

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДЕБНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

Милянчик Андрей

кандидат технических наук, доцент
Кафедры «Подвижной состав и путь» Львовского филиала
Днепропетровского национального университета
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна
ул. Иванны Блажкевич, д. 12 , г. Львов, 79052, Украина
e-mail <milyan74@ukr.net>

Батиг Андрей

старший научный сотрудник
лаборатории железнодорожно-транспортных исследований
Львовского научно-исследовательского института
судебных экспертиз Министерства юстиции Украины
ул. Липинского, д. 54, Львов, 79024, Украина
e-mail <batigasha1992@gmail.com>

Кузышин Андрей

преподаватель Производственного подразделения
«Центр профессионального развития персонала»,
судебный эксперт лаборатории железнодорожно-транспортных
исследований Львовского научно-исследовательского института
судебных экспертиз Министерства юстиции Украины
ул. Левандовская, 30, Львов, 79052, Украина
e-mail <kuzishin1993@gmail.com>

Аннотация

Одной из задач, которая решается при проведении судебной железнодорожно-транспортной экспертизы, является установление технического состояния подвижного состава железных дорог.

Подвижной состав железных дорог являет собой сложные объекты, которые содержат большое количество систем и элементов. Отказ или повреждение в любой из этих систем переводит единицу подвижного состава в, соответственно, неработоспособное или неисправное состояние.

При этом одним из способов решения проблемы исследования технического состояния подвижного состава – является построение новых методик для проведения судебной железнодорожно-транспортной экспертизы на основе современных подходов системного анализа, механики,

математического и компьютерного моделирования, что дают возможность учитывать процессы, которые происходят при взаимодействии элементов подвижного состава во время их эксплуатации.

Ключевые слова: техническое состояние, объект, подвижной состав, эксплуатация, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, исправность, неисправность.

Введение

Аварии на транспорте, носящие иногда драматический характер, напоминают нам о том, что люди и техника остаются весьма уязвимыми, несмотря на достигнутый прогресс в сфере обеспечения безопасности.

Аварии или тяжелые инциденты требуют специальных превентивных мер как в виде технического расследования для определения обстоятельств и причин их возникновения, так и разработке по мере возможности рекомендаций для предотвращения их повторения.

Диагностика и контроль технического состояния объектов железнодорожного транспорта является неотъемлемым атрибутом его функционирования, ведь благодаря всестороннему контролю достигается необходимый уровень надежности, безопасности и стабильности перевозок грузов и пассажиров.

Вопрос мониторинга и диагностики технического состояния объектов подвижного состава актуален при использовании значительного количества вагонно-локомотивного парка, эксплуатируется уже длительное время, а именно единицы подвижного состава, эксплуатационный срок которых продлен после капитально-восстановительного ремонта или специальных испытаний.

Но, несмотря на большое разнообразие систем диагностики качества работы подвижного состава при выходе из ремонта, невозможно достоверно исследовать и прогнозировать поведение объекта диагностики в условиях эксплуатации¹.

Цель исследования. Отображение железнодорожно-транспортной экспертизы при исследовании технического состояния подвижного состава, выявление недостатков и поиск путей ее совершенствования.

¹ См.: Шегедін П. А. Система обробки експериментальних даних динамічних випробувань рухомого складу / Шегедін П. А., Єременко В. С. // 36. наук. пр. / Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. Системи обробки інформації. Харків, 2015, № 6 (131), с. 58–63.

Задачами исследования являются:

- наведение терминологии о надежности объектов подвижного состава;
- отражение основных вопросов при исследовании технического состояния подвижного состава;
- экспертное исследование технического состояния подвижного состава при проведении судебной железнодорожно-транспортной экспертизы;
- разработка направлений по созданию новых методик исследования технического состояния подвижного состава при проведении судебной железнодорожно-транспортной экспертизы.

Объектом исследования является техническое состояние подвижного состава при проведении судебных железнодорожно-транспортных экспертиз.

Методами исследования являются: математический метод, метод экспертной оценки, метод проверки обоснованности результатов проведенных исследований.

В процессе эксплуатации подвижного состава его детали и сборочные единицы, которые обусловленные нормативно-технической документацией изменяются вследствие естественного изнашивания или появления различного рода неисправностей. Все неисправности в подвижном составе и его частях можно разбить на эксплуатационного, конструктивно-технологического и аварийного происхождения².

Повреждения эксплуатационного характера возникают, как правило, в результате износа деталей или нарушений требований технического обслуживания подвижного состава.

Конструктивные неисправности проявляются в виде изломов, остаточных деформаций, выкрашивания, задиров и других механических повреждений, являющихся следствием неправильного установления размеров деталей, выбора материала и термообработки, не отвечающих требованиям нагрузочных характеристик и возможных дополнительных внешних перегрузок.

Технологические неисправности вызваны нарушениями технологии производства, заключающимися в применении для изготовления

² См.: Технология вагоностроения и ремонта вагонов: Учебник для вузов/ Герасимов В. С., Скиба И. Ф., Кернич Б. М. и др. Под ред. Герасимова В. С. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1988, с. 381.

деталей материалов, не соответствующих маркам, указанным в технической документации, в нарушении посадок сопряжений, в некачественной механической и термической обработке сопрягаемых деталей.

Характерной особенностью аварийных неисправностей является то, что они носят случайный характер, основной причиной которых является результат неправильной эксплуатации подвижного состава (несвоевременного технического обслуживания, перегрузок и др.).

Изнашивание деталей вагонов зависит от условий их эксплуатации, вида и характера трения. Изнашивание и трение – неразрывно связанные явления, обусловленные взаимодействием двух тел, взаимно перемещающихся в зоне касания.

Правильное установление предельных износов при выходе подвижного состава из ремонта в деталях и сборочных единицах конструкций подвижного состава имеет большое значение, так как обеспечивает надежность и необходимое качество конструкций, производительную и наиболее экономичную работу подвижного состава.

Под надежностью подвижного состава понимается свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, а также ремонтов.

Сущность надежности в первую очередь проявляется в безаварийной работе подвижного состава железных дорог, в обеспечении быстрых и рентабельных перевозок при наименьших затратах на изготовление и техническое обслуживание. Поэтому технологические процессы изготовления и ремонта вагонов и их составных частей должны полностью отвечать этим требованиям.

Понятия, термины и определения надежности отражены в ДСТУ 2860–94³ и научной литературе. Рассмотрим основные из них.

Объект – это система, сооружение, машина, подсистема, аппаратура, функциональная единица, устройство, элемент или любая их часть, рассматривается с точки зрения надежности как самостоятельная единица. Объект может включать технические средства, технический персонал или любые их сочетания. Совокупность объектов, объединенных общим назначением и целью функционирования (система), может также рассматриваться как объект.

³ См.: ДСТУ 2860–94 «Надійність техніки. Терміни та визначення».

Функция объекта (заданная функция объекта) – это выполнение в объекте процесса, соответствующего его назначению, выявление заданного условия или свойства объекта в соответствии с требованиями нормативной и (или) конструкторской (проектной) документации.

Основная функция (полезная функция) – это функция или совокупность функций объекта, выполнение которой рассматривают как необходимое условие соответствия объекта его назначению. Все функции объекта можно условно разделить на основные и вспомогательные. Вспомогательные функции – это функции, невыполнение которых не нарушает соответствия объекта его назначению.

ДСТУ 2860–94 определяет шесть технических состояний объекта – исправность, неисправность, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, предельное состояние и критическое состояние.

Исправность – это состояние объекта, по которому он способен выполнять все заданные функции объекта.

Неисправность – это состояние объекта, по которому он неспособен выполнять хотя бы одну из заданных функций объекта. Неисправность часто является следствием отказа объекта, но может быть и без нее. Неисправность может быть незначительной, значительной, частичной, полной и критической.

Незначительная неисправность – это неисправность, не нарушает ни одного из нужных функций объекта.

Значительная неисправность – неисправность, нарушает хотя бы одно из полезных функций объекта.

Частичная неисправность – неисправность вызывает неспособность объекта выполнять часть нужных функций.

Полная неисправность – неисправность, характеризующееся полной неспособностью объекта выполнять все необходимые функции.

Критическая неисправность – неисправность может привести к травмированию людей, значительному материальному ущербу или иным неприемлемых последствий.

Работоспособное состояние (работоспособность) – это состояние объекта, который характеризуется его способностью выполнять все необходимые функции.

Неработоспособное состояние (нетрудоспособность) – это состояние объекта, по которому он неспособен выполнять хотя бы одну из нужных функций.

Критическое состояние – это состояние объекта, что может привести

к травмированию людей, значительному материальному ущербу или иным неприемлемым последствиям. Критическое состояние не всегда является следствием критической неисправности. Для конкретного объекта должны быть установлены критерии критического состояния. Критерием критического состояния признак или совокупность признаков критического состояния объекта, установленных нормативной и (или) конструкторской (проектной) документацией.

Предельное состояние – это состояние объекта, по которому его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Предельное состояние также имеет свои критерии, являются признаком или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленных нормативной и (или) конструкторской (проектной) документацией.

Переход объекта из исправного состояния к неисправному и с работоспособного состояния к нетрудоспособного происходит в результате, соответственно, повреждений и отказов.

Согласно ДСТУ 2860–94 повреждения – это событие, которое заключается в нарушении исправного состояния объекта, когда сохраняется его работоспособность. Отказ – это событие, которое заключается в потере объектом способности выполнять нужную функцию, то есть в нарушении работоспособного состояния объекта. Дефект – это каждое отдельное несоответствие объекта установленным требованиям.

В ДСТУ 2860–94 также приведен перечень рекомендуемых терминов и определений, которые являются новыми для отечественных исследователей надежности. Заключение о целесообразности включения этих сроков до последующих редакций будет сделано на основе анализа практического использования стандарта. По нашему мнению, особого внимания и обязательного включения в последующих редакций заслуживает термин безопасность – свойство объекта обеспечивать отсутствие предельного риска возникновения транспортных происшествий и их последствий, которые могут причинить вред жизни и здоровью граждан, окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц.

Рассмотрим пример, в основу которого положено реальное железнодорожно-транспортное происшествие. 12.06.2009 г. около 12 часов. 50 мин. локомотивная бригада депо А выполняла маневровые работы в горловине станции А тепловозом 2М62. Двигаясь со скоростью 30 км/ч., машинист тепловоза применил служебное торможение для остановки,

но тормозного эффекта не было. Тепловоз проехал запрещающий сигнал светофора, машинист, увидев группу вагонов на пути, применил экстренное торможение, но избежать столкновения не удалось.

В материалах уголовного дела отмечены неисправности тормозной системы тепловоза 2М62 №XXXX.

Согласно Акта технического осмотра тепловоза 2М62 №XXXX, Акта служебного расследования инцидента в поездной и маневровой работе формы РБУ-3 после столкновения при комиссионном осмотре обнаружено разъединение соединительных рукавов магистрали тормозных цилиндров между секциями тепловоза 2М62 №XXXX.

Согласно Акта проверки сети тормозных цилиндров тепловоза 2М62 №XXXX при применении экстренного торможения краном №394 давление в тормозных цилиндрах составило: на первой тележке секции А справа – 2,8 кгс/см², слева – 2,9 кгс/см²; на второй тележке секции А справа – 0,8 кгс/см², слева – 1,0 кгс/см²; давление в тормозных цилиндрах по манометру в кабине машиниста составляло 2,8 – 3,0 кгс/см². На секции Б давление в тормозных цилиндрах равно нулю.

В постановлении о назначении судебной железнодорожно-транспортной экспертизы перед экспертом, среди прочих, поставлено следующий вопрос. В каком техническом состоянии находился тепловоз 2М62 №XXXX при проведении маневровой работы 12 июня 2009? Соответствовал это состояние требованиям нормативных документов, действующих на железнодорожном транспорте Украины? Если нет, то в чем именно проявилась данная несоответствие, то есть технические неисправности имели место?

Как видно из вопроса, поставленного на решение экспертизы, в качестве объекта исследования следователем задается тепловоз 2М62 №XXXX. В то же время, по описанию обстоятельств железнодорожно-транспортного происшествия очевидно, что основную роль в развитии ее механизма сыграла тормозная система данного тепловоза. Поэтому, в качестве объекта исследования в данном случае целесообразно принять не тепловоз 2М62 №XXXX в целом, а его тормозную систему. Вопрос же следователя уместно было бы сформулировать в следующей редакции. В каком техническом состоянии находилась тормозная система тепловоза 2М62 №XXXX при проведении маневровой работы 12 июня 2009? Соответствовал это состояние требованиям нормативных документов, действующих на железнодорожном транспорте Украины? Если нет, то в чем именно проявилась данная несоответствие, то есть технические

неисправности имели место?

Указанный вопрос может быть поставлен экспертом по собственной инициативе на основании ст. 200 Уголовно-процессуального кодекса Украины (право на инициативу) и пункта 4.13 Инструкции о назначении и проведении судебных экспертиз и экспертных исследований.

Требования к техническому состоянию тормозной системы тепловоза 2М62 №XXXX приведены в нормативных документах, действующих на железнодорожном транспорте Украины, а именно в пунктах 9.1, 11.1, 12.1, 12.4 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины⁴, 1.9 Инструкции по эксплуатации тормозов.

В соответствии с требованиями пункта 9.1 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины „рухомий склад, а також спеціальний самохідний рухомий склад має утримуватися в експлуатації у справному стані“.

В соответствии с требованиями пункта 12.1 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины, „забороняється випускати в експлуатацію і допускати до руху в поїздах рухомий склад, що має несправності, які загрожують безпеці руху“.

В соответствии с требованиями пункта 12.4 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины „забороняється випускати в експлуатацію локомотиви у яких є несправність пневматичного гальма“.

В соответствии с требованиями пункта 1.9 Инструкции по эксплуатации тормозов⁵ „забороняється випускати під поїзди, а локомотивним бригадам приймати локомотиви, що мають несправне пневматичне гальмо“.

В соответствии с требованиями пункта 11.1 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины, „автоматичні гальма рухомого складу мають забезпечувати гальмове натиснення, що гарантує зупинку поїзда при екстремому гальмуванні на відстані, не більшій гальмівного шляху, визначеного згідно з розрахунками, затвердженими Державною адміністрацією залізничного транспорту України“.

Как видно из текста пункта 11.1 Правил технической эксплуатации

⁴ См.: Правила технічної експлуатації залізниць України. Затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. №411. Зі змінами, внесеними згідно з Наказами Мінтрансу №226 від 08.06.98 р., №386 від 23.07.99 р., №179 від 19.03.2002 р., № 962 від 10.12.2003 р. // <<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97>>.

⁵ См.: Інструкція з експлуатації гальмурухомого складу на залізницях України. №ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015. Затверджена наказом Укрзалізниці №264-Ц від 28 жовтня 1997 р.

железных дорог Украины, главным признаком работоспособного состояния тормозной системы тепловоза является обеспечение расчетного значения тормозного пути при экстренном торможении.

Произведем расчет тормозного пути тепловоза 2М62 №XXXX при применении экстренного торможения краном машиниста №394 с начальной скорости 30 км/ч. Методика расчета тормозного пути подвижного состава железных дорог Украины приведена в научной, нормативной и учебной литературе.

На основании проведенных расчетов можно утверждать, что при разобщенных концевых кранах магистрали тормозных цилиндров между секциями и применении экстренного торможения краном машиниста № 394, тормозной путь тепловоза 2М62 №XXXX со скорости 30 км/ч. будет составлять 339,6 м.

С целью сравнения рассчитанного тормозного пути с его нормативным значением установим нормативное значение тормозного пути для тепловоза 2М62 при скорости 30 км/ч. Согласно номограмм⁶, для указанного значения расчетного тормозного коэффициента и скорости 30 км/ч, нормативное значение тормозного пути составляет 120 м.

Сравнение нормативного и фактического значения тормозного пути тепловоза 2М62 №XXXX при разобщенных концевых кранах магистрали тормозных цилиндров между секциями и применении экстренного торможения краном машиниста № 394 позволяет сделать вывод, что тормозная система тепловоза 2М62 №XXXX не обеспечивала тормозного нажатия, необходимого для остановки указанного локомотива на расстоянии не более тормозного пути, определенного по номограммам.

На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что тормозная система тепловоза 2М62 №XXXX находилась в неисправном состоянии, не отвечала требованиям пунктов 9.1, 11.1, 12.1, 12.4 Правил технической эксплуатации железных дорог Украины, и пункта 1.9 Инструкции Украины по эксплуатации тормозов. Указанная неисправность тормозной системы привела к травмированию людей и значительному материальному ущербу, тоесть была критической.

Обобщенные выводы и рекомендации

На данный момент методики, которые позволяют установить техническое состояние подвижного состава в эксплуатации при проведении

⁶ См.: Правила тяговых расчетов для поездной работы. М.: Транспорт, 1985, с. 287.

железнодорожно-транспортных экспертиз отсутствуют.

Одним из путей решения этой ситуации – это построение новых методик судебной железнодорожно-транспортной экспертизы на основе современных подходов системного анализа, механики, математического и компьютерного моделирования, что дают возможность учитывать процессы, которые происходят при взаимодействии элементов подвижного состава во время их эксплуатации.

Резюме

Постановка проблемы: Одной из задач, которая решается при проведении судебной железнодорожно-транспортной экспертизы, является установление технического состояния подвижного состава железных дорог.

Подвижной состав железных дорог являет собой сложные объекты, которые содержат большое количество систем и элементов. Отказ или повреждение в любой из этих систем переводит единицу подвижного состава в, соответственно, неработоспособное или неисправное состояние. Но, как правило, влияние на развитие механизма железнодорожно-транспортного происшествия имеет техническое состояние лишь одной из систем подвижного состава, или его определенных элементов, например тормозной системы, колесных пар, элементов упругого подвешивания⁷.

В большинстве случаев следователи и суды, не имея специальных знаний в отрасли железнодорожного транспорта, ставят перед экспертом вопрос о техническом состоянии единицы подвижного состава (локомотива, вагона, дрезины) в целом, то есть не уточняя объект исследования. Это может стать причиной не корректных, в содержательном плане, выводов.

Установление технического состояния систем и элементов подвижного состава являет собой сложную задачу, которая требует анализа широкой базы нормативных документов, которые действуют на железных дорогах Украины, и проведения специальных расчетов, – тяговых, тормозных, расчетов на прочность.

В результате во время эксплуатации часто возникают случаи, когда развитие трещин, катастрофическое изнашивание начинается в периоды,

⁷ См.: Болжеларський Я. В. Установлення технічного стану рухомого складу залізниць у судовій залізнично-транспортній експертизі / Болжеларський Я. В., Бобир Д. В. // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. Вип. 10. 2010, с. 484–491.

в которые ожидается нормальная эксплуатация объекта. Это приводит к возникновению железнодорожно-транспортных событий. При их исследовании судебному эксперту, который руководствуется нормативно-техническими документами, которые действуют на железнодорожном транспорте Украины, сложно установить или данные неисправности возникли в эксплуатации или они связаны с выполнением некачественного ремонта.

Выводы: На данный момент методики, которые позволяют установить техническое состояние подвижного состава в эксплуатации при проведении железнодорожно-транспортных экспертиз отсутствуют.

Рекомендации: Одним из путей решения этой ситуации – это построение новых методик судебной железнодорожно-транспортной экспертизы на основе современных подходов системного анализа, механики, математического и компьютерного моделирования, что дают возможность учитывать процессы, которые происходят при взаимодействии элементов подвижного состава во время их эксплуатации.

INVESTIGATION OF TECHNICAL CONDITION OF THE ROLLING STOCK IN THE FORENSIC RAILWAY EXAMINATIONS

Milyanych Andriy
Batig Andriy
Kuzyshyn Andriy

Summary

Problem statement: one of the tasks that is solved during forensic railway-transport investigation is the establishment of technical condition of the rolling stock.

The rolling stock of railways is a complex object that contains a large number of systems and elements. Failure or damage in any of these systems drives the rolling stock unit into an inoperative or defective condition, respectively. But, as a rule, the technical state of only one of the systems of the rolling stock, or its specific elements, for example, the braking system, wheel pairs, or the elements of elastic suspension influences development of the mechanism of the railway-traffic accident.

In most cases, investigators and courts without special knowledge in the

railway transport industry raise the question of the technical condition of rolling stock unit (locomotive, car, trolley) in general, i.e. without specifying the object of research. This can cause incorrect conclusions in terms of content.

Establishing the technical condition of systems and elements of rolling stock is a complex task that requires analysis of a broad base of regulatory documents that operate on the railways of Ukraine and conducting special calculations – traction, braking, and strength calculations.

As a result, during operation often occur the cases when the development of cracks and catastrophic wear starts in the periods, in which normal operation of the object is expected. This leads to the railway traffic accidents. When they are examined by a forensic expert who is guided by normative and technical documents that operate at the railway transport in Ukraine, it is difficult to establish whether these defects have arisen in operation or they are associated with poor-quality repairs.

Conclusions: at the moment, there are no methodologies that make it possible to establish the technical condition of the rolling stock in operation during railway-transport investigations.

Recommendations: one of the ways to solve this situation is the construction of new methodologies of forensic railway-transport investigations based on modern approaches of system analysis, mechanics, mathematical and computer modeling, which make it possible to take into account the processes that occur when interacting between the rolling stock elements during their operation.

Key words: technical condition, object, rolling stock, operation, working condition, inoperative condition, serviceability, malfunction.

TRAUKINIO SAŠTATO TECHNINĖS BŪKLĖS TYRIMAS ATLIEKANT TEISMO GELEŽINKELIO EKSPERTIZES

Milyanych Andriy
Batig Andriy
Kuzyshyn Andriy

Santrauka

Straipsnyje nagrinėjamos traukinio sąstato techninės būklės tyrimo atliekant teismo geležinkelio-transporto ekspertizes aktualijos ir problemos, akcentuojama kiekvieno traukinį sudarančio elemento kontakto ir techninės būklės

reikšmė vertinant traukinį kaip visumą jo eksploatavimo metu.

Atlikdami pasirinktos tematikos mokslinę analizę autoriai konstatuoja, kad šiuo metu Ukrainoje nėra teismo geležinkelio-transporto ekspertizės tyrimo metodikų, leidžiančių nustatyti visų traukinio elementų (sudedamųjų dalių) techninę būklę jį eksploatuojant. Iškeltą publikacijoje problematiką autoriai siūlo spręsti ruošiant naujas teismo geležinkelio-transporto ekspertizės tyrimo metodikas, leisiančias nustatyti visų traukinio elementų (sudedamųjų dalių) techninę būklę jį eksploatuojant, taikant progresyvius šiuolaikinius sisteminės analizės, mechanikos, matematinio ir kompiuterinio modeliavimo metodus.

Pagrindinės sąvokos: techninė būklė, objektas, traukinys, eksploatacija, darbinga būseną, nedarbinga būseną, tvarkingas, netvarkingas.