

УДК 630*383.6:625.711.84

Т. В. Челышева

Челышева Татьяна Валерьевна родилась в 1974 г., окончила в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры промышленного транспорта АГТУ. Имеет 7 печатных работ в области исследования процесса пылеобразования на гравийных (щебеночных) дорогах.



ПРИМЕНЕНИЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ И ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Представлен аналитический обзор применения лигносульфонатов в дорожном строительстве как в чистом виде, так и в композиции с другими веществами.

лигносульфонаты, обеспыливание, вымываемость, укрепление.

Основным способом борьбы с пылеобразованием на дорогах с переходными и низшими типами дорожных одежд является обработка их обеспыливающими материалами. Широкие изыскания эффективных методов обеспыливания в нашей стране были начаты в 30-е гг. в связи с развитием отечественной автомобильной промышленности и большим размахом строительства дорог.

В 1950–1980 гг. советскими исследователями был выполнен ряд теоретических и опытно-производственных работ по определению эффективности обеспыливающего действия гигроскопических веществ [8, 13, 14], сульфитно-целлюлозных щелоков [1, 2, 11, 20], органических вяжущих [9, 15] и других материалов [10, 11].

В настоящее время для борьбы с пылью на автомобильных лесовозных дорогах все большее распространение находят лигносульфонаты технические (ЛСТ), представляющие собой кальциевые, натриевые, аммониевые или кальциево-натриевые соли лигносульфоновых кислот. ЛСТ – побочные продукты лесохимической промышленности при производстве целлюлозы сульфитным способом: сульфитный щелок (СЩ), сульфитно-спиртовая барда (ССБ) и сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ). Перспективность их применения в дорожной отрасли определяется дефицитом традиционных вяжущих (цемент, битум и т. д.), расширением сырьевой базы для получения новых продуктов на основе ЛСТ, необходимостью обеспечения охраны окружающей среды.

ЛСТ выпускают в соответствии с ОСТ 13-183–83, которым предусмотрено их применение, главным образом в качестве связующего в ряде

отраслей промышленности, в том числе как обеспыливающего материала для обработки покрытий автомобильных дорог. Они являются поверхностно-активными веществами, обладают клеящими и вяжущими свойствами, благодаря чему их применимость для обеспыливания дорог известна давно и закреплена в действующих инструкциях и рекомендациях.

Первые опыты по применению сульфитного щелока в Ленинградской области были проведены в 1930 г. [9]. Для опытных работ использовался щелок, нейтрализованный добавкой извести в количестве 0,6 % от массы щелока. Было отмечено, что при солнечной погоде клеящая способность щелока, разлитого при норме 2 л/м², проявляется через 2-3 ч. Спустя 6-7 ч формируется пластичная корка, которая на вторые сутки приобретает высокую прочность.

В 1936 г. были выполнены опытные работы по обработке нейтрализованным щелоком гравийного покрытия на дороге Таллин – Вильянди [3]. Щелок разливали за четыре приема при общей норме расхода от 3,43 до 8,4 л/м² (до полного насыщения покрытия). Отмечено, что обработанная поверхность покрытия делается твердой и блестящей. Сульфитный щелок во время дождей растворяется водой, но позднее, по мере просыхания дороги, проезжая часть вновь затвердевает.

Первые же работы с СЩ и СДБ показали, что основным недостатком лигносульфонатов как обеспыливающих материалов является их легкая растворимость в воде, вследствие чего они относительно быстро вымываются из покрытия. Это свойство ЛСТ не позволяет рассматривать их в качестве материалов для укрепления грунтов и обеспыливания покрытий в чистом виде (возможно только в комплексе с другими материалами). В связи с этим были проведены многочисленные исследования, направленные на повышение водостойкости концентратов лигносульфонатов.

Для обеспечения водостойчивости исследовали различные окислители: натриевый хромпик, хлорную известь, перекись водорода, хромитовые шлаки, надсерноокислый аммоний, двуокись свинца, полимеры и смолы. Наилучшие результаты были получены при использовании натриевого хромпика и хромитовых шлаков [5, 11].

В 1967 г. был предложен способ, основанный на свойстве высокомолекулярных фракций лигносульфонатов коагулировать в минеральных кислотах [11]. Так, вводя в лигносульфонат натрия серную кислоту плотностью 1,3, можно получить около 40 % лигносульфонатного комплекса. Но серная кислота – агрессивный, токсичный и высококоррозионный реагент, поэтому ее применение для обеспыливания автомобильных дорог малоперспективно.

Во многих странах идут настойчивые поиски эффективных методов придания водостойчивости материалам, обработанным СДБ и СЩ. Еще в 1910 г. был запатентован способ обработки лигносульфонатов кальция соединениями шестивалентного хрома [11].

В настоящее время за рубежом известно довольно много различных предложений перевода ЛСТ в водонерастворимое состояние.

По американскому способу сульфитный щелок обрабатывают известковым молоком в таком количестве, чтобы рН среды превысила 11,5. Однако образующийся при этом водостойчивый продукт при высыхании превращается в мелкозернистый порошок, не обладающий вяжущими свойствами [11]. Естественно, что этот способ нельзя рекомендовать для поверхностных обработок покрытия в целях обеспыливания.

Значительные работы были проведены в Канаде, где дороги на протяжении нескольких сот миль обрабатывали сульфитно-целлюлозным щелком. Действие щелока сохранялось в течение шести недель. Для повышения эффективности СЩ дополнительно использовали известь, хлористый кальций и смолы [6].

В Германии для устранения водорастворимости лигносульфонатов их концентрированные растворы обрабатывали соединениями хрома [21]. Хотя использование хромового ангидрида и упрощает работу, однако это сложный технологический процесс.

Все указанные добавки не нашли широкого распространения из-за их существенных недостатков. Поэтому необходимо продолжить поиск новых, более рациональных способов перевода ЛСТ в водонерастворимое состояние для придания грунтам водостойкости и достаточной механической прочности.

Исследования, проведенные в институте ЦБНТИ Минавтодора, позволили рекомендовать ряд эмульсий на основе концентратов лигносульфонатов с повышенной водостойкостью. Они содержат ССБ, низкомолекулярные полимеры дивинила, кремнийорганическую жидкость 139-41, битум СГ-15/25, СГ-25/40 или МГ-25/40 и воду [16].

Повышать водостойкость лигносульфонатов можно добавлением универсина. Установлено [16], что оптимальное количество универсина составляет 10 ... 30 % к 50 %-му раствору СДБ.

Лигносульфонаты при низкой влажности и высокой температуре воздуха образуют на покрытии плотную и хрупкую пленку, которая под воздействием динамической нагрузки быстро растрескивается и превращается в пыль. Поэтому были сделаны попытки соединить гигроскопические свойства хлористых солей и клеящие свойства лигносульфонатов. В ходе исследований установлено, что при добавлении 5 ... 10 % хлористого кальция водостойкость ЛСТ повышается в 3-4 раза без снижения механической прочности.

Пермским филиалом Всесоюзного НИИ целлюлозно-бумажной промышленности была разработана композиция, состоящая из технических лигносульфонатов натрия, жидкого стекла, кремнефтористого натрия и воды [7]. Полученное водостойкое связующее представляет собой густую сиропообразную жидкость, которая легко дозируется, растворяется в воде и образует равномерное покрытие на поверхности дороги. Была получена также композиция для дорожного покрытия, содержащая СДБ, фосфогипс, аммиачную воду [7].

В Росдорнии увеличения водостойкости связующих достигали введением в ЛСТ продуктов-модификаторов, большинство из которых являются вторичными ресурсами [18].

Лучшие физико-механические показатели образцов были получены при использовании композиций на основе ЛСТ в сочетании с КФМС (карбамидно-формальдегидной смолой) и талловым пеком с добавлением силиката натрия или фосфогипса (ЛСТП). С вяжущим на основе ЛСТ и КФМС (ЛСТКФ) были получены образцы, соответствующие требованиям по прочности при полном водонасыщении и морозостойкости. Все другие модификации обеспечивают эти требования только при капиллярном водонасыщении образцов.

Для повышения водостойкости лигносульфонатов Гипродорнии и Пермский филиал ВНПОбумпрома предложили новый состав под названием лигнодор [4, 17], состоящий из солей лигносульфоновых кислот, модифицированных хлористым кальцием и нейтрализованных аммиачной водой. Экспериментальные работы в лабораторных и полевых условиях подтвердили эффективность применения этого вещества для улучшения гравийных покрытий.

На основании лабораторных исследований было установлено, что растворимость лигнодора в два раза меньше, а прочность почти в 2 раза больше по сравнению с ЛСТ. Гравийные покрытия, обработанные этим составом, изнашивались на 1 ... 6 % меньше, чем аналогичные покрытия, обработанные СДБ, и в 6-7 раз меньше, чем необработанные. Применение лигнодора позволяет предотвращать пылеобразование на дороге в течение 45 дн., а также сохранять первоначальную ровность проезжей части.

Перспективные решения по эффективному использованию ЛСТ для обеспыливания автодорог найдены в Ленинградской лесотехнической академии [12 и др.]. Они заключаются в применении ЛСТ совместно с другими веществами, являющимися также отходами и побочными продуктами промышленности. Полученные композиции обладают высокой влагоудерживающей способностью. В их состав кроме ЛСТ входит или растворимая древесная смола – побочный продукт производства древесного угля и отстойной древесной смолы, или нефтешлам – отход переработки нефти; третий компонент композиций – вода. Разработана также не менее эффективная, обеспыливающая композиция, состоящая из таллового пека и легкого таллового масла – побочных продуктов ректификации таллового масла на ЦБК.

С 1983 г. ЛСТ применяют для обеспыливания автомобильных лесовозных дорог на ряде лесозаготовительных предприятий объединения Архангельсклеспром.

Разработанные методы перевода лигносульфонатов в водонерастворимые вещества требуют применения дефицитных и дорогостоящих реагентов, что значительно усложняет укрепление и обеспыливание покрытий лесовозных автомобильных дорог и ведет к повышению их стоимости. Поэтому

фицитных материалов, которые можно эффективно использовать для борьбы с пылеобразованием. В технологическом отношении обеспыливающие реагенты должны удовлетворять следующим требованиям: достаточно хорошо смачивать как сухой, так и влажный грунт; противостоять вымыванию выпадающими осадками; обладать высокой пылеемкостью и хорошей проникающей способностью; длительное время сохранять в материале покрытия влажность, близкую к оптимальной; иметь низкую коррозионную активность по отношению к металлическим частям транспортных средств.

На кафедре промышленного транспорта АГТУ в течение трех лет выполнялись эксперименты, направленные на поиск таких обеспыливающих реагентов и их композиций, которые в наилучшей степени соответствовали бы сформулированным выше эксплуатационным, экономическим и технологическим требованиям.

Результаты проделанной работы позволили прийти к выводу, что наиболее полно указанным требованиям будет отвечать при комплексном воздействии на материал покрытия лесовозных автомобильных дорог композиция, состоящая из СДБ с добавлением известнякового порошка (ИП) [19]. В этом случае СДБ, являясь гидрофильным реагентом, обеспечивает хорошее смачивание как сухих, так и влажных минеральных материалов, насыщая при этом их поверхности ионами кальция. При добавлении известнякового порошка СДБ адсорбируется на кристаллических зародышах гидрата окиси кальция, препятствуя их росту и замедляя дальнейшее растворение в воде и гидратацию окиси кальция. Следовательно, известняковый порошок способствует снижению вымываемости композиции из покрытия и обеспечивает более длительный обеспыливающий эффект.

Предложенный обеспыливающий реагент в 1,5-2,0 раза меньше вымывается из грунта, чем СДБ.

Оба указанных компонента доступны для лесозаготовительных предприятий районов не только нашей области, но и всей страны в связи с наличием на их территории ряда целлюлозно-бумажных предприятий и цементных заводов.

Сульфитно-дрожжевая бражка является жидким реагентом, поэтому для ее транспортировки пригодны те же емкости и транспортные средства, которые применяются при перевозке горюче-смазочных и других материалов. Для транспортировки известнякового порошка можно использовать различные емкости и механизмы, предназначенные для хранения и транспортировки сыпучих материалов.

Для распределения СДБ по поверхности дорог пригодны автогидропульты, поливо-моечные машины, а также различные цистерны, оборудованные специальными устройствами. Для распространения ИП возможно применение пескоразбрасывателя или сельскохозяйственной техники, предназначенной для россыпи удобрений.

Таким образом, с точки зрения технологии производства работ, как и транспортировки, применение СДБ и ИП не вызывает дополнительных трудностей, поэтому предложенный реагент можно широко использовать

для укрепления (обеспыливания) дорожных покрытий автомобильных лесовозных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 377463 СССР, МКИ¹ Е 01 С 3/04. Обеспыливающая эмульсия для обработки поверхности автомобильных дорог / Науч.-исслед. и проектно-конструк. ин-т по добыче полезных ископаемых открытым способом; Авт. изобрет.: В. С. Ивашкин, М. А. Токмаков, А. С. Зуев, Г. Н. Мышлянова (СССР). – № 1368747/29-14; Заявлено 06.10.69; Оpubл. 17.04.73, Бюл. № 18 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 18. – С. 67.
2. А. с. 391214 СССР, МКИ¹ Е 01 С 11/24. Обеспыливающая эмульсия для обработки грунтовых автодорог /Л. А. Марков, Д. И. Изотов, Т. А. Юсова, А. В. Левченко (СССР). – № 1687561/29-14; Заявлено 08.07.71; Оpubл. 25.07.73, Бюл. № 31 // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. – 1973. – № 31. – С. 87.
3. *Амброс Р.А.* Об исследовании влияния химических добавок на сцепление битума с каменными материалами. – Таллин: Госиздат ЭстССР, 1956. – 18 с.
4. *Борисов С. М., Розов Н. А., Кирпиченко Е. А.* Оптимизация распределения обеспыливающих материалов для обработки переходных и низших типов покрытий // Совершенствование методов планирования и организации строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. – М., 1982. – С. 96-102. – (Тр. / Гипродорнии; Вып. 37).
5. *Ехлакова Н. Г.* Применение сульфитно-бардяных концентратов в дорожном строительстве // Тр. совещ. по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – С. 306-315.
6. *Ильин Б. А.* Строительство и эксплуатация местных дорог в Канаде // Автомоб. дороги. – 1963. – № 10. – С. 29-31.
7. Использование технических лигносульфонатов для обеспыливания дорог. – Пермь, 1983. – 4 с. – (Пермский ЦНТИ, № 83-44. Сер. Р. 66. 45. 47).
8. *Калганов С. А.* Обеспыливание и укрепление дорожных покрытий хлористым кальцием // Автомоб. дороги. – 1960. – № 6. – С. 24-25.
9. *Карлсон А. В.* Об обеспыливании дорог // Дорога и автомобиль. – 1932. – № 3. – С. 12-15.
10. *Марков Л. А., Черкасов И. И.* Улучшение свойств грунтов поверхностно-активными и структурообразующими веществами. – М.: Автотрансиздат, 1963. – 176 с.
11. *Мищенко Н. Ф.* Химическое укрепление грунтов в аэродромном и дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1967. – 211 с.
12. *Мотовилов Б. П.* Исследования по обеспыливанию грунтов в лабораторных условиях // Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. – Л.: ЛТА, 1980. – Вып. 9. – С. 42-44.
13. *Нечаев Т. П.* Применение вяжущих материалов для обеспыливания и увеличения связности шоссе: Справочник инженера-дорожника. – Л.: Гострансиздат, 1935.
14. *Першин М.Н.* и др. Применение карналлита для обеспыливания автомобильных дорог / М.Н. Першин, А.П. Платонов, К.П. Глинская, А.А. Митянин // Автомоб. дороги. – 1969. – № 12. – С. 13-14.

15. *Першин М.Н.* и др. Обеспыливание и повышение износостойчивости дорожных покрытий из каменных материалов / М.Н. Першин, А.П. Платонов, К.П. Глинская, А.А. Митянин // Матер. Всесоюз. науч.-техн. конф. «О развитии дорожного строительства с использованием укрепленных каменных материалов». – М.: Союздорнии, 1969. – 12 с.

16. *Розов Ю.Н.* Обеспыливание автомобильных дорог с переходными и низшими типами покрытий / ЦБНТИ Минавтодора. – М., 1982. – 52 с.

17. *Розов Ю.Н.* Применение лигнодора для повышения транспортно-эксплуатационных показателей // Эксплуатация автомобильных дорог: Сб. науч. тр. / ОмПИ. – Омск, 1989. – 176 с.

18. *Синицына Н.П.* и др. Связующее на основе лигносульфонатов для укрепления грунтов / Н. П. Синицына, Н. А. Горшкова, В. М. Ольховиков и др. // Пути экономии материальных и энергетических ресурсов при ремонте и реконструкции автомоб. дорог. – М., 1989. – С. 123-128. – (Сб. науч. тр. / НПО Росдорнии, Вып. 1).

19. *Челышева Т.В.* Определение глубины укрепления гравийного покрытия при обеспыливании по величине касательных напряжений // Совершенствование техники и технологии лесозаготовок и транспорта леса: Сб. науч. тр. факультета природных ресурсов, посвященный 70-летию АГТУ и ФПР. – Архангельск, 1999. – С. 41-45.

20. *Чоборовская И.С., Князюк К.А.* Укрепление грунтов сульфитно-спиртовой бардой // Автомобильные дороги и дорожное строительство: Межвуз. республ. науч. сб. – Киев: Будивельник, 1965. – Вып. 2. – С. 102-108.

21. *Чудаков М. И.* Промышленное использование лигнина. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 12 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 20.02.01

T.V. Chelysheva

Use of Lignosulfonates for Reinforcing and Dedusting Forest Roads

The analytical review is presented for lignosulfonates application in road building both in pure state and in composition with other substances.
