

## Применение гидрофобизированных цементогрунтов в нижних слоях дорожной одежды

Дорожное хозяйство является одним из крупнейших отраслевых сегментов нашей страны. Согласно положениям транспортной стратегии Российской Федерации, развитие автодорожной сети должно соответствовать темпам социально-экономического развития страны и обеспечивать потребности в перевозках в соответствии с ростом автомобилизации. В последние годы значительно увеличились темпы промышленного и сельскохозяйственного производства, что привело к резкому увеличению парка автотранспортных средств, объемов грузовых и пассажирских перевозок автотранспортом.

Для обеспечения решения социальных задач, реализации приоритетных национальных проектов, единства экономического пространства, свободного перемещения граждан и товаров необходимо ежегодно наращивать темпы строительства новых и реконструкции существующих автомагистралей.

Дорожное строительство связано с большими затратами труда и денежных средств, для экономии которых, необходимы наиболее прогрессивные методы строительства, ускоренные темпы сооружения автомобильных дорог, высокое качество работ, прочность и долговечность дорожных конструкций.

Одним из путей снижения стоимости и ускорения темпов строительства автомобильных дорог является широкое применение местных дорожно-строительных материалов, в первую очередь грунтов, находящихся в непосредственной близости к месту проведения работ.

Юг Европейской части России относится к району, где широко распространены лессовые грунты. Общей особенностью лессовых грунтов является значительное снижение их несущей способности при переувлажнении, приводящее к просадочным явлениям, в то время как при оптимальной влажности они обладают достаточно высокой прочностью.

При достижении необходимого баланса: грунт, вода, вяжущие материалы и поверхностно-активного вещества (ПАВ), смесь не уступает в прочностных характеристиках каменным материалам, применяемым в дорожном строительстве.

В этом отношении значительный интерес представляет изучение возможности гидрофобизации связных лессовых грунтов, с целью улучшения прочностных и деформационных характеристик и водно-теплового режима земляного полотна.

Для решения задач, связанных с коренными изменениями физико-механических свойств грунтов, необходимо детально изучить их свойства, генезис и условия залегания, однако одних этих данных недостаточно. Для успешной разработки наиболее эффективных методов укрепления грунтов требуется использование знаний и опыта, накопленных в области технологии вяжущих веществ, а также физики, химии и строительной механики.

Конечной задачей укрепления грунтов любым методом является создание новых материалов с заданными прочностными и деформационными характеристиками, с прочной и долговечной структурой, устойчивой при переменном режиме увлажнения и промерзания.

В основе методов укрепления грунтов лежит теоретический принцип активного и направленного использования их поверхностных свойств и процессов, протекающих при укреплении. Эти свойства и процессы зависят главным образом от коллоидно-химического состава и состояния тонкодисперсной части грунтов, от степени их дисперсности, дозировки и свойств вводимых в грунт вяжущих веществ и других реагентов.

Добавление относительно небольшого количества различных химических реагентов, вяжущих материалов, сложных синтетических полимеров и поверхностно-активных веществ, безусловно, открывает возможность созданию новых строительных материалов с высокими физико-механическими характеристиками, более совершенных методов производства работ, улучшает и ускоряет технологические процессы, способствует совершенствованию и долговечности конструкций.

В настоящее время накоплен значительный объем исследований и приобретен большой практический опыт по строительству дорожных одежд из грунтов, укрепленных органическими

вяжущими (жидкими битумами, каменноугольным дегтем и т.д.) и неорганическими вяжущими (известью, портландцементом и др.).

Результаты исследований и практический опыт показывает, что в целях устранения вредного и агрессивного действия некоторых минералов, в том числе и тонкодисперсных глинистых минералов, входящих в состав лессового грунта, на различные вяжущие материалы, более целесообразным является разработка таких методов укрепления, которые обеспечивают нейтрализацию вредных свойств отдельных минералов.

Так возникла и получила научное обоснование и практическую реализацию идея комплексного метода укрепления грунтов.

Результаты исследований показали, что комплексные методы сочетают в себе активное и направленное воздействие на грунт (преимущественно на его тонкодисперсную часть) как добавок различных минеральных или органических вяжущих веществ или синтетических высокомолекулярных соединений, так и других активных химических реагентов. Например, поверхностно-активных веществ, электролитов и др. Комплексное сочетание добавок различных веществ при оптимальном их количестве способствует повышению адгезии вяжущих материалов и их новообразований, изменяет характер поровой структуры, улучшает процессы структурообразования, что в целом и предопределяет возникновение более прочной водо- и морозоустойчивости структуры нового дорожно-строительного материала, получаемого на базе использования местного грунта.

Комплексные методы позволяют значительно расширить виды грунтов, пригодных для эффективного укрепления, улучшать физико-механические свойства укрепленных грунтов, а также уменьшать зависимость производства работ от погодных условий.

При разработке комплексных методов укрепления также учитывается и то важное обстоятельство, что увеличение нагрузок и рост интенсивности движения на автомобильных дорогах предъявляют новые повышенные требования к долговечности материалов, используемых при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд.

Создание материалов с принципиально новой структурой, с кристаллизационно-коагуляционными связями, характеризующейся, наряду с высокой прочностью, водо- и морозостойкостью, также и трещиностойкостью и повышенным сопротивлением истиранию, возможно путем укрепления грунтов двумя вяжущими: битумной эмульсией совместно с цементом.

При укреплении супесей, суглинков и глин главное внимание уделяют таким способам укрепления, которые обеспечивают высокую прочность этих грунтов в водонасыщенном состоянии, поскольку прочность уплотненных связных грунтов в сухом состоянии достаточно высока и без добавок вяжущих веществ.

Для улучшения физико-механических свойств, в том числе и водопоглощения в практике дорожного строительства применялись как отечественные, так и зарубежные стабилизаторы грунтов. Такие как: Roadbont (производство ЮАР), RRP (производитель Германия), ISS-2500 (производитель США), СГ-25 (производитель Украина), Статус (Россия), Perma-Zyme 11X (США), Renalit. Большинство этих реагентов не получили распространенного применения в России из-за их дороговизны и ряда недостатков.

Наши исследования были направлены на создание отечественного реагента с менее высокой ценой, способного повысить гидрофобность и улучшить поровую структуру связных лессовых цементно-грунтов.

В настоящей работе рассматривается гидрофобизация укрепленного цементом пылеватого суглинка с числом пластичности 11,03. Максимальная плотность грунта при оптимальной влажности 11,0% составила 2,22 г/см<sup>3</sup>. В качестве вяжущего использовался цемент марки М-500 в количестве 3 - 7% от массы грунта. Для улучшения структурно-механических свойств грунта был использован гидрофильный катионный полимер (КП), вводимый в виде водного раствора в количестве 0,12-0,14% по массе грунта при увлажнении цементно-грунтовой смеси до оптимальной влажности.

При контакте полимера с частицами грунта образуют тончайшие адсорбционные слои, резко изменяющие молекулярную природу и свойства поверхностей, в частности их взаимодействие с влагой. Поэтому добавление КП в цементно-грунт может изменять ход физико-

химических процессов, протекающих в укрепляемом грунте, улучшает поровую структуру грунта, повышает его водоустойчивость, сохраняет механические прочностные свойства в присутствии воды.

Цементно-грунты, при использовании КП не смачиваются водой, у них отсутствует или подавляется капиллярное поднятие и водопроницаемость при малых напорах. Кроме этих свойств, грунты обладают достаточной прочностью и не разрушаются при совместном действии воды, колебаний температур и мороза.

Было установлено, что КП в определенном количестве снижает оптимальную влажность грунта на 1,5- 2%, увеличивает плотность цементно-грунта, повышает его прочность на 10-14%, и снижает водонасыщение на 30-40%, тем самым, увеличивая морозостойкость грунта.

Устройство нижних слоев основания дорожных одежд может выполняться двумя способами:

1. Изготовлением гидрофобизированной цементно-грунтовой смеси в стационарных или передвижных смесительных установках.

2. Скоростной и более рентабельный способ устройства слоев основания дорожных одежд при помощи ресайклинга с использованием комплекта машин фирмы "Wirtgen". Сердцем этих машин является фрезерно-смешивающий барабан с большим количеством специальных резцов. Вращаясь, барабан фрезерует (взрыхляет) заранее подготовленный по проектной толщине слой грунта. При фрезеровании в рабочую камеру ресайклера WR 2500 под давлением впрыскивается вяжущее в виде водно-цементной суспензии с гидрофобизатором, которая приготавливается в мобильной смесительной установке WM 400. Цемент, вода и КП смешиваются в точно дозированных количествах. Количество суспензии точно регулируется насосом, управляемым микропроцессорной системой, чтобы после смешивания с материалом, измельченным фрезерным барабаном, влажность получаемой смеси была оптимальна для ее уплотнения.

Состав группы машин для ресайклирования может быть различным, в зависимости от целей и типа используемого стабилизатора. В каждом случае ресайклер толкает перед собой мобильную смесительную установку по приготовлению водно-цементной суспензии WM 400. После ресайклинга слой из полученной смеси предварительно уплотняется между колесами ресайклера катком, для создания одинаковой плотности материала. Затем материал профилируется автогрейдером, после чего окончательно уплотняется виброкатками. За свежее уложенным основанием осуществляется уход путем розлива битумной эмульсии.

Применение технологии устройства нижнего слоя дорожной одежды из цементно-грунтовой смеси гидрофобизированной КП, позволит увеличить срок службы автомобильной дороги.

#### **Список литературы:**

1. М.Т. Кострико Вопросы теории гидрофобизации грунтов. Ленинград – 1957. С.-90.
2. Отраслевой дорожный методический документ руководство по грунтам и материалам, укрепленным органическими вяжущими. Утверждено Распоряжением Минтранса РФ от 15 марта 2003 г. N ОС-424-р
3. В.М. Безрук Укрепление грунтов. Изд. «Транспорт». – М. -1965. С.-339.
4. Патент на изобретение № 2305149 «Смесь для устройства нижних слоев основания дорожных одежд», 27.08.2007.