

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2766337

### СОСТАВ ДЛЯ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Иванов Андрей Владимирович (RU), Стриженок Алексей Владимирович (RU), Федорова Анастасия Вадимовна (RU)*

Заявка № 2021116682

Приоритет изобретения 09 июня 2021 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 15 марта 2022 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 09 июня 2041 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C09K 3/22 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021116682, 09.06.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.06.2021

Дата регистрации:  
15.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.06.2021

(45) Опубликовано: 15.03.2022 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный  
отдел

(72) Автор(ы):

Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),  
Иванов Андрей Владимирович (RU),  
Стриженок Алексей Владимирович (RU),  
Федорова Анастасия Вадимовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет» (RU)

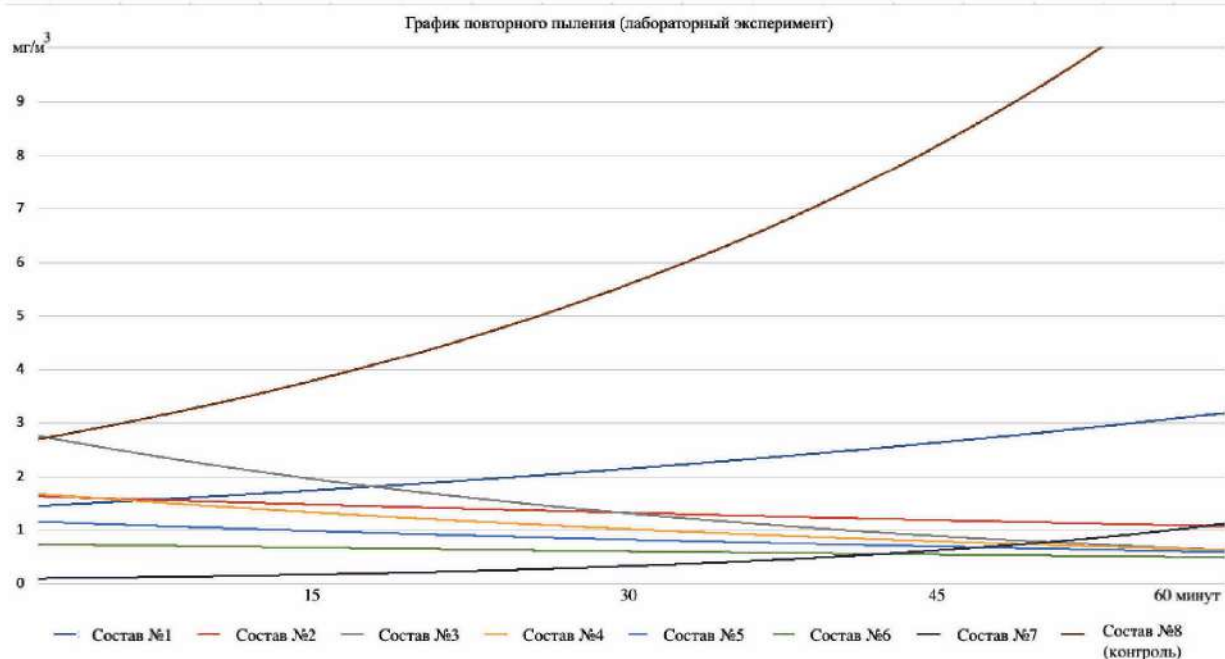
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2704183 C2, 24.10.2019. SU  
1662930 A1, 15.07.1991. RU 2495250 C1,  
10.10.2013. RU 2473583 C2, 27.01.2013. RU  
2220182 C2, 27.12.2003. RU 2690925 C1,  
06.06.2019. US 8298439 B2, 30.10.2012. US 8132982  
B2, 13.03.2012. Смирнов Ю. Д., Иванов А. В.,  
Чупин С. А. Разработка инновационной  
лабораторной установки для исследования  
пылящих поверхностей/ (см. прод.)

## (54) СОСТАВ ДЛЯ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к составам, предназначенным для борьбы с пылеобразованием на карьерах, автодорогах и предотвращения пыления различных мелкозернистых материалов (зола, уголь, шлаки, калийные и другие удобрения и т.п.). Может применяться для пылеподавления в горнорудной, угольной, строительной и других отраслях промышленности. Пылеподаватель предназначен для борьбы с пылеобразованием на карьерах, автодорогах и предотвращения пыления различных мелкозернистых материалов (зола, уголь, шлаки, калийные и другие удобрения, и т.п.). Состав для пылеподавления включает поливинилацетат, который представляет собой сополимер винилацетата с участием этилена, акриловой кислоты, пирролидона, акрилата,

винилового спирта, акриламида, дигалоидэтана либо сочетания вышеперечисленного. Дополнительно содержит полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль и воду при следующем соотношении компонентов, мас.%: полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль - 0,95-1; поливинилацетат - 0,12 - 0,24; вода - остальное. Использование предлагаемого состава для пылеподавления позволяет снизить пыление мелкозернистых материалов (строительные материалы, зола, уголь, шлаки, удобрения и т.п.) до 98% по сравнению с необработанными материалами. За счет высокой пылеподавляющей способности и образования на поверхности полимерной пленки исключается возможность повторного пыления. Изобретение обеспечивает повышение пылеподавляющей



Фиг. 1

(56) (продолжение):  
Записки Горного института.

R U 2 7 6 6 3 3 7 C 1

R U 2 7 6 6 3 3 7 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C09K 3/22 (2021.08)*

(21)(22) Application: **2021116682, 09.06.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**09.06.2021**

Registration date:  
**15.03.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **09.06.2021**

(45) Date of publication: **15.03.2022** Bull. № 8

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO SPGU, Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Smirnov Iurii Dmitrievich (RU),  
Ivanov Andrei Vladimirovich (RU),  
Strizhenok Aleksei Vladimirovich (RU),  
Fedorova Anastasiia Vadimovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**

(54) **DUST SUPPRESSION COMPOSITION**

(57) Abstract:

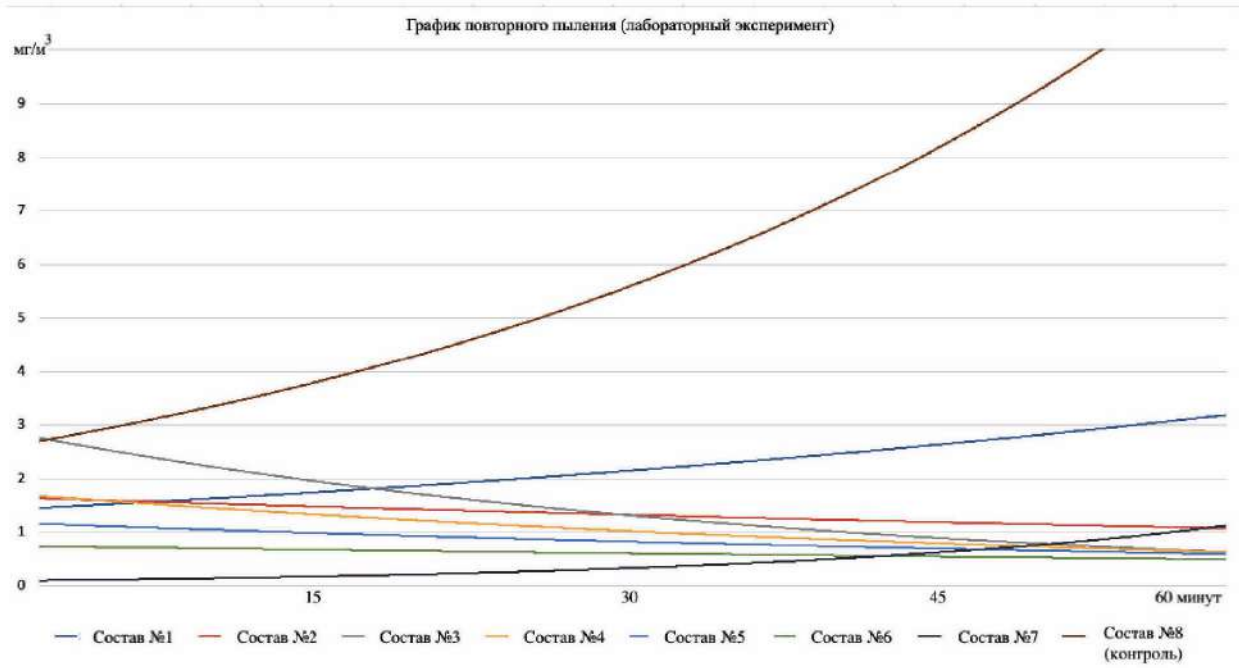
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to compositions intended for controlling dust formation in open pits, roads and preventing dusting of various fine-grained materials (ash, coal, slags, potassium and other fertilizers, etc.). It can be used for dust suppression in mining, coal, construction and other industries. Dust suppressor is designed to combat dust formation at open pits, roads and to prevent dusting of various fine-grained materials (ash, coal, slags, potassium and other fertilizers, etc.). Dust suppression composition includes polyvinyl acetate, which is a copolymer of vinyl acetate with participation of ethylene, acrylic acid, pyrrolidone, acrylate, vinyl alcohol, acrylamide, dihaloethane or a combination of the above. Additionally, contains

polyethylene glycol with molecular weight of 400 g/mol and water at the following ratio of components, wt.%: polyethylene glycol with molecular weight of 400 g/mol — 0.95–1; polyvinyl acetate — 0.12–0.24; water — balance. Use of the proposed composition for dust suppression reduces dusting of fine-grained materials (construction materials, ash, coal, slags, fertilizers, etc.) to 98 % compared to untreated materials. Due to high dust suppression capacity and formation of polymer film on surface, possibility of repeated dusting is excluded.

EFFECT: invention provides higher dust suppression capacity of the composition and long-term surface fixation effect.

1 cl, 2 dwg, 2 ex, 2 tbl



Фиг. 1

RU 2766337 C1

RU 2766337 C1

Изобретение относится к составам, предназначенным для борьбы с пылеобразованием на карьерах, автодорогах и предотвращения пыления различных мелкозернистых материалов (зола, уголь, шлаки, калийные и другие удобрения, и т.п.). Может применяться для пылеподавления в горнорудной, угольной, строительной и других отраслях промышленности.

Известен смачиватель для подавления угольной пыли (патент РФ 2495250, опубл. 23.04.2012), содержащий алкилбензосульфокислоту, гидроксид натрия, неонол, этиловый спирт, карбамид, хлорид кальция, бишофит, отдушку и воду.

Недостатком данного смачивателя является то, что компоненты состава оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в частности, бишофит может вызывать аллергические реакции и проблемы с дыхательной системой.

Известен состав для предотвращения смерзаемости сыпучих материалов и для борьбы с пылеобразованием (патент РФ 2485156, опубл. 24.10.2011) на основе хлорида кальция и(или) хлорида магния, содержащий ингибирующую добавку, с целью замедления коррозии металлов, он содержит смесь метиленового синего и дигидрофосфата натрия и(или) дигидрофосфата калия.

Недостатки состава являются слабая устойчивость состава к атмосферным воздействиям, возможное засоление и ухудшение свойств почв при вымывании компонентов состава за счет высокого содержания легкорастворимых солей.

Известен пылеподаватель для обработки мелкозернистых материалов (патент РФ № 2690925, опубл. 23.08.2018) с гликольсодержащим реагентом, причем в качестве гликольсодержащего реагента используют пылеподаватель калийных солей, кроме того, пылеподаватель дополнительно содержит формальдиоксанный спирт, карбоксиметилцеллюлозу и смачиватель ОП-10.

Недостатками данного пылеподавателя являются многокомпонентность состава и большое различие в молекулярных массах компонентов, приводящие к необходимости постоянного перемешивания состава.

Известен смачиватель (патент РФ 2689469, опубл. 26.09.2018) для подавления угольной пыли, содержащий олеиновую кислоту, гидроксид натрия, льняное масло и воду.

Недостатком является возможное негативное влияние на состояние водных объектов за счет попадания в них маслянистых компонентов состава и создания на поверхности воздухопроницаемой пленки.

Известен пылеподаватель мелкозернистых сыпучих материалов (патент РФ № 2220182, опубл. 13.12.2000) на основе оксиэтилированных соединений, он содержит смесь монометиловых эфиров полиэтиленгликолей формулы  $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ , где  $n$  - целое число от 2 до 8, средней молекулярной массы 175-195.

Недостатком пылеподавателя является многокомпонентность состава, приводящая к необходимости постоянного перемешивания состава и неравномерности его распыления при нанесении.

Известен состав для контроля пылевыделения и усовершенствования операций с материалом (патент РФ 2704183, опубл. 24.10.2019) принятый за прототип, содержащий: дисперсный материал, поливинилацетат, глицерин, в котором весовое соотношение поливинилацетата к глицерину составляет от 100:1 до 1:100.

Недостатком состава является неэффективность глицерина в качестве средства для контроля пылевыделения, поскольку он не способен оказывать на дисперсный материал связующее действие.

Техническим результатом является повышение пылеподавляющей способности

состава и долговременный эффект закрепления поверхности.

Технический результат достигается тем, что дополнительно содержит полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль и воду при следующем соотношении компонентов, масс. %:

5	полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль	0,95-1;
	поливинилацетат	0,12 - 0,24;
	вода	остальное.

Состав для пылеподавления поясняется следующими фигурами:

- 10
- фиг. 1 - график динамики пыления образцов в лабораторных условиях;
  - фиг. 2 - график динамики пыления образцов в природных условиях.

Заявляемый состав для пылеподавления, включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие, % масс.:

15	- полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль	- 0,95-1, выпускаемый по ТУ 2483-167-0575787-2000;
	- поливинилацетат	0,12 - 0,24, выпускаемый по ГОСТ 18992-80;
20	- вода	остальное, выпускаемая по ГОСТ 17.1.1.04-80.

Полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль  $\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{Hc}$  представляет собой бесцветную вязкую жидкость, с температурой замерзания от  $-10^\circ\text{C}$ . Неограниченно растворим в воде, нетоксичен, обладает высокой гигроскопичностью, вследствие чего хорошо удерживает влагу и замедляет высыхание пылящих поверхностей. Добавление полиэтиленгликоля молекулярной массой 400 г/моль обеспечивает контроль текстуры и вязкости состава.

Поливинилацетат  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{OCOCH}_3)_n$  представляет собой сополимер винилацетата с участием этилена, акриловой кислоты, пирролидона, акрилата, винилового спирта, акриламида, дигалоидэтана либо сочетания вышеперечисленных. Поливинилацетат нетоксичен и биоразлагаем, устойчив к старению в атмосферных условиях, обладает высокой адгезией к различным поверхностям, в том числе к пыли; обладает хорошими оптическими свойствами, стоек к действию света при повышенной температуре до  $100^\circ\text{C}$  и к температурным воздействиям, износостоек. Молекулярная масса колеблется от 10 000 до 1600 000 в зависимости от условий полимеризации.

Вода должна соответствовать требованиям технической воды и не содержать механических примесей.

Поливинилацетат молекулярной массой 400 г/моль как полярный полимер набухает и равномерно распределяется в воде, образуя устойчивую дисперсную фазу. Поливинилацетатная дисперсия выдерживает не менее четырех циклов замораживания - оттаивания при температуре до  $-40^\circ\text{C}$ . Пленка, образующаяся при высыхании дисперсии, обладает высокой светостойкостью. Несмотря на то, что под действием ультрафиолета и происходит частичная деструкция полимера, она сопровождается рекомбинацией образующихся макрорадикалов и реакциями переноса цепи, в результате чего увеличивается молекулярная масса и соответственно прочность полимерной пленки. Также пленка отличается прозрачностью, хорошей адгезией к различным поверхностям, стойкостью к старению.

Водная дисперсия данных взаимно нерастворимых полимеров приводит к

образованию гетерофазной системы - дисперсии поливинилацетата молекулярной массой 400 г/моль в матрице полиэтиленгликоля. Повышенная вязкость смесей полимеров в условиях эксплуатации обеспечивают высокую стабильность таких гетерофазных систем. Данный раствор на основе смесей полимеров характеризуется

5 большей долговечностью, чем у растворов на основе индивидуальных полимеров.

На пылящие поверхности растворы полиэтиленгликоля и поливинилацетата молекулярной массой 400 г/моль могут наноситься с помощью дренчерной установки.

Способ поясняется следующими примерами. В качестве доказательства эффективности разработанных составов для пылеподавления использовались три

10 различных пылящих фракции отобранные с карьера по добычи строительного камня: фракция 1 (1 - 100 мкм); фракция 2 (10 - 1000 мкм) и фракция 3 (80 - 2000 мкм).

Пример 1. С использованием лабораторной установки в аккредитованном Центре коллективного пользования Горного университета проводился ряд экспериментов с различными концентрациями поливинилацетата молекулярной массой 400 г/моль и

15 полиэтиленгликоля, а также контрольный эксперимент с использованием воды, без добавок смеси полимеров с различными фракциями пылящего материала: 1 - 100 мкм; 10 - 1000 мкм и 80 - 2000 мкм.

Для определения эффективности использования состава для пылеподавления использовалась специально разработанная на базе Горного университета

20 экспериментальная установка. Установка включает в себя экспериментальный бункер-пылеподаватель размерами 120×100×150 см, в который нагнетается воздух для моделирования движения воздушных масс различными скоростями. Степень запыленности воздуха в бункере определяется с помощью анализатора пыли атмосферного мониторинга DustTrak 8533, принцип работы которого основан на методе

25 лазерной нефелометрии.

Составами для пылеподавления обрабатывали образцы трех различных фракций: 1 - 100 мкм; 10 - 1000 мкм и 80 - 2000 мкм. Расход составлял 100 мл/м<sup>2</sup>. Эксперимент проводился при следующих условиях среды: температура воздуха +22°С, давление 770

30 мм рт.ст., влажность воздуха 35%, скорость воздушного потока до 3 м/с.

В качестве контрольного образца использовалась вода(без добавок). Пылеподавление водой имеет краткосрочный эффект. По мере ее высыхания в течение одного - двух часов концентрации пыли в воздухе достигают показателей сухих образцов, за счет

отсутствия у воды эффекта закрепления поверхности.

В ходе эксперимента навеска пыlifракции №1(1 - 100 мкм)массой 10 г равномерно распределялась по площадке 25×25 см, расположенной в центре бункера, на нее

35 распылителем наносился исследуемый состав для пылеподавления, бункер герметично закрывался и одновременно с подачей воздуха запускался в работу анализатор пыли. Длительность каждого эксперимента составляет 60 минут, что позволяет определить

40 не только мгновенную эффективность снижения запыленности воздуха в бункере, но и проследить динамику изменения запыленности воздуха по мере испарения выбранного состава для пылеподавления. При экспериментах с фракцией №1 наблюдается наиболее сильное пыление за счет очень мелкого размера частиц, которые долгое время остаются взвешенными в воздухе.

Для следующего эксперимента навеска пыlifракции №2(10 - 1000 мкм) массой 10

45 г равномерно распределялась по площадке 25×25 см, расположенной в центре бункера, на нее распылителем наносился исследуемый состав для пылеподавления, бункер герметично закрывался и одновременно с подачей воздуха запускался в работу анализатор пыли. Длительность каждого эксперимента составляет 60 минут, что



позволяет определить не только мгновенную эффективность снижения запыленности воздуха в бункере, но и проследить динамику изменения запыленности воздуха по мере испарения выбранного состава для пылеподавления.

Третья серия экспериментов проводилась с фракцией №3 (80 - 2000 мкм). Для этого навеска пыли массой 10 г равномерно распределялась по площадке 25×25 см, расположенной в центре бункера, на нее распылителем наносился исследуемый состав для пылеподавления, бункер герметично закрывался и одновременно с подачей воздуха запускался в работу анализатор пыли. Длительность каждого эксперимента составляет 60 минут, что позволяет определить не только мгновенную эффективность снижения запыленности воздуха в бункере, но и проследить динамику изменения запыленности воздуха по мере испарения выбранного состава для пылеподавления. При экспериментах с фракцией №3 наблюдается наименее сильное пыление за счет крупного размера частиц, которые практически не поднимаются в воздух.

Результаты лабораторного эксперимента представлены в таблице 1. На фигуре 1 показано изменение концентрации пыли на протяжении всего лабораторного эксперимента.

Таблица 1 - Результаты эксперимента в лабораторных условиях

№ п/п	Состав	Пылящая фракция, мкм	Средний размер частиц, мкм	Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>	Эффективность по сравнению с сухими образцами, %	Эффективность по сравнению с водой, %
1	поливинилацетат (0,06%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	3,38	87,74	41,71
2	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	1,74	98,84	75,14
3	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	10 - 1000	96	0,99	98,34	74,26
4	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	80 - 2000	208	0,75	98,51	75,08
5	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	1,48	99,01	78,85
6	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	10 - 1000	96	0,82	98,65	78,66
7	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	80 - 2000	208	0,64	98,87	78,92
8	Вода (контроль)	1 - 100	51	7,01	85,32	0

В соответствии с представленными выше результатами, наилучшую эффективность закрепления пылящих поверхностей показывает раствор с концентрацией поливинилацетата 0,12-0,24% и 0,95-1% полиэтиленгликоля молекулярной массой 400

г/моль.

Пример 2. Эксперимент в природных условиях проводился с такими же концентрациями поливинилацетата и полиэтиленгликоля молекулярной массой 400 г/моль как в примере 1. Эксперимент проводился при следующих условиях среды:  
 5 температура воздуха +12°C, давление 765 мм рт.ст., влажность воздуха 62%, скорость воздушного потока до 4 м/с.

В качестве экспериментальной площадки при эксперименте с фракцией №1 (1 - 100 мкм) использовалась промышленная площадка дробильно-сортировочного цеха. Обработка поверхности проводилась с использованием дренчерной установки.  
 10 Обработке составом для пылеподавления подвергался участок площадью 10×10 м.

Расход состава для пылеподавления составлял 200 мл/м<sup>2</sup>.

В качестве экспериментальной площадки при эксперименте с фракцией №2(10 - 1000 мкм) использовался участок внутрикарьерных дорог. Обработка поверхности проводилась с использованием дренчерной установки. Обработке составом для  
 15 пылеподавления подвергался участок площадью 10×10 м. Расход состава для пылеподавления составлял 200 мл/м<sup>2</sup>.

В качестве экспериментальной площадки при эксперименте с фракцией №3 (80 - 2000 мкм) использовалась площадка на отвале отсевов. Обработка поверхности проводилась с использованием дренчерной установки. Обработке составом для пылеподавления  
 20 подвергался участок площадью 10×10 м. Расход состава для пылеподавления составлял 200 мл/м<sup>2</sup>.

Результаты эксперимента представлены в таблице 2. На фигуре 2 показано изменение концентрации пыли в воздухе на протяжении всего промышленного эксперимента.

25 Таблица 2 - Результаты эксперимента в полевых условиях

№ п/п	Состав	Пылящая фракция, мкм	Средний размер частиц, мкм	Средняя концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>	Эффективность по сравнению с сухими образцами, %	Эффективность по сравнению с водой, %
30 1	поливинилацетат (0,06%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	5,39	69,52	41,03
35 2	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	2,76	88,73	67,15
40 3	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	10 - 1000	96	2,13	88,34	66,86
40 4	поливинилацетат (0,12%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	80 - 2000	208	1,77	88,17	66,19
45 5	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (0,95%), вода - остальное	1 - 100	51	2,49	90,12	70,28
6	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%),	10 - 1000	96	1,94	89,65	69,65

	вода - остальное					
7	поливинилацетат (0,24%), полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль (1%), вода - остальное	80 - 2000	208	1,62	88,97	69,83
8	Вода 100% (контроль)	1-100	51	9,28	63,71	-

В соответствии с представленными выше результатами, наилучшую эффективность закрепления пылящих поверхностей показывает состав для пылеподавления с концентрацией поливинилацетата 0,12-0,24% и 0,95-1 % полиэтиленгликоля молекулярной массой 400 г/моль.

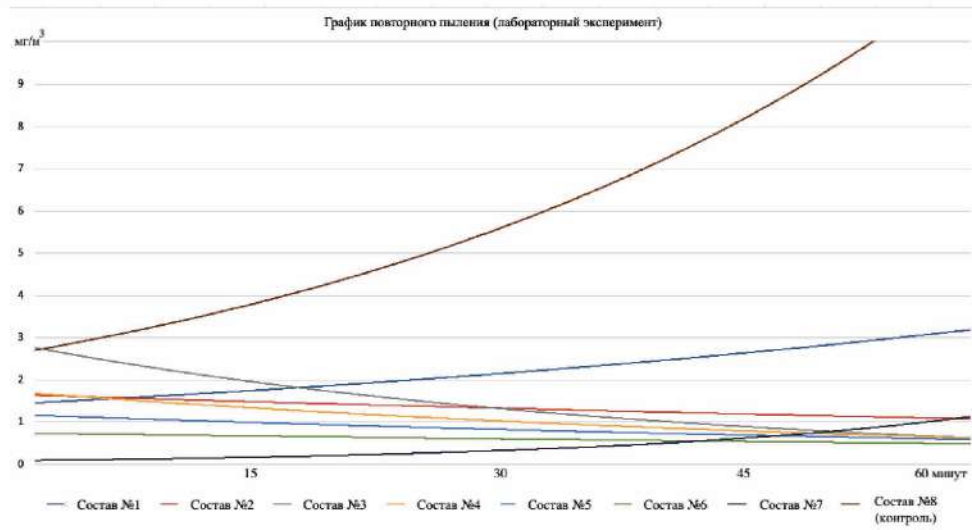
Эффективность пылеподавления при концентрации поливинилацетата менее 0,12% почти в два раза ниже и при концентрации 0,06% эффективность пылеподавления достигает лишь 41%.

Использование предлагаемого состава для пылеподавления позволяет снизить пыление мелкозернистых материалов (строительные материалы, зола, уголь, шлаки, калийные и другие удобрения т.п.) до 98% по сравнению с необработанными материалами. За счет высокой пылеподавляющей способности и образования на поверхности полимерной пленки исключается возможность повторного пыления.

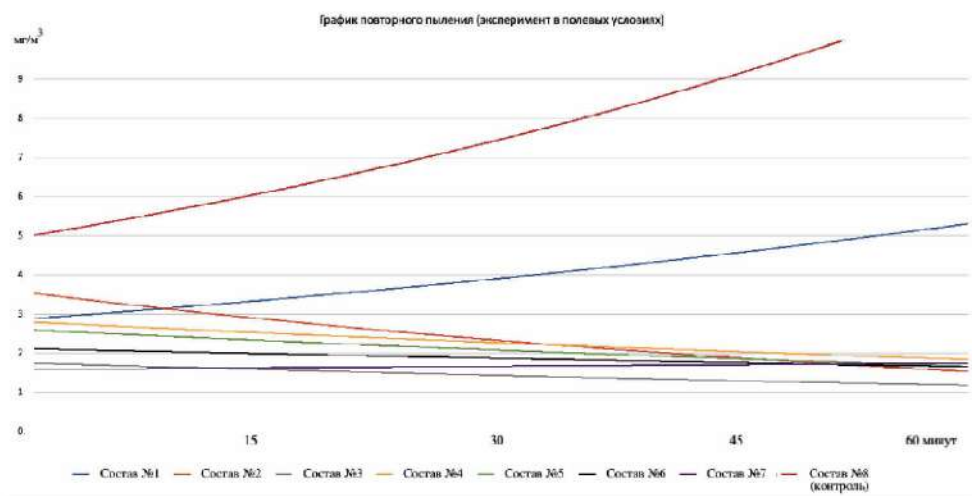
#### (57) Формула изобретения

Состав для пылеподавления, включающий поливинилацетат, представляет собой сополимер винилацетата с участием этилена, акриловой кислоты, пирролидона, акрилата, винилового спирта, акриламида, дигалоидэтана либо сочетания вышеперечисленного, отличающийся тем, что дополнительно содержит полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %:

полиэтиленгликоль молекулярной массой 400 г/моль	0,95-1
поливинилацетат	0,12 – 0,24
вода	остальное



Фиг. 1



Фиг. 2