

## **ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ**

УДК 629.3.004

**Акчурин Анвар Гафурович - академик, д.т.н., профессор (Алматы, КазАТК)**

**Нуркенов Аскаргазы Асанович – к.э.н. (Алматы, ТОО «НЦРТ»)**

**Худайбергенов Пархат Юсупович – соискатель (Алматы, ТОО «Sant – Новые технологии»)**

**Матвеев Андрей Вячеславович – соискатель (Алматы, ТОО «Sant – Новые технологии»)**

**Нартов Михаил Алексеевич - магистрант (Алматы, КазАТК)**

### **ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БЕЗРАЗБОРНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Эффективное обеспечение безопасного и бесперебойного движения поездов с различными видами грузов, прежде всего с международными, в т.ч. со скоропортящимися и особо опасными, входит в ранг проблем национальной безопасности РК и, естественно, требует солидной научно-технической проработки.

Как известно, железные дороги являются одной из крупнейших отраслей, по стоимости своих активов она входит в первую тройку в стране. Такая ее высокая значимость предопределяет большое значение эффективности деятельности железных дорог в экономическом положении страны, доли во внутреннем валовом продукте (ВВП).

В Казахстане транспорт играл и играет исключительно важную роль, и его хозяйственное значение обусловлено следующими основными факторами:

- значительная территория республики (9-ое место в мире);
- большая дальность перевозок грузов и пассажиров, в том числе международных в Казахстане;
- специфический характер производимой и экспортируемой продукции, в основном, сырьевой, требующей перемещения на значительные расстояния, - уголь, железная руда, нефтепродукты, продукция металлургической промышленности и сельского хозяйства (зерно, шерсть, мясо и т.д.);
- особое транспортно-географическое положение страны - в центре Евразийского континента, между емкими и динамично развивающимися рынками Европы и Юго-Восточной Азии, прежде всего Китая, через которую идут растущие потоки транзитных грузов, что в перспективе позволит отечественному железнодорожному транспорту добиться эффективного использования высокого транзитного потенциала республики.

В настоящее время транспортная система Казахстана представляет собой комплекс, куда относятся 14,4 тыс. км железных дорог общего пользования; 7,3 тыс. км подъездных путей промышленных предприятий; тысячи километров трубопроводных магистралей для перекачки нефти, газа и нефтепродуктов; тысячи железнодорожных станций, несколько крупных портов, пристаней, перевалочных баз, аэропортов и т.д. [1].

Высокая провозная способность, регулярность движения и низкая, по сравнению с автомобильным транспортом, себестоимость перевозок делают железную дорогу практически безальтернативным видом транспорта для важнейших экспортных грузов (таких, например, как уголь, руда, металлы, зерно, строительные материалы) на средние и дальние расстояния.

Одна из основных доходобразующих отраслей Казахстана - нефтедобывающая, также не может развиваться без услуг железнодорожного транспорта из-за недостаточной развитости трубопроводной инфраструктуры.

Другими словами, ускоренное освоение единого экономического пространства, безопасность страны в значительной степени зависят от устойчивой и надежной работы железнодорожного транспорта, на протяжении многих лет занимающего доминирующее положение в грузо- и пассажирообороте среди других видов транспорта.

Если сравнивать объем перевезенных грузов, то в годы экономического кризиса значительная часть грузов перевозилась автомобильным транспортом, т.е. это касалось товаров бытового назначения. Прежде всего, это грузы перевозимые на короткие расстояния, преимущественно внутрирегиональные перевозки [2]. Сравнение по грузообороту (в этом случае дальность перевозок учитывается наравне с весом грузов) показывает, что доля железных дорог была и остается преобладающей. Более 60%

В таблице 1, проведен анализ данных в условиях недостаточной альтернативы со стороны других видов транспорта, особенно в дальних перевозках, отставание России и Казахстана от европейских стран и Японии по плотности населения на 1 км железнодорожных путей обуславливает более высокую социальную потребность общества в железнодорожных перевозках.

Таблица 1

Сравнительная плотность железнодорожной сети в различных странах мира

Страна	Площадь, тыс. кв. км (без учета территориальных вод)	Население, тыс. чел.	Эксплуатационная длина железных дорог, тыс. км	Плотность железнодорожной сети, м эксплуатационной длины на 1 кв. км территории	Плотность населения на 1 км железных дорог, чел.
США	9159,0	280562,5	212,4	23,2	1320,9
Канада	9221,0	31902,3	36,1	3,9	883,7
Германия	349,2	83251,9	44,0	126,0	1892,1
Россия	16995,8	144978,6	87,2	5,1	1 662,6
Казахстан	2669,8	14830,5	13,6	5,5	1090,5

Из этой таблицы видно, что Россия, Канада и Казахстан значительно (почти в десять раз) уступают многим при формальном сравнении плотности железнодорожной сети. Такое же соотношение будет иметь место при сравнении плотности населения на 1 км<sup>2</sup>. Более наглядным представительным может оказаться "совмещение" карты железных дорог и карты распределения населения по территории или сочетание нескольких показателей. Однако, отношение числа людей в Казахстане, пользующихся железной дорогой, к общей численности населения может оказаться преобладающим среди стран, приведенных в анализируемой таблице. Но, в связи с увеличением доли изношенного подвижного состава достигающей 70%, становится актуальной проблема своевременного определения технического состояния, выявления неисправностей ответственных узлов ходовой части подвижного, влияющих на безопасность движения.

Одним из основных способов повышения безопасности и снижения аварийности транспортных средств по причине их низкой (по сравнению со стационарным оборудованием) надежности и не всегда высокой ремонтпригодности является *безразборная* диагностика, тем более, что количество единиц подвижного состава, представленное в таблице 2, насчитывает значительную суммарную величину, учитывая, что каждая единица содержит умножаемое количество подшипниковых узлов в конструкции экипажной (ходовой) части подвижного состава.

Таблица 2

Показатели технической оснащенности железнодорожного транспорта Республики Казахстан

Показатели	Величина показателя
Локомотивный парк, ед.:	1 913,0
электровозы	617,5
тепловозы	1241,5
паровозы	54
Парк грузовых вагонов, ед.:	77029
полувагоны	28334
крытые	13263
платформы	10275
цистерны	10399
рефсекции	1 177
прочие	13581
Пассажирские вагоны, ед.	2094

Техническая диагностика машин вызывает острую необходимость оперативного измерения и сопоставления данных об основных лимитирующих показателях, например, о температуре, характеризующей состояние подшипниковых узлов локомотивов и вагонов [3]. В настоящее время для этого используются такие общепринятые измерительные приборы, как термометры, тепловизоры, ручные тахометры и др.

Имеются также многочисленные специальные приборы, установки для контроля технического состояния подвижного состава, их классификация представлена на рисунке 1. Основное направление их совершенствования идет по двум способам проверки: программному и аппаратному [3].

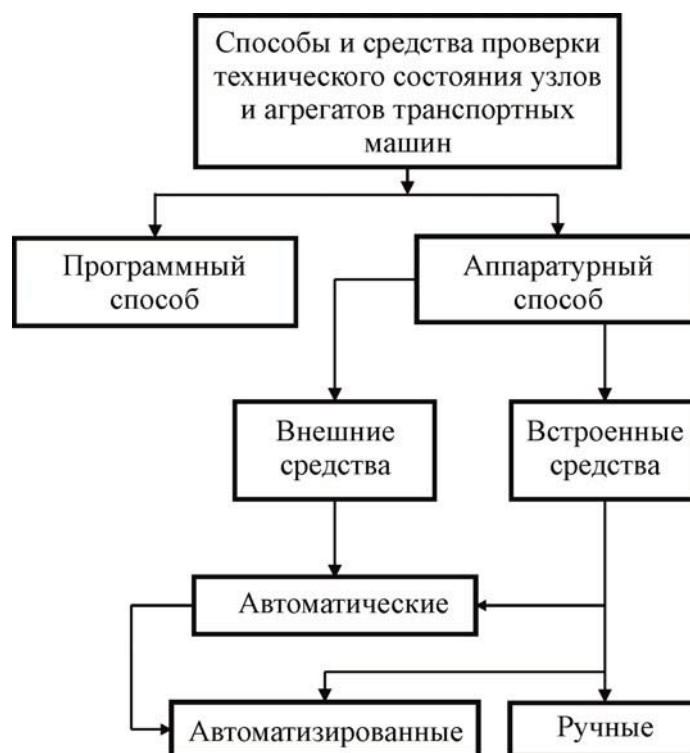


Рисунок 1 - Классификация способов и средств проверки технического состояния транспортных машин (электровозов, тепловозов, вагонов) и их ответственных узлов

Программный способ предполагает воздействие на проверяемый объект согласно заранее подготовленной программе, по результатам которой определяется техническое состояние той или иной машины в целом или её узла. Аппаратурный метод реализуется встроенными и внешними контрольными средствами, определяющими заданный параметр надежности.

Встроенные средства контроля бывают автоматические и автоматизированные. С их помощью ведется диагностирование в процессе его движения. Это дополнительная аппаратура, входящая в состав машины и работающая вместе с ней. Их преимущество заключается в том, что можно постоянно контролировать ответственные узлы и принципиально изменять техническое обслуживание, выполняя его по фактической потребности. Они получили особенно широкое применение в автотранспорте.

Диагностика технического состояния подвижного состава железнодорожного транспорта проводится, в основном, при помощи внешних диагностических средств. При этом диагностическая аппаратура подключается к машине периодически, по мере необходимости проверки объекта. Она бывает автоматической, автоматизированной и ручной. Современные внешние средства, в основном, ручные. К внешним средствам относятся установки и компоненты: передвижные, переносные и стационарные [3].

К стационарным средствам диагностики относится широко используемый на железной дороге прибор обнаружения нагрева букс (ПОНаБ). Общий принцип работы ПОНаБ заключается в восприятии чувствительными элементами (приемниками) импульсов инфракрасной энергии, преобразовании их в электрические сигналы, усилении последних и выделении по определенным критериям сигналов от перегретых букс, формировании, передаче и регистрации информации о наличии и расположении таких букс в поезде. Данный способ диагностики обеспечивает замер температуры внешних подшипников букс. Однако, для диагностики технического состояния (замера температуры подшипников) агрегатов, находящихся под локомотивом до сих пор применяются ручные способы диагностики. В частности, используются так называемые «пистолеты» - портативные ручные тепловизоры при условии нахождения локомотивов на стоянке, то есть в стационарном режиме.

Как определено Транспортной Стратегией до 2015 года, железные дороги Казахстана вступают в период глобальной автоматизации и оптимизации, а послание Президента страны определяет направления модернизации всех сфер экономики и реализации инновационных технологий. В этих условиях ручной сбор необходимой информации для выявления неисправностей наиболее ответственной - ходовой части подвижного состава становится узким местом процесса технического обслуживания и тормозит внедрение новинок в систему ТКК Казахстана [4].

Устранить эти недостатки призвана разработанная ТОО «Sant - Новые технологии» в сотрудничестве с ТОО «Научный Центр Развития транспорта» и внедряемая система автоматической диагностики по дистанционному выявлению нагрева подшипниковых узлов экипажной части локомотивов.

Внедрение разработанной нами автоматизированной системы диагностического контроля подшипников локомотивов (АС ДКПЛ) преследует достижение следующих целей:

- предварительное выявление неисправных подшипниковых узлов локомотивов до технического обслуживания;
- создание консолидированных данных по выявлению и прогнозированию потенциальной работоспособности подшипников;
- сокращение времени простоя локомотива в депо;
- сокращение времени, затрачиваемого специалистами на проведение ТО-2.

Объектом автоматизации является процесс измерения температуры подшипников как наружных узлов (букс) колесных пар, так и, в отличие от ПОНаП, подшипников внутренних (труднодоступных) агрегатов колесных пар локомотивов, в частности, моторно-якорные, моторно-осевые подшипники и пр.

Диагностика проводится в следующем порядке: при остановке локомотива в заданном месте пункт измерения температуры (ПИТ) облучает узлы экипажной части локомотива инфракрасным облучением. Приемники ПИТ преобразует энергию инфракрасного излучения, излучаемую поверхностью объекта, в электрический сигнал. Затем эта информация преобразуется в температурные данные, которые по каналам связи (КС) передаются на КИ для дальнейшей обработки и сохранения в базе данных (БД). Концентратор информации АС ДКПЛ и пункт измерения температуры устанавливаются в пункте технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) по циклу ТО-2 станции. Полученная таким образом информация хранится в накапливаемой базе данных и может быть использована при необходимости.

Общая схема функционирования предлагаемой автоматической системы дистанционного контроля состояния подшипников колесных пар локомотивов представлена на рисунке 2.

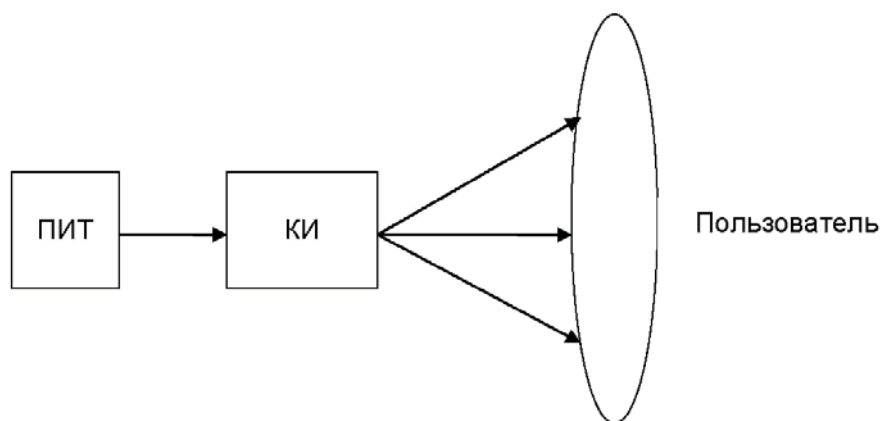


Рисунок 2 - Схема функционирования предлагаемой автоматической системы дистанционного контроля состояния подшипников колесных пар

Как информационная система АС ДКПЛ соответствует двухуровневой схеме построения:

- 1) оперативный слой - считывание первичной информации пунктами измерения температуры (ПИТ), формирование и передача данных на концентратор информации КИ.
- 2) обеспечивающий слой - ведение базы данных показаний температуры.

Концентратор информации АС ДКПЛ принимает первичную информацию от ПИТ, формирует данные в необходимом для дальнейшего анализа виде и сохраняет в базе данных.

АС ДКПЛ для передачи данных на концентратор информации может использовать как проводной канал связи, так и беспроводной канал с аналогичной скоростью передачи данных (не ниже 9600бит/с).

Таблица 3

Основные технические и технологические показатели автоматизированной системы диагностического контроля подшипников локомотивов (АС ДКПЛ)

Оборудование и показатели системы	Характеристики оборудования и значения показателей
<b>Аппаратная конфигурация КИ АС ДКПЛ</b>	
Процессор	Intel Pentium 3 GHz
ОЗУ	1024 MB DDR SDRAM;
Жесткие диски	Seagate 120 GB 7200 rpm;
Привод CD	52x;
Сетевые карты	Fast Ethernet 10/100 Mbit;
ИБП	1000ВА
Монитор	17" LCD
Операционная система	Windows 2000 Server
СУБД	IBM DB2
<b>Параметры сети электропитания</b>	
Количество фаз питающего напряжения	1
Диапазон изменения напряжения	198-230 В;
Частота подающего напряжения	49-51 Гц
<b>Показатели надежности программы по ГОСТ 24.701</b>	
Среднее время наработки на отказ в целом	не менее 2500 часов;
Среднее время восстановления системы в целом	не более 1 часа;
Время восстановления при отказах	10 минут;
Время восстановления при сбоях	3 минуты
Коэффициент готовности системы в целом	0,995-0,998

Информационное обеспечение системы представляет собой совокупность технико-экономических показателей, общесистемных и локальных справочников, методов и средств их организации, хранения, корректировки и контроля. В системе будет использоваться единая пообъектная модель данных с использованием единых классификаторов объектов, свойств и признаков для описания информационных ресурсов, охватываемых системой. Для организации хранения зарегистрированных данных, организации доступа к ним большого числа пользователей, исполнения требуемых выборок и формирования отчетной информации, необходимо использовать эффективную систему управления базами данных (СУБД).

В качестве входной информации используются данные, полученные при инфракрасном облучении подшипниковых узлов экипажной части локомотивов.

В качестве выходной информации используются структурированные данные о произведенных замерах.

Внедрение предлагаемой системы позволит создать новые рабочие места, так как диагностический комплекс должен обслуживаться группой системного администрирования в составе – 2-х человек на одну станцию. Группа системного администрирования комплектуется работниками, прошедшими обучение и имеющими допуск к работе с системой. Один человек должен иметь квалификацию системного администратора, с опытом администрирования серверов на базе операционной системы Windows 2000 Server. Второй человек должен иметь квалификацию системного инженера, с опытом обслуживания вычислительных сетей.

Помещения, в которых расположены рабочие места пользователей системы, должны соответствовать санитарным правилам и нормам РК СанПиН № 1.01.004.01 и ОРТМ АРМ 01-2001.

**Выводы:**

1. Предложенная классификация диагностических средств обобщает накопленный опыт их разработки и внедрения в различных сферах производства.
2. На основе анализа известных систем и конструкций, применяемых в сфере безразборной диагностики состояния элементов подвижного состава, выявлены их существенные недостатки, снижающие надежность определения критических параметров и обеспечения безопасности движения подвижного состава.
3. Предлагается принципиально новая - автоматизированная система диагностического контроля подшипников локомотивов, включающая контроль за состоянием как букс, так и менее доступных узлов и агрегатов (моторно-якорные, моторно-осевые подшипники и пр.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Акчуринов А.Г. Основы проектирования и эксплуатации техники. Алматы; Лем, 2009, 634 с.
2. Акчуринов А.Г., Нартов М.А. Диспетчерские навигационные системы для автотранспорта РК //Алматы., Вестник КазАТК, 2009, №4 (59), с. 107-112.
3. Акчуринов А.Г. и др. Техническая диагностика сельскохозяйственных машин. Алма-Ата, Кайнар, 1984, 247 с.
4. Акчуринов А.Г., Нартов М.А. Краткая хронология создания и особенности формирования системы космического мониторинга транспортных средств //Алматы., Поиск, 2009, №4 (1), с. 149-154.

УКД 629.45

**Солоненко Владимир Гельевич – д.т.н., профессор (Алматы, КазАТК)  
Тулбаев Сакен Коптлеуович – управляющий директор по вагонному хозяйству  
(Астана, ТОО «Камкор-Менеджмент»)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РЕЛЬСОВЫЕ НИТИ ПРИ  
ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЭКИПАЖА**

Методы расчета сил, действующих на путь при прохождении подвижного состава, изложены в работах многих отечественных и зарубежных ученых [1]. Реальная конструкция, с точки зрения расчетной механической системы, содержит односторонние нелинейные кинематические связи, переменные массы и имеет другие особенности.

В целом, схема взаимодействия пути и подвижного состава может быть представлена как механическая система со многими степенями свободы. Однако, решение такой системы весьма затруднительно. При динамическом взаимодействии подвижного состава и пути развиваются инерционные силы, которые оказывают значительное влияние на уровень сил в системе «экипаж – путь». Одновременно при движении колеса по рельсу в пути возникают и волновые процессы. Поэтому появляется необходимость оценивать условия взаимодействия экипажа и пути с помощью методов волновой теории. Наиболее полной расчетной схемой является представление железнодорожного пути как трехмерного неоднородного тела, находящегося под воздействием динамической нагрузки, в котором при определенных условиях протекают волновые процессы. Аналитические расчеты проводить по такой схеме весьма сложно. Очень часто для упрощения