

ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. Д. ОБУХОВ

ООО «Кlover Групп», г. Москва, Российская Федерация

Логистические принципы управления эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте предъявляют всё более высокие требования к эксплуатационной надежности тягового подвижного состава. На сегодня наблюдается повышенное избыточное количество локомотивов в инвентарном парке для осуществления объемов предъявляемой перевозочной работы. В данных условиях большую роль в комплексной программе оптимизации играет повышение надежности новых и отремонтированных локомотивов. Низкий уровень надежности, а также несоблюдение технологии ремонта заводами и депо обуславливают необходимость содержания сверх норматива около 1400 тяговых единиц. При этом экспертным методом установлено, что сегодня существует потребность в локомотиве, который на всём жизненном цикле был бы готов к эксплуатации не менее 95 % времени его срока службы.

Согласно проведенному анализу данных комплексной автоматизированной системы учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАСАНТ), с 2011 по 2017 год количество отказов по вине локомотивостроительных предприятий снизилось на 48,4 %, а у локомотиворемонтных – на 43,7 %. Чаще всего (в 60 % случаев) причина кроется не в работе этих предприятий, а в продукции поставщиков комплектующих.

С 2014 года ОАО «РЖД» работает с производителями локомотивов на договорах полного сервисного обслуживания. В декабре 2017 года компания подписала с АО «Желдорремаш» и ООО «ЛокоТех Сервис» Меморандум о взаимном сотрудничестве в области обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД» в период 2018–2022 годов. В нём предусмотрено, что за пять лет коэффициент готовности к эксплуатации (КГЭ) должен вырасти с 0,894 до 0,95. Причем в 2019 году планируемый рост должен составить 2,5 %.

В настоящее время применяются инновационные технологии в сервисном обслуживании тягового подвижного состава, которые дают возможность заранее получать информацию о состоянии локомотива и, соответственно, заранее подготовиться к ремонту, собрав нужные материалы и пригласив специалистов. Кроме того, такой проект, как «Умный локомотив», позволяет переходить к ремонту не по пробегу, а по фактическому состоянию. В результате можно не допустить критического износа ресурса того же тягового электродвигателя, а восстановить его за меньшие средства. При этом значительно сокращаются риски внеплановых ремонтов.

Для достижения основной цели комплексной оптимизации эксплуатируемого парка локомотивов, а также совершенствования системы организации своевременного подвода их в сервисные локомотивные депо и пункты технического обслуживания локомотивов специалистами российской компании Clover Group («Кlover Групп») разработан комплекс программных продуктов, реализующих взаимодействие моделей предиктивного анализа состояния узлов и агрегатов тягового подвижного состава и динамической модели перемещения поездопотоков на участке.

В качестве выбранных критериев оптимизации тягового обслуживания на выбранном участке определены такие ключевые эксплуатационные показатели, как минимизация пробега локомотивов в одиночном следовании, времени нахождения вагонов и поездов на станциях смены локомотивов и локомотивных бригад; максимизация среднесуточной производительности локомотивов рабочего парка. Особенно актуальным для системы оптимизации тягового обслуживания полигона является сокращение времени нахождения локомотивов эксплуатируемого парка на депоовских путях и снижение различного рода непроизводительных потерь времени работы локомотивных бригад, в том числе в ожидании работы. При этом для максимально эффективного применения оптимизационной модели в качестве входных данных для ее работы в оперативном режиме используются данные интеллектуальной диагностики, предиктивной аналитики и мониторинга эксплуатации узлов и агрегатов всех локомотивов рабочего парка на участке.

Предиктивная аналитика дает возможность извлечь необходимую информацию об эксплуатации и техническом состоянии оборудования из разнообразных источников данных (данные КИПиА, АСУ ТП, аналоговых приборов; ведомости и журналы), которая, будучи структурирован-

ной с учетом особенностей конструкции рассматриваемого узла, применяется в процессах принятия и оптимизации управленческих решений.

Основной задачей предиктивной аналитики оборудования при решении данной комплексной оптимизационной задачи является определение степени влияния параметров работы оборудования друг на друга и выявление аномалий, дефектов и отказов исходя из анализа изменения значений этих параметров за имеющиеся периоды наблюдения. Эти закономерности выявляются путем построения модели предиктивного анализа по контролируемому объекту.

Разработанные специалистами «Clover Group» модели предиктивного анализа инженерно-технических объектов позволяют:

- определить релевантные параметры, характеризующие состояние конструктивных элементов оборудования;
- выявить тренды деградации, аномалии/дефекты и предотказные состояния на работающем оборудовании;
- спрогнозировать вероятность и время наступления отказа конструктивных элементов оборудования.

В настоящее время система способна находить более 50 видов нарушений в работе оборудования и режимах эксплуатации локомотивов. Так, по тепловозам серии 2,3ТЭ116У и ТЭП70БС(У) автоматически определяются нарушения режимов эксплуатации, связанные с неправильными действиями локомотивной бригады при запуске и остановке дизеля, работой локомотива под нагрузкой при температуре воды и масла ниже допуска, а также нарушения в работе оборудования. К их числу относятся: превышение температуры газов по цилиндрам, несоответствие значений мощности генератора и оборотов дизеля установленной позиции контроллера машиниста, выход значений давления и температуры масла за пределы допусков и т. п.

Модуль системы «Math» представляет собой комплекс математических алгоритмов, в котором могут использоваться как опенсорные библиотеки, так и собственные уравнения разработчиков, описывающие работу конкретного оборудования на основе имеющихся параметров телеметрии. Для снижения взаимной коррелированности используются модели, использующие разные подходы: лес случайных деревьев, бустинг и метод опорных векторов. Для оценки точности моделей данные делятся на обучающую и на тестовую выборки. Для данного разбиения также может использоваться метод случайного разбиения. Для оценки моделей используются методы: кросс-валидация; внутренняя кросс-валидация; стратифицированный сэплинг; матрица запутанности; матрица запутанности 2-го класса; кривые ROC (ReceiverOperatingCharacteristic); и др.

Приоритетными направлениями в ходе разработки комплекса оптимизационных моделей управления тяговыми ресурсами при переходе на полигонные технологии, которые способствуют повышению эффективности перевозочного процесса, являются:

- совершенствование и оптимизация технологий перевозочного процесса, а также устранение основных технологических потерь при эксплуатации;
- создание инновационных интеллектуальных управляющих систем диспетчерского аппарата;
- оптимизация структуры управления перевозками;
- ликвидация «барьерных» мест, сдерживающих темпы роста пропускной способности.

В части совершенствования и оптимизации эксплуатации тяговых ресурсов на полигоне железной дороги следует также предусмотреть выделение внутренних тяговых полигонов работы локомотивов с учетом соблюдения плана формирования и основных показателей выполнения местной работы на участках, а также оптимизацию участков обращения локомотивных бригад.

УДК 625.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЗУНОВ КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

В. ПЕТРЕНКО

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, Литовская Республика

Безопасность, плавность хода, уровень комфорта и шума железнодорожного подвижного состава зависит от условий взаимодействия колес подвижного состава и рельсов. Общеизвестно, что наиболее опасные динамические условия создаются при наличии повреждений поверхности катания колес, которые непосредственно влияют на безопасность движения поездов. Динамическое поведение