# 1. Элементы дорожной одежды. Материалы, применяемые для устройства конструктивных слоев.

Дорожная одежда представляет собой конструкцию из различных материалов. Ее устраивают на хорошо спланированном и тщательно уплотненном земляном полотне для удобного и безопасного движения транспортных средств с расчетной скоростью.

В зависимости от толщины и применяемых материалов дорожную одежду строят серповидного, полу корытного, корытного или бес корытного профиля.



Дорожная одежда, как правило, состоит из нескольких конструктивных слоев:

1. **покрытие** – верхний слой, непосредственно воспринимающий усилия от колес транспортных средств и подверженный воздействию климатических факторов. (асфальтобетон, а/б двухслойный, а/б трехслойный, бетон, железобетон, ж/б предварительно напряженный)

**2. основание** – несущая часть дорожной одежды, которая совместно с покрытием обеспечивает передачу нагрузок на грунт земляного полотна. Основание обычно состоит из нескольких слоев: верхние делают из более прочных материалов, нижние — из менее прочных и морозостойких, но водоустойчивых и не размокаемых.

**3. дополнительный слой основания** – нижний слой дорожной одежды, который, кроме передачи нагрузок на земляное полотно, выполняет и функции морозозащитного, дренирующего, выравнивающего слоя.

Основания дорожных одежд капитального и облегченного типов в зависимости от наличия местных дорожно-строительных материалов можно устраивать из каменных материалов, обработанных вяжущими, из щебня, шлаков, отходов горнорудной промышленности бетона.

Дорожные одежды переходных и низших типов укладывают непосредственно на грунт, за исключением щебеночных покрытий, для которых основанием являются грунт, укрепленный вяжущими материалами, шлаки и другие местные материалы.

# 2. Требования к укрепленным грунтам, используемым в конструктивных слоях дорожной одежды.

**Обработанный материал** - искусственный материал, получаемый смешением в карьерных смесительных установках песчано-щебеночных, песчано-гравийных, песчано-щебеночно-гравийных смесей, золошлаковых смесей и песка с цементом или другим неорганическим вяжущим и водой и отвечающий в проектные или промежуточные сроки нормируемым показателям качества по прочности и морозостойкости.

**Укрепленный грунт** - искусственный материал, получаемый преимущественно смешением непосредственно на дороге (с использованием фрез) грунта с цементом или другим неорганическим вяжущим и водой и отвечающий в проектные и промежуточные сроки нормируемым показателям качества по прочности и морозостойкости.

# 3. Рабочий слой земляного полотна как элемент дорожной конструкции.

*Рабочий слой* (верхняя часть земляного полотна) – зона, ограниченная по высоте снизу глубиной, равной 2/3, глубины промерзания, но не менее 1,5 м, считая от верха покрытия; для выемок, участков с нулевыми отметками или низких насыпей в рабочий слой могут попадать грунты в природном залегании с ненарушенной структурой.

# 4. Определение перспективного периода расчета дорожной одежды.

Перспективный период при назначении категорий дорог, проектировании элементов плана, продольного и поперечного профилей следует принимать равным 20 годам. Подъездные автомобильные дороги к промышленным предприятиям следует проектировать на расчетный срок, соответствующий году достижения предприятием или его очередью полной проектной мощности, с учетом объема перевозок в период строительства предприятия.

Перспективный период при проектировании дорожных одежд следует принимать с учетом межремонтных сроков их службы.

За начальный год расчетного перспективного периода следует принимать год завершения разработки проекта дороги (или самостоятельного участка дороги).

# 5. Классификация дорожных одежд.

|  |  |
| --- | --- |
| Тип д.о. | Вид покрытий, материал и способы его укладки |
| Усовершенствованные покрытия |
| Капитальный | Из горячих а/б смесей |
| Облегченный | А – из горячих а/б смесей;Б – из холодных а/б смесей;В – из арганоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими; с вязкими, в том числе эмульгированными органическими вяжущими; из каменных материалов и грунтов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки или по способу смешения на дороге; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки, из пористой и высокопористой а/б смеси с поверхностной обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой. |
| Переходные покрытия |
| Переходные | из щебня прочных пород, устроенных по способу заклинки без применения вяжущих материалов; из малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими; из булыжного и колотого камня. |
| Низшие | из щебеночно-гравийной смеси, малопрочных каменных материалов и шлаков; из грунтов укрепленных или улучшенных различными местными материалами |

# 6. Дренирующие слои дорожных одежд.

Дренирующие слои следует устраивать из песка, гравийных материалов, отсортированного шлака и др. фильтрующих материалов. В конструкциях, где дренирующий слой оказывается выше глубины промерзания, материалы слоя должны быть морозостойкими и достаточно прочными. Требуемый коэффициент фильтрации материала дренирующего слоя определяют расчетом, с учетом геометрических параметров проезжей части и др. условий. Независимо от результатов расчета он должен быть не менее 1м/сут и 2м/сут соответственно на участках дорог, проходящих в насыпи и в низкой насыпи или выемке.

При выборе материала для дренирующего слоя учитывают прочностные свойства, влияющие на прочность дорожной одежды.

В большинстве случаев, особенно на пучиноопасных участках, рационально устройство верхней части земляного полотна из дренирующего материала без специальных водоотводящих устройств. При количестве подлежащей отводу воды более 0,007 м/сут на 1м проезжей части, а также в выемках и в местах с нулевыми отметками рассматривают вариант устройства продольных трубчатых дренажей (из различных материалов, а также плоских геосинтетических дренажей и др.), у краев проезжей части с поперечными выпусками, а также применение продольного дренажа из крупнопористого материала.

# 7. Задачи и основные принципы конструирования нежестких дорожных одежд.

*Основные задачи при конструировании пакета а/б слоев* – это оптимизировать толщину покрытия верхнего слоя из плотного или высокоплотного а/б и сократить толщину слоев.

При конструировании д.о переходного типа предусматривается один из вариантов без устройства а/б основания. В этом случае толщину покрытия назначают по расчету на прочность.

При конструировании нежесткой дорожной одежды *руководствуются следующими принципами*:

1. Тип д.о. и вид покрытия должны удовлетворять транспортно-эксплуатационным требованиям, предъявляемым к дороге данной категории.

2. Конструкция д.о. может быть принята типовой или разработана индивидуально для каждого участка дороги, характеризующегося сходными природными условиями и одинаковыми расчетными нагрузками.

3. В районах недостаточно обеспеченными стандартными каменными материалами, могут быть использованы местные дорожно-строительные материалы, побочные продукты промышленности и грунты, свойства которых могут быть улучшены, обработкой их вяжущими материалами.

4. Конструкция должна быть технологичной и обеспечивать возможность максимальной механизации и индустриализации дорожно-строительных процессов.

5. При конструировании необходимо учитывать реальные условия проведения работ.

# 8. Условие морозоустойчивости конструкции.

1. Конструкцию считают морозоустойчивой, если соблюдено условие

lпуч ≤ lдоп,

где lпуч - расчетное (ожидаемое) пучение грунта земляного полотна;

lдоп - допускаемое для данной конструкции пучение грунта.

2. Величину возможного морозного пучения следует определять по формуле:

lпуч = lпуч срКУГВ Кпл КгрКнагрКвл,

где lпуч ср - величина морозного пучения при осредненных условиях, определяемая по рисунку в зависимости от толщины дорожной одежды (включая дополнительные слои основания), группы грунта по степени пучинистости и глубины промерзания (zпp);

КУГВ - коэффициент, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод (Ну); при отсутствии влияния грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод следует принимать: для супеси тяжелой и пылеватой и суглинка КУГВ = 0,53; для песка и супеси легкой и крупной КУГВ = 0,43;

Кпл - коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя;

Кгр - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки;

Кнагр - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания;

Квл - коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта.

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

zпp = zпp(cp) ⋅ 1,38,

где zпp(cp) - средняя глубина промерзания для данного района, устанавливаемая при помощи карт изолиний.

4. При глубине промерзания дорожной конструкции zпp до 2 м lпуч ср устанавливают по графикам. При zпp от 2,0 до 3,0 м lпуч ср вычисляют по формуле:

lпуч ср = lпуч ср 2,0 ⋅ [a + b (zпp - c)],

где lпуч ср 2,0 - величина морозного пучения при zпp = 2,0 м;

а = 1,0; b = 0,16; с = 2,0 при 2,0 < zпp < 2,5;

a = 1,08; b = 0,08; с = 2,5 при 2,5 < zпp < 3,0.

# 9 .Прочность дорожной одежды. Отказ. Уровень надежности.

Прочность дорожной одежды – способность сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием касательных и нормальных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте от расчетной нагрузки (кратковременной, многократной или длительно действующей однократной), приложенной к поверхности покрытия.

Уровень надежности – вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода. Отказ конструкции по прочности физически может характеризоваться образованием продольной и поперечной неровности поверхности дорожной одежды, связанной с прочностью конструкции (поперечные неровности, колея, усталостные трещины), с последующим развитием других видов деформаций и разрушений (частые трещины, сетка трещин, выбоины, просадки, проломы и т.д.).

Отказ дорожной одежды, связанный с недостаточной ее прочностью может возникнуть в результате:

- накопления до истечения заданного срока службы конструкции под воздействием касательных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте от транспортной нагрузки, недопустимых остаточных деформаций с потерей ровности поверхности покрытия и соответствующим снижением скорости движения;

- усталостных разрушений монолитных слоев конструкции под воздействием растягивающих напряжений от многократного приложения транспортной нагрузки с последующей интенсивной потерей дорожной одеждой транспортно-эксплуатационных свойств до истечения заданного срока службы.

# 10. Морозозащитные слои в конструкции дорожной одежды.

Морозозащитные слои (м.с.) устраивают из стабильных зернистых материалов, таких как песок, песчано-гравийная смесь, гравий, щебень, шлаки и др., а также из грунтов, укрепленных вяжущими, или гидрофобизированных грунтов, или из других непучинистых материалов. Показателем пригодности материала по морозоустойчивости является степень пучинистости материала.

В случае устройства м.с. из зернистых материалов с коэффициентом фильтрации не менее 1-2 м/сут он может также выполнять функцию дренирующего слоя. В этом случае м.с. нужно устраивать на всю ширину з/п с выходом на откосы насыпи или с укладкой трубчатых дрен или других водоотводящих устройств. Толщина м.с. устанавливается расчетом в соответствии с положениями ОДН. Ширина м.с. должна превышать ширину вышележащего слоя не менее чем на 0,5м с каждой стороны. В местах примыкания разных конструкций д/о необходимо предусматривать переходную зону, в пределах которой конструкция д/о должна изменяться таким образом, чтобы на концах этой зоны пучение грунтов было бы равно значениям зимнего поднятия на сопрягаемых участках.

# 11. Особенности конструирования нежестких дорожных одежд с усовершенствованным покрытием.

Капитальную и облегченную д/о с усовершенствованным покрытием проектируют с таким расчетом, чтобы за межремонтный срок не возникло разрушений и остаточных деформаций, а также, чтобы воздействие природных факторов не приводило к недопустимым изменениям в ее элементах.

Облегченную д/о с усовершенствованным покрытием, рассчитывают на менее продолжительный межремонтный срок службы, чем для капитальных одежд. Это позволяет применять менее долговечные и дорогостоящие материалы и облегчить конструкцию.

При проектировании д/о переходного типа, выравнивание которых не сопряжено со значительными затратами (щебеночные, гравийные и подобные им покрытия), допускают возможность более значительного накопления остаточных деформаций под действием движения.

Во всех случаях для оценки напряженного состояния конструкции используют решения теории упругости.

# 12. Конструктивные мероприятия по защите дорожной конструкции от вредного влияния воды и мороза.

Теплоизоляционные слои вводят в целях уменьшения глубины или полного предотвращения промерзания земляного полотна. Устройство водоизолирующих или каппиляропрерывающих прослоек устраивают для ограничения миграции влаги из нижних слоев земляного полотна в верхние, а следовательно, и пучения грунта при промерзании.

Дорожные одежды с теплоизоляционными слоями из пенопласта целесообразно назначать лишь для участков дорог, находящихся в особо неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, таких как «мокрые» выемки, земляное полотно в нулевых отметках, низкие насыпи.

Для пучинистых участков, на которых невозможно устройство теплоизоляционных, водоизолирующих или каппиляропрерывающих прослоек необходимо учитывать: 1) условия залегании грунтов с ненарушенной структурой в основании насыпи, влияющие на неравномерность пучения; 2) возможную степень переувлажнения грунтов из за недостаточного возвышения дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых или длительно застаивающихся поверхностных под; 3) неизбежное изменение плотности грунтов в течение года в процессе эксплуатации дороги в период между капитальными ремонтами дорожной одежды.

# 13. Выбор материалов для устройства слоев дорожной одежды.

При выборе материалов для устройства слоев д/о необходимо учитывать следующие положения.

Покрытие и верхние слои основания должны соответствовать проектным воздействующим нагрузкам и быть водо-, морозо- и термоустойчивыми.

Для верхнего слоя а/б покрытия выбирают материал в соответствии с действующим ГОСТом и СНиП.

В районах с климатом, близким к морскому, при количестве осадков 500 мм/год следует применять высокоплотный а/б либо плотный а/б, имеющий показатель пористости (водонасыщения), соответствующий нижнему допустимому пределу. В районах с сухим климатом (среднегодовое количество осадков менее 400 мм/год) назначают плотный а/б с показателем пористости (водонасыщения) по верхнему допускаемому пределу. При перспективной интенсивности движения в физических единицах до 3000 авт/сут и при стадийном стр-ве допускается устр-во покрытия из пористого а/б с устр-вом поверхностной обработки или из высокопористого а/б с устр-вом двойной поверхностной обработки. Конструкция д/о в местах остановок общественного транспорта, на регулируемых пересечениях и в других местах изменения скорости или движения на пониженных скоростях должна обеспечить повышенную сдвигоустойчивость при высоких летних температурах. Для обеспечения этого требования в покрытии предусматривают применение а/б смесей типа А и Б, высокоплотных смесей, а в основании - крупнозернистых а/б смесей либо каменных материалов, укрепленных цементом.

При стадийном строительстве или возможном перспективном повышении капитальности дорожной одежды при специальном технико-экономическом обосновании допускается применение холодного а/б. При выборе материала для верхнего слоя основания надо учитывать капитальность (тип) д/о, вид покрытия, а также деформационные и теплофизические свойства материалов и грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими.

При выборе вида материала для устройства основания из минеральных материалов следует ориентироваться на имеющийся в регионе опыт стр-ва и эксплуатации дорог. Материалы должны удовлетворять требованиям действующих СНиП или местным технологическим условиям, утвержденным в установленном порядке. В районах, недостаточно обеспеченных стандартными каменными материалами, целесообразно широко применять местные каменные материалы (в том числе малопрочные и некондиционные) и грунты, укрепленные неорганическим вяжущим (цемент, известь, активные золы уноса и др.).

Основание из зернистых материалов должно быть, как правило, двухслойным: несущий слой из жестких и сдвигоустойчивых материалов (щебень, гравий, щебеночно- или гравийно-песчаные смеси, материалы и грунты, укрепленные неорганическим вяжущим) и дополнительный слой, выполняющий морозозащитные и дренирующие функции.

# 14. Теплоизоляционные слои в конструкции дорожной одежды.

В качестве теплоизолятора могут быть использованы легкие бетоны, теплоизоляционные композиции из укрепленных вяжущими местных материалов (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполнителей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта). Теплоизолирующий слой должен быть шире проезжей части на 0,5-1,5 м с каждой стороны в зависимости от глубины промерзания земляного полотна, а при расчете на недопущение промерзания грунтов под дорожной одеждой - на 1,0-2,0 м.

Толщину и расположение теплоизоляционного слоя в конструкции определяют теплотехническим расчетом. Деформационные и прочностные характеристики материала слоя, а также его толщину следует учитывать при расчете дорожной конструкции на прочность. Указанную выше минимальную глубину расположения теплоизолятора от поверхности покрытия уточняют по данным регионального опыта эксплуатации конструкций с теплоизолирующими слоями.

Оптимальную конструкцию и тип теплоизоляционных материалов нужно выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов, равноценных по морозоустойчивости.

# 15. Дорожные одежды с основаниями из укрепленных грунтов.

Дорожные одежды с покрытием из обработанных вяжущим или необработанных малопрочных материалов на песчаном, гравийном и щебеночном основании, или на основании из укрепленного грунта допускается применять в IV и V климатических зонах при интенсивности движения не более 100 авт/сут. При большей интенсивности движения всегда следует предусматривать обработку малопрочных материалов органическими и неорганическими вяжущими.

Для устройства оснований под усовершенствованные покрытия или покрытий на дорогах IV-V категорий можно использовать тощий цементобетон на основе слабого известнякового щебня, ракушечника, речных песчаников, а также гравийные материалы, укрепленные неорганическим вяжущим.

Шлаковый щебень из высокоактивных и активных шлаков можно использовать для устройства покрытий на дорогах IV-V категорий и для оснований (из улучшенных и неулучшенных шлаков) дорог II-IV категорий. Щебень неустойчивой структуры из активных шлаков можно использовать только для устройства оснований, а щебень из малоактивных шлаков неустойчивой структуры - после приобретения ими устойчивой структуры.

Для повышения монолитности и прочности слоев из кислых малоактивных шлаков следует предусматривать добавку к шлаковому щебню мелких частиц из активных шлаков и 2-3% гашеной извести или молотого гранулированного шлака в количестве 20-25 % от массы щебня. Для устройства слоев дорожных одежд, которые должны обладать улучшенными прочностными и деформационными качествами, следует применять шлаковый щебень, обработанный органическими и минеральными вяжущими.

Кислые металлургические шлаки целесообразно обрабатывать каменноугольными дегтями, которые обладают более высокими адгезионными свойствами, чем нефтяные битумы. Их можно обрабатывать также битумной эмульсией с известью, активной золой уноса и т.д.

# 16. Проектирование дорожных одежд по средствам современных компьютерных программ CREDO.

При выполнении требования минимума стоимости строительства конструкция д/о должна соответствовать:

1. Условию обеспечения упругого прогиба д/о;

2. Условию обеспечения устойчивости против сдвига в грунте з/п и в слоях из несвязных или малосвязных материалов;

3. Условию обеспечения требуемой прочности при изгибе монолитных слоев д/о;

4. Условию обеспечения морозоустойчивости д/о.

Исходные данные, необходимые для расчета оптимальной д/о нежесткого типа.

При вводе данных необходимо заполнить три таблицы:

1. «Общие сведения» - тип д/о, категория дороги, тип местности по условиям увлажнения, поправка к относительной влажности грунта, продолжительность межремонтного периода, среднегодовой прирост интенсивности движения, тип расчетной нагрузки, номер ДКЗ, способ задания сведений об интенсивности движения, признак выравнивания толщины слоев, вид расчета.

2. «Характеристика слоев» - код материала, минимальную и максимальную толщину, шаг изменения толщины, стоимость 1 см. толщины слоя.

3. «Данные по нагрузке и транспортному потоку» - если состав транспортного потока известен, то его заполняем; если нет, то приведенную к расчетному автомобилю интенсивность движения или требуемый модуль упругости.

# 17. Особенности конструирования дорожных одежд со слоями из малопрочных материалов и побочных продуктов промышленности.

Возможность применения в д.о. слабых известняков, гравийных материалов, дресвы, каменных материалов без обработки вяжущими, определяется их свойствами в соответствии с требованиями нормативных документов.

Д.о. с покрытием из обработанных вяжущим или необработанных малопрочных материалов на песчаном гравийном и щебеночном основании допускается применять в IV и V ДКЗ при интенсивности движения более 100 авт/сут с нагрузкой на ось не более 70кН.

Для устройства основания под усовершенствованные покрытия возможно использование тощего ц/б на основе слабого известнякового щебня, а также гравийные материалы, укрепленные неорганическими вяжущими.

Шлаковый щебень из высокоактивных и активных шлаков используют для устройства покрытий на а/д IV-V категорий и для оснований а/д III-IV категорий.

# 18. Условие сдвигоустойчивости конструкции.

1. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в грунте земляного полотна и в малосвязных (песчаных) слоях обеспечено условие:

,

где *Кр* - требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности;

*Т* - расчетное активное напряжение сдвига в расчетной точке конструкции от действующей временной нагрузки;

*Тпр* - предельная величина активного напряжения сдвига, превышение которой вызывает нарушение прочности на сдвиг.

2. 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 *hв* принимают равной сумме толщин слоев одежды .

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляют как средневзвешенный по формуле:

/,

где *п* - число слоев дорожной одежды;

*Ei* - модуль упругости *i*-го слоя;

*hi* - толщина *i*-го слоя.

3. При расчете по условию сдвигоустойчивости в *песчаном слое* основания с помощью номограммы нижнему слою двухслойной модели условно присваивают обычные характеристики песчаного слоя (*сп*, *ϕп*), а модуль упругости принимают равным общему модулю на поверхности песчаного слоя, определяемому по [упругому](#PO0000099) прогибу; толщину верхнего слоя модели принимают равной общей толщине слоев, лежащих над песчаным, а модуль упругости *Ев* вычисляют как средневзвешенное значение для этих слоев.

4. Действующие в грунте или в песчаном слое активные напряжения сдвига (*Т*) вычисляют по формуле:

Т = ·*р*,

где  - удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм;

*р* - расчетное давление от колеса на покрытие.

5. Предельное активное напряжение сдвига *Тпр* в грунте (или в песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле:

*Tnp* = *сNkд* + 0,1*γсрzопtgϕСТ*,

где *сN* - сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки;

*kд* - коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, следует принимать значения *kд* равным:

- 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.

*zоп* - глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

*γср* - средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см3;

*ϕСТ* - расчетная величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

# 19. Мероприятия по повышению прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна.

Для повышения прочности и стабильности рабочего слоя з.п. необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- устройство его из непучинистых, малопучинистых и слабонабухающих грунтов;

- защита грунта от увлажнения поверхностными и подземными водами.

При расчетной (относительной влажности грунта) *W*отн.гр. > 0,7 в числе возможных мероприятий по повышению стабильности рабочего слоя, рассматривается укрепление его верхней части небольшим количеством вяжущих (например, 3-4% цемента, 10-15% золы-уноса, или гранулированными шлаками извести).

# 20. Конструкции жестких и нежестких дорожных одежд Условия их применения.

Для обеспечения движения автомобилей в любое время года с вы­сокой скоростью и при малом расходе топлива дорожные одежды должны обладать необходимой прочностью, ровностью, шероховатостью и хорошо сопротивляться износу.

В зависимости от работы, при воздействии нагрузок, все д.о. условно делят на 2 группы:

- нежесткие;

- жесткие.

*Нежесткие* д.о. обладающие малым сопротивлением изгибу.

К ним относятся все типы д.о., кроме ц/б, а также а/б покрытий на ц/б основании.

*Жесткие* д.о. имеют один или несколько слоев, обладающих сравнительно большим сопротивлением изгибу и модулем упругости.

# 21. Дополнительные слои конструкции дорожных одежд.

Дополнительный слой основания играет роль морозозащитного, дренирующего, противозаиливающего и т.п. Дополнительный слой устраивают из песка или других местных материалов в естественном состоянии или обработанных вяжущим.

Дополнительный слой основания должен иметь водослив – сплошные или прерывистые выходы дренирующего материала на откосы земляного полотна и нижнюю плоскость (поверхность земляного полотна) с поперечным уклоном.

Для улучшения водоотвода можно применять геотекстиль в виде сплошного или прерывистого слоя. Для уменьшения подтока влаги снизу можно предусматривать прерывающие прослойки из синтетических пленок.

При небольшой интенсивности движения дополнительный слой основания может одновременно выполнять роль основания и выравнивающего слоя.

Толщина дополнительного слоя основания определяется расчетом.

Дополнительный слой, выполняющий морозозащитную функцию, может быть заменен грунтом, обработанным (в смесителе) гидрофобизирующими материалами. При небольшой интенсивности движения он может работать и в качестве основания.

# 22. Условие прочности на растяжение при изгибе.

1. В монолитных слоях дорожной одежды, возникающие при прогибе одежды напряжения под действием повторных кратковременных нагрузок, не должны в течение заданного срока службы приводить к образованию трещин от усталостного разрушения. Для этого должно быть обеспечено условие:

,

где *Кпртр* - требуемый коэффициент прочности с учетом заданного уровня надежности;

*RN* - прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений;

*σr* - наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое, устанавливаемое расчетом.

2. Наибольшее растягивающее напряжение *σr* при изгибе в монолитном слое определяют с помощью номограммы, приводя реальную конструкцию к двухслойной модели.

Толщину верхнего слоя модели *hв* принимают равной сумме толщин, входящих в пакет асфальтобетонных слоев (*Σhi*)

Значение модуля упругости верхнего слоя модели определяют по формуле



Модуль упругости нижнего слоя модели определяют путем приведения слоистой системы к эквивалентной по жесткости с помощью номограммы для определения по допускаемому упругому прогибу.

Затем определяют отношения ,  и по полученным параметрам по номограмме находят значение 

4. При использовании номограммы расчетное растягивающее напряжение определяют по формуле:

*σr* = ,

где *σr* - растягивающее напряжение от единичной нагрузки при расчетных диаметрах площадки, передающей нагрузку, определяемое по номограмме;

*кв* - коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия конструкции под спаренным баллоном. Принимают равным 0,85 (при расчете на однобаллонное колесо *кв* = 1,00);

*р* - расчетное давление.

5. Прочность материала монолитного слоя при многократном растяжении при изгибе определяют по формуле:

***RN* = *Rok1k2*(1 - *vR*⋅*t*),**

где *Ro* - нормативное значение предельного сопротивления растяжению при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки;

*k1* - коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки;

*k2* - коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов;

*vR* - коэффициент вариации прочности на растяжение;

*t* - коэффициент нормативного отклонения.

6. Коэффициент *k1*, вычисляют по выражению:

, (3.18)

где Σ*Np* - расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия, с учетом числа расчетных суток за срок службы;

*m* - показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя;

*α* - коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчетной температуры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности.

# 23. Учет региональных особенностей при проектировании дорожных одежд и земляного полотна.

При проектировании д.о. в различных конкретных регионах на ряду с учетом общих нормативных положений по расчету д.о. руководствуются указаниями специальных региональных нормативно-технических документов.

Расчетные температуры, деформационные и прочностные характеристики грунтов и дорожно-строительных материалов при отсутствии региональных норм назначают в соответствии с ОДН 218.046.

При проектировании дорог в условиях вечной мерзлоты учитывают тепловой режим д.о.

При проектировании дорог в районах орошаемых земель, учитывают неблагоприятное влияние на работу дорожной конструкции повышенного уровня грунтовых вод.

При конструировании д.о. на дорогах в песчаных пустынях, предусматривают укрепление песка под д.о.

# 24. Конструирование монолитных бетонных покрытий.

*Покрытия из неармированного цементобетона* устраивают либо однослойными, либо двухслойными с верхним слоем толщиной не менее 6см. Двухслойные покрытия применяют, как правило, при строительстве комплектом машин, передвигающихся по рельс-формам, с целью использования в бетоне для нижнего слоя менее прочных и морозостойких местных каменных материалов. Общую толщину покрытия назначают 18-24 см и более в зависимости от категории автомо­бильной дороги, состава и интенсивности дви­жения автомобилей и вида материала основания.

Толщина бетонных покрытий должна быть, как правило, одинаковой по всей ширине проезжей части. На шестиполосных покрытиях толщину крайних внешних полос допускается увеличивать на 2 см для обеспечения проезда тяжелых автомобилей. Бетонные покрытия могут быть однослойными или при наличии соответствующего технологического оборудования – двухслойными с толщиной верхнего слоя не менее 6 см. В нижнем слое двухслойного бетонного покрытия могут быть применены менее прочные и менее морозостойкие местные каменные материалы.

Толщину бетонных покрытий *h* определяют расчетом.

В покрытии устраивают продольные и поперечные швы (сжатия и расширения), делящие покрытие на плиты определенной длины и ширины. В швах предусматривают штыревые соединения. Пазы швов заполняют герметизирующим материалом.

Для повышения продольной устойчивости, лучшей совместной работы плит, увеличения динамической устойчивости основания и повышения транспортно-эксплуатационных качеств рекомендуется поперечные швы устраивать наклонным в плане или в виде «елочки» с уклоном к перпендикуляру 1:10. Количество штырей в продольном шве рассчитывают с учетом массы соседних плит без штырей в продольном шве.

# 25. Обеспечение морозоустойчивости дорожных одежд и земляного полотна.

В районах сезонного промерзания грунтов з.п. при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью и устойчивостью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд. С этой целью применяют различные специальные мероприятия:

- использование непучинистых или слабопучинистых грунтов для сооружения верхней части з.п., находящегося в зоне промерзания;

- осушение рабочего слоя з.п., в том числе устройство дренажа для увеличения расстояния от низа д/о до уровня подземных вод; устройство гидроизолирующих или капилляропрерывающих прослоек для перехода от 2-ой или 3-й схемы увлажнения рабочего слоя з.п. к 1-й схеме;

- устройство морозозащитного слоя из непучинистых минеральных материалов, в т.ч. укрепленных малыми дозами минеральных или органических вяжущих;

- устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину или полностью исключающих промерзание грунта под д/о;

- устройство основания д/о из монолитных материалов (типа тощего бетона или других зернистых материалов, обработанных минеральным или органическим вяжущим).

# 26. Основные принципы назначения конструкций дорожных одежд.

На участках реконструируемых дорог, где устраивают новую дорожную одежду, проектирование дорожной одежды выполняют в соответствии с настоящими ОДН 218.046. На реконструируемых участках, где сохраняют или используют старую дорожную одежду, проектирование ведут в соответствии с положениями специальных нормативных документов на основе детальных данных по конструкции существующей дорожной одежды, состоянию ее конструктивных слоев и оценке способности этих слоев выполнять свои функции. Для получения исходных данных существующая дорожная одежда и рабочий слой земляного полотна должны быть детально обследованы с выполнением буровых и др. работ и испытаний, позволяющих получить необходимую информацию. Количественные оценки прочности и морозоустойчивости конструкции осуществляют по методам, изложенным в ОДН 218.046.

При разработке проектного решения должны быть рассмотрены вопросы:

- целесообразности использования существующей дорожной одежды или отдельных ее конструктивных слоев без предварительного разрушения;

- целесообразности использования материалов конструктивных слоев после их переработки;

- необходимости усиления существующей конструкции;

- необходимости повышения морозоустойчивости существующей конструкции;

- необходимости улучшения дренирования существующей конструкции;

- необходимости изменения конструкции укрепления обочин;

- необходимости уширения дорожной одежды и способ уширения.

# 27. Требования к морозозащитным (стабильным) и теплоизоляционным материалам.

Морозозащитные слои устраивают из стабильных зернистых материалов, таких как песок, песчано-гравийная смесь, гравий, щебень, шлаки и др., а также из грунтов, укрепленных вяжущими, или гидрофобизированных грунтов, или из других непучинистых материалов.

Для устройства теплоизоляционных слоев применяют пенопласты (легкие бетоны, теплоизоляционные композиции из укрепленных вяжущими местных материалов (грунтов) или отходов промышленности).

Пенопласт, используемый для устройства теплоизолирующего слоя должен удовлетворять следующим требованиям: прочность на сжатие при 10 % линейной деформации не менее 0,40 МПа, предел прочности при изгибе - не менее 0,70 МПа, водопоглощение по объему - не более 0,45, теплопроводность - не более 0,032 Вт/(мК).

# 28. Прочность дорожных конструкций.

Прочность конструкции количественно оценивается величиной коэффициента прочности. При оценке прочности конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу коэффициент прочности в общем виде определяют по формуле:



При оценке прочности конструкции по слоям по допускаемым напряжениям коэффициент прочности определяют по формуле:



где *lдоп* - допустимый общий прогиб конструкции под расчетной нагрузкой;

*l* - расчетный общий прогиб конструкции под расчетной нагрузкой;

 - расчетные действующие напряжения (нормальные или касательные) от расчетной нагрузки;

 - допустимые напряжения (нормальные или касательные) от расчетной нагрузки;

Еобтр - требуемый общий модуль упругости конструкции, определяемый при расчетной нагрузке;

*Еоб* - расчетный общий модуль упругости конструкции, определяемый при расчетной нагрузке.

Коэффициент прочности вновь проектируемой конструкции должен быть таким, чтобы в заданный межремонтный период не наступил отказ по прочности с вероятностью более заданной, т.е. чтобы была обеспечена заданная (требуемая) надежность.

# 29. Конструктивные меры по уменьшению глубины промерзания и обеспечению морозоустойчивости конструкции.

В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд.

С этой целью применяют различные специальные мероприятия:

- использование непучинистых или слабопучинистых грунтов для сооружения верхней части земляного полотна, находящегося в зоне промерзания;

- осушение рабочего слоя земляного полотна, в том числе устройство дренажа для увеличения расстояния от низа дорожной одежды до уровня подземных вод; устройство гидроизолирующих или капилляропрерывающих прослоек;

- устройство морозозащитного слоя из непучинистых минеральных материалов;

- устройство теплоизолирующих слоев, снижающих глубину или полностью исключающих промерзание грунта под дорожной одеждой;

- устройство основания дорожной одежды из монолитных материалов (типа тощего бетона или других зернистых материалов, обработанных минеральным или органическим вяжущим).

# 30. Особенности конструирования одежд городских улиц и дорог.

При конструировании одежд городских улиц и дорог необходимо учитывают ряд особенностей связанных с условиями их строительства и эксплуатации:

- ограниченную возможность варьирования проектных отметок продольного профиля обусловленную общими архитектурно-планировочными решениями;

- необходимость временного сбора воды у кромок п/ч с последующим ее прохождением ч/з ливневую канализацию;

- необходимость в ряде случаев размещения под п/ч электрических, тепловых, водопроводных и др. коммуникаций;

- необходимость устройства сопряжений д/о с люками и трамвайными путями;

- наличие участков, где наблюдаются частые разгоны и торможения транспортных средств, а также на участках остановок обществ-го транспорта с наибольшим совпадением траектории движения колес транспортных средств.

При конструировании одежд городских дорог и улиц должны быть удовлетворены основные требования, предъявляемые к конструкции дорог общего пользования, повышены требования водонепроницаемости, бесшумности, к ремонтной пригодности д/о и к сопряжениям с элементами встроенных конструкций. При этом покрытие городских улиц и дорог должно обладать повышенной износостойкостью, сдвигоустойчивостью и шероховатостью поверхности.

# 31. Проектирование устройств по осушению дорожных одежд и земляного полотна.

Дренажная система д.о. включает:

*1 – плоскостной горизонтальный дренаж:*

При устройстве слоев д.о. из монолитных материалов в качестве плоскостного горизонтального дренажа при соответствующем ТЭО вместо дренирующего слоя, допускается применять прослойку из *геотекстиля* толщиной не менее 4мм, с коэф фильтрации не менее 50мм/сут, с выпуском полотнищ на откосы насыпи.

Проектирование мероприятий по дренированию д.о. осуществляют в следующей последовательности:

- дорогу разделяют на типичные участки по виду продольного профиля и природным условиям с учетом особенностей конструкций з.п. и дорожной одежды, обеспеченности материалами для дренирующего слоя дренажных труб и геотекстиля;

- для типичных участков определяют количество воды, поступающей в основание за сутки и за расчетный период, с учетом предусмотренных мер по ограничению притока воды в конструкцию д.о;

- намечают варианты дренажных конструкций;

- обосновывают расчетом толщину дренирующего слоя, необходимых в данных условиях или определяют каким значением коэффициента фильтрации должен обладать зернистый материал в заданной дренажной конструкции.

*2 – прикромочный дренаж;*

*3 – поперечный дренаж мелкого заложения:*

Поперечный дренаж мелкого заложения устраивают для поперечного перехвата воды, движущейся в дренирующем слое вдоль трассы на участках с продольным уклоном более 20‰.

# 32. Основные положения расчета дорожных одежд на прочность.

Под прочностью дорожной одежды понимают способность сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием касательных и нормальных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте от расчетной нагрузки (кратковременной, многократной или длительно действующей однократной), приложенной к поверхности покрытия.

Методика оценки прочности конструкции включает как оценку прочности конструкции в целом (с использованием эмпирической зависимости допускаемого упругого прогиба от числа приложений нагрузки), так и оценку прочности с учетом напряжений, возникающих в отдельных конструктивных слоях и устанавливаемых с использованием решений теории упругости. Д/о следует проектировать с требуемым уровнем надежности, под кот. понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода. Отказ конструкции по прочности физически может характеризоваться образованием продольной и поперечной неровности поверхности дорожной одежды, связанной с прочностью конструкции (поперечные неровности, колея, усталостные трещины), с последующим развитием других видов деформаций и разрушений (частые трещины, сетка трещин, выбоины, просадки, проломы и т.д.). Номенклатура дефектов и методика количественной оценки их определяется специальными нормами, используемыми при эксплуатации дорог.

В качестве количественного показателя отказа д/о как элемента инженерного сооружения линейного характера используют предельный коэффициент разрушения , представляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности д/о, к общей протяженности (или общей площади) дороги между корреспондирующими пунктами. Значения  на последний год службы в зависимости от капитальности д/о и категории дороги следует принимать в соответствии с ОДН.

# 33. Требования к материалам и трубам дренажных конструкций.

К системе дорожного водоотвода относится также *подстилающий (дренирующий) слой дорожной одежды* из песка, гравия и других крупнозернистых материалов, который собирает воду, проникающую через обочины, трещины и швы в покрытиях. Воду из песчаного слоя отводят на откосы насыпи или в боковые канавы *дренажными воронками*.

В зависимости от ширины проезжей части и климатического района строительства песча­ные материалы для дренирующего слоя должны в уплотненном состоянии иметь коэффициент фильтрации не менее 1,0 м/сут.

Дренажные воронки заполняют хорошо дренирующим материалом (одноразмерным щебнем, галькой размером 40 60 мм и др.), по которому вода просачивается из земляного полотна.

*Закрытый дренаж* состоит из уложенной в грунте дрены – трубы (гончарной, керамической, бетонной или деревянной), в стенах которой могут быть малые отверстия для приема поды. Чтобы труба не засо­рялась грунтом, ее окружают пористой засыпкой, крупность которой уменьшается по направлению к стенкам траншеи. Пористая засыпка собирает притекающую из грунта поду, которая стекает по трубе. В некоторых случаях вместо трубы укладывают каменную наброску.

# 34. Условие прочности по критерию упругого прогиба конструкции.

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

*Еоб* > *Етiп·Kпртр*,

где *Еоб* - общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

*Етiп* - минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

*Kпртр* - требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности.

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

*Етiп* = 98,65 [*lg*(*ΣNр*) - *c*], (МПа),

где *ΣNр* - суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды;

*с* - эмпирический параметр, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 100 кН - 3,55; 110 кН - 3,25; 130 кН - 3,05.

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

Приведение многослойной конструкции к эквивалентной однослойной ведут послойно, начиная с подстилающего грунта.

# 35. Приток воды в основание дорожной одежды и меры по его ограничению.

Для уменьшения притока поверхностных вод в основание проезжей части и в грунт земляного покрытия следует предусматривать одно или несколько из следующих мероприятий: а) укрепление обочин с приданием им надлежащего поперечного уклона; б) устройство бордюров у краев проезжей части; в) правильное размеры берм и крутизна откосов; г) правильное размещение боковых канав; д) устройство монолитных слоев основания шире проезжей части.

Для ограничения притока влаги из нижних слоев земляного полотна в верхние, предусматривают следующие мероприятия:

- увеличение расстояния от поверхности покрытия до уровня грунтовых вод (возведение более высокой насыпи, понижение УГВ);

- применение для сооружения насыпи непучинистых или малопучинистых грунтов;

- введение в конструкцию морозозащитных слоев из стабильных (не изменяющих своего объема при замерзании в увлажненном состоянии) материалов, капилляропрерывающих и водоизолирующих прослоек.

С целью существенной экономии привозных и дефицитных дорожно-строительных материалов следует вводить теплоизоляционные слои в конструкции на пучиноопасных участках.

# 36. Общие требования к жестким дорожным одеждам.

В целом для сохранения необходимых транспортно-эксплуатационных качеств и сплошности покрытия к конструкции жесткой одежды предъявляются следующие требования:

*- по трещиностойкости покрытия и конструктивных слоев, способных сопротивляться изгибу.* В качестве критерия прочности используется допускаемое напряжение растяжения при изгибе монолитных слоев под воздействием температуры и динамической нагрузки;

*- по прочности дорожной одежды в целом.* В качестве критерия прочности используется допускаемое напряжение сдвига в грунтах земляного полотна и в слоях, не способных сопротивляться изгибу;

*- по продольной устойчивости покрытия.* В качестве критерия используется критическое на­пряжение сжатия, возникающее в покрытии при повышении его температуры;

*- по морозоустойчивости дорожной одежды.* В качестве критерия используется допускаемое зимнее вспучивание (вертикальный подъем) покрытия;

*по шероховатости поверхности покрытия.* В качестве критерия используется допускаемый коэффициент сцепления колеса с покрытием или допускаемая средняя высота высту­пов шероховатости.

Учет всех указанных требований приводит к конструированию жестких одежд в виде многослойных систем.

# 37. Основные принципы конструирования жестких дорожных одежд.

Цель конструирования д/о - выбрать материалы, определить кол-во слоев и их размещение по глубине. При этом необходимо:

-предусматривать при необходимости максимальное использование местных строительных материалов;

-стремиться к уменьшению количества слоев;

-предусматривать проезд построечного транспорта по основанию;

-обеспечивать соответствие конструкции д/о технологии ее строительства и наибольшую механизацию работ;

-учитывать категорию дороги, состав транспортного потока, интенсивность движения, напряженное состояние и механизм деформирования отдельных слоев и конструктивных элементов;

-устанавливать срок службы покрытия и всей д/о до капитального ремонта;

-учитывать природно-климатические и гидрогеологические условия местности (включая возведение высоких насыпей);

-предусматривать условия и возможность дальнейшего поэтапного усиления, уширения и повышения капитальности а/д.

# 38. Источники увлажнения дорожной конструкции и мероприятия по обеспечению оптимального вводно-теплового режима.

Прочность и устойчивость земляного полотна зависит от его водно-теплового режима. Водно-тепловой режим различают по особенностям дорожно-климатической зоны, по условиям расположения дороги на местности, конструкции земляного полотна (в насыпи, в выемки), характеру атмосферных осадков, глубине промерзания и другим факторам.

Атмосферные осадки в виде дождя и тающего снега при гладком и достаточно водонепроницаемом покрытии стекают с него на обочины, затем по откосам – в боковые канавы и резервы. При интенсивных осадках вода может размывать обочины и откосы, переполнять боковые канавы, размывать их и проникать в земляное полотно. Поэтому для сохранения земляного полотна укрепляют его поверхность и обочины, прорывают водоотводные канавы, строят различные водоотводные сооружения, предусматривают устройство дренажей.

Земляное полотно предохраняют от переувлажнения с помощью снижения грунтовых вод, что достигается с помощью применения морозоустойчивых грунтов. Для отвода воды, поступающей в верхнюю часть земляного полотна, дополнительные слои оснований устраивают в виде дренирующих грунтов. При избыточном притоке воды ее отводят системой дренажных труб. Такой способ отвода воды именуют дренажом мелкого заложения, расположенным в пределах глубины промерзания грунтов земляного полотна, в отличие от глубокого дренажа, закладываемого ниже уровня промерзания для перехвата и отвода грунтовых вод.

# 39. Основные положения расчета жестких дорожных одежд.

Д/о рассчитывают с учетом состава транспортного потока, перспективной интенсивности движения к концу срока службы, грунтовых и природно-климатических условий.

Расчет производят в следующих случаях:

- при проектировании д/о;

- при определении возможности разового пропуска тяжелых нагрузок по существующему покрытию;

- при определении рациональности новых конструктивных или технологических решений.

Расчет выполняемый по предельным состояниям, определяющим пределы работоспособности того или иного элемента конструкции, на основании расчетных схем, используя нормируемые расчетные параметры.

Расчет ведется путем проверок предварительно назначенной конструкции д/о:

- по прочности верхних слоев д/о;

- по прочности и устойчивости з/п и слоев основания на сдвиг и по накоплению уступов в поперечных швах покрытия;

- по устойчивости в продольном направлении покрытия в жаркое время года, по прочности стыковых и монтажных соединений;

- по устойчивости д/о к воздействию морозного пучения;

- по способности дренирующего слоя основания отводить влагу в весенний период.

Расчетом определяется толщины покрытия и слоев снования, расстояние м/у поперечными швами, кол-во штырей в швах расширения и сжатия.

# 40. Условия прочности дорожной конструкции.

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

*Еоб* > *Етiп*,

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:

,

В монолитных слоях дорожной одежды, возникающие при прогибе одежды напряжения под действием повторных кратковременных нагрузок, не должны в течение заданного срока службы приводить к образованию трещин от усталостного разрушения. Для этого должно быть обеспечено условие:

