

УДК 656.2.08

ОЦЕНКА РИСКОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В. А. ТАТАРИНЦЕВ

*Брянский государственный технический университет,
Российская Федерация*

Важнейшим условием эффективного функционирования железнодорожного транспорта является устойчивость его работы. При этом главным критерием устойчивости перевозочного процесса является скорость его восстановления после прекращения действия дестабилизирующего фактора, а в качестве меры устойчивости можно принять запасы прочности. Так одним из дестабилизирующих факторов являются чрезвычайные ситуации. Оценка риска нарушений безопасности движения на транспорте должна включать две группы показателей, характеризующих последствия аварий: материальный и социальный ущерб, вероятностные показатели реализации аварии [1]. Чаще всего риск выражают в количественных показателях, что позволяет обеспечивать сравнимость степеней опасности объектов и процессов системы на различных этапах проведения анализа риска. Если рассматривать риск с точки зрения вероятности возникновения негативного события, то его можно рассчитать по формуле [2]

$$R = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

где n – число свершившихся чрезвычайных событий; N – возможное число событий, на которое могут распространяться негативные последствия за расчётный период. С другой стороны, риск можно выразить через ущерб от наступления неблагоприятного события, тогда его можно рассчитать по формуле

$$R = PU, \quad (2)$$

где P – вероятность наступления неблагоприятного события; U – математическое ожидание ущерба от этого события.

Объекты железнодорожного транспорта подразделяются следующим образом [2]:

- объекты технического регулирования (рамы, автосцепки, оси, колеса);
- опасные производственные объекты (локомотивы, вагоны, тележки, составы);

- критически важные объекты (специальные составы для перевозки грузов специального назначения);
- стратегически важные объекты (мосты, тоннели).

При этом на заданной стадии t жизненного цикла анализируемого объекта риск возникновения применительно к нему $R_i(t)$ неблагоприятного i -го события должен быть меньше, чем заданный для этого объекта приемлемый риск $[R_i(t)]$, который определяется путём снижения неприемлемого (критического) уровня риска $R_{ic}(t)$ на величину запаса n_R . Если проводить анализ рисков возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера R_S , то для вероятности реализации системных угроз можно с использованием функционала F_{PS} записать

$$P_s = F_{PS} \{P_N, P_T, P_O\}, \quad (3)$$

где P_N – вероятность возникновения неблагоприятного события, обусловленная человеческим фактором; P_T – вероятность, обусловленная состоянием объектов техносферы; P_O – вероятность, обусловленная воздействием окружающей среды.

Для семантического описания чрезвычайных ситуаций на макроструктурном уровне эффективно применение так называемой древовидной сети сценариев [3]. Под сценарием будем понимать правдоподобную последовательность возможных случайных событий и неслучайных действий производственно-технического персонала, сопутствующих возникновению и развитию катастрофы. Для оценки возможных микросостояний по каждому из параметров или каждой характеристике объекта предлагается задавать пределы (границы) допусков безаварийного функционирования $\alpha_{jr}(t) \in (\alpha_{jr \text{ н}}, \alpha_{jr \text{ в}})$, где $\alpha_{jr \text{ н}}$, $\alpha_{jr \text{ в}}$ – требуемые нижний и верхний пределы допуска параметра или характеристики $\alpha_{jr}(t)$ для $r = 1, 2, \dots, R$ [3]. Выполнение этой задачи позволяет оперативно выявлять зарождение аварийно-опасных тенденций в возможных миграциях значений критических параметров и характеристик к индивидуальным границам допусковых диапазонов.

В работе [4] представлен алгоритм расчетно-экспериментального определения, обеспечения и повышения защищенности объектов транспорта от аварий и катастроф и их влияния на среду жизнедеятельности. В общем виде будем рассматривать систему обеспечения безопасности железнодорожного транспорта как сложную систему, представляющую совокупность компонентов (элементов), объединенных общими ресурсами, связями, функциональной средой и целью существования. Причем компонентами этой системы будем считать условно неделимые и самостоятельно функционирующие части системы. В свою очередь, используя системный подход, эта система может рассматриваться также как некоторая подсистема, входящая в более сложную человеко-машинную систему. Известно [4], что проч-

ность конструкций обусловлена совместным действием следующих факторов: металловедческого (отражающего свойства материала – прочность, коррозионную стойкость, свариваемость, вязкость разрушения и др.), конструктивного (учитывающего особенности формы детали), технологического (учитывающего особенности технологии изготовления), эксплуатационного (отражающего условия эксплуатации).

Методы исследования конструкционной прочности на основе комплексного подхода позволяют с максимальной полнотой учесть основные параметры, характеризующие состояние металла, технологию изготовления, условия эксплуатации. Наиболее эффективной для этих целей является методология системного подхода. Объект исследования рассматривается как система, состоящая из элементов, характеризующих как внутренние свойства системы, так и условия связи изучаемого объекта с более общей системой (системой более высокого иерархического уровня). В соответствии с этим повреждение материала детали, приводящее к ее отказу, факторы, определяющие это повреждение, а также процессы, вызывающие повреждение металла, вместе с системой диагностирования технического состояния и контроля, системой технического обслуживания и ремонтов представляют собой сложную пространственную систему, находящуюся в постоянном движении.

Для исследования сложные системы, как правило, подвергаются декомпозиции. Декомпозиция по признаку структуры – структурная схема системы (рисунок 1) – показывает, что прочностная надежность конструкции определяется физико-механическими свойствами металла, конструкцией детали и условиями её изготовления, внешним эксплуатационным воздействием. В свою очередь свойства металла зависят от химического состава, способа получения заготовки, режима термообработки, структуры металла на различных уровнях и методов определения этих свойств. Вид детали определяется ее формой и размерами, а условия изготовления – технологией получения заданной формы, качеством поверхностного слоя. Является важным учет влияния исправления литейных дефектов на прочность, например, литой детали, оцениваемого следующими факторами: формой шва, объемом заварки, режимом сварки, термической обработкой. В качестве эксплуатационного воздействия на деталь выделено силовое, температурное и коррозионное влияние.

Рассмотренный подход позволяет наиболее полно характеризовать процессы, протекающие в детали, и факторы, определяющие эти процессы, и служат основой для создания моделей при решении следующих вопросов:

- изучение свойств материала деталей и процессов, приводящих к их отказам [4, 5];
- прогнозирование деградации свойств и поведения детали на различных этапах ее функционирования [4];
- принятие решения объемах мониторинга и периодах ремонта детали [6];

- создание математической модели функционирования детали, отражающей отказы различной физической природы [6];
- осмысление результатов расчета по разработанным моделям, а также использование этих результатов при проектировании новых и модернизации существующих объектов с применением реновационных технологий [7].

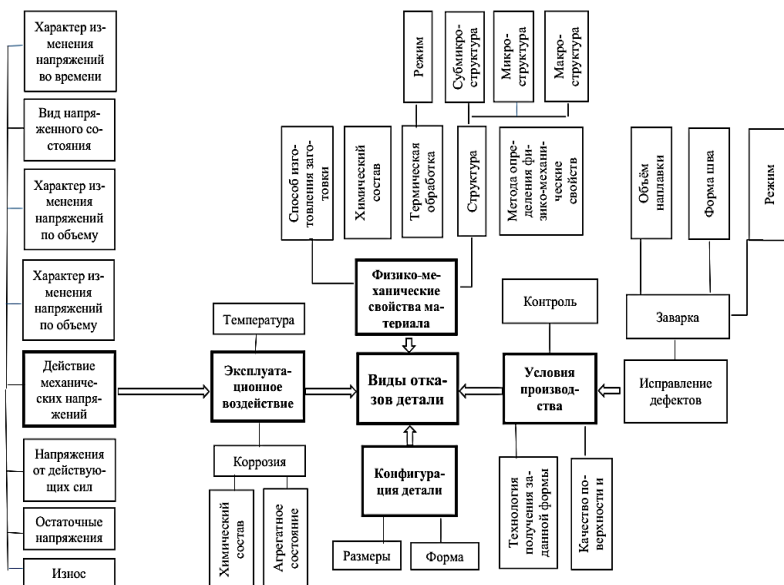


Рисунок 1 – Структурная схема системы факторов, влияющих на надёжность конструкции

Основываясь на результатах имитационного моделирования и экспериментальных исследованиях характеристик сопротивления усталостному и хрупкому разрушению литых сталей [6, 7], выполнена оптимизация характеристик прочностной надежности корпуса автосцепки и тягового хомута грузовых вагонов железнодорожного подвижного состава с оценкой вероятностей отказов через соответствующие запасы прочности. Реализация найденных параметров надежности позволит снизить риски и повысить безопасность и защищённость не только исследованных объектов, но и железнодорожного транспорта в целом.

Список литературы

1 **Ерофеев, А. А.** Комплексное управление ресурсами, рисками и надёжностью на этапах жизненного цикла объектов железнодорожного транспорта / А. А. Ерофеев

// Проблемы безопасности на транспорте : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Ч. I ; под общей редакцией Ю. И. Кулаженко. – 2017. – С. 9–10.

2 **Анардович, С. С.** Оценка ущербов от чрезвычайных ситуаций техногенного характера на железнодорожном транспорте / С. С. Анардович, Е. А. Руш // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 2 (66). – С. 121–128.

3 **Гулай, А. В.** Интеллектуальная модель потенциальных рисков возникновения техногенной катастрофы / А. В. Гулай, В. М. Зайцев // Наука и техника. – 2020. – Т. 19. – № 5. – С. 437–448.

4 **Махутов, Н. А.** Научный анализ рисков в жизнеобеспечении человека, общества и государства / Н. А. Махутов, М. М. Гаденин, О. Н. Юдина // Проблемы анализа риска. – 2019. – Т. 16. – № 2. – С. 70–86.

5 **Tatarintsev, V. A.** Microstructure influence on resistance to rupture of low-alloyed steels / V. A. Tatarintsev // The Physics of Metals and Metallography. – 1992. – № 5. – P. 77–87.

6 **Татаринцев, В. А.** Прогнозирование прочностной надежности элементов подвижного состава с учетом их диагностики и ремонтного цикла / В. А. Татаринцев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. – № 9. – С. 35–40.

7 **Татаринцев, В. А.** Влияние микроструктуры на статическую и циклическую прочность литых сталей для несущих деталей вагонов / В. А. Татаринцев, А. К. Толстошеев, П. А. Гришанов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2017. – № 12. – С. 20–25.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Татаринцев Вячеслав Александрович, г. Брянск, Российская Федерация, Брянский государственный технический университет, доцент кафедры трубопроводных транспортных систем, канд. техн. наук, доцент, v_a_t52@mail.ru.

УДК 656.212.5

РАСФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВОВ ПРИ СЕКЦИОНИРОВАНИИ СОРТИРОВОЧНЫХ ПУТЕЙ СТАНЦИЙ

Е. А. ТЕРЕЩЕНКО

УО «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Для обеспечения переработки вагонопотока и качественной организации технологического процесса на станции сортировочные пути имеют свою специализацию:

- 1) накопление вагонов в соответствии с назначениями плана формирования;
- 2) накопление подач на пункты местной работы;
3. пути для накопления вагонов для иных целей (подачи на пункты ремонта, устранения коммерческих неисправностей, отстоя вагонов с опасными и негабаритными грузами и иных).