

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НАД ВОДОПРОПУСКНОЙ ТРУБОЙ

А. С. РУМЯНЦЕВА, Е. В. АРХАРОВ, Н. В. ПШЕНИСНОВ

*Филиал Самарского государственного университета путей сообщения,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Водопропускные трубы, согласно ГОСТ 24547-2016, определяются как искусственные сооружения, предназначенные для пропуска под насыпями как железных, так и автомобильных дорог небольших постоянных или периодически действующих водотоков. Водопропускные трубы являются одними из самых распространенных конструкций и вместе с малыми мостами длиной до 25 м составляют около 90 % общего числа искусственных сооружений на железных дорогах. При небольшом расходе воды, которая пропускается через искусственные сооружения, мосты целесообразно заменять водопропускными трубами, которые укладываются в теле насыпи. При этом насыпь земляного полотна не прерывается, что сказывается на дальнейшей эксплуатации и может дать экономический эффект, уменьшив сроки строительства и отодвинув сроки капитального ремонта. История развития и применения водопропускных труб при строительстве транспортных путей насчитывает уже более века, но в последнее время эта привычная всем конструкция получила новые формы и приемы использования.

Как специальные дорожные сооружения водопропускные трубы всё чаще рассматриваются в качестве средства для минимизации пересечений потоков различных типов транспорта, что, в свою очередь, повышает безопасность дорожного движения. Это удастся реализовать за счет организации двухуровневой модели движения. Например, в настоящее время при проектировании, строительстве и ремонте железнодорожного земляного полотна в тело насыпи могут быть интегрированы три типа водопропускных труб: для пропуска воды, для пропуска воды, людей и животных, для пропуска воды людей, животных и колесного транспорта.

На смену традиционным водопропускным трубам, которые используются исключительно для регуляции уровня воды, приходят более сложные по своей конструкции, материалам и габаритам изделия. Это стало возможным благодаря длительным и многогранным исследованиям инженеров, которые ставили себе целью совместить внедрение многопрофильных инженерных конструкций с повышением безопасности при эксплуатации железнодорожных путей.

Традиционный тип водопропускной трубы достаточно компактен, а ее габариты по современным требованиям должны обеспечивать безнапорный, полунанпорный и напорный режимы работы. Выбор конкретного варианта должен быть привязан к конкретной местности так как объем притока воды определяется площадью прилегающего водосборного бассейна. При строительстве БАМа было построено около 2 тысячи труб, а на Горьковской железной дороге в настоящее время их насчитывается более 30 тысяч. Основную массу заложенных водопропускных труб составляют трубы с размерами диаметра от 600 до 900 мм. В среднем высота водопропускных труб составляет не более 50 % от высоты насыпи земляного полотна, а учитывая тот факт, что трубы чаще всего размещают в низменных местах, где высота насыпи значительно больше, этот процент снижается до 20 %.

В этих условиях наличие водопропускных труб просто игнорируется как незначимый фактор при расчете параметров земляного полотна.

Необходимость расширения функционала водопропускных труб с целью использования их для пропуска людей, животных и некоторых видов транспорта естественным образом влечет за собой и изменение габаритов конструкции труб в сторону увеличения. В настоящее время регламентирующие документы ОАО «РЖД» предписывают над водопропускной трубой насыпь земляного полотна высотой не менее 600 мм, а учитывая высоту балластного слоя в 400 мм, суммарная высота пути над водопропускной трубой составит не менее 1000 мм. Такая методика не учитывает размеры как самой водопропускной трубы, так и общую высоту насыпи. Кроме того, материалы, из которых изготовлена конструкция, особенности грунта, грузонапряженность на данном участке пути и многие другие факторы также не учитываются данным подходом. Перечисленные недостатки позволяют сформулировать задачу обоснования параметров насыпи земляного полотна железной дороги над водопропускной трубой посредством математического моделирования, целью которого является установление зависимости величины деформации верхнего строения пути от различных факторов при наличии в теле насыпи водопропускной трубы.

Для определения расчетных моделей деформирования грунтового основания, подходящих для инженерных расчетов его устойчивости, прочности, сжимаемости, угловых и горизонтальных перемещений исследуется напряженно-деформированное состояние грунта. В настоящее время для расчета напряженно-деформированного состояния грунта одним из наиболее эффективных методов является метод конечных элементов. Применение этого метода подразумевает, что исследуемый объект (в нашем случае – грунт, а также конструкции, встраиваемые в него) разбивается на небольшие составные части, называемые конечными элементами. Эти элементы чаще всего имеют треугольную или прямоугольную формы, они плотно прилегают друг к другу, а в вершинах элементы шарнирно скрепляются между собой. Все конечные элементы содержат определенное число узловых точек. Применяя метод конечных элементов, в этих узлах можно вычислять значения необходимых функций. Для решения поставленной задачи нами была использована программа GenIDE32 (рисунки 1–3), которая применяется, в том числе, для решения прикладных геомеханических задач при проектировании в строительной сфере.

Нами была создана расчетная схема системы, состоящей из участка железнодорожной насыпи продольного сечения над водопропускной трубой большого диаметра, совмещенной с пропуском людей, животных и некоторых видов транспорта. Выполнено определение начального напряженно-деформированного состояния, смоделировано устройство насыпи с водопропускной трубой большого диаметра. Далее на поверхности расчетной схемы была приложена распределенная нагрузка от проходящего по участку пути железнодорожного состава. Анализ и оценки напряженно-деформированного состояния проводились на каждом этапе моделирования. Всего было построено девять различных расчетных схем: комбинации трех разновидностей грунтов (крупнообломочный грунт, супесь и суглинок) и трех вариантов высоты насыпи над водопропускной трубой (один, два и три метра). Для верхнего строения участка пути по результатам анализа каждой расчетной схемы были построены эпюры вертикальных смещений.

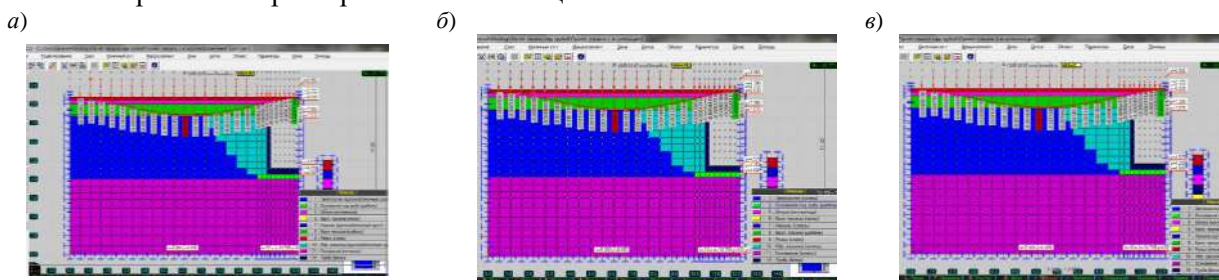


Рисунок 1 – Деформация насыпи высотой 1 метра при разных типах грунтов:
а – крупнообломочный грунт; б – супесь; в – суглинок

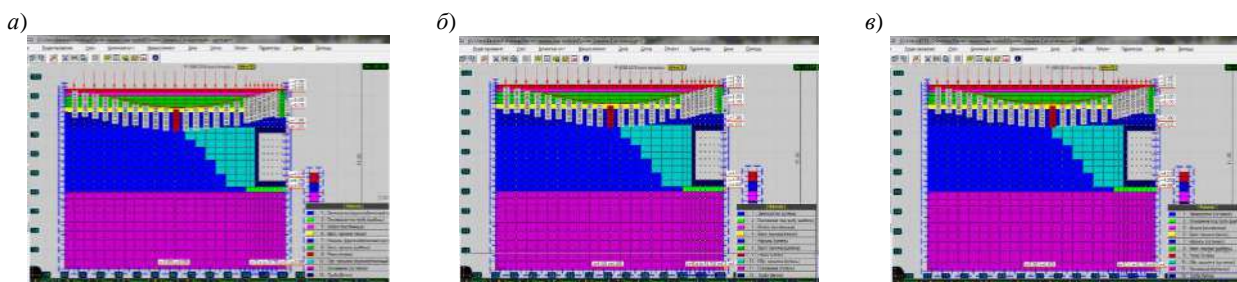


Рисунок 2 – Деформация насыпи высотой 2 метра при разных типах грунтов:
а – крупнообломочный грунт; б – супесь; в – суглинок

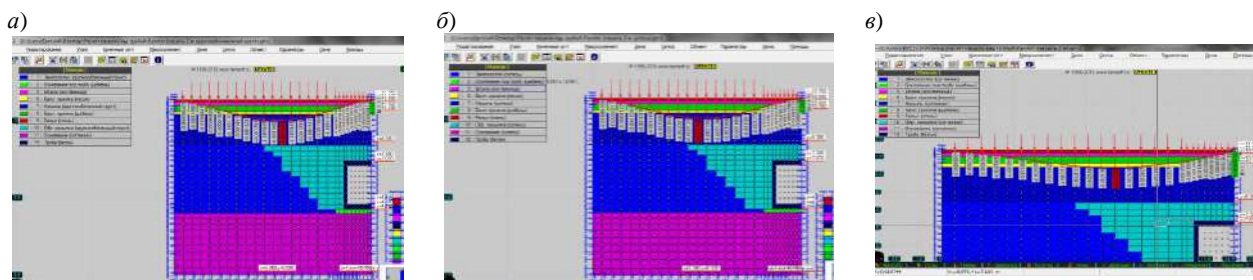


Рисунок 3 – Деформация насыпи высотой 3 метра при разных типах грунтов:
а – крупнообломочный грунт; б – супесь; в – суглинок

На основании полученных в результате эксперимента данных можно утверждать, что деформационная устойчивость насыпи земляного полотна железной дороги над водопропускной трубой напрямую зависит от типа грунта, высоты самой насыпи и габаритов трубы. Таким образом, применяемый в настоящее время подход к определению параметров земляного полотна над водопропускными трубами для соответствия требованиям транспортной безопасности должен быть пересмотрен. Расчет конкретных параметров при проектировании в насыпи земляного полотна водопропускной трубы с учетом всех требований, безусловно, представляет практический интерес и будет реализован в дальнейших исследованиях.

УДК 625.8

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

О. Ф. СТОЯНОВА, И. В. НОВИКОВА, К. А. ЖЕЛТОВА
Филиал Самарского государственного университета путей сообщения,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Транспортная безопасность – состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства. Актом незаконного вмешательства считается противоправное действие или бездействие, в том числе террористический акт, угрожающее безопасной деятельности транспортного комплекса, повлекшее за собой причинение вреда жизни и здоровью людей, материальный ущерб либо создавшее угрозу наступления таких последствий.

В разных странах различный подход к организации обеспечения транспортной безопасности и разнообразные формы сил обеспечения транспортной безопасности.

Силы обеспечения транспортной безопасности – лица, ответственные за обеспечение транспортной безопасности в субъекте транспортной инфраструктуры, на объекте транспортной инфраструктуры, транспортном средстве, включая персонал субъекта транспортной инфраструктуры или подразделения транспортной безопасности, непосредственно связанный с обеспечением транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры или транспортных средств.

В Российской Федерации во исполнение Федерального закона от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» принят ряд Постановлений Правительства по различным видам транспорта, а также приказы Министерства транспорта, МВД и ФСБ, устанавливающие нормативно-правовую основу для формирования и деятельности сил, обеспечивающих транспортную безопасность.

В качестве сил, обеспечивающих транспортную безопасность, выступают следующие.

1 Подразделения ведомственной охраны федеральных органов исполнительной власти в области транспорта:

- ФГП «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта Российской Федерации»;
- ФГУП «Управление ведомственной охраны Министерства транспорта Российской Федерации».

2 ФГУП «ОХРАНА» Росгвардии – аккредитовано в качестве подразделения транспортной безопасности для защиты объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств в области морского и внутреннего водного транспорта.

3 Служба авиационной безопасности – создана во исполнение Воздушного кодекса РФ, «Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации», Федерального закона «О транспортной безопасности».

4 Подразделения транспортной безопасности, непосредственно обеспечивающие транспортную безопасность объектов транспортной инфраструктуры или транспортных средств ФГУП «Росморпорт».

5 Подразделения транспортной безопасности, созданные в субъектах транспортной инфраструктуры (например, Подразделение транспортной безопасности Службы безопасности Московского метрополитена (ПТБ СБ), в ОАО «Российские железные дороги» – дочерняя структура ООО «РЖД – Транспортная безопасность».