

УДК 631.9

UDC 631.9

05.20.01- Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРОЕЗДОВ И ПЛОЩАДОК ПРИ НАЛИЧИИ ЛОКАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ЛИНЗ

STRENGTHENING OF THE BASE OF THE PAVEMENT OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE FOR THE DEVICE OF DRIVEWAYS AND PLATFORMS IN THE PRESENCE OF LOCAL SAND LENSES

Подтелков Василий Владимирович
канд. техн. наук, профессор
SPIN-код: 4431-3381
vvp2000@mail.ru

Podtelkov Vasiliy Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., professor
RSCI SPIN-code: 4431-3381
vvp2000@mail.ru

Прокопенко Алексей Васильевич
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 4753-9618
prokopenko_a_v_205gd@mail.ru

Prokopenko Alexey Vasilyevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 4753-9618
prokopenko_a_v_205gd@mail.ru

Зеленков Дмитрий Сергеевич
канд. техн. наук, старший преподаватель
zelenkov_d_s_205gd@mail.ru

Zelenkov Dmitry Sergeevich
Cand.Tech.Sci., senior lecturer
zelenkov_d_s_205gd@mail.ru

Пшидаток Маргарита Адамовна
аспирант,
SPIN-код: 2042-4198
margaritaaa7@yandex.ru
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Pshidatok Margarita Adamovna
graduate student,
RSCI SPIN-code: 2042-4198
margaritaaa7@yandex.ru
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

В статье на примере устройства дорожной одежды на объекте: «Хранилище для хранения и подработки различных плодов на 54,4 тыс. тонн, Краснодарский край, Славянский район, с. п. Прибрежное» изложен способ усиления линз песчаного грунта щебнем фракций 40-150 мм, вскрытых в основании конструктивного «пирога» при производстве строительных работ. Показана высокая эффективность предложенного метода укрепления, заключающаяся в надежности конструкции дорожной одежды и сокращении сроков строительства, а также материальных и трудовых затрат при производстве работ

In the article, we describe a method for strengthening the lenses of sandy soil with crushed stone fractions of 40-150 mm, opened at the base of a constructive "pie" during construction works on the example of the device of the pavement at the facility: "Storage for storing and moonlighting various fruits for 54.4 thousand tons, Krasnodar Krai, Slavyansky district, Coastal village". The high efficiency of the proposed method of strengthening is shown, which consists in the reliability of the pavement structure and the reduction of construction time, as well as material and labor costs during the production of works

Ключевые слова: ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА, ОСНОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ, УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТА, ШТАМПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Keywords: ROAD CLOTHING, THE BASE OF ROAD CLOTHING, SOIL COMPACTION, STAMP TESTS, ENGINEERING AND GEOLOGICAL SURVEYS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-183-022>

Благоустройство территории сельскохозяйственных предприятий в местах устройства твердых покрытий проездов и технологических

<http://ej.kubagro.ru/2022/09/pdf/22.pdf>

площадок проводится на основе полноценных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий (ИГИ) [2]. Геологические разрезы в отчете по ИГИ позволяют определить мощность и глубину залегания грунтов основания, объединенных по своим физико-механическим характеристикам в инженерно-геологические элементы (ИГЭ) [1].

Разведывательные скважины на исследуемом участке располагаются, как правило, в узлах ортогональной сетки с шагом до 50x50 метров. Линии залегания ИГЭ, таким образом, на разрезах строятся по точкам, расположенным на расстоянии до 50 м в горизонтальном направлении [7]. При такой сетке локальные включения грунтов с иными физико-механическими характеристиками, нежели рассматриваемый ИГЭ могут быть не отражены на геологическом разрезе. Подобные упущения выявляются уже в ходе строительства и, в случае включений слабых или плохо уплотняющихся грунтов, требуют оперативного и эффективного решения, не приводящего к существенному удорожанию работ.

Примером решения проблемы усиления грунтового основания дорожной одежды при обнаружении в процессе строительства локальной песчаной линзы может служить устройство «пирога» покрытия парковки грузового и легкового автотранспорта на объекте: «Хранилище для хранения и подработки различных плодов на 54,4 тыс. тонн, Краснодарский край, Славянский район, с. п. Прибрежное» (рисунок 1).



Рисунок 1 –Производство работ по устройству дорожной одежды парковки грузового и легкового автотранспорта

Согласно данным инженерно-геологических изысканий в геологическом разрезе выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

Слой-1 – Почвенно-растительный слой. Суглинок светло-коричневого цвета, полутвердый, комковатой текстуры, с корнями травянистых растений. Средняя мощностью колеблется в пределах 0,75-1,5 м.

ИГЭ-1 – Глина легкая твёрдая, слабопросадочная, среднедеформируемая.

ИГЭ-2 – Суглинок серо-зеленого цвета, тугопластичный, тяжелый.

В соответствии с ИГИ и расчетами, выполненными при проектировании «пирога» дорожной одежды (ДО) на объекте, основанием ДО является суглинок тяжелый с нормативным модулем упругости, равным 43 МПа.

Однако, по факту, при производстве работ по уплотнению грунтового основания, на границе ИГЭ-1 и ИГЭ-2 были вскрыты линзы песка различной толщины.

Территориально песчаные линзы попали на парковку грузового и легкового автотранспорта [5]. Конструктив «пирога» ДО парковки состоит из ряда расчетных слоев, соответствующих по интенсивности движения дороге IV категории (рисунок 2). Для достижения данного показателя слои «пирога» уплотняются катками, в том числе подлежит уплотнению и кровля природного грунта ИГЭ-1, являющегося основанием конструктива дорожной одежды площадки [4].

С целью выявления точного планового расположения и толщины слоя песка в линзах были проведены дополнительные инженерно-геологические изыскания с проходкой 12 дополнительных скважин на территории парковки (рисунок 3). Как следует из материалов дополнительных ИГИ, проведённых в зоне парковки грузового и легкового автотранспорта, песчаное основание залегает практически на всей территории проектируемой парковки и имеет площадь около 13000 м² (см. рисунок 1). Толщина слоя песка колеблется от 0,2 до 1,1 м.

Наименование слоёв и материалов конструкции дорожной одежды	Схема конструкции дорожной одежды. Толщина, см
1. Конструктивный слой № 1 – Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебёночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД / БН - 60 / 90	
2. Конструктивный слой № 2 – Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД - 60 / 90	
3. Конструктивный слой № 3 – Щебень фракционированный 40.80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем	
4. Конструктивный слой № 4 – Смеси гравийные с непрерывной гранулометрией С4 - 80 мм (для оснований)	
5. Конструктивный слой № 5 – Смеси гравийные с непрерывной гранулометрией С4 - 80 мм (для оснований)	
Грунт земляного полотна – Суглинок тяжёлый	

Рисунок 2 – Конструкция «пирога» дорожной одежды парковки легкового и грузового автотранспорта

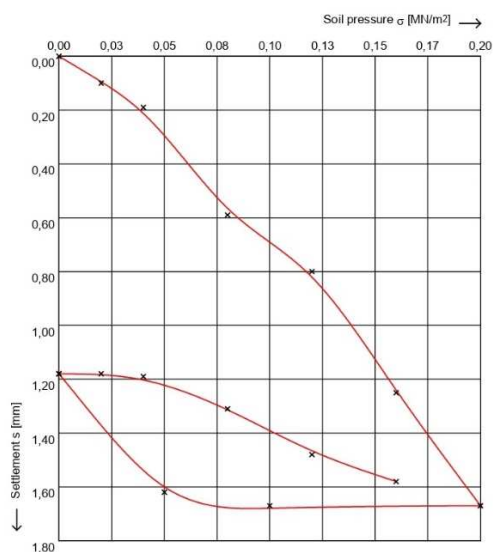
Согласно таблице П.2.5 ОДН 218.946-01, нормативное значения модуля упругости грунта песчаной линзы (а по материалам дополнительных ИГИ это «песок плотный пылеватый маловлажный») составляет не менее 43 МПа, что означает пригодность использования данного песка в качестве основания дорожной одежды при условии уплотнения его до коэффициента 0,95.



Рисунок 3 – Расположение дополнительных изыскательских скважин на участке парковки автотранспорта

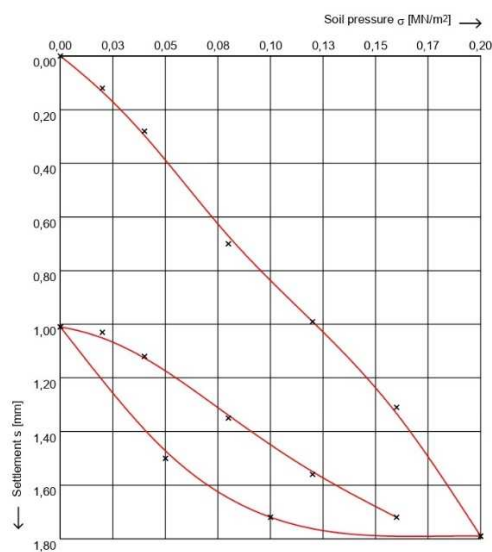
При проходке строительной техникой обнаруженных песчаных грунтов происходит разуплотнение верхнего слоя и, как следствие, коэффициент уплотнения не достигает требуемого нормативного показателя 0,95. [3]. Для достижения необходимых параметров плотности основания было принято решение на опытном участке выполнить усиление грунта песчаной линзы втрамбовыванием щебня фракции 40-150 мм по ГОСТ 8267-93 с насыпной плотностью 1370 кг/м³ по ГОСТ 8269.0-97 п. 4.17. Результаты опытных штамповых испытаний грунтов до и после усиления приведены на рисунке 4.

а)



Results according to DIN 18134				
Curve	$\sigma_{0\max}$	a_1 [mm/(MN/m ²)]	a_2 [mm/(MN/m ²)]	$E_v = 0.75 D/(a_1 + a_2 \sigma_{0\max})$ [MN/m ²]
1	0,200	5,718	13,718	$E_{v1} = 67,54$
2	0,200	1,115	10,201	$E_{v2} = 181,11$
				$E_{v2}/E_{v1} = 2,68$

б)



Results according to DIN 18134				
Curve	$\sigma_{0\max}$	a_1 [mm/(MN/m ²)]	a_2 [mm/(MN/m ²)]	$E_v = 0.75 D/(a_1 + a_2 \sigma_{0\max})$ [MN/m ²]
1	0,200	8,000	4,745	$E_{v1} = 63,86$
2	0,200	4,251	3,225	$E_{v2} = 116,74$
				$E_{v2}/E_{v1} = 1,83$

Рисунок 4 – Результаты опытных испытаний грунтов песчаной линзы штампом $D = 762$ мм по DIN 18134

а) – до усиления песчаной линзы;

б) – после усиления песчаной линзы щебнем фракции 40-150 мм.

Соотношение модулей упругости E_{v2} и E_{v1} песчаного основания до усиления щебнем составляет 2,68, а после втрамбовывания щебня фракции 40-150 мм 1,83. Для нормальной эксплуатации дорожной одежды при интенсивности движения грузового транспорта, соответствующей дороге IV категории указанное соотношение не должно превышать значения 2,0.

Как видно из рисунка 4, предложенный способ усиления грунтов позволяет достичь требуемых показателей деформативности основания дорожной одежды. Без данного усиления грунты песчаной линзы не уплотняются.

Учитывая вышеизложенное, было принято решение использовать щебень фракции 40-150 слоем 200 мм для усиления песчаного основания дорожной одежды на всей зоне парковки грузового и легкового

транспорта, при условии контроля результатов уплотнения проведением полевых испытаний штампом [6]. Для исключения диффузии щебня дорожной одежды в основание из щебня фракции 40-150 поверх уплотнённого щебнем песчаного основания был уложен слой геотекстиля «Гефлакс»-300 (рисунок 5).

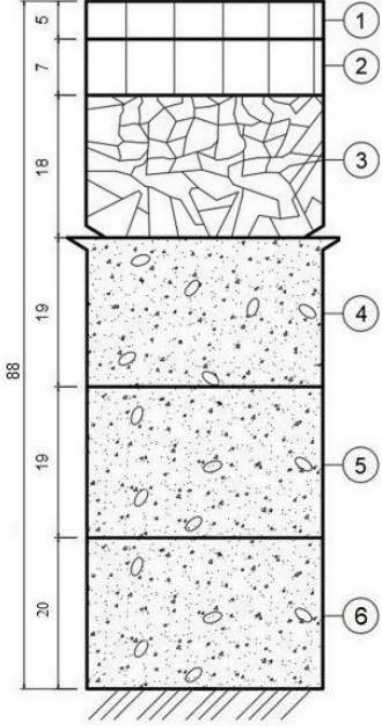
Наименование слоёв и материалов конструкции дорожной одежды	Схема конструкции дорожной одежды. Толщина, см
1. Конструктивный слой № 1 – Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебёночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД / БН - 60 / 90	
2. Конструктивный слой № 2 – Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД - 60 / 90	
3. Конструктивный слой № 3 – Щебень фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем	
4. Конструктивный слой № 4 – Смеси гравийные с непрерывной гранулометрией С4 - 80 мм (для оснований)	
5. Конструктивный слой № 5 – Смеси гравийные с непрерывной гранулометрией С4 - 80 мм (для оснований)	
6. Конструктивный слой № 6 – Песок плотный, пылеватый, усиленный щебнем фракции 40-150 мм, с уложенным поверх него геотекстилем «Геофлакс»-300	
Грунт земляного полотна – песок плотный, пылеватый, маловлажный	

Рисунок 5 – Конструкция «пирога» усиленной дорожной одежды

Устройство ДО с уплотнением грунтов песчаных линз в основании конструктивного «пирога» щебнем фракций от 40 до 150 мм по ГОСТ 826-93 (производитель ООО «Издательство Эталон», г. Новороссийск) насыпной плотностью 1370 кг/м³ по ГОСТ 8269.0-97 п.4.17 позволило оперативно решить проблему подготовки грунтового основания без замещения прослоек неуплотняемого природного материала, сократив тем самым сроки строительства и снизив затраты на производство работ. В ходе проведения указанных мероприятий проводился на каждом этапе контроль уплотнения основания и слоев ДО посредством штамповых испытаний



Рисунок 6 – Вид парковки грузового и легкового автотранспорта в процессе эксплуатации

Эксплуатация парковки грузового и легкового автотранспорта на объекте: «Хранилище для хранения и подработки различных плодов на 54,4 тыс. тонн, Краснодарский край, Славянский район, с. п. Прибрежное» (рисунок 6) показала высокую эффективность предложенного способа уплотнения грунтов песчаных линз, заключающегося в надежности конструкции дорожной одежды и сокращении материальных и трудовых затрат при производстве строительных работ.

Литература:

1. Подтелков, В.В. Оптимизация технических решений устройства оснований зданий и дорожных одежд предприятий первичной обработки и хранения сельскохозяйственной продукции / В. В. Подтелков, А. В. Прокопенко, Д. С. Зеленков, М. А. Пшидаток // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 175. – С. 179-188. – DOI 10.21515/1990-4665-175-012. – EDN EDYTGW.

2. Подтелков, В. В. Вариантное проектирование отметок благоустройства территории предприятий сельскохозяйственного назначения с целью оптимизации технических решений / В. В. Подтелков // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 256-259. – EDN YIBCSN.

3. Пшидаток, М. А. Состав документации по планировке территории при строительстве и реконструкции линейных объектов / М. А. Пшидаток, В. В. Подтелков // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 682-684. – EDN AGBIND.

4. Безуглова Е. В. Управление оползневый риском на эксплуатируемых линейных сооружениях / Е. В. Безуглова, С. И. Маций, В. В. Подтелков. В сборнике: Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире (Геориск-2015). Материалы 9-й Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 49-54.

5. Подтелков В. В. Оценка видов воздействий складских комплексов на окружающую природную среду / В. В. Подтелков, А. В. Прокопенко, С. К. Пшидаток // Экономика и предпринимательство. – 2018. – №11 (100). – С. 557-560.

6. Подтелков В. В. К вопросу хранения, переработки и утилизации производственных отходов предпринимательской деятельности крупных логистических центров на примере ЛЦ «Адыгея-2» / В. В. Подтелков, С. К. Пшидаток // Экономика и предпринимательство. – 2018. – №11 (100). – С. 952-955.

7. Подтелков, В. В. Природоохранные мероприятия вблизи логистического центра "Адыгея-2" на территории республики Адыгея / В. В. Подтелков, А. В. Прокопенко, С. К. Пшидаток // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год : сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей, Краснодар, 14 марта 2018 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 237-238. – EDN YWHNVQ.

References:

1. Podtelkov, V.V. Optimizacija tehniceskikh reshenij ustrojstva osnovanij zdaniy i dorozhnyh odezhd predpriyatij pervichnoj podrabotki i hranenija sel'skohozjajstvennoj produkcii / V. V. Podtelkov, A. V. Prokopenko, D. S. Zelenkov, M. A. Pshidatok // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 175. – S. 179-188. – DOI 10.21515/1990-4665-175-012. – EDN EDYTGW.

2. Podtelkov, V. V. Variantnoe proektirovanie otmetok blagoustrojstva territorii predpriyatij sel'skohozjajstvennogo naznacheniya s cel'ju optimizacii tehniceskikh reshenij / V. V. Podtelkov // Itogi nauchno-issledovatel'skoj raboty za 2021 god : Materialy Jubilejnoy nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju Kubanskogo GAU, Krasnodar, 06 aprelja 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 256-259. – EDN YIBCSN.

3. Pshidatok, M. A. Sostav dokumentacii po planirovke territorii pri stroitel'stve i rekonstrukcii linejnyh ob#ektov / M. A. Pshidatok, V. V. Podtelkov // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa : Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoj konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-h chastjah, Krasnodar, 01 marta 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 682-684. – EDN AGBIND.

4. Bezuglova E. V. Upravlenie opolznevym riskom na jekspluatiruemyh linejnyh sooruzhenijah / E. V. Bezuglova, S. I. Macij, V. V. Podtelkov. V sbornike: Analiz, prognoz i upravlenie prirodnyimi riskami v sovremennom mire

(Georisk-2015). Materialy 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2015. – S. 49-54.

5. Podtelkov V. V. Ocenka vidov vozdejstvij skladskih kompleksov na okruzhajushhuju prirodnuju sredu / V. V. Podtelkov, A. V. Prokopenko, S. K. Pshidatok // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2018. – №11 (100). – S. 557-560.

6. Podtelkov V. V. K voprosu hraneniya, pererabotki i utilizacii proizvodstvennyh othodov predprinimatel'skoj dejatel'nosti krupnyh logisticheskikh centrov na primere LC «Adygeja-2» / V. V. Podtelkov, S. K. Pshidatok // Jekonomika i predprinimatel'stvo. – 2018. – №11 (100). – S. 952-955.

7. Podtelkov, V. V. Prirodoohrannye meroprijatija vblizi logisticheskogo centra "Adygeja-2" na territorii respubliki Adygeja / V. V. Podtelkov, A. V. Prokopenko, S. K. Pshidatok // Itogi nauchno-issledovatel'skoj raboty za 2017 god : sbornik statej po materialam 73-j nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej, Krasnodar, 14 marta 2018 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2018. – S. 237-238. – EDN YWHNVQ.