

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <http://t-s.today/>

2014, Том 1, №4 / 2014, Vol 1, No 4 <http://t-s.today/issues/vol1-no4.html>

URL статьи: <http://t-s.today/PDF/01TS414.pdf>

DOI: 10.15862/01TS414 (<http://dx.doi.org/10.15862/01TS414>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Юшков Б.С., Санникова О.А. Устройство и разработка конструкции земляного полотна на слабых грунтах // Транспортные сооружения, Том 1, №4 (2014) <http://t-s.today/PDF/01TS414.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01TS414

For citation:

Yushkov B.S., Sannikova O.A. [Design and development of the roadbed construction on the soft soils] Russian journal of transport engineering, 2014, Vol. 1, no. 4. Available at: <http://t-s.today/PDF/01TS414.pdf> (In Russ.) DOI: 10.15862/01TS414

Адрес для связи с авторами:

614990, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29

УДК 625.7/.8

Юшков Борис Семенович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь
Зав. кафедры САД
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: Zzverdvd@mail.ru

Санникова Ольга Андреевна

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь
Магистр
E-mail: sannikova-91@mail.ru

**Устройство и разработка конструкции земляного
полотна на слабых грунтах**

Аннотация. В настоящее время значительная часть территорий представлена слабыми грунтами. Строительство автомобильных дорог в сложных условиях, в местах распространения слабых пучинистых грунтов, имеющих избыточное увлажнение, низкую несущую способность, высокую сжимаемость и другие неблагоприятные свойства, существенно осложняют и удорожают строительство дорог. Решением проблемы служит совершенствование технологии строительства автомобильных дорог. В работе предложена конструкция земляного полотна на слабом глинистом грунте, усиленным пространственной георешеткой. Проведены экспериментальные исследования четырех конструкций: первый - исследование взаимодействия земляного полотна со слабым глинистым грунтом; второй - исследование работы геотекстильного материала, уложенного в основании земляного полотна, со слабым глинистым грунтом; третий - исследование работы пространственной георешетки, уложенной в основании земляного полотна, со слабым глинистым грунтом; четвертый - исследование совместной работы пространственной георешетки и геотекстильного материала, уложенных в основании земляного полотна, со слабым глинистым грунтом. По результатам проведенных лабораторных испытаний выявлено, что рациональную конструкцию земляного полотна имеет конструкция с укреплением пространственной георешеткой и геотекстильным материалом.

Ключевые слова: укрепление грунта; георешетка; геотекстиль; слабый глинистый грунт; морозное пучение; водонасыщенный грунт; армирование грунта

Разрушения и повреждения земляного полотна и дорожной одежды возникают вследствие ослабления прочности грунтов в результате повышения влажности, что приводит к ухудшению условий эксплуатации, снижению скорости движения транспорта и преждевременному ремонту сооружения.

Самым негативным свойством слабых водонасыщенных глинистых грунтов в северных районах страны с точки зрения перераспределения влаги при промерзании является их значительная высота капиллярного поднятия и высокий коэффициент пучения, особенно содержащего пылеватые частицы.

Если грунты перед промерзанием оказываются водонасыщенными, что в лесной зоне практически неизбежно, то это может привести к значительному морозному пучению и разрушению земляного полотна (Рис 1.)



*Рис.1. Разрушение земляного полотна
[Destruction of roadbed]*

Возведение земляного полотна в условиях распространения слабых пучинистых грунтов вынуждает строителей производить замену слабого грунтового основания на всю его толщину песчаным грунтом, обладающим высоким коэффициентом фильтрации и малой высотой капиллярного поднятия. Такой способ возведения земляного полотна значительно увеличивает сроки и стоимость строительства автомобильных дорог.

Все это предопределяет необходимость разработки и совершенствования разнообразных способов обследования дорог и устройства дорожных одежд, каждый из которых мог бы оказаться наиболее целесообразным.

Анализ применяемых в отечественной и мировой практике методов повышения несущей способности позволили выделить из их числа перспективные, среди которых наиболее эффективными для решения указанных выше задач и наименее разработанные у нас в стране являются автомобильные дороги с применением геосинтетических материалов.

Опыт использования геосинтетических материалов (ГМ) в строительной практике насчитывает десятки лет. Одним из первых геосинтетических материалов, который применялся в строительстве, был нетканый геотекстиль. В нашей стране он хорошо известен под маркой «Дорнит». Его первое использование началось в дорожном строительстве в качестве разделительного слоя и фильтрующей прослойки.

Первые попытки повышения несущей способности грунтов на основе армирования с применением стальных полос и сеток были предприняты в начале прошлого столетия, а в шестидесятые годы с развитием химической промышленности для этих целей стали успешно использоваться нетканые геотекстили, а затем высокопрочные геосетки, геоткани и георешетки [1].

Применение геосинтетических материалов в строительной практике стремительно возрастает. Такая тенденция обусловлена увеличением сложности и ответственности архитектурных и строительных решений, реализуемых в сложных инженерно-геологических и климатических условиях, возрастающими техногенными воздействиями на строительные конструкции, что диктует необходимость применения новых технологий, материалов и инженерных решений. Часто геосинтетики применяются в тех случаях, где трудно, а порой невозможно найти альтернативное решение.

Геосинтетические материалы обладают свойствами, повышающими несущую способность и устойчивость армогрунтового массива. Они способны воспринимать растягивающие напряжения, возникающие в массиве от воздействия проектных нагрузок.

На конструкциях земляного полотна в лаборатории кафедры «Автомобильные дороги и мосты» Пермского национального исследовательского политехнического университета, были проведены экспериментальные исследования.

При проведении экспериментальных исследований конструкции земляного полотна, усиленного пространственной георешеткой и геотекстильным материалом были поставлены следующие задачи:

- выполнить экспериментальное исследование взаимодействия слабого водонасыщенного глинистого грунта с конструкцией земляного полотна, усиленного пространственной георешеткой и геотекстильным материалом при действии статической вдавливающей нагрузки;
- выявить закономерность изменения несущей способности и осадки конструкции земляного полотна, усиленного пространственной георешеткой и геотекстильным материалом.

Проводилась серия экспериментов - для исследования работы земляного полотна на слабом водонасыщенном глинистом грунте при статических испытаниях в специальном лотке в лабораторных условиях, в качестве грунта основания использовалась специально приготовленная глинистая паста.

Перед испытаниями устанавливалась реперная система, на которой жестко закреплялись два индикатора часового типа для фиксации и регистрации осадки с точностью до 0,01 мм.

Глинистая паста укладывалась в лоток слоями по 15 см каждый и утрамбовывалась. Для контроля плотности и влажности грунта в каждом слое отбирали по одной пробе для анализа. После чего на поверхности глинистой пасты устанавливались струнные датчики давления. Затем выполнялись последовательные этапы серии экспериментов.

При проведении первого опыта серии экспериментов была произведена отсыпка песчано-гравийной смеси слоями по 10 см с последующим уплотнением. Общая толщина слоев из песчано-гравийной смеси составляла 50 см.

Для контроля коэффициента уплотнения слоев из песчано-гравийной смеси использовался динамический плотномер ДПУ-1. Для предотвращения высыхания глинистой пасты во время испытаний поверхность песчано-гравийной смеси увлажняли. За счет высокого коэффициента фильтрации песчано-гравийной смеси вода просачивалась в глинистую пасту.

Далее на поверхность земляного полотна был установлен металлический диск диаметром 37 см для моделирования передачи нагрузки от колеса автомобиля при проведении статических испытаний. Размер диска был принят в соответствии с ОДН 218.046-01.

Нагружение производилось равномерно, ступенями, не превышающими 1/10 величины максимальной расчетной нагрузки, равной 20 кН, с помощью гидравлического домкрата ДГ-

100, работающим с ручной насосной станцией и анкерной балкой, расположенной над лотком по оси струнных датчиков давления, по методике изложенной в ГОСТ 5686-94.

От каждой ступени нагружения снимались отчеты по всем приборам: первый отчет - сразу после приложения нагрузки, затем последовательно четыре отчета с интервалом через 15 мин, два отчета - с интервалом 30 мин и далее через каждый час до условной стабилизации перемещений. Нагрузка во всех случаях доводилась до максимальной расчетной нагрузки, равной 20 кН. Такая система нагружения применялась на всех последующих этапах серии экспериментов. После проведения каждой серии опытов грунт из лотка извлекался, высушивался, молотся и вновь использовался в эксперименте.

При проведении второго опыта серии экспериментов после устройства глинистой пасты и установки струнных датчиков давления на полученную поверхность был уложен геотекстильный материал «Дорнит 300» (прочность на растяжение не менее 280 Н в соответствии с ТУ 8397-001-05204776-01), после чего была произведена послойная отсыпка песчано-гравийной смеси с последующим трамбованием. Затем выполнялись статические испытания и снимались отчеты по всем приборам.

При проведении третьего опыта серии экспериментов после устройства глинистой пасты и установки струнных датчиков давления на полученную поверхность была уложена пространственная георешетка марки «СТ 150/200_1030_П» (с размерами ячейки 200x200 мм, высотой 150 мм, прочностью на растяжение при изгибе 28 кН/м в соответствии с ТУ2246-004-59343184-2007). Затем выполнялись статические испытания и снимались отчеты по всем приборам.

Четвертый опыт серии экспериментов проводился с целью исследования совместной работы геотекстильного материала «Дорнит 300» и пространственной георешетки марки «СТ 150/200_1030_П» в основании земляного полотна, то есть после устройства глинистой пасты и установки струнных датчиков давления на полученную поверхность глинистого грунта был уложен геотекстильный материал «Дорнит 300». Затем осуществлялось устройство пространственной георешетки марки «СТ 150/200_1030_П», после чего была произведена послойная отсыпка песчано-гравийной смеси с последующим уплотнением. Затем выполнялись статические испытания и снимались отчеты по всем приборам.

По результатам статических испытаний были построены эпюры полных нормальных напряжений (Рис.2.), возникающих на поверхности грунтового основания от внешней нагрузки и собственного веса земляного полотна.

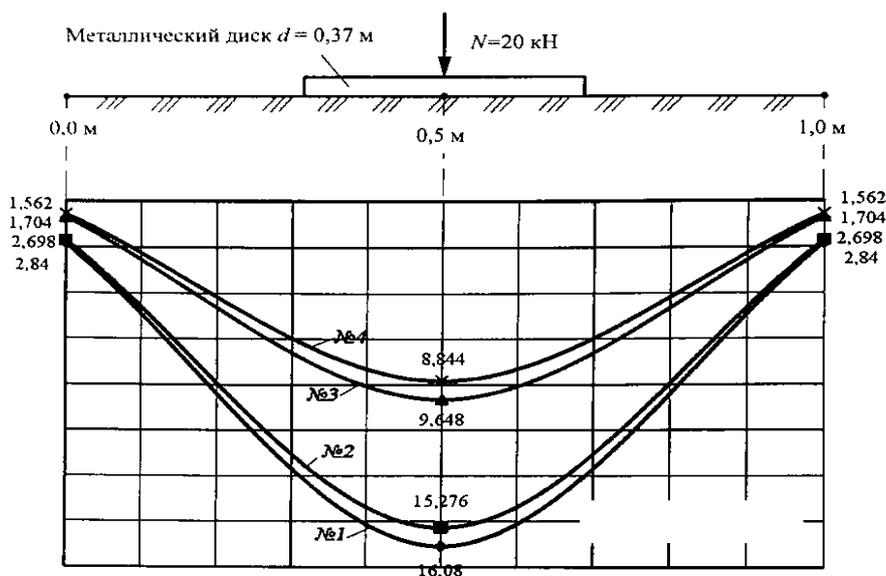


Рис. 2. Эпюры полных нормальных напряжений
[Diagrams of the combined normal stresses]

Результаты проведенных испытаний показали, что в конструкции земляного полотна с укреплением георешеткой и геотекстильным материалом полные нормальные напряжения, возникающие на поверхности слабо водонасыщенного глинистого грунта минимальны и меньше его структурной прочности ($\delta_{zh} < P_{str} < 100 \text{ кН/м}^2$) в отличие от конструкций земляного полотна без укрепления. Относительная разница снижения полных нормальных напряжений на поверхности глинистой пасты в конструкции земляного полотна с укреплением георешеткой и геотекстильным материалом составила 55% от конструкции земляного полотна без укрепления.

По результатам испытаний получены графики зависимости осадки земляного полотна натурной величины от вертикальной нагрузки (Рис.3.).

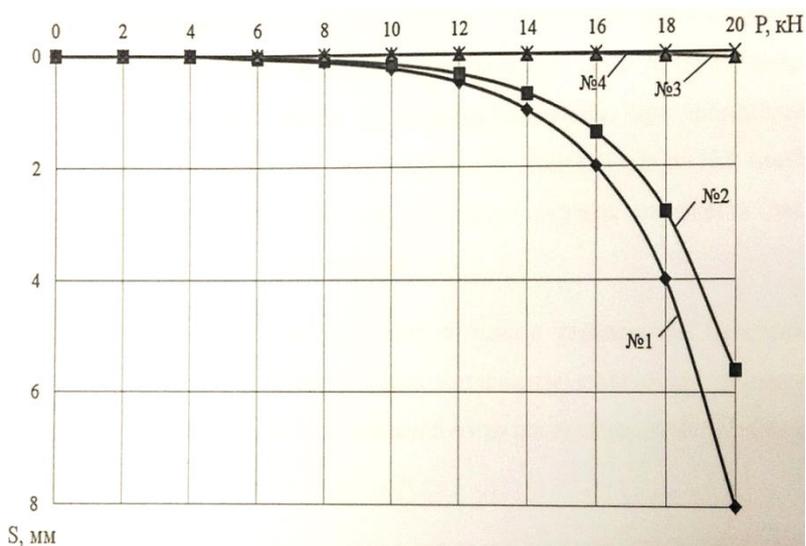


Рис. 3. Графики зависимости осадки земляного полотна
[The rainfall vs roadbed plots]

Результаты лабораторных исследований показали, что конструкция земляного полотна с укреплением георешеткой и геотекстильным материалом имеет наибольшую несущую способность, при которой осадка земляного полотна отсутствует в отличие от конструкции

земляного полотна без укрепления. Относительная разница увеличения несущей способности конструкции земляного полотна с укреплением георешеткой и геотекстильным материалом составила 55% от несущей способности конструкции земляного полотна без укрепления.

По результатам проведенных лабораторных испытаний выявлено, что рациональную конструкцию земляного полотна имеет конструкция земляного полотна с укреплением пространственной георешеткой и геотекстильным материалом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербина Е.В, Теличенко В.И и др. Геосинтетические материалы: Классификация, термины и определения.: Известия вузов. Строительство, № 5, 2004.
2. Щербина Е.В. Геосинтетические материалы в строительстве: Монография. — М.: Изд. АСВ, 2004. - 112 с.
3. Щербина Е.В., Алексеев А.А. Методы расчета армированных оснований дорожных насыпей.: Материалы межд. научно-технической конференции «Опыт строительства и реконструкции зданий и сооружений на слабых грунтах» - Архангельск: Изд. АГТУ, 2003.
4. Ларионов А.К. Свойства слабых грунтов, их природа и методы исследования // Проблемы строительства на слабых грунтах. Рига: РПИ, 1972.
5. Полуновский А.Г. Геотекстильные материалы для дорожного строительства Автомобильные дороги. 1985. № 3.
6. Полуновский А.Г. Способы использования геотекстиля в дорожных конструкциях Автомобильные дороги. 1985. № 4.
7. Комер R.M. Designing with Geosynthetics. - New Jersey: PRENTICE HALL, 1998. - 3- th ed.
8. Комер R.M. Designing with Geosynthetics. - New Jersey: PRENTICE HALL, 1998. - 3- th ed.
9. Офрихтер В.Г. Методы строительства армогрунтовых конструкций / А.Б. Пономарев, В.И. Клевко, К.В. Решетникова. - М.: Изд-во АСВ, 2013. - 152 с.
10. Абелев М.Ю. Методы строительства на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. М: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1975.

Yushkov Boris Semenovich

Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm
E-mail: Zzverdvd@mail.ru

Sannikova Olga Andreevna

Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm
E-mail: sannikova-91@mail.ru

Design and development of the roadbed construction on the soft soils

Abstract. Now the considerable part of territories is presented by soft soils. Construction of highways under difficult conditions, in places of the soft heaving soil distribution having an excessive moistening, low bearing capability, high compressibility and other unfavorable properties, significantly complicates and raises the price of road construction. Improvement of technology of highway construction serves as a solution of problem. In this article the authors propose the design of a roadbed on the soft clay soil, strengthened by a spatial geoweb. The experimental studies of four designs were conducted: the first one is research of the roadbed - soft clay soil mutual interaction; the second one is research of work of the geotextile material laid in the base of roadbed with the soft clay soil; the third one is research of work of the spatial geoweb laid in the base of roadbed with the soft clay soil; the fourth one is research of joint action of a spatial geoweb and the geotextile material laid in the base of a roadbed with soft clay soil. Based on the results of the carried-out laboratory tests it has been revealed that the design with strengthening by a spatial geoweb and geotextile material has a rational one of the roadbed.

Keywords: soil strengthening; geoweb; geotextile; soft clay soil; frost heaving; water-deposited soil; soil reinforcement

REFERENCES

1. Shcherbina E.V, Telichenko V. I, etc. Geosynthetic materials: Classification, terms and definitions.: News of higher education institutions. Construction, No. 5, 2004.
2. Shcherbina E.V. Geosynthetic materials in construction: Monograph. — M.: Prod. DIA, 2004. - 112 pages.
3. Shcherbina E.V., Alekseev A.A. Methods of calculation of the reinforced bases of road embankments.: Materials of inter@ of the scientific and technical conference "Experience of Construction and Reconstruction of Buildings and Constructions on Weak Soil" - Arkhangelsk: Prod. AGTU, 2003.
4. Larionov A.K. Properties of weak soil, their nature and methods of research//construction Problems on weak soil. Threshing barn: RPI, 1972.
5. Polunovsky A.G. Geotextile materials for road construction Highways. 1985. No. 3.
6. Polunovsky A.G. Ways of use of geotextiles in road designs Highways. 1985. No. 4.
7. Koemer R.M. Designing with Geosynthetics. - New Jersey: PRENTICE HALL, 1998. - 3 th ed.
8. Koemer R.M. Designing with Geosynthetics. - New Jersey: PRENTICE HALL, 1998. - 3 th ed.
9. Ofrikhter V. G. Construction methods armogruntovykh of designs / A.B. Ponomarev, V. I. Kleveko, K.V. Reshetnikova. - M.: Publishing house of DIA, 2013. - 152 pages.
10. Abelev M. Yu. Construction methods on weak water-saturated clay soil. M: MISI of V.V.Kuibyshev, 1975.