

ПОСОБИЕ

**по проектированию и устройству теплоизолирующих слоев
дорожной одежды из пенополистирольных экструзионных плит
«ТЕПЛЕКС»**

Балашиха, 2007

Оглавление

	Стр.
Предисловие	3
1. Общие положения.	4
1.1 Область применения.....	4
1.2. Нормативные ссылки.....	4
1.3. Требования к пенополистиролам, применяемым в дорожном строительстве	4
1.4. Условия применения теплоизолирующих слоев из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС».	5
2. Обеспечение морозоустойчивости дорожной конструкции при сезонном промерзании с помощью теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС».....	6
2.1. Общие положения.....	6
2.2. Учет теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» в расчете дорожной одежды на прочность	7
2.3. Схемы дорожных конструкций с теплоизолирующим слоем из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС».....	10
3. Обеспечение сохранения вечной мерзлоты в основании земляного полотна с помощью теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС».....	13
3.1. Общие положения.....	13
3.2. Принципы проектирования дорожных конструкций на вечной мерзлоте и условия их применения	13
3.3. Расчет требуемой толщины теплоизолирующего слоя	15
3.4. Схемы дорожных конструкций, устраиваемых с сохранением грунта в мерзлом состоянии, с использованием теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС».....	17
4. Технология и организация устройства теплоизолирующих слоев из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» при строительстве автомобильных дорог	20
4.1. Общие положения.....	20
4.2. Указания по устройству теплоизолирующего слоя.....	21
4.3. Требования безопасности.....	23
Приложение. Справочные данные	24

Предисловие

Настоящее Пособие разработано в развитие ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд», а также в развитие ВСН 84-89 «Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты» с учетом разработанных ранее аналогичных документов.

Пособие предназначено для обеспечения возможности проектирования и строительства дорог с теплоизолирующими слоями из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» как в зоне сезонного промерзания, так и в зоне сезонного протаивания.

По мере накопления практического опыта применения теплоизолирующих слоев из плит «ТЕПЛЕКС» в конструкциях дорожных одежд Пособие может быть дополнено и переработано.

В Пособии наряду с типовыми приведены новые решения дорожных конструкций, ранее не опубликованные.

В Пособии были использованы материалы д-ра технич. наук В.И.Рувинского, опубликованные ранее в нормативных документах.

1. Общие положения

1.1. Область применения.

Настоящее Пособие предназначено для проектирования и строительства автомобильных дорог с теплоизолирующими слоями из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» в I – IV дорожно-климатических зонах. Пособие распространяется на дороги общего пользования всех технических категорий.

Конструктивные решения с использованием теплоизолирующих слоев должны быть обоснованы соответствующими расчетами, указанными в настоящем Пособии.

1.2. Нормативные ссылки.

1. СНиП 2.05.02-85 . Автомобильные дороги.
2. СНиП 3.06.03-85 . Автомобильные дороги
3. ВСН 84-89. Изыскания, проектирование и строительство дорог в районах распространения вечной мерзлоты.
4. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд.
5. ВСН 37-84. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ

1.3. Требования к пенополистиролам, используемым в дорожных конструкциях

Теплоизолирующие материалы, применяемые в дорожных конструкциях, должны:

- сохранять теплоизолирующие свойства под воздействием влаги, температуры и агрессивных вод в течение всего периода эксплуатации дороги;
- быть морозостойкими (определяют циклическим промораживанием в зависимости от условий использования материала);
- быть биостойкими (определяют на основе химического анализа);
- быть нетоксичными (заключение СЭС);
- обладать технологичностью в работе (размеры плит, удобные в работе, возможность скрепления краев плит между собой, например, шпунтовка и др.);
- выдерживать нагрузки, возникающие при укладке и уплотнении вышележащих слоев дорожной одежды (испытание на прочность при сжатии), а также от вышележащих слоев насыпи и транспорта во времени;

- обладать физическими, теплофизическими и прочностными характеристиками, приведенными в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Не более		Не менее	
Водопоглощение, % (ГОСТ 17177)	Теплопроводность, Вт/(мС) (ГОСТ 30256)	Сопротивление сжатию при 10% линейной деформации, МПа (ГОСТ 17177)	Предел прочности при статическом изгибе, МПа (ГОСТ 17177)
0,45	0,032	0,4	0,6

1.4. Условия применения теплоизолирующих слоев из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС».

1.4.1. Теплоизолирующие слои из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» в дорожной конструкции могут применяться:

- для снижения деформаций пучения при промерзании дорожной конструкции, в которой в пределах глубины промерзания имеются пучинистые грунты
- для сохранения вечномерзлого грунта в основании (или теле) насыпи с исключением просадок земляного полотна при оттаивании его основания (или мерзлой части насыпи), как альтернатива устройству повышенных насыпей (выше, чем отвечающие условию снегонезаносимости) или устройству теплоизоляции из торфа.

1.4.2. Первое направление использования теплоизолирующего слоя может быть реализовано на дорогах общей сети и ведомственных дорогах в I - IV дорожно-климатических зонах при наличии сезонного промерзания грунтов земляного полотна с повышенной пучинистостью.

Второе направление может быть реализовано на дорогах общей сети и ведомственных дорогах, расположенных в I-й дорожно-климатической зоне.

2. Обеспечение морозоустойчивости дорожной конструкции при сезонном промерзании с помощью теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС»

2.1. Общие положения

2.1.1. Эффект от применения теплоизолирующего слоя, используемого для снижения морозного пучения, может быть получен за счет:

- уменьшения объема качественных материалов, используемых в дорожной одежде для обеспечения ее морозоустойчивости и, соответственно, возможности использования в верхней части земляного полотна местных пучинистых грунтов;
- повышения долговечности конструкции вследствие исключения периодически возникающих деформаций морозного пучения и просадки при оттаивании;
- возможности понижения рабочих отметок насыпей на участках, где при применении традиционных конструкций действуют ограничения СНиП 2.05.02-85 по минимальному возвышению насыпи над уровнем подземных или поверхностных вод, а также над уровнем земли;
- понижения расчетной влажности грунта земляного полотна и соответствующего повышения расчетных значений прочностных характеристик грунта за счет снижения влагонакопления в процессе промерзания;
- снижения требуемой толщины дренирующего слоя за счет исключения поступления воды снизу при оттаивании земляного полотна;
- исключения необходимости замены грунта в основании дорожной одежды в выемке.

2.1.2. Морозоустойчивость дорожной конструкции оценивается по расчетной величине ее морозного пучения. Морозоустойчивость конструкции считается обеспеченной при условии:

$$l_{нуч} \leq l_{нуч}^{доп}, \quad (2.1)$$

где: $l_{нуч}$ – расчетная величина морозного пучения конструкции;

$l_{нуч}^{доп}$ – допустимая величина морозного пучения, устанавливаемая по табл.2.1.

Таблица 2.1 (Табл.4.3 ОДН 218.046-01)

Тип дорожной одежды	Вид покрытия	Допустимое морозное пучение, см
Капитальные	Асфальтобетон	4
	Цементобетон	3
Облегченные	Асфальтобетон	6
Переходные	Переходное	10

2.1.3. Мероприятия по снижению или исключению морозного пучения грунтов земляного полотна, включая устройство теплоизолирующих слоев, должны рассматриваться в тех случаях, когда определенная расчетом величина морозного пучения земляного полотна дорожной конструкции превышает допустимые значения, указанные в табл.2.1.

2.1.4. Для определения расчетной величины морозного пучения конструкции $l_{пуч}$ могут быть использованы методики, приведенные в ОДН 218.046-01:

- методика, основанная на использовании осредненной для заданных условий величины морозного пучения традиционных конструкций, полученной по результатам региональных наблюдений, с введением корректирующих табличных коэффициентов;
- методика, основанная на использовании определяемой экспериментально величины коэффициента влагопроводности грунта.

2.1.5. Теплоизолирующие слои из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» применяют для повышения морозоустойчивости дорожной конструкции в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, характерных для 2 и 3 типа местности по увлажнению (СНиП 2.05.02-85). В зависимости от особенностей конкретного участка возможно либо не допускать промерзания грунтов насыпи и ее основания и исключить таким образом морозное пучение грунтов полностью, либо уменьшить глубину промерзания и, соответственно, пучение до допустимой его величины.

Теплоизолирующие слои из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» могут быть применены как в насыпях, отсыпанных из пучиноопасных грунтов, так и в выемках, основание которых сложено пучиноопасными грунтами.

2.1.6. Для расчета требуемой толщины теплоизолирующего слоя могут применяться расчетные методы, изложенные в ОДН 218.046-01:

- метод, разработанный В.И.Рувинским, основанный на расчете по термическому сопротивлению конструкции;

- метод, разработанный И.А.Золотарем, использующий в качестве характеристики грунта коэффициент влагопроводности, определяемый экспериментально.

2.2 Учет теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» в расчете дорожной одежды на прочность.

2.2.1. Проверка на прочность конструкции дорожной одежды с теплоизолирующим слоем из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС» производится в соответствии с расчетами, предусмотренными ОДН 218.046-01 (для нежестких дорожных одежд).

Учет влияния теплоизолирующего слоя на прочность конструкции дорожной одежды осуществляется путем приведения системы (подстилающий грунт + слой плит «ТЕПЛЕКС») к однородному слою с расчетным модулем упругости, равным общему модулю упругости на поверхности слоя плит «ТЕПЛЕКС» ($E_{общ}^T$). Последний вычисляют по формуле, предложенной проф. Ивановым:

$$E_{общ}^T = \frac{E_n}{1 - \frac{2}{\pi} \left[\arctg\left(2,5 \frac{h_n}{D_o}\right) \right] \left[1 - \frac{E_n}{E_s} \right]}, \quad (2.2)$$

где: E_n – модуль упругости грунта, подстилающего теплоизолирующий слой, МПа (при слоистой толще принимается общий модуль упругости на поверхности толщи под плитами «ТЕПЛЕКС»);

E_s – модуль упругости материала «ТЕПЛЕКС», МПа;

D_o – расчетный диаметр отпечатка колеса, см;

h_n – толщина плит «ТЕПЛЕКС», см.

2.2.2. При конструировании дорожных одежд со слоями из плит «ТЕПЛЕКС» следует учитывать, что над плитами должен быть устроен защитный слой из дискретного материала, предохраняющий плиты от воздействия построечной техники, а непосредственно под плитами – выравнивающий слой из песчаного грунта, толщиной 5 – 10 см. Если согласно проекту плиты предполагается укладывать на песчаный грунт (земляное полотно запроектировано из песка, либо под плитами расположен дренажный слой), то выравнивающий слой не требуется. Защитный слой целесообразно

устраивать из дренирующего материала. При расчете дорожной одежды на прочность выравнивающий слой допускается не учитывать.

2.2.3. При применении в конструкции дорожной одежды теплоизолирующего слоя из плит «ТЕПЛЕКС» следует выполнить проверку этого слоя на прочность при одноосном сжатии. Проверка ведется для условий строительства дорожной одежды.

На основе этого расчета определяют минимальную толщину защитного слоя над плитами «ТЕПЛЕКС».

Проверка ведется по зависимости:

$$Z \geq Z^{\text{don}}, \quad (2.3)$$

где: Z – глубина расположения слоя от поверхности, к которой прилагается внешняя нагрузка (поверхность покрытия для условий эксплуатации и поверхность защитного слоя при строительстве);

Z^{don} – допустимая глубина по условию прочности слоя на одноосное сжатие.

Приближенно величину Z^{don} устанавливают по формуле:

$$Z^{\text{don}} \geq k \left(\frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi} \sqrt{\frac{4Q}{\pi R}} - D \right), \text{ см} \quad (2.4)$$

где: k – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,4;

φ – угол внутреннего трения песка защитного слоя, град.

D – расчетный диаметр отпечатка колеса расчетной нагрузки, см;

Q – давление расчетного колеса на защитный слой, кгс;

R – прочность материала «ТЕПЛЕКС» на одноосное сжатие, (предел пропорциональности на диаграмме сжатия, $R=2,3$ кгс/см²).

В случае если $Z < Z^{\text{don}}$, прочность материала не обеспечена и следует увеличить толщину защитного слоя.

2.2.4. При расчете параметры нагрузки выбираются с учетом применяемой техники и технологии устройства слоев, располагаемых над плитами «ТЕПЛЕКС».

2.3. Схемы дорожных конструкций с теплоизолирующими слоями из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС»

2.3.1. Для исключения повышенной опасности гололедообразования необходимо располагать теплоизолирующий слой из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС» на глубине не менее 1,2 м от поверхности покрытия.

Необходимая ширина теплоизолирующего слоя принимается равной не менее, чем на 2,0-1,5 м больше ширины проезжей части или равной ширине земляного полотна по верху. При необходимости требуемая ширина может быть уточнена на основе специальных расчетов по двумерной задаче (учет двумерности).

2.3.2. Дренажное устройство дорожной одежды с теплоизолирующим слоем обеспечивается устройством дренажного слоя, который может предусматриваться в трех вариантах:

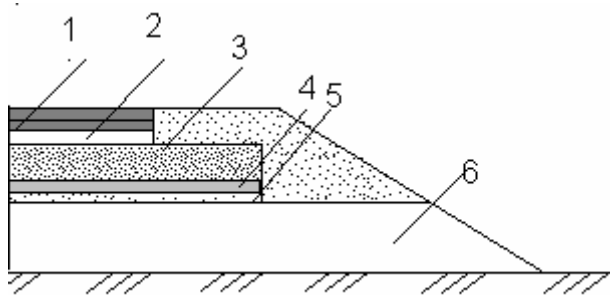
- в виде песчаного слоя, располагаемого над теплоизолирующим (работающим также в качестве защитного слоя);
- в виде песчаного слоя, вмещающего в себя теплоизолирующий слой;
- в виде дренажного слоя из геотекстиля, обладающего продольной водопроницаемостью.

2.3.3. Толщина дренажного слоя в общем случае определяется расчетом по методике, изложенной в ОДН 218.046-01.

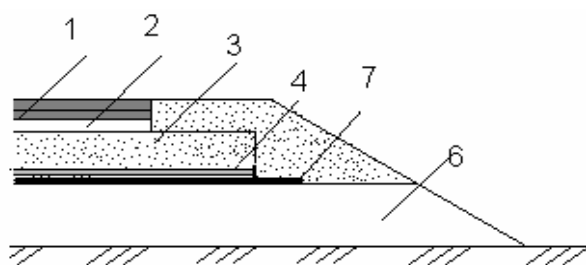
2.3.4. Возможные варианты конструкции дорожных одежд с теплоизолирующим слоем из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС» представлены на рис.2.1.

При конструировании должно быть обеспечено:

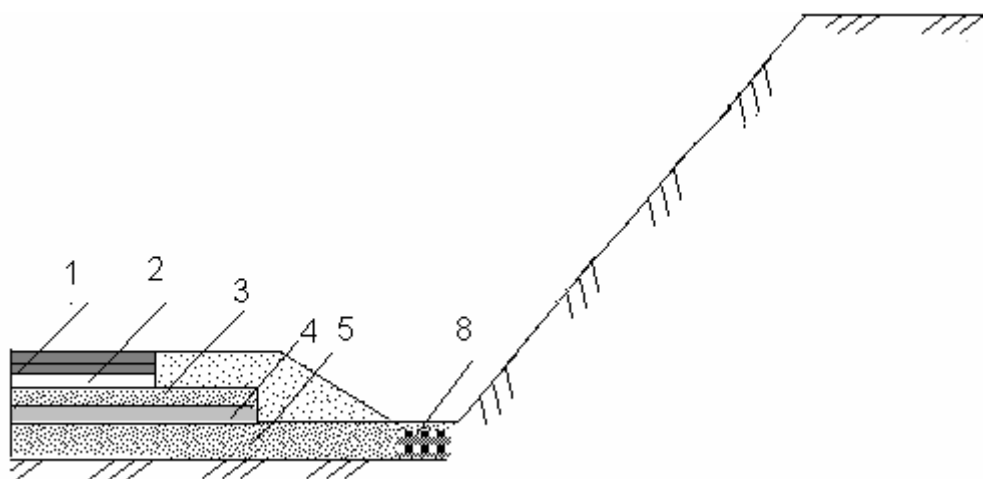
- полная или частичная защита пучинистого грунта земляного полотна от промерзания;
- дренажное устройство дорожной одежды;
- учет снижения расчетного модуля упругости земляного полотна вследствие использования плит «ТЕПЛЕКС».



а)



б)



в)

Рис.2.1. Схемы дорожных конструкций с применением теплоизолирующего слоя, включающего пенополистирольные экструзионные плиты «ТЕПЛЕКС».

1 – двухслойное покрытие; 2 – несущее основание дорожной одежды; 3 – защитный слой; 4 – пенополистирольные плиты «ТЕПЛЕКС»; 5 – дренажный слой; 6 - земляное полотно, отсыпанное из пучиноопасного грунта; 7 - геотекстиль; 8 – трубчатый дренаж, либо дренажный материал «Козинаки»

Схема рис.2.1 а) может быть использована как при исключении промерзания земляного полотна так и при его уменьшении исходя из допустимой величины пучения. Необходимую толщину теплоизолирующего слоя определяют в соответствии с ОДН 218.046-01.

Схема 2.1. б) отличается от конструкции рис. 2.6. а) тем, что в качестве дренирующего слоя (играющего также роль выравнивающего слоя под теплоизолятором) используется геотекстиль, обладающий продольной водопроницаемостью. Схема может быть использована как при исключении промерзания, так и при его уменьшении.

Схема 2.1.в) рекомендуется для устройства выемок при расположении УГВ выше поверхности покрытия, когда возможно обводнение выемки за счет грунтовых вод. В этом случае расчет толщины дренирующего слоя следует выполнять по отдельности: верхнюю часть (над плитами) - на увлажнение за счет осадков, и нижнюю часть - на увлажнение грунтовыми водами.

При отсутствии грунтовых вод в выемке дренирующий слой под теплоизолирующим слоем допускается не устраивать. В этом случае плиты укладывают на выравнивающий слой.

Толщину теплоизолирующего слоя в выемке в любом случае рекомендуется назначать исходя из исключения промерзания земляного полотна.

Дренирующий материал должен быть закрыт защитным слоем грунта.

2.6.5. Указанные варианты конструкции могут быть применены как для нежестких, так и для жестких дорожных одежд.

2.6.6. Во всех случаях должен быть обеспечен поперечный уклон теплоизолирующего слоя не менее 2%.

3. Обеспечение сохранения вечной мерзлоты в основании земляного полотна с помощью теплоизолирующего слоя из пенополистирольных экструзионных плит «ТЕПЛЕКС»

3.1. Общие положения.

3.1.1. Эффект от применения теплоизолирующего слоя для предотвращения оттаивания грунта, используемого в конструкции в мерзлом состоянии в зоне вечной мерзлоты, может быть получен за счет:

- обеспечения возможности уменьшения рабочих отметок насыпей, сооружаемых по I-му принципу в зоне вечной мерзлоты с соответствующим уменьшением объемов земляных работ, что позволяет уменьшить объем привозных грунтов;
- сокращения объемов замены грунтов в выемках;
- снижения экологического ущерба при строительстве дорог в северных районах за счет уменьшения объемов выработок грунтов а также уменьшения полосы отвода при снижении высоты насыпи;
- обеспечения возможности использования в земляном полотне грунтов с любой степенью увлажнения в виде мерзло-комковатого материала;
- повышения надежности и долговечности дорожной конструкции, запроектированной по I-му принципу.

3.2. Принципы проектирования дорожных конструкций на вечной мерзлоте и условия их применения

3.2.1. Применяемые в настоящее время методы проектирования дорожных насыпей в зоне вечной мерзлоты сводятся к трем основным принципам проектирования.

Первый принцип проектирования дорожных конструкций предусматривает обеспечение поднятия верхнего горизонта вечной мерзлоты (ВГВМ) не ниже подошвы насыпи и сохранение его на этом уровне в течение всего периода эксплуатации дороги (расчетное состояние грунтов основания насыпи – мерзлое).

Второй принцип проектирования предусматривает допущение оттаивания грунтов ниже подошвы насыпи на расчетную глубину в период эксплуатации дороги с учетом допустимой осадки основания в зависимости от типа покрытия (расчетное состояние грунтов основания – талое).

Третий принцип проектирования предусматривает предварительное оттаивание и осушение мерзлых грунтов основания.

Наибольшее применение при строительстве дорог на вечной мерзлоте имеют два принципа – первый и второй.

3.2.2. Первый принцип применяют в 1-ой и 2-ой подзонах I дорожно-климатической зоны (рис.3.1), при следующих условиях:

- температура грунтов на границе нулевых годовых амплитуд ниже $-1,5^{\circ}\text{C}$;
- широкое развитие мерзлотных процессов и явлений: подземные льды различного генезиса, бугры пучения, термокарст, морозобойное растрескивание, солифлюкция, наледные участки и т.п.;
- наличие грунтов IV – V категории просадочности (табл.3.1).

3.2.3. Второй принцип может применяться во всех дорожно-климатических подзонах при условии залегания в основании насыпи минеральных грунтов II- III категорий просадочности и торфяников I - III категорий просадочности.

3.2.4. Третий принцип применяют в 3-ей подзоне I-ой дорожно- климатической зоны при наличии легкоосушаемых грунтов, среднегодовая температура которых выше $-1,5^{\circ}\text{C}$.

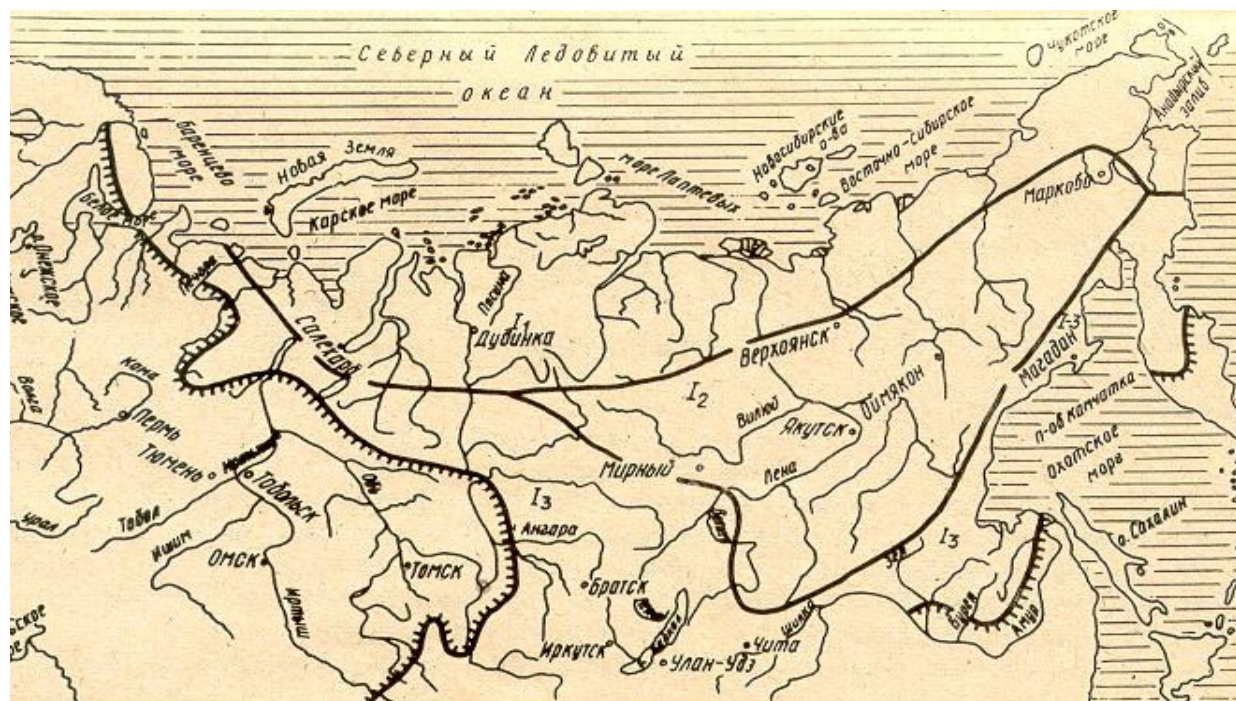


Рис. 3.1. Районирование 1-й дорожно-климатической зоны (ВСН 84-89)

Таблица 3.1 (СНиП 2.05.02-85)

Категория просадочности грунта	Тип грунта по льдистости и просадочности в сезоннооттаивающем слое и подстилающей вечномерзлой толще	Отношение объема прослоек льда к объему мерзлого грунта, дол.ед
I	Без ледяных включений, непросадочный	0 - 0,01
II	Малольдистый, малопросадочный	0,01 – 0,1
III	Льдистый, просадочный	0,1 – 0,4
IV	Сильнольдистый, сильнопросадочный	0,4 – 0,6
V	С крупными включениями подземного льда, чрезмернопросадочный	0,6 - 1

3.2.5. Принцип проектирования выбирают на основе технико-экономического сравнения вариантов, исходя из мерзлотно-грунтовых и климатических условий участка трассы.

3.3. Расчет требуемой толщины теплоизолирующего слоя

3.3.1. Определение необходимой толщины слоя из плит «ТЕПЛЕКС», включаемого в конструкцию, запроектированную по условию сохранения мерзлоты (1-й принцип проектирования), производится подбором по формулам п.3.3.3.

Расчет выполняется отдельно для центральной части земляного полотна и для откосных частей насыпи.

3.3.2. Для ориентировочного расчета используется расчетная схема, представленная на рис.3.2. Схема предполагает, что разрез конструкции над поверхностью массива грунта, сохраняемого в мерзлом состоянии, включает N слоев. Номера слоев изменяются от $i=1$ для первого сверху слоя до $i=n$ для последнего над мерзлым массивом слоем.

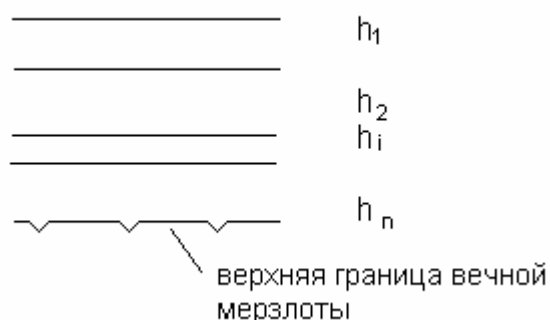


Рис.3.2. Расчетная схема для центральной части дорожной конструкции.

Каждый i -ый слой характеризуется толщиной (h_i , м), объемной теплоемкостью (c_i , Дж/м³·К), коэффициентом теплопроводности (λ_i , Вт/м·К), объемной влажностью (W_i , доли единицы).

Внешние факторы, определяющие тепловое воздействие характеризуются средней за лето температурой воздуха (T_n , °С), продолжительностью периода с положительными температурами (τ_s , сек).

3.3.3. Выражения для расчета толщины нижнего оттаивающего слоя, являющегося последним ($i=N$) в пакете, имеет вид:

$$h_N = \begin{cases} \sqrt{\frac{2 \cdot \lambda_N \cdot T_n \cdot (\tau_s - \tau_{N-1})}{c_N \cdot T_n + W_N \cdot L} + (\beta_N \cdot S_N)^2} - \beta_N \cdot S_N, & \text{если } \tau_{N-1} < \tau_s \\ 0, & \text{если } \tau_{N-1} \geq \tau_s \end{cases} \quad (3.1)$$

где: L – теплота плавления льда ($L=332 \cdot 10^6$ Дж/м³)

$$\tau_i = \tau_{i-1} + \frac{c_i \cdot T_n + W_i L}{2\lambda_i \cdot T_n} \cdot h_i \left(h_i + \frac{W_i L \cdot S_i}{c_i T_n + W_i L} \right), \quad (\text{при } 1 \leq i \leq N-1, \tau_0=0)$$

$$S_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_1} \cdot h_1 + \frac{\lambda_i}{\lambda_2} \cdot h_2 + \dots + \frac{\lambda_i}{\lambda_{i-1}} \cdot h_{i-1}, \quad (\text{при } 1 \leq i \leq N, h_0 = \tau_0 = 0)$$

$$\mu_i = \frac{W_i L}{c_i T_n + W_i L}, \quad (\text{при } 1 \leq i \leq N).$$

3.3.4. Расчет требуемого для сохранения мерзлоты теплоизолирующего слоя конструкции со стороны откосных частей осуществляется по специальной методике, основанной на двумерной теплофизической задаче, (например, программа TMFLAT «Расчет температурного режима тела и оснований инженерных сооружений», ОАО ЦНИИС, лаборатория инженерной теплофизики, либо программа IL-MRZ-1 «Расчет температурных полей слоистой конструкции», И.Ж.Хусаинов, Е.С.Пшеничникова, Союздорнии).

3.3.6. При расчете дорожных одежд по прочности наличие мерзлого слоя с высоким модулем упругости, расположенного под пенополистиролом, и низко модульного теплоизолирующего слоя в расчете дорожной одежды на прочность не учитывается. В качестве расчетного модуля грунта принимается модуль упругости грунта, расположенного над теплоизолирующим слоем.

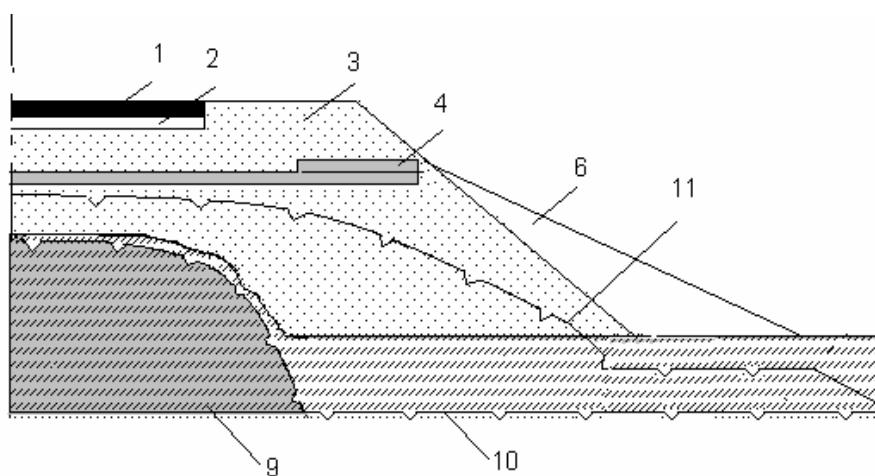
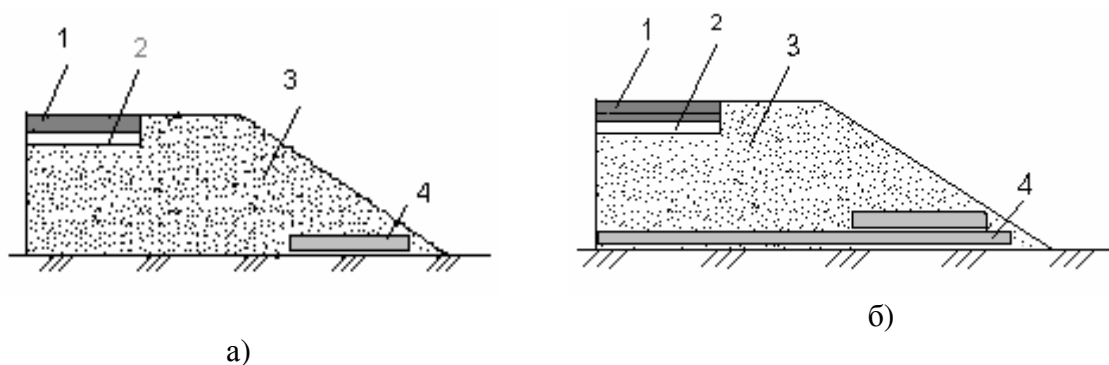
3.4. Схемы дорожных конструкций, устраиваемых с сохранением грунта в мерзлом состоянии, с использованием теплоизолирующего слоя из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС»

3.4.1. В качестве принципиальных вариантов конструктивных решений приняты следующие:

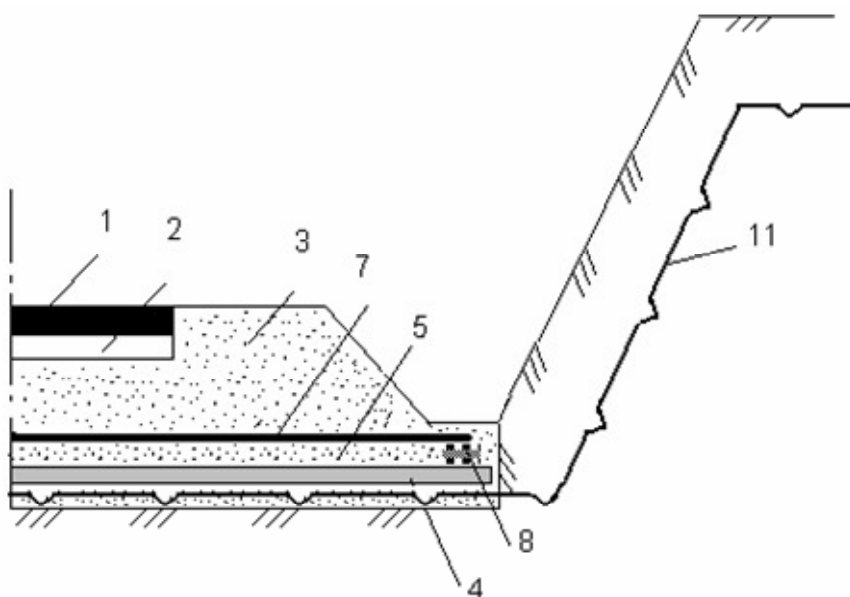
- сохранение в мерзлом состоянии основания насыпи (рис.3.3 а, б, г);
- сохранение в мерзлом состоянии основания и части тела насыпи

(рис.3.3 в).

Высота насыпи назначается по расчету на снегонезаносимость [1, 3]. Предлагаемые конструкции могут быть устроены как с цементобетонным сборным, так и с асфальтобетонным покрытием. Во всех случаях пенополистирольные плиты «ТЕПЛЕКС» укладывают на выравнивающий слой из талого либо сыпучемерзлого песка толщиной 5 – 10 см.



в)



г)

Рис. 3.3. Схемы дорожных конструкций с применением теплоизолирующего слоя, включающего пенополистирольные экструзионные плиты «ТЕПЛЕКС», в зоне вечной мерзлоты

1 – покрытие; 2 – несущее основание; 3 – песок насыпи; 4 – пенополистирольные плиты «ТЕПЛЕКС»; 5 – дренирующий (защитный) слой над плитами; 6 – берма; 7 – рулонный дренирующий материал; 8 – трубчатый дренаж, либо дренирующий материал «Козинаки»; 9 – льдоминеральное ядро бугра пучения; 10 – ВГВМ до сооружения насыпи; 11 – то же, после сооружения насыпи;

Схема рис.3.3 а) предназначена для случая, когда высота снегонезаносимой насыпи обеспечивает сохранение основания в мерзлом состоянии. Теплоизолирующий слой применяют для теплозащиты приоткосных частей насыпи.

Схема рис.3.3. б) предназначена для случая, когда высота снегонезаносимой насыпи не обеспечивает сохранение основания в мерзлом состоянии.

Схему рис.3.3 в) следует использовать при сооружении земляного полотна на плоскобугристых торфяниках высотой до 1 м, разделенных мочажинами. Для предотвращения оттаивания тела насыпи со стороны откосной части предусмотрено устройство берм, которые могут быть выполнены из торфопесчаной смеси, песка или крупнообломочного материала. Таким образом в насыпи образуется ядро, которое сохраняется в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации дороги.

Данное конструктивное решение (теплоизоляция мерзлого ядра в верхней части насыпи при помощи теплоизолирующего слоя, включающего плиты «ТЕПЛЕКС» и со стороны откосной части – при помощи берм) может быть использовано также при со-

оружении ядра насыпи из какого-либо некондиционного материала, т.е. не удовлетворяющего требованиям ВСН 84-89 к грунтам.

Схема рис.3.3.г) предназначена для сооружения земляного полотна в выемках. Дренирующий слой расположен над теплоизолирующим слоем, отвод воды вдоль земляного полотна осуществляется при помощи трубчатого дренажа, либо дренажного материала «Козинаки». Над материалом «Козинаки» должен быть слой песка не менее 5 см.

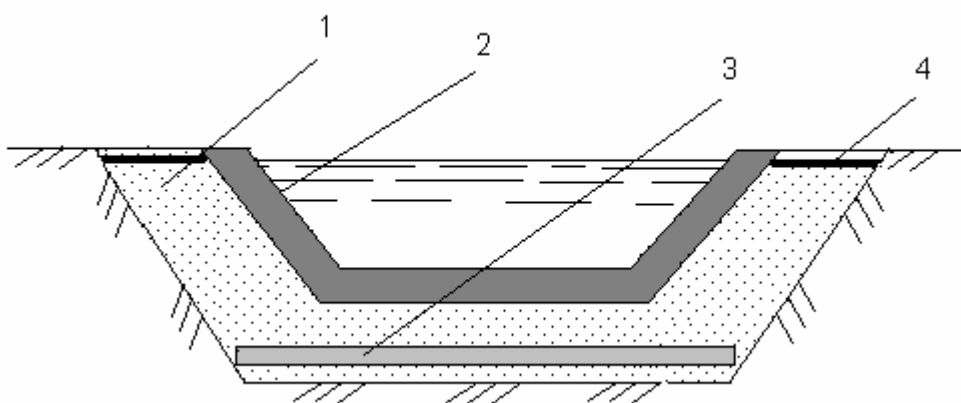


Рис.3.4. Схема устройства водоотвода на просадочных при оттаивании грунтах, включающего пенополистирольные экструзионные плиты «ТЕПЛЕКС»

1 – песок засыпки; 2 — бетонная сборная конструкция; 3 - пенополистирольные плиты «ТЕПЛЕКС»; 4 – гидроизоляция.

Схема рис.3.3 д) предназначена для устройства водоотводных сооружений на просадочных при оттаивании грунтах.

Теплоизолирующий слой укладывают, как обычно, на выравнивающий слой толщиной 5 – 10 см. Толщину защитного слоя назначают таким образом, чтобы не повредить теплоизолирующий слой при монтаже бетонных элементов, образующих водосток. После установки бетонных элементов и их омоноличивания канаву засыпают песчаным грунтом. В верхней части засыпки необходимо устраивать гидроизолирующий элемент, предотвращающий поступление воды в грунт засыпки.

Толщина теплоизолирующего слоя должна назначаться таким образом, чтобы не допустить понижения ВГВМ по отношению к исходному уровню.

Поверхность засыпки должна иметь поперечный уклон в сторону водотока не менее 3%.

4. Особенности технологии и организации устройства теплоизолирующих слоев из пенополистирольных плит «ТЕПЛЕКС» при строительстве дорог

4.1. Общие положения

4.1.1. До устройства теплоизолирующего слоя должны быть выполнены следующие работы:

- подготовка земляного полотна;
- обеспечение водоотвода с поверхности земляного полотна;
- подготовка путей завоза строительных материалов.

4.1.2. Земляное полотно должно быть спланировано и уплотнено в соответствии с действующими нормативами.

Водоотвод с поверхности земляного полотна должен быть осуществлен до начала отсыпки выравнивающего слоя под плиты «ТЕПЛЕКС». При соответствующем технико-экономическом обосновании применяют дренирующую прослойку из геотекстиля. Поперечный уклон дренирующей прослойки принимают не менее 2%.

При использовании построечной техники при среднем давлении от заднего колеса более 0,6 МПа следует выполнить расчет необходимой толщины защитного слоя над плитами «ТЕПЛЕКС» в соответствии с п.2.2.3.

После уплотнения этого слоя виброкатком 14-17 т по нему допускается пропуск построечного транспорта.

4.1.3. Для сохранения вечной мерзлоты в основании насыпи теплоизолирующий слой следует устраивать, как правило, в холодное время года. В выравнивающем слое в основании плит не должно быть мерзлых комьев, поэтому необходимо обеспечить своевременную заготовку сухого песка, пригодного для этой цели. Следует использовать либо талый песок, извлеченный из середины бурта и транспортированный автомашинами с утеплителем, либо сухомерзлый (с влажностью менее 7%).

4.1.4. В отдельных случаях теплоизолирующий слой при соответствующей организации работ частично может быть устроен в период положительных температур. С этой целью на основе теплотехнических расчетов на стадии производства работ должен быть разработан график строительства, обеспечивающий исключение оттаивания мерзлоты в основании насыпи в течение ограниченного периода при недостроенной конструкции.

4.1.5. При проведении работ в соответствии с графиком, указанным в п.4.4, должен проводиться мониторинг, обеспечивающий контроль температуры в конструкции и принятие оперативных мер в случае опасных ситуаций. В качестве таких мер может быть предусмотрено:

- ускорение сооружения конструкции над теплоизолятором;
- временное усиление теплоизоляции за счет укладки дополнительных слоев теплоизолятора (с последующим их снятием);
- прекращение работ с переносом их на морозный период и т.д.

4.2. Указания по устройству теплоизолирующего слоя

4.2.1. В состав технологического процесса по устройству теплоизолирующих слоев дорожной одежды входят следующие операции:

- Устройство выравнивающего слоя;
- Укладка плит;
- Устройство защитного слоя.

Теплоизолирующие слои необходимо устраивать согласно проектной документации. Как правило, теплоизолирующий слой устраивают путем укладки плит в один ярус, однако в отдельных случаях плиты могут быть уложены в 2 яруса.

4.2.2. Устройство выравнивающего слоя включает транспортировку, распределение, профилирование и уплотнение песка.

Выравнивающий слой должен соответствовать требуемым ровности и плотности в соответствии со СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» и принят по акту на скрытые работы форма 40Т. Толщина слоя составляет 5 – 10 см в плотном теле.

Поверхность выравнивающего слоя перед укладкой на нем плит должна быть очищена от посторонних предметов.

4.2.3. В дорожной одежде следует использовать плиты с краем, выполненным с уступом (шпунтом) или с пазом для скрепления соседних плит.

Плиты укладывают вручную бригадой рабочих. Плиты следует укладывать таким образом, чтобы поперечные швы в соседних рядах плит располагались вразбежку (рис.4.1.). В случае укладки плит в 2 яруса швы нижележащего ряда плит необходимо перекрывать вышележащими плитами

При укладке необходимо обеспечить равномерное опирание всей поверхности плиты на выравнивающий слой. Для этого непосредственно перед укладкой плиты, если это требуется, следует подсыпать песок под плиту.

Плиты крайних рядов закрепляют 2-мя стальными стержнями диаметром 6-8 мм и длиной 400 мм в соответствии со схемой раскладки плит. Через каждые 5 – 6 рядов производят закрепление одного ряда плит указанными стержнями. Целесообразно применение стержней, изогнутых в виде буквы «П».

Теплоизолирующий слой должен быть принят по акту на скрытые работы по форме 40Т.

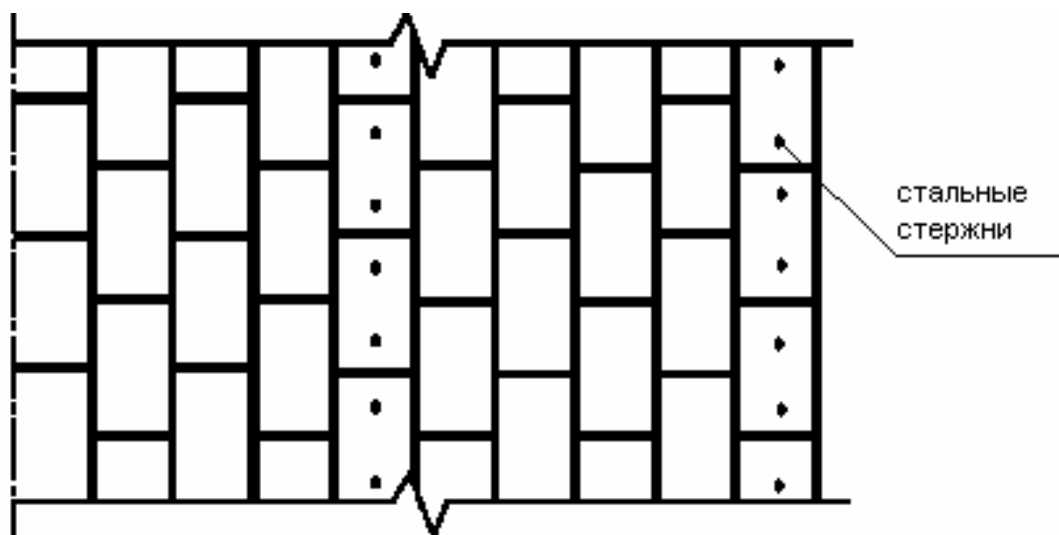


Рис.4.1. Схема раскладки плит «ТЕПЛЕКС»

4.2.4. Устройство защитного слоя включает транспортировку, распределение, профилирование и уплотнение песка. Если защитный слой выполняет согласно проекту функции дренирующего слоя, песок должен иметь коэффициент фильтрации в соответствии с расчетным, как правило, не ниже 2 м/сут. Толщина защитного слоя проверяется расчетом и должна быть как правило не менее 20 см в плотном теле.

Проезд строительной техники по плитам теплоизолирующего слоя не допускается. Выравнивающий слой отсыпают «от себя».

Распределение песка производят бульдозером при постоянном геодезическом контроле.

Автогрейдером производят профилирование поверхности песка за 1 – 2 прохода по одному следу.

4.3. Требования безопасности

4.3.1. Плиты при нормальных условиях эксплуатации, транспортировки и хранения не являются токсичными и не выделяют вредных продуктов в концентрациях, опасных для здоровья человека.

4.3.2. Плиты относятся к группе сгораемых материалов.

4.3.3. При производстве и хранении плит должны соблюдаться правила безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.030-83 и ГОСТ 17.2.3.02-78.

4.3.4. Утилизацию отходов осуществляют в соответствии с МЗ №3138 или направляют на вторичную переработку.

4.3.5. непригодные к переработке отходы подлежат утилизации в специальном месте или вывозу на специальные полигоны промышленных отходов.

Приложение А.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛИТ «ТЕПЛЕКС»

Таблица П.А.1

Наименование показателя	Значение показателя			Метод испытания
	ТЕПЛЕКС 35	ТЕПЛЕКС ЭКОНОМ	ТЕПЛЕКС 45	
1.Предельные отклонения от номинальных размеров, мм, не более - по длине - по ширине - по толщине, для плит толщиной до 50 мм включительно - по толщине, для плит толщиной свыше 50 мм	$\pm 7,5$ ± 5 ± 2 ± 3	$\pm 7,5$ ± 5 ± 2 ± 3	± 10 ± 5 ± 2 ± 3	ТУ 2244-001-57176457-2006
2.Плотность, кг/м ³	От 31,0 до 38	От 31,0 до 38	от 38,1 до 45,0	ГОСТ 17177
3.Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа, не менее	0,25	0,25	0,5	ГОСТ 17177
4.Предел прочности при статическом изгибе, МПа, не менее	От 0,4 до 0,7			ГОСТ 17177
5. Водопоглощение, % по объему, не более за 24 часа	0,2	0,2	0,2	ГОСТ 17177
6. Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии при температуре (25 ± 5)°С, Вт/м.К, не более	0,028	0,028	0,030	ГОСТ 7076-99
7. Горючесть	Не ниже Г1	-	-	ГОСТ 30244-94

**ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ
ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Таблица П.1.2

Материал, грунт	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м С)
1	2	3
Асфальтобетон горячий плотный	2400	1,40
То же, пористый	2300	1,25
То же, высокопористый, в том числе битумопесчаная смесь (ТУ 218 РСФСР)	2200-1900	1,10-1,00
Супесь, укрепленная 10%-ной эмульсией	1700-1900	1,45
Цементобетон	2400	1,74
Песок разномерный, укрепленный 6-10% цемента	2100	1,86
Песок мелкий, одномерный, укрепленный 10% цемента	2100	1,62
Битумоцементогрунт состава: перлитовый щебень – 25-20%, песок – 75-80%, цемент – 3-4%, битум – 12-10% (массы песка, перлита и цемента)	1400	0,52-0,58
Шлакобетон		
Слабопрочные известняки, укрепленные известью	1600	0,58
Суглинок, укрепленный 6-12% цемента	2000	1,16
Суглинок, укрепленный 2-5% цемента и 6-2% извести	1750-1900	1,45
Супесь, укрепленная 8-10% цемента		
Каменноугольная золошлаковая смесь, укрепленная 6-8% цемента	1800-1900	1,33
Шлак топочный	1600	0,7
Щебень из гранита	800	0,46
Щебень из известняка	1800	1,86
Гравий	1600	1,39
Песок крупный талый	1800	1,86
То же, мерзлый	2000	1,74
Песок средней крупности талый	2000	2,32
То же, мерзлый	1950	1,91
Песок мелкий талый	1950	2,44
То же, мерзлый	1850	1,91
Песок пылеватый талый	1850	2,32
То же, мерзлый	1750	1,80
Супесь талая	1750	2,20
То же, мерзлая	2100	1,80
Суглинок и глина талые	2100	2,03
То же, мерзлые	2000	1,62
Лессы талые	2000	1,97
То же, мерзлые	1500	1,51
Одномерный гранитный щебень, обработанный вязким битумом	1500	2,09
Гравийно-песчаная смесь	1850	1,28
Гравийно-песчаная смесь, укрепленная 10% цемента	2000	2,10
	2000	2,02