

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕПЕРНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Приводятся данные о видах геодезических работ, выполняемых для составления проекта ремонта и контроля положения железнодорожного пути, и показывается, что отсутствие опорной сети непосредственно вблизи дороги приводит к дополнительным расходам и не позволяет оперативно выявлять отступления от норм ее содержания. Рассматривается назначение и устройство специальной реперной системы, вводимой на железных дорогах России. Приводятся методы контроля положения рельсового пути и анализируются причины, затрудняющие ввод системы в постоянную эксплуатацию.

Details are given of the types of geodetic works carried out for preparing plans of railway track maintenance work and monitoring the railway track position. It is shown that the absence of a supporting network in the vicinity of a railway entails additional expenses and hinders prompt revealing of deviations from the maintenance standards. The purpose and layout is described of a specific height mark system introduced on Russian railways. Methods are given of railway track position monitoring and causes are analyzed that impede putting the system into practice.

Инженерно-геодезические работы на эксплуатируемых железнодорожных путях проводятся как с целью определения соответствия содержания пути техническим требованиям его эксплуатации, так и для получения исходных материалов для составления проектов ремонта. В результате этих работ составляется профиль пути по головке рельса и план местности, прилегающей к железнодорожному пути в пределах полосы отвода.

В комплекс геодезических работ входят проектирование и проложение ходов съемочного обоснования, разбивка пикетажа, съемка кривых, продольное нивелирование, съемка поперечных профилей, измерение габаритных и междупутных расстояний, съемка искусственных сооружений, водотоков, наземных и подземных коммуникаций, профилей логов и живых сечений, обмер стрелочных переводов и др.

Выполнение данных работ осложняется отсутствием на сети железных дорог постоянного планово-высотного обоснования. Оно, как правило, создается исключительно для нужд текущей съемки, хотя его целесообразно сохранять на более длительный срок как для последующих съемок, так и для

геодезического контроля текущего содержания пути.

Развитие скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий вызывает увеличение динамических нагрузок от подвижного состава на конструкцию пути, что приводит к повышению его деформации и, следовательно, к возрастанию объема работ по контролю соответствия пути правилам технической эксплуатации. Традиционные методы контроля положения железнодорожного пути в плане и профиле оказались малоэффективными, поэтому появилась необходимость в разработке новых методов и технологий производства геодезических работ на основе использования современных технических средств измерений и обработки полученных результатов.

Решение данной задачи в настоящее время осуществляется в двух направлениях:

1) разработка и изготовление путеизмерительных тележек и вагонов по автоматической записи профиля пути и фиксации отступлений от норм содержания рельсовой колеи в плане;

2) создание постоянной специальной геодезической сети вдоль трассы железной дороги; необходимо разработать методы

систематического инструментального контроля за положением рельсовой колеи в плане и профиле, за деформациями конструкций как пути, так и других сооружений железнодорожной линии и предусмотреть возможность выдачи необходимой геодезической информации всем заинтересованным в ней службам и организациям.

Практика применения путеизмерительных тележек и вагонов-путеизмерителей показывает, что они решают только локальные задачи по текущему контролю положения пути. С их помощью осуществляется автоматическая запись продольного профиля пути, возвышения наружного рельса, ширины колеи и отступлений от норм содержания пути в кривых. Для составления продольного профиля пути требуется периодическая привязка к высотным реперам, которые расположены вдоль дороги на значительном расстоянии друг от друга.

Отсутствие вдоль железной дороги постоянного планово-высотного обоснования приводит к большим затратам труда и времени на выполнение съёмочных работ. Объём работ определяется как интенсивностью деформаций пути, так и плановыми проверками с полным обновлением всей документации (профилей и планов). Проектное положение пути устанавливается при составлении каждого проекта ремонта пути. Отклонения положения пути от проектного выявляются только при съёмках пути. Оперативный контроль положения пути в плане и профиле весьма затруднен. Для работы выправочно-подбивочных рихтовочных машин требуется знание точной подъёмки в фиксированных точках, расположенных на незначительном расстоянии друг от друга, для чего приходится повторно выполнять нивелирование с предварительной разбивкой пикетажа. Все это вызывает необходимость создания специальной реперной системы (СРП) непосредственно у железнодорожной линии. Устройство такой системы на железных дорогах России осуществляется согласно указанию МПС № С-493у от 27.04.1998 г. Разработка технических условий выполнена научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС).

Согласно техническим условиям, СРС состоит из пунктов опорной геодезической сети (ОГС) и рабочей сети (РС). Опорная геодезическая сеть – система геодезических пунктов, состоящая из каркасных пунктов, расположенных друг от друга на расстоянии 20-50 км, главных парных пунктов, расположенных через 500-1000 м с расстоянием между парами 5-10 км, и промежуточных (рядовых) пунктов, отстоящих друг от друга на 250-750 м. Сеть создается в единой системе координат на всем протяжении. Одновременно расположение ее пунктов увязывается с пикетажем железнодорожной линии. Для создания сети применяют спутниковые системы и высокоточные тахеометры.

Пункты ОГС закрепляют центрами установленного типа и располагают, как правило, в полосе отвода железной дороги с любой стороны земляного полотна с обязательной видимостью между соседними пунктами. В отдельных случаях пункты ОГС разрешается совмещать с пунктами РС, закрепленными на массивных конструкциях железнодорожного пути.

Средняя квадратическая погрешность во взаимном положении соседних рядовых пунктов в плане не должна превышать ± 8 мм и по высоте ± 5 мм*. Случайная составляющая погрешность нивелирования 1 км хода как главных, так и промежуточных пунктов не должна превышать ± 4 мм.

Непосредственно на земляном полотне на расстояниях, не превышающих 3,5 м от оси пути, закладывают пункты реперов РС. Сеть рабочих реперов закладывается через 100-140 м на прямых и через 50-70 м на кривых участках пути. Их располагают, как правило, на опорах контактной сети, в монолитных фундаментных опорах, на анкерах и в теле земляного полотна. Пункты закладывают в основном с двух сторон рельсового пути, что позволяет создать створную линию, надежно определяющую положение точек рельсовой колеи. При определении отметок рабочих реперов погрешность ни-

* Специальная реперная система контроля железнодорожного пути в профиле и плане: технические требования / ВНИИ железнодорожного транспорта. М., 1998. 29 с.

велирования 1 км не должна превышать ± 4 мм, а взаимное положение соседних реперов не должно превышать в плане ± 5 мм и по высоте ± 3 мм. Относительно пунктов РС выполняется съемка пути в плане и профиле, на основании которой составляется проектная документация, т.е. указываются проектные и рабочие отметки напротив каждого репера и положение рельсовой колеи в плане относительно репера (расстояние от рабочего репера до оси пути или до рабочей грани ближайшего рельса).

Создание высокоточной геодезической сети позволяет иметь единую геодезическую основу на всех стадиях реконструкции, ремонта и эксплуатации линии, в том числе осуществлять контроль геометрических параметров пути в плане и профиле, осуществлять наблюдения за состоянием и деформациями земляного полотна и искусственных сооружений, выполнять топографическую съемку для составления планов крупных масштабов и съемку продольных и поперечных профилей, производить детальную разбивку и съемку переходных и круговых кривых, подготавливать данные для выправки пути в плане и профиле подъемно-выправочно-рихтовочными машинами и осуществлять координацию всех геодезических и топографических работ в пределах дороги.

Контроль положения железнодорожного пути относительно РС предполагается осуществлять с помощью как геодезических инструментов (теодолиты, нивелиры, тахеометры, лазерные приборы), так и простейших приспособлений (шаблоны и уровни).

Если снабдить пункты РС специальными датчиками, можно будет определить геометрические характеристики пути регистраторами информации. Вычислительные системы для ее обработки устанавливают на путеизмерительных вагонах.

Сеть ОГС развита на всем протяжении линии Санкт-Петербург – Москва. Пункт РС закладывают в основном на рельсовых рубках и опорах контактной сети. Координаты и высоты пунктов полностью определены и выданы пользователям.

Несмотря на видимую эффективность эксплуатации реперной системы, ее внедрение выявило некоторые трудности и осложнения:

- на дороге отсутствует специальное геодезическое подразделение, которое должно поддерживать реперную сеть в рабочем состоянии, систематически контролировать планово-высотное положение пунктов; периодичность контроля положения пунктов реперной системы не установлена;

- не решены вопросы организации сохранности пунктов ОГС и РС; так, на участках Спирово – Тверь и Тверь – Завидово через небольшой промежуток времени после их закладки в результате строительных работ произошло повреждение и уничтожение многих пунктов*;

- пользователь реперной системы не знает геодезического положения пути на прямых и кривых участках относительно пунктов сети и, следовательно, не имеет возможности вычислять отклонения рельсового пути от проекта в любой заданной точке;

- несовершенна принятая конструкция рабочих реперов и марок для установки геодезического инструмента; предлагаемые приборы для контроля положения пути весьма громоздки и трудны в эксплуатации;

- имеются трудности с увязкой координат СРС с пикетажем железной дороги; не решена проблема резаных пикетов;

- декларированной остается роль реперной системы для контроля состояния пути измерительными приборами и устройствами, устанавливаемыми на транспортных средствах, вследствие нерешенности вопроса о типах приборов и способах их установки на пунктах РС;

- не освещен опыт использования реперной системы на зарубежных дорогах; опыт работы метро и железнодорожных

* Москалев И.Л. Перспективы использования и опыт эксплуатации реперной системы на Октябрьской железной дороге / И.Л.Москалев, В.И.Полетаев // Современные проблемы и прогрессивные технологии в путевом хозяйстве октябрьской железной дороги: Тез. докладов / Петербургский ун-т путей сообщения. СПб, 2001. С.74-78.

тоннелей не вполне применим на открытой местности;

- нет информации о стоимости создания и эксплуатации реперной системы.

Вместе с тем эксплуатация реперной системы в перспективе позволит получить высокоэффективный метод оперативного контроля за состоянием пути, земляного полотна, искусственных сооружений и других

сопутствующих сооружений и устройств, что обеспечит бóльшую безопасность движения поездов, значительно упростит выполнение топографо-геодезических работ, даст возможность готовить и выдавать качественную информацию для работы путевых машин типа «Дуоматик» и «Унимат», в том числе и на кривых участках пути, и обеспечит надежный контроль работы бесстыкового пути.