

КАЧЕСТВЕННОЕ ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО - ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТУРКМЕНИСТАНА

Эебердыев Хезретмурат Гарьягдыевич – заведующий лабораторией
«Инженерная сейсмология, основания и фундаменты»,
Научно-исследовательский институт Сейсмостойкого строительства
Министерство Строительства и архитектуры Туркменистана,
г.Ашхабад, eyeberdiyewmyrat1@gmail.com

Агаева Лариса Альбертовна, канд.геол.-мин.наук, главный научный
сотрудник,
Научно-исследовательский институт Сейсмостойкого строительства
Министерство Строительства и архитектуры Туркменистана,
г.Ашхабад, larisa.agaeva@mail.ru

Гараджев Атагельды Базаргылыджович, старший преподаватель
кафедры «Строительство автомобильных дорог»,
Туркменский государственный архитектурно-строительный институт,
г. Ашхабад, Туркменистан,
atageldi2041@gmail.com

Опыт разрушительных землетрясений в Турции (2023г) показывает, что качество строительства – это гарантия выживания инфраструктуры при сильных землетрясениях. Дороги и мосты, построенные с отклонениями от норм разрушаются в первую очередь. Качественное дорожное строительство - это инвестиция в сейсмическую безопасность Туркменистана.

Ключевые слова: землетрясения, дорожное строительство, качество, устойчивое развитие, сейсмическая безопасность.

Разрушительные землетрясения в феврале 2023 года в Турции и последовавшие за ними землетрясения в Марокко, Китае, Японии, Тайване, в очередной раз послужили основанием для актуализации вопроса о реальной сейсмостойкости инфраструктурных объектов, включая автомобильные дороги. Анализ последствий землетрясений в Турции показал важность качества строительства. Основной причиной разрушения объектов стало несоблюдение при их строительстве требований сейсмостойкости в части качества строительных материалов и строительного-

монтажных работ. Одной из причин пониженного уровня сейсмостойкости явился также недоучет данных новой карты сейсмической опасности территории Турции, разработанной в 2018 году, согласно которой уровень сейсмической опасности для пострадавших районов был повышен по сравнению с действовавшей картой 1997 года. Этот опыт подтверждает, что высокое качество проектирования и строительства – это единственная гарантия сейсмической безопасности дорожной инфраструктуры.

Автодороги имеют важное значение для обеспечения транспортной безопасности, они связывают между собой самые отдалённые территории стран, обеспечивают жизнедеятельность городов и других населённых пунктов, по ним осуществляются массовые перевозки грузов и пассажиров. Автомобильные дороги зачастую являются частью других проектов, становятся интегрированы в них. Следовательно, и строительство и ремонт дорог входят в комплекс самых важных и решаемых национальными проектами задач в государстве. [1]

В современном мире автомобильные дороги часто называют артериями, по которым пульсирует экономика. Сегодня Туркменистан тратит значительные суммы на строительство и развитие новых, и модернизацию уже существующих дорог. Исследования, проведённые Всемирным банком, показали, что в Туркменистане в последние годы рост реальных доходов в экономике от совокупного использования сразу нескольких инструментов развития автомобильных дорог значительно увеличился. За последние годы благодаря государственным инвестициям в рамках национальных программ модернизируются действующие и строятся новые транспортные артерии, способные оптимизировать грузо- и пассажиропотоки, повысить эффективность логистической системы и до побережья Каспийского моря. Строится новая автомобильная дорога Туркменбаши-Гарабогаз-Казахстан, идущая на север вдоль побережья Каспия, и ставшая продолжением трассы Ашхабад-Туркменбаши. Совсем скоро заработает последний участок скоростного автобана Ашхабад-Туркменабат. В сентябре 2024 года, в рамках Инвестиционного Форума Туркменистана TIF-2024, проходившего в Ашхабаде, было подписано важное рамочное соглашение о взаимопонимании: индивидуальное предприятие «Ojar Aziya» и китайская компания «Sino Hydro Bureau 12. Co., Ltd.» договорились о сотрудничестве в строительстве автодороги Серахс-Мары-Серхетабат. Планируемая автомагистраль протяжённостью около 450км будет проходить по территории Ахалского и Марыйского велаятов

Туркменистана. Проект предусматривает создание современной 8-полосной дороги шириной 50 метров, оснащённой специальными разделителями для обеспечения безопасности движения. Строительство будет осуществляться в соответствии с международными стандартами, с использованием современных технологий и материалов, включая асфальтобетон, синтетическое покрытие, геопоры и специальные сетки для повышения качества дорожного полотна. Реализация данного проекта направлена на превращение Туркменистана в важный транспортный узел региона и укрепление его роли в международной транспортно-коммуникационной системе.

В процентном соотношении сегодня Туркменистан на первом месте в мире по приросту протяжённости автодорожной сети общего пользования. Сегодня в стране модернизируется и строится сеть автомагистралей протяжённостью более 14 тысяч километров. Качественное дорожное строительство является фундаментальной основой сейсмической безопасности Туркменистана. Учитывая, что значительная часть территории страны расположена в зонах с сейсмичностью 7-9 баллов, строгое соблюдение норм качества на всех этапах дорожной деятельности (от изысканий до эксплуатации) - это не просто техническое требование, но и очень важное условие для жизнеспособности транспортной инфраструктуры и предотвращения техногенных катастроф в случае землетрясения.

Туркменистан, являясь сейсмически активным регионом, сталкивается с повышенными рисками, которые могут привести к разрушению дорог и искусственных сооружений (мостов, тоннелей, путепроводов). Большая часть территории Туркменистана, включая прибрежные зоны и районы с лессовыми просадочными грунтами, подвержена таким явлениям, как разжижение водонасыщенных песков, просадки лессовых грунтов, потеря несущей способности основания. Эти процессы резко снижают несущую способность оснований дорог и мостов. Качественное уплотнение грунтов и правильный выбор конструктивных решений очень важны для предотвращения катастрофических деформаций. В горных районах сейсмические толчки могут спровоцировать опасные геологические процессы, разрушающие дорожное полотно. Качественное укрепление склонов и откосов является обязательным условием безопасности. Плохое качество строительства в сейсмических условиях превращает проектные ошибки и отклонения от норм в реальную угрозу. [2]

Даже небольшие нарушения технологии строительства могут стать точками разрушения при сейсмическом воздействии. Например, недоуплотненные насыпи теряют устойчивость, некачественный бетон трескается и разрушается, слабые сварные соединения в арматуре разрываются, неправильно выполненные фундаменты теряют несущую способность.

Требования к качеству дорожного строительства в Туркменистане регламентируются комплексом национальных норм и стандартов, адаптированных к сейсмическим условиям. Действующие в Туркменистане нормы сейсмостойкого строительства в полной мере обеспечивают расчетную сейсмостойкость строящихся объектов. Если дорожный объект запроектирован и построен по нашим нормам на 9 баллов по сейсмической шкале, то его сейсмическая безопасность в случае возникновения 9-балльного землетрясения полностью обеспечена. Качество строительства должно гарантировать, что дорожный объект выдержит расчетное землетрясение без глобальных обрушений или разрушений, которые могут привести к гибели людей и нарушению транспортного сообщения. Качество строительства дорог в сейсмических районах требует особого внимания к следующим этапам и элементам:

1. Качественные инженерные изыскания – это первый и главный этап обеспечения сейсмической безопасности. Они включают прогнозирование поведения грунтов при землетрясениях, уточнение расчетной сейсмичности для конкретного участка, учет локальных особенностей грунтовых условий и определение категории грунтов по сейсмическим свойствам.

2. Изучение опасных геологических процессов – это выявление зон, подверженных оползням, просадкам, картирование активных тектонических разломов, оценка селевой опасности в горных районах и обход наиболее опасных участков при выборе трассы дороги.

3. Изучение сейсмических свойств грунтов – это точное определение скоростей поперечных сейсмических волн.

Известно, что качество изысканий определяет качество проекта и, следовательно, сейсмическую безопасность будущей дороги. Земляное полотно является главным и важным элементом для сейсмостойкости всей дороги. Недостаточное уплотнение насыпей ведет к повышенной просадке грунтов основания дороги и потере устойчивости при землетрясении. Требуется строгий контроль коэффициента уплотнения на каждом слое (не менее 0,95-0,98 от максимальной плотности). Контроль осуществляется лабораторными и полевыми методами с применением современных катков

и с соблюдением оптимальной влажности, а также осуществляется проверка качества каждого слоя до отсыпки следующего. [3] В зонах с водонасыщенными песками или просадочными грунтами обычно применяются специальные инженерные меры – это полная или частичная замена грунтов на непросадочные и не склонные к разжижению, глубинное уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками или вибропогружением, устройство свайных фундаментов под насыпями высотой более 3-5 м, дренаж и водопонижение для исключения водонасыщения, химическая стабилизация грунтов в особо сложных условиях. [4] Качественное укрепление откосов предотвращает оползни и осыпи, вызванные сейсмическими толчками - посев трав, посадка кустарников с развитой корневой системой, подпорные стены, георешетки, правильный выбор крутизны откосов в зависимости от грунтовых условий, дренаж откосов для предотвращения накопления воды и необходим регулярный мониторинг состояния откосов в процессе эксплуатации.

При строительстве автобана Ашхабад-Туркменабат особые требования к материалам включали в себя использование высококачественного щебня с высокой прочностью и морозостойкостью, применение модифицированных битумов и полимерно-битумных вяжущих, контроль качества асфальтобетонных смесей на заводе и в процессе укладки, использование геосинтетических материалов для армирования конструкций. [6] Специальная технология укладки этого автобана заключалась в строгом соблюдении температурного режима укладки асфальтобетона, обеспечении требуемой степени уплотнения каждого слоя, контроль толщины слоев и ровности поверхности и качественное сопряжение слоев с применением обеспыливающих пропиток.

Мосты и путепроводы – это наиболее уязвимые элементы дорожной сети. В сейсмических условиях особенно важно обеспечить монолитность конструкции дорожной одежды, чтобы предотвратить расслоение и разрушение при динамических нагрузках. Качество их строительства определяется качеством материалов, технологией бетонирования. Очень важный момент - при строительстве мостов недопустимы отклонения от проекта в части армирования, прочности бетона, конструкции опорных частей. Любое нарушение может привести к обрушению при землетрясении. Для обеспечения сейсмической безопасности необходима многоуровневая и независимая система контроля качества на всех этапах дорожной деятельности.

Сотрудники НИИСС осуществляют постоянный контроль за соблюдением технологии и последовательности выполнения работ при устройстве земляного полотна, а именно контроль толщины отсыпаемых слоев (не более 30-40 см в рыхлом теле), проверка коэффициента уплотнения каждого слоя, контроль влажности грунта при уплотнении и проверку количества проходов катка и режима работы. При укладке асфальтобетона обязательно осуществляется контроль температуры смеси при укладке (не ниже 120-140°C), проверка толщины укладываемого слоя, контроль степени уплотнения покрытия и проверка ровности и сцепления слоев. При бетонировании конструкций осуществляют контроль состава и подвижности бетонной смеси, проверку правильности установки арматуры (защитный слой, шаг, диаметр), контроль режима вибрирования и уплотнения и проверку условий твердения бетона. [5]

В Туркменистане уже давно для особо ответственных объектов дорожного строительства проводится научно-техническое сопровождение проектирования и строительства, которое включает в себя независимую экспертизу расчетных моделей, разработанных для конструктивных расчетов, проверку проектов на соответствие требованиям сейсмостойкости, оценку влияния изменений в объемно-планировочных и конструктивных решениях на сейсмическую устойчивость, контроль качества строительных материалов и работ независимыми лабораториями и инструментальный контроль параметров конструкций. [7] Такой подход успешно применяется в Туркменистане в районах с высокой сейсмической активностью и показывает высокую эффективность в обеспечении реальной сейсмостойкости объектов дорожного строительства.

Последствия низкого качества строительства - это разрушение дорожного полотна (образование трещин, провалов, волнообразных деформаций), обрушение мостов (наиболее катастрофический сценарий с человеческими жертвами), оползни и обвалы (блокирование дорог и изоляция населенных пунктов), деформации насыпей (просадки, сдвиги, потеря устойчивости), повреждение инженерных коммуникаций (разрывы водопроводов, газопроводов). Одним из необходимых условий обеспечения высокого качества подготовки дорожных оснований и строительства автомобильной дороги в целом, является определение плотности и степени уплотнения грунта. [8]

В лаборатории «Инженерная сейсмология, основания и фундаменты» НИИ Сейсмостойкого строительства МСиАТ для измерения плотности

грунта при строительстве автомобильных дорог хорошо зарекомендовал себя и широко используется плотномер «НМР LFG» (производства Германия) (Рис.1)



Рис.1. Внешний вид плотномера «НМР LFG».

Плотномер «НМР LFG» является универсальным, так как может применяться повсюду, где необходимо соблюдать требования к механической нагрузке на землю, например, в дорожном строительстве. Данное устройство просто в применении, обслуживается одним человеком и результаты измерений готовы в течение 3-х минут. Плотномер позволяет быстро и просто определять несущую способность грунта и качество уплотнения дорожных оснований. Определение динамического давления на поверхность с использованием прибора для измерения плотности грунта используется также для проведения исследований с целью улучшения свойств грунта. Данный метод подходит для крупно-зернистых и смешанных грунтов с максимальным размером гравия 63 мм. Кроме того, он применяется для определения динамического модуля упругости грунта в диапазоне E_{vd} = от 15 до 70 МН/м². При помощи данного прибора контроль качества строительства автомобильной дороги становится более эффективным, а использование устройства увеличивает точность измерений. Плотномер «НМР LFG» - это надежное устройство с эргономичным дизайном.

Туркменистан активно внедряет инновационные технологии в строительство дорог, стремясь создать современную и безопасную дорожную сеть. Современные автомобильные дороги – это сложные инженерные сооружения, требующие постоянного совершенствования. Инновации в дорожном строительстве позволяют повысить качество, долговечность и безопасность дорог, а также снизить затраты на их строительство и обслуживание. Современное дорожное строительство в Туркменистане – это динамично развивающаяся отрасль, где инновации

играют главную роль. Пример успешного проекта – это строительство автобана Ашхабад – Туркменабат с использованием инновационных материалов и технологий.

Туркменистан сегодня демонстрирует активный подход к внедрению инноваций в дорожном строительстве, что позволяет создавать качественную, устойчивую, современную и сейсмически безопасную дорожную инфраструктуру.

Литература:

1. Реконструкция автомобильных дорог / А.П. Васильев, Ю.М. Яковлев, М.С. Коганзон и др. - М., 1998. - 125 с.
2. Васильев А. П. Пути совершенствования норм проектирования автомобильных дорог//Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: задачи и решения. - М., 2001. - С. 4-19. - (Сб. тр. МАДИ (ГТУ).
3. Горелышев Н. В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы. - М.: Можайск - Терра, 1995. - 176 с.
4. Дорожный асфальтобетон/Л. Б. Гезенцвей, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский, И. В. Королев; Под ред. Л. Б. Гезенцвея. - М.: Транспорт, 1985. - 355 с.
5. Дорожно-строительные материалы/И. М. Грушко, И. В. Королев, И. М. Борщ, Г. М. Мищенко. - М.: Транспорт, 1991. - 357 с.
6. Дорожные одежды с основанием из укрепленных материалов/Ю. М. Васильев, В. П. Агафонцева, В. С. Исаев и др. - М.: Транспорт, 1989. - 191 с.
7. Дорожные одежды с использованием шлаков/А. Я. Тулаев, И. В. Королев, В. С. Исаев и др. - М.: Транспорт, 1986. - 271 с.
8. Повышение надежности автомобильных дорог/И. А. Золотарь, В. К. Некрасов и др.; Под ред. И. А. Золотаря. - М.: Транспорт, 1977. - 183 с.