

УДК 625.173.2/.5:528

В.В. ЩЕРБАКОВ, А.С. ПИКАЛОВ (Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), г. Новосибирск)

КООРДИНАТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ВЫПРАВКИ ПУТИ НА БАЗЕ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ И ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ. (Опыт применения и перспективы внедрения)

Приведены основные преимущества координатных методов, функциональные возможности и опыт применения при создании систем управления выправкой пути (СУВП).

В настоящее время контроль за состоянием рельсовой колеи и выправка пути выполняются на базе хордовых методов (относительные методы). Относительные методы определения геометрических параметров при их разнообразии и широком применении ограничены функционально. Эти методы исчерпали свои возможности и не обеспечивают единство измерений, не позволяют расширить диапазон измерений, определять длинные неровности в плане и профиле, использовать ГИС-технологии при определении динамики изменения параметров и т.д.

Координатные методы определения геометрических параметров рельсовой колеи и выправки пути позволяют в широком диапазоне от 1 м до 500 м анализировать неровности рельсовой колеи, выправлять путь по координатам, без выполнения разбивочных работ. При использовании пространственно-временных данных (координат) появилась возможность использовать ГИС-технологии на этапе расчетов, проектирования, мониторинга и создания отчетных форм технических документов. Так как ГИС-технологии позволяют в 5–10 раз повысить производительность работ, в зависимости от вида работ, переход на координатные методы при определении геометрических параметров рельсовой колеи, проектировании реконструкции и капитального ремонта, мониторинга деформаций земляного полотна, выправке пути и других видов работ является обоснованным.

В СГУПСе разработан и запатентован (патент РФ № 2261302) координатный метод определения геометрических параметров рельсовой колеи. Определение координат (пространственного положения) заключается в реализации схемы гиropolукомпыаса. В предложенном способе пространственное положение рельсовой колеи определяется по текущим координатам, исходными данными для определения координат являются курсовой и продольный угол и пройденное расстояние. Пространственное положение определяют по одной из рельсовых нитей относительно любого исходного направления в горизонтальной плоскости. Для коррекции гироскопов и компенсации «ухода» используется ГНСС. На базе этого метода разработано устройство для определения геометрических параметров рельсовой колеи, построения продольных профилей, карточки кривой, масштабных планов железнодорожных станций АПК «Профиль». Комплекс включает спутниковую аппаратуру позиционирования (ГНСС), инерциальную систему, ходовую тележку, портативный компьютер. В 2002 г. АПК «Профиль» сертифицирован и выпускается небольшими сериями. При создании АПК «Профиль» основной проблемой являлась разработка эффективных фильтров для исключения грубых ошибок и получения взаимного положения

элементов пути с миллиметровой точностью. Данная задача выполнена за счет комплексирования ГНСС и инерциальной системы. Для обеспечения полной автоматизации определения параметров пути разработаны программные комплексы, позволяющие определять геометрические параметры пути в стандарте ЦП515, выполнять расчет и составлять карточки кривых, продольные профили, масштабные планы станций и т.д.

С использованием АПК «Профиль» на ЗСЖД по новой технологии выполняется съемка 15 железнодорожных станций в год для создания масштабных планов и продольных профилей. АПК «Профиль» используется также при проверке соответствия проектной документации на наличие ошибок и качества полевых материалов, высокоточном определении параметров кривых и непогашенных ускорений, разбивке эталонных метрологических базисов для калибровки вагонов-путеизмерителей, координировании пути (оцифровке) для создания электронных карт, паспортизации и т.д.

Кроме решения инженерных задач ГНСС используется на ЗСЖД для контроля за работой дефектоскопов и других подвижных объектов. Для внедрения этого проекта оцифрованы все пути ПЧ3, ПЧ4, ПЧ7, ПЧ8, ПЧ10, ПЧ11, при этом в ПЧ11 дефектоскопы оборудованы GPS-навигаторами. Опытнометодические работы выполнялись более одного года. Опыт применения на Западно-Сибирской железной дороге измерительных средств на базе ГНСС позволяет сделать несколько важных выводов. Применение ГНСС при съемке железнодорожных станций (около 50 станций) показывает, что по эффективности, включая производительность, новые технологии значительно (более чем в 5 раз) превосходят традиционно применяемые. Диапазон измерительных средств на базе ГНСС должен включать весь спектр подвижного состава от вагонов-путеизмерителей до путеизмерительных тележек. Вузы должны организовать специальную подготовку специалистов путейцев с углубленными знаниями ГНСС. Прогноз дальнейшего расширения области применения ГНСС на железных дорогах России положительный. Особенно высокую эффективность можно получить при применении ГНСС на вагонах путеизмерителях для обеспечения единства измерений при привязке графиков геометрических параметров к координате пути. Обеспечение единства измерений позволит определять динамику изменения геометрических параметров и главное использовать результаты для выправки пути, при установке спутниковых систем позиционирования на путевые машины. Полученные результаты позволят выявлять на ранней стадии дефекты железнодорожного пути, такие как пучины, выброс пути, разрушения земляного полотна и т.д. Координатные методы позволяют с высокой точностью и в широком диапазоне анализировать длинные неровности в плане и профиле с высокой детализацией измерений.

Анализ функциональных возможностей ГНСС и опыт применения спутниковых систем позиционирования на строительстве линейных объектов и капитальном ремонте автомобильных дорог показывает, что строительные машины оборудованные спутниковыми системами позиционирования (автогрейдер, бульдозер и т.п.) с автоматизированным управлением рабочими органами в два раза производительнее аналогичных систем не оборудованных средствами позиционирования. При этом наибольший эффект может быть достигнут при применении ГНСС на трудоемких геодезических работах. На железной дороге такой

задачей является выправка пути по координатам. Сущность данной выправки заключается в том, чтобы при наличии проектной документации в координатах выставить путь в строгом соответствии с проектными координатами. Наиболее известны координатные методы выправки пути, в основе которых лежит копир-струна, измерительные комплексы, в основе которых лежат лазерные системы выправки. Применение для этих целей ГНСС задача сложная и в то же время выполнимая.

СГУПС разработал систему управления выправкой пути по координатам ГНСС в 2007 г. В настоящее время разработка закончена и проводятся испытания на ЗСЖД. Для выправки пути ГНСС используется электробалластер оборудованный измерительным комплексом созданный на базе ГНСС. Система управления выправкой пути содержит: спутниковый приемник на путевой машине, базовую станцию, устанавливаемую на реперах, контроллер, портативный компьютер, корректирующие устройства, содержащие два лазерных дальномера, систему редуцирования координат с антенны на ось пути. Программный комплекс для расчета параметров выправки и программу расчета текущих сдвижек при движении путевой машины и визуализации положения измерительной тележки и оси пути. Опытные-методические работы по определению отклонений измерительной тележки от проектного положения в вертикальной и горизонтальной плоскости показывают высокую точность определения отклонения от проектного значения (2 см), удобство в работе. При использовании ГНСС полностью исключаются разбивочные работы. Очевидно, что производительность работ электробалластером повысится не менее, чем на строительных машинах оборудованных системами позиционирования, т.е. в 2 раза, при повышении качества работ. Система управления выправкой пути на базе ГНСС разработана в России впервые. Опыт работы по внедрению СУВП на базе координатных методов показывает, что потребуется пересмотр стандартов проектирования и разработка новой нормативной документации. В конечном итоге внедрение ГНСС на железных дорогах России позволит повысить эффективность работ при содержании и ремонте дорог.