

Особенности проектирования дорожных одежд по ПНСТ 542-2021

Составитель: к.т.н. Э.Д. Бондарева

1. Область применения

Настоящий стандарт устанавливает правила проектирования (конструирования и расчета) при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог. Допускается применение положений настоящего стандарта при проектировании дорожных одежд для городских дорог, улиц и других объектов дорожной инфраструктуры, которые приравниваются к автомобильным дорогам разных категорий (табл. 6 ПНСТ 542-2021).

Настоящий стандарт не распространяется на проектирование дорожных одежд в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов, а также в зонах слабых и техногенных грунтов.

Данная методика не применяется при проектировании дорожных одежд **переходного и низшего типов для дорог V категории**, для которых разработана методика расчета с учетом остаточных деформаций в соответствии с ГОСТ Р 58818-2020 и ПНСТ 371 – 2019.

При конструировании и расчете дорожных одежд капитального и облегченного типов на дорогах IV и V категории с низкой интенсивностью движения (менее 400 авт/сут в физических единицах) следует руководствоваться настоящим стандартом с учетом требований ГОСТ Р 58818-2020.

2. Общие положения

Расчеты дорожных одежд выполняют, согласно п. 5.6 ПНСТ 542-2021, **для однотипных участков дороги**, а именно:

1. Один тип земляного полотна: насыпь, нулевые отметки или выемка.
2. Одна схема увлажнения грунта рабочего слоя.

3. Один вид грунта рабочего слоя или **одинаковое конструктивно-технологическое мероприятие**, повышающее несущую способность (модуль упругости) грунта рабочего слоя или другое решение, например, применение в конструктивных слоях геосинтетических материалов.

4. Однотипный участок дороги: перегон, перекресток в одном уровне, остановки общественного транспорта и парковки (п. 9.1.6). В зависимости от участка дороги расчет выполняется:

- для перегона - только на подвижную нагрузку;
- для регулируемых пересечений с автомобильными дорогами и железнодорожными путями в одном уровне, остановок общественного транспорта, пунктов взимания платы на платных автомобильных дорогах - на подвижную и статическую нагрузку;
- для стоянок автомобилей на парковках, площадках отдыха, тротуаров, пешеходных улиц и площадей – только на статическую нагрузку.

5. Один элемент дороги: проезжая часть, краевая полоса на обочине или разделительной полосе, остановочная полоса на обочине на дорогах I категории или укрепленная полоса на обочине на дорогах II-IV категорий. В зависимости от элемента дороги расчет на прочность выполняется следующим образом:

- на краевой полосе обочины и разделительной полосы на дорогах I-IV категорий, а также на остановочной полосе на дорогах I категории конструкция дорожной одежды принимается как на проезжей части или ей равнопрочная;
- на укрепленной полосе обочины конструкция дорожной одежды рассчитывается по трем критериям прочности на нагрузку, составляющую 1/3 от приходящейся на крайнюю полосу проезжей части и дополнительно на статическую нагрузку. В качестве расчетной нагрузки принимают те же нагрузку и коэффициенты прочности, что и при расчете дорожных одежд проезжей части.

6. Близкая (отличающуюся не более чем на 10 %) приведенная к расчетной нагрузке АК интенсивность движения.

Примечание.

При наличии разделительной полосы (многополосная дорога I и II категорий) при разнице между интенсивностями по направлениям движения более 10 % расчет и конструирование дорожной одежды допускается выполнять для каждого направления движения отдельно с учетом фактической интенсивности движения для каждого направления.

При отсутствии разделительной полосы, как правило, на двухполосных дорогах при разнице между интенсивностями по направлениям движения более 10 % конструкцию дорожной одежды на обоих направлениях движения принимают одинаковой и рассчитывают ее на большую по величине интенсивность движения.

3. Особенности конструирования дорожных одежд

3.1. Минимальные толщины конструктивных слоев в уплотненном состоянии принимают в соответствии с табл. 3 ГОСТ Р 59120-2021(п. 6.4).

3.2. Согласно п. 6.5 ПНСТ 542-2021, при выполнении функции слоя износа верхним слоем покрытия (ВСП), то есть при отсутствии на поверхности покрытия защитного слоя, при расчете дорожных одежд на прочность и морозоустойчивость толщина верхнего слоя, должна быть уменьшена на величину максимально допустимой глубины колеи в соответствии с табл. 5.3 ГОСТ Р 50597-2017: **на дорогах I категории – 2 см, II категории – 2,5 см, III и IV категории – 3 см.**

3.3. Для устройства асфальтобетонных слоев дорожных одежд капитального и облегченного типа применяют следующие материалы (п. 6.11.1 ПНСТ 542-2021):

- ЩМА по ГОСТ Р 58401.2 и ГОСТ Р 58406.1;
- асфальтобетоны по ГОСТ Р 58401.1 и ГОСТ Р 58406.2.

На автомобильных дорогах категорий I – III в ВСП рекомендуется применять ЩМА.

3.4. На дорогах с капитальным типом дорожных одежд под слоями из асфальтобетона целесообразно устраивать слой основания преимущественно из материалов, укрепленных неорганическими, органическими и комплексными вяжущими (п.6.11.2 ПНСТ 542-2021).

3.5. При применении материалов, обработанных неорганическими вяжущими, толщина вышележащих слоев асфальтобетона и материалов, содержащих органическое вяжущее, для ограничения появления «отраженных» трещин в слоях из асфальтобетона, должна быть не менее толщины слоя основания, укрепленного неорганическими вяжущими.

Минимальная толщина слоев асфальтобетона и материалов, содержащих органическое вяжущее, с учетом слоя износа, увеличена до 22 см для дорожных одежд капитального типа и 16 см – для дорожных одежд облегченного типа.

4. Требования к материалам для устройства конструктивных слоев дорожной одежды

4.1. На автомобильных дорогах категорий I – III при количестве приложений приведенной нагрузки **более 5,6 млн в слоях покрытия рекомендуется применение асфальтобетонов на модифицированном битумном вяжущем, а также ПБВ.** В верхнем слое основания (ВСО) в тех же условиях допускается применение асфальтобетонов на модифицированном битумном вяжущем, а также ПБВ **только при технико-экономическом обосновании** (п. 6.11.1 ПНСТ 542-2021).

Примечание.

Если значение температурного диапазона эксплуатации $R=(X+|Y|)$ допустимой к применению фактической марки битумного вяжущего PG $X - Y$ (ФАКТ) (см. приложение В) с минимальным диапазоном эксплуатации более 95, необходимо понизить расчетный кратковременный модуль упругости на 10 % (табл. Г.4 и Г.5).

Например, фактическая марка PG 69,3-33,4 по ГОСТ 58400.1-2019. Тогда $69,3+33,4 = 102,7$ °С, следовательно, табличные значения модулей ЩМА и АБ (табл. Г.4 и Г.5) следует уменьшить на 10 %.

4.2. Для дополнительного слоя основания применяют зернистые материалы: ГПС, ПГС, ЩПС, ЩГПС, соответствующие ГОСТ 25607-2009 и ПНСТ 327 – 2019.

Основные требования к щебню (гравию), входящему в состав смесей по ГОСТ 25607, ПНСТ 327 – 2019 для покрытий дорожных одежд приведены в табл. Г.10.

4.3. Пески в дренирующем слое применяют классов I и II по ГОСТ 32824-2014 с модулем крупности не менее 1,8. Минимальное значение коэффициента фильтрации в насыпях должно быть не менее 1 м/сут, в нулевых отметках и выемках – не менее 2 м/сут.

4.4. При применении щебеночных оснований, устроенных по способу заклинки следует иметь ввиду (табл. Г.2 ПНСТ 542-2021):

- легкоуплотняемый щебень – щебень из изверженных и метаморфических пород марки по прочности менее 1000, щебень из гравий прочностью менее 800, шлаки пористой структуры, щебень из осадочных пород.

- трудноуплотняемый щебень – щебень из изверженных и метаморфических пород марки по прочности 1000 и более, щебень из гравия прочностью 800 и более, шлаки остеклованной структуры.

Основные требования к щебню, применяемому в основании дорожных одежд приведены в табл. 8.6 СП 34.13330.2021.

5. Методика определения марки битумного вяжущего РГ по ГОСТ 58400.1-2020, ГОСТ 58400.2-2020 и марки битума БНД по ГОСТ Р 58829-2020

5.1. Методика определения марки битумного вяжущего РГ и БНД изложена в прил. Б.

Исходными данными для подбора марка битумного вяжущего являются:

5.1.1. **Климатические данные** с ближайшей к объекту метеостанции, расположенной на расстоянии не более 100 км от объекта строительства,

принимаемые по ПНСТ 397-2020, заложенные в базу данных программы Топоматик ROBUR версия 5.3.

5.1.2. Условия движения, зависящие от количества приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5, делящиеся:

Для SP по ГОСТ Р 58401.1-2019 на:

- Л – легкие условия движения ($\sum N \leq 0,5$ млн); - Н – смеси для дорог с нормальными условиями движения (от 0,5 до 1,8 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5);

- Т – тяжелыми условиями движения (от 1,8 до 5,6 млн);

- Э – экстремально тяжелые условия движения ($\sum N > 5,6$ млн).

Для АБ по ГОСТ Р 58406.2-2020 на:

- Л – легкие условия движения ($\sum N \leq 0,5$ млн);

- Н – смеси для дорог с нормальными условиями движения ($\sum N$ от 0,5 до 1,8 млн приложений расчетной нормативной нагрузки АК-11,5);

- Т – тяжелыми условиями движения ($\sum N > 1,8$ млн).

Методика определения условий движения приведена в прил. А ПНСТ 542-2021.

Примечание. Следует иметь в виду, что при определении условий движения $\sum N$ определяется для слоев покрытия (ВСП и НСП) за срок службы покрытия - 12 лет, слоя основания (ВСО) – за срок службы дорожной одежды 24 года. Величина $T_{рдг}$ в формуле (4) и (6) принимается равной количеству дней в году, то есть в обоих случаях 365 дн.

Пример.

Исходные данные. $N_{pT=24} = 1500$ ед./сут, $q = 1,03$.

Результаты расчета:

$$\sum N_{T=12} = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} T_{рдг} k_n = 0,7 \cdot 1500 \cdot \frac{1,03^{12}-1}{1,03^{(24-1)} \cdot (1,03-1)} \cdot 365 \cdot 1,62 = 4,46 \text{ млн ед.}$$

$$\sum N_{pT=24} = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} T_{рдг} k_n = 0,7 \cdot 1500 \cdot \frac{1,03^{24}-1}{1,03^{(24-1)} \cdot (1,03-1)} \cdot 365 \cdot 1,62 = 10,83 \text{ млн ед.}$$

5.1.3. Уровень надежности определения марки битумного вяжущего: как правило, принимается равным 98 %.

-5.1.4. Средняя скорость потока:

- до 20 км/ч;
- от 20 до 70 км/ч;
- более 70 км/ч.

5.1.5. Толщины конструктивных слоев, для которых определяется марка битумного вяжущего.

5.2. Исходная максимальная расчетная температура слоя $T_{исх}$ ВСП принимается равной T_{50} - максимальной расчетной температуре при надежности 50 % по табл. Б.1 ПНСТ 397 – 2020.

Для НСП и ВСО $T_{исх}$ определяется по формуле

$$T_{исх} = TB_{50} - K_H,$$

где TB_{50} - базовая максимальная расчетная температура при надежности 50 % по табл. Б.1 ПНСТ 397 – 2020;

K_H - коэффициент по таблице 2 ПНСТ 397 – 2020.

5.3 Допустимой к применению, с минимальным диапазоном эксплуатации, является фактическая марка PG X – Y(ФАКТ), где $X = T_k + 0,1$, $Y = T_{m98} - 0,1$ (п. Б.1.1.7.3 ПНСТ 542-2021).

Кроме фактических марок определяются товарные марки битумного вяжущего PG X – Y по ГОСТ Р 58400.1, одновременно удовлетворяющие следующим условиям:

- верхнее значения марки X более, чем значение скорректированной расчетной максимальной температуры слоя с надежностью 98 % T_k ;
- нижнее значение марки Y менее, чем значение расчетной минимальной температуры слоя с надежностью 98 %, T_{m98} .

В товарных марках величины X и Y изменяются с шагом 6⁰.

5.4. Поскольку толщины слоев должны быть известны до выбора марки вяжущего в программе Топоматик ROBUR версия 5.3 следует придерживаться следующей последовательности проведения расчетов конструкции дорожной одежды:

5.4.1. На первом этапе заполняются все окна программы и назначаются марки битумного вяжущего *в первом приближении* по данным предыдущих расчетов. После подбора конструкции дорожной одежды по всем критериям прочности, морозоустойчивости и на осушение на вкладке «Конструкция» ставится режим «Проверка» (рис. 1).

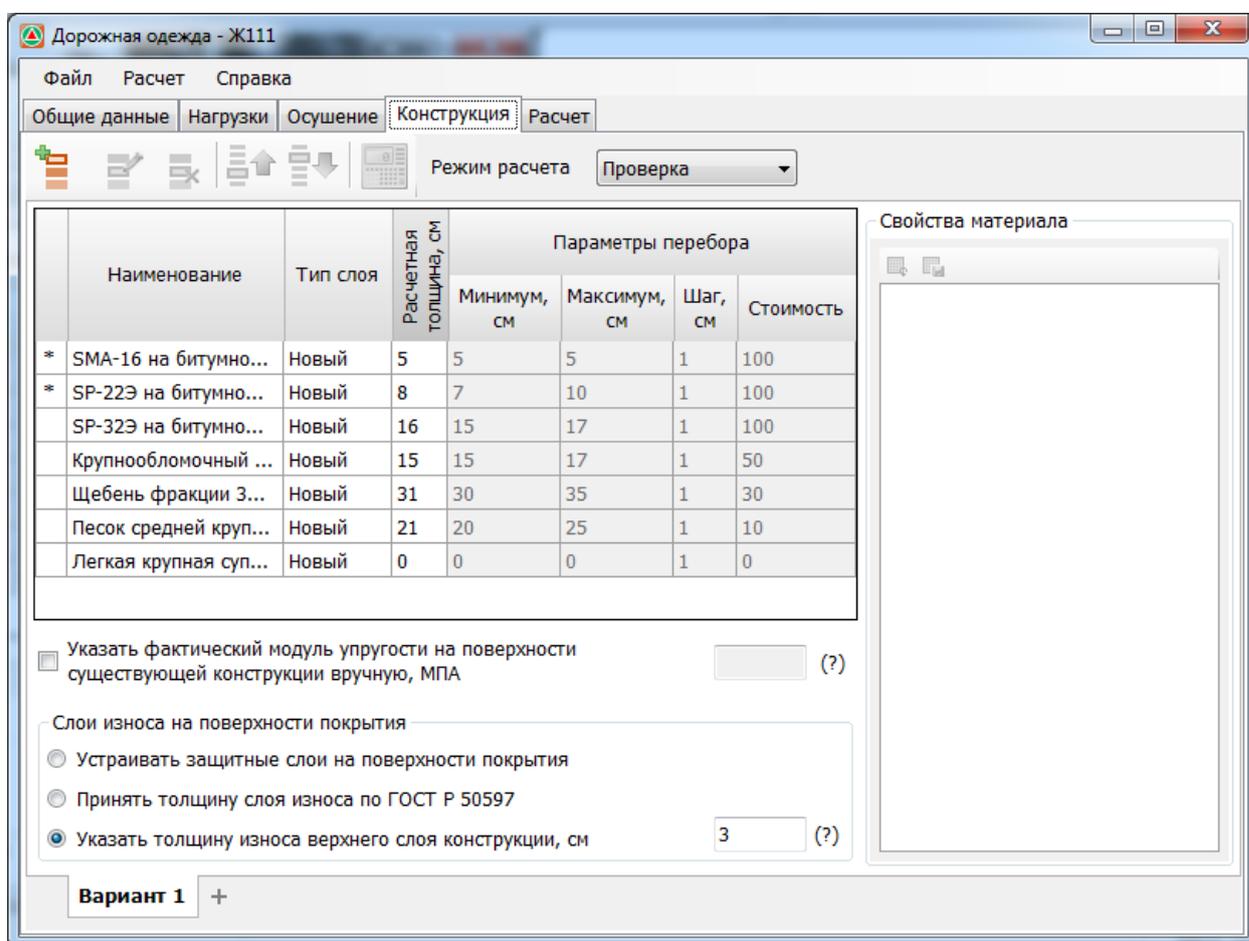


Рис. 1. Вкладка программы «Конструкция»

5.4.2. Открывают элемент меню: **Расчет – Выбор марки битума**
(рис. 2).

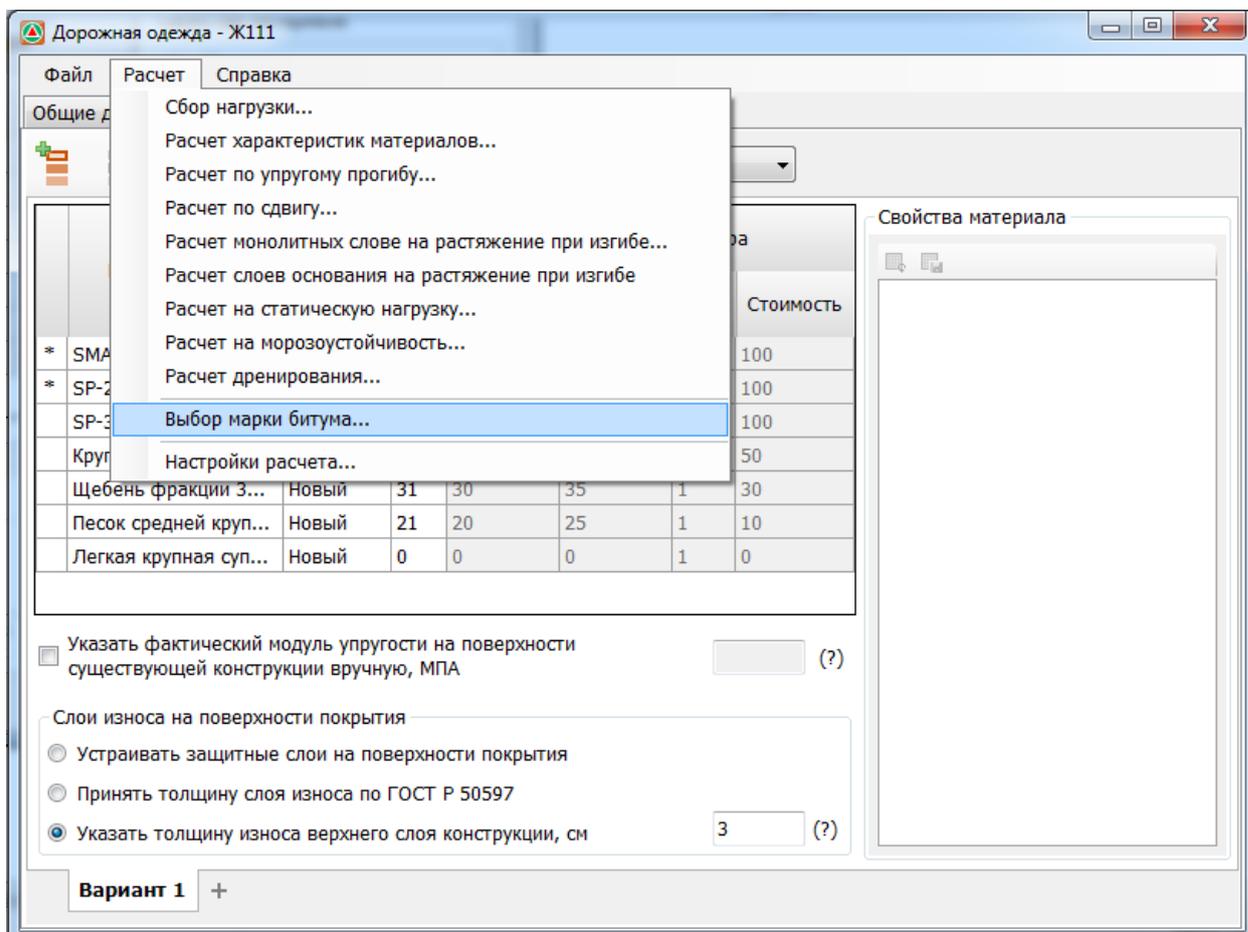


Рис. 2. Вкладка «Выбор марки битума»

5.4.3. В окне рис. 3, задаются исходные данные по п. 5.1.1-5.1.4 настоящих Методических указаний и выполняется расчет марки битумного вяжущего РГ и БНД.

Если первоначально заданные марки вяжущего отличаются от полученных по результатам расчета, то выполняют повторный расчет конструкции дорожной одежды по всем критериям с новыми значениями марок вяжущего для всех слоев: ЩМА и асфальтобетона.

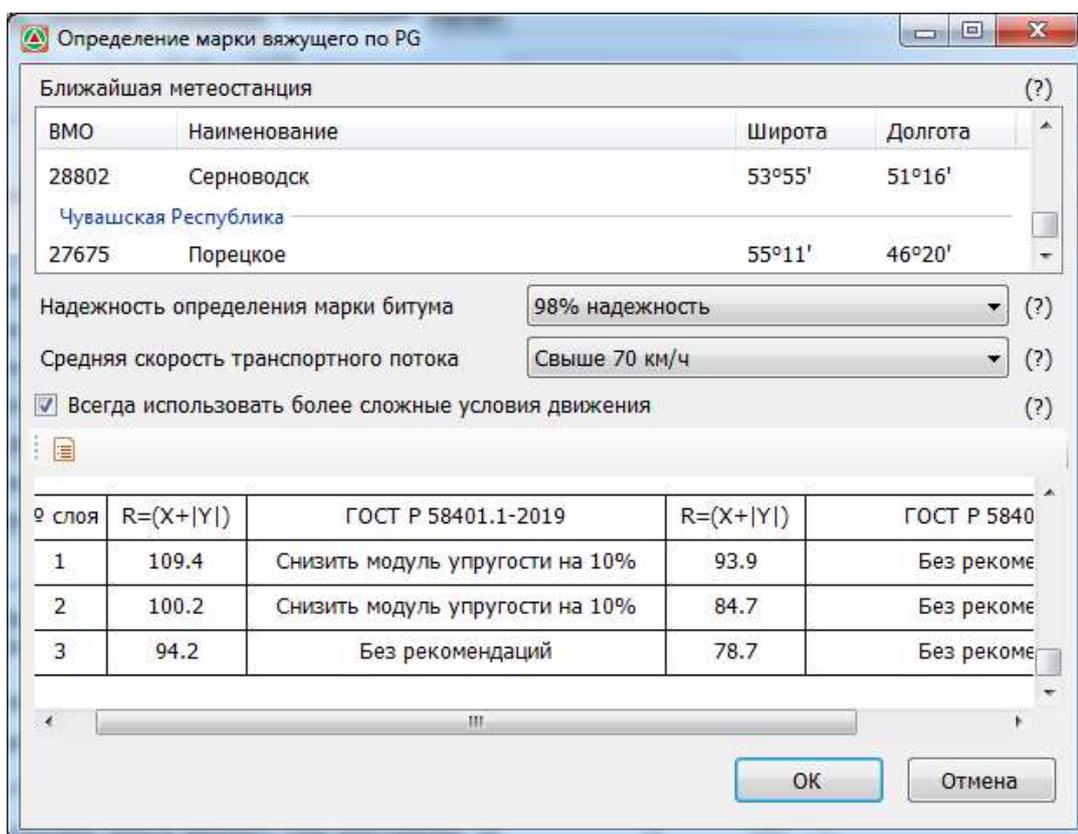


Рис. 3. Окно программы «Расчет марки вяжущего»

6. Требования к грунту рабочего слоя земляного полотна (п. 6.13)

6.1. Величина общего модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна (при расчетной влажности грунта земляного полотна) в зависимости от ДКЗ должна быть не ниже следующих значений (п. 6.13.1 ПНСТ 542-2021):

- 60 МПа – в I и II ДКЗ;
- 53 МПа – в III ДКЗ;
- 45 МПа – в ДКЗ IV, V.

6.2. Для достижения требований п. 5.1 рекомендуются следующие мероприятия:

1. В II и III ДКЗ, в соответствии с ГОСТ Р 59120-2021, устройство рабочего слоя из непучинистых или слабопучинистых грунтов (I и II группы по степени пучинистости), имеющих модули упругости не ниже 53

МПа для III ДКЗ и 60 МПа для II ДКЗ. Виды грунтов, относящихся к I и II группам по степени пучинистости, приведены в табл. В.7 СП 34.13330.2021.

2. При применении связных грунтов (III-V группы по степени пучинистости) с более низкими модулями упругости, чем приведены в п. 6.13.1 ПНСТ 542-2021, целесообразно укрепление верхней части грунта рабочего слоя вяжущими или местными материалами на глубину, определяемую по расчету, но не менее 30 см.

Общий модуль упругости на поверхности рабочего слоя в этом случае определяют расчетом (по номограммам рис. Е.1 и Е.2), используя расчетную схему для двухслойной конструкции (рис. 4).

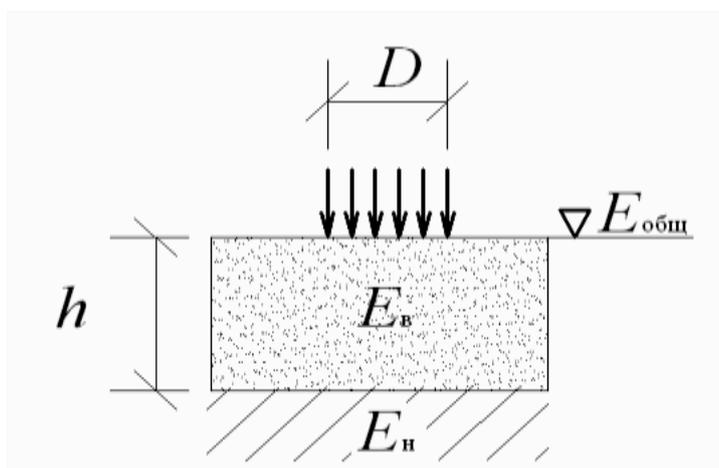


Рис. 4. Схема двухслойной конструкции:

E_B – модуль укрепленной части грунта рабочего слоя;

E_H – модуль неукрепленной части грунта рабочего слоя;

h – толщина укрепленной части грунта рабочего слоя.

Расчет на сдвиг по подошве дорожной одежды при укреплении верхней части грунта рабочего слоя не производят.

Расчет на морозоустойчивость выполняют без учета изменения свойств грунта рабочего слоя. Толщину стабилизированного грунта учитывают при проверке конструкции по критерию морозоустойчивости.

Пример:

Фактическая толщина дорожной одежды, полученная при расчетах по критериям прочности и на осушение – 105 см.

Толщина укрепленного грунта рабочего слоя – 30 см.

Требуемая толщина дорожной одежды $h_{д.о.тр} = 94$ см.

Проверка критерия морозоустойчивости $h_{д.о.} + h_{в.р.с} = 105 + 30 = 135$ см $> h_{д.о.тр} = 94$ см.

3. Стабилизация грунта рабочего слоя на полную толщину при его расчетной влажности $W_p \geq 0,70W_t$. При стабилизации грунта рабочего слоя малыми процентами вяжущих изменяются расчетные механические характеристики стабилизированного грунта: модуль упругости, удельное сцепление c_N и угол внутреннего трения φ (на подвижную и статическую нагрузки). Численные значения механических характеристик стабилизированного грунта принимают в зависимости от примененного стабилизатора в соответствии с действующими нормативными документами или по данным лабораторных испытаний.

Расчет конструкции дорожной одежды по условию сдвигоустойчивости стабилизированного грунта рабочего слоя выполняют с расчетными параметрами стабилизированного грунта.

Проверку дорожной одежды на морозоустойчивость выполняют без учета изменения пучинистых свойств (группы грунта по степени пучинистости) грунта рабочего слоя после его стабилизации.

7. Расчетные нагрузки

7.1. Параметры осевой нормативной нагрузки АК, согласно ГОСТ 32960-2014, следует принимать на автомобильных дорогах (п. 7.1.1):

- с капитальным типом дорожной одежды осевая нагрузка – 115 кН, удельное давление 0,8 МПа;

- с облегченным и переходным типами дорожных одежд осевая нагрузка – 100 кН, давление 0,6 МПа.

7.2. В случае, когда в составе потока автомобиля с осевой нагрузкой, превышающей нормативную нагрузку АК более чем на 5 %, составляют более 5 %, за **расчетную осевую нагрузку** следует принимать максимальную нагрузку на наиболее нагруженную ось автомобиля (п. 7.1.2 ПНСТ 542 – 2021).

7.3. Коэффициенты приведения для двухосных и многоосных автомобилей определяются по ПНСТ 541 – 2021 (табл. Б.1 и Б.2). Согласно этой методике максимальная нагрузка на транспортное средство (ТС) составляет 44 т. Возможные на практике как движение ТС с перегрузкой, так и порожних автомобилей не учитываются.

У многоосных автомобилей, согласно Постановлению Правительства РФ от 15.04.2011 N 272 «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом», допускаемая нагрузка на каждую сближенную ось зависит от количества сближенных осей и расстояний между ними, но всегда меньше нагрузки на одиночную ось (115 кН при расчете на нагрузку АК-11,5 или 100 кН – на нагрузку АК-10).

При определении коэффициентов приведения учитывались, что у ТС могут быть как односкатные, так и двухскатные колеса, расстояние между которыми на одной оси разное: 2, м – между односкатными колесами и 1,8 м – между двухскатными колесами.

Принятая в ПНСИ 541-2021 методика учитывает ассиметричную чашу прогиба под сближенными осями многоосного ТС при его движении: большая чаша прогиба имеет место под сзади идущей сближенной осью, то есть при движении тележки, у двух равных нагрузок возникает эффект, что вертикальный прогиб под колесом позади идущей оси больше, чем под колесом впереди идущей оси. Колеса сзади идущих осей как бы более нагружены, чем спереди идущих, что связано с инерционностью материала

покрытия - прогиб от предыдущего колеса полностью не восстанавливается в момент наезда на данную точку покрытия сзади идущего колеса.

7.4. При расчете суммарного числа приложений приведенной расчетной нагрузки $\sum N_p$ за нормативный срок службы дорожных одежд изменены значения коэффициента k_n в формуле (6) (табл. 3 ПНСТ 542-2021).

8. Расчет дорожной одежды на прочность

8.1. Расчет дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу (п. 9.3) выполняется по номограммам: рис. Е.1 для диапазона отношений $h|D = 0-2,0$ и рис. Е.2 для $h|D = 2,0-4,0$.

8.2. Расчет дорожной одежды на сдвиг (п. 9.4) выполняется по номограммам: рис. Е.3-Е.50, разработанным для разных углов сдвига с шагом 2^0 .

8.3. Коэффициент k_d при расчете на сдвиг в формуле (12) принимают равным:

1. При расчете на сдвиг грунта рабочего слоя, в случае если нижний слой основания из каменных материалов укладывают непосредственно на грунт рабочего слоя (без дополнительного слоя основания из песка),

- нижний слой основания из укрепленных материалов, глинистый грунт (связный) – 1,0;

- нижний слой основания из укрепленных материалов, песчаный грунт (несвязный): 4,5 – для крупного песка, 4,0 – для среднего песка, 3,0 – для мелкого песка и легкой крупной супеси,

- нижний слой основания из неукрепленных материалов, глинистый грунт (связный) – 1,0;

- нижний слой основания из неукрепленных материалов, песчаный грунт (несвязный), в т. ч. легкая крупная супесь – 2,0.

2. При расчете на сдвиг грунта рабочего слоя, в случае если конструкция дорожной одежды содержит дополнительный слой основания из песка, коэффициент k_d принимают равным:

- 1,0 – глинистый грунт (связный);
- 2,0 – песчаный грунт (несвязный), в т. ч. легкая крупная супесь.

3. При расчете на сдвиг дополнительного слоя из песка или ПГС коэффициент k_d принимают равным:

- нижний слой основания из укрепленных материалов: 4,5 – для крупного песка и ПГС, 4,0 – для среднего песка, 3,0 – для мелкого песка;
- нижний слой основания из неукрепленных материалов – 2,0.

8.4. Расчет на изгиб слоев асфальтобетона

1. Согласно п. 9.6 ПНСТ 542-2921 при расчете на изгиб слоев покрытия ВСП, НСП и ВСО, если этот слой устраивается из асфальтобетона, для определения растягивающих напряжений в пакете слоев рекомендуется использовать:

- номограмму, представленную на рис. Е.51, разработанную, для **спаянного контакта**, используемую при усилении или ремонте слоев покрытия **по существующему слою** из асфальтобетона (п. 13.4 ПНСТ 542-2921)

- номограмму, представленную на рис Е.52. разработанную для **гладкого контакта**, используемую **при новом строительстве**, когда одновременно укладываются все слои из асфальтобетона (п. 9.6.3 ПНСТ 542-2921).

Следует иметь в виду, что расчет по номограмме рис. Е. 52, разработанной для гладкого контакта, дает завышенные напряжения на

изгиб, по сравнению с расчетом для спаянного контакта по номограмме рис. Е. 51.

Например, при отношениях:

$$E_{\text{ср}}/E_{\text{общ,н}}^{\text{IV}} = 5438,89/279,91 = 19,43,$$

$$\sum_{i=1}^3 h_i/D = 0,270/0,345 = 0,7826:$$

- при гладком контакте (при использовании номограммы рис. Е.52) расчетное растягивающее напряжение в монолитном слое основания от единичной нагрузки: $\bar{\sigma}_r = 1,094$;

- при спаянном контакте (при использовании номограммы рис. Е.51) расчетное растягивающее напряжение в монолитном слое основания от единичной нагрузки: $\bar{\sigma}_r = 0.921$.

Из двух номограмм новой является номограмма рис. Е.52 – для гладкого контакта, которую используют при расчете новой конструкции дорожной одежды, следовательно, при повторном расчете по ПНСТ 542-2021 конструкций, рассчитанных по ПНСТ 265-2018, может потребоваться их усиление (увеличение толщины слоев асфальтобетона), поскольку не будет выполняться критерий расчета на изгиб в слоях асфальтобетона.

2. Значения коэффициента k_2 , учитывающего снижение прочности во времени от воздействия природно-климатических факторов, в формуле (18) принимают по табл. 8.

8.5. При расчете монолитных оснований на изгиб (п. 9.7 ПНСТ 542-2921) в формулу (22) внесены изменения:

- добавлен коэффициент K_f , учитывающий воздействие попеременного замораживания – оттаивания, равный 0,95;

- изменена формула для определения коэффициента K_y , учитывающего снижение прочности материалов, укрепленных неорганическими и комплексными вяжущими, при многократном приложении нагрузки.

Формула (23) имеет вид:

$$K_y = \left(\frac{N_p}{1000} \right)^{-0,06},$$

где N_p – приведенная интенсивность движения к расчетной нагрузке на одну полосу движения на конец межремонтного срока проведения работ по капитальному ремонту дорожной одежды, вычисляемая по формуле (3) ПНСТ 542-2021.

9. Проверка дорожной конструкции на морозоустойчивость

9.1. В п. 10.2 ПНСТ 542-2021 внесено дополнение: допустимая величина морозного пучения $L_{\text{доп}}$ принимается по табл. 2 ГОСТ Р 59120-2021:

- при сроке службы дорожной одежды между капитальными ремонтами до 10 лет расчетное значение пучения на поверхности покрытия $L_{\text{доп}} = 4$ см;

- при сроке службы дорожной одежды между капитальными ремонтами более 10 лет расчетное значение пучения на поверхности покрытия не должно превышать 80 % предельно допустимой величины морозного пучения, то есть $L_{\text{доп}} = 3,2$ см.

10. Расчет дорожной одежды на осушение

10.1. Уточнена методика расчета на осушение дренажной конструкции с углубленными продольными ровиками (рис. 11 ПНСТ 542-2021).

В п. 11.10 ПНСТ 542-2021 для более точных расчетов добавлены формулы (36) и (37), в которых величина ΔH – разность напоров, зависит от размеров ровика (глубины и ширины поверху) и длины пути фильтрации. Эта методика реализована в программе Топоматик ROBUR.