

УДК 625

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Куракин Д.А., студент гр. СДмоз-241, I курс

Научный руководитель: Штоцкая А.А., к.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

### Введение

Современное дорожное строительство сталкивается с необходимостью решения сложных задач по обеспечению долговечности и надежности дорожных одежд в условиях постоянно возрастающих транспортных нагрузок и изменяющихся климатических условий. Особую актуальность приобретает проблема стабилизации слабых грунтов, которые составляют значительную часть оснований дорожных конструкций. Традиционные методы стабилизации, такие как цементирование, не всегда обеспечивают требуемые эксплуатационные характеристики и зачастую экономически неэффективны. В последние годы активно развиваются технологии применения полимерно-минеральных композиций (ПМК), которые обеспечивают высокую прочность, водостойкость и долговечность грунтовых оснований.

Цель данной статьи – рассмотреть принципы стабилизации грунтов с использованием ПМК, их преимущества перед традиционными методами, а также перспективы применения в строительстве.

### 1. Полимерно-минеральные добавки: состав и механизм действия

Полимерно-минеральные добавки представляют собой композицию на основе редиспергируемых порошков и минеральных наполнителей, предназначенных для стабилизации и укрепления грунтов самостоятельно и в сочетании с неорганическими или комплексными вяжущими.

Добавки предназначены для укрепления грунтов и оснований неорганическими вяжущими при строительстве автомобильных дорог I – IV категории и при строительстве взлетно-посадочных полос В, Г, Д, Е классов. Используются при создании транспортной инфраструктуры, в сельском хозяйстве и животноводстве, строительстве площадок для хранения сельхозпродукции.

С применением полимерно-минеральные композиции принципиально изменяется процесс кристаллизации. Механизм связывания меняется от «склеивания» к «сплетению» — при попадании компонентов полимерно-минеральных в материале начинают формироваться длинноигольчатые кристаллические связи, которые «оплетают» все элементы. По прочности они, как кевларовые нити: прочные, гибкие. За счет этого и получаются прочные, износостойкие конструкции.

Механизм действия полимерно-минеральных композиций заключается в том, что частицы компонентов адсорбируются на поверхности цементных зерен и сообщают им отрицательный заряд. В результате цементные зерна взаимно отталкиваются и приводят в движение цементный раствор.

В дорожном строительстве этот процесс преследует следующие цели:

- повышение несущей способности;
- снижение водопроницаемости;
- увеличение морозостойкости;
- уменьшение пластичности;
- предотвращение пучения.

Современные полимерно-минеральные композиции можно классифицировать по нескольким признакам:

1. По составу минеральной части:
  - цементно-полимерные;
  - известково-полимерные;
  - зольно-полимерные;
  - комбинированные системы.
2. По типу полимерного компонента:
  - акриловые;
  - полиуретановые;
  - эпоксидные;
  - биополимерные;
  - композитные.
3. По механизму действия:
  - структурообразующие;
  - гидрофобизирующие;
  - комплексного действия.

В дорожном строительстве применяются следующие способы введения полимерно-минеральных композиций:

- сухой метод (введение порошкообразных составов);
- мокрый метод (использование жидких растворов);
- комбинированный способ;
- инъекционная технология.

## **2. Преимущества полимерно-минеральной стабилизации**

Традиционный метод строительства дорог сопряжен с активным расходованием материалов, энергии, времени и трудозатрат. Стандартная схема строительства подразумевает:

- Создание «корыта». Выемка грунта на глубину промерзания и его утилизация;

- Завоз щебня и песка для создания «подушки». Его выгрузка разравнивание, уплотнение и т.д.

Для вышеуказанных работ применяется чрезмерно большое количество техники, людей и топлива.

Стабилизация и укрепление грунта — это эффективный способ создания дорожных оснований в качестве альтернативы традиционным методам.

Технология стабилизации грунта с использованием минеральных вяжущих применяется в строительстве более 60 лет как в России, так и во многих зарубежных странах. Данная технология является заменой традиционным щебеночным и бетонным основаниям стабилизованным грунтом. Стабилизация проводится «на месте» строительства дороги с использованием имеющегося грунта. Применяется небольшой набор специальной дорожной техники. Ключевой машиной является дорожный ресайклер. Укрепить можно практически любые виды грунтов будь то суглинки, супеси или песчаные грунты.

По сравнению с традиционными методами полимерно-минеральные композиции обладают следующими преимуществами:

- Высокая адгезия – полимеры улучшают сцепление частиц грунта.
- Уменьшение водопоглощения – защита от размыва и морозного пучения.
- Экологичность – некоторые биополимеры разлагаются без вреда для природы.
- Скорость твердения – сокращение сроков строительства.
- Гибкость применения – возможность использования в различных типах грунтов.

### **3. Области применения**

Полимерно-минеральные добавки применяются в дорожном и гражданском строительстве для стабилизации и укреплении природных и технологических грунтов, и для ремонта дорог по технологии холодного рессайклинга при устройстве:

- нижних и верхних слоев оснований автомобильных дорог I-V технической категории;
- нижних и верхних слоёв покрытий автодорог IV-V технической категории;
- обочин и откосов дорог;
- слоев оснований и покрытий взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек;
- оснований под промышленные и гражданские объекты.

При строительстве основания дороги, земля (грунт) или старая дорожная одежда на месте смешивается с вяжущим и получается мощная монолит-

ная плита. Любой, даже самый сложный грунт: чернозем, торф, тяжелые глины и др. становится основным строительным материалом.

Такое использование материалов приводит к:

- отсутствию затрат на земляные работы;
- существенному сокращению затрат на приобретение и транспортировку инертных сыпучих материалов;
- уменьшению количества использования традиционно дорогих материалов: асфальта, битума;
- уменьшению сроков строительства. Производительность отряда техники до 1 км в день;
- сокращению затрат на топливо;
- более продолжительному сроку службы дорожных оснований.

Процесс строительства и ремонта дороги с применением полимерно-минеральных добавок по технологиям стабилизации и укрепления грунтов, холодного ресайклинга практически полностью механизирован, что сокращает трудозатраты.

Полимерно-минеральные добавки делают дорожное основание высокопрочным и эластичным, т.е. способным выдерживать различные нагрузки на дорогу. Исключается трещинообразование покрытия и водопроницаемость дорожной одежды.

В конструкции любой дороги нагрузка от колес и давления шин распределается с поверхности на больший участок грунтового основания. Укрепленный слой с использованием полимерных добавок в разы увеличивает участок распределения нагрузки на подстилающий слой. Таким образом, с применением полимерно-минеральные добавки возможно сокращение общей толщины конструкции дороги, что снижает расход строительных материалов.

### **Заключение**

Полимерно-минеральные композиции представляют собой перспективное направление в стабилизации грунтов, сочетающее высокую эффективность, экономичность и экологичность. Дальнейшее развитие технологий позволит расширить их применение в строительстве и геотехнике.

## Список литературы

1. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004-07-01. – М.: Стандартинформ, 2004. – 48 с.
2. Иванов, А. В. Полимерные стабилизаторы грунтов в дорожном строительстве / А. В. Иванов, С. П. Петров. – М.: Стройиздат, 2020. – 215 с.
3. Кузнецов, Е. Н. Современные методы укрепления грунтов / Е. Н. Кузнецов // Журнал "Геотехника". – 2019. – № 4. – С. 45–52.
4. Smith, J. Polymer-Based Soil Stabilization: Mechanisms and Applications / J. Smith, R. Brown // Journal of Geotechnical Engineering. – 2021. – Vol. 147, No. 3. – P. 04021012. DOI:10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0002456
5. Экологически безопасные технологии в строительстве / под ред. В. Г. Сидорова. – СПб.: Проспект Науки, 2018. – 180 с.
6. СТО 79954613 001–2014. Грунты, обработанные раствором битумно-полимерной композиции на водном растворе «Стандарт» для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. — Ижевск, 2014. — 68 с.
7. СТО 98983709–002–2010 Смеси грунтовые, обработанные полифилизаторами «ПГСЖ 1», «ПГСП 3», «ПГСБ 2» для автодорожного и аэродромного строительства; введ. с 01.04.10. — М, 2010. — 31 с.
8. СТО 13881083–001–2009. Полимерцементогрунтовая смесь «Nicoflok» в дорожном строительстве. — СПб., 2009. — 10 с.
9. СТО 001–2012 Грунты, укрепленные цементом совместно с добавкой «NanoSTAB» для дорожного строительства; введ. с 16.03.2012. — М. 2012. — 20 с. СТО 69646750–001–2011. Смеси грунтовые асфальтограноубетонные, укрепленные добавкой Полибонд, для автодорожного, железнодорожного и аэродромного строительства; введ. с 12.04.2011. — М., 2011. — 61 с.
10. СТО 01393679–001–2012. Грунты, укрепленные цементом совместно со стабилизатором «RoadCem» для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. — М. 2012. — 12 с.
11. СТО 1–2011. Грунты, укрепленные цементом совместно с добавкой «NovoCrete» для дорожного и аэродромного строительства; введ. с 01.02.2011. — М., 2011. — 24 с.
12. СТО 13548260–002–2011. Материалы каменные и грунты, обработанные цементом с добавкой ферментного препарата «Дорзин». Технические условия; введ. с 13.01.2011.- М., 2011. — 33 с.
13. СТО 60929601.003–2012. Грунты, укреплённые стабилизатором «ANT», для автодорожного строительства; введ. с 18.04.2012.- ЗАО «АНТ-Инжиниринг». – 53 с.
14. ГОСТ Р 70452–2022. [Заменяет ГОСТ Р 70452–2009]. Наименование стандарта. — Введ. 2023–01–01. — М. : Стандартинформ, 2022. — X с.