

УДК 625.1:626.26

Ю. М. ЭТИН, старший преподаватель; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель;
С. П. НЕСТЕРЕНКО, начальник Осиповичской дистанции пути, ПЧ-15, г. Осиповичи

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ

Часть однопутной железнодорожной линии III категории ст. Слуцк – ст. Солигорск на участке ст. Глядки – ст. Калий-3 располагается на территории, где находятся шахтные поля РУП «ПО Беларуськалий». Земляное полотно представлено в виде насыпей высотой до 4 м. Ширина основной площадки земляного полотна – 5,2–5,5 м. Верхнее строение пути в настоящее время выполнено из рельсов Р65 на железобетонных шпалах, уложенных на щебеночный балласт. Толщина балластного слоя под шпалой носит переменный характер. На участке железной дороги имеется ряд искусственных сооружений, представленных железобетонной водопропускной трубой и двумя железобетонными мостами через реку Сивельгу и ее приток. На этой территории наблюдается высокая активность процессов сдвижения земной поверхности и ее оседание. Скорость оседания земной поверхности составляет от 0,6 до 4,9 мм в сутки. По этой причине железнодорожный путь и искусственные сооружения здесь являются проблемными с точки зрения их текущего содержания и обеспечения безопасности движения.

Рассмотрены воздействия на железнодорожный путь и искусственные сооружения горных подработок Старобинского калийного месторождения на участке железной дороги ст. Слуцк – ст. Солигорск, а также проводимые меры по охране железной дороги, обеспечивающие безопасность движения поездов.

Однопутная железнодорожная линия ст. Слуцк – ст. Солигорск обеспечивает выход из Солигорского промышленного района на общую сеть Белорусской железной дороги. Участок этой линии ст. Глядки – ст. Калий-3 расположен на территории (км13 + ПК3 – км16 + ПК5), где находятся шахтные поля РУП «ПО Беларуськалий».

В соответствии с СНБ 3.03.01–98 «Железные дороги колеи 1520 мм» линия относится к III категории железных дорог. Грузонапряженность составляет до 10 млн т·км/км. На рассматриваемом участке дороги осуществляется грузовое и пассажирское движение поездов. Пассажирские перевозки представлены девятью парами поездов в сутки. Тяга – тепловозная. Продольный профиль – спокойный. Продольные уклоны по состоянию на июнь 2003 г. на подрабатываемом участке составляли в пределах 0,4–8 ‰. Участок оборудован устройствами связи и СЦБ.

На участке подрабатываемых железнодорожных путей имеются следующие искусственные сооружения:

- железобетонная водопропускная труба диаметром 1 м на ПК 143 + 32;
- железобетонные мосты через реку Сивельгу на ПК 152 + 10 и через приток реки Сивельги на ПК 155 + 67.

Земляное полотно представлено в виде насыпей высотой до 4 м. Ширина основной площадки земляного полотна – 5,2–5,5 м. Верхнее строение пути было выполнено из рельсов Р65 на деревянных шпалах и щебеночном балласте, однако в ноябре – декабре 2004 года деревянные шпалы заменены железобетонными. В результате подработки в предшествующий период и выравнивания продольного профиля балластировкой толщи-

на балластного слоя под шпалой носит переменный характер.

Участок железнодорожного пути ст. Глядки – ст. Калий-3 подрабатывается II и III горизонтом (отметки: –420, –720 м) рудника 3 РУ РУП «ПО Беларуськалий» в соответствии со скорректированным планом горных работ. На подрабатываемом участке наблюдается высокая активность процессов сдвижения земной поверхности и ее оседание. Скорость оседания земной поверхности составляет от 0,6 до 4,9 мм в сутки. Прогноз расчетных деформаций железнодорожного пути и искусственных сооружений на рассматриваемом участке железной дороги выполнен ОАО «Белгорхимпром» на основании имеющихся исходных данных.

Анализ предполагаемых расчетных деформаций показал:

1 Максимальные оседания земной поверхности составят 1694 мм в 2011 году на ПК 153.

2 Максимальные относительные продольные растяжения земной поверхности составят 2,6 мм/м в период 2010–2011 гг. на ПК 159, что соответствует удлинению 100-метрового участка на 260 мм.

3 Максимальные относительные продольные сжатия земной поверхности составят 5,4 мм/м в период 2010–2011 гг. на ПК 156, что соответствует укорочению 100-метрового участка пути на 540 мм.

4 Максимальные расчетные поперечные сдвиги оси пути достигнут 288 мм, что потребует для выправки пути уширения земляного полотна на отдельных участках путем присыпки последнего и ежегодной рихтовки пути. Учитывая, что участок пути подрабатывается несколькими лавами II и III калийных горизонтов шахтных полей, происходит непредсказуемая заранее самокомпенсация

сдвижения земной коры на разных этапах подработки. По этой причине спрогнозировать направления сдвижения земляного полотна на перспективу не представляется возможным.

5 Поперечные уклоны земной поверхности существенного влияния на состояние железнодорожных путей не окажут и будут ежегодно устраняться при спрямлении профиля балластированной щебнем.

Разработка мер охраны железнодорожных путей выполнена из условий безопасной и бесперебойной работы железнодорожного транспорта в условиях подработки горными работами 3 РУ в период с 06.2003 по 01.2011 гг. Меры охраны, обеспечивающие безопасность движения поездов, включают в себя работы по ликвидации вредных просадок и подразделяются на три категории:

- предварительные;
- выполняемые в период подработки территорий;
- окончательные, выполняемые после окончания процесса оседания и стабилизации земной поверхности.

В состав предварительных работ входят:

- замена дефектных рельсов и шпал;
- подготовка запаса уравнильных звеньев (укороченных для зоны сжатия и удлиненных для зоны растяжения);
- сокращение межремонтных сроков проведения путевых работ;
- проведение тщательного контроля состояния напольных устройств СЦБ и, если необходимо, выполнение регулировочных работ;
- проверка вертикальности положения и видимости светофоров и, при необходимости, проведение исправлений наклонов мачт и регулировки положения головок светофоров;
- освобождение кабелей СЦБ в местах ввода от заземления их грунтом.

В период подработки территорий в стадии активного сдвижения должны выполняться следующие работы:

- ежедневный осмотр пути и анализ его состояния;
- подбивка и рихтовка пути;
- регулировка и разгонка стыковых зазоров;
- укладка уравнильных звеньев из рельсов Р65. В зонах сжатия делается запас необходимого количества уравнильных звеньев длиной 12,50; 12,46; 12,42; 12,38 м. В зонах растяжения делается запас необходимого количества уравнильных звеньев длиной 10,00; 10,04; 10,08; 10,12 м.

По мере смыкания или увеличения зазоров в стыках производится замена рельсов уравнильными звеньями с интервалом длин, равным 0,04 м,

а по мере искривления пути в плане – ежегодная рихтовка пути. По достижении максимального сдвижения выполняется присыпка земляного полотна шириной 3 м с учетом возможности выполнения работ механизированным способом. Откосы присыпаемого земляного полотна укрепляются посевом трав по слою плодородного грунта. Для предотвращения водной эрозии в районе мостов предусматривается защита земляного полотна каменной наброской.

Для спрямления искажений продольного профиля производится ежегодная подбивка балластной призмы с добавлением щебеночного балласта.

В течение всего периода проведения мер охраны (2004–2011 гг.) маркшейдерской службой 3 РУ ведутся и будут вестись инструментальные наблюдения за процессами деформаций. Периодичность измерений принята такой, чтобы максимальные оседания головок рельсов между измерениями не превышали 150 мм. Результаты наблюдений с выводами и предложениями в срок, не превышающий трех дней после каждого наблюдения, передаются в Управление Белорусской железной дороги, Могилевское отделение и Осиповичскую дистанцию пути.

Осиповичской дистанцией пути в период с ноября по декабрь 2004 года на рассматриваемом железнодорожном участке выполнены работы по замене деревянных шпал на железобетонные. В целом меры охраны железнодорожных путей не изменены. Произведена только корректировка видов работ при выполнении мер охраны вследствие замены конструкции верхнего строения пути.

Учитывая значительные продольные деформации растяжения вдоль оси пути (260 мм на ПК 159), а также движение пассажирских поездов по перегону, предусматривается дублирование кабеля СЦБ на участке подработки. Кабель должен быть уложен «змейкой» в земле на глубине 0,7 метра и засыпан песчаным грунтом без примеси камней. Вновь уложенный кабель на вводе в напольные устройства укладывается с запасом 1,5–2 м для возможного переустройства напольных устройств.

В октябре 2004 года, в соответствии с разработанными мерами по охране мостов, было выполнено поднятие пролетных строений моста (схема моста 16,5 + 16,5 м) через реку Сивельгу на 400 мм, а также переустройство моста через приток этой реки в водопропускную трубу. На подходах к мосту и водопропускной трубе головки рельса выровнены путем дополнительной балластировки с последующей подъемкой рельсошпальной решетки на балласт.

К концу 2004 года фактические деформации железнодорожного моста через реку Сивельгу превзошли ожидаемые расчетные, а комиссионным

его обследованием в марте 2005 года был выявлен ряд серьезных дефектов, препятствующих его дальнейшей безопасной эксплуатации и требующих немедленного устранения.

В связи с изложенными обстоятельствами выявилась необходимость в срочной подготовке и осуществлении дополнительных мер по охране моста, которые были разработаны АП «Минский Промтранспроект» в апреле 2005 года и практически сразу же реализованы. Проектом предусматривались мероприятия по устранению неравномерных осадок земной поверхности:

- выдомкрачивание и сдвигка мостовых железобетонных балок в проектное положение;
- переустройство узлов опирания опорных частей и установка всех подвижных опор.

Однако и после выполнения предусмотренных проектом мероприятий деформации продолжали носить нестабильный и нарастающий характер. В результате этого произошло защемление мостовых пролетных строений на опорах. Ранее в шкафных стенках устоев уже выполнялась вырубка бетона с целью создания технологических зазоров, но в связи с большой активностью нарастающих деформаций эти зазоры полностью оказались выбранными. Для обеспечения безопасной эксплуатации моста по проекту АП «Минский Промтранспроект» во второй половине 2005 года была осуществлена замена четырех балок пролетных строений на аналогичные типовые, но укороченной длины. При этом были созданы необходимые зазоры между конструктивными элементами.

Наличие обнаруженных дефектов свидетельствует о недостаточной точности прогнозов по величинам и скоростям ожидаемых деформаций, нарушениях утвержденных графиков проведения горных работ РУП «ПО Беларуськалий», а также несвоевременном учете этих изменений и проведении необходимой корректировки мер охраны мостов.

В мероприятия по охране железной дороги периодически вносятся корректировки с учетом фактических деформаций, вызванных влиянием II и III горизонтов шахтных полей 3 РУ РУП «ПО Беларуськалий». Разработанные меры охраны железнодорожных путей с учетом корректировки необходимо выполнить в период 2006–2011 гг. Строительно-монтажные работы, предусмотренные мерами по охране железнодорожных путей, производятся в стесненных условиях действующей железной дороги. Это обстоятельство создает определенные сложности в их организации и проведении. В период подработки территорий должны выполняться следующие работы:

1 Ежедневный осмотр состояния участка пути, расположенного на подрабатываемой территории, и проведение инструментальных наблюдений за оседанием железнодорожных путей.

2 Своевременное проведение необходимого ремонта путей и приведение их в состояние, обеспечивающее безопасную эксплуатацию (подбивка, рихтовка, регулировка стыковых зазоров).

3 Своевременное проведение мероприятий в организации поездного движения, обеспечивающих безопасную эксплуатацию:

- снижение скоростей движения;
- установку сигнальных знаков;
- выдачу предупреждений локомотивным бригадам.

4 Укладка уравнительных звеньев из рельсов Р65. Уравнительные звенья укладываются после предварительной регулировки зазоров.

Анализ фактического состояния продольного профиля в процессе подработки показал незначительные его изменения, уклоны не превышают 7‰, что не требует проведения работ по смягчению профиля. Разработанными мерами охраны железнодорожного пути предполагается ежегодное спрямление искажений продольного профиля путем подбивки балластной призмы с добавлением щебеночного балласта. В связи с поднятием отметки моста через реку Сивельгу на 400 мм в 2004 году продольный профиль на подходах к мосту был изменен за счет поднятия на щебеночный балласт.

Вследствие незначительных наблюдаемых деформаций водопропускная труба на ПК 143+32 конструктивных дополнительных специальных мер защиты не требует.

Работы по мерам охраны производятся и будут производиться Осиповичской дистанцией пути в течение всего периода оседаний и деформаций на рассматриваемом участке железной дороги, т. е. продолжительность производства работ по мерам охраны железнодорожного пути и искусственных сооружений составляет 6 лет – по 2011 год включительно. Материалы наблюдений и исследований по этому проблемному региону постоянно рассматриваются и анализируются на кафедре «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского государственного университета транспорта совместно с Осиповичской дистанцией пути с целью принятия технически правильных решений для обеспечения безопасной эксплуатации железнодорожного пути и искусственных сооружений на рассматриваемом участке железной дороги.

Предполагается в ближайшее время выполнить исследования по связи горных подработок, данных расшифровки лент вагонов-путеизмерителей и фактического состояния железнодорожного пути в целом. Исходными данными по деформациям пути будут служить объективные данные наблюдений маркшейдерской службы 3 РУ РУП «ПО Беларуськалий», которая располагает высокоточными измерительными геодезическими приборами. До сих пор такой анализ не производился, а выравнивание продольного профиля рельсового

пути выполнялось за счет поднятия его на балласт по расчетным данным.

Очевидно, что предполагаемые исследования смогут дать более точную картину воздействия горных подработок на железнодорожный путь и искусственные сооружения на данном участке. Такие исследования должны обеспечить дополнительные возможности в обеспечении безопасности движения поездов, а также разработки заблаговременных мер по борьбе с отрицательными явлениями деформаций земной коры, которые передаются на железнодорожный путь и сооружения и наблюдаются на территориях с горными подработками в районе Старобинского калийного месторождения.

Получено 20.06.2007

Y. M. Etin, S. P. Nesterenko. Analysis of influence of mountain works on railway track.

Part of III category single track line Slutsk – Soligorsk on the stretch Glyadky – Kaliy-3 is situated territory, where mine fields of RUP «ПО Belaruskaliy» are located. Ground bed is made as embankment up to 4 metres high. Main bed ground is 5,2–5,5 metres nice. The permanent way is made of rails R65 on reinforced concrete sleepers on the crushed stone ballast. The ballast layer is of variable thickness. On the stretch of railway track there are some constructions presenting a reinforced concrete drainage pipe, and two reinforced concrete bridges across the river Sivelga and its tributary. On this territory we can observe highly active processes of ground shifts and depressions. The settling speed of ground surface is from 0,6 to 4,9 mm in a day. On this account a railway track and artificial constructions form a problem from the point of view of maintenance and providing of traffic safety.

We considered the influence of Starobyn potassium deposit mining field on the railway stretch Slutsk – Soligorsk, and also conducted measures on railway protection, which provide safety.

Список литературы

- 1 СНБ 3.03.01–98. Железные дороги колеи 1520 мм. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва, 1998. – 27 с.
- 2 РД РБ 09150 56.004–2000. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ на Белорусской железной дороге. – Минск : Белорусская ж. д., 2001. – 192 с.
- 3 Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги. – Минск : Белорусская ж. д., 2002. – 160 с.
- 4 Инструкция о порядке согласования подработки железных дорог на Старобинском калийном месторождении. – Солигорск : Белорус. науч.-исслед. и проектно-конструкторский ин-т горной и хим. промышленности, 1995. – 26 с.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2008. № 1 (16)

УДК 624.21/8:620.193

Е. М. ЭТИН, начальник мостоиспытательной станции службы пути Белорусской железной дороги, г. Минск; Ю. М. ЭТИН, старший преподаватель; Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; П. Ю. ЭТИН, аспирант; Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЗАЩИТА МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозионные процессы различной этиологии, происходящие в материале мостовых конструкций, развиваются весьма активно под воздействием агрессивных факторов внешней среды. Выделены основные аспекты этой проблемы, характерные для длительно эксплуатируемых мостов, диагностические методы и способы защиты сооружений от коррозии. Приведены результаты исследований мостовых конструкций ряда действующих железнодорожных и пешеходных мостов на Белорусской железной дороге с анализом причин активно развивающихся процессов электрохимической и механической коррозии. Рассмотрена защита железобетонных плит безбалластного мостового полотна с применением современных химически стойких и высокопрочных материалов швейцарской компании «SIKA». Приведены способы «лечения» железобетонных и бетонных мостовых конструкций полимерными растворами типа «Sikadur», а также «Sika Mono Top». Сделан анализ основных причин, способствующих образованию и развитию коррозионных процессов в элементах мостовых конструкций на железнодорожных мостах, и даны рекомендации по защите этих конструкций.

Термин «коррозия» в переводе с латинского («corrosio») означает «разъедание», в переводе же с греческого – «разрыхление». Коррозия – это самопроизвольное разрушение твердых тел, вызванное химическими и электрохимическими процессами, развивающимися на поверхности тела при его взаимодействии с внешней средой.

Коррозионные процессы различной этиологии, происходящие в материале мостовых конструк-

ций, развиваются весьма активно под воздействием агрессивных факторов внешней среды. При этом некоторые самые «безобидные» вещества, окружающие нас, такие как вода и кислород, являются первопричинными в зарождении и развитии коррозионных процессов. Степень активности этих деструктивных явлений зависит от ряда причин и напрямую влияет на долговечность и несущую способность отдельных элементов и соору-