

Совершенствование технологии разработки сезонно-мерзлых моренных грунтов буровзрывным способом

А. А. Германов¹

Петрозаводский государственный университет

В статье приводятся сведения о влиянии температуры воздуха, величины снежного покрова, влажности моренных грунтов на их глубину промерзания, а также об изменении механической прочности моренных грунтов по глубине промерзания. Дается краткий анализ технологии разработки мерзлых моренных грунтов и условий ее эффективного применения. Как наиболее эффективное и перспективное направление в технологии рыхления мерзлых моренных грунтов при глубине промерзания более 1 м предлагается буровзрывной способ с использованием рациональных конструкций зарядов для соответствующих ВВ с применением короткозамедленного взрывания.

Ключевые слова: мерзлые моренные грунты, прочность, технология рыхления ударом, буровзрывной способ, взрывчатые вещества (ВВ), способ взрывания, энергия взрыва, конструкция заряда.

СОДЕРЖАНИЕ

Анализ сведений об объемах земляных работ, выполняемых строительными и дорожными организациями Карелии, показал, что значительная часть их осуществляется в I и IV кварталах, т. е. когда грунты находятся в мерзлом состоянии. Особую трудность представляют мерзлые моренные грунты. Моренные грунты представляют собой неоднородные механические смеси плотных несортированных осадков с различным содержанием крупнообломочного материала: гравия, гальки, валунов. Количество валунов на единичной площади и по глубине не изменяется значительно.

Мощность моренных отложений колеблется от доли метра до нескольких десятков метров и, как показывает практика буровых работ, увеличивается с севера на юг.

Глубина промерзания моренных грунтов, определяющая толщину зоны высокой механической прочности, зависит от температуры наружного воздуха, величины снежного покрова, влажности грунта и его гранулометрического состава. Анализ результатов наблюдений метеорологических станций позволил нам построить график (рис. 1) изменения глубины промерзания грунтов в зависимости от температуры воздуха и толщины снежного покрова. Установлено,

что для средней части Карелии глубина промерзания достигает величины 0,7 м во второй половине января (при наличии снежного покрова). Моренный грунт при промерзании следует рассматривать как четырехкомпонентную систему, состоящую из твердых минеральных частиц, связующего вещества (льда), воды и воздуха. По механической прочности грунт при промерзании находится в трех агрегатных состояниях: верхний слой - упругий, средний - упруго-пластический, нижний - пластический. На рис. 2 показан график изменения прочности грунта в зависимости от глубины промерзания.

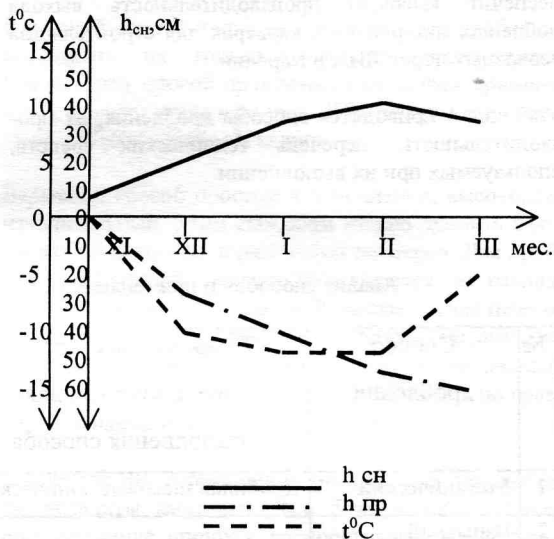


Рис. 1. Изменения глубины промерзания в зависимости от температуры воздуха и толщины снежного покрова

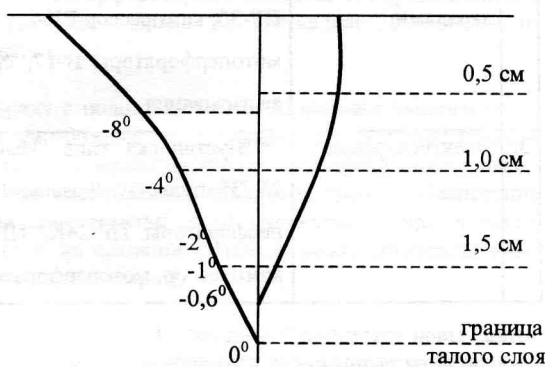


Рис. 2. Изменения прочности грунта в зависимости от глубины промерзания

Рыхление сезонно-мерзлых моренных грунтов в настоящее время преимущественно выполняется механическим способом "клин-бабой" и рыхлителями на базе трактора.

Рыхление механизмами ударного действия ("клин-бабой") является низкоэффективным, сейсмически

¹ Автор - доцент кафедры промышленного транспорта и геодезии

опасным для близрасположенных малоэтажных зданий и сооружений.

Работа механизма в режиме ударного действия отрицательно влияет на его привод. От динамических нагрузок происходит быстрый износ машин и приводных механизмов.

Статический способ рыхления мерзлых грунтов, т. е. рыхлителями на базе трактора, эффективен только тогда, когда мощность трактора и мерзлоты позволяет разрушать мерзлый грунт в режиме взламывания.

Для рыхлителей на базе трактора Т-100 это будет:

$$H_m = 0,4 \text{ м, ДЭТ} - 250 - H_m = 0,8 \text{ м.}$$

В условиях Северо-Запада значительная часть зимнего периода связана с разработкой мерзлоты с $H_m = 0,8 - 1,0$ м, когда работа рыхлителя в режиме взламывания корки мерзлоты возможна только при мощности двигателя трактора не менее 500 л. с. Значит, выпускаемые отечественными заводами тяжелые трактора мощностью 300 л. с. (Челябинский завод) и 330 л. с. (Чебоксарский завод) не обеспечат эффективность рыхления мерзлоты. Кроме того, работа рыхлителей ограничивается твердыми включениями, которые обычно имеются в моренном грунте.

В настоящее время нет высокопроизводительных, надежных и универсальных отечественных образцов машин и механизмов для рыхления мощной мерзлоты ($H_m = 1,0 - 1,5$ м). Вопрос о совершенствовании технологии разработки мерзлых моренных грунтов с валунными включениями является актуальным. Отечественный опыт организаций Средуралстроя, Бамстроя и других, а также зарубежных строительных фирм Финляндии, Швеции показывает, что применение энергии взрыва ВВ для рыхления труднорабатываемых мерзлых моренных грунтов является наиболее перспективным.

Эффективность взрыва химических ВВ будут определять: тип ВВ, конструкция заряда, способ взрывания, область расположения заряда относительно границы талого слоя, гранулометрический состав мерзлого грунта, размещение зарядов относительно друг друга, организация производства работ и тип конструкций предохранительных устройств.

Наиболее качественное дробление в пределах воронки рыхления будет у упругих грунтов сцементированных включениями льда. У грунтов, находящихся в упруго-пластическом состоянии, скорость развития трещин при пластических деформациях уменьшается, качество дробления грунта в этой зоне ухудшается. Эти очень важные обстоятельства являются определяющими при выборе параметров буровзрывных работ (БВР) и средств, обеспечивающих безопасность работ. Радиус воронки отрыва в мерзлом грунте зависит от глубины заложения заряда [11].

Наличие в мерзлом моренном грунте валунных включений влияет на характер распределения волн напряжения. Формирование полостей грушевидной формы образуется в зонах, где имеется наименьшее сопротивление грунта давлению газов. Валуны различных форм и размеров, в массе расположенные хаотично и неопределенно ориентированные действию взрыва, тем самым отрицательно влияют на формирование зоны разрушения.

При выборе ВВ для производства взрывных работ в сезонно-мерзлых моренных грунтах с валунными включениями должны быть выполнены следующие требования:

- параметры ВВ должны обеспечить эффективное разрушение мерзлого неоднородного грунта;
- ВВ должно иметь пониженную чувствительность к механическим воздействиям;
- безотказно детонировать;
- обладать водостойкостью, низкой чувствительностью к механическому воздействию;
- удельная стоимость энергии взрыва должна быть минимальной.

Опыт взрывных работ, проводимых Союзвзрывпромом в Карелии, а также в других районах [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,], показывает, что наиболее целесообразным ВВ для рыхления сезонно-мерзлых моренных грунтов являются аммоний 6ЖБ, а также ВВ, имеющие низкую скорость детонации, такие, как зерногранулиты 79/21, 80/20, игданий и гранулит АС-4, в связи с тем, что энергоемкость разрушения грунтов снижается по мере увеличения длительности взрыва.

Вторым фактором, повышающим эффективность процесса разрушения мерзлых грунтов энергией взрыва зарядом ВВ, является оптимизация перераспределения энергии в канале шпура или скважины за счет конструкции заряда. Цель перераспределения энергии заключается в том, чтобы большая часть ее была направлена на выполнение полезной работы. На основании анализа данных [3, 5, 10, 14, 15] и собственных поисковых работ предлагаются конструкции зарядов, изображенных на рис. 3.

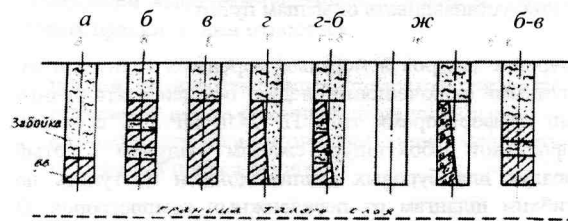


Рис. 3. Конструкции зарядов ВВ

В зависимости от глубины и характера промерзания грунта и от необходимой степени его рыхления конструкция заряда может быть удлиненной или рассредоточенной. Применение рассредоточенного заряда с

воздушным промежутком (рис. 3) позволит уменьшить начальное давление, увеличить действие взрыва на окружающий массив. Опыт [4, 5, 6, 11] показывает, что взрыв данной конструкции уменьшает выход негабарита в 2...10 раз и снижает выход ВВ на 10-30%. Использование в конструкции рассредоточенного заряда комбинированных ВВ (рис. 3в) с соотношением масс верхней и нижней части заряда от 1:3 до 1:5 [1, 2, 7] повышает эффективность взрыва.

Применение сосредоточенных зарядов [рис. 3а] в сезонно-мерзлых грунтах [8, 11, 13, 14] дает малый эффект, приводит к переизмельчению грунта в ближайшей зоне и не обеспечивает качественного дробления в верхней части, т. е. способствует образованию негабарита.

Качественный эффект можно получить от применения следующих конструкций зарядов, представленных на рис. 3 (г, г-б, ж, з). Наличие компенсационных полостей в виде скважины, шпура, камуфлета способствует уменьшению рассеивания энергии в массиве, сосредоточению ее работы в ограниченном объеме. Для разработки мерзлых пластичных глин автор считает целесообразным применять камуфлетные заряды с экраном, направленным в зону отрыва грунта, камуфлетные заряды с экраном и компенсационные камуфлетные полости, а также удлиненные заряды с экраном (компенсатором) (рис. 3 ж).

Третьим фактором, способствующим повышению эффективности взрывных работ при разработке сезонно-мерзлых грунтов, является применение коротко-замедленного взрывания (КЗВ). Применение его снижает сейсмическое воздействие взрыва, улучшает качество дробления мерзлого грунта, дает возможность управлять взрывом. По данным [4, 5, 9, 12, 13], при КЗВ происходит интерференция взрывных волн от соседних зарядов, что способствует повышению времени воздействия взрыва на грунт с увеличением зоны рыхления. В зависимости от условий производства работ выбирается способ КЗВ и средства взрывания.

Схему расположения зарядов соответствующих конструкций для участков производства работ целесообразно устанавливать опытным путем.

Бурение шпуров в мерзлых моренных грунтах с валунными включениями следует осуществлять ручными перфораторами типа ПР-24Л, ПР-30К с осевой продувкой забоя шпура сжатым воздухом. Сжатый воздух для буровых машин должен поступать по гибким шлангам от передвижных компрессоров. В качестве средств бурения целесообразно применять буровые штанги со съёмными коронками крестообразной формы, армированные пластинками типа ВК-7, ВК-8. Для бурения скважин эффективнее применять буровые машины комбинированного действия

типа ШПА, БТС-2, БТС-150, БМ-276 [1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11].

Следует отметить, что осуществление высокопроизводительного бурения по мерзлым моренным грунтам с валунными включениями остается до сих пор актуальным.

В целях обеспечения безопасности исполнения работ и предохранения окружающей среды и объектов от разлета кусков взорванного мерзлого грунта следует применять защитные предохранительные укрытия (локализаторы), соответствующие данным условиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонин В. Г. Взрывные работы в строительстве. Киев: Будевильник, 1971. 175 с.
2. Афонин В. Г. Справочное руководство по взрывным работам в строительстве. Киев: Будевильник, 1974. 382 с.
3. Балачан И. Л. и др. Рыхление мерзлых грунтов взрывом. М: Недра, 1974. 104 с.
4. Берсенева Г. П. Опыт рыхления мерзлых грунтов взрывным способом: Реферативная информация о передовом опыте. Вып. 8 (134). Серия V. Специальные строительные работы. М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя, 1977. С. 21-23.
5. Власов Ф. М. и др. Рыхление мерзлых грунтов буровзрывным способом на объектах Главюжуралстроя // Механизация строительства. 1977. №2. С. 9.
6. Временные технические условия на производство земляных работ на Кольском полуострове. Красноярск, 1978. 44 с.
7. Евстропов Н. А. Взрывные работы в строительстве. М.: 1965. 207 с.
8. Даниленко И. И. Использование энергии взрыва в строительстве. Киев: Будевильник, 1981. 168 с.
9. Единые правила безопасности при взрывных работах. М.: Недра, 1975.
10. Кушнарев Д. М. Использование энергии взрыва в строительстве. М.: Стройиздат, 1973. 288 с.
11. Силин В. С. Разработка мерзлых грунтов на Южном Урале (взрывной метод). Челябинск: Юж-Уральское кн. изд-во, 1978. 74 с.
12. Справочник по буровзрывным работам на строительстве / Под ред. акад. А. Мельникова. М.: Стройиздат, 1962. 392 с.
13. Технические правила ведения взрывных работ на дневной поверхности. ВСН 281-71 / Минмонтажстрой СССР. М.: Недра, 1972.
14. Чеченков М. С. Разработка мерзлых грунтов взрывным способом / МИСИ им. В. В. Куйбышева. М., 1977. 42 с.
15. А. с. 616408 СССР, Кл. 21 С 37.00. Способ взрывания с экранированием.