028г по окончании испытания, выдув составил 1,219г.

Таким образом, мы получили опытные образцы профилактических средств, которые снижают смерзаемость углеродсодержащих пород при транспортировке. Предлагаемые профилактические средства 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 40 °С; имеют хорошую смачиваемость, адгезионную способность и реологические свойства; высокую способность к пылеподавлению; небольшой расход 1...1,5% масс. на массу нефтяного кокса.

Предлагаемые образцы не уступают по эксплуатационным свойствам аналогу «Ниогрину-ПС 35С» и при этом дешевле его более чем в три раза [20].

Результаты лабораторных испытаний показали, что предлагаемые пылеподавляюще-противосмерзающих средства из местного сырья, а именно на базе остаточных нефтепродуктов ОАО «Нафтан» могут быть рекомендованы к использованию для борьбы с пылеобразованием и предотвращением примерзания и прилипания горных пород и сыпучих углеродсодержащих грузов к металлическим поверхностям и полостям автомобильного и железнодорожного транспорта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Учитель, А.Д., Кормер, М.В., Шмельцер, Е.О. Методы предотвращения смерзания углей при их транспортировке. // Вестник Криворожского национального университета. -2013. - № 4 (33). - С. 113-117.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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 научнотехнической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан / редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – С.59-61.
7. 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
8. 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.
9. Method to reduce freezing and improve dust suppression when receiving and transporting petcoke/ V. Liakhovich, Y.Bulauka //European and national 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.
10. 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.
  11. 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.
  12. 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.
  13. 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 ИРНИТУ, 2019. – С.129-131.
  14. 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
  15. 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.
  16. Противосмерзающего средства из отходов нефтехимии для транспортировки топливного кокса /Ляхович В.А., Емельянова В.А., Булавка 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.
  17. 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.
  18. 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.
  19. Рациональная переработка тяжелой смолы пиролиза углеводородного сырья /Ю.А. Булавка., В.А. Ляхович, С.Ф.Якубовский // Tatarstan UrExPro 2018: материалы II Международной молодежной конференции (14–17 февраля 2018 г., Казань). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. –С.120-121.
  20. Пыриков, А.Н. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях / А. Н. Пыриков, С. К. Васнин, Б. Н. Баранбаев. – М.: Интернет – инжиниринг, 2000. – 176 с.