

Сокирский В.С.

## ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ ГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В технологии дорожного строительства с 30-х годов 20 века по настоящее время, возможно, выделить ряд этапов развития:

- изыскания и применение различных материалов, пригодных для сооружения конструктивных элементов автомобильных дорог – грунт, гравий, песок;

- дифференциация количества и качества применяемых материалов, разработка и совершенствование различных технологических операций и механизмов по их реализации;

- интеграция ранее разработанных технологических операций, разработка новых дорожных материалов, таких как асфальтобетон и цементогрунт, создание много функциональных дорожно-строительных комплексов способных выполнять ранее разрозненные и казалось не совместимых операции. Например, рабочий орган ресайклера способен одновременно проводить рыхление, измельчение различных дорожных материалов, включая покрытия асфальтобетонных дорог, перемешивание с дозированным количеством вяжущих и водой, предварительное профилирование, а работа контролируется процессором.

В настоящее время технология строительства автомобильных дорог совершенствуется как в части оптимизации применяемых материалов, так и в части использования современной дорожно-строительной техники.

Повышенное внимание специалисты дорожники проявляют к материалам, укрепленным минеральными вяжущими и в первую очередь – цементом (цементогрунт) с применением местного грунта, и в связи с этим возрастает интерес к применению различных добавок, позволяющих оптимизировать состав и технологию их приготовления. Таковыми являются – стабилизаторы грунта.

Предназначение стабилизаторов грунта – повышение плотности грунта (смеси) при его уплотнении с целью повышения его прочности, влагостойкости и морозостойкости. Но, повышение прочности и влагостойкости можно достичь добавкой цемента в грунт (смесь), без стабилизатора, однако при этом возникает проблема морозостойкости, т.е. увеличение трещинообразования получаемого материала.

С целью снижения затрат, на устройство оснований дорожных одежд и твёрдых покрытий местных дорог, из укрепленных грунтов целесообразно использовать, местные грунты, такие как – супеси, суглинки и глины. Применяв в качестве вяжущего - цемент для укрепления грунта, казалось – бы, это желание воплощено: используется укрепленный местный грунт вместо гравийных и щебёночных смесей, достигнуты необходимые показатели прочности и хороший экономический эффект. Однако, с применением цемента возрастает склонность уплотнённого цементогрунта к трещинообразованию и эта склонность тем больше чем больше доля цемента и чем выше число пластичности грунта. Противоречием является то, что с целью повышения прочностных показателей и влагостойкости количество цемента необходимо увеличивать, но трещинообразование при этом эти показатели ухудшают. Многочисленные исследования показывают, что максимальное количество цемента при использовании его, для укрепления грунтов, не должно превышать 6% к массе, для предотвращения трещинообразования и обеспечения морозостойкости. При условии применения цементогрунта, для верхних слоев дорожных оснований и покрытий местных дорог.

Стабилизаторы грунта – многокомпонентные системы, которые в основном имеют кислую среду, и обладают поверхностно-активными, каталитическими и пластифицирующими свойствами. В их состав входят, как правило, суперпластификаторы, гидрофобизаторы, сложные органические соединения, которые включают сложноэфирные группы и ионогенные комплексы, способные улучшить уплотняемость грунтов, и повысить их прочность. В результате, количество цемента в грунтосмесях при использовании стабилизатора, возможно, сократить с сохранением эквивалентных физико-механических характеристик укрепленного грунта, а наиболее эффективные стабилизаторы при их применении дают и существенную экономическую выгоду, от экономии цемента и сокращении

расходов на топливо при строительстве (о чём будет дано отдельное пояснение ниже).

При использовании стабилизаторов достигается большее уплотнение, чем без стабилизатора, а экономия цемента достигает 30%, а в некоторых смесях и более, позволяя уходить от риска трещинообразования с сохранением стабильных показателей прочности и морозоустойчивости.

Одним из главных свойств любого стабилизатора грунта является его способность снижать коэффициент поверхностного натяжения воды в плёнках на минеральных частицах. Чем меньше коэффициент, тем выше проникающая способность раствора стабилизатора в поры грунта. При внесении водного раствора стабилизатора в грунт происходит уменьшение толщины плёночной воды вокруг частиц грунта, и при этом достигается большая плотность уплотнённого грунта и соответственно прочность с одновременным уменьшением оптимальной влажности по уплотнению. При большем сближении частиц грунта, интенсивнее включаются в действие силы электростатического взаимодействия, что обеспечивает большую компенсацию остаточных напряжений в уплотнённой грунтосмеси, увеличивая долговечность. Наиболее перспективные стабилизаторы, помимо высокой проникающей способности, обладают свойствами пластификатора: уменьшают напряжения сдвига, что облегчает перемешивание грунтосмесей, при их приготовлении и снижает количество проходов катка при уплотнении, что даёт экономию топлива.

Таким образом, стабилизаторы – это материалы, оптимизирующие состав грунтосмесей и технологию их применения. Они не являются вяжущими, а потому не могут быть заменителями таких вяжущих как цемент, известь, битум и др. Самостоятельно стабилизаторы не могут обеспечить необходимую водоустойчивость (тем более – морозоустойчивость) и стабильность во времени уплотнённых грунтов (грунтосмесей). Поэтому, предложения в различных рекламах приобрести стабилизатор, заменяющий вяжущие, например, цемент, являются попросту обманом потребителя.

В Государственном дорожном научно-исследовательском институте Украины им. М. П. Шульгина были исследованы более 20 различных известных стабилизаторов, некоторые из них, приведены в Таблице 1.

**Таблица 1**

№	Наименование стабилизаторов	Общая характеристика
1	Roadbond EH-1 (производство США)	Многокомпонентная жидкость, включающая эфирные масла, законсервированные в серной кислоте.
2	Roadbond глин и глинистых грунтов, RRP-235 Spesial – Рейнольде Роуд Паккер (производство Германии и Канады)	Многокомпонентная жидкость, включающая ПАВ, законсервированные в серной кислоте.
3	RoadbondSPP(производство ЮАР и России)	Многокомпонентная жидкость, поляризующая глинистые частицы и активно влияет на капиллярную и плёночную воду
4	Стабилизаторы ГРБ-1, ГБР-2, ГБР-3, ГБР-4, ГБР-5 (производство института высокомолекулярных соединений НАН Украины)	Раствор силикатных олигомеров линейной и разветвлённой структуры. ТУ 43674272, 008-98
5	Гидрофобизирующие жидкости ГКЖ-ПБ, ГКЖ-12, КЖ-94 (производства Запорожского АО “Кремний полимер”)	ТУ 6-02-5-006-91
6	Стабилизатор грунтов Perma-Zyme 11x(производство США)	Ферментный препарат
7	Стабилизатор грунтов - Дорзин (производство ООО«Днепровская ассоциация-К», Украина)	Ферментный препарат
8	Жидкое стекло	ГОСТ 1378-91
9	Хлористый кальций (Ca Cl <sub>2</sub> )	

На рис.1 представлена диаграмма эффективности использования исследованных стабилизаторов грунта. Из Рис.1 следует, что для строительства дорожного полотна 1 категории, пригодны только – жидкое стекло (0,1%), Perma-zumel1x, Дорзин и Дорзин-М, потому как, предел прочности на сжатие материала конструкционного слоя, должен быть 4-6 МПа.



Прочность водонасыщенных образцов смеси 50% фрезерата старого асфальтобетона и 50% суглинка с 4% цемента, заформованных нагрузкой 30МПа в 7 суточном возрасте.

с.а/б - (50%а.б.+50%суглинка+4%цемента+вода

Эффективность стабилизатора -  $\frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$ , где

R<sub>1</sub> - предел прочности без стабилизатора

R<sub>2</sub> - предел прочности со стабилизатором

Рис.1

Экономическую эффективность использования стабилизаторов можно определить по формуле:

$$E = \frac{C + nK}{\left(\frac{R_1 - R_2}{R_1}\right)}, \quad (1)$$

где R<sub>1</sub> – предел прочности без стабилизатора;

R<sub>2</sub> – предел прочности со стабилизатором;

- С – стоимость стабилизатора необходимого для  $1\text{ м}^2$  дорожного слоя;  
К – стоимость 1% цемента на  $1\text{ м}^2$  дорожного основания;  
п – процентное содержание цемента в грунтовой смеси.

Согласно формуле, при ценах на материалы 2012 года, экономическая эффективность применения ферментного препарата Дорзин-М в 1,5 раза выше, чем при применении силиката натрия (ЖС).

### **Вывод**

Таким образом, стабилизаторы грунта позволяют:

- являясь поверхностно-активными добавками, снизить оптимальную влажность, при этом достигать более высоких показателей плотности;
- обладая пластифицирующими свойствами, снизить энергозатраты на производство работ по уплотнению;
- будучи катализаторами, ускорить процесс набора прочности;
- повысить плотность грунтовых смесей в 1,1-1,2 раза больше, при их уплотнении, т.е. повысить прочность, водостойчивость и морозостойчивость;
- получить экономию минеральных вяжущих до 30% и выше.
- используя эффективные стабилизаторы снизить стоимость дорожной конструкции.

### **Литература**

1. В. Г. Юмашев, С. Г. Фурсов, В. С. Исиев (Союздорнии) “Возможности применения стабилизаторов, предлагаемых зарубежными фирмами” // Автомобильные дороги. – 1995. – № 3-4.
2. Кочеткова Р.Г. особенности улучшения свойств глинистых грунтов стабилизаторами // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2006. – №3.
3. Исследование возможности получения поверхностно-активного стабилизатора глин и глинистых грунтов стабилизатора RRP (ФРГ) из доступных источников сырья. Отделение нефтехимии Ин-Фоу АН УССР шифр темы 9.11 – Киев, 1985.