

УДК 622.276/69

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ НАСЫПЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.Н. Шуваяев, А.В. Замятин
(Тюменский государственный архитектурно-строительный университет)

Площадки и дороги месторождений, насыпи, замерзание грунта

Well sites and field roads, fills, ground freezing

Stabilization of dirt fills in the winter period. Shuvaev A.N., Zamyatin A.V.

The paper discusses the issues of field roads and well sites construction quality assurance. Fig. 3, ref. 5

Возведение насыпей в зимний период является актуальным для многих мест и регионов России, где зима, в отличие от европейских стран, длится от 3 до 9 месяцев в году.

Сегодня единственным видом дорожных работ, возможным для выполнения зимой в полном объеме, являются работы по возведению земляного полотна. Это позволяет решать задачу по равномерному распределению дорожных работ в течение года, сохранению дорожных кадров и более полной загрузке техники.

Действующими основными нормативными документами, регламентирующими возведение насыпей автомобильных дорог зимой, являются: СНиП 3.06.03-85, СН-449-72 «Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог», «Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог».

Указания, представленные в СНиП 3.06.03-85, не что иное, как повторение ранее изложенных норм, разработанных в 60-70 гг., где отсутствует классификация грунтов по гранулометрическому составу и физико-механическим свойствам, а так же привязка к географическому положению объекта строительства. Принимаемое значение осадки для глинистых и песчаных грунтов (3%) при оттаивании является необоснованной, в связи с различными физическими процессами, протекающими при переходе из мерзлого состояния в талое. В СН-449-72 «Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог» основные пункты, касающиеся влажности применяемых грунтов, размера и количества мерзлых включений, идентичны требованиям, предъявляемым СНиП 3.06.03-85. Однако есть ряд уточнений. Во-первых, рекомендация устройства верхней части насыпи на высоту более 1 м только из талого грунта в теплое время года. Во-вторых, ограничена высота насыпей, возводимых зимой из глинистых грунтов, в зависимости от климата района строительства.

Действующий в настоящее время нормативный документ, регламентирующий возведение насыпей автомобильных дорог в зимних условиях, «Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог» является продолжением ВСН 120-65 и СНиП 3.06.03-85, в нем содержится более подробное описание организационных и технологических процессов.

Анализируя рассмотренные нормативные документы, приходим к выводу, что основные принципы и правила возведения земляного полотна в зимних условиях, разработанные еще в 50-60 гг., остались до настоящего времени неизменными.

Основным правилом возведения насыпей зимой является гипотеза о том, что если уплотнение грунта производится при его талом состоянии, то земляное полотно считается стабилизированным. Это дает основание приступать к

строительству дорожной одежды или монтажу иных сооружений в первый летний период.

Накопленный за последние 50 лет опыт теории и практики показывает, что действующие предположения требуют кардинальной проверки.

Цель данной работы – разработка основ стабилизации грунтовых насыпей на базе современных теоретических представлений практики. Для выполнения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- разработать теоретические основы стабилизации грунтовых насыпей, возводимых в зимнее время на базе существующих теорий напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов;
- проанализировать результаты исследований деформаций грунтовых насыпей, возводимых зимой за последние десятилетия научными организациями Р Ф.
- Процесс возведения насыпей в зимний период состоит из следующих технологических операций:
- разработка грунта в карьере с погрузкой в автосамосвалы;
- транспортировка и выгрузка грунта;
- разравнивание грунта;
- уплотнение грунта.

Экскаваторы с ковшами активного действия позволяют разрабатывать грунты, промерзшие на глубину до 50 см и более.

Для транспортировки грунтов применяют автосамосвалы большей грузоподъемностью, оборудованные обогревом кузова отработанными газами.

Разравнивание грунта заданной толщины, как правило, осуществляется бульдозерами.

Уплотнение грунта производится различными типами катков.

Замерзание грунтов происходит в процессе выполнения технологических операций и после их завершения. Причем более 80% объема замершего грунта образуется после окончания производства работ по уплотнению. При этом замерзание поровой воды в грунтах имеет свои особенности, обусловленные взаимодействием воды с поверхностью минеральных частиц грунта, а также наличием того или иного количества растворенных в воде солей. Различные грунты имеют разную температуру замерзания (от 0 до -2,5°C и ниже), под которой понимают устойчивую температуру замерзания поровой воды, что сопровождается увеличением объема грунта, льдовыделением, смерзаемостью его частиц и пр.[1].

При промерзании грунтов, особенно дисперсных, при температуре, близкой к 0°C, не вся поровая вода переходит в лед, а лишь ее часть. При дальнейшем понижении отрицательной температуры фазовые превращения воды продолжают, но с меньшей интенсивностью, причем количество замерзающей воды будет зависеть от значений отрицательной температуры, удельной поверхности минеральных частиц, состава поглощенных катионов, давления и пр.

Количество включений льда и незамерзшей воды в объеме пор мерзлого грунта определяются согласно [2]:

$$i = W_{tot} - W_w, \quad (1)$$

$$W_w = K_w W_p, \quad (2)$$

где i – содержание льда в единице объема грунта; W_w – влажность из-за незамерзшей воды; W_{tot} – влажность грунта; W_p – влажность на границе раскатывания; K_w – коэффициент содержания незамерзшей воды в глинистых грунтах.

Ниже температуры ($T = 3,2^\circ\text{C}$) начала замерзания грунта только часть воды остается талой, ее количество уменьшается с понижением температуры ($T = -3,0 \dots -13,0^\circ\text{C}$), переходя в твердую фазу[1].

Когда грунтовая среда полностью оттаяна или заморожена, теплообороты грунта представлены постоянной объемной теплоемкостью незамерзшего грунта или мерзлого. Однако, когда грунтовая среда подвергается фазовому изме-

нению (содержание незамерзшей воды больше нуля, но меньше 100%), наклон функции содержания незамерзшей воды, объемное содержание воды грунтовой среды и скрытая теплота фазовых переходов в спектре отрицательных температур, поглощенная или отданная грунтом из-за изменений фазы грунтовой воды, должны рассматриваться при определении теплооборотов грунта [3]. При замерзании вода увеличивается в объеме на 10 %. Содержание воды в грунте может составлять от 0,1...0,3% (и выше для глинистых грунтов) от общего объема грунта, поэтому максимальное пучение (только из-за кристаллизации воды) должно было бы составлять 0,9...2,5% (рис.1), что характерно для крупнозернистых и среднезернистых песков. Пучение пылевато-глинистых грунтов может быть в несколько раз больше указанных значений. Объясняется это миграцией влаги из нижних горизонтов в зону промерзания.

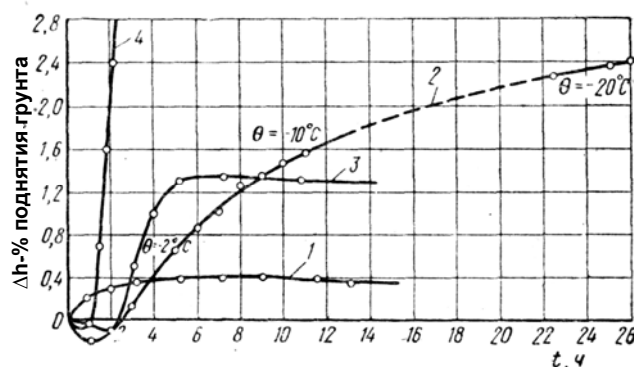


Рис. 1. Кривые пучения грунтов при промерзании (по опытам Н.А.Цытовича):

1-песок; 2-дисперсная глина; 3-пылевато-илистый суглинок; 4-то же с подтоком воды

Исходя из того, что кристаллизующаяся в порах вода не заполняет ту часть пор, которая занята воздухом, а раздвигает твердые частицы, увеличиваются объем грунта и объем пор, занятых воздухом [3].

При достижении требуемого нормативного значения коэффициента уплотнения грунта 0,95-0,98 до промерзания все равно произойдет его снижение из-за кристаллизации воды, и величина его будет зависеть от содержания воды в грунте. В свою очередь, содержание воды (влажность) будет зависеть от вида грунта, от условий его залегания, влажности в предзимний период, его дисперсности и химического состава.

Данное предположение подтверждается проведенными испытаниями на месторождениях Уватского района Тюменской области (Урненского, Усть-Тегусского и Тямкинского).

По результатам исследований, проведенных на площадках и подъездных дорогах месторождений Западной Сибири, получены средние значения коэффициента уплотнения 0,69-0,92, в то время как после окончания уплотнения его значение соответствовало нормам 0,93-0,95.

При оттаивании мерзлых грунтов в них возникает два противоположных процесса: уплотнение и набухание [1].

В процессе оттаивания по толще грунтового массива происходит перераспределение влаги. На границе оттаивающего слоя с мерзлым формируется перувлажненная зона с наличием порового давления. При этом перераспределение влаги зависит от дисперсности и начального объема воды.

В песчаных грунтах при оттаивании перераспределение влажности незначительно даже при высоком содержании воды. В глинистых грунтах при влажности, близкой к нижнему пределу пластичности, ее перераспределение почти отсутствует, при водонасыщении, близком к верхнему пределу пластичности,

происходит значительное перераспределение влаги.

При оттаивании глинистых грунтов большую роль играет наличие связной воды, процесс консолидации протекает под влиянием вязкого сопротивления скелета грунта, а на формирование прочностных характеристик существенное влияние оказывает структурное сцепление.

Для расчета времени консолидации сильнольдистых грунтов применима теория фильтрационной консолидации [4]:

$$T_u = a_u + b_u H_{\phi}^n, \quad (3)$$

где T_u – время достижения степени консолидации U слоем с фильтрацией H ; a_u и b_u – консолидационные характеристики грунта; a_u отражает только вязкие свойства; b_u отражает вязкие и фильтрационные свойства; n – показатель степени.

При оттаивании особенно уплотненных глинистых грунтов возникают процессы набухания из-за присоединения воды к внутренним связям кристаллической решетки, что приводит к уменьшению коэффициента уплотнения в летний период [1].

Зависимость относительной деформации набухания e_{sw} от изменения влажности от начальной до влажности набухания имеет вид линейной функции (рис.2) [3]:

$$e_{sw} = k_{sw} \Delta W, \quad (4)$$

где k_{sw} – параметр линейной зависимости, ΔW – приращение влажности.



Рис. 2. Зависимость величины относительного набухания от приращения влажности

Следовательно, на границе оттаивания глинистых грунтов происходит увеличение влажности из-за миграции воды, что вызывает набухание и, как следствие, разуплотнение грунтов, в конечном итоге, сказывается на устойчивости, прочности всей конструкции, то есть при формировании надежного основания будет необходимо время для стабилизации насыпей.

Стабилизационное – это такое состояние насыпи, при котором параметры ее напряженно-деформированного состояния соответствуют расчетным значениям.

Принято считать, что влажность является основным из косвенных показателей, оценивающих состояние конструкции в соответствие с функциональным назначением (насыпи автомобильных, железных дорог, плотины и т.д.).

Наиболее полное теоретическое и практическое исследования возведения насыпей из мерзлых грунтов, их стабилизация проведены М.В. Пановой [5].

Стабилизация влажности зависит от вида грунтов и от их местоположения.

Наиболее длительный период достижения постоянных значений – для связных. В верхней части насыпи это происходит в течение трех лет до значения оптимальной влажности (рис. 3). Аналогичен период и для грунтов в нижней части насыпи, при их влажности выше оптимальной на 40%, и остающейся постоянной на дальнейший период. Для песка в верхней части насыпи в течение первого летнего периода происходит снижение влажности почти в два раза, в нижней части – в течение трех лет (в обоих случаях до значения влажности ниже оптимальной).

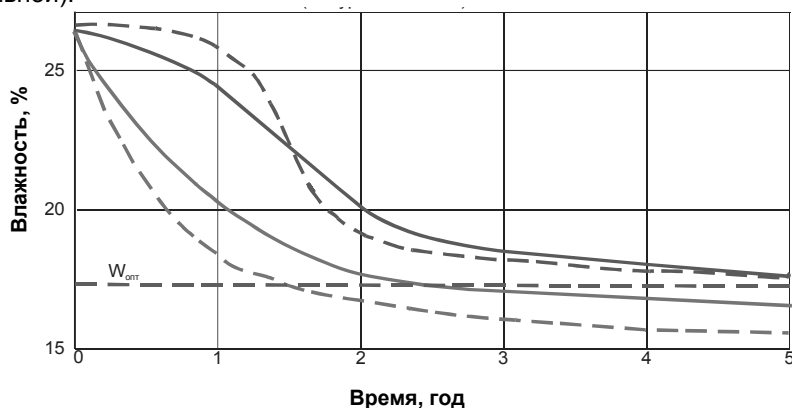


Рис. 3. Изменение влажности насыпи из мерзлого суглинка:

— Суглинок $W=1,5W_{\text{опт}}$ (ось, низ); — Суглинок $W=1,5W_{\text{опт}}$ (обочин, низ);
— Суглинок $W=1,5W_{\text{опт}}$ (ось, серед.); — Суглинок $W=1,5W_{\text{опт}}$ (обочин, серед.)

В этот период верхняя часть (активная зона) обеих насыпей осушается полностью и принимает стабильное состояние на последующий период. Стабилизационный период насыпей будет зависеть от вида грунтов, влажности, температуры замерзания и оттаивания, других факторов [5].

По достижении стабилизации можно выполнять работы по сооружению дорожной одежды, монтажу оборудования и т.д.

Как показывает в настоящее время теория и практика возведения земляного полотна в зимний период, процессы стабилизации насыпи завершаются не из условия уплотнения грунтов в талом состоянии, а физических процессов грунтов. Период стабилизации может длиться от одного года до нескольких лет, это зависит от вида грунта и начальной влажности.

Теоретические основы стабилизации насыпей необходимо рассматривать при переходе воды из жидкой фазы в твердую и обратно. При этом основополагающей теорией по разработке теоретических основ является теория фильтрационной консолидации, пучения и набухания глинистых грунтов.

Список литературы

1. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов. - М.: Высш. школа, 1973. - 448 с.
2. Достовалов Б. Н. Кудрявцев В. А. Общее мерзлотоведение. - М.: Изд-во МГУ, 1967. - 404 с.
3. Голли О.Р. Использование закономерностей набухания глинистых грунтов в строительстве // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2004. №8.
4. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов (Краткий курс). - М.: 2007. - 284 с.
5. Панова М.В. Прогноз и учет температурного режима земляного полотна автомобильных дорог, построенного с использованием мерзлых грунтов в условиях Западной Сибири: автореф. ... дис...к.т.н. Тюмень-2000.

Сведения об авторах

Шуваев А.Н., д.т.н. профессор, заведующий кафедрой, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, тел.: (3452)46-15-69

Замятин А.В., аспирант, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, тел.: (3452)46-15-69

Shuvaev A.N., Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Tyumen State Building University, phone: (3452)46-15-69

Zamyatin A.V., postgraduate student, Tyumen State Building University, phone: (3452)46-15-69

УДК 622.242.422-049.65

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕГАЗОВОГО СООРУЖЕНИЯ ОТ ДРЕЙФУЮЩИХ ЛЕДЯНЫХ ПОЛЕЙ

М.В.Трохимчук
(Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет)

Нефтегазовое сооружение, дрейфующие ледяные поля, защитный барьер

Oil and gas facilities, drifting ice masses, protection barrier

A device for protection of oil-and-gas platform against drifting ice masses.
Trokhimchuk M.V.

A device is offered for protection of a support section of the offshore oil and gas facilities against failure during ice masses drifting and broken ice pieces movement. This device presents an artificial protection barrier made from reinforced concrete piers installed on the bottom of the water pool by forcing on the piers. The piers are placed along the facilities perimeter from the side of active currents forming a hummock. This device is easy to manufacture, has low operational costs and ecology safe functions. Fig.2, tables 1, ref. 1.

В настоящее время в России на шельфовой зоне южных и восточных морей ведутся интенсивные работы по изучению и промышленному освоению месторождений нефти и газа. Наличие ледяного покрова в этих морях делает необходимым создание защитных устройств.

Предлагается достаточно простая самостоятельная конструкция для снижения ледовой нагрузки на опорную часть морской нефтегазовой платформы, связанной с дрейфующими ледяными полями и битым льдом [1]. Устройство уже апробировано в натурных условиях. Данная конструкция отличается от известных ранее (таблица) тем, что обладает низкими эксплуатационными расходами и высокой мобильностью.

Существующие устройства для защиты морских объектов ото льда и их технические недостатки

Характеристика устройства	
1 устройство	2 устройство
Устройство для защиты гидротехнических сооружений, применяемое для разведки и освоения морских месторождений нефти и газа и др. Включает изготовление защитной обложки, ее транспортировку, установку и заполнение насыпным грунтом (Пат. № 92007745 РФ, МПК ⁶ E 02 B17/00, 1996г.)	Устройство для защиты эксплуатируемой буровой платформы от разрушения при движении ледяных полей представляет преграду на пути дрейфующего льда. Это искусственно созданный элемент, выполненный в виде металлических щитов, которые можно регулировать по высоте, устанавливать на дне водоема вокруг бурового объекта и закреплять на дне винтовыми сваями на глубину 5-10м в зависимости от характера пород (Свидетельство на полезную модель № 7961 РФ, E21B 33/035, 2006г.)
Технический недостаток	