

Стурбованість мешканців Кривого Рогу викликають і техногенні землетруси потужністю 3 – 4 бали. Невизначеність механізму їх походження подає підстави до кривотлумачень. Справа в тому що поштовхи відбуваються у лежачому боці в якому пустот нема. Геомеханікою це пояснюється тим що при крутому падінні рудних шарів з лежачого боку знімається підпір, порушується природна рівновага, яка відновлюється короточасним поштовхам з глибини масиву за лічені хвилини.

Висновки

Техногенна ситуація що склалася на нинішній час в Кривбасі включає такі постійно і монотонно діючі фактори, як забруднення повітря і водоймищ, підтоплення та інше, ускладнена динамічними проявами в формі провалів і техногенних землетрусів. Перші регламентуються гранично допустимими нормами, другі правилам охорони споруд та природних об'єктів.

Динамічні проявлення в часі виникають раптово, протікають короткочасно в глибині неторканого гірського масиву в формі землетрусу інтенсивністю 3-4 бали. Загрози місту на представляють.

Рукопис надійшов 24.10.2015

УДК 622.258.012.2

*Е.К. Бабец, канд.техн.наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор
В.И. Чепурной, зав. лабораторией, С.И. Ляш, старший научный сотрудник
А.В. Петрухин, старший научный сотрудник,
З.С. Добровольская, научный сотрудник,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСА ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КРИВОРОЖСКИЙ СКОРОСТНОЙ ТРАМВАЙ

Приведены основные положения обоснования необходимости проведения комплекса исследований по оценке эксплуатационного состояния транспортной системы Криворожский скоростной трамвай.

Ключевые слова: транспортная система, скоростной трамвай, крепление, породный массив, эксплуатационная надежность.

Приведені основні положення обґрунтування необхідності проведення комплексу досліджень з оцінки експлуатаційного стану транспортної системи Криворізький швидкісний трамвай.

Ключові слова: транспортна система, швидкісний трамвай, кріплення, породний масив, експлуатаційна надійність.

Lists the general justification for the series of studies to assess the operational status of the transport system of Kryvyi Rih light rail.

Keywords: transport system, light rail, mount, rock mass, operational reliability.

Актуальность работы. В настоящее время отработка залежей железных руд Кривбасса ведется открытым и подземных способами в условиях техногенной нагрузки на геологическую среду, аналогов которой не знает мировая практика.

Промышленные предприятия Кривбасса усложняют экологическую ситуацию на транспортных системах, системах жизнеобеспечения, гидротехнических сооружениях и других жизненно важных объектах города, в том числе и на таком объекте, как скоростной трамвай.

Криворожский скоростной трамвай – транспортная система подземного трамвая, сочетающая особенности метрополитена и трамвая, расположенная в Кривом Роге Днепропетровской области и введена в эксплуатацию 26 декабря 19986 года.

Длина линии составляет 18,7 км, на ней расположены 15 станций, из них под землей – 6,8 км с четырьмя станциями. Действуют три маршрута: «Кольцевая» - «Площадь Труда», «Кольцевая» - «Заречная» и «Заречная» - Кольцо АМКР». На линии одно депо, расположенное вблизи станции «Площадь Труда».

Изложение основного материала и результаты. Одним из важнейших потребительских свойств транспортных систем типа скоростной трамвай является их эксплуатационная надежность – способность пропускать пассажирские потоки без ограничений в течение срока службы. Эксплуатационная надежность названных транспортных систем обеспечивается полнотой изыскательских работ, проектными решениями, качеством строительного исполнения, системой содержания в период их эксплуатации.

Повреждения и трещины, проявляемые в транспортных системах при их строительстве и эксплуатации, показывают, что геодинамика горных массивов и ее влияние на работу транспортных систем далеко не изучены. В результате существующей разломной тектоники скольжение по границам блоков может оказать внешнее геодеформационное воздействие на крепление тоннеля транспортной системы, не предусмотренное при проектировании сооружения и изменить сложившееся напряженно-деформированное состояние крепления тоннеля. Транспортные тоннели в эксплуатации становятся частью верхних пластов земной коры. В однородных горных массивах тоннели могут эксплуатироваться без повреждений сотни лет. Неоднородные горные массивы формируются в результате факторов

геодинамического происхождения, включающих сейсмические события, подвижки по разломам, геохимические и геофизические процессы подземных вод и газов, гравитационные процессы. Транспортные тоннели после строительства в той или иной мере включаются в совместную работу с горным массивом на восприятие геодинамических и геодеформационных воздействий.

Очевидно, для обеспечения эксплуатационной надежности транспортных систем, необходимо учитывать проявление всех форм геодинамики, наиболее актуальными являются сейсмические воздействия и активность разломной тектоники. Именно эти факторы являются причиной изменения гидрогеологических, геофизических, геологических и геомеханических условий подземной среды вокруг тоннеля транспортной системы.

Территория транспортной системы Криворожский скоростной трамвай расположена в пределах мощного Криворожско-Кременчугского разлома Украинского щита и одновременно в зоне сейсмического воздействия землетрясений Вранга (Румыния). По степени сейсмической опасности район расположения транспортной системы скоростного трамвая относится к шести бальной зоне.

Ранее данная территория находилась в состоянии относительного геодинамического равновесия. В результате интенсивных горных работ равновесие нарушено, а это может привести к просадкам породного массива, возникновению и развитию аварийно-опасных участков, особенно в районах геодинамических зон представленных балками Федотова (станция «Заречная»), Калетина (станция «Индустриальная»), Копалева (станция «им. Гутковского»), Безымянная (станция «Дзержинского»), Южная Червоная (портал Южный).

Наибольшую опасность для транспортных систем представляют активные в современную эпоху разломы. При этом часто максимальной активностью, отличаются оперяющие второстепенные разломы.

Зоны геолого-экономического риска регионального масштаба соответствуют зонам повышенной трещиноватости и мелкоамплитудных разрывов. Они пересекают участки с различными категориями рельефа, ландшафта, литофациальных и стратиграфических ассоциаций горных пород. Детальные исследования показывают, что в этих зонах наблюдаются закономерные изменения физических свойств горных пород: увеличение пористости и уменьшение упругости, механической устойчивости, молекулярной влагоемкости, электропроводности, магнитной восприимчивости и др. К таким зонам часто приурочены аварии на линейно – вытянутых объектах (транспортных системах), деформации, а также разрушения промышленных сооружений и жилых зданий. Анализ

разрушений тоннелей транспортных систем показал, что наиболее часто тоннели разрушаются при следующих условиях: при пересечении зон разломов; в местах изменения жесткости тоннельного крепления; местах пересечения границ слоев грунта с существенно различными характеристиками (жесткостями); при всплытии тоннелей из-за разжижения грунтов; из-за больших поперечных, перпендикулярных осей тоннеля; деформаций породного массива, возникающих при распространении динамических нагрузок различного происхождения.

Источником динамических нагрузок на породный массив окружающий трассу скоростного трамвая являются автомобильный, железнодорожный транспорт, а также трамвайные линии. Установлено, что постоянные динамические нагрузки влияют как на поверхностные отложения, так и на глубоко залегающие породы, меняя их структуру и состояние.

Динамические нагрузки на породный массив окружающий трассу скоростного трамвая могут приводить к оседанию участков земной поверхности.

Максимальная осадка земной поверхности возникает при частотах колебаний от 500 до 2500 в минуту. Изменение напряженного состояния массива горных пород под действием динамических нагрузок и превышение структурной прочности приводит к постепенным деформациям верхних участков подземного пространства, а в отдельных случаях к катастрофическим нарушениям поверхностного типа.

Конструкции подземных сооружений транспортных систем, имеющие жесткость отличную от жесткости массива горных пород, искажают поле динамических волн, в результате чего в грунтах вокруг транспортного тоннеля образуются зоны концентрации напряжений. Если конструкции имеют жесткость, большую, чем жесткость окружающего массива, то на границе грунт-конструкция поле динамических колебаний претерпевает изменения, вызывая концентрацию напряжений в массиве горных пород вокруг подземного сооружения. Таким образом, при колебаниях массива от воздействия транспорта все деформации грунта будут передаваться сооружению.

Установлено, что наиболее интенсивные изменения наблюдаются в транспортных тоннелях, породы вокруг которых состоят в основном из глинистых компонентов – глины, глинистых, суглинистых, песчано-глинистых и песчаных сланцев. Породы эти обычно характеризуются относительно низкими прочностными показателями. Как показывают исследования, естественная влажность горных пород в пределах одного и того же литологического слоя неодинакова. Породы непосредственной кровли и почвы тоннеля отличаются повышенной влажностью. Отмечается

также, что изменение напряженного состояния пород вокруг транспортных тоннелей приводит к изменению влажности. Вода поступает по трещинам в тоннель, отжимается силами давления в сторону образовавшейся искусственной полости – тоннеля, увлажняет кровлю и почву и может явиться одной из причин разрушения пород.

Наблюдения за разрушением пород, представленных глинами, показали, что вне зоны влияния транспортных тоннелей смещения могут иметь затухающий и незатухающий характер. Смещения пород вокруг тоннелей затухают как во времени, так и с удалением от контура в глубь массива и фиксируются по вертикали на расстоянии 5-6 RO, где RO – полу-пролет тоннеля.

Особое место занимают горно-геологические и горнотехнические факторы, прямо или косвенно влияющие на прочностные свойства пород: минералогический состав и мощность смещающих пород, естественная влажность пород и обводненность тоннеля, гидростатический напор, глубина заложения тоннеля, литологические особенности геологического разреза, тектонические нарушения, форма и размеры тоннеля, наличие соседних тоннелей, системы осушения, конструкция и прочность крепи, а также интенсивность и степень выветривания окружающих пород.

Гидрогеологические условия строительства и эксплуатации наземных и подземных сооружений скоростного трамвая определяется присутствием в геологическом разрезе водоносных горизонтов – слоев пород, содержащих в своих порах и трещинах воду и способных ее пропускать через себя с различной скоростью. В подземных водах часто встречаются хлориды и сульфаты в виде ионов, а также растворенный углекислый газ и другие агрессивные компоненты, которые вызывают коррозию бетона, железобетона и чугуна. Таким образом, грунтовые воды на территории расположения трассы скоростного трамвая следует рассматривать как «бассейн» загрязненных вод, которые имеют достаточно высокую агрессивность и в результате их подпора туннелями, могут иметь нисходящую фильтрацию, что приводит к подтоплению окружающих зданий и сооружений.

С момента своего строительства тоннели скоростного трамвая сформировали барьер на пути фильтрации грунтовых вод, в результате чего происходит накопление этих вод вокруг тоннелей. Увеличение водонасыщенности окружающих тоннелей лессовидных суглинков повлекло за собой быструю смену их механических свойств. Отдельные прослои наиболее легких суглинков превратились в плавунные массы, что в сочетании с постоянной вибрацией при работе трамвая, способствует нарушению гидроизоляции тоннелей и деформации их поперечного сечения.

Постоянного внимания требует и наземный участок трассы в районе Дзержинского водохранилища и шламонакопителя ш. «Гигант». Здесь

насыпь скоростного трамвая проходит в непосредственной близости от дамбы шламонакопителя. Фильтрационные потоки постоянно движутся к насыпи скоростного трамвая, постепенно подмывая ее и вызывая отдельные просадки.

При строительстве транспортной системы Криворожский скоростной трамвай широко применялся метод замораживания породного массива для проведения работ в пльвунах (станции «Дзержинская» - «Дом Советов» «Проспект Металлургов»), а также на территориях, прилегающих к шламохранилищу шахты «Гигант».

За более чем 30-летний период после завершения строительства работ с применением метода замораживания породного массива начали проявляться нарушения гидроизоляции крепления тоннелей и станций, в результате чего на данный момент возможен переход в предаварийное состояние станций, перегонных тоннелей, ряда жилых и социальных зданий и сооружений, прилегающих к системе.

К наиболее опасным (с точки зрения обеспечения надежности эксплуатации наземных и подземных объектов скоростного трамвая, а также жилых и социальных зданий и сооружений) действующим и прогнозируемым гидрогеологическим процессам и явлениям можно отнести:

- формирование пльвунов;
- оползневые процессы;
- коррозию конструкционных материалов подземных сооружений.

В условиях эксплуатации транспортной системы «Скоростной трамвай» возникают трудности с возможностями применения традиционных контактных методов исследований инженерно-геологического, геодинамического, гидрологического состояния породного массива прилегающего к сооружениям транспортной системы.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» обладает современным аппаратным геофизическим оборудованием и методиками, которые показали высокую эффективность определения участков породного массива, которые находятся в напряженном состоянии и деформируются в настоящее время, оценке степени нарушения породного массива, выявление потенциально опасных участков сдвига, обводненных и карстовых зон, направления движения подземных вод.

Исходя из вышеизложенного НИГРИ ГВУЗ «КНУ» считает необходимым проведение комплекса исследований по оценке эксплуатационного состояния транспортной системы Криворожский скоростной трамвай.

Цель предлагаемых исследований – комплексная оценка и прогнозирование возможностей техногенной безопасности эксплуатации транспортной системы Криворожский трамвай.

Выполнение исследований включает:

- геофизические исследования породного массива прилегающего к сооружениям транспортной системы современными бесконтактными мобильными аппаратурными способами;
- инструментальные исследования состояния металлического и бетонного крепления;
- составление инженерно-геологических схем геодинамического и геодинамогидрогеологического состояния породного массива, прилегающего к сооружениям транспортной системы;
- выявление аномальных в инженерно-геологическом отношении участков породного осадочного чехла;
- составление дефектных ведомостей состояния металлического и бетонного крепления;
- определение главных факторов негативного влияния техногенных нагрузок на транспортную систему;
- определение геодинамического состояния породного массива прилегающего к транспортной системе;
- комплексная оценка техногенной безопасности эксплуатации транспортной системы.

Основные положения методического обеспечения проведения комплекса исследований по оценке эксплуатационного состояния транспортной системы Криворожский скоростной трамвай разработаны специалистами НИГРИ ГВУЗ «КНУ» в соответствии с требованиями существующих нормативно правовых актов Украины [1-7].

Результаты предложенных исследований позволят сформировать банк первичных данных и предоставить исходную информацию для административных государственных органов о необходимости и объемах проведения защитных мероприятий по устранению условий возникновения природно-техногенных аварий относительно транспортной системы «Скоростной трамвай» города Кривой Рог.

Выводы.

1. Анализ опыта эксплуатации транспортных систем типа скоростной трамвай показывает, что техническое состояние данных систем подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге приводит к возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.

2. Изменение технического состояния и эксплуатационных параметров транспортной системы типа скоростной трамвай имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому точный учет изменения технического состояния и эксплуатационных параметров названной системы расчетным путем не возможен. Для объективного определения характера изменения

технического состояния системы необходимо проводить комплекс исследований по оценке эксплуатационного состояния транспортной системы.

3. При проведении комплекса исследований по оценке эксплуатационного состояния транспортной системы Криворожский скоростной трамвай необходимо нормативно обоснованное методическое обеспечение выполнения данного вида работ.

4. Разработанное НИГРИ ГВУЗ «КНУ» методическое обеспечение названного вида исследований включает определение методики каждого из этапов проведения комплекса исследований.

5. НИГРИ ГВУЗ «КНУ» считает целесообразным применение предложенного методического обеспечения при оценке технического состояния транспортной системы Криворожский скоростной трамвай.

Список использованных источников

1. «Порядок проведения осмотра, испытания и экспертного обследования машин, механизмов, оборудования повышенной опасности», утвержденный постановлением КМУ от 26.05. №687.
2. Закон Украины «Об охране труда».
3. НПАОП 0.00-6.14-97 «Порядок сертификации персонала по неразрушающему контролю».
4. ДСТУ EN «Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Общие требования».
5. ДСТУ 2860-94 «Надежность техники. Термины и определения».
6. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения».
7. ГОСТ ISO 10816-3 «Механическая вибрация Часть 3.

Рукопись поступила 25.10.14