



Study of the Main Factors Affecting Heavy Soils and Measures Against Them

Khalimova Sh. R.

Tashkent State Transport University, Senior Lecturer

raximjonsoataliyev@gmail.com

Annotation: *The work is devoted to methods for determining heaving soils when exposed to moisture. We know that during heaving in engineering structures, irregularities, cracks, and precipitation are formed. The development of heaving depends on the granulometric, mineralogical composition, on the rise in the level of groundwater. When exposed to moisture on soils and groundwater, we made an analysis of the indicators of heaving and measures against heaving in highways. Engineering structures, in order to serve for many years, it is necessary to take measures against the abysses.*

Keywords: *Heaving, heaving soil, kaolinite, montmorillonite, hydromica, humidity, groundwater level, hydrogeological condition, soil, heaving, moisture, soil, depression, drop, screen, waterproof soil*

Date of Submission: 5-4 -2022

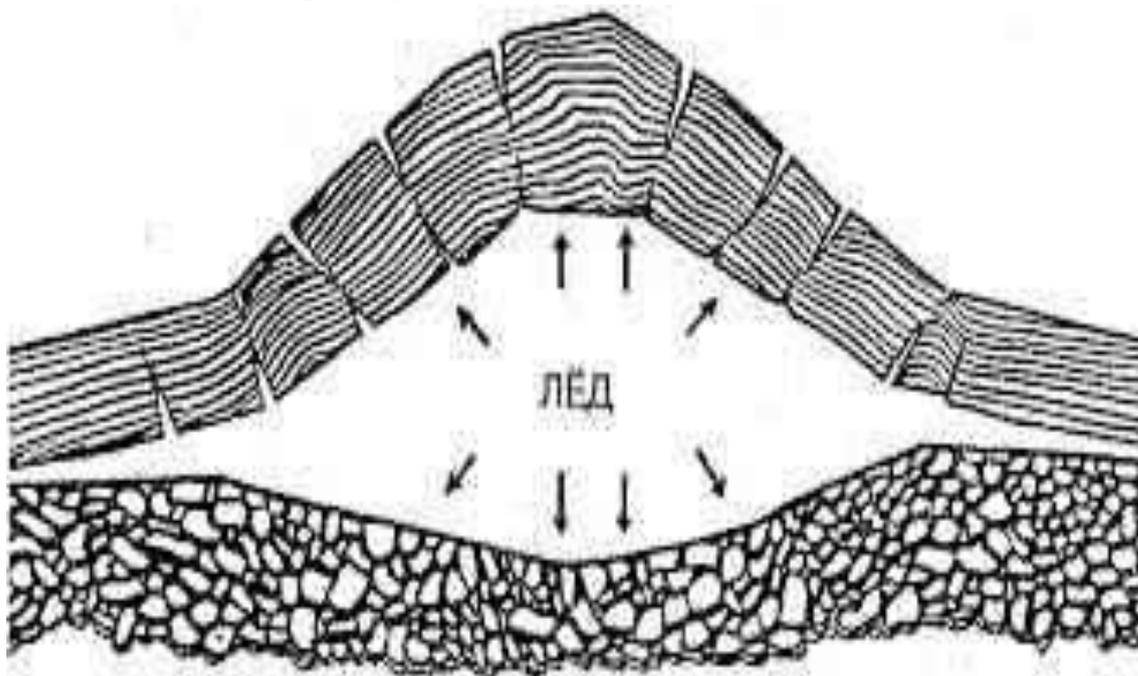
Date of Acceptance: 10-5-2022

В настоящее время строятся очень много современных инженерных сооружений: как автомобильные дороги, мосты, тоннели, здания и сооружения. При прочности и устойчивости грунтов продлевается срок годности использования инженерных сооружений. Но при воздействие природных факторов как атмосферных осадков и подземных вод прочность грунтов уменьшается. Самые отрицательные водные свойства грунтов- это пучения. Пучение- это свойство грунта при его замерзание увеличение в объеме из-за наличия в грунте воды, которая превращается в лёд. Чем выше влажность грунта, тем больше пучение грозит грунту при морозе [1].

Пучение грунта представляет собой очень сложное природное явление, которое может привести к серьезным последствиям. Так, во время промерзания нижних слоев грунта фундамент вместе со строением подымается, тогда как при их оттаивание происходит их опускание(рис. 1а). Поскольку пучение грунта свойственна неравномерность, то из-за этого постройки приходят в аварийное состояние, а в некоторых случаях такое явление способствует их полному разрушению(рис.1б) [2].

Процесс пучения в основном происходит в пученистых (глинистых, лессовых породах) грунтах. В этих грунтах имеются первичные минералы как кварц, полевой шпат, а также второстепенные минералы группы каолинит, монтмориллонит, гидрослюда. Если в пученистах грунтах содержания группы монтмориллонита больше, при воздействия воды образуется

пучение в зимний период. При пучения образуется осадка, деформация, трещины а также неровность в автомобильных дорогах [5-6].



а)



б)

Рис.1. Схема образования пучение и последствие пучения в автомобильных дорогах.

Интенсивность пучения грунтов повышается при наличии подземных вод в пределах слоя сезонного промерзания или близком расположении их к границе промерзания. При увеличивающейся с глубиной предзимней влажности интенсивность пучения однородных по составу грунтов приближается к равномерной или несколько возрастает по мере продвижения границы промерзания. В условиях равномерного увлажнения однородного грунта при глубоком залегании грунтовых вод или их отсутствии интенсивность пучения с глубиной понижается [3-4].

Ориентировочное минимальное расстояние между полной глубиной сезонного промерзания и предзимним положением УПВ, при котором эти воды не оказывают влияния на увлажнение промерзающего грунта, для основных видов грунтов приведено в табл. 1. [3].

Годовой цикл колебаний УПВ в районах с сезонным промерзанием грунтов обычно имеет следующий характер.

Таблица 1. Влияние УПВ на увлажнение пученистых грунтов

П	Наименование грунтов	Минимально безопасное для увлажнения промерзающих грунтов расстояние от их подошвы до УПВ, м
	ины с монтмориллонитовой и иллитовой основой	3,5
	ины с каолиновой основой, суглинки, в том числе пылеватые	2,5
	песи, в том числе пылеватые	1,5
	ски мелкие и пылеватые	1,0

Повышение влажности может происходить в результате:

подъема УПВ. прогнозируемого согласно [3];

накопления влаги в поверхностных слоях грунтов за счет нарушения природных условий ее испарения вследствие застройки и асфальтирования территории, устройства водонепроницаемых отмонок и т.п.

При оценке морозоопасности грунтов по их влажностному режиму помимо определения средней влажности немерзлого грунта \bar{W} в пределах сезонно промерзающего слоя и содержания незамерзшей воды W_w в промерзшем грунте следует выявлять следующие расчетные показатели влажности, характеризующие начальные условия и интенсивность пучения грунтов: W_{pr} - влажность предела пучения немерзлого грунта; W_{cr} - критическая влажность пучения немерзлого глинистого грунта; W_{mg} - миграционная влажность (удельное миграционное влагонакопление); W_{act} - предел активной влажности немерзлого глинистого грунта.

Содержание незамерзшей воды в мерзлом грунте W_w зависит от величины его отрицательной температуры T .

$$W_w = k_w W_p + 0,9 \frac{C_{ps}}{C_{ed}} W \quad (1)$$

где W_p — влажность грунта на границе раскатывания, доли единицы; k_w — коэффициент, в зависимости от вида грунта и его температуры; W — влажность грунта, доли единицы; C_{ed} — равновесная концентрация порового раствора в засоленном грунте, принимаемая в зависимости от температуры:

Значение $T, ^\circ C$	-0,5	-1	-2	-3	-4	-6	-8	-10
Значение c_{ed} -доли единицы	0,005	0,012	0,026	0,045	0,062	0,1	0,135	0,168

Влажность предела пучения W_{pr} характеризует такое предельно стабильное состояние немерзлого грунта трехфазной системы (скелет + вода + воздух), при котором заполнение воздушных пор льдом в процессе кристаллизации воды не вызывает возможного увеличения объема грунта.

Влажность предела пучения W_{pr} определяет первое начальное условие пучения грунта любой разновидности, выражаемое неравенством

$$W_{pr} < \bar{W}, \quad (2)$$

$$W_{pr} = 0,92 \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s \rho_d} + 0,08 W_w (T_{up}) \quad (3)$$

здесь \bar{W} - средняя влажность немерзлого грунта в пределах слоя промерзания, доли единицы; 0,92; ρ_s ; ρ_d - соответственно плотность льда, твердых частиц и скелета немерзлого грунта, т/м³-* (г/см³); $W_w (T_{up})$ - содержание (по массе) незамерзшей воды в мерзлом грунте, доли единицы, при температуре, равной $0,5T_{up}$ где T_{up} — минимальная температура зоны промерзания, при которой прекращается пучение грунта.

Характеризуя стабильное состояние грунта в условиях трехфазной системы, формула (3) не учитывает способности влаги к миграции. Поэтому условие (2) является необходимым, но недостаточным для связных глинистых грунтов.

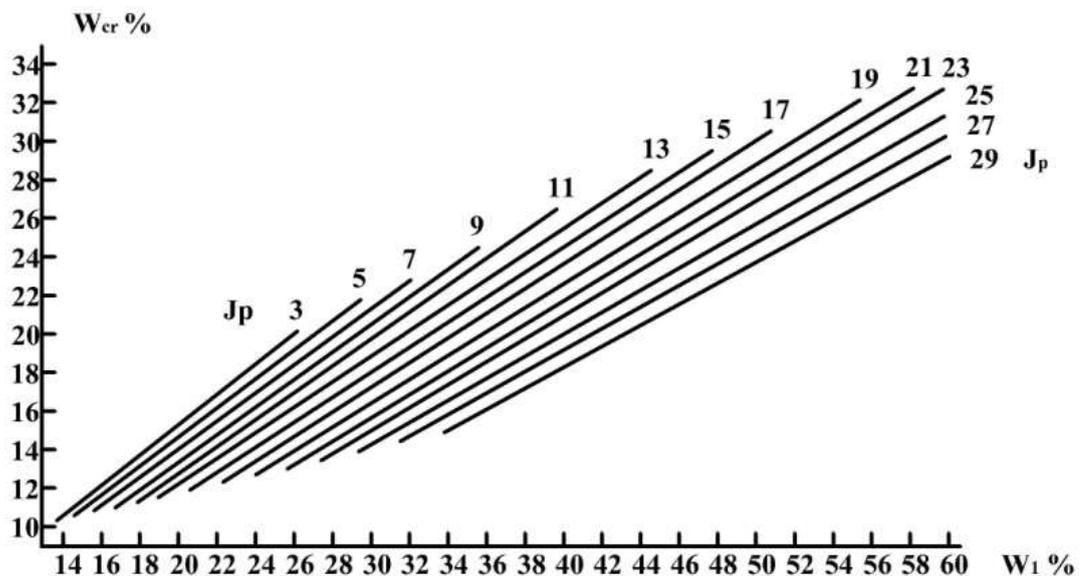


Рис. 2. Значение критической влажности W_{cr} в зависимости от числа пластичности I_p предела текучести грунта W_L (при $\rho_s = 2,7$ т/м³)

Критическая влажность пучения W_{cr} -характеризует такое предельно стабильное состояние немерзлого глинистого грунта, при котором содержание связанной воды практически не влияет на ее подвижность в промерзающем и нижележащем талом грунте.

Наличие влажности в грунте выше критического значения

$$W_{cr} < \bar{W}, \quad (4)$$

определяет второе начальное условие пучения глинистых грунтов за счет миграции в них влаги в

жидкой фазе.

$$1. W_{cr} = \frac{1}{2\rho_s} \left(\sqrt{1 + 3\rho_s W_L (1 + \rho_s W_L) \exp(-2,8I_p)} - 1 \right) \quad (5)$$

где: W_L - влажность грунта на границе текучести, доли единицы; I_p - число пластичности, доли единицы.

Критическая влажность W_{cr} - при $\rho_s = 2,7 \text{ т/м}^3$ может быть определена по рис. 2 на основе исходных данных о водно-физических свойствах грунта. Значение $\exp(-2,8I_p)$ может быть определено по рис. 3.

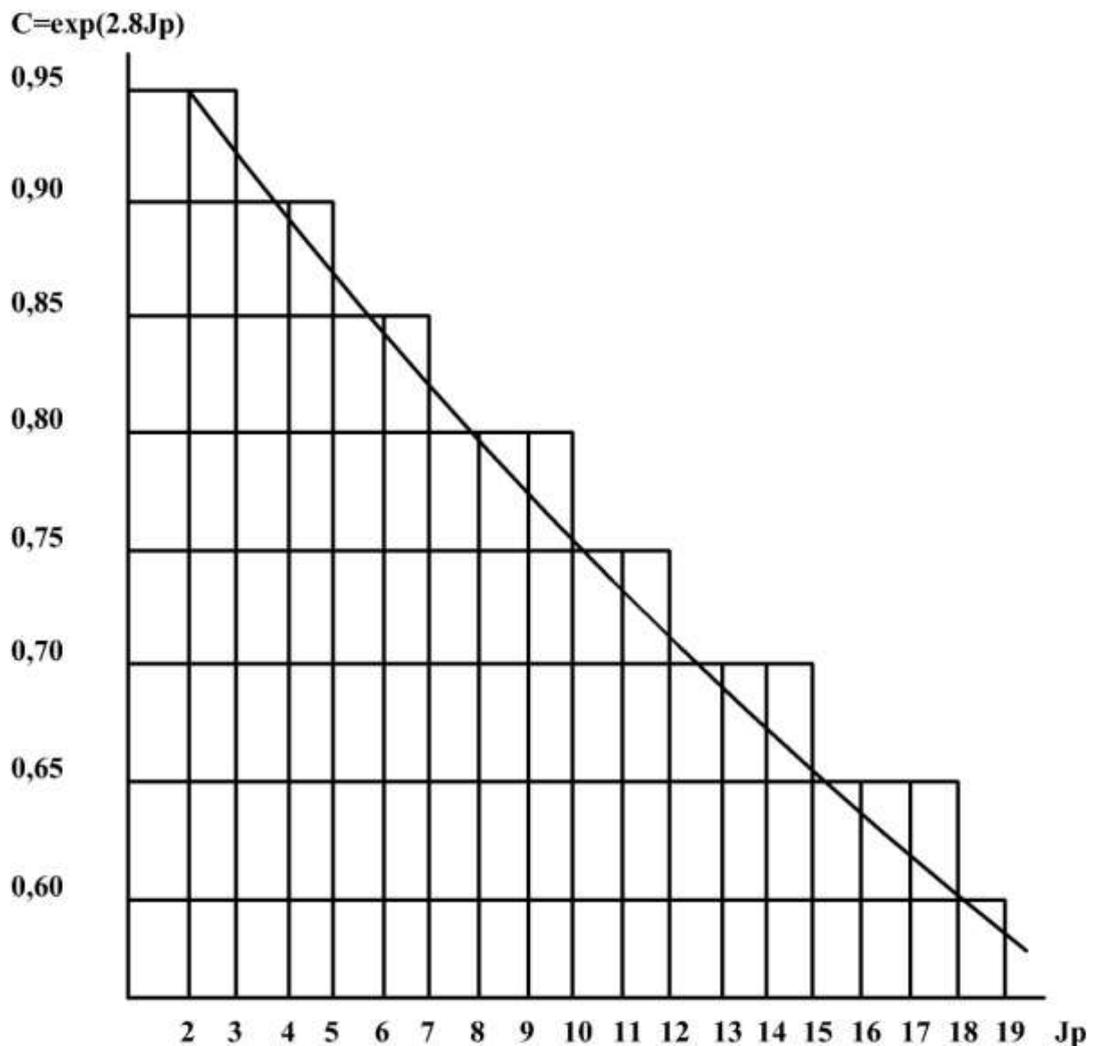


Рис.3. Значение параметр $c = \exp(-2,8I_p)$

Внешними признаками пучинистых мест в зимний период являются неравномерное поднятие участков покрытия: образование отдельных бугров или группы бугров на покрытии, развитых по площади проезжей части с различной степенью интенсивности. Значительная часть из них, как правило, имеет сетку трещин, концентрирующуюся у вершины бугров пучения, которые разрушают покрытие на отдельные куски различной величины и формы [7 и 8].

Рассмотрим варианты пучения:

1. Если влага распределяется равномерно по вертикали почвы, пучение проявляется на уровне 3%;

2. Движение потоков или неравномерное промерзание ведет к увеличению набухания до 10-25%.

Для прогнозирования характеристик пучения грунтов необходимо изучить классификацию грунтов в основании сооружения (табл. 2):

Таблица 2- Классификация грунтов по типу вспучивания

Наименование грунта по степени морозной пучинистости	Пределы положение z , м. Уровня грунтовых вод ниже расчётной глубины промерзания d , фундамента					Консистенция глинистого грунта I_l
	Песок мелкий	Песок пылеватый	Супесь	Суглинок	Глина	
Сильнопучинистые	--	-	$z \leq 0,5$	$z \leq 1$	$z \leq 1,5$	$I_l > 0,5$
Среднепучинистые	-	$z \leq 0,5$	$0,5 < z \leq 1$	$1 < z \leq 1,5$	$1,5 < z \leq 2$	$0,25 < I_l < 0,5$
Слабопучинистые	$z \leq 0,5$	$0,5 < z \leq 1$	$1 < z \leq 1,5$	$1,5 < z \leq 2,5$	$2 < z \leq 3$	$0 < I_l \leq 0,25$
Практически непучинистые	$z > 0,5$	$z > 1$	$z > 1,5$	$z > 2,5$	$z > 3$	$I_l \leq 0$

Образование пучин может развиваться как по ширине проезжей части, так и вдоль нее. Иногда пучины в большей степени развиваются на обочинах, и их поднятие может оказаться больше чем в зоне проезжей части. В весенний период после схода снега на пучинистых участках могут появляться влажные пятна, наблюдается иногда выход вместе с водой мелких частиц дренирующего слоя или грунта земляного полотна, а также волнообразные колебания дорожной конструкции при наезде транспортных средств. Эти участки имеют, как правило, значительно пониженную прочность и интенсивно разрушаются (образование выбоин, просадок и т.д.) [9].

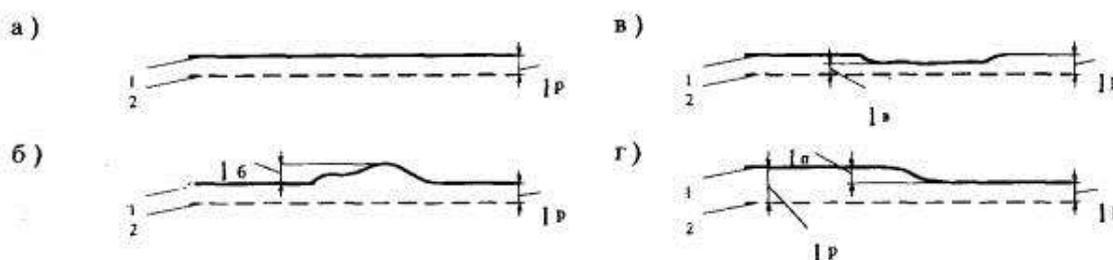


Рисунок 2- Разновидности пучин:

а - равномерное пучение; б - бугор пучения; в - впадина; г - перепад;

1 - положение дорожной одежды после пучения; 2 - то же, до пучения;

1р, 1б, 1в, 1п - величины соответственно равномерного пучения, буграпучения, впадин, перепада.

Бугром называют вспученный локальный участок. Впадиной называют локальный участок с меньшим по сравнению с равномерным или нулевым поднятием, а границу между двумя зонами равномерного пучения с разной высотой поднятия – перепадом [10].

Экран из водонепроницаемого грунта - применяется на участках местности с необеспеченным поверхностным стоком, экран следует устраивать из глины тяжелой с числом пластичности более 27, при наличии постоянного уровня поверхностных вод минимальное

возвышение верха экрана 0,2 м принимается от данного уровня. Величина заглубления экрана в слабоводопроницаемый грунт принимается по таблице 3 [10].

Таблица 2-Величина заглубления экрана в слабоводопроницаемый грунт

Наименование слабоводопроницаемых грунтов	Минимальная величина заглубления экрана ($h_{\text{загл}}$) в слабоводопроницаемый грунт при числе пластичности		
Тяжелые суглинки и глины	12,1-14,0	14,1-17,0	17,1-27,0
$h_{\text{загл}}$, м	3,5	2,5	2

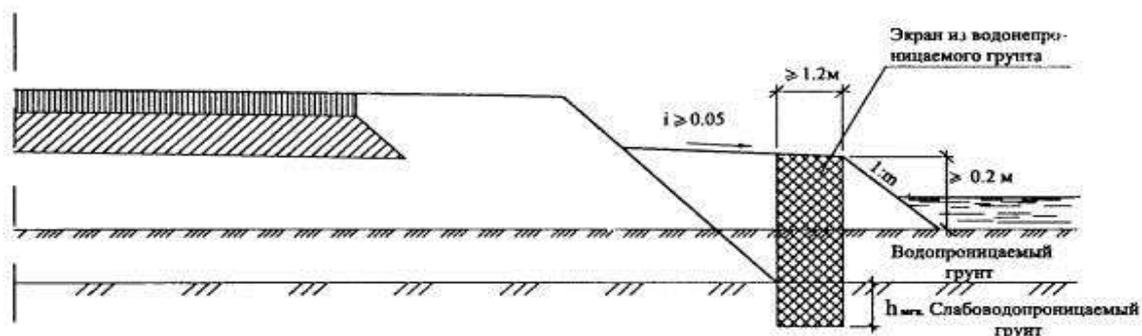


Рисунок 3- Экран из водонепроницаемого грунта

Теплоизолирующий слой из пенопласта -применяется на участках полного переустройства дорожной одежды, позволяет ограничить пучение допустимыми нормами или полностью предотвратить промерзание подстилающего грунта земляного полотна.

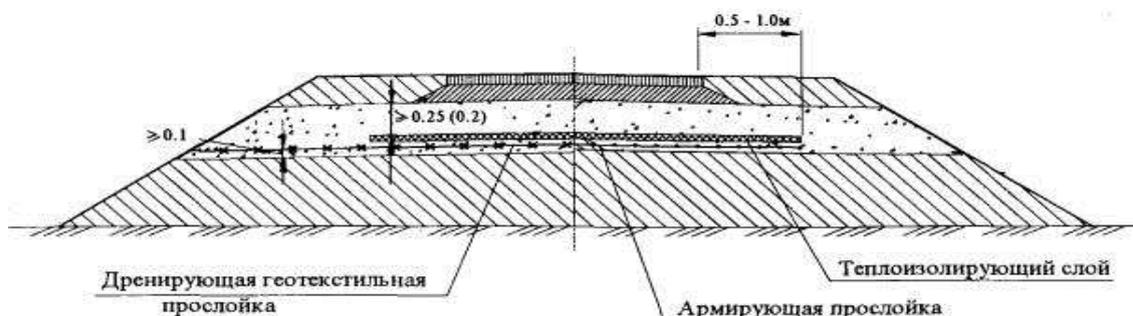


Рисунок 4- Теплоизолирующие слои

Теплоизолирующие слои нужно располагать на глубине не менее 0,5 м от поверхности покрытия для не превышения повторяемости образования гололеда по сравнению с соседними участками.

Для устройства теплоизолирующих слоев применяют пенопласты. Пенопласт должен сохранять свои свойства в течение срока службы дорожной одежды. Указанным требованиям полностью отвечает пенопласт стайрофом марки фломэйт-500 (фирмы Дау Кемикал Компани), при укладке теплоизолирующего слоя непосредственно на грунт земляного полотна необходимо устройство выравнивающего технологического слоя из песка 3-5 см[10].

Армирующие прослойки применяются для повышения несущей способности земляного полотна на пучинистых участках автомобильных дорог. Применение армирующих прослоек возможно при полном переустройстве конструкции дорожной одежды с целью устройства

необходимого дренирующего, морозозащитного слоя. Армирующую прослойку укладывают непосредственно на грунт земляного полотна.

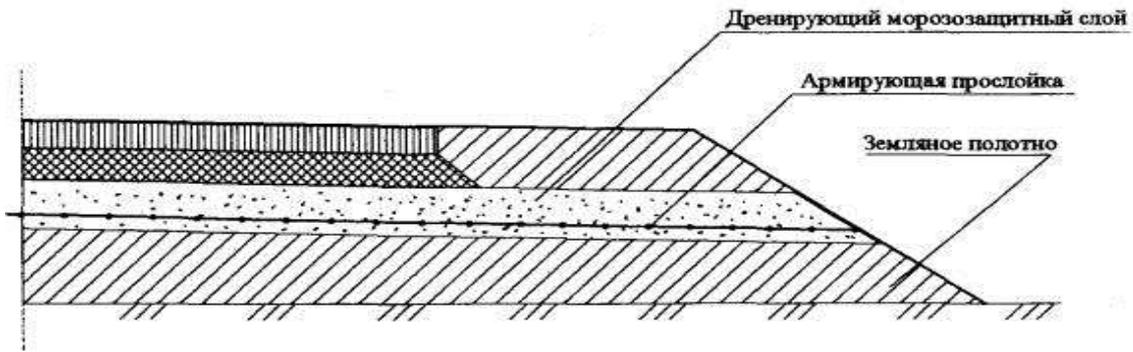


Рисунок 5- Морозозащитного слоя

В качестве армирующих прослоек применяются защитно-дренирующие геотекстильные материалы. Данный материал выдерживает воздействие прямых солнечных лучей в течение нескольких месяцев. Не поддается воздействию кислот, щелочей и бактерий природного происхождения[10].

Гидроизолирующие прослойки- А-применяется где источником переувлажнения грунтов являются атмосферные осадки, при полном переустройстве дорожной одежды с устройством основания из крупнозернистых материалов. Данная конструкция позволяет перехватить воду, поступающую через дорожную одежду и обочины, снизить влажность рабочего слоя земляного полотна и повысить его несущую способность.

Б- применяется на участках местности с необеспеченным поверхностным стоком при высоком уровне стояния подземных вод. Данная конструкция может применяться при полном переустройстве рабочего слоя земляного полотна, позволяет уменьшить толщину морозозащитного слоя за счет снижения влажности грунта рабочего слоя земляного полотна.

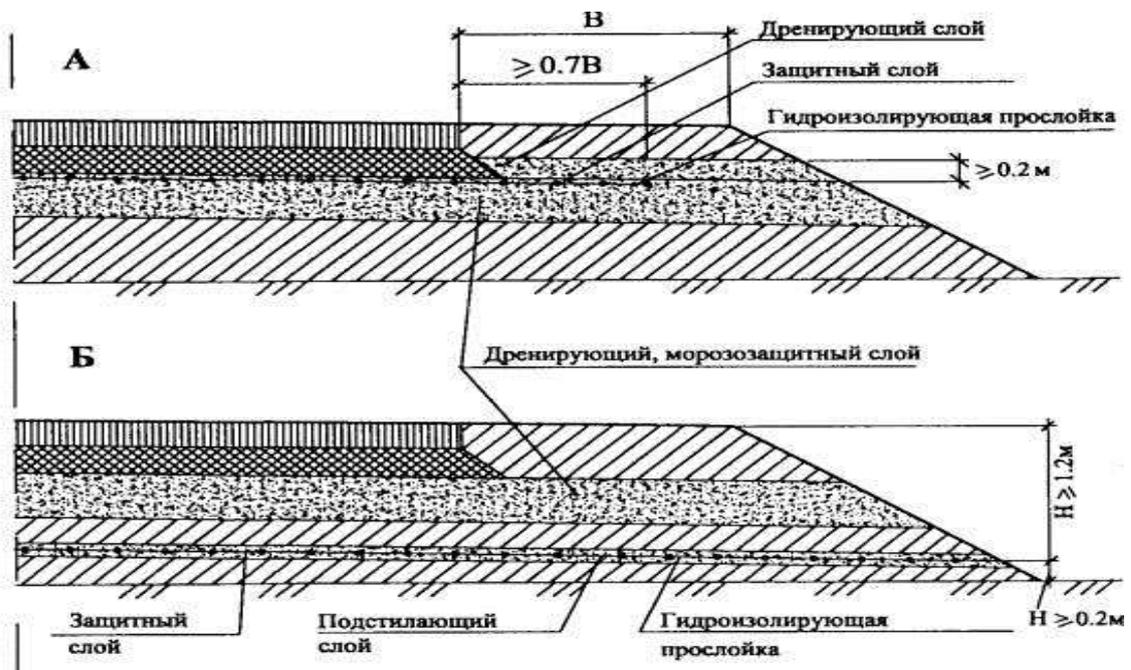


Рисунок 5- Гидроизолирующие прослойки- А, Б

При устройстве гидроизолирующих прослоек следует использовать полиэтиленовую

пленку толщиной 0,2 мм, стабилизированную 2% канальной сажи, изол и материал типа "колентанш" (нетканый синтетический материал, обработанный битумом). При укладке гидроизолирующих прослоек следует предусматривать устройство подстилающих и защитных слоев, толщина которых должна быть не менее 0,1 м в плотном теле (кроме материалов типа "колентанш"). При использовании полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм грунт этих слоев не должен содержать частиц крупнее 20 мм, изола - частиц крупнее 40 мм. Допустимого зернового состава имеющих частицы размером 5-40 мм, не должна выходить за пределы, представленного в таблице 4 [10].

Таблица 4- Зерновой состав при использовании полиэтиленовой пленки

Размеры грунта, мм	Допустимое содержание зерен грунта крупнее данного размера в подстилающем и защитном слоях, %	
	Для изола	Для полиэтиленовой пленки
40	0	-
30	35	-
20	60	0
10	75	25
10	90	45

Существует несколько способов решения проблемы пучения дорог:

- Замена пучинистого грунта на слой щебня определенной толщины под асфальтобетон;
- Проведение работ по отведению воды при возможном затоплении и подтоплении в результате таяния снегов либо после аварий коммуникаций;
- Защита дренажного слоя от засорения геотекстильным фильтрующим полотном (геотекстиль дорнит).

Библиографический список

1. Ташходжаева Ш., Халимова Ш.Р. Влияние пучения на автомобильные дороги и меры против них // Сборник трудов межвузовской научно-практической конференции одарённой молодёжи, посвященной 24 годовщине независимости республики Узбекистан. Ташкент. ТАДИ. (22-23 мая 2015 г.). с.194-195.
2. Чернышева И.А., Мащенко А.В. К вопросу использования различных методов защиты от морозного пучения // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7, №1. с.39-46.
3. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов/ ПНИИИС.-М.: Стройиздат, 1986.-72с.
4. Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах // науч.-исслед. Ин-т оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова.-М.: Стройиздат, 1979.-39с.
5. Соколова О. В., Горковенко Н. Б. Оценка морозоопасности крупнообломочных грунтов с пылевато-глинистым заполнителем.-Основания, фундаменты и механика грунтов - 1997, № 2, - С. 11-15.
6. Грицык В. И. Земляное полотно железных дорог. — М.: Маршрут, -2005.
7. Халимова, Ш.Р.Влияние пучения на автомобильные дороги и меры против них /

- Ш. Ташходжаева, Ш. Р. Халимова // Сборник трудов межвузовской научно-практической конференции одарённой молодёжи, посвящ. 24-й годовщине независимости Республики Узбекистан. – Ташкент : ТАДИ (22 –23 мая 2015 г.). – С. 194–195.
8. Чернышева, И. А. К вопросу использования различных методов защиты от морозного пучения / И. А. Чернышева, А. В. Мащенко // Вестник ПНИПУ: Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7. – № 1. – С. 39–46.
 9. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов / ПНИИИС. – М. : Строиздат, 1986. – 72 с. 4 Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пученистых грунтах // Науч.-исслед. ин-т оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова. – М. : Стройиздат, 1979. – 39 с.
 10. Соколова, О. В. Оценка морозоопасности крупнообломочных грунтов с пылевато-глинистым заполнителем / О. В. Соколова, Н. Б. Горковенко // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1997. – № 2. – С. 11–15.
 11. Халимова, Ш.Р. Назначение и оценка исходных данных для прогноза пучения грунтов в автомобильных дорогах /Ш.Р.Халимова, Ш.Б.Ахмедов, Ш.Ш. Худойкулов // Глобальное партнёрство- как условие и гарантия устойчивого развития ,2 том; Сборник тезисов международной научно- технической конференции,ТИПСиЭАД,2019-С.325-328
 12. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог, разработаны ОАО Гипродорнии ГП Росдорнии, утверждены распоряжением Росавтодора от 14.06.200 № 113-р, Москва 2001-С.