

СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 625.1, 551.312.22

М.Ч.Апсеметов, Курманбек уулу Н., А.Е.Айдаралиев, У.Т. Шекербеков
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M.Ch.Apsemetov, Kurmanbek uulu N., A.E.Aidaraliev, U.T. Shekerbekov
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: Muhtar.ap@mail.ru, kurmanbekuulu@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ БАЛЫКЧЫ – КОЧКОР НА БОЛОТИСТЫХ МЕСТНОСТЯХ

БАЛЫКЧЫ-КОЧКОР ТЕМИР ЖОЛУНУН САЗ ЖЕРЛЕРДЕГИ УЧАСТОКТОРУН ДОЛБООРЛОО

DESIGN OF A SECTION OF THE BALYKCHY – KOCHKOR RAILWAY IN MARSHY AREAS

Макалада Балыкчы – Кочкор темир жолунун саздак жерлериндеги участогун долбоорлоо каралат. Балыкчы - Кочкор темир жол участогунун (0,00-5,00 км участогу) жумушчу долбоору Н. Исанов атындагы КМКТАУнун алдындагы "Сейсмотуруктуу курулуш" ИИИнин "Технопарк" илимий-технологиялык борборунун, "Автомобиль жана темир жолдор, көпүрөлөр жана тоннелдер" кафедрасынын адистери тарабынан, Жалдоочу жана Аткаруучунун ортосунда макулдашылган жана бекитилген келишимдин негизинде иштелип чыккан.

Жумушчу долбоор комплекстүү экономикалык жана техникалык изилдөөлөрдүн архивдик материалдарынын, ошондой эле "Автомобиль жана темир жолдору, көпүрөлөр жана тоннелдер" кафедрасынын адистери тарабынан иштелип чыккан Балыкчы-Кочкор темир жол линиясынын курулушунун техникалык экономикалык негиздеменин негизинде аткарылган.

Жумуш долбоорун иштеп чыгууда колдонулган материалдар: 1:1000 масштабдуу аймактын топографиялык сүрөтү, Кыргыз ГИИЗ ААКнын инженердик-геологиялык иликтөөлөрү.

Түйүндүү сөздөр: *темир жол, саз жерлер, суу өткөрүүчү трубалар, пай дубалдар, жасалма негиздер, топуракты алмаштыруу.*

В статье рассматривается проектирование участка железной дороги Балыкчы – Кочкор на болотистых местностях. Рабочий проект участка железнодорожной дороги Балыкчы - Кочкор (участок 0,00-5,00км) разработан Научно-технологическим центром «Технопарк» ИИИ «Сейсмостойкое строительство» при КГУСТА им. Н.Исанова, специалистами кафедры «Автомобильные и железные дороги, мосты и тоннели» на основании договора, утвержденного и согласованного между Заказчиком и Исполнителем.

Рабочий проект выполнен на основе архивных материалов комплексных экономических и технических изысканий, также ТЭО Строительства ЖД линии Балыкчы-Кочкор, разработанного специалистами кафедры «Автомобильные и железные дороги, мосты и тоннели».

При разработке рабочего проекта использованы: топографическая съемка местности, масштаб 1:1000; инженерно-геологические изыскания ОАО Кыргыз ГИИЗ.

Ключевые слова: железная дорога, болотистые местности, водопропускные трубы, фундаменты, искусственные основания, замена грунта.

The article discusses the design of a section of the Balykchy – Kochkor railway in marshy areas. The working draft of the Balykchy - Kochkor railway section (section 0.00-5.00km) was developed by the Scientific and Technological Center "Technopark" Research Institute "Earthquake-resistant Construction" at the KGUSTA named after N.Isanov by specialists of the department "Roads and Railways, bridges and tunnels" on the basis of contract No. 54 dated 03/7/2022. approved and agreed upon between the Customer and the Contractor.

The working project was carried out on the basis of archival materials of complex economic and technical surveys (carried out in 1993-1998), as well as a feasibility study for the Construction of the Balykchy-Kochkor railway line developed by specialists of the Department of Roads and Railways, Bridges and Tunnels. During the development of the working draft, the following methods were used: topographic survey of the area scale 1:1000; engineering and geological surveys of Kyrgyz GIIZ OJSC.

Key words: railway, marshy areas, culverts, foundations, artificial foundations, soil replacement.

Характеристика района. Общие сведения. Район проектирования болотистого участка (0,00-5,00км) железнодорожной линии расположен в Тонском районе Иссык-Кульской области. Вышеуказанная область занимает северо-восточную часть Кыргызской Республики. Расположен в Иссык-Кульской котловине на высоте 1500м.

В целом регион является частью горной системы Тянь-Шаня. Рельеф отличается резким контрастом и большим разнообразием типов, подтипов и форм. Сейсмичность района строительства 8-9 баллов.

В целом район проектируемой линии расположен в среднегорных впадинах Иссык-Кульской области. Дно впадин заполнено мощным слоем палеогеннеогеновых и четвертичных образований, выходы коренных пород крайне редки.

В районе проектирования сосредоточены огромные запасы воды, аккумулярованные в виде ледников и вечных снегов. Геологическое строение территории весьма сложно. Подземные воды здесь накапливаются в трещиноватых зонах и формируются 100-150м. Подземные воды пресные, используются для обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения путем каптажа родников, реже бурением скважин. Грунтовые воды в болотистой местности находятся на глубинах от 0,5 до 1,1 метра.

Климат. Климат района характеризуется умеренно-жарким летом и холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха по метеостанции "Балыкчы" составляет +7,4 град. С. Абсолютный минимум температуры -минус 28 град. С, абсолютный максимум - +35 град. С. Среднемесячная температура июля по Балыкчи - +16,9 град. С.

Среднегодовое количество осадков в районе составляет 119 мм. Преобладающее направление ветра как летом так и зимой - западное.

Наибольшая из средних скоростей ветра наблюдается в районе ст. Балыкчы и составляет 5,6 м/сек. Наибольшая скорость ветра в течение 20 лет может достигнуть 30-40 м/сек.

В целом участок строительства относится к подрайону II В [1].

Глубина промерзания грунтов по станции Балыкчы составляет:

- для суглинков и глин – 0,71м;
- для супесей – 0,86м;
- для песков – 0,92м;
- для крупнообломочных – 1,05м.

Инженерно - геологические условия строительства. В геоморфологическом отношении район строительства железнодорожной линии находится в высокогорной зоне восточных отрогов Кыргызского Ала-Тоо, в западной части Иссык-Кульской котловины.

Рассматриваемая трасса участка железнодорожной линии проложена непосредственно по западному берегу оз. Иссык-Куль. В целом участок равнинный.

В геологическом строении описываемого района принимают участие озерные отложения. Представлены эти отложения связными грунтами различной консистенции, песками разнотернистыми и гравелистыми, грунтами и торфами. Заторфованные грунты и торфы небольшой мощности (до 0,4 м) слабосложившиеся и болотистые слои основания мощностью до 1,5-3,0 м, которые наблюдаются по линии трассы от 0,18 до 1,12 км, которые подлежат вырезке и замене крупными рваными камнями.

Местные строительные материалы. Отсыпка насыпи железнодорожной линии на перегоне и на станции Балыкчы будет производиться местными строительными материалами. Для этой цели разведано несколько месторождений дренирующего грунта, месторождения обыкновенного и месторождение скального грунта. Месторождение скального грунта для участка 0,00-5,00 км разведано в районе прохождения трассы в с. Ак-Олон. Полезный материал представлен гранитами розового цвета, трещиноватыми, прочными. Группа грунта по трудности разработки по СНиР-91(БВР) 19В. Разведанные запасы составляют 173000 м³. В случае необходимости запасы могут быть увеличены за счет увеличения площади и глубины разработки.

Месторождения дренирующего грунта разведаны равномерно вдоль трассы на землях не пригодных для земледелия. Дальность возки колеблется от 2 км на участках бросовых земель, до 4-5 км на участках орошаемого земледелия. Полезный материал представлен гравийно-галечниковым грунтом с песчаным заполнителем, песками различной крупности, щебенистым и дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем и с включениями глыб. Грунтовые воды на участке 1,5-5,0 км отсутствуют.

Общие запасы дренирующего грунта составляют 1140000 м³ до станции Кочкор.

План и продольный профиль. Примыкание к станции Балыкчы проектом предусматривается в четной (западной) горловине. Для примыкания новой железной дороги демонтируют существующие рельсошпальные решетки, затем заново укладывают.

С ПК0+82 по ПК37 трасса проходит по заболоченной местности, далее пересекает существующую старую автодорогу Балыкчи- Каракол.

С ПК 37 по ПК 50 трасса уложена в натуре по неудобным для сельского хозяйства землям. Геологическое условие в этом участке благоприятное для земляного полотна железной дороги.

Трасса железнодорожной линии согласовано со всеми землевладельцами в 1994-1998 годы.

На рисунке 1 показан ситуационный план ЖД трассы Балыкчы-Кочкор.

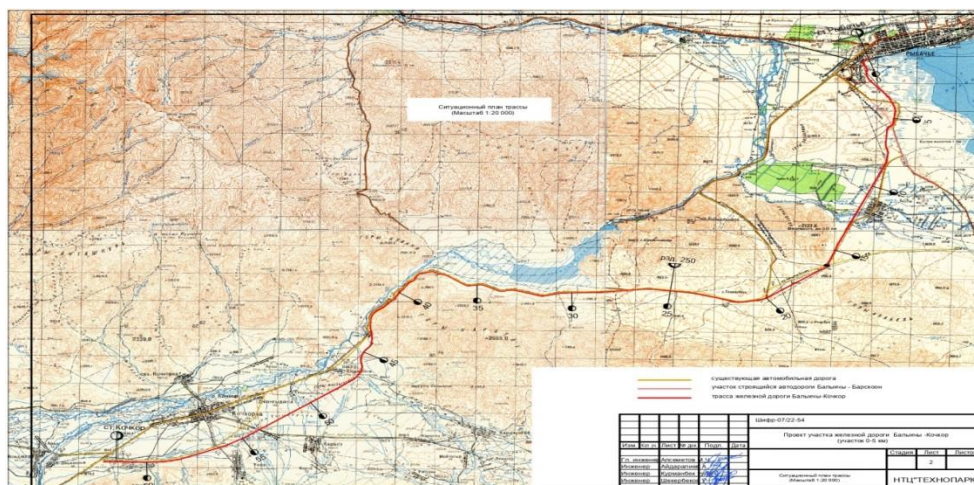


Рисунок 1 - Ситуационный план трассы ЖД Балыкчы-Кочкор

Земляное полотно. Общие данные

Ширина земляного полотна принята:

- Протяженность насыпей рассматриваемого участка составляет –5,0км, высотой в основном 0,5-1,5м, местами до 2м.

Протяженность выемок составляет 1,0км, глубина выемок до 10 м.

Условия сооружения земляного полотна в целом благоприятные, практически все грунты разрабатываемые в выемках и резервах пригодны для возведения земляного полотна, кроме болотистых местностях.

Типовые поперечные профили по земляному полотну приняты по альбому «Поперечные профили земляного полотна железных дорог колеи 1520» серия 4.501-122 и приведены на чертежах подробного продольного профиля.

Индивидуальные решения земляного полотна. Кроме типового проектирования земляного полотна по трассе ж. д. линии встречены места, на которых необходимо индивидуальное проектирование.

К таким местам следует отнести участок от ПК1+45 до ПК37, который проходит в сложных инженерно-геологических условиях. В основании насыпи на всю ширину ее производится срезка растительно-корневого покрова и торфяной залежки устойчивой консистенции, после чего производится посадка насыпи на минеральное дно болота.

ПК1+45-ПК7+80 верхний слой заторфован, подлежит вырезке на всю глубину минерального дна 1,5;-3,5м (до гравийно-песчаных грунтов) и заменяют крупнообломочным грунтом (рванными камнями глыб, щебней).

ПК7+80-ПК 37+00 –на данном участке есть существующая насыпь. В основании насыпи залегают водонасыщенные пески и туго пластичные суглинки, верхний слой подлежит вырезке на всю глубину до минерального дна и заменяются крупнообломочными дренирующими грунтами (галечник, гравий и песков). Грунт из выемки (гора Боз-Бармак) и карьера №1.

ПК37+00 – ПК 43+00 выемка (гора Боз-Бармак) грунты используют для насыпей. ПК43+00-ПК 50+00 насыпь. Грунт из выемки (гора Боз-Бармак) и карьера №1.

Конструкция земляного полотна разработана с учетом обеспечения требуемого коэффициента устойчивости, а также с учетом обеспечения проезда автотранспорта на период строительства и эксплуатации железной дороги.

На рисунке 2 показаны поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК1+80 до ПК7+80 (замена грунта).

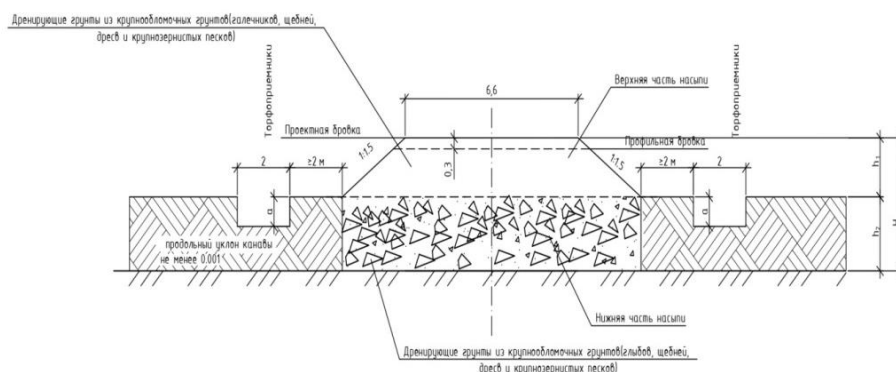


Рисунок 2 - Поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК1+80 до ПК7+80
(замена грунта)

Водоотводы. Водоотвод по защите земляного полотна решен путем водоотводных канав и дренажных каналов. Общее протяжение водоотводных канав порядка 5,5 км.

Укрепление земляного полотна. В проекте предусмотрено укрепление откосов земляного полотна только насыпей (выемок) из обыкновенных грунтов путем посева трав слоями растительного грунта.

Объемы земляных работ. Объемы земляных работ подсчитаны с применением компьютерной технологии, а также по поперечным профилям. Основные виды земляных работ участка 0-5,5 км приведены в таблице 6.1.

В болотистых местностях торфянистые грунты снимаются и заменяются крупнообломочными грунтами (глыбами, щебнем и крупнозернистым песками) толщиной от 1,5 до 3м в зависимости от местности.

Верхнее строение и принадлежности пути. Переезды и пересечения. В соответствии с правилами по эксплуатации железнодорожных переездов Кыргызской Республики, переезд отнесен к III категории. Рассматриваемый участок (0-5,0км) ж. д. линия пересекает автодороги:

-ПК 3+00 технический переезд

- ПК 37+13, старая автодорога Балыкчы-Каракол III категории. Данный переезд является временным до строительства и ввода в эксплуатацию новой автомобильной дороги Балыкчы – Боконбаево.

Верхнее строение пути. Мощность верхнего строения пути на проектируемой ж .д. линии принята по нормам III технической категории железных дорог [2,3,4]. В проекте предусматривается укладка главного пути из рельсов Р-65 на железобетонных шпалах при 1840 шт/км на прямых участках а на кривых участках - 2000 шт/км.

В связи с тем, что регион проектирования относится к малоснежным районам, проектом не предусматриваются специальные мероприятия по защите пути от снежных заносов.

Балластный слой из путевого щебня с толщиной под шпалой при сооружении насыпей (выемок) из обыкновенных грунтов – 45см, а из крупнообломочных и дренирующих грунтов – 35 см.

Таблица 1 - Основные объемы работ по верхнему строению пути

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Всего	Перегон Рыбачье-Кочкор	ст. Рыбачье
1	Укладка пути новыми рельсами Р-65	км	5,0	5,0	-
2	Укладка стрелочных переводов типа Р-65 марки 1/9	комп	1	-	1
3	Балластировка пути и стрелочных переводов балластом из путевого щебня	тыс. м ³	12,0	10,0	2

Искусственные сооружения. Исходными данными для проектирования сооружений послужили продольный профиль, планы площадок, ведомость расчетных расходов воды, инженерно-геологические отчеты.

Инженерно-геологические условия строительства искусственных сооружений сложные, площадки строительства расположены в районах с сейсмичностью 9 баллов. Основанием для сооружений служат, как правило, валунно-галечниковые и щебенистые грунты, кроме участков на 0,3-3,9км, где в основании сооружений залегают болота мощностью 1,5-3,0м, которые подлежат срезке и замене глыбовыми камнями.

Для отвода грунтовых и дождевых вод в дренажные каналы, на участке 0-5,0км трассы железнодорожной линии проектом предусмотрены 7 железобетонных круглых труб диаметром 1,0м и 1 железобетонная круглая труба диаметром 1,5м (по типовому проекту Шифр 1484, Выпуск 0-1 «Трубы для железных дорог»). Укрепление подводящих

и отводящих русел и прилегающих откосов насыпи у водопропускных труб производится бетонными плитами и каменными набросками по т. п. серии 3.501.1-186.

Все сооружения проектируются капитального типа под нагрузку С14. Все конструкции искусственных сооружений предусматриваются в обычном исполнении для средней температуры наружного воздуха холодной пятидневки в районе строительства с обеспеченностью 0,92 и 0,98 выше - 40 град. С.

Проектирование сооружений выполнено по действующим строительным нормам и правилам: СНиП II-32-01-95 «Железные дороги 1520 мм», СНиП 2-05.03-84* «Мосты и трубы», СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», СНиП 20:02:2018 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования»; СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции».

На рисунке 3 показан разрез по оси трубы (замена грунта).

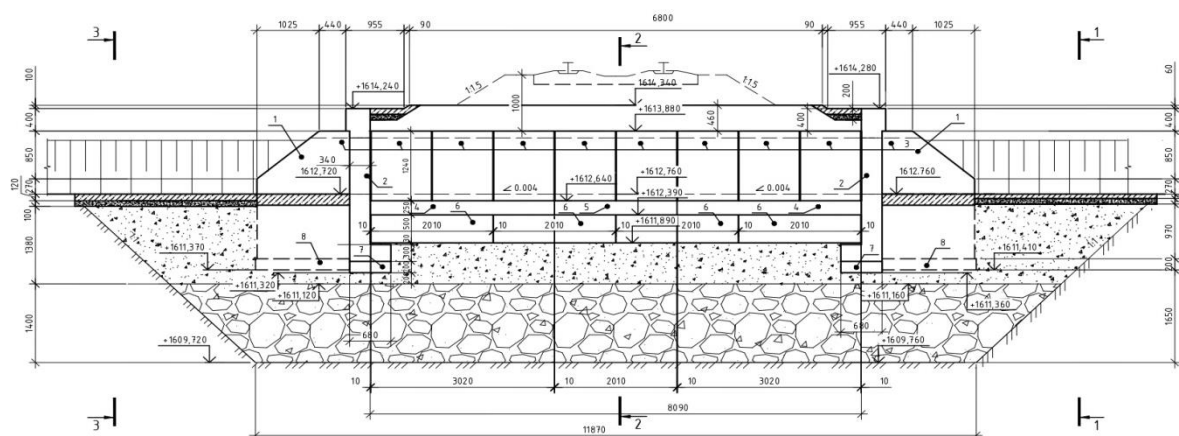


Рисунок 3 - Разрез по оси трубы (замена грунта)

Методы производства основных строительного-монтажных работ. Земляное полотно. В карьерах грунт разрабатывается экскаватором с ковшом емкостью 0,8м³ с погрузкой на автосамосвалы и последующей транспортировкой в насыпь. Одновременно с отсыпкой земляного полотна производится его уплотнение катками и транспортными средствами.

Грунт из выемок также используется для отсыпки в насыпях.

До начала сооружения земляного полотна предусматривается снятие бульдозером почвенно-растительного слоя с транспортировкой его в отвал. Грунтовые карьеры после их разработки культивируются.

Слабый грунт основания (болота) мощностью до 3метров заменяется искусственным основанием из рваных камней от ПК1+47 до ПК 7+10. Дальность возки рваных камней 40км.

Верхнее строение пути. Проектом предусматривается укладка главного пути новыми рельсам: Р-65 путем монтажа рельсошпальной решетки на месте укладки.

Балластировка выполняется с применением механизированного инструмента. Балласт подается хоппер-дозаторными вертушками [5].

Искусственные сооружения. Искусственные сооружения должны строиться в первую очередь с опережением окончания земляных работ, с транспортировкой конструкций автотранспортом.

При строительстве труб на:

- ПК2+66.52, ПК3+58.97, ПК7+76.64, ПК33+33.93 и ПК43+66.00 производятся демонтажные работы старого земляного полотна и старых труб;

- ПК10+54.99 и ПК16+84.32 производятся демонтажные работы старого земляного полотна.

Слабый грунт основания (болота) мощностью до 3 метров заменяется искусственным основанием из рваных камней и гравийно-песчаной подготовкой, за исключением строительства трубы на ПК43+66.00. Система высот – абсолютная.

Конструкция труб и оголовков принята по типовому проекту Шифр 1484 Выпуск 0-1 Трубы для железных дорог (материалы для проектирования);

Ось всех труб, за исключением оси трубы на ПК43+66.00, пересекает ось дороги строго перпендикулярно, открытый дренаж подгоняется под входные и выходные оголовки труб.

Трубы укладываются со строительным подъёмом, продольный уклон принят 4‰. Расстояние поперечных швов между смежными звеньями труб, лекальных и фундаментных блоков – 10мм;

Гидроизоляция наружных поверхностей звеньев труб, блоков фундамента, откосных и порталных стен должна производиться в соответствии с требованиями, изложенными в ВСН 32-81. Перед устройством гидроизоляции все изолируемые поверхности должны быть очищены от грязи и обработаны грунтовкой, состав и приготовление которой принимаются по таблице 2 приложения 1 к ВСН 32-81. Устройство гидроизоляции должно производиться с соблюдением требований СНиП 3.06.04-91. Швы в стыках звеньев и секции труб конопатятся паклей, пропитанной битумом. С наружной стороны трубы поверх швов устраивается оклеенная гидроизоляция шириной 25см, с внутренней стороны трубы швов на глубину 3см заделывается цементным раствором.

С целью обеспечения сохранности трубы организацией выполняющей строительные работы производится засыпка трубы грунтом на высоту 0,5м над ее верхом сразу после окончания ее возведения. Послойная засыпка труб производится одновременно с обеих сторон [6].

Конструкция укрепления откосов на выходе и входе принята применительно к типовому проекту серии 3.501.1-156 из бетонных плит П-1 размером 490х490х100 по щебеночной подготовке h=10см.

Размеры на чертежах даны в миллиметрах, отметки в метрах. Дренажные лотки сопрягаются с трубами в пределах оголовков монолитным бетоном.

При производстве строительно-монтажных работ необходимо руководствоваться:

- СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы» (Организация, производство и приемка работ);
- СНиП III – 04-80* - «Техника безопасности в строительстве»;
- СН КР 12-01:2018 «Безопасность труда в строительстве».

Армирование грунта. Помимо, рассмотренных выше замены грунта, на болотистом участке на ПК59+00 до ПК72+00 железнодорожной линии Балыкчы-Кочкор, где толщина болотистого слоя превышала 3 м, при проектировании был применен альтернативный вариант – армирование грунта георешеткой (Рисунок 4) [7].



Рисунок 4 - Поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК59+00 до ПК72+00 (с применением георешетки)

Такой вариант эффективен, когда мощность болотистого слоя превышает 3-4 метров. При этом замена грунта при такой толщине болотистого слоя является очень трудоёмким, более дорогим в экономическом смысле и менее желательным с экологической точки зрения.

На рисунке 5 показана закладка щебня в ячейках георешеток.

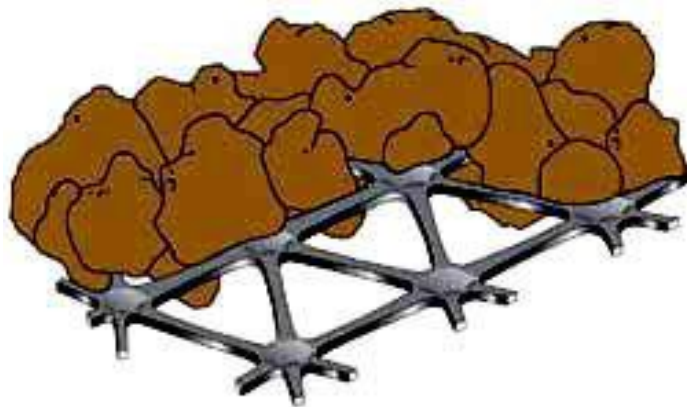


Рисунок 5 - Закладка щебня в ячейках георешеток(образование слоя, способного воспринимать растягивающие напряжения)

На рисунке 6 показан процесс возведения земляного полотна железной дороги с применением георешетки.



Рисунок 6 - Процесс возведения земляного полотна железной дороги с применением георешетки на болотистом участке.

Выводы.

По результатам произведенных расчетов, при усилении основания (подошвы) насыпи конструкцией образуется «плоский матрас»:

- Давление по подошве насыпи (ось насыпи) снижается на 42%;
- Общие деформации (осадка) основания снижается на 43%;
- Значение полной осадки составляет $Stot = 23,8$ см, при условии устройства матраса на поверхности слабого слоя без экскавации.
- Благодаря использованию в основании насыпи плоского матраса удалось на 40% сократить время консолидации основания.

Время 90% консолидации составляет 24 дня, после чего устраивается балластовый слой.

Проектом установлена хозяйственная необходимость строительства новой железнодорожной линии Балыкчы-Кочкор.

Принятые строительные решения, технология оборудования, организация производства и труда соответствует передовому опыту проектирования и строительства объектов транспорта, прогрессивным удельным показателям, улучшит экологическую существующую обстановку.

Строительство рассматриваемой железной дороги оживит экономику региона, создаст импульс для развития технических, социальных и культурных параметров групп населения.

Список литературы

1. СНиП КР 11-01-98. Инженерные изыскания под различные виды строительства. – Бишкек: 1998.
2. СНиП 32-01-95. Железные дороги колеи 1520 мм. Москва 1995 г. Принят Международной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве в качестве межгосударственных строительных норм «Железные дороги колеи 1520 мм» 20 апреля 1995 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5167054>
3. СП 261.1325800.2016 Свод правил Железнодорожный путь промышленного транспорта. Правила проектирования и строительства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456042945>
4. СП 32-104-98. Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. – Москва: 1998 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294850/4294850735.pdf>
5. ГОСТ 7392-2002 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/380/38009.pdf>
6. СНиП КР 12-01:2004 Организация строительства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294813/4294813581.pdf>
7. СНиП 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек 2018 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.giss.kg/files/SN09.pdf>