

4. Петренко В.Д. Дослідження впливу деформаційних характеристик шару підсилення на НДС залізничного насипу при під'їзді до мостового переходу/ В.Д.Петренко, В.Т.Гузченко, А.М.М.Алхдур // Вісник ДНУЗТ. - Вип.32-Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ,2010.- С.101-105.
5. Петренко В.Д. Результаты анализа параметров экспериментальных исследований армирования геотекстилем земляного полотна, В.Д.Петренко, В.Т.Гузченко, А.Л.Тюткин, А.М.М.Алхдур // Вісник ДНУЗТ. - Вип.34. -Днепрпетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2010.-С.131-135.

УДК 625.12:550.837.7

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО МЕТОДА ПРИ  
ИССЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТОВ ВИСОКИХ НАСЫПЕЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

*д.т.н., проф. Петренко В.Д.\*, к.т.н. Харлан В.И.,  
к.т.н. доц. Косяк В.Н., инж. Ковалевич В.В.\*\**

*\* Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта им. акад. В.Лазаряна, г. Днепропетровск*

*\*\* Львовская железная дорога, г. Львов*

**Постановка проблемы.**

В сложных инженерно-геологических условиях на Львовской железной дороге широко используется земляное полотно с высокой насыпью, имеющее достаточно распространенные дефекты, деформации и повреждения. В связи с высокой степенью обводненности грунтов насыпи и основания в земляном полотне возникают дефекты в виде балластных углублений, сползания откосов и расползания насыпей, выпирания грунтов и оседания основной площадки земляного полотна над трубопроводными пересечениями.

Всё это вызывает необходимость уменьшения скорости поездов на отдельных дефектных участках и снижение уровня эффективности грузопассажирских перевозок. Для выявления поврежденных участков земляного полотна на Львовской железной дороге были проведены работы по их инженерно-геофизическому обследованию с использованием георадара типа "Лоза-В" российского производства.

**Цель исследования.**

Провести комплекс георадарных исследований для определения больших мест высоких насыпей железнодорожного земляного полотна.

**Основной материал.**

Георадиолокационные исследования выполняются с использованием метода профильного зондирования с целью выявления причин, приводящих к осадкам и другим деформациям земляного полотна. Принцип действия аппаратуры глубинного (до 6-8 м) радиолокационного зондирования грунтов с помощью георадара, как называется прибор в общепринятой терминологии,

основанный на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и принятии сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемых сред, имеющих разные электрофизические свойства. Такими средами в обслуживаемой среде является уровень грунтовых вод, раздел пород разнообразного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и тальми грунтами, между коренными и осадочными породами и др.

Одной из основных характеристик обследуемого участка земполотна при применении георадиолокационного способа служит диэлектрическая проницаемость грунтов либо пород. Для графического отображения раздела диэлектрической проницаемости массивов используются радиограммы, показывающие положение в грунте границ отражения, зон поглощения и др. неоднородностей. При этом сначала на поверхности земполотна с помощью блока-излучателя генерируются электромагнитные импульсы, а затем блоком-приемником (приемная антенна) принимается отраженный сигнал – совокупность гармоник волн, отличающихся одна от другой временным интервалом (пробегом), интенсивностью амплитуды и формой. В кинематических и динамических характеристиках этих волн сохраняется информация о среде, которая заключается в определении двойного времени пробега электромагнитных волн до границы раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью.

Для проведения георадарного обследования было принято решение выполнить продольные электромагнитные профили на различных участках земляного полотна перегонов Наддворная-Делятин, Хриплин-Делятин, Подволочиск-Тернополь и Львов-Красное Львовской железной дороги. Так земполотно на участке перегона Наддворная-Делятин представлено насыпью высотой до 15 м. Криволинейный рельсовый путь уложен на деревянных шпалах. Данный участок земполотна относится к неустойчивым по причине его оседания вследствие роста балластных углублений. Ранее на этом участке были выполнены работы по бортовой вырезке и обустройству однополочного контрбанкета. Позднее был разработан рабочий проект противодеформационных мероприятий, который должен быть реализован в 2011 году.

Как оказалось при зондировании участка земполотна на перегоне Наддворная-Делятин на глубине 4,5-6,7 м расположены разуплотненные переувлажненные грунты, что обусловлено наличием старых прорезей, которые могут быть закальматированы. Это приводит к переувлажнению грунта, что вероятно и является одной из причин осадок основной площадки земляного полотна. Такой вывод подтверждается анализом продольных электромагнитных профилей, которые указывают на то, что под зонами разуплотнения грунта находятся линейно протяженные объекты – старые прорези.

В процессе осмотра места георадарного обследования выявлено также увлажнение щебня в подошве балластной призмы и образовании бугров выпирания на левом откосе земполотна. Следовательно, увлажнение щебня

свидетельствует о наличии воды в теле земполотна и, как следствие, росте балластных углублений. Кроме того, продолжается осадка полки контрбанкета, что, по-видимому, вызвано перегрузкой откоса насыпи щебеночной подсыпкой. При этом, величина осадка полки контрбанкета составляет до 1,2 м.

Работы по инженерно-геофизическому обследованию земполотна выполнены также на участке с большими местами перегона Хриплин-Делятин длиной 200 м. Земполотно на этом участке представлено насыпью высотой 18-20 м, обустроенной под один путь звеньевой конструкции на деревянных шпалах с щебеночным балластом. Путь в плане имеет криволинейное очертание. Деформации проявились в виде неравномерных просадок. Первоочередные противодеформационные мероприятия, включающие бортовую вырезку и отсыпку контрбанкета с левой стороны, лишь кратковременно приостановили развитие деформационных процессов. Однако после интенсивных ливневых дождей произошел сдвиг полки контрбанкета на длине земполотна 30 м.

При георадарном зондировании обнаружены на глубинах 5-6,7 м линейно протяженные объекты, которые являются старыми дренажными прорезями. Над ними, как выяснено при анализе годографов, находятся зоны либо разуплотненных, либо переувлажненного грунта (Рис. 1).

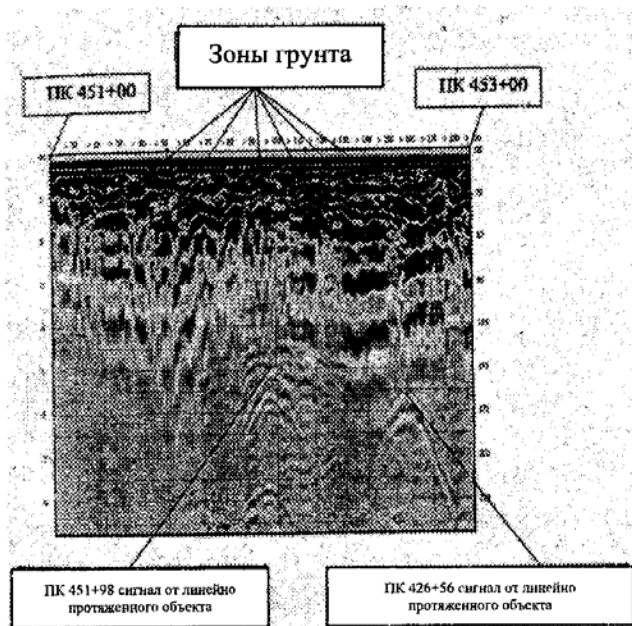


Рис. 1. Годограф колебаний при прозвучивании земполотна:  
 - по оси абсцисс – расстояние в м;  
 - по оси ординат – глубина в м.

Земполотно на участке перегона Подволочиск–Тернополь длиной 246 м представлено двухпутной насыпью высотой 12,5 м с криволинейным путем. Этот участок земполотна находится на учете как неустойчивое место. В период продолжительных осадков на участке произошел оползень правого откоса земполотна с глубиной захвата до 4,0 м. В качестве противооползневых мероприятий был возведен однополочный контрбанкет по парному пути и двухполочный по непарному пути. Однако произошла дальнейшая осадка пути на 40 мм после ливневых дождей. После проведенного обследования земполотна было установлено, что к деформациям по непарному пути привело наличие на этом участке балластных углублений, которые, насыщаясь водой, существенно снижают механические свойства грунтов, слагающих тело насыпи, что приводит к осадкам пути.

Георадарное обследование участка пути было выполнено с помощью георадара «ЛОЗА-В», имеющего большой энергетический потенциал, позволяющий работать в средах с высокой проводимостью, например в суглинке или влажной глине, что для других георадаров не представляется возможным из-за малого потенциала.

Как установлено при георадарном обследовании нарушенного участка земляного полотна на перегоне Подволочиск-Тернополь, основными причинами деформаций земполотна и контрбанкета являются следующие:

- 1) отсыпка верхней части насыпи неоднородными грунтами с включением линз известняка, что способствовало созданию балластных углублений;
- 2) наличие балластных углублений и, как следствие, воды в теле насыпи и на основной площадке земляного полотна;
- 3) переувлажнение и уменьшение прочностных характеристик грунтов, залегающих в основании отсыпанного контрбанкета.

Для ликвидации деформаций земполотна на рассмотренных участках предложено выполнить следующий комплекс работ:

- 1) выполнить сплошную вырезку земполотна на общую глубину до 30 м со снятием рельсо-шпальной решетки и заменой грунта на дренирующий, чем будет обеспечен выпуск воды из балластных углублений;
- 2) усилить существующие контрбанкеты путем устройства дополнительных полок;
- 3) устройство поверхностного перехватывающего дренажа с выпуском воды в существующие сооружения, которые, при необходимости, должны капитально ремонтироваться.

Одним из важных объектов на участке Красное-Львов, имеющего большое место, является земполотно над канализационным коллектором (рис.2). Земполотно представлено насыпью высотой 10 м с криволинейными в плане двумя путями. Под углом 45° к оси пути под насыпью проложен канализационный коллектор на глубине 16 м от головки рельса. Его проходка проводилась щитовым способом в водонасыщенных грунтах, имеющих

пльвинные свойства (сушеси и мелкозернистые пески) и попадавших вовремя работы щита в коллектор. Вследствие этого над коллектором образовались пустоты. Размещающиеся выше коллектора грунты обваливаются в эти пустоты, что способствуют разуплотнению грунтов насыпи, их провалу и образованию воронок, диаметром от 0,6 до 3,0м и глубиной от 0,7 до 2,0м.

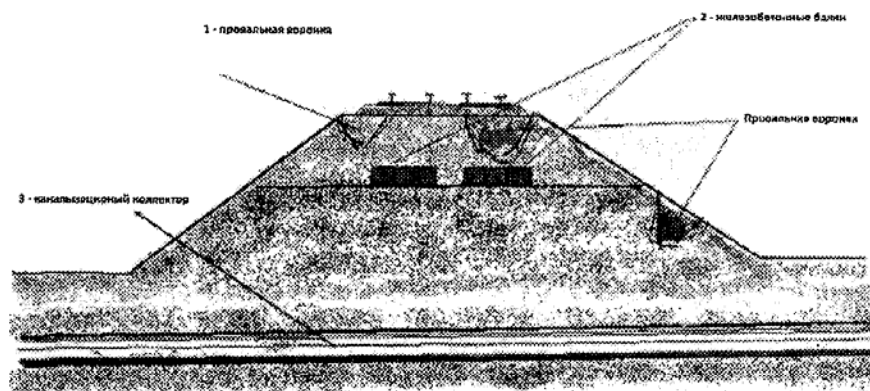


Рис. 2. Поперечное сечение земполотна с вальками и коллектором:  
1 – провальная воронка; 2 – железобетонные балки; 3 – канализационный коллектор.

Для предотвращения образования провальных воронок под каждый путь на глубине 1,6 м от бровки балластной призмы было проложено по три железобетонные балки длиной 8 м и сечением 0,8х0,8 м.

В последние годы активизировались осадки земполотна на этом участке, что проявляется в оседании пути и требует частого подъема и выравнивания пути.

Как показали георадарные исследования грунты над коллектором существенно разуплотнены, что может быть связано с суффозионными процессами и их выносом в сторону откосов насыпи.

#### Выводы.

Таким образом, как показал анализ результатов применения георадара в сложных инженерно-геологических условиях, современная аппаратура для зондирования земполотна является хорошим инструментарием выявления в нем дефектов различного уровня и своевременного лечения больных мест для повышения безопасности железнодорожных сообщений.

Вместе с тем необходимо вести разработки по усовершенствованию георадаров для увеличения глубины зондирования, что весьма важно для высоких насыпей железнодорожного земляного полотна.