

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА БОЛОТАХ БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЫ

**Бабаскин Юрий Георгиевич**, канд.техн.наук, доцент, профессор  
Белорусский национальный технический университет  
пр. Независимости, 65 220000, г. Минск. Беларусь,  
ad\_ftk@bntu.by

**Юхнюк Анна Сергеевна**, магистрант  
Белорусский национальный технический университет  
пр. Независимости, 65 220000, г. Минск. Беларусь,  
ad\_ftk@bntu.by

***Аннотация:** При строительстве автомобильных дорог большие проблемы возникают при преодолении болот с большой глубиной залегания слабого грунта. Приведены результаты геологических исследований, проведенные на автомобильной дороге М-3, на участке, на котором глубина болота достигает 12 м. Результаты лабораторных исследований грунтов, разведанных на различных глубинах буровых скважин, позволили составить полное геологическое описание техногенных образований, болотных отложений и гидрогеологических условий.*

***Ключевые слова:** земляное полотно, слабые грунты, болото, бурение, скважины, лабораторные исследования.*

Автомобильная дорога представляет собой комплекс линейных и сосредоточенных транспортных сооружений с технико-экономическими параметрами, которые должны обеспечить безопасные, экономичные, комфортные условия движения автотранспортных средств с расчетными скоростями и нагрузками круглый год в течение заданного периода эксплуатации /1/. Качество автомобильной дороги зависит от многих её компонентов, основными из которых являются земляное полотно и дорожная одежда. Качество работ при строительстве земляного полотна играет важную роль, поскольку от этого зависит устойчивость, прочность, долговечность автомобильной дороги в целом. И если в земляном

полотне начнут возникать деформации, связанные с просадкой грунта, его набуханием, липкость и другими отрицательными явлениями, то никакие материалы дорожной одежды не спасут конструкцию от разрушения /2/. Одной из сложных задач, решаемой при строительстве земляного полотна, является обеспечение устойчивости его основания. В практике строительства возникают моменты прокладки трассы на участках с глубоким залеганием слабых грунтов, особенно при строительстве на болоте.

Автомобильная дорога М-3 Минск-Витебск - дорога республиканского –значения I-II технической категории. Протяжённость 254,460 км. Дорога проходит по пересеченной местности с первым типом по характеру и степени увлажнения и запроектирована, как в насыпи, так и в выемке. Высота насыпи составляет от 1,0 м до 7,0 м, максимальная глубина выемки 2 м.

На данной дороге, в Лепельском районе, имеется участок, длиной приблизительно 300 м, на котором глубина торфа составляет от 3 до 12 м. Ширина земляного полотна составляет от 14,0 до 17,0 м. Конструкция дорожной одежды: покрытие – асфальтобетонное, ширина проезжей части – 7,5 м с укрепленной обочиной шириной 2,5 м.

При проектировании трассы выполнены геологические изыскания, задача которых была - изучение геологического строения и гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтов.

Вначале была проведена рекогносцировка, с целью уточнения местности точек проведения работ, условий доступа к ним технических средств, возможности безопасного ведения работ и выявление других факторов, влияющих на проведение изысканий. После чего были проведены буровые работы на глубину до 13,2 м, с сопутствующим отбором образцов грунта нарушенной и ненарушенной структуры, а также лабораторные исследования проб грунта. Полевые работы и лабораторные исследования позволили составить полное геологическое описание района проведения работ.

*Голоценовый горизонт. Техногенные образования представлены:* дорожной одеждой: асфальтобетоном, вскрытым в скважинах, пробуренных на существующей автомобильной дороге, мощностью 0,04...0,5 м. Под асфальтобетоном в различных скважинах вскрыты: цементобетон мощностью 0,07...0,14 м; щебень мощностью

0,09...0,29 м; булыжная мостовая 0,13...0,18 м; песчано-гравийная смесь мощностью 0,05...0,48 м;

насыпным грунтом: песком пылеватым желтым, желто-серым, серым, вскрытая мощность отложений от 0,5 м до 4,05 м, коэффициент фильтрации 0,05...1,45 м/сутки;

- песком мелким желтым, серым, желто-серым, вскрытым в большинстве скважин, с коэффициентом фильтрации 0,05...2,84 м/сутки, мощностью от 0,25 до 7,05 м;

- песком средним серым, желто-серым, желтым с коэффициентом фильтрации 0,05...2,78 м/сутки, мощностью 0,4...8,2 м;

- супесью насыпной бурой, серо-бурой пластичной /3/ (число пластичности  $I_L = 0,03...0,51$ ), твердой ( $I_L = (-0,07)...(-0,69)$ ), мощностью от 0,9 м до 3,0 м.

*Болотные отложения* вскрыты в многочисленных скважинах. Они представлены:

- торфом, грунтом заторфованным черным с содержанием органического вещества от 11% до 91% ( $I_{om} = 0,11...0,91$ ), мощностью 0,2 м до 10,5 м;

- илом и сапропелью темно-серого, серого цвета с содержанием органического вещества от 6% до 47% ( $I_{om} = 0,06...0,47$ ), мощностью 0,2 м до 3,1 м;

- мергелем светло-серого цвета с содержанием карбонатов  $\text{CaCO}_3$  от 39,1% до 63,3%, мощностью 0,9...2,7 м.

*Гидрогеологические условия.* Грунтовые воды вскрыты большинством скважин, как с дневной поверхности (уровень 0,0 м) на подтопленных участках, так и на различной глубине (максимальная 9,9 м) от дневной поверхности. Они приурочены к пескам озёрно-аллювиальных, моренных отложений, а также распространяются в болотных отложениях. Также вскрыты воды типа «верховодка» на кровле глинистых грунтов и спорадические воды в прослоях и линзах песков, а также в толще глинистых грунтов.

В периоды интенсивной инфильтрации атмосферных осадков (интенсивное снеготаяние, обильные дожди) возможно повышение уровня всех вод на 0,7-1,0 м относительно зафиксированного в период изысканий.

По результатам испытаний болотных отложений методом вращательного среза, на участке существующей дороги, удельное

сопротивление срезу для торфа и грунта заторфованного составило от 0,014 до 0,016 МПа, при среднем значении 0,0148 МПа; для сапропеля, ила – от 0,0127 до 0,0157 МПа, при среднем значении 0,0142 МПа. Согласно п.12.5.1.2 ТКП 200-2018 /4/ болотные отложения, распространенные на данном участке, соответствует 2 строительному типу болотного грунта, тип основания по устойчивости на исследуемом участке – II.

По результатам испытаний болотных отложений методом вращательного среза, на участке проектируемой дороги, удельное сопротивление срезу для торфа и грунта заторфованного составило от 0,0034 до 0,0052 МПа, при среднем значении 0,0044 МПа. Согласно п.12.5.1.2 ТКП 200-2018 /4/ болотные отложения, распространенные на данном участке, соответствует 3б строительному типу болотного грунта, тип основания по устойчивости по участку – III Б.

На участке, на котором был вскрыт мергель, сопротивление срезу составило от 0,0123 до 0,0161 МПа, при среднем значении 0,0145 МПа. Согласно ТКП 200-2018 /4/ болотные отложения, распространенные на данном участке, соответствует 2 строительному типу болотного грунта, тип основания по устойчивости на участке – II.

При прохождении трассы дороги, в местах залегания слабого грунта, проектом предусмотрено выторфовывание с засыпкой песчаным непылеватым грунтом.

### ***Заключение***

Климатические характеристики района проектирования приведены по действующим нормативным документам - СНБ 2.04.02-2000 и Изменению №1 СНБ 2.04.02-2000. Согласно ТКП 45-3.03-19-2006 /5/ участок изысканий входит в первый дорожно-климатический район Республики Беларусь – северный, влажный.

В период проведения полевых работ грунтовые воды вскрыты преимущественным большинством скважин, как с дневной поверхности (уровень 0,0 м) на подтопленных участках, так и на различной глубине (максимальная 9,9 м) от дневной поверхности. Они приурочены к пескам озёрно-аллювиальных, моренных отложений, а также распространяются в болотных отложениях. Также вскрыты воды типа «верховодка» на кровле глинистых

грунтов и спорадические воды в прослоях и линзах песков в толще глинистых грунтов.

Залегающие на глубину промерзания супеси и суглинки – чрезмернопучинистые (V группа – относительное морозное пучение св. 10 %), супеси и суглинки моренные – пучинистые (III группа – относительное морозное пучение 4...7 %), глины – пучинистые (III группа – относительное морозное пучение 4...7 %), пески пылеватые – сильнопучинистые (IV группа – относительное морозное пучение 7...10%), пески мелкие – слабопучинистые (II группа – относительное морозное пучение 1...4%), пески средние, крупные, гравелистые – непучинистые (I группа – относительное морозное пучение до 1%).

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта под открытой (оголенной) поверхностью по данным Госкомгидромета РБ составляет для Лепельского района: для суглинков и глин – 105 см, супесей, песков мелких и пылеватых – 128 см, песков гравелистых, крупных и средней крупности – 137 см, крупнообломочных грунтов – 155 см.

При проектировании следует учитывать:

- наличие в разрезе органогенных грунтов (инженерно-геологический элемент – ИГЭ-5, 6, 6а), обладающих низкими прочностными характеристиками;

- наличие в разрезе глинистых грунтов с показателем текучести более 0,5 ( $I_L > 0,5$ ) (ИГЭ-10, 12, 20), которые обладают пониженными прочностными характеристиками;

- пучинистость при промерзании песков пылеватых (ИГЭ-1, 7, 14), супесей и суглинков (ИГЭ-9...12), глин (ИГЭ-13), супесей и суглинков моренных (ИГЭ-18...21), залегающих в верхней части разреза;

- способность глинистых грунтов к ухудшению физико-механических свойств при замачивании, промерзании, повреждениях механизмами;

- высокий, с учетом прогнозируемого, уровень грунтовых вод, как следствие подтопление участков.

При строительстве должны применяться методы, не приводящие к ухудшению свойств грунтов: замачивание, размыв поверхностными водами, промерзание, повреждение механизмами и транспортом. Кроме того, следует предусмотреть мероприятия по предотвращению подтопления котлованов.

## Литература

1. Бабаскин Ю.Г. Технология строительства дорог. : учеб. пособие / Ю.Г.Бабаскин. - Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2014. – 534 с.
2. Бабаскин Ю.Г. Строительство земляного полотна автомобильных дорог. ; учеб. пособие / Ю.Г.Бабаскин. - Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2016. – 333 с.
3. СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. Госстандарт. Минск. – 20 с.
4. ТКП 200-2018 (33200). Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования.
5. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования.