

УТИЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОБИЛЬНЫХ МОЕК

Рассмотрен вопрос применения вторичных ресурсов – отходов промышленности в качестве непосредственно дорожно-строительного материала или как исходный продукт для его получения. Проведены экспериментальные исследования образцов дорожного покрытия и даны рекомендации по применению механических примесей при строительстве автомобильных дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: механические примеси, утилизация, автомобильные дороги.

¹ст. преподаватель, ДГТУ, г. Днепропетровск, Украина

²д-р техн. наук, проф., ДГТУ, г. Днепропетровск, Украина

ВВЕДЕНИЕ

Затраты материальных ресурсов при строительстве автомобильных дорог чрезвычайно велики. На возведение 1 км автомобильной дороги в зависимости от ее категории и местных условий требуется [2; 3]:

- для сооружения земляного полотна: 6-60 тыс. м³ грунта;

- для создания дренажных и морозозащитных слоев: 1,6-6 тыс. м³ песка;

- для строительства дорожного основания: 0,8-5,4 тыс. м³ щебня или грунта, укрепленного вяжущими материалами;

- для строительства дорожных покрытий: 1,1-4,7 тыс. т асфальтобетона или 1,2-4,8 тыс. м³ цементобетона.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

К отходам образующихся при очистке сточных вод относятся механические примеси: песок, кусочки асфальта, щебень, грунт и др. Уровень утилизации этих отходов в Украине составляет около 10%. В ряде развитых стран – около 50%, во Франции и в Германии – 70%, а в Финляндии – около 90% их текущего выхода и проводится государственная политика, стимулирующая их использование.

Задачей исследования является применение вторичных ресурсов – отходов промышленности, в качестве непосредственно дорожно-строительного материала или как исходный продукт для его получения.

Отвалы в Украине, на которых утилизируются механические примеси, занимают значительные территории (около 200 тыс. га). Они являются источником загрязнения воздушного и водного бассейнов. В ряде регионов эти отвалы значительно усложнили экологическую обстановку. Если учесть, что с каждым годом увеличивается количество автомобилей в Украине, то рост механических примесей будет продолжаться и, следовательно, возрастет их отрицательное воздействие на окружающую среду. Следовательно, очистка сточных вод и утилизация механических примесей – это не только проблема возрастающего загрязнения, но и проблема экономии материальных ресурсов при строительстве дорог.

РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ

Механические примеси используются в дорожном строительстве при сооружении земляного полотна, для устройства укрепленных осно-

ваний, в качестве заполнителя и добавки в асфальтобетонах.

Механические примеси можно использовать для возведения земляного полотна автомобильных дорог. Однако необходимо учитывать, что некоторые свойства (неоднородность состава, способность к набуханию и морозному пучению, наличие частиц топлива) могут оказать негативное влияние на его долговременную безаварийную работу. Поэтому следует разработать специальные конструктивные и технологические мероприятия, чтобы исключить (или по крайней мере смягчить) такое воздействие.

За основной критерий пригодности механических примесей в качестве материала для возведения земляного полотна была принята их морозостойкость (степень пучинистости), устанавливаемая по величине относительного морозного пучения [4]. Наиболее однородными (и пригодными) являются механические примеси, образующиеся при очистке сточных вод станций моек автомобилей. Установлено, что величина относительного морозного пучения составляет 1,4-3,4%. Кроме того, механические примеси обладают достаточной способностью к уплотнению.

Механические примеси, укладываемые в насыпь ниже рабочего слоя земляного полотна, должны быть максимально защищены от переувлажнения. С этой целью необходимо проведение следующих мероприятий:

- крутизна откосов должна быть не менее 1:1,75 при высоте насыпи до 6 м; при большей высоте откосы нижней части насыпи (ниже 6 м) должны быть не круче 1:2, а верхней (выше 6 м) – не круче 1:1,75;

- поверхность откоса следует защищать растительным грунтом толщиной не менее 0,3-0,4 м;

- механические примеси необходимо укладывать на слой из недренирующего глинистого грунта, который должен играть роль капилляропрерывающего слоя и предохранять насыпь от увлажнения снизу;

- при устройстве насыпи на участках с 3-м типом местности по условиям увлажнения в нижней ее части должны быть устроены бермы из глинистых водостойких грунтов шириной не менее 1 м для предотвращения подтопления слоя механических примесей долговременно стоящими водами.

Особое внимание следует уделять послойному уплотнению механических примесей с соблюдением режима влажности в зависимости от погодных условий. Влажность смеси при уплотнении должна быть близка к оптимальной.

При применении механических примесей в рабочем слое земляного полотна необходимо принимать меры по устранению неблагоприятных свойств смеси, в основном ее способности к морозному пучению. Эти мероприятия должны быть направлены на предотвращение переувлажнения механических примесей в процессе укладки и ее работы в теле насыпи и должны включать:

- назначение крутизны откосов с учетом возможности механизированной планировки, уплотнения и укрепления поверхности откосов;

- укладку морозозащитных слоев в верхней части земляного полотна;

- устройство дренажа и капилляропрерывающих прослоек;

- укладку защитного слоя на поверхность откоса;

- укрепление обочин земляного полотна.

Механические примеси, обработанные вяжущими материалами, целесообразно использовать в верхней части земляного полотна из-за

их высоких теплоизоляционных свойств, позволяющих уменьшить промерзание грунтов земляного полотна. Примеси, укрепленные цементом, образуют прочные водо- и морозостойкие структурные связи, обеспечивающие образование замкнутых пор.

Конструктивные слои из укрепленных механических примесей устраивают для обеспечения морозостойкости дорожных конструкций в условиях II-III дорожно-климатических зон на пучинистых грунтах земляного полотна дорог с покрытиями капитального, усовершенствованного или облегченного типов.

Для укрепления механических примесей используют 4-8% (массы смеси) цемента, а также жидкие битумы (1,5-2% массы механических примесей) и СДБ (0,2-1%).

Механические примеси, обработанные цементом, проявляют в процессе твердения гидравлическую активность. Структурообразование обеспечивается взаимодействием смеси с водой с образованием цементирующего вещества. В результате повышаются прочность укрепленного материала в водонасыщенном состоянии и его морозостойкость. Результаты обработки механических примесей цементом зависят от их состава.

Применение механических примесей в укрепляемых цементом песчаных грунтах и гравийно-песчаных смесях позволяет снизить расход вяжущего материала на 30%.

Для повышения морозостойкости песчаных грунтов, укрепленных цементом с добавками механических примесей, целесообразно использовать пластифицирующие добавки типа СДБ. Введение 1-3% (массы смеси) добавки позволяет активизировать структурообразование укрепленного грунта и получать материал, отвечающий требо-

ваниям I и II классов прочности. Кроме того, это дает возможность обрабатывать грунт при пониженных положительных и отрицательных (до минус 15 °С) температурах воздуха.

Прочность и морозостойкость песчаного грунта, укрепленного цементом, увеличивается в 1,5-2 раза.

Обработка механических примесей жидким битумом позволяет значительно уменьшить значение коэффициента теплопроводности по сравнению с механическими примесями обработанными цементом.

Для проверки физико-механических свойств укрепленных материалов были изготовлены образцы с добавлением 10, 20 и 30% механических примесей по следующей схеме. Грунт высушивали до воздушносухого состояния и просеивали через сито. Влажность грунта определяют путем высушивания навесок грунта в термостате до постоянной массы при температуре 105 °С. В воздушносухой грунт вносят механические примеси, перемешивают, затем добавляют цемент и снова перемешивают. Далее смесь увлажняют до оптимальной влажности и перемешивают ее в лабораторной лопастной мешалке. Оптимальная влажность составляет не менее 10-12 %.

Образцы укрепленных грунтов изготавливали в виде образцов-цилиндров и образцов-балочек уплотнением смеси в стальных формах. Образцы-цилиндры изготовлены в полых цилиндрических формах с двумя вкладышами размерами 50x50 мм. Образцы-балочки изготовлены прессованием в стальных формах с двусторонними вкладышами.

На рис. 1-3 представлены экспериментальные исследования физико-механических свойств грунтов с применением механических примесей.

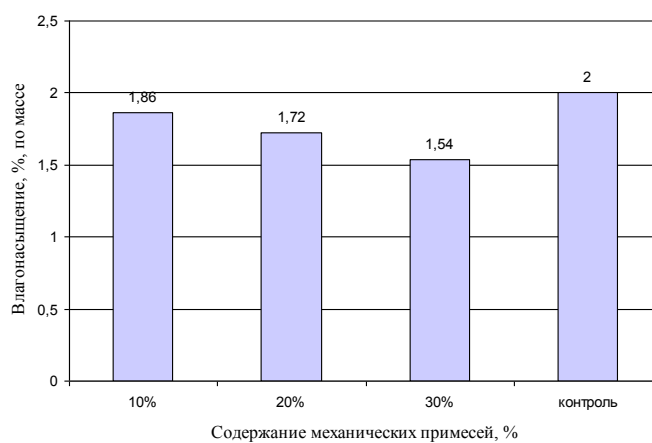


Рисунок 1 – Зависимость влагонасыщения образцов от содержания механических примесей

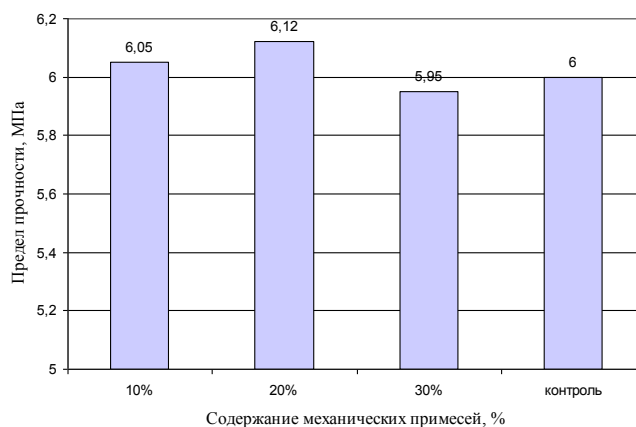


Рисунок 2 – Изменение показателей прочности образцов в зависимости от содержания механических примесей

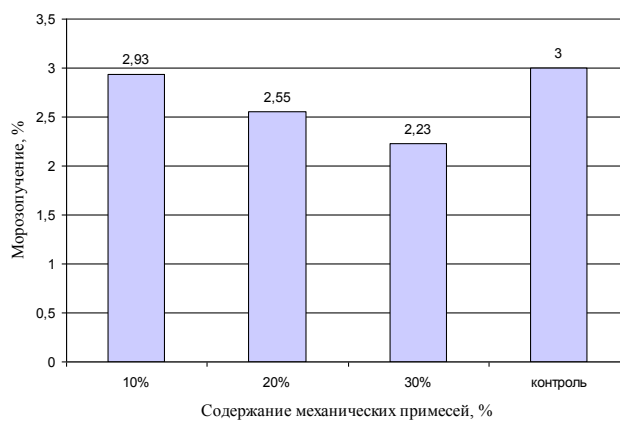


Рисунок 3 – Зависимость морозопучения образцов от содержания механических примесей

Физико-механические свойства полученных образцов определяли согласно ДБН В.2.3-4-2000 «Государственные строительные нормы Украины. Автомобильные дороги».

Водонасыщение определяли насыщением образцов в спокойной воде в течение двух суток. В первые сутки образцы погружали в воду на 1/3 высоты, а в последующие – полностью заливали водой. Для предотвращения высыхания образцов, погруженных в воду на 1/3 высоты, насыщение производили в ванне с водяным затвором.

Предел прочности при сжатии и растяжении при изгибе определяли на гидравлическом прессе мощностью 5 т. Точность показаний силоизмерительного устройства прессы составляет $\pm 2\%$. Рабочая скорость свободного хода поршня равна 3 мм/мин. Скорость проверяют перед испытаниями и в процессе длительных испытаний (более 1 ч) с помощью индикатора часового типа. Указанная выше скорость соответствует 300 делениям индикатора с ценой деления 0,01 мм за 1 мин.

Определение морозопучения производили на образцах до полного замораживания при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ путем измерения линейного увеличения формы образца.

В качестве контроля в эксперименте использовались образцы, изготовленные из грунта без добавления механических примесей.

Как показали результаты исследований, наблюдается уменьшение влагонасыщения образцов по сравнению с контрольными, что объясняется уменьшением дисперсной фракции и наличием смазочных материалов. Водонасыщение образцов изменяется от 1,86% до 1,54%.

Добавление механических примесей в количестве 10-30% от массы смеси, приводит к уменьшению морозопучения в образцах от 2,93% к 2,23%, что соответственно состав-

ляет 3-25%. Снижение морозопучения объясняется уменьшением количества влаги в образцах, которая является ее главным фактором.

Прочность образцов при сжатии с добавлением механических примесей 10-20% увеличивается на 2%, но при увеличении до 30% от массы смеси – уменьшается на 4% за счет увеличения количества смазочных материалов.

ВЫВОДЫ

Разработаны рекомендации применения механических примесей, образующихся при очистке сточных вод, в дорожном строительстве при сооружении земляного полотна и устройства укрепленных оснований. Использование механических примесей в дорожном строительстве выполняет следующие функции: обеспечивает уменьшение водонасыщения и морозопучения дорожных подложек, уменьшение потребления природных грунтов при строительстве и решение проблем утилизации и хранения механических примесей.

Список литературы

1. Аверьянов В.С. Исследование экологической безопасности при эксплуатации водных технологических сред на автотранспортных предприятиях // Сб. науч. тр. национального горного университета. – 2012. – № 38. – С. 179-182.
2. Ищенко И.С., Калашникова Т.Н., Семенов Д.А. Технология устройства и ремонта асфальтобетонных покрытий. – М.: Изд. Аир-Арт, 2001. – 171 с.
3. ДБН В.2.3-4-2000. «Государственные строительные нормы Украины. Автомобильные дороги». – К.: Госстрой Украины, 2000. – 50 с.
4. ДСТУ 3587-97. Безопасность дорожного движения. Автомобильные дороги, улицы и железнодорожные переезды. Требования к эксплуатационному состоянию.

Поступила в редакцию 07.11.2013 г.