



УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

_____ Скворцов А.В.

« _____ » _____ 2015 г.

СОГЛАСОВАНО

« _____ » _____ 2015 г.

Заказчик: ООО «Морской Рыбный Порт»

Объект: Контейнерная площадка

Адрес: г. Санкт-Петербург, Элеваторная площадка д.10, Морской Рыбный Порт

РАСЧЕТ

основания и покрытия контейнерной площадки в зоне производства погрузочно-разгрузочных работ с помощью ричстакеров грузоподъемностью до 45 т и давлением на переднюю ось 100 тн, а также передвижения терминальных тягачей с полностью загруженным ролл-трейлером 60 т

17-П2-03-2016-П

Разработано:

LIFEQUALITY EVOLUTION

ООО «ЛАЙФКВОЛИТИ ЭВОЛЮШН»

Инженер-проектировщик

« _____ »

Николаев К.К.

2016



Санкт-Петербург
2016 г.

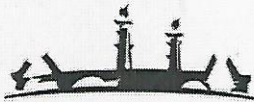
Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Объект: Контейнерная площадка

Адрес: г. Санкт-Петербург, Элеваторная площадка д.10, Морской Рыбный Порт

РАСЧЕТ

основания и покрытия контейнерной площадки в зоне производства погрузочно-разгрузочных работ с помощью ричстакеров грузоподъемностью до 45 т и давлением на переднюю ось 100 тн, а также передвижения терминальных тягачей с полностью загруженным ролл-трейлером 60 т

17-П2-03-2016-П

Принятые проектные решения соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных решениями мероприятий.

ГИП _____ Скворцов А.В.



Инв. н. одл. | Поб. и дат. | Инв. н. одл. | Взв. штв. № | Поб. и дат.

1. Исходные данные для расчета

1.1 Данные по существующему основанию

Проектируемый участок находится в Кировском районе Санкт-Петербурга, на территории морского порта. Условные отметки варьируют в пределах 9,5–10,1 м.

Рассматриваемая территория характеризуется умеренным избыточно-влажным климатом с неустойчивым погодным режимом и относится ко IIБ подрайону по климатическому районированию России для целей строительства. Проектируемый участок строительства находится во II дорожно-климатической зоне (СП 34.13330.2012). Тип местности по характеру и степени увлажнения верхней толщи грунтов – второй (СП 34.13330.2012).

Нормативная глубина промерзания для мелких песков (преобладающих в разрезе техногенных грунтов), озерно-морских пылеватых песков и супесей – 1,20 м, в соответствии с теплотехническим расчетом на основании СП 131.13330.2012 и СП 22.13330.2011. Расчетная глубина промерзания для техногенных песчаных грунтов и песчано-супесчаных озерно-морских отложений, составляет – 1,32 м.

Инженерно-геологические условия участка определяются развитием современных техногенных, озерно-морских и верхнечетвертичных озерно-ледниковых отложений.

Современные техногенные отложения (tIV) – представлены бетоном и насыпными грунтами;

Современные озерно-морские отложения (m,IV) – представлены песками пылеватыми, супесями пластичными и текучими;

Верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения (lgIII) – представлены суглинками ленточными мягкопластичными и текучими;

Верхнечетвертичные ледниковые отложения (gIII) – представлены супесями пластичными с гравием и песками гравелистыми;

Глинистые отложения котлинского горизонта венда (V kt2) – представлены глинами пылеватыми полутвердой консистенции.

По результатам бурения и лабораторным определениям в пределах изученности участка, выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ – 1 – Бетонная плита, щебень, вскрытой мощностью 0,2–0,3 м;

ИГЭ – 2 – Насыпные грунты: пески мелкие со строительным мусором с растительными остатками, вскрытой мощностью 1,3–2,3 м;

ИГЭ – 3 – Пески пылеватые темно-серые с растительными остатками средней плотности насыщенные водой, вскрытой мощностью 0,6–1,4 м;

ИГЭ – 4 – Супеси песчанистые темно-серые с примесью органических веществ пластичные, вскрытой мощностью 0,5–1,0 м;

ИГЭ – 5 – Супеси пылеватые темно-серые с примесью органических веществ текучие, вскрытой мощностью 0,6–1,2 м;

ИГЭ – 6 – Суглинки тяжелые пылеватые коричневато-серые с прослоями песка текучие, вскрытой мощностью 1,4–7,9 м;

ИГЭ – 7 – Суглинки тяжелые пылеватые коричневато-серые ленточные с прослоями песка мягкопластичные, вскрытой мощностью 0,7–1,0 м;

ИГЭ – 8 – Супеси песчанистые серые с гравием, галькой до 10% с гнездами песка пластичные, вскрытой мощностью 4,4–5,9 м;

ИГЭ – 9 – Пески гравелистые серые с галькой до 20% средней плотности насыщенные водой, вскрытой мощностью 0,4 м;

ИГЭ – 10 – Глины пылеватые голубовато-зеленые полутвердые, вскрытой мощностью 1,5–2,9 м.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310–2015–ППР	Лист
						4

Гидрогеологические условия исследуемой территории характеризуются наличием водоносного горизонта грунтовых вод со свободной поверхностью. В период изысканий (март 2016 года) подземные воды со свободной поверхностью вскрыты на глубинах 1,2-1,6 м (у. о. 8,2-8,5 м). Глубина установления уровня та же. Воды безнапорные. Водовмещающими породами служат техногенные и озерно-морские пески и прослои и линзы песка в связных грунтах озерно-ледникового генезиса. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Коэффициент фильтрации пылеватых песков (ИГЭ-3) – 0,5-1,0 м/сут, суглинков тяжелых (ИГЭ-6, 7) – 0,05 м/сут, техногенных песков (ИГЭ-2) – 1,0-5,0 м/сут, супесей (ИГЭ-4, 5) – 0,1-0,5 м/сут.

По степени морозного пучения грунты ИГЭ – 2-6 относятся к сильнопучинистым (ГОСТ 25100-95).

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов для расчета оснований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Геологический индекс	Номенклатурное наименование грунтов	№ № ИГЭ	Хар-ка	Число пластичности I _p	Прир. влажность W _p	Плотн. грунта, ρ, т/м ³	Козфф. пористости e	Показатели консистенции		Показатели прочности		Модуль деформации E, МПа
								I _L	C _B	φ, град.	c, кПа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t IV	Бетонная плита	1	X _H X _I X _{II}									
t IV	Насыпные грунты: пески мелкие со строительным мусором с растительными остатками	2	X _H X _I X _{II}					R ₀ =1,0 кг/см ²				
m, I IV	Пески пылеватые темно-серые с растительными остатками средней плотности насыщенные водой	3	X _H X _I X _{II}			1,94 1,92 1,94	0,750			26 23 26	2 1 2	11
m, I IV	Супеси песчанистые темно-серые с примесью органических веществ пластичные	4	X _H X _I X _{II}	0,06	0,26	1,98 1,98±0,02 1,98±0,01	0,710	0,69		19 17 19	18 12 18	10
m, I IV	Супеси пылеватые темно-серые с примесью органических веществ текучие	5	X _H X _I X _{II}	0,05	0,27	1,96 1,96±0,05 1,96±0,02	0,739	1,42		18 16 18	9 6 9	7
Ig III	Суглинки тяжелые пылеватые коричневато-серые с прослоями песка текучие	6	X _H X _I X _{II}	0,15	0,38	1,84 1,84±0,01 1,84±0,01	1,060	1,10		11 10 11	11 7 11	6
Ig III	Суглинки тяжелые пылеватые коричневато-серые с прослоями песка мягкопластичные	7	X _H X _I X _{II}	0,14	0,34	1,88 1,88±0,00 1,88±0,00	0,949	0,71		13 11 13	17 12 17	7
g III	Супеси песчанистые серые с гравием, галькой до 10% с гнездами песка пластичные	8	X _H X _I X _{II}	0,06	0,16	2,16 2,16±0,02 2,16±0,01	0,439	0,55		24 21 24	21 14 21	10
g III	Пески гравелистые серые с галькой до 20% средней плотности насыщенные водой	9	X _H X _I X _{II}			2,03 2,01 2,03	0,600			39 35 39		35
V kt ₂	Глины пылеватые голубовато-зеленые полутвердые	10	X _H X _I X _{II}	0,15	0,20	2,10 2,10 2,10	0,566	0,05		16 14 16	70 47 70	13

В качестве расчетной примем наиболее неблагоприятную скважину (с наибольшей слабой толщей) – скв.№1. Данную скважину представим на рис.1

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Подп. и дата. Инв. № подл.

Лу. Изм. № док. Подп. Дата

45310-2015-ППР

Лист

5

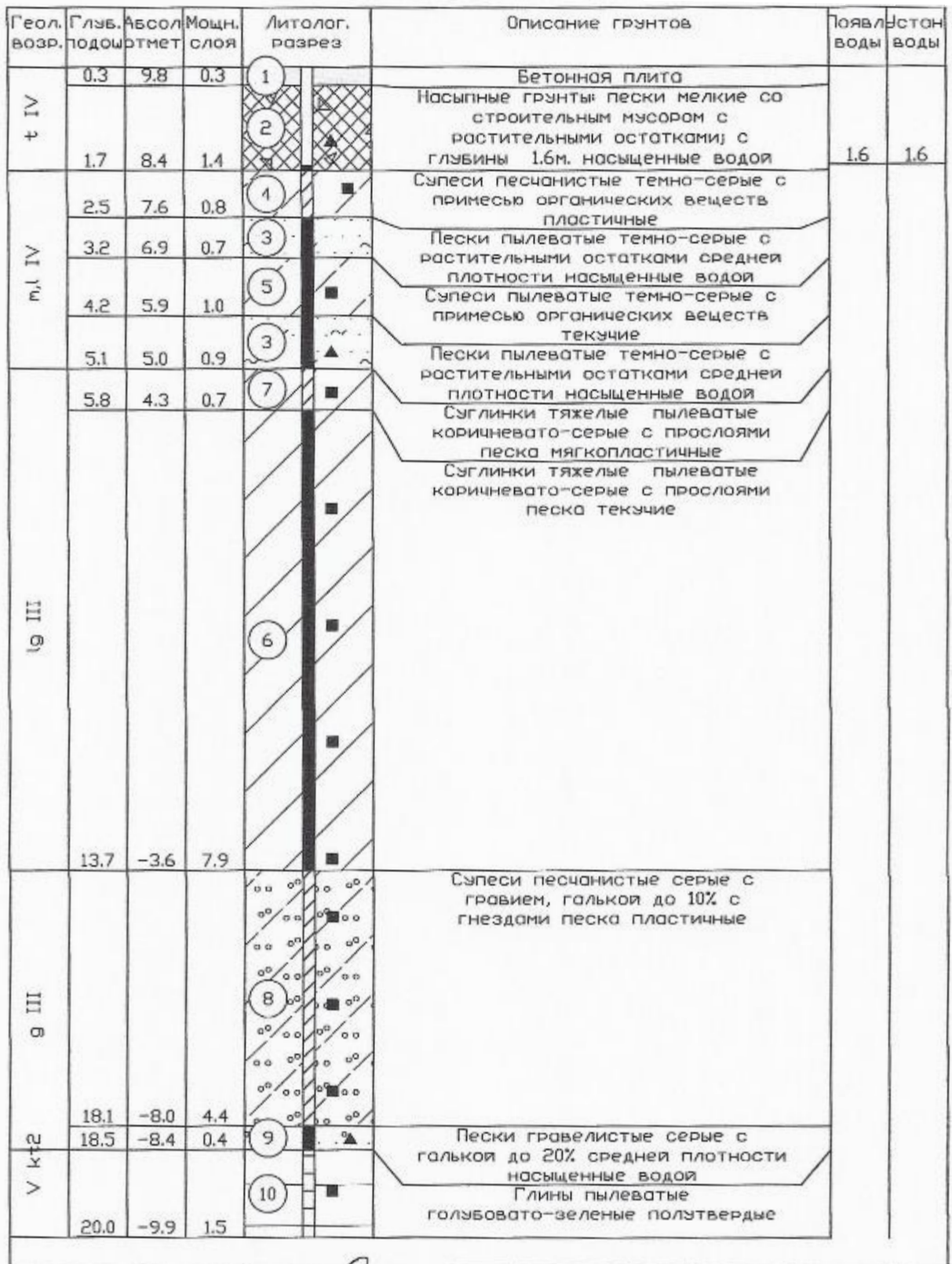


Рис.1 Расчетная скв. №1

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № инв.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № инв.	Подп. и дата

Лу	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

6

Таким образом, при глубине выемки менее 1м несущим слоем является ИГЭ-2 – пески пылеватые с растительными остатками средней плотности насыщенные водой. В Таблице 1 подрядной организацией «Геосервис-СПб» представлено только значение $R_0 = 1 \text{ кгс/см}^2 (0,1 \text{ МПа})$.

Однако проведены испытания статическим зондированием. Графики лобового и бокового сопротивления для слоя ИГЭ-2 представим в Таблице 2.

Таблица 2

Скважина	Мощн. слоя	Литолог. разрез	Описание грунтов	Появл. воды	Устан. воды	График статического зондирования
2	0,2		Бетонная плита Насыпные грунты: пески мелкие со строительным мусором с растительными остатками с глубины 1,2м. насыщенные водой	1,2	1,2	
3	0,2		Бетонная плита Насыпные грунты: пески мелкие со строительным мусором с растительными остатками с глубины 1,6м. насыщенные водой	1,6	1,6	
4			Бетонная плита Насыпные грунты: пески мелкие со строительным мусором с растительными остатками с глубины 1,3м. насыщенные водой	1,3	1,3	

В соответствии с РСН-33-70, допускается принимать прочностные и деформационные характеристики по данным статического зондирования.

В соответствии с РСН-33-70, Таблица 2, статический угол внутреннего трения $\phi = 36^\circ$.

Модуль деформации $E = 2,5 \cdot 130 = 325 \text{ кгс/см}^2 = 32,5 \text{ МПа}$.

Тогда для несущего слоя задаем следующие расчетные характеристики (в соответствии с ОДН 18.046-01 и СП 50-101-2004):

Показатель	Ед. изм.	Значение
Модуль упругости	E_{zp} МПа	100
Удельное сцепление	C_{zp} МПа	0.003
Угол внутреннего трения	ϕ_{zp} град	23
Статический угол внутреннего трения	ϕ_{zp} град	31

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

1.2 Данные по нагрузкам

В соответствии с Техническим заданием (Приложение 1), необходимо рассчитать основание и покрытие в зоне погрузочно-разгрузочных работ на динамическое воздействие от ричстакеров грузоподъемностью до 45 т и давлением на переднюю ось 100 тн (рис 2), а также от передвижения терминальных тягачей с полностью загруженным ролл-трейлером 60 т (рис.3).



Рис.2 Ричстакер г/п 45т



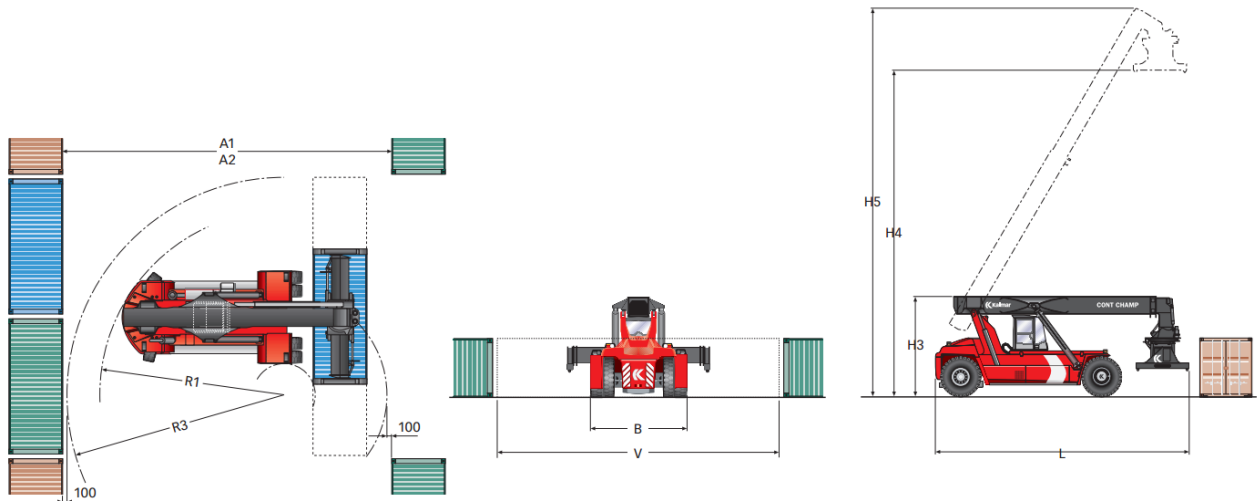
Рис.2 Ролл-трейлер 60 т

В качестве расчетного транспортного средства принимается ричстакер грузоподъемностью 45т. Интенсивность принимается 150 авт/сут.

Технические характеристики расчетного транспортного средства представлены ниже.

Инв. № подл	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ доким.	Подп.	Дата



Размеры	Ширина (мм)		Радиус поворота (мм)		Основные размеры (мм)							Рабочий вес (кг)	
	A1 – 20 ft	A1 – 40 ft	R1 – 20 ft	R3 – 40 ft	B	V	L	H3	H4	H5	Клиренс		Колеса
DRF420-60S5L	11200	13600	8100	9400	4150	6055-12185	11200	4600	15100	18150	250	18.00x25, PR36, E4	64500
DRF450-65S5L	11600	13600	8500	9400	4150	6055-12185	11700	4600	15100	18150	250	18.00x25, PR40, E4	67700

Силовая передача		Стандартная комплектация
Двигатель	Производитель, модель	Cummins QSM11 с воздушным промежуточным охладителем
	Мощность	224 кВт при 2000 об/мин
	Максимальный крутящий момент	1575 Нм при 1400 об/мин
Коробка передач	Dana – TE32418	
Ведущий мост	Meritor – дифференциал и колесный редуктор	

Рабочие характеристики		DRF420-60S5L	DRF450-65S5L	
Скорость подъема	без нагрузки	м/с	0,21	0,21
	при 70% от номинальной нагрузки	м/с	0,21	0,21
Скорость опускания	без нагрузки	м/с	0,20	0,20
	при номинальной нагрузке	м/с	0,25	0,25
Скорость передвижения	без нагрузки (вперед/назад)	км/ч	25/25	25/25
	при номинальной нагрузке (вперед/назад)	км/ч	21/21	21/21
Способность преодолевать подъем	при скорости 2 км/ч, без нагрузки	%	36	36
	при скорости 2 км/ч, при номинальной нагрузке	%	20	20
	максимальная, без нагрузки	%	50	50
Тяговое усилие	Макс	кН	380	380

Колесная база	у (мм)	6400
Эксплуатационная масса	кг	70400
Нагрузка на ось, с грузом, передняя/задняя (L1)	кг	97180/15220
Нагрузка на ось, без груза, передняя/задняя (L2)	кг	-
Нагрузка на ось, без груза, передняя/задняя (L1)	кг	35900/34500
Нагрузка на ось, без груза, передняя/задняя (L2)	кг	-
Шины, передние/задние: суперэластик (SE), пневматические (P)		P / P
Размер шин, передние колеса		18.00 x 25 / 40 pr
Размер шин, задние колеса		18.00 x 25 / 40 pr
Число колес, передние/задние (x = ведущие)		4 x / 2
Ширина колеи, передние колеса	b10 (мм)	3030
Ширина колеи, задние колеса	b11 (мм)	2786
Высота по замкам захвата, стрела опущена	h13 (мм)	1495
Общая длина с навесным оборудованием	l1 (мм)	11618
Общая длина шасси	l2 (мм)	8408
Общая ширина шасси	b1/b2 (мм)	4180 / 3400

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № инв.	Взам. инв. №
Инв. № докл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

45310-2015-ППР

Лист

9

1.3 Данные по усилению основания

Предлагаемая технология усиления – технология укрепления природных грунтов "ANT" (англ. – муравей).

Данная технология разработана с учётом климатических особенностей Российской Федерации и её нормативных документов. Применение технологий возможно на всех категориях автомобильных дорог, во всех климатических зонах Российской Федерации.

Технология укрепления грунтов "ANT" не имеет аналогов как в России, так и за её пределами по следующим факторам: высокие физико-механические показатели укрепленных грунтов, низкая сметная стоимость материалов и работ, простота применения и общедоступность, 100% экологическая безопасность. Для производства работ могут быть использованы различные типы природных грунтов с содержанием глинистых частиц от 5% до 80%.

Область применения технологии укрепления грунтов "ANT":

- Создание нижних и верхних слоёв оснований автомобильных дорог I – V технической категории.
- Создание нижних и верхних слоёв покрытий автодорог IV-V технической категории.
- Стабилизация верхнего слоя земляного полотна автомобильных и железнодорожных дорог.
- Укрепление обочин и откосов дорог.
- Устройство слоев оснований и покрытий взлётно-посадочных полос и рулежных дорожек.
- Создание оснований под промышленные и гражданские объекты.
- Герметизация полигонов и хранилищ опасных веществ.

Основным элементом технологического процесса является препарат «Стабилизатор грунтов и органоминеральных смесей «ANT» (далее по тексту стабилизатор «ANT»), производимый ЗАО «ANT-Инжиниринг» на территории Российской Федерации. Стабилизатор "ANT" является поверхностно-активным веществом. Его действие направлено на создание новых кристаллических связей из имеющихся в грунте макро и микро элементов, путём проведения окислительно-восстановительной реакции. Данный процесс полностью повторяет физико-химические процессы укрепления грунтов и образования каменистых отложений, происходящих в земной коре, к примеру: образование камня доломит, известняк, песчаник и т.д..

Расход стабилизатора «ANT» составляет 0.007% от массы грунта или 1л на 7,5м³ конструктивного слоя дорожной одежды. Использование препарата осуществляется в виде водного раствора. В качестве дополнительных катализаторов реакции могут использоваться различные виды неорганических вяжущих или промышленных отходов, таких как: цемент 1-5%, отходы дробления осадочных и магнезиальных пород, активные шлаки и другое.

Преимущества применения технологии укрепления грунтов "ANT":

1. Высокие физико-механические показатели укрепленных грунтов

Грунты, укрепленные с применением стабилизатора "ANT", обладают высокими физико-механическими показателями и полностью соответствуют требованиям ГОСТ 23558-94 "Смеси щебёночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. К примеру, при строительстве автомобильных дорог V технической категории переходного типа достаточно устройство одного слоя из укрепленного грунта толщиной h=0,15м. Данный конструктивный слой рассчитан на движение транспорта с нагрузкой на ось до 8ТС. Общий модуль упругости на поверхности данного слоя составит более 150МПа.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 10
----	------	-----------	-------	------	----------------	------------

2. Снижение сметной стоимости дорожно-строительных работ от 30% до 70%.

Снижение сметной стоимости происходит за счёт следующих факторов:

- низкой стоимости используемых материалов и стабилизатора "ANT"
- отсутствию необходимости использования инертных материалов и транспортных расходов на их доставку

3. Сокращение сроков производства работ более чем на 50%.

При использовании высокопроизводительной техники, такой как самоходные или навесные ресайклеры, к примеру, распределители и фрезы компании Stehr (www.stehr.com) или самоходные ресайклеры (Caterpillar, Bomag, Wirtgen и т.д.), в течение рабочей смены производится устройство от 2000м² до 8000м² конструктивного слоя укрепленного грунта.

В случае использования неспециализированной техники, такой как сельскохозяйственные навесные фрезы, в течении рабочей смены производится устройство от 500м² до 2000м² конструктивного слоя.

4. 100% экологическая безопасность проведения дорожно-строительных работ.

Стабилизатор "ANT" не оказывает какого-либо отрицательного воздействия на окружающую среду и является 100% экологически безопасным. При проведении дорожно-строительных работ не требуется обеспечение технического персонала дополнительными средствами защиты.

5. Общедоступность применения технологии.

Проведение дорожно-строительных работ с применением технологии стабилизации грунтов "ANT" могут осуществлять не только специализированные дорожно-строительные предприятия, но и неспециализированные организации и предприятия, а также частные лица. Проведение дорожно-строительных работ осуществляется с использованием стандартного комплекта механизированного подразделения. Для проведения работ по приготовлению обработанной грунтосмеси могут использоваться как специализированные механизмы и оборудование, так и сельскохозяйственная техника, такая как фрезы сельскохозяйственные горизонтальные, к примеру, KUHN EL 162-250.



Рис.3 Производство работ по технологии укрепления природных грунтов "ANT"

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докum.	Подп.	Дата
----	------	----------	-------	------

2. Покрытие из мелкоштучных элементов

Искусственные камни мощения получили широкое распространение с середины 90-х годов, когда стали применяться при устройстве дорожных покрытий тротуаров и автостоянок.

Камни мощения, высотой 40–80 мм, с успехом применяются и сейчас, при благоустройстве территорий для движения пешеходов и лёгкого автотранспорта с нагрузкой на ось не более 6 тонн.

Для устройства дорожных покрытий, на которые действуют повышенные нагрузки от десяти до несколько десятков тонн (порты, логистические терминалы и др.), за рубежом и уже в отечественной практике строительства, используется камень мощения толщиной 100 мм.

Покрытие из искусственных камней мощения – непосредственно воспринимает воздействие от подъемно-транспортных машин, автомобильного и технологического транспорта, складированных грузов (истирающие, ударные и сдвигающие нагрузки) и атмосферных факторов. Покрытие включает: собственно покрытие из искусственных камней высотой сечения 100–120 мм; заполнение швов между искусственными камнями (3–5 мм); монтажный (выравнивающий) слой толщиной 3...5 см в уплотненном состоянии. Монтажный слой предназначен для устранения неровностей основания и может быть выполнен из песка, гранитного отсева или пескоцемента (песка, укрепленного 8–12 % цемента).

Вид и конструкцию дорожного покрытия выбирают с учетом: эксплуатационно-технологического назначения; гидрологических и грунтовых условий строительства; величины, характера и интенсивности воздействия нагрузок (высоты штабеля складированных грузов, частоты проходов автомобильного транспорта и погрузчиков, режима работы кранов повышенной грузоподъемности), стоимости строительства и эксплуатации.

В отечественной практике строительства, в качестве дорожных покрытий контейнерных терминалов и портовых территорий, как правило, до недавнего времени применялись: сборные железобетонные, монолитные бетонные или асфальтобетонные покрытия. Бетонные камни мощения для дорожных покрытий высоконагруженных территорий стали активно применяться за рубежом в середине 80-х годов, а в нашей стране с конца 90-х годов.

Дорожные покрытия из искусственных камней мощения обладают рядом преимуществ по сравнению с другими видами покрытий по стоимости, срокам службы и ремонтпригодности.

Технико-экономические показатели дорожных покрытий для портов и логистических терминалов:

Вид покрытия	Относительная стоимость, %	Проектный срок службы, лет		Трудоёмкость и материалоемкость капремонта в % от начальной стоимости
		Общий	До капитального ремонта	
Блочные (из искусственных камней мощения)	95	25	10	20
Монолитные железобетонные	130	15	10	75
Сборные железобетонные	155	20	10	30
Асфальтобетонные -на цементно-бетонном основании;	94	15	7	50
-на щебеночном основании;	92	10	5	75

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № дубл. Взам. инв. №. Подп. и дата.

Сравнительный анализ дорожных покрытий:

Показатели	Дорожные покрытия	
	Из искусственных камней мощения	Асфальтобетонные, сборные железобетонные, монолитные железобетонные
Технологичность строительства	Имеется возможность механизированной укладки. Производительность укладчика до 1 500 кв. м. в смену.	Для устройства покрытий требуется целый комплект специальных строительно-дорожных машин: асфальто- или бетоноукладчик, дорожные катки, автокран и др.
Ремонтопригодность	Камни мощения могут многократно использоваться (покрытие разбирается и восстанавливается обратно при прокладке и обслуживании подземных коммуникаций). Замена камней и восстановление покрытия не требует специальных машин и оборудования.	Асфальтобетон после вскрытия повторно не используется. Для ремонта покрытий требуется специальная техника и оборудование (асфальтоукладчик, дорожные катки, фрезы). Проблематичен ямочный ремонт.
Экологичность	Бетон не выделяет в атмосферу вредных веществ.	Асфальтобетон – строительный материал, содержащий битум. Основные компоненты нефтяного битума – асфальтены, смолы и нефтяные масла, вредные пары которых испаряются особенно интенсивно в процессе укладки смеси, а также в течение всего срока эксплуатации дорожного покрытия.
Декоративные свойства	При помощи камней мощения различных цветов, обозначают разметку, направления движения, производят зонирование.	Цветные асфальтобетоны и бетоны не получили широкого распространения в дорожном строительстве.

Отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что форма, размеры и раскладка ка камней мощения оказывают существенное влияние на эксплуатационные показатели дорожного покрытия (прочность, ровность) при действии повышенных нагрузок (более 10 тонн/ось).

Технические характеристики камней мощения:

Наименование параметров	Значение
Класс бетона по прочности на сжатие	B35 (45 Мпа)
Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	4,4
Водопоглощение, % по массе, не более	6
Истираемость, г/см. кв, не более	0,7
Морозостойкость, циклов, не менее	200 (F 200)

Для рассматриваемого расчетного случая предлагается использование покрытия из камней типа "Eskoo-Six" (рис.4).

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата. Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

45310-2015-ППР

Листм

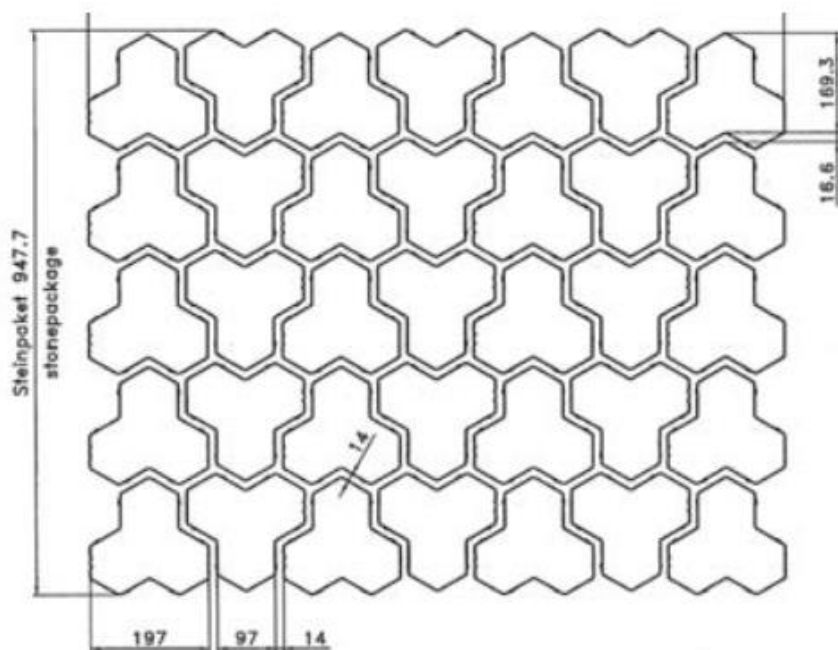
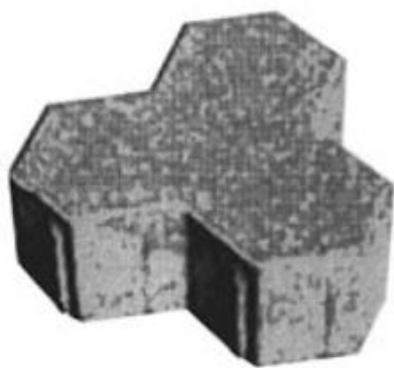


Рис.4 Камень мощения "Eskoo-Six"
(197x197 мм) общий вид и раскладка в дорожном покрытии

Камень мощения нового поколения "EskooSix" (рис.4) имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными формами "UNI" или "Катушка" (см. таблицу 3.

Таблица 3

Особенности формы	Преимущества
Образована правильными шестиугольниками	- меньшая протяженность швов в покрытии (на 30 %); - более прочная; - одинаково работает при любом направлении движущейся нагрузки (нет необходимости контролировать раскладку); - минимум подрезки по краям (максимальное заполнение плоскости мощения).
Размеры в плане 197 x 197 мм	- распределение статической и динамической нагрузки на большую площадь.
Грани располагаются под углом к движущейся нагрузке при любом направлении укладки мощения	- меньший износ покрытия; - меньший износ покрышек перегрузочной техники; - меньше шум при движении.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лу	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

45310-2015-ППР

Лист

14

3. Расчет основания и покрытия

3.1 Расчет основания и покрытия по прочности и сдвигоустойчивости

Произведем расчет для 2-х типов участков:

- 1) Участки с несущим слоем из песка пылеватого.
- 2) Участки с несущим слоем песка мелкого (насыпной грунт). В данном случае песок мелкий рассчитывается по условию сдвигоустойчивости отдельно;

Для песка пылеватого принимаются следующие расчетные характеристики:

Показатель	Ед. изм.	Значение
Модуль упругости	$E_{зр}$ МПа	60
Удельное сцепление	$C_{зр}$ МПа	0.004
Угол внутреннего трения	$\phi_{зр}$ град	13
Статический угол внутреннего трения	$\phi_{ст}$ град	35

1. Участки с несущим слоем песка пылеватого

Исходные данные

1. Категория дороги - III;
2. Дорожно-климатическая зона - II, СПб.;
3. Расчетный срок службы дорожной одежды $T_{сл} = 15$ лет;
4. Заданная надежность $K_n = 0,98$;
5. Нагрузка на одиночную ось $F = 1000$ кН, $P = 0,85$ МПа;
6. Диаметр отпечатка шины $D_{отп} = 70$ см;
7. Интенсивность движения на конец срока службы $N_p = 75$ авт/сут; приращение интенсивности движения $q = 1,02$;
8. Грунт рабочего слоя - песок пылеватый, $E_{зр} = 60$ МПа ($W/W_m = 0,8$), $c = 0,004$ МПа, $\phi = 13^\circ$, $\phi_{ст} = 35^\circ$;
9. Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна - 2;

Вычисляется суммарное количество приложений расчетных нагрузок за срок службы по формуле (3.7) [2]:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} \cdot T_{рдг} \cdot k_n = 0,7 \cdot 75 \cdot \frac{15,97}{1,02^{14}} \cdot 125 \cdot 1,19 = 96433,08 \text{ авт.}$$

где: $K_c = 15,97$; $T_{рдг} = 125$ дней; $k_n = 1,19$.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 15

Предварительно назначается следующая конструкция дорожной одежды:

- покрытие - из мелкоштучных элементов: плитка типа 4Ф.10 Eskoo-Six на монтажном слое из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100;

- несущий слой искусственного основания - песчано-гравийная смесь, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%.

Материал слоя	h , см	Модуль упругости E , МПа, при расчете	
		по допустимому упругому прогибу	по сдвигоустойчивости
Плитка типа 4Ф.10 Eskoo-Six	10	1650	1650
Монтажный слой из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100	5	950	950
Песчано-гравийная смесь, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%.	50	1500	1500

Требуемые коэффициенты прочности проектируемой дорожной одежды, соответствующие коэффициенту надежности 0,98 для дороги III категории:

- по допустимому упругому прогибу $K_{np}^{np} = 1,29$;
- по сдвигоустойчивости грунта и слабосвязных слоев $K_{np}^{np} = 1,1$.

Расчет по допускаемому упругому прогибу

Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:

$$E_{об} \geq E_{мин} K_{np}^{np},$$

где $E_{об}$ - общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

$E_{мин}$ - минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

K_{np}^{np} - требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности.

Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Подп. и дата. Инв. № подл.

Величину минимального требуемого общего модуля упругости конструкции вычисляют по эмпирической формуле:

$$E_{\min} = 98,65 \left[\lg(\sum N_p) - c \right], \text{ (МПа)},$$

где $\sum N_p$ - суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды, устанавливаемое в соответствии с п.3.23 (формулы 3.6 и 3.7);

c - эмпирический параметр.

Общий расчетный модуль упругости конструкции определяют с помощью номограммы рис.5, построенной по решению теории упругости для модели многослойной среды.

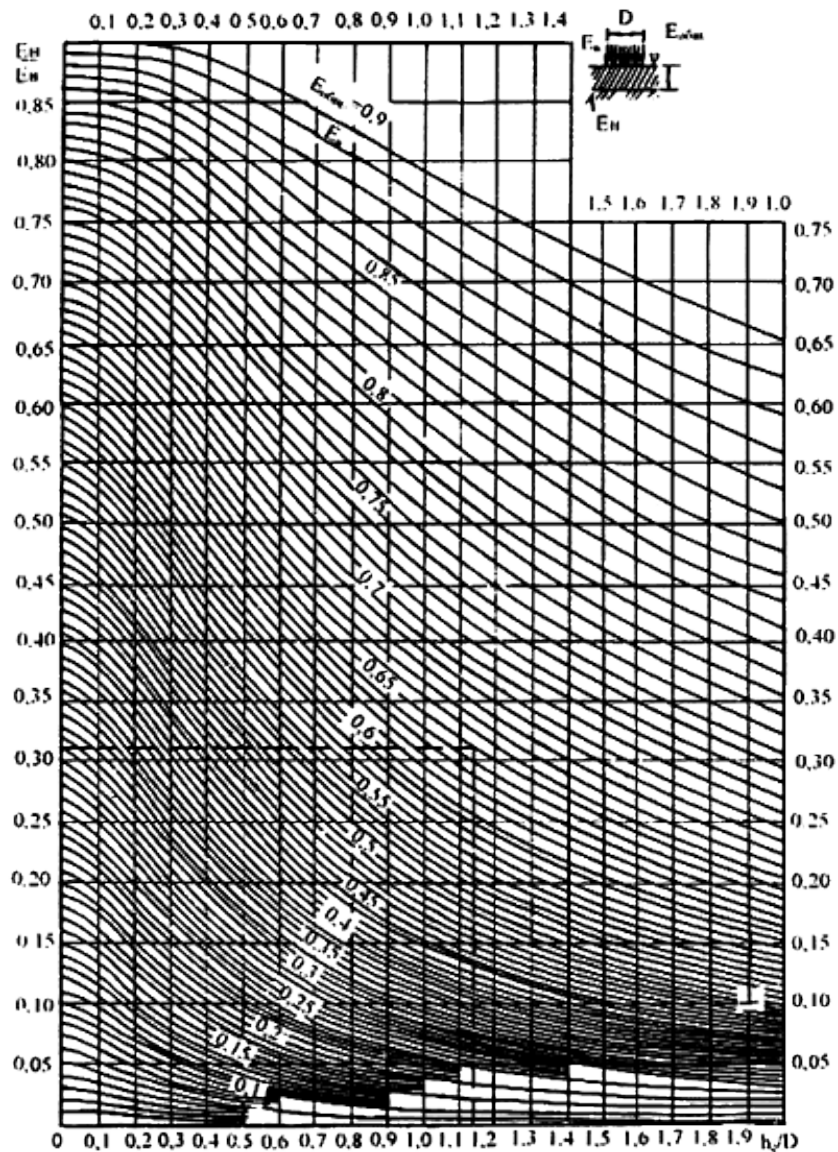


Рис.5. Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{\text{общ}}$

Кроме использования номограммы, Общий модуль упругости на поверхности двухслойного основания определяется по формуле М.Б. Корсунского

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лу	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

$$E_{\text{общ}} = \frac{[1,05 - 0,1 \frac{h_1}{D_p} (1 - \sqrt{\frac{E_2}{E_1}})] E_1}{0,71 \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} \arctg(1,35 \frac{h_3}{D_p}) + \frac{E_1}{E_2} (1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{h_3}{D_p})}$$

где h_1 – толщина верхнего слоя двухслойного основания, м;

E_1, E_2 – модуль упругости соответственно верхнего и нижнего слоев основания, МПа;

D_p – расчетный диаметр площади распределения нагрузки, м;

h_3 – эквивалентная толщина двухслойного основания. Определяется по формуле

$$h_3 = 2h_1 \sqrt[3]{\frac{E_1}{6E_2}}$$

Данная формула также может быть представлена в виде:

$$E_{\text{экв}} = \frac{E_{zp}}{1 - \frac{2}{\pi} (1 - \frac{1}{(\frac{E_{од}}{E_{zp}})^{1,4}}) \arctg(\frac{h_{од}}{D} (\frac{E_{од}}{E_{zp}})^{0,4})}$$

где $E_{\text{экв}}$ – эквивалентный модуль упругости двухслойной системы, кгс/см² (МПа);

E_{zp} – модуль упругости грунтового основания, кгс/см² (МПа);

$E_{од}$ – модуль деформации верхнего слоя дорожной одежды, кгс/см² (МПа);

$h_{од}$ – толщина одежды, см (м);

D – диаметр отпечатка, равновеликого следу колеса расчетного автомобиля, см (м).

Расчет по допустимому упругому прогибу (по требуемому модулю деформации) ведут в следующей последовательности:

1. Определяют требуемый минимальный общий модуль конструкции.
2. Назначают модули и предварительно толщины слоев конструкции (кроме толщины основания).
3. Выполняя расчет конструкции сверху вниз, определяют требуемые модули на поверхности каждого конструктивного слоя.
4. Выполняя расчет конструкции снизу вверх, определяют толщину основания (при заданном его модуле), обеспечивающую необходимый модуль на поверхности основания, полученный при расчете сверху.

Определим минимальный требуемый модуль упругости:

$$E_{\text{min}} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - c] = 98,65 \cdot [\lg(96433,08) - 3,05] = 190,81 \text{ МПа}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

18

Далее приведение многослойной конструкции к эквивалентной однослойной ведем послойно, начиная с подстилающего грунта.

- для слоя песчано-гравийной смеси, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%:

$$E_{\text{экв}} = \frac{60}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{1500}{60}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,5}{0,7} \left(\frac{1500}{60}\right)^{0,4}\right)} = 221,64 \text{ МПа}$$

- для слоя из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100:

$$E_{\text{экв}} = \frac{221,64}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{950}{221,64}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,05}{0,7} \left(\frac{950}{221,64}\right)^{0,4}\right)} = 238,17 \text{ МПа}$$

- на поверхности покрытия - плитке типа 4Ф.10 Eskoo-Six:

$$E_{\text{экв}} = \frac{238,17}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{1650}{238,17}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,1}{0,7} \left(\frac{1650}{238,17}\right)^{0,4}\right)} = 287,58 \text{ МПа}$$

Проверка выполнения условия прочности:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{мин}}} = \frac{287,58}{190,81} \approx 1,51 > K_{\text{нр}}^{\text{тп}} = 1,29$$

Условие прочности выполнено.

Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости грунта

Дорожную одежду проектируют из расчета, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте или малосвязных (песчаных) слоях за весь срок службы не накапливались недопустимые остаточные деформации формоизменения. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в грунте земляного полотна и в малосвязных (песчаных) слоях обеспечено условие:

$$T \leq \frac{T_{\text{нр}}}{K_{\text{нр}}^{\text{тп}}}$$

где $K_{\text{нр}}^{\text{тп}}$ - требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

заданного уровня надежности;

T – расчетное активное напряжение сдвига (часть сдвигающего напряжения, непогашенная внутренним трением) в расчетной (наиболее опасной) точке конструкции от действующей временной нагрузки;

T_{np} – предельная величина активного напряжения сдвига (в той же точке), превышение которой вызывает нарушение прочности на сдвиг.

При практических расчетах многослойную дорожную конструкцию приводят к двухслойной расчетной модели.

При расчете дорожной конструкции на прочность по сдвигоустойчивости грунта земляного полотна в качестве нижнего принимают грунт (с его характеристиками), а в качестве верхнего – всю дорожную одежду. Толщину верхнего слоя $h_в$ принимают равной сумме толщин слоев одежды ($\sum_{i=1}^n h_i$).

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляют как средневзвешенный по формуле:

$$E_в = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

где n – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости i -го слоя;

h_i – толщина i -го слоя.

При расчете по условию сдвигоустойчивости в песчаном слое основания с помощью номограммы рис.4 нижнему слою двухслойной модели условно присваивают обычные характеристики песчаного слоя (c_{II}, φ_{II}), а модуль упругости принимают равным общему модулю на поверхности песчаного слоя; толщину верхнего слоя модели принимают равной общей толщине слоев, лежащих над песчаным, а модуль упругости $E_в$ вычисляют как средневзвешенное значение для этих слоев.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 20

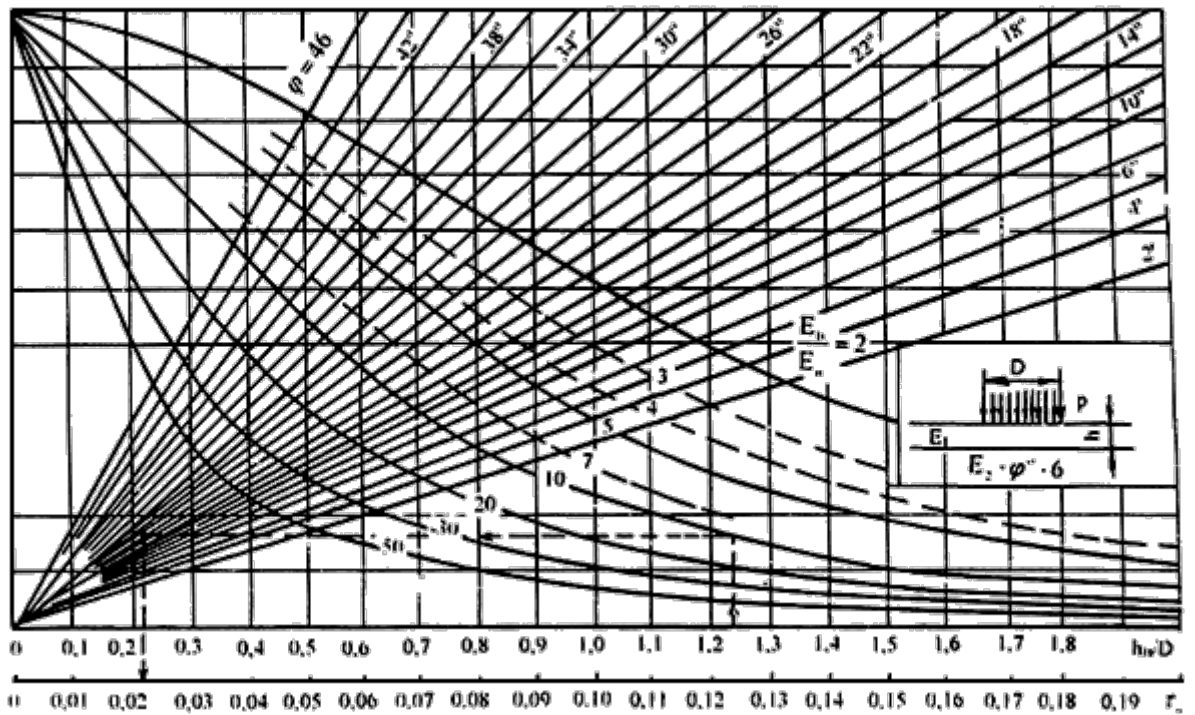


Рис.6. Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_0 / D = 0 \div 2,0$)

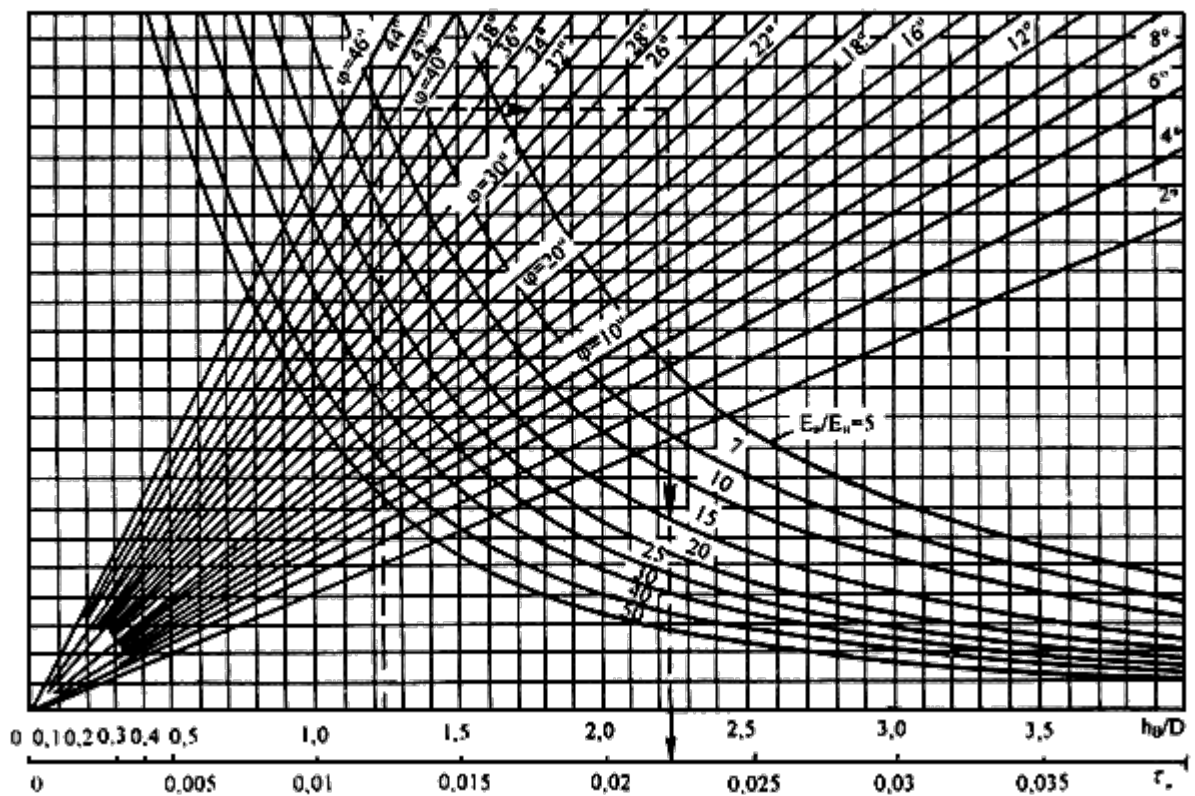


Рис.7. Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_0 / D = 0 \div 4,0$)

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

Действующие в грунте или в песчаном слое активные напряжения сдвига (T) вычисляют по формуле:

$$T = \tau_{\text{н}} P,$$

где $\tau_{\text{н}}$ – удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм (рис.6 и 7);

P – расчетное давление от колеса на покрытие.

Предельное активное напряжение сдвига $T_{\text{нр}}$ в грунте рабочего слоя (или в песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле:

$$T_{\text{нр}} = c_{\text{н}} k_{\delta} + 0,1 \gamma_{\text{ср}} z_{\text{оп}} \operatorname{tg} \varphi_{\text{ст}},$$

где $c_{\text{н}}$ – сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки.

k_{δ} – коэффициент, учитывающий особенности рабочей конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания.

При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, а также при укладке на границе «основание – песчаный слой» разделяющей геотекстильной прослойки, следует принимать значения k_{δ} равными:

- 4,5 – при использовании в песчаном слое крупного песка;
- 4,0 – при использовании в песчаном слое песка средней крупности;
- 3,0 – при использовании в песчаном слое мелкого песка;
- 1,0 – во всех остальных случаях.

$z_{\text{оп}}$ – глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

$\gamma_{\text{ср}}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

$\varphi_{\text{ст}}$ – величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

Во всех случаях в качестве расчетных значений угла внутреннего трения грунта и малосвязных слоев используют его значения, отвечающие расчетному суммарному числу воздействия нагрузки за межремонтный срок $\sum N_p$.

Расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна, а также в песчаных материалах промежуточных слоев дорожных одежд ведут в следующей последовательности:

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	
Взам. инв. №	
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 22

а) назначают с учетом расчетной влажности и общего числа воздействия нагрузки расчетные прочностные характеристики φ и c грунта земляного полотна и песка промежуточного слоя одежды (если таковой имеется). Остальные расчетные характеристики грунта и материалов остаются теми же, что и в расчете по упругому прогибу;

б) по номограммам определяют активные напряжения сдвига $\bar{\tau}_H$ от единичной временной нагрузки. Для этого приводят многослойную конструкцию к двухслойным моделям;

в) вычисляют расчетное напряжение сдвига в грунте земляного полотна или в песчаном слое одежды;

г) вычисляют предельное напряжение сдвига;

д) проверяют выполнение условия прочности (с учетом требуемой надежности);

е) при необходимости, изменяя толщины конструктивных слоев, подбирают конструкцию, удовлетворяющую условию прочности.

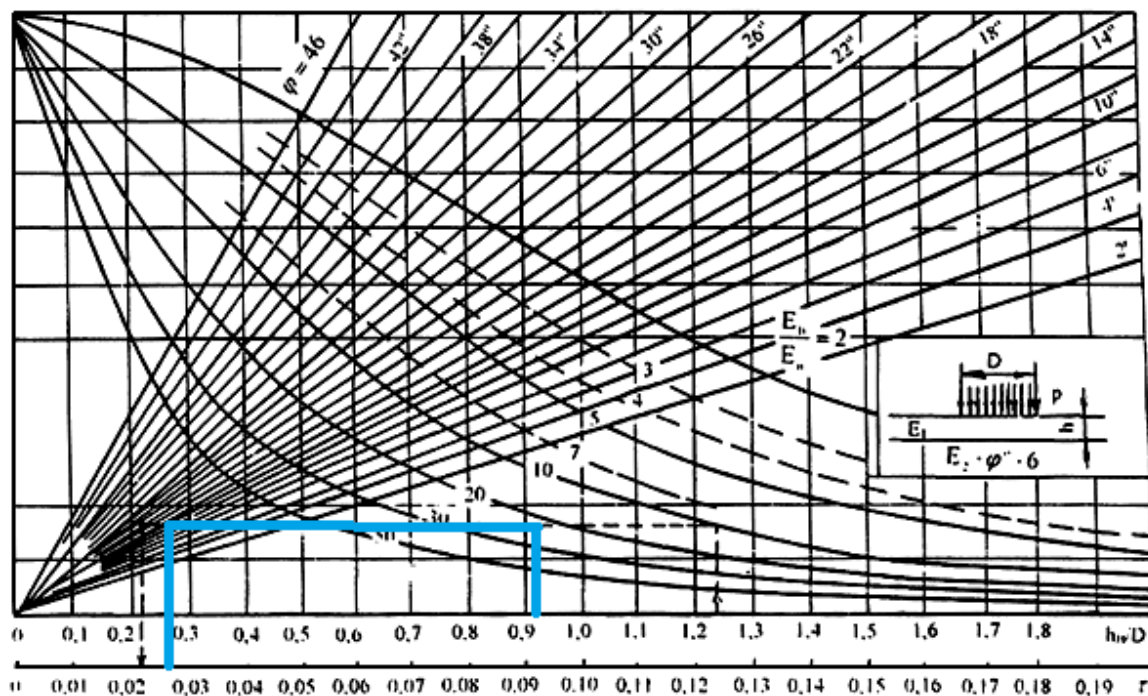
Для определения $\bar{\tau}$ предварительно назначенная дорожная конструкция приводится к двухслойной расчетной модели. В качестве ее нижнего слоя принимается грунт (песок пылеватый) со следующими характеристиками ($\Sigma N_p = 101997$ авт.):

$$E_H = 60 \text{ МПа}; \varphi = 13^\circ; c = 0,004 \text{ МПа}$$

Средневзвешенный модуль упругости верхнего слоя $E_0 = 1480,77$ МПа.

$$\text{По отношению } \frac{E_0}{E_H} = \frac{1480,77}{60} = 24,68 \text{ и } \frac{h_0}{D} = \frac{0,65}{0,70} = 0,93 \text{ и при } \varphi = 13^\circ \text{ с помощью}$$

номограммы находится единичное активное напряжение сдвига:



Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист
						23

$\bar{\tau} = 0,0266$, тогда $T = 0,0266 \cdot 0,85 = 0,02259 \text{ МПа}$.

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в грунте рабочего слоя:

$$T_{np} = 2,0 \cdot 0,004 + 0,1 \cdot 0,00187 \cdot 0,65 \cdot \text{tg} 35^\circ = 0,02502 \text{ МПа}$$

Проверка выполнения условия прочности по сдвигоустойчивости грунта:

$$\frac{T_{np}}{T} = \frac{0,02502}{0,02259} \approx 1,11 > K_{np}^{тр} = 1,1$$

Условие прочности выполнено.

2. Участки с несущем слоем песка мелкого (насыпной грунт).

Предварительно назначается следующая конструкция дорожной одежды:

- покрытие - из мелкоштучных элементов: плитка типа 4Ф.10 Eskoo-Six на монтажном слое из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100;

- несущий слой искусственного основания - песчано-гравийная смесь, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%.

Слой песка мелкого в расчетах принимаем равным $h=0,5\text{м}$.

Материал слоя	h , см	Модуль упругости E , МПа, при расчете	
		по допустимому упругому прогибу	по сдвигоустойчивости
Плитка типа 4Ф.10 Eskoo-Six	10	1650	1650
Монтажный слой из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100	5	950	950
Песчано-гравийная смесь, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%.	50	1500	1500
Песок мелкий	50	100	100

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № докл. Взам. инв. №. Подп. и дата.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

Требуемые коэффициенты прочности проектируемой дорожной одежды, соответствующие коэффициенту надежности 0,98 для дороги III категории:

- по допустимому упругому прогибу $K_{np}^{TP} = 1,29$;
- по сдвигоустойчивости грунта и слабосвязных слоев $K_{np}^{TP} = 1,1$.

Расчет по допускаемому упругому прогибу

Определим минимальный требуемый модуль упругости:

$$E_{\min} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - c] = 98,65 \cdot [\lg(96433,08) - 3,05] = 190,81 \text{ МПа}$$

Далее приведение многослойной конструкции к эквивалентной однослойной ведем послойно, начиная с подстилающего грунта.

- для слоя из песка мелкого:

$$E_{\text{экв}} = \frac{60}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{100}{60}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,5}{0,7} \left(\frac{100}{60}\right)^{0,4}\right)} = 78,57 \text{ МПа}$$

- для слоя песчано-гравийной смеси, укрепленная Стабилизатором «ANT» 0,007% совместно с портландцементом 6%:

$$E_{\text{экв}} = \frac{78,57}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{1500}{78,57}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,5}{0,7} \left(\frac{1500}{78,57}\right)^{0,4}\right)} = 265,26 \text{ МПа}$$

- на поверхности покрытия - плитке типа 4Ф.10 Eskoo-Six:

$$E_{\text{экв}} = \frac{265,26}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{1650}{265,26}\right)^{1,4}}\right) \arctg\left(\frac{0,1}{0,7} \left(\frac{1650}{265,26}\right)^{0,4}\right)} = 317,28 \text{ МПа}$$

Проверка выполнения условия прочности:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_{\min}} = \frac{287,58}{190,81} \approx 1,51 > K_{np}^{TP} = 1,29$$

Условие прочности выполнено.

Отметим, что слой из песка средней крупности, обработанного цементом, соответствующего марке 100, принимаем в запас по прочности и в расчете не учитываем.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 25
----	------	-----------	-------	------	----------------	------------

Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости грунта

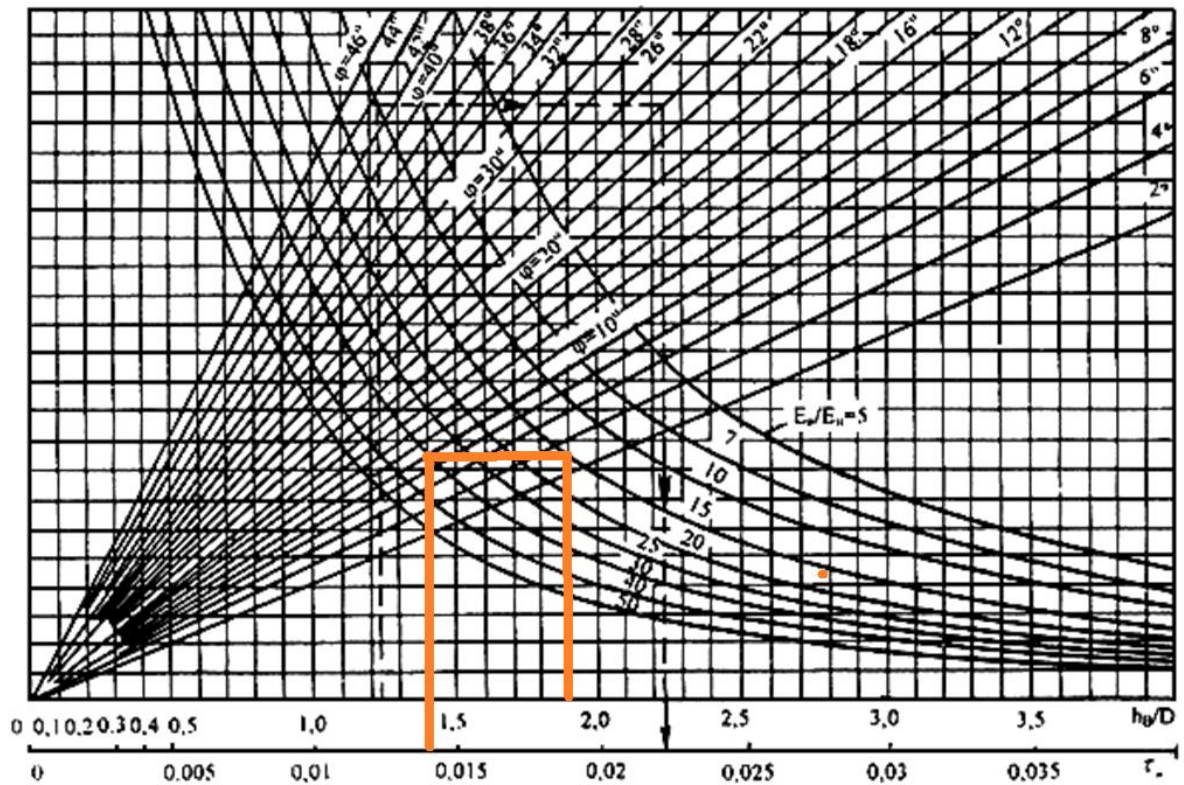
Для определения $\bar{\tau}$ предварительно назначенная дорожная конструкция приводится к двухслойной расчетной модели. В качестве ее нижнего слоя принимается грунт (песок пылеватый) со следующими характеристиками ($\Sigma N_p = 101997$ авт.):

$$E_n = 60 \text{ МПа}; \phi = 13^\circ; c = 0,004 \text{ МПа}$$

Средневзвешенный модуль упругости верхнего слоя $E_0 = 1480,77 \text{ МПа}$.

$$\text{По отношениям } \frac{E_0}{E_n} = \frac{1480,77}{60} = 24,68 \text{ и } \frac{h_0}{D} = \frac{1,10}{0,70} = 1,57 \text{ и при } \phi = 13^\circ \text{ с помощью}$$

номограммы находится единичное активное напряжение сдвига:



$$\bar{\tau} = 0,0145, \text{ тогда } T = 0,0145 \cdot 0,85 = 0,0123 \text{ МПа.}$$

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в грунте рабочего слоя:

$$T_{np} = 1,0 \cdot 0,004 + 0,1 \cdot 0,002091 \cdot 10 \cdot \text{tg} 35^\circ = 0,02007 \text{ МПа}$$

Проверка выполнения условия прочности по сдвигоустойчивости грунта:

$$\frac{T_{np}}{T} = \frac{0,02007}{0,0123} \approx 1,63 > K_{np}^{\text{тр}} = 1,1$$

Условие прочности выполнено.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости слоя из песка

Для определения $\bar{\tau}$ предварительно назначенная дорожная конструкция приводится к двухслойной расчетной модели.

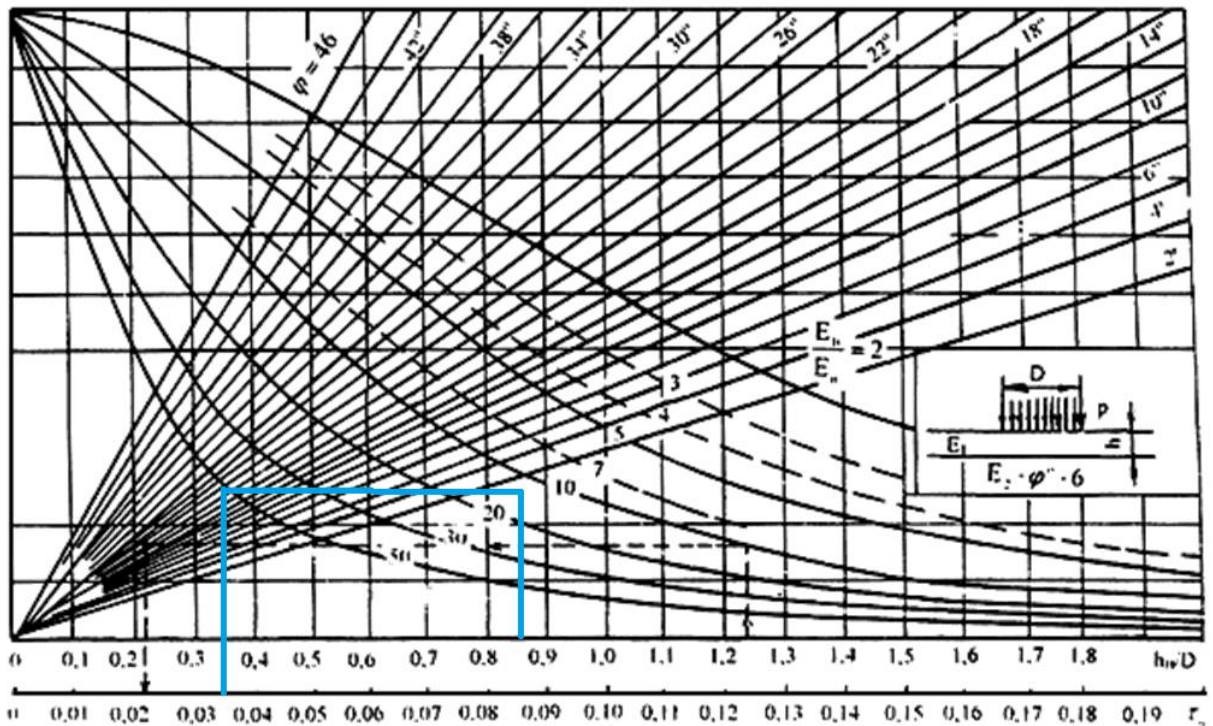
Нижнему слою модели присваиваются следующие характеристики:

$$E_{\text{общ}}^{\text{пес}} = 100 \text{ МПа}, \quad \phi = 23^\circ; \quad c = 0,003 \text{ МПа}.$$

Средневзвешанный модуль упругости верхнего слоя $E_0 = 1525,00 \text{ МПа}$.

$$\text{По отношениям } \frac{E_0}{E_H} = \frac{1525,00}{78,57} = 19,41 \text{ и } \frac{h_0}{D} = \frac{0,6}{0,7} = 0,86 \text{ и при } \phi = 23^\circ \text{ с помощью}$$

номограммы находится единичное активное напряжение сдвига:



$$\bar{\tau} = 0,035, \text{ тогда } T = 0,035 \cdot 0,85 = 0,03 \text{ МПа}.$$

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в слое песка:

$$T_{np} = 4,0 \cdot 0,003 + 0,1 \cdot 0,0022 \cdot 60 \cdot \text{tg} 23^\circ = 0,0437 \text{ МПа}.$$

Проверка выполнения условия прочности по сдвигоустойчивости слоя песка:

$$\frac{T_{np}}{T} = \frac{0,0437}{0,03} \approx 1,46 > K_{np}^{\text{тр}} = 1,1$$

Условие прочности выполнено.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

Далее рассчитаем конструкцию по условиям прочности и сдвигоустойчивости, используя программный комплекс ГеоЭМ.

Расчет сведен в Таблицу 4

Таблица 4

Давление, кгс/см ² :		8.5		Диаметр, м		0.7	
Слой №	1	Высота слоя, см	10	Наименование	Плитка покрытие		
Точка №	Глубина, см	Модуль упругости, кгс/см ²	Напряжения, кгс/см ²		Деформация, см		
			нормальное σ	касательное τ			
1	0	16500	70.00000	56.90349			.21278
2	5	16500	58.94549	12.82388			.18548
3	10	16500	36.58091	-7.28473			.18242
Слой №	2	Высота слоя, см	5	Наименование	ЦПС		
Точка №	Глубина, см	Модуль упругости, кгс/см ²	Напряжения, кгс/см ²		Деформация, см		
			нормальное σ	касательное τ			
1	0	9500	36.58099	4.86652			.18242
2	5	9500	23.83287	5.61101			.16823
Слой №	3	Высота слоя, см	50	Наименование	ЩПС+АНТ		
Точка №	Глубина, см	Модуль упругости, кгс/см ²	Напряжения, кгс/см ²		Деформация, см		
			нормальное σ	касательное τ			
1	0	15000	23.83287	2.94608			.16823
2	5	15000	15.50665	1.33690			.16220
3	10	15000	10.47228	.48893			.15811
4	15	15000	7.25589	-.15008			.15523
5	20	15000	5.07515	-.74287			.15311
6	25	15000	3.51773	-1.35207			.15148
7	30	15000	2.36115	-2.01395			.15017
8	35	15000	1.48601	-2.76198			.14906
9	40	15000	.83635	-3.63804			.14804
10	45	15000	.40477	-4.70237			.14701
11	50	15000	.23519	-6.04779			.14584
Слой №	4	Высота слоя, см	50	Наименование	Песок мелкий		
Точка №	Глубина, см	Модуль упругости, кгс/см ²	Напряжения, кгс/см ²		Деформация, см		
			нормальное σ	касательное τ			

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

1	0	1000	.23543	.05971	.14585
2	5	1000	.22824	.06040	.13607
3	10	1000	.22229	.06111	.12663
4	15	1000	.21709	.06200	.11749
5	20	1000	.21244	.06312	.10863
6	25	1000	.20820	.06452	.10003
7	30	1000	.20423	.06625	.09168
8	35	1000	.20045	.06833	.08359
9	40	1000	.19677	.07083	.07574
10	45	1000	.19309	.07381	.06816
11	50	1000	.18931	.07732	.06087
Слой №	5	Высота слоя, см	100	Наименование	Песок пылеватый
Точка №	Глубина, см	Модуль упругости, кгс/см ²	Напряжения, кгс/см ²		Деформация, см
			нормальное σ	касательное τ	
1	0	600	.18931	.05815	.06087
2	5	600	.18551	.05373	.05959
3	10	600	.18178	.04949	.05831
4	15	600	.17812	.04549	.05705
5	20	600	.17452	.04174	.05580
6	25	600	.17098	.03821	.05456
7	30	600	.16749	.03489	.05333
8	35	600	.16404	.03177	.05212
9	40	600	.16063	.02883	.05092

В результате вычислений получены:

- величина упругой осадки $s = 0,213\text{см}$
- величина касательных напряжений на поверхности слоя песка мелкого:
 $\tau_1 = 0,0597 \text{ кгс/см}^2$
- величина касательных напряжений на поверхности слоя песка пылеватого:
 $\tau_2 = 0,0582 \text{ кгс/см}^2$

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в слое песка мелкого:

$$T_{np} = 4,0 \cdot 0,003 + 0,1 \cdot 0,0022 \cdot 60 \cdot \text{tg} 23^\circ = 0,0437 \text{ МПа} = 0,437 \text{ кгс/см}^2$$

$$T_{np} = 0,437 \text{ кгс/см}^2 > \tau_1 = 0,0597 \text{ кгс/см}^2$$

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в слое песка пылеватого:

$$T_{np} = 1,0 \cdot 0,004 + 0,1 \cdot 0,002091 \cdot 10 \cdot \text{tg} 35^\circ = 0,02007 \text{ МПа} = 0,2007 \text{ кгс/см}^2$$

$$T_{np} = 0,2007 \text{ кгс/см}^2 > \tau_2 = 0,0582 \text{ кгс/см}^2$$

Условия прочности выполнены.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.	Подп.	Дата
----	------	--------	-------	------

45310-2015-ППР

Лист

29

Модуль упругости $E_{упр}$, МПа, вычисляют по формуле 41 ВСН 46-83 "Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа".

$$E_{\sigma_i} = 0,25 \cdot \pi \cdot p \cdot D \cdot (1 - \mu^2) / l = (1 - \mu^2) \cdot K_1 \cdot D \cdot \frac{\Delta_P}{\Delta_S}$$

p – максимальное (расчетное) давление от штампа, здесь $p = \Delta p = (p_p - p_o)$;

μ – коэффициент Пуассона (для грунтов земляного полотна $\mu = 0,35$, для материалов оснований $\mu = 0,25$, а при вычислении общего модуля упругости $\mu = 0,3$);

D – диаметр жесткого штампа;

l – упругая деформация, соответствующая этой нагрузке, здесь $l = \Delta S = (S_n - S_o)$.

$$E_{упр} = \frac{0,79 \times 0,7 \times 0,85 \times (1 - 0,3^2)}{0,00213} = 203,69 \text{ МПа}$$

$$E_{\min} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - c] = 98,65 \cdot [\lg(96433,08) - 3,05] = 190,81 \text{ МПа}$$

Полученное значение модуля упругости выше минимально требуемой величины.

3.2 Расчет конструкции основания и покрытия по условию морозоустойчивости

Расчет на морозоустойчивость необходимо выполнять для характерных участков или групп характерных участков дороги, сходных по грунтово-гидрологическим условиям, имеющих одну и ту же конструкцию дорожной одежды и схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна.

При предварительной проверке на морозоустойчивость величину возможного морозного пучения следует определять по формуле:

$$I_{пуч} = I_{пуч.ср} K_{УГВ} K_{пл} K_{гр} K_{нагр} K_{вл},$$

где $I_{пуч.ср}$ – величина морозного пучения при осредненных условиях, определяемая в зависимости от толщины дорожной одежды (включая дополнительные слои основания), группы грунта по

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

степени пучинистости и глубины промерзания ($z_{пр}$);

$K_{угв}$ – коэффициент, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод ($H_{г}$);

$K_{пл}$ – коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя;

$K_{гр}$ – коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки;

$K_{нагр}$ – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания;

$K_{вл}$ – коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта.

Если данные натурных наблюдений отсутствуют, глубину промерзания дорожной конструкции допускается определять по формуле:

$$z_{пр} = z_{пр(ср)} \cdot 1,38 ,$$

где $z_{пр(ср)}$ – средняя глубина промерзания для данного района, устанавливаемая при помощи карт изолиний.

Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения будет превышать требуемую, а при сроке службы более 10 лет будет превышать 80% от требуемой, необходимо рассмотреть вариант устройства морозозащитного слоя. В этом случае предварительно определяют ориентировочно требуемую толщину морозоустойчивой конструкции дорожной одежды. Для этого, зная допустимую величину морозного пучения $l_{доп}$, рассчитывают среднюю величину морозного пучения $l_{пуч.ср}$ по формуле:

$$l_{пуч.ср} = l_{доп} / K_{угв} K_{пл} K_{гр} K_{нагр} K_{вл} .$$

Затем в соответствии с группой грунта по степени пучинистости определяют $h_{од}$.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ доким.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 31
----	------	----------	-------	------	----------------	------------

Результаты расчёта на морозоустойчивость

Материал грунта: Песок пылеватый

Группа грунта по степени пучинистости 4

Высота насыпи 0 м, уровень грунтовых вод 3 м, толщина конструкции 1,43 м

Глубина грунтовых вод (от низа дорожной одежды) $H_y = 0 \text{ м} + 3 \text{ м} - 1,43 \text{ м} = 1,57 \text{ м}$

Величина морозного пучения при усреднённых условиях и глубине промерзания 1,41 м [1, номогр. 4.3]

$$l_{\text{пуч.ср.2}} = 1,44 \text{ см}$$

Коэффициент, учитывающий влияние расчётной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод [1, номогр. 4.1]

$$K_{\text{угв}} = 0,5669$$

Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя [1, табл. 4.4]

$$K_{\text{пл}} = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта [1, табл. 4.5]

$$K_{\text{гр}} = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое [1, номогр. 4.2]

$$K_{\text{нагр}} = 1,06$$

Коэффициент, зависящий от расчётной влажности грунта [1, табл. 4.6]

$$K_{\text{вл}} = 1,15$$

Величина возможного морозного пучения [1, формула 4.2]

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср.}} \times K_{\text{угв}} \times K_{\text{пл}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{нагр}} \times K_{\text{вл}} = 1,44 \times 0,5669 \times 1 \times 1 \times 1,06 \times 1,15 = 0,99 \text{ см}$$

$$l_{\text{доп.}} = 3 \text{ см [1, табл. 4.3]}$$

Ожидаемая пучинистость грунта 0,99 см < 80% от допустимой 3,00 см

Морозоустойчивость конструкции обеспечена.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лу	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист 32
----	------	-----------	-------	------	----------------	------------

3.3 Расчет покрытия по условиям прочности

Ниже представлены характеристики мелкоштучных элементов покрытия, предоставленные предприятием-изготовителем:



Головной офис
Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны,
д.112, корп.2, лит. «И», БЦ «Вант», офис 701
Тел. (812) 309-10-95
Производство
Колпино, Ижорский завод, д. б/н, лит.П, пом. 1Н-5Н
www.cemsys.ru

Технические характеристики изделий

Наименование: Камень мощения “Eskoo-Six” 4Ф.10
вибропрессованный бетонный
 Соответствие НТД – ТУ 5746-001-64174714-2014
 Геометрические размеры: L=197 мм; Н=197 мм; В= 100 мм;
 Расчетная масса изделия: 5,9 кг
 Плотность бетона: 2360 кг/м³
 Класс бетона по прочности на сжатие: В30
 Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе: Вtb 4,4
 Водопоглощение: менее 6 % по m
 Марка камня по морозостойкости – F1300
 Истираемость: менее 0,7 г/см²

Отклонения геометрических размеров

Наименование отклонения геометрического параметра	Геометрический параметр	Предельное отклонение, мм
Отклонение от линейного размера	длина	± 3,0
	ширина	± 3,0
	Высота (толщина)	± 5,0
Отклонение от прямолинейности профиля, не более		5,0
Отклонение от плоскостности лицевой поверхности, не более		5,0
Отклонение от перпендикулярности торцевых и смежных им граней, не более		3,0

Произведем расчет покрытия на воздействие колес погрузчиков-ричстакеров, воспользовавшись методикой, изложенной в СП 121.13330.2012, РД 31.31.46-88 и программными комплексами BASE complete 6.2, LIRA9.6 и SCAD11.5.

Подп. и дата
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докum.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

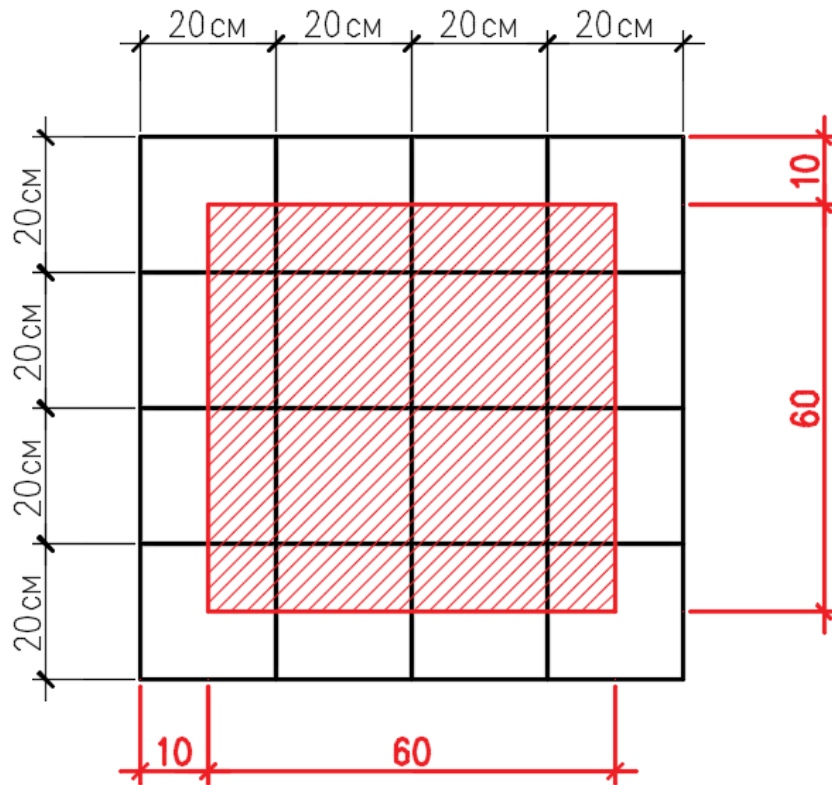
33

Для упрощения расчетов приведем камни мощения к квадратам со стороной 200мм, а отпечаток колеса ричстакера – также к квадрату через площадь отпечатка.

$$A = (\pi D^2) / 4 = 0,39 \text{ м}^2$$

То есть отпечаток колеса – равновеликий квадрат со стороной $b = 0,6 \text{ м}$.

Тогда схема приложения нагрузки:



То есть максимальная нагрузка, приходящая на 1 плитку: 2,78т.

Произведем расчет эквивалентного коэффициента постели основания под мелкоштучные элементы.

Для слоистых оснований жестких покрытий в пределах сжимаемой толщи H_c эквивалентный коэффициент постели K_{se} , МН/м^3 , определяется по формуле:

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2} \alpha_2 + K_{s3} \alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3} \quad (1)$$

где
$$\alpha_2 = \frac{t_2 [1,6 D_r - (t_1 + 0,5 t_2)]}{t_1 (1,6 D_r - 0,5 t_1)} ;$$

$$\alpha_3 = \frac{0,5 [1,6 D_r - (t_1 + t_2)]^2}{t_1 (1,6 D_r - 0,5 t_1)} ;$$

K_{s1} , K_{s2} , K_{s3} – расчетные значения коэффициентов постели, МН/м^3 , соответственно первого (считая сверху), второго и третьего слоев естественного или искусственного

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лу	Изм.	№ док.	Подп.	Дата
----	------	--------	-------	------

основания из однородных грунтов и материалов в различном состоянии, включая дренирующие и теплозащитные слои;

t_1, t_2 – толщина соответственно первого и второго слоев основания, м;

D_r – условный диаметр круга передачи нагрузки на основание, м;

Для оснований, состоящих из двух слоев, значения t_2 и α_2 следует принимать равными нулю.

Если в основании более трех слоев, конструкцию следует привести к расчетной трехслойной путем объединения наиболее тонких слоев со смежными и при расчете эквивалентного коэффициента постели использовать показатели (толщину $t_{ред}$ и приведенное значение коэффициента постели K_{sr} .) объединенного слоя, определяемые по формулам:

$$t_{ред} = \sum_{i=1}^n t_i ; \quad (2)$$

$$K_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} , \quad (3)$$

где t_i, K_{si} – соответственно толщина, м, и коэффициент постели, MH/m^3 , каждого из объединяемых слоев.

При использовании в основании (в пределах сжимаемой толщи) неуплотненного слоя грунта с коэффициентом пористости $e > 0,8$ коэффициент постели принимается по обязательному приложению 4 (с учетом примеч. 3) СНиП 2.05.08–85.

Расчетные характеристики грунтового основания в районах распространения вечномерзлых грунтов надлежит устанавливать согласно обязательному приложению 4 и уточнять по результатам полевых испытаний.

Эквивалентный коэффициент постели K_{se} оснований, подстилаемых жесткими, несжимаемыми массивами (вечномерзлыми и скальными грунтами), определяется по формуле

$$K_{se} = K_{sr} k_h , \quad (4)$$

где K_{sr} – приведенный коэффициент постели слоев искусственного и естественного оснований над жестким массивом, MH/m^3 , полученный по формуле (3);

k_h – коэффициент влияния жесткого массива, принимаемый по графику в зависимости

от относительной глубины его расположения $\frac{d_b}{D_r}$ от низа покрытия и коэффициента постели K_{sr} ;

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310–2015–ППР	Лист 35
----	------	-----------	-------	------	----------------	------------

d_b – глубина расположения горизонта жесткого массива грунта, м.

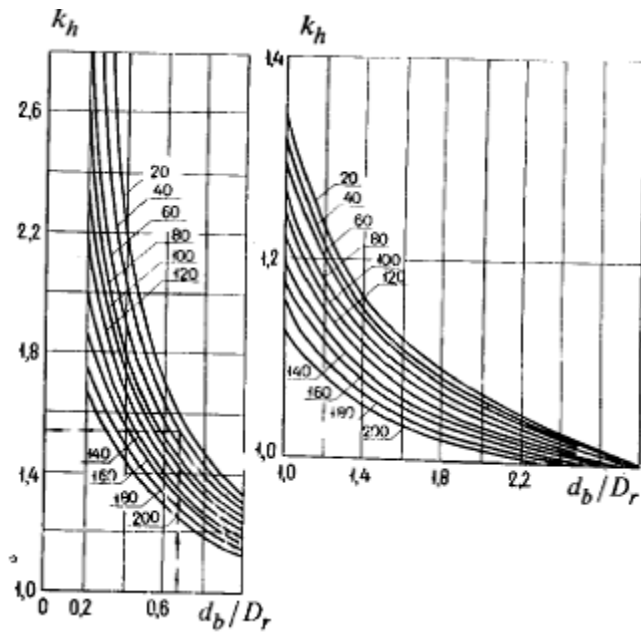


Рис.8 График для определения коэффициента k_h ; жесткого массива. Цифрами на кривых указан коэффициент постели слоя основания K_{sr} , МН/м, лежащего на жестком массиве

Расчет сведен в Таблицу 5

Таблица 5

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОСТЕЛИ									
Эквивалентный коэффициент постели		кг/см ²	23,48	230,3	МН/м ³				
Коэффициент постели слоя щебня		кг/см ²	29,56	290	МН/м ³				
Коэффициент постели слоя песка			81,55	800,0	МН/м ³				
Толщина слоя щебня		см	5	0,05	м				
Толщина слоя песка			50	0,5	м				
Коэффициент постели естественного основания		кг/см ²	2,04	20,00	МН/м ³				
Ks1	Ks2	Ks3	D _r	t1	t2	Alfa2	Alfa3	Kse	
29,56	81,55	2,04	220	5	50	9,2132	25,2386	23,48	
									230,321

3.21. При расчете жестких покрытий по прочности и образованию трещин должно удовлетворяться условие

$$m_d \leq m_u, \quad (1)$$

где m_d – расчетный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 3.22;

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дудл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

45310-2015-ППР

Лист

36

m_u – предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 3.24.

3.22. Расчетные значения изгибающих моментов m_d , кН х м/м, на единицу ширины сечения однослойных жестких покрытий всех типов следует определять по формуле

$$m_d = m_{c,max} k k_N k_{x(y)} = 8,61 \text{ кН х м/м, (2)}$$

где $m_{c,max}$ – максимальный изгибающий момент при центральном загрузении плиты, кН х м/м, который вычисляется как наибольший суммарный момент, создаваемый колесами в расчетных сечениях плиты, перпендикулярных осям x или y (черт. 1), при этом должны исключаться ряды колес, дающие в сумме отрицательное значение изгибающего момента в расчетном сечении:

$$m_{c,max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{x(y)i} = 7,18 \text{ кН х м/м;}$$

k – переходный коэффициент от изгибающего момента при центральном загрузении к моменту при краевом загрузении плиты, принимаемый равным: для бетонных и армобетонных покрытий со стыковыми соединениями или конструктивным краевым армированием – 1,2; для бетонных и армобетонных покрытий, устраиваемых без стыковых соединений и краевого армирования плит, – 1,5; для сборных покрытий из предварительно напряженных железобетонных плит – 1,0; для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой – по черт. 1 обязательного Приложения 10 СНиП 2.05.08–85;

k_N – коэффициент, учитывающий накопление остаточных прогибов в основании из материалов, не обработанных вяжущими, и принимаемый равным 1,1 для участков группы А и перронов; для оснований из материалов, обработанных вяжущими, а также для участков групп Б (кроме перронов), В и Г независимо от вида оснований следует принимать $k_N = 1,0$;

$k_{x(y)}$ – коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах покрытий с различной жесткостью B_x и B_y , в продольном и поперечном направлениях и принимаемый по графику черт. 1 обязательного Приложения 10 СНиП 2.05.08–85; для бетонных, армобетонных и железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой $k_{x(y)} = 1$;

m_1 – изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением, кН х м/м:

$$m_1 = F_d f(\alpha) = 4,59 \text{ кН х м/м;}$$

n_k – число колес (пяток стеллажа) на опоре;

$m_{x(y)i}$ – изгибающий момент, создаваемый действием i -го колеса (опоры), расположенного за пределами расчетного сечения плиты, кН х м/м:

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------

$$m_{x(y)i} = \bar{m}_{x(y)i} F_d ;$$

F_d – расчетная нагрузка на колесо (опору), кН:

$$F_d = \frac{F_n}{n_k} k_d \gamma_f = 27,27 \text{ кН};$$

$f(\alpha)$ – функция, значение которой приведено в табл. 1 обязательного Приложения 10 СНиП 2.05.08–85:

$$f(\alpha) = f \frac{R_e}{l} = 0,1684;$$

R_e – радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса (отпечатка опоры), м:

$$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi p_a}} = 0,101 \text{ м};$$

p_a – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес (давление под пяткой стеллажа), МПа;

l – упругая характеристика плиты, м:

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_s}} = 0,3309 \text{ м};$$

F_n – нормативная нагрузка на основную опору, кН;

k_d, γ_f – коэффициенты соответственно динамичности и разгрузки, определяемые по табл. 30 СНиП 2.05.08–85;

K_s – расчетный коэффициент постели однородного грунтового основания, МН/м³, определяемый в соответствии с обязательным Приложением 4 СНиП 2.05.08–85. Для многослойного грунтового основания, а также для искусственного основания, не обработанного вяжущим, в расчет вводится значение эквивалентного коэффициента постели K_{se} , определяемого по обязательному Приложению 5 СНиП 2.05.08–85;

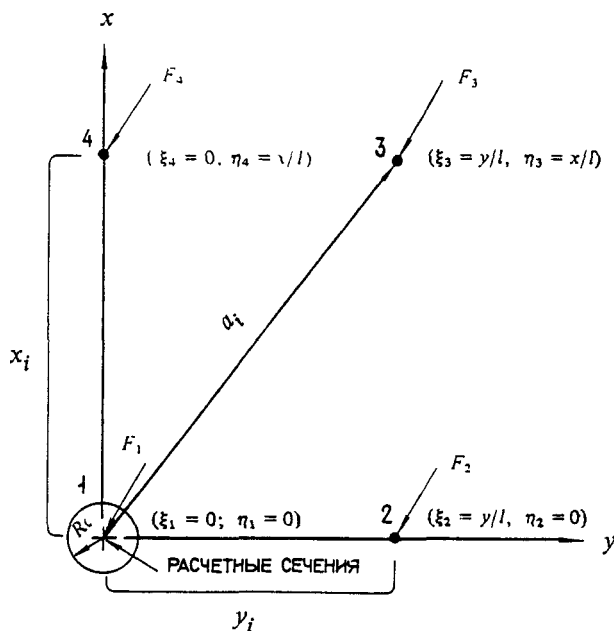
$\bar{m}_{xi}, \bar{m}_{yi}$ – единичные изгибающие моменты, действующие в расчетном сечении плиты, от воздействия i -го колеса (пятки) опоры (стеллажа), определяемые по табл. 2 обязательного Приложения 10 СНиП 2.05.08–85 в зависимости от координат $\xi = \frac{y_i}{l}$ и $\eta = \frac{x_i}{l}$, где y_i, x_i – координаты приложения силы F_0 , считая за начало координат пересечение рассматриваемых сечений (см. черт. 1);

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лу	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата	45310–2015–ППР	Лист 38
----	------	-----------	-------	------	----------------	------------

B – жесткость сечения плиты покрытия, кН х м²/м, отнесенная к единице ширины ее сечения и определяемая в соответствии с п. 2.23.

Примечание. Для многоколесных опор необходимо путем пробных расчетов найти колесо, под центром отпечатка которого возникает максимальный изгибающий момент.



Черт. 1. Расчетная схема параметров загрузки опор

3.23. Жесткость сечений плит покрытия B надлежит определять на единицу ширины сечения по формулам:

для сечений бетонных, армобетонных и предварительно напряженных железобетонных плит

$$B = 0,085 E_b t^3 = 2,76 \text{ кН х м}^2/\text{м}, \quad (3)$$

3.24. Предельный изгибающий момент m_u , кН х м/м, на единицу ширины сечения следует определять по формулам:

для бетонных и армобетонных покрытий

$$m_u = \gamma_c R_{btb} \frac{t^2}{6} k_u = 9,13 \text{ кН х м/м}; \quad (4)$$

Расчёт плиты покрытия в зоне установки стеллажей сведён в таблицу (табл.6).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

Таблица 6

				(СГС)	(СИ)		
Нагрузка на 1 элемент				кг	2780	2780	кг
Количество основных опор					1	1	
Нагрузка на основную опору, кг					2780	2780	кг
Нагрузка на расчетное колесо, кг				F	2780,00	27,27	кН
Давление в пневматике, кг/см ²				Pa	8,665	0,850	МПа
Радиус отпечатка колеса, см				Re	10,1	0,101	м
данные по покрытию							
бетонное-1; армобетонное-2					1		
толщина				см	10	0,1	м
Категория разрушения покрытия					1		
коэф снижения толщины нижнего слоя					1		
расчетная толщина верхнего слоя				см	10	0,1	м
модуль упругости				кг/см ²	331295	32500	МПа
коэф условия работы бетона					0,9		
расчетное сопротивление R _{btb}				кг/см ²	44,85	4,4	МПа
коэф K _i					1,3835		
расчет коэф.постели							
коэф. постели основания,				кг/см ²	23,48	230,3	МН/м ³
расчет по прочности							
жесткость верхнего слоя				кг*см ² /м	28160041	2,76	кН*м ² /м
упругая характеристика плиты				см	33	0,3309	м
alfa					0,3054	0,3054	
F(alfa)					0,1684	0,1684	
Момент под расчетным колесом					468,19	4,59	кН*м/м
сумма ед моментов					0,0948	0,0328	
максимальный изг момент				Mc,max	732	7,18	кН*м/м
коэф.стыков.соед.несовмещения				K	1,20	1,20	
расчетный момент				Md	878	8,61	кН*м/м
предельный момент				Mu	931	9,13	кН*м/м
						6%	

Далее методом конечных элементов с помощью программных комплексов LIRA9.6 и SCAD11.5 определим напряженно-деформированное состояние основания и покрытия из мелкоштучных элементов.

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № докл. Взам. инв. №. Подп. и дата.

Ли Изм. № док. Подп. Дата

45310-2015-ППР

Лист

40

Определение коэффициентов постели

Схема



Список грунтов

Наименование	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Толщина слоя
	Т/м ²		м
пескоцемент	9000	0.3	0.07
ЩПС+АНТ	14000	0.3	0.5
песок мелкий	3800	0.3	1
песок пылеватый	1100	0.3	2

Коэффициент сжатия C_1 - 633.534 Т/м³
 Коэффициент сдвига C_2 - 4308.226 Т/м

Отчет сформирован программой Пастернак (32-бит), версия: 11.5.1.1 от 03.09.2011

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

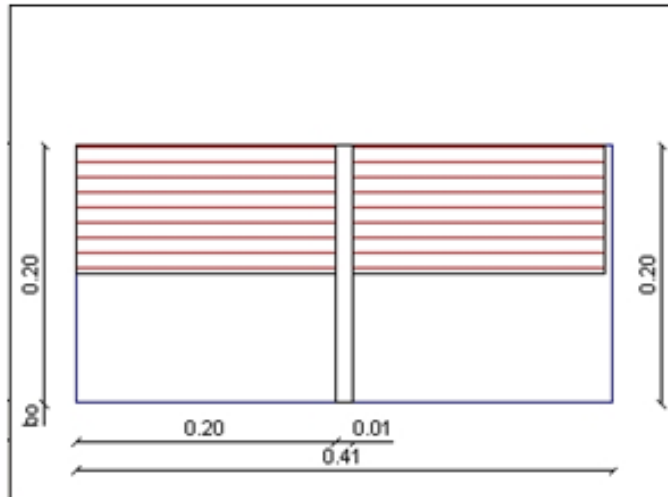


ЭСПРИ
 "Статика - динамика - устойчивость"
 Прямоугольная плита на упругом основании

support@lira.kiev.ua

Статический расчет прямоугольной плиты на упругом основании

Плита на упругом основании



Физические и геометрические характеристики:

модуль Юнга = 3240000 $\tau/\text{м}^2$,

коэффициент Пуассона = 0.2,

толщина = 10 см,

коэффициенты упругого основания: $C1=633.53 \tau/\text{м}^3$, $C2=4308.226 \tau/\text{м}$,

длина = 0.415 м,

ширина = 0.2 м.

Размеры отверстий 0.015 \times 0.2 м, привязка: 0.2 м, 0 м.

Приложенные нагрузки

Вид нагрузки	P	a, [м]	b, [м]	a1, [м]	b1, [м]
ПРЯМОУГ. ($\tau/\text{м}^2$)	85	0	0.1	0.41	0.1

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

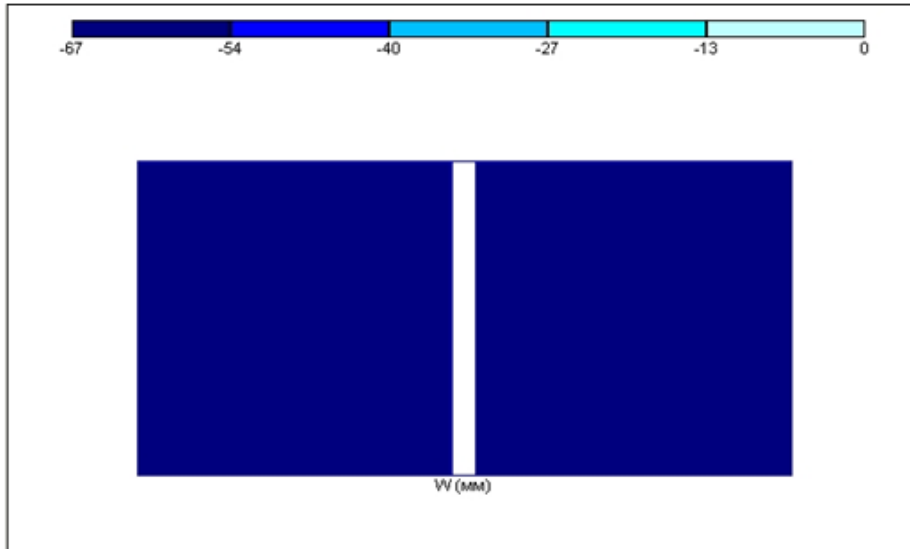
Ли	Изм.	№ докum.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

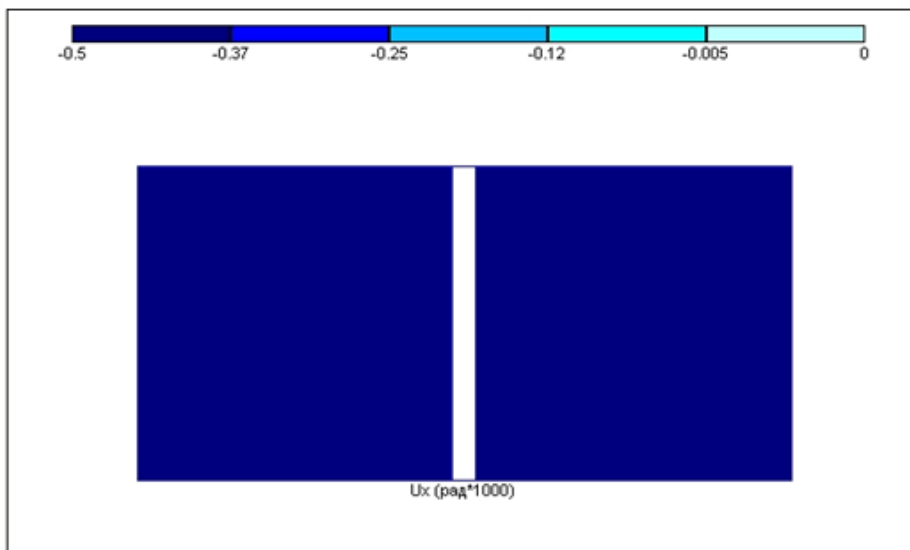
Лист

42

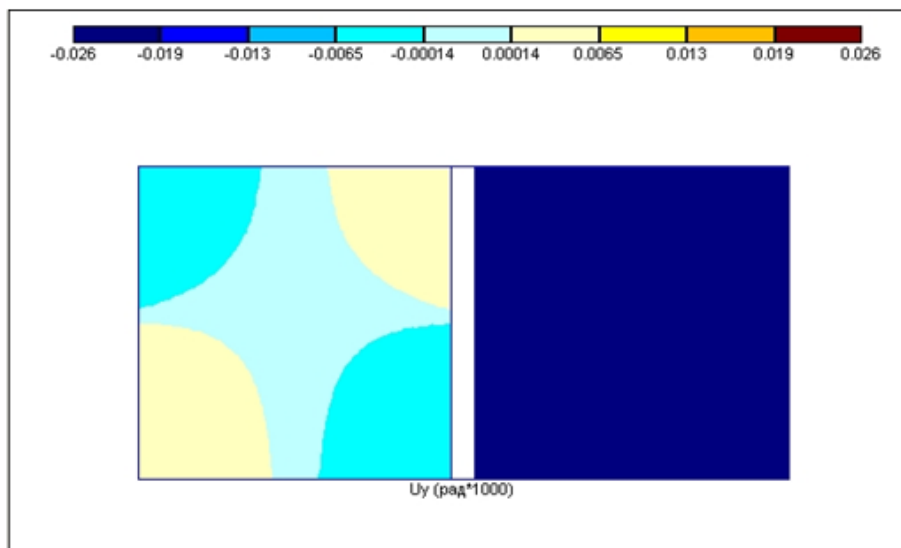
Плита - результаты
Изополя прогибов W



Изополя углов поворота U_x



Изополя углов поворота U_y



Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дудл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

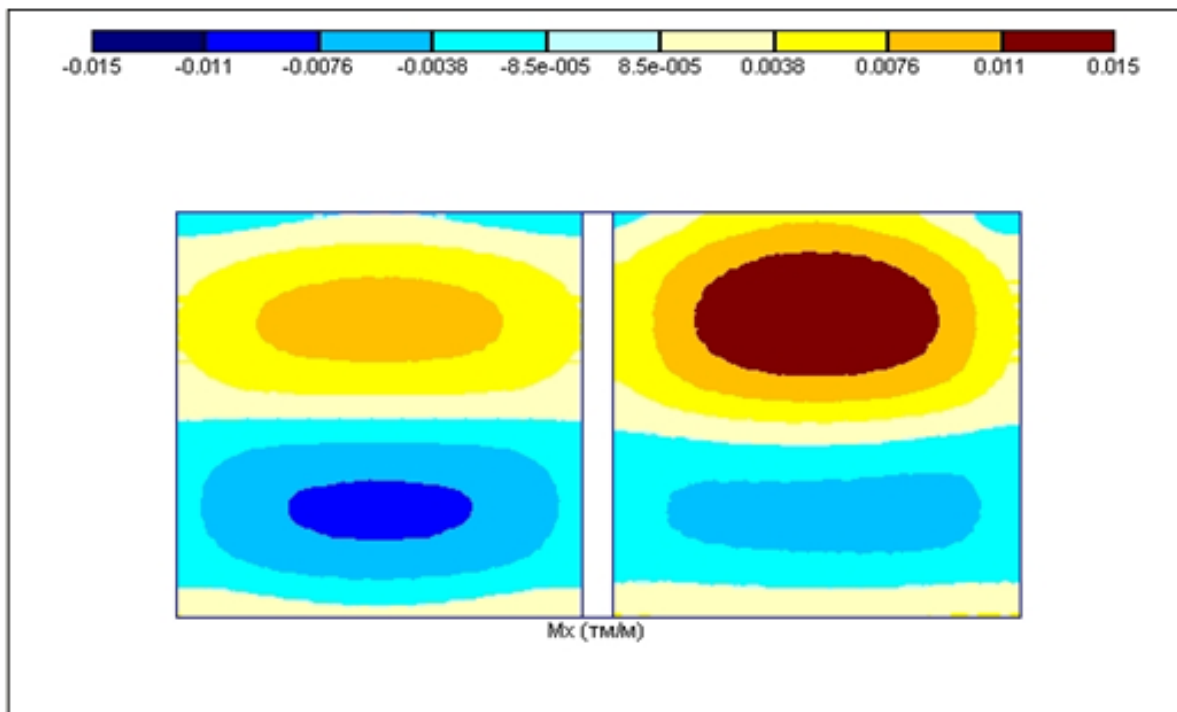
Инв. № подл.	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Лу	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

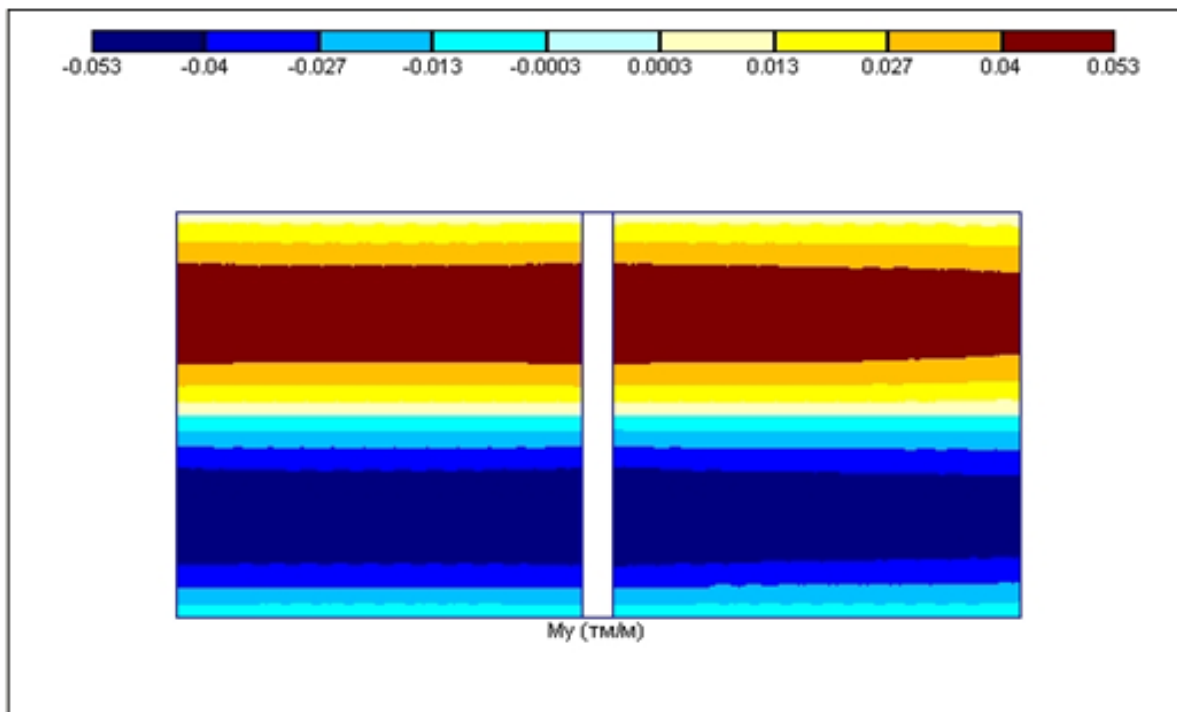
Лист

43

Изополя изгибающих моментов M_x



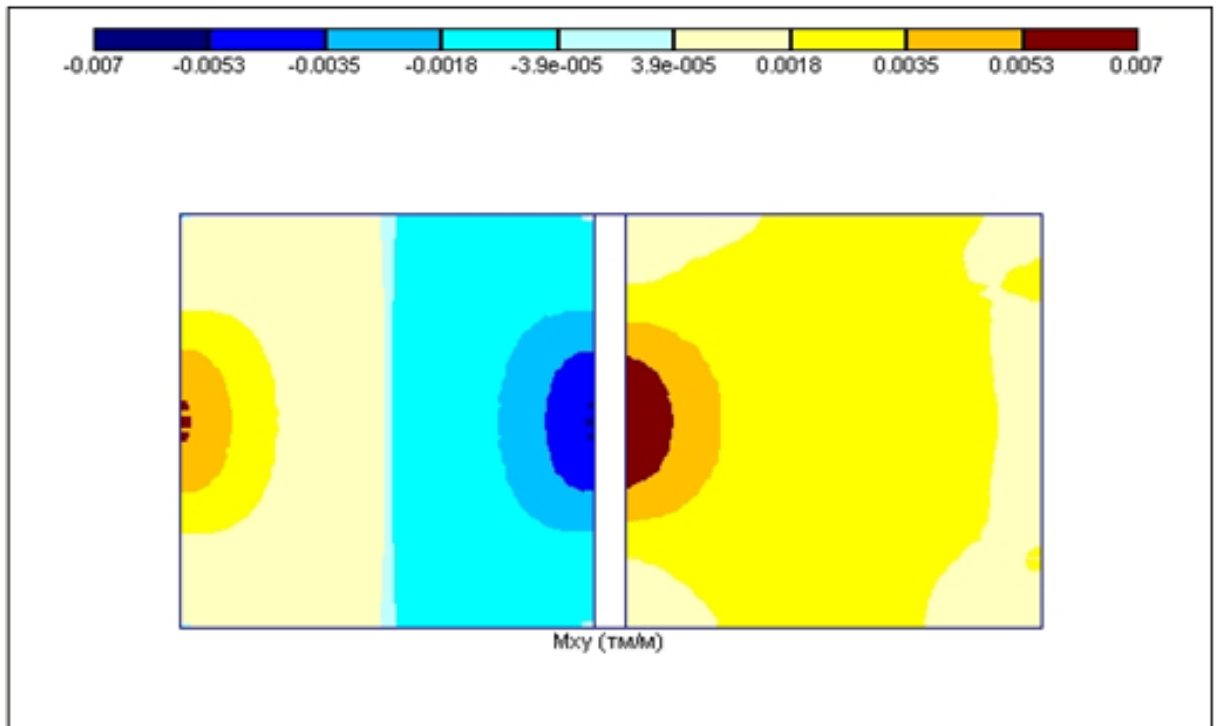
Изополя изгибающих моментов M_y



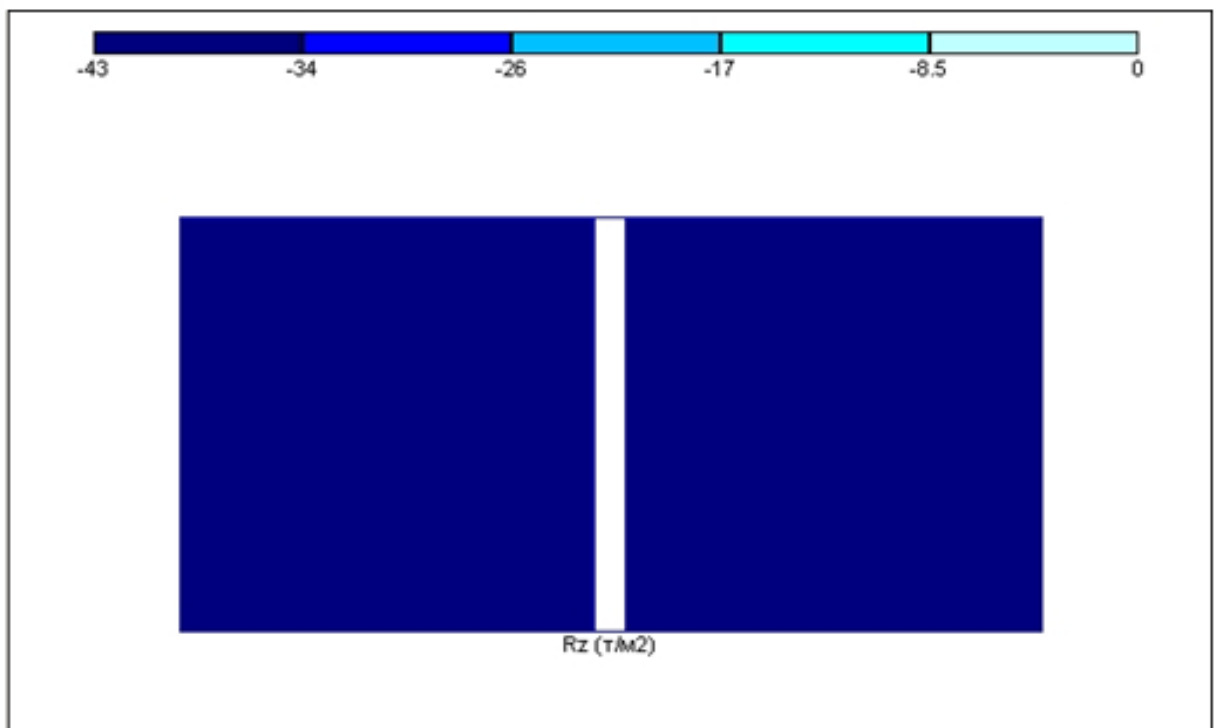
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докum.	Подп.	Дата

Изополя крутящих моментов M_{xy}



Реакция упругого основания R_z



Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

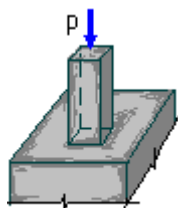
45

Далее с помощью программного комплекса *BASE complete 6.2* произведем расчеты покрытия на смятие и продавливание.

Система общестроительных расчетов **Base**

Расчёт на смятие

1. - Исходные данные:



Конструкция, создающая сминающую нагрузку: Колонна, стойка

Характер нагрузки: Угловая на плиту

Геометрические характеристики передачи нагрузки:

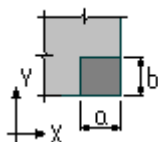
$$a = 0.1 \text{ м}$$

$$b = 0.1 \text{ м}$$

Класс сжимаемого бетона В 30

Сминающая нагрузка 2.77 тс

2. - Выводы:



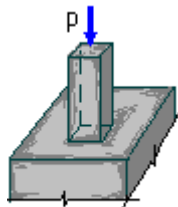
Несущая способность бетона без поперечного армирования
ОБЕСПЕЧЕНА

Коэффициент использования несущей способности 0.2

1. - Исходные данные:

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата
----	------	-----------	-------	------



Конструкция, создающая сминающую нагрузку: Колонна, стойка

Характер нагрузки: Краевая по всей толщине стены

Геометрические характеристики передачи нагрузки:

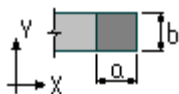
$$a = 0.1 \text{ м}$$

$$b = 0.2 \text{ м}$$

Класс сжимаемого бетона В 30

Сминающая нагрузка 2.77 тс

2. - Выводы:

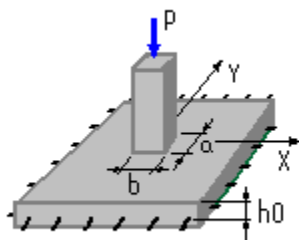


Несущая способность бетона без поперечного армирования
ОБЕСПЕЧЕНА

Коэффициент использования несущей способности 0.1

Расчёт плиты на продавливание

1. - Исходные данные:



Полезная толщина плиты (h_0) 10 см

Длина зоны передачи нагрузки (a) 10 см

Ширина зоны передачи нагрузки (b) 10 см

Бетон В30

Коэффициенты условий работы бетона:

$$- Gb2 = 0.9$$

$$- Gb3 = 1.0$$

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Лу	Изм.	№ док.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

47

- $G_{b5} = 1.0$

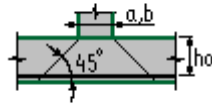
Коэффициенты условий работы арматуры:

- продольной $G_s = 1.0$
- поперечной $G_{sw} = 1.0$

Расчетные нагрузки на плиту:

- Сосредоточенная нагрузка (P) 2.77 тс

2. - Выводы:



Прочности бетона плиты ДОСТАТОЧНО для восприятия заданной нагрузки без установки поперечной арматуры.

Продавливающая сила (F): 2.77 тс

Усилие, воспринимаемое бетоном плитной конструкции: 7.91 тс

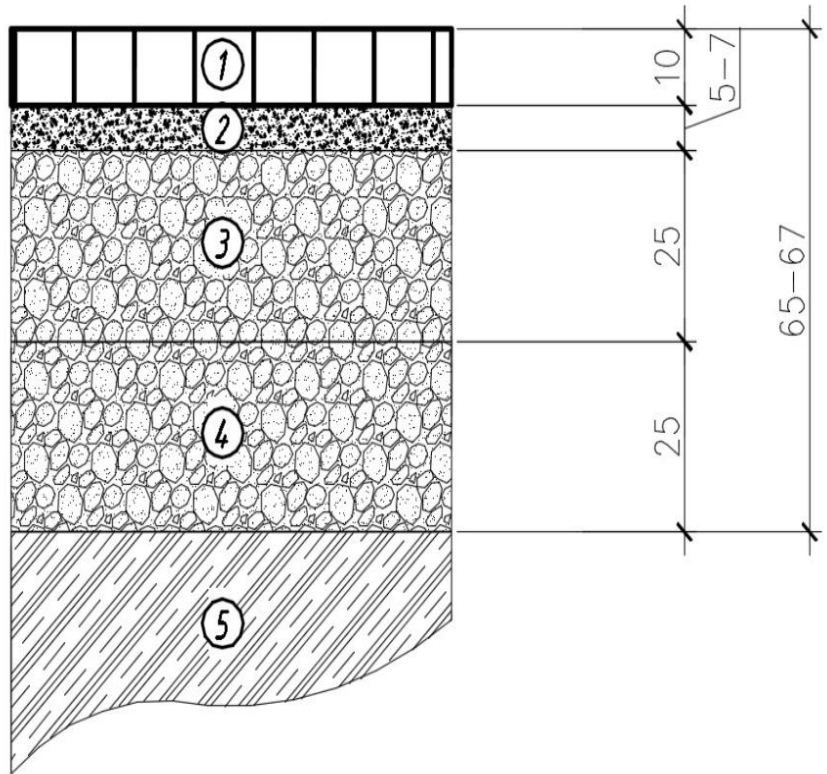
Коэффициент использования без арматуры 0.35

Расчет выполнен согласно СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции".

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл	Лу	Изм.	№ доким.	Подп.	Дата	45310-2015-ППР	Лист
												48

4. Предлагаемая конструкция основания и покрытия

- 1) Плитка типа 4Ф.10 Eskoo-Six
- 2) Монтажный слой из песка обработанного цементом, соответствующего марке 100
- 3) Песчано-гравийная смесь, укрепленная стабилизатором совместно с портландцементом (Слой 2)
- 4) Песчано-гравийная смесь, укрепленная стабилизатором совместно с портландцементом (Слой 1)
- 5) Уплотненный грунт основания



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ док.им.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

49



Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц,
осуществляющих подготовку проектной документации
Саморегулируемая организация
Некоммерческое партнерство проектировщиков «МежРегионПроект»
190013, Санкт-Петербург, ул. Рузовская, д.21, литер А, www.sro-mrp.ru
Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций
СРО-П-161-09092010

г. Санкт-Петербург

«23» декабря 2014 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ, которые
оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

№ МРП-0379-2014-7841484120-01

Выдано члену саморегулируемой организации

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЛАЙФКВОЛИТИ ЭВОЛЮШН»

ИНН 7841484120, ОГРН 1137847220037, 191011, г. Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 30, лит. А, кв. 4.8.

Основание выдачи Свидетельства: Решение Совета СРО НПП «МРП», протокол
№ 52-01-СП/14 от «23» декабря 2014 г.

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в приложении к настоящему
Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с «23» декабря 2014 г.

Свидетельство без приложений недействительно.
Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного

Директор



Лушин П.А.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

51

«Утверждаю»
Генеральный директор
ООО «Морской Рыбный Порт»

Е.М. Коротков

« .. » 2016г

М.П.

Техническое задание
на выполнение проектных работ и разработку проектно-сметной рабочей документации по ремонту и
ремонт площадки АБК-3 по адресу СПб, Элеваторная пл. д.8

Перечень основных данных и требований	Основные данные и требования
Основание для строительства	Решение ООО «Морской Рыбный Порт» по реконструкции площадок
Заказчик	ООО «Морской Рыбный Порт».
Подрядная организация	Выбирается по итогам проведения конкурса на основании проведения тендера
Местоположение объекта	Земельный участок на территории ООО «Морской Рыбный Порт» по адресу :г.Санкт-Петербург, Элеваторная площадка д.8
Назначение объекта	Наземная площадка открытого типа для хранения контейнеров в пять ярусов и проведения погрузочно-разгрузочных работ с помощью ричстакеров и терминальных тягачей типа «Кальмар»
Вид строительства	Ремонт
Категория сложности объекта	Первая категория сложности.
Стадийность проектирования	Рабочая документация
Особые условия строительства	В условиях действующего предприятия. Разработать ППР.
Общие технические требования	Условия эксплуатации и категория размещения: Климатический район - Ц ₄ ГОСТ 16350-80 Ветровой район - IV СНиП 2.01.07-85
Наименование работ	1 этап: геологические и геодезические изыскания в соответствии с СП 47.13330.2012 2 этап: Разработка проектно-сметной рабочей документации (РД) по ремонту площадок в соответствии с требованиями Заказчика. 3 этап: выполнение СМР
Срок выполнения работ	Планируемые сроки: Начало выполнения работ: со дня следующего за днем подписания договора на выполнение работ Окончание: не позднее «30» 30 августа 2016г.
Источник финансирования	Собственные средства
Назначение и основные технико-экономические показатели объекта	1. Плановое положение объекта для площадок принять в соответствии с прилагаемой схемой (ситуационный план). 2. Площадь площадок – 23600 м ² 3. Вертикальную планировку на площадке сохранить. 4. Покрытие площадки выполнить в соответствии с проектом конструкций дорожных одежд. 5. Несущую способность площадки определить проектом и принять достаточной для хранения контейнеров весом 45 тонн в пять ярусов и производства погрузочно-разгрузочных

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Перечень основных данных и требований	Основные данные и требования
	<p>работ с помощью <u>ричстакеров</u> грузоподъемностью до 45 т и давлением на переднюю ось 100 тн, а также передвижения терминальных тягачей с полностью загруженным ролл-трейлером 60 т. и с принятыми нормативными документами.</p> <p>6. В проекте <u>проработать разделы водоснабжения</u>, водоотведения, электроснабжения, проект организации строительства.</p> <p>7. Разработать проектно-сметную документацию на строительство досмотровой зоны с навесом <u>вместимостью на 30 контейнеров</u>.</p> <p>8. Использовать в составе документации имеющийся проект на устройство освещения, с привязкой к новым технологическим решениям.</p> <p><u>Заказчик имеет право в ТЗ вносить необходимые дополнительные требования и пожелания с последующим согласованием с производителем работ.</u></p>
Содержание комплекса выполняемых работ	<p>1 <u>Этап</u>: Геологические и геодезические изыскания в соответствии с СП 47.13330.2012</p> <p>2 <u>этап</u>: Разработка проектно-сметной рабочей документации (РД) (проектные решения) по ремонту площадок с учетом технологических решений, уточнив расчеты на несущую способность покрытия на заданные нагрузки, в соответствии с вышеприведенными показателями и в соответствии с утвержденными требованиями Заказчика</p> <p>3<u>этап</u>: Выполнение СМР и сдача всего комплекса работ.</p>
Общие требования к предложению Подрядчика по разработке рабочей документации и СМР по реконструкции площадки	<p>Предложение должно включать в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разработку проектно-сметной рабочей документации в объеме, достаточном для согласования у Заказчика и для производства работ; - выполнение комплекса СМР
Требования к исполнителю работ	<p>Необходимо наличие производственных мощностей и опыта работы не менее 5 лет.</p> <p>Наличие действующего свидетельства СРО.</p> <p>Наличие необходимых допусков к определенным видам работ.</p>
Требования при привлечении субподрядных организаций	<p><u>Субподрядные организации</u> согласовываются с Заказчиком.</p>
Перечень исходных данных передаваемых Заказчиком до начала выполнения работ	<p>1. Имеющаяся <u>топосъемка</u> в границах земельного участка территории М 1:500</p> <p>2. Другие имеющиеся данные и <u>материалы</u>, потребность в которых будет определена в процессе проведения работ и при наличии у Заказчика.</p>
Порядок сдачи-приемки выполненных работ	<p>1. Передача проектно-сметной РД осуществляется по акту передачи после согласования ее у Заказчика</p> <p>2. сдача объекта после проведения ремонтных работ.</p>
Документация, предоставляемая Заказчику после выполнения работ	<p>1. Проектно-сметная <u>рабочая документация</u> достаточная для выполнения СМР по реконструкции площадок</p> <p>2. Исполнительная документация</p>

Главный инженер _____

Алексеев С.В.

Согласовано:

Исполнительный директор _____

Зайцев Д.М.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ док.	Подп.	Дата

45310-2015-ППР

Лист

53



Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц,
осуществляющих подготовку проектной документации

Саморегулируемая организация

Некоммерческое партнерство проектировщиков «МежРегионПроект»

190013, Санкт-Петербург, ул. Рузовская, д.21, литер А, www.sro-mrp.ru

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций

СРО-П-161-09092010

г. Санкт-Петербург

«23» декабря 2014 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ, которые
оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства

№ МРП-0379-2014-7841484120-01

Выдано члену саморегулируемой организации

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«ЛАЙФВОЛИТИ ЭВОЛЮШН»

ИНН 7841484120, ОГРН 1137847220037, 191011, г. Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 30, лит. А, кв. 4.8.

Основание выдачи Свидетельства: **Решение Совета СРО НП «МРП», протокол № 52-01-СП/14 от «23» декабря 2014 г.**

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с «23» декабря 2014 г.

Свидетельство без приложений недействительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного

Директор



Лушин П.А.



ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства от «23» декабря 2014 г.
№ МРП-0379-2014-7841484120-01

Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член Саморегулируемой организации Некоммерческого партнерства проектировщиков «МежРегионПроект» Общество с ограниченной ответственностью «ЛАЙФКВОЛИТИ ЭВОЛЮШН» имеет Свидетельство:

№	Наименование вида работ
1.	1. Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка 1.1. Работы по подготовке генерального плана земельного участка
2.	2. Работы по подготовке архитектурных решений
3.	3. Работы по подготовке конструктивных решений
4.	4. Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 4.1. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения 4.2. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации 4.3. Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения 4.4. Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем 4.5. Работы по подготовке проектов внутренних систем диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами 4.6. Работы по подготовке проектов внутренних систем газоснабжения
5.	5. Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 5.1. Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений 5.2. Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений 5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений 5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений 5.6. Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем 5.7. Работы по подготовке проектов наружных сетей газоснабжения и их сооружений
6.	6. Работы по подготовке технологических решений 6.1. Работы по подготовке технологических решений жилых зданий и их комплексов 6.2. Работы по подготовке технологических решений общественных зданий и сооружений и их комплексов 6.3. Работы по подготовке технологических решений производственных зданий и сооружений и их



	комплексов 6.4. Работы по подготовке технологических решений объектов транспортного назначения и их комплексов 6.7. Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов
7.	7. Работы по разработке специальных разделов проектной документации 7.1. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне 7.2. Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера 7.3. Разработка декларации по промышленной безопасности опасных производственных объектов
8.	8. Работы по подготовке проектов организации строительства, сносу и демонтажу зданий и сооружений, продлению срока эксплуатации и консервации
9.	9. Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды
10.	10. Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению пожарной безопасности
11.	11. Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению доступа маломобильных групп населения
12.	12. Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
13.	13. Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

Ограничение: **Общество с ограниченной ответственностью «ЛАЙФКВОЛИТИ ЭВОЛЮШН»** вправе заключать договоры по осуществлению организации работ по подготовке проектной документации для объектов капитального строительства, стоимость которых по одному договору не превышает (составляет) 5 (пять) миллионов рублей Российской Федерации.

Директор



Лушин П.А.