

УДК 625.143.482

*А. А. БАХАНЕК, магистрант, В. В. РОМАНЕНКО, старший преподаватель, П. В. КОВТУН, кандидат технических наук, Д. О. КАПРАНОВ, студент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

ОАО «Беларуськалий» на протяжении длительного времени проводит горные разработки II и III горизонтов рудника калийных месторождений. На данной территории расположен участок ПК 145 – ПК170 железнодорожной линии Слуцк – Солигорск. Вследствие горных разработок наблюдается высокая активность процессов сдвижки и оседания земной поверхности железнодорожного пути, что негативно сказывается на обеспечении безопасности движения поездов.

**В** результате горных разработок на участке ПК 145 – ПК 170 железнодорожной линии Слуцк – Солигорск происходит постоянное оседание земной поверхности со скоростью до 0,58 м в год, что требует проведение дополнительных мер по восстановлению и сохранению стабильного состояния железнодорожного пути для обеспечения безопасного и бесперебойного движения поездов.

Земляное полотно на рассматриваемом участке представлено насыпями высотой до 4 м. Верхнее строение пути выполнено из рельсов типа Р65 на железобетонных шпалах. Толщина щебеночного балласта под шпалой вследствие выполнения работ по спрямлению профиля в отдельных местах составляет до 0,65 м. На участке имеются искусственные сооружения – железобетонный мост через реку Сивельгу и железобетонная труба.

Данный участок подвергается негативному воздействию горных разработок продолжительное время. Состояние и меры обеспечения стабильности состояния железнодорожного пути, планируемые к проведению в период 2004–2011 гг. рассмотрены в [4].

Подземная разработка калийных месторождений нарушает равновесие земляного массива, вследствие чего в нем возникают зоны повышенных (зоны опорного давления) и зоны пониженных (зоны разгрузки) напряжений, а также участки с интенсивными подвижками и деформациями горных пород (зоны сдвижения), изменяющиеся по размерам и по скорости деформаций и напряжений. Иными словами, в ходе производства горных работ пропорционально нарушению равновесия массива в нем возрастают силы, которые стремятся восстановить равновесное состояние. Это приводит к возникновению сдвижений, вертикальных и горизонтальных деформаций земной поверхности, что оказывает влияние не только на стабильное положение железнодорожного пути, но и на состояние зданий и сооружений, расположенных на подрабатываемой территории. Основными параметрами изменения напряженно-деформированного состояния массива, окружающего зону выработки, влияющими на состояние железнодорожных путей, являются оседания земной поверхности, горизонтальные сдвижения, наклоны земной поверхности и горизонтальные деформации растяжения и сжатия. Эти изменения состояния массива служат причиной следующих неисправностей железнодорожного пути:

- изменение продольных уклонов;
  - возникновение в продольном профиле дополнительных переломов;
  - изменение уклонов водоотводных сооружений вплоть до обратных уклонов канав и водопропускных труб, что является причиной нарушения существующей системы водоотвода;
  - поперечные перемещения пути, что приводит к искривлению его в плане;
  - изменение величин зазоров в рельсовых стыках звеньевого пути (увеличение сверхнормативного и смыкание до нулевых размеров);
  - расстройство противоугонной системы;
  - создание напряжений в стыковых соединениях рельсов, вплоть до разрывов накладок и срезки стыковых болтов;
  - изменение взаимного расположения уровня головок рельсов;
  - изменение вертикального положения светофорных мачт, что приводит к ухудшению видимости показаний светофоров;
  - удлинение кабелей электроснабжения, СЦБ и связи в зонах растяжения, что приводит к нарушению контакта в местах ввода в напольные устройства, и в отдельных случаях возможен механический разрыв кабелей.
- В ноябре 2010 года на данном участке были проведены топографо-геодезические изыскания, в результате которых выявлены уклоны от 0,1 до 8,4 ‰ при установленном руководящем – 6 ‰. Суммарная протяженность участков с уклоном, превышающим руководящий, при общей протяженности участка 2,5 км составляет 1 км (40 %).

При нормативной толщине щебеночного балласта под шпалами 35 см по данным изысканий, в настоящее время, она составляет от 20 до 65 см, с преобладающим значением более 50 см. К ее увеличению привели спрямление продольного профиля, выправка пути и другие работы по устранению последствий воздействия горных разработок на путь. Такое увеличение толщины щебня сверх нормативной ведет к увеличению давления на основную площадку земляного полотна, что в свою очередь может привести к выдавливанию грунта из-под балластной призмы и другим деформациям земляного полотна.

Еще одним важным фактором, влияющим на безопасность движения на данном участке, является со-

стояние моста через реку Сивельгу. Оседания земной поверхности в данном районе привели к изменению гидрографии местности. Фактически оседания поверхности привели к увеличению расчетного уровня воды. Изысканиями в 2010 году было определено, что расчетный уровень воды с вероятностью превышения 1 % составляет 149,52 м Балтийской системы высот. В соответствии с [2] бровка земляного полотна на подходах к водопропускным сооружениям должна возвышаться над расчетным уровнем воды на 0,5 м с учетом наката волны, которая в настоящее время на подходах к мосту составляет 149,38–149,50 м, что представляет угрозу земляному полотну, особенно в период разливов.

Следует принять во внимание, что в соответствии с планом горных проходок третьего рудоуправления работы по добыче калийных солей в этом районе будут вестись как минимум до 2013 года. По данным, рассчитанным горным отделом ОАО «Белгорхимпром», активные оседания и деформации земной поверхности будут происходить на данной территории вплоть до 2025 года. Также по предварительному расчету можно сказать, что в целом за рассматриваемый период (11.2010–01.2025 гг.) участок подвергнется осадкам от 3 до 94 мм. Прогнозируемые осадки на данном участке приведены на рисунке 1.

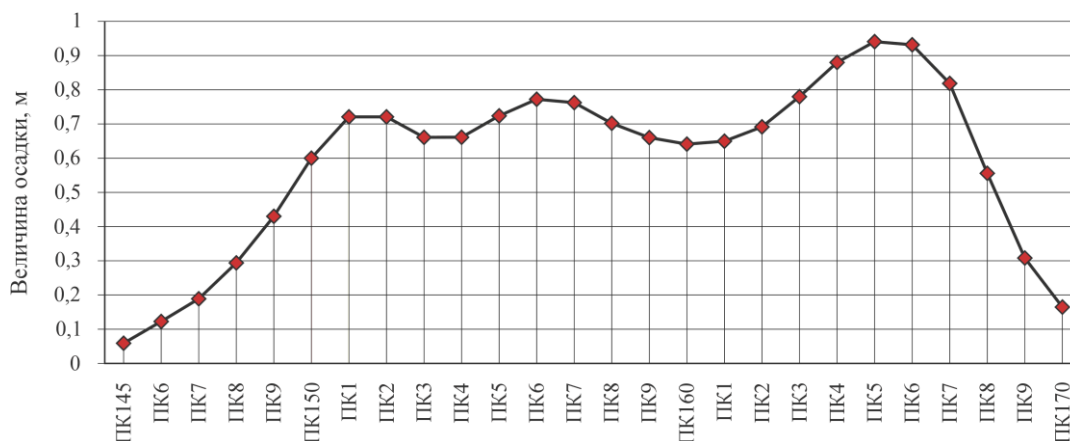


Рисунок 1 – Прогнозируемые осадки на участке железнодорожной линии Слуцк – Солигорск

При анализе данных об осадках земной поверхности определено, что при отсутствии специальных мер по обеспечению стабильного положения железнодорожного пути на 01.2025 г. уклоны продольного профиля составят порядка 10 ‰, осадки в районе железнодорожного моста через реку Сивельгу составят 0,72 м, что приведет к небезопасности его эксплуатации, возрастающие горизонтальные деформации приведут к увеличению стыковых зазоров сверх нормативных и смыканию до нулевых, существует возможность разрыва кабелей СЦБ и связи.

В связи со сложившейся ситуацией Белорусской железной дорогой в 2011 г. для уменьшения объемов работ по спрямлению продольного профиля было принято решение об увеличении руководящего уклона на данном участке до 8 ‰.

При разработке мер повышения устойчивости железнодорожного пути в первую очередь нужно учесть его текущее состояние и необходимость производства работ по поднятию моста через реку Сивельгу. Необходимо рассмотреть возможность проведения капитального ремонта пути, поскольку дальнейшее исправление отступлений его геометрических параметров от норм за счет поднятия на балласт затруднительно и может привести к разрушению земляного полотна. При производстве капитального ремонта рекомендуются следующие виды работ:

- устранение отступлений от норм продольного профиля с учетом прогнозируемых осадок за счет реконструкции земляного полотна;
- выемка избыточного балласта;
- замена дефектных шпал и рельсов;

– доведение отметок земляного полотна на подходах к мосту до нормативных;

– перекладка кабелей СЦБ и связи с заложением необходимого запаса на растяжение.

Линия Слуцк – Солигорск соединяет Солигорский промышленный район с общей сетью железных дорог, поэтому остановка движения на время производства капитального ремонта крайне нежелательна. Одним из вариантов производства таких работ является подведение его ремонтных сроков к срокам производства работ по поднятию моста через реку Сивельгу.

Также следует рассмотреть необходимость укрепления откосов земляного полотна и основной площадки в местах наиболее больших прогнозируемых осадок. Впоследствии, при подъёмке пути на балласт в данных местах, земляное полотно будет обладать большей устойчивостью.

Однако помимо капитального ремонта пути в состав мер по восстановлению и повышению его стабильности в обязательном порядке должны быть включены следующие мероприятия:

- ежедневный осмотр пути и анализ его состояния;
- подбивка и рихтовка пути;
- регулировка и разгонка стыковых зазоров;
- замена дефектных рельсов и шпал;
- укладка уравнильных рельсов Р65 (в зонах сжатия произвести запас необходимого количества уравнильных звеньев длиной 12,50; 12,46; 12,42; 12,38 м, в зонах растяжения – длиной 10,00; 10,04; 10,08; 10,12 м);
- сокращение межремонтных сроков проведения путевых работ;

– проверка вертикальности положения и видимости светофоров и, при необходимости, проведение исправлений наклонов мачт и регулировки положения головок светофоров;

– проведение тщательного контроля состояния напольных устройств СЦБ и, если необходимо, выполнение регулировочных работ;

– освобождение кабелей СЦБ в местах ввода от заземления их грунтом.

Очевидно, что необходимы дополнительные исследования воздействия горных подработок на железнодорожный путь, главной целью которых станет совершенствование методов прогнозирования стабильного состояния железнодорожного пути на расчетный период для более корректной оценки необходимости и объемов производства работ, по увеличению уровня безопасности и бесперебойности движения поездов.

Получено 28.11.2012

**A. A. Bahanek, V. V. Romanenko, P. V. Kovtun, D. O. Kapranov.** Analysis of the influence of mining work on railway infrastructure.

Joint stock company "Belaruskaly" throughout a long time carries out mountain development of II and III-rd horizons of mine of potash fields. In this territory the site of a railway line Slutsk – Soligorsk picket 145 – picket 170 is arranged. Owing to mountain development high activity of processes of a movement and subsidence of a terrestrial surface of a railway way is observed that negatively affects safety of movement of trains.

#### 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 **Этин, Ю. М.** Анализ воздействия горных работ на железнодорожный путь / Ю. М. Этин // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2008. – № 1(16). – С. 52–55.

5 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.