

Многолетняя составляющая полезной емкости Бухтарминского водохранилища по номограммам: $\beta_{\text{мн}} = 0,60$.

Список литературы:

1. Гельдиева Г. В., Надиров Ш. М. Межгосударственные факторы и природно-хозяйственная система зоны орошаемого земледелия Казахстанского Приаралья // Новое в охране труда, окружающей среды и защите человека в чрезвычайных ситуациях: Тез. докл. Пятой Междунар. науч.-техн. конф. - Ч.2. - Алматы: КазНТУ, 2002. - С. 145-152.
2. Заурбек А.К. Управление водными ресурсами в бассейне реки Сырдарья (в пределах территории Казахстана). Проект. – Тараз: ДГП "НИИВХ", 2005. – 43 с.
3. Турсунов А.А. Аральская катастрофа и климатические изменения в Центральной Азии» // Тр. ИВП НАН РУз. - Вып. 3. - Ташкент, 1995. -С.28-48.
4. Ибатуллин С.Р. Участие бассейновых советов в справедливом и равноправном распределении стока трансграничных рек /Информационный бюллетень. Современные

проблемы Шу-Таласского бассейна.-Алматы, Тараз.2006.- С.23-35.

5. F.R. Жандаулетова, Комплексное использование водных ресурсов в Казахстане. Алматы: АУЭС, журнал 2 (2013), стр. 42–49.

References:

1. Geldieva G. V., Nadirov Sh. M. Interstate factors and the natural-economic system of the zone of irrigated agriculture of the Kazakhstan Aral Sea // New in the protection of labor, the environment and human protection in emergency situations: Abstract. doc. Fifth International scientific and technical conf. - Part 2. - Almaty: KazNTU, 2002.- S. 145-152.
 2. Zaurbek A.K. Water resources management in the Syr Darya river basin (within the territory of Kazakhstan). Project. - Taraz: BPH² NIIVH², 2005. - 43 p.
 3. Tursunov A.A. Aral catastrophe and climate change in Central Asia”// Tr. IVP NAS RUz. - Vol. 3. - Tashkent, 1995.- С.28-48.
 4. Ibatullin S.R. The participation of basin councils in the fair and equitable distribution of the flow of transboundary rivers / Newsletter. Modern problems of the Shu-Talas basin.-Almaty, Taraz.2006.- P.23-35.
- [5] F.R. Zhandauletova, Integrated management of water resources duration of water exposure to ozone, 5–8 min; activated car-in Kazakhstan, Almaty Univ. Power Eng. Telecommun. J. 2 (2013) 42–49.

ИСПЫТАНИЯ АРМОГРУНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ШТАМПАМИ

Журавлев Игорь Николаевич

*Кандидат технических наук,
ФГБОУ ВО ПГУПС, Санкт-Петербург*

АННОТАЦИЯ

Современные условия эксплуатации железных дорог ставят задачу разработки и внедрения новых способов усиления земляного полотна. Одним из таких способов является применение в конструкции земляного полотна геоматериалов. Важной задачей является определение и оценка степени изменения прочностных и деформативных свойств армогрунтовых конструкций.

Для решения этой задачи была проведена серия лабораторных штамповых испытаний, анализ результатов которых выявил закономерности изменения деформативных свойств армогрунтовых конструкций

Результаты лабораторных штамповых испытаний были использованы при разработке способа моделирования армирующих свойств геоматериалов и методики расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна.

ABSTRACT

Modern conditions of operation of Railways pose a task of development and introduction of new ways of strengthening of an earthwork. One of these methods is the use of geomaterials in the construction of the roadbed. An important task is to identify and evaluate the degree of change in strength and deformation properties Armagrandi designs.

To solve this problem, a series of laboratory stamp tests was carried out, the analysis of the results of which revealed patterns of change in the deformative properties of armogrun structures

The results of laboratory stamp tests were used in the development of a method for modeling the reinforcing properties of geomaterials and methods for calculating the stress-strain state of the roadbed.

Ключевые слова: геоматериал, штамп, земляное полотно, лабораторные испытания.

Keywords: geomaterial, stamp, roadbed, laboratory tests.

Политика ресурсосбережения, принятая на железных дорогах мира, диктует необходимость разработки способов снижения затрат на реконструкцию и ремонт пути при соблюдении его надежности и стабильности. Вместе с тем современные условия эксплуатации железных

дорог, характеризующиеся увеличением скоростей движения поездов, ростом осевых и погонных нагрузок, внедрением новых конструкций верхнего строения пути, предъявляют повышенные требования к обеспечению надежной работы железных дорог в целом и железнодорожного

земляного полотна в частности. Наличие участков с деформациями и дефектами земляного полотна, имеющих значительную протяженность, постоянно повышающиеся требования к прочности и устойчивости, ставят перед проектировщиками задачу разработки и широкого внедрения прогрессивных способов усиления земляного полотна.

Одним из таких, сравнительно новых, способов является усиление земляного полотна при помощи современных геоматериалов (геосеток, георешеток). Механические характеристики грунтовых материалов, не обладающих значительной прочностью на растяжение, могут быть улучшены введением армирующих элементов, в качестве которых выступают слои плоскостных геоматериалов. Усиление земляного полотна геоматериалами возможно путем армирования балластного слоя, основной площадки и тела насыпи, грунтов основания. Полученный армогрунтовый материал обладает повышенной прочностью на растяжение, более низкой деформативностью по сравнению с исходным материалом и, как следствие, может быть с успехом использован в конструкции современного железнодорожного пути. Первостепенной задачей при этом является определение и оценка степени изменения прочностных и деформативных свойств армогрунтовых конструкций в зависимости от сочетания конструктивных и эксплуатационных параметров: вида исходного грунта и армирующего геоматериала, глубины укладки геоматериала от поверхности конструкции, количества слоев и расстояния между слоями геоматериала, диапазона и характера действующих нагрузок и т.д.

Для исследования деформативных свойств армогрунтовых конструкций была проведена серия лабораторных штамповых испытаний [1]. В качестве исходных грунтов для создания армогрунтовых конструкций были выбраны щебень и песок, т.к. в реальных условиях при усилении основной площадки земляного полотна именно эти материалы часто являются заполнителем и вступают в совместную работу с армирующим их геоматериалом.

Штамповые испытания армогрунтовых массивов проводились в крупноразмерном испытательном лотке лаборатории механики грунтов Военно-транспортного университета железнодорожных войск, Россия. Лоток представляет собой железобетонный резервуар с размерами емкости для грунта в плане 300x400 см и глубиной 203 см. Конструкция лотка позволяет исключить деформации основания и, соответственно, их дополнительное влияние на величину деформации армированного и неармированного слоя. В состав установки для штамповых испытаний входили: прямоугольные металлические штампы с различной площадью рабочей поверхности; устройство для нагружения штампов – специализированный гидравлический домкрат; устройство для измерения осадок

штампов, состоящее из нескольких прогибомеров, закрепленных на реперной системе. Данная конструкция лабораторной установки позволила обеспечить возможность нагружения грунтовых массивов ступенями по 0,01-0,1 МПа (0,1-1,0 кгс/см²), постоянство давления на каждой ступени, централизованную передачу нагрузки на штамп.

Для измерения горизонтального перемещения слоя геоматериала было реализовано следующее техническое решение. Непосредственно перед процессом засыпки к каждому из краев укладываемого геоматериала с помощью специальных карабинов прикреплялась стальная нить диаметром 0,5 мм. Другой конец нити через систему блоков и карабинов соединялся с прогибомером, закрепленном на неподвижной системе отсчета и позволяющем снимать показания с точностью 0,01 мм. Для предотвращения заклинивания стальной нити щебнем, в пределах испытываемой конструкции нить была пропущена в стальной трубке диаметром 20 мм.

При проведении испытаний работы выполнялись в следующем порядке:

Реализация конструктивного решения армирования;

Установка штампа, монтаж нагрузочной и измерительной систем;

Непосредственно испытания;

Демонтаж нагрузочной и измерительной систем, снятие штампа;

Разборка грунтового массива;

Изъятие и осмотр образцов геоматериалов.

При реализации конструктивного решения армирования варьировались следующие параметры:

Общая толщина слоя грунта;

Тип армирующего геоматериала;

Глубина укладки геоматериала от подошвы штампа;

Количество слоев геоматериала и расстояние между ними.

В ходе испытаний загрузка штампа производилась ступенями ΔP разной величины, в первую ступень включался вес деталей установки, влияющих на нагрузку штампа. Максимальная нагрузка составила 0,25 МПа (2,5 кг/см²). Снятие отсчетов по измерительным приборам на каждой ступени нагрузки производилось после стабилизации деформации армогрунтового массива, за критерий условной стабилизации деформации принималась скорость осадки штампа, не превышающая 0,1 мм за время $t=30$ минут. Величина полной деформации определялась как среднее арифметическое из показаний приборов. При достижении максимального значения нагрузки 0,25 МПа производилась полная разгрузка исследуемого массива с регистрацией показаний приборов. По результатам проведенных штамповых испытаний строились графики зависимости величины осадки штампа от величины вертикальной, статически возрастающей нагрузки $S = f(p)$, для выявления доли упругой деформации в общей деформации грунтового массива строилась

также ветвь разгрузки. Для линейных участков графиков определялись величины модуля общей деформации армогрунтовых конструкций E_0 , МПа, по которым и оценивалась деформативность конструкций.

Анализ результатов штамповых испытаний различных конструктивных решений армогрунтового слоя позволяет отметить следующее:

1. Величина модуля общей деформации конструкций на основе щебня, армированных одним слоем плоскостного геоматериала, в реализованном диапазоне нагрузок на штамп возрастает в 1,22-1,34 раза, двумя слоями – в 1,79-2,08 раза, тремя слоями в 2,15 раза по сравнению с вариантом без усиления;

2. Для конструкций на основе песка зафиксировано относительное увеличение модуля общей деформации в 1,38-1,50 раза при армировании в один слой, в 1,63-2,00 раза при армировании в два слоя по сравнению с вариантом без усиления;

3. Изменение расстояния между слоями плоскостного геоматериала с 10 до 30 см практически не изменяет модуля общей деформации щебня в реализованном диапазоне нагрузок;

4. Доля упругой составляющей в общей деформации армированных конструкций увеличилась на 7-35 % по сравнению с вариантом без усиления;

5. Во всех опытах не было зафиксировано сколь либо значительного горизонтального перемещения геоматериалов от действия вертикальной нагрузки, т.е. образцы геоматериалов воспринимали растягивающие усилия без выдергивания из слоя грунта. Осмотр геоматериалов после опытов не выявил каких-либо изменений геометрии ячеек или самих полотен геоматериалов, как то разрывы нитей, перекосы, нарушение сплошности и т.п., что свидетельствует о нормальном режиме их работы в грунте.

Таким образом, анализ результатов штамповых испытаний в песке и щебне выявил закономерности изменения деформативных свойств армогрунтовых конструкций: при армировании грунта геоматериалом, при условии его включения в работу, происходит увеличение модуля общей деформации, зависящее от варианта конструктивного решения.

Полученные результаты показали, что деформативные свойства армогрунтовых конструкций напрямую зависят от величины

нагрузки на штамп и глубины укладки геоматериала. Очевидно, что сочетание этих факторов обуславливает величину напряжений, действующих на уровне армирующего слоя. Таким образом, важной задачей является определение величины напряжений на уровне армирующего слоя, при которых геоматериал включается в работу. Величина напряжений включения в работу σ_v определялась в соответствии с известными решениями о затухании напряжений под подошвой жесткого прямоугольного штампа. Значения σ_v определялись в зависимости от соотношения сторон штампа, глубины расположения расчетного сечения под подошвой штампа (глубины укладки геоматериала) и величины нагрузки на штамп, при которой геоматериал включается в работу (определялась при совместном анализе зависимостей $S = f(p)$ для усиленной и неусиленной конструкций). В результате проведенных штамповых испытаний и последующих расчетов были определены величины напряжений включения в работу плоскостных геоматериалов.

Результаты лабораторных штамповых испытаний были использованы при разработке способа моделирования армирующих свойств геоматериалов, заключающегося в замене геоматериала эквивалентным слоем [2]. Данный способ моделирования армирующих свойств лег в основу методики расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна, учитывающей наличие в конструкции пути слоя геоматериала [3].

Список литературы:

1. Лабораторные испытания армогрунтовых конструкций [Электронный ресурс] : статья / И. Н. Журавлев. - Электрон. журн. : цв. - // Бюллетень результатов научных исследований : Электронный научный журнал. - 2012. - Вып. 4 (3). - С. 57-62.
2. Журавлев И.Н. Оценка влияния геоматериалов на деформативность грунтовых массивов и разработка способа моделирования армирующих свойств геоматериалов. // «Проблемы развития сети железных дорог»: Межвузовский сборник научных трудов. – Хабаровск, ДВГУПС, 2006. – с. 102-105.
3. Журавлев И.Н. Разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна, усиленного геоматериалами. // «Железнодорожный транспорт: проблемы и решения»: Международный сборник трудов молодых ученых, аспирантов и докторантов. Выпуск 7. – СПб, ПГУПС, 2004. – С.38-42.