

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ. ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

На основе идентификации несущей системы автотранспортного средства, подверженной в эксплуатации усталостным повреждениям, по шести критериям сделан вывод о возможности отнесения ее к объектам, к которым применима схема ситуационного управления.

Ключевые слова: ситуационное управление; идентификация; автотранспортное средство; несущая система, усталостные разрушения.

Статья продолжает цикл публикаций по ситуационному управлению автотранспортными системами (см.: Вестник Оренбургского государственного университета, №9 2009, №10 2009, №1 2010).

Изложенные в предыдущих статьях постановка проблемы повышения системной эффективности эксплуатации автомобильного транспорта за счет ситуационного управления и синтез соответствующей системы управления подразумевают обязательное научно-практическое сопровождение в виде решения конкретных задач.

Системы обеспечения (на этапах проектирования и изготовления) и поддержания (на этапе эксплуатации) автотранспортных средств в работоспособном состоянии представляют собой типичные сложные организационно-технические системы, поскольку в них задействованы и технические объекты (автотранспортные средства, испытательное и технологическое оборудование и т. д.), и люди, как непосредственно управляющие этими техническими объектами, так и организующие управление процессами испытаний, производства, технического обслуживания и ремонта. Поэтому идентификация этих систем в целом дала бы в точности такие же результаты, как и в случае систем городского пассажирского транспорта и дорожного движения, рассмотренных в предыдущей статье цикла.

Целесообразнее, на наш взгляд, из перечисленных систем выделить подсистему обеспечения и поддержания в работоспособном состоянии какого-либо из базовых агрегатов или систем автотранспортного средства.

В качестве примера рассмотрим решение задачи повышения долговечности несущих сис-

тем автотранспортных средств, подверженных в эксплуатации усталостным разрушениям [1-3 и др.]. Для различных автотранспортных средств несущая система может включать раму, подрамник, основание грузовой платформы, несущий кузов и некоторые другие элементы в различных их сочетаниях.

Проведем идентификацию несущей системы автотранспортного средства по шести основным свойствам, которые можно рассматривать в качестве критериев идентификации [4], то есть отнесения рассматриваемых объектов к классу объектов ситуационного управления: уникальность, отсутствие формализуемой цели существования, отсутствие оптимальности, динамичность, неполнота описания, наличие «свободы воли».

а) Уникальность

Согласно этому свойству объект обладает такой структурой и функционирует таким образом, что система управления им должна строиться с учетом всех его качеств и к нему нельзя применить какую-либо типовую стандартную процедуру управления [4].

Как известно, детали, узлы, агрегаты и системы автотранспортных средств в эксплуатации испытывают воздействие разрушающих процессов, основными из которых являются изнашивание, усталостные повреждения, коррозия, ползучесть, старение и некоторые другие, играющие в снижении работоспособности менее заметную роль. Среди разрушающих процессов наиболее критичными являются усталостные повреждения. Это связано с тем, что все другие виды повреждений могут быть либо заранее спрогнозированы, оперативно выявлены и устранены методами отработанных техноло-

гий ремонта (износ, коррозия и т. д.), либо являются следствием грубейших нарушений правил технической эксплуатации автотранспортных средств (пластические деформации вследствие перегрузок, засорения и т. д.).

В отличие от внезапных, возникающих в результате сочетания неблагоприятных факторов и случайных внешних воздействий, скачкообразно превышающих возможности объекта (поломки от перегрузок, заедания и т. д.), и постепенных, представляющих собой выходы параметров за границы допуска в процессе эксплуатации или хранения (изнашивание, старение, коррозия и т. д.), усталостные разрушения относятся к процессам, постепенным по развитию и внезапным по проявлению [5]. Причем при, казалось бы, одинаковых условиях эксплуатации наблюдаются значительные рассеяния параметров усталостных повреждений. Причиной этого является микроструктурная неоднородность металла, наличие дефектов, отклонений в микрогеометрии поверхности и свойствах поверхностного слоя. Имея в виду влияние этих факторов на рассеяние усталостной долговечности, говорят о статистической природе процесса усталостного разрушения [6].

Одним из наиболее типичных основных агрегатов и систем автотранспортного средства, подверженных усталостным повреждениям, является несущая система. По данным различных авторов, доля повреждений усталостного характера в рамах мобильных машин составляет более 90%. Поэтому сказанное о статистическом характере может быть в полной мере отнесено и к техническому состоянию несущей системы автотранспортного средства в эксплуатации.

Таким образом, выбор несущей системы автотранспортного средства в качестве объекта исследования объясняется максимальной критичностью усталостных повреждений среди эксплуатационных и наибольшей типичностью несущей системы как объекта, подверженного этим повреждениям. Применение к несущей системе какой-либо типовой стандартной процедуры управления затруднено, а зачастую и невозможно, что подтверждает соответствие выбранного объекта критерию уникальности.

б) Отсутствие формализуемой цели существования

Несущая система автотранспортного средства является базовой конструкцией, обеспечи-

вающей взаимное расположение ряда узлов и агрегатов и выполнение машиной транспортных функций. От ее свойств зависят такие важные характеристики, как плавность хода, устойчивость, управляемость и вибронагруженность автотранспортного средства.

Разрушение несущей системы полностью приводит автотранспортное средство к отказу в работе и необходимости в проведении трудоемких и дорогостоящих ремонтных работ, связанных с полной или частичной разборкой машины и ее последующей сборкой. Поэтому несущая система должна иметь долговечность, равную ресурсу автотранспортного средства до капитального ремонта или списания.

Таким образом, цель существования несущей системы – обеспечение функционирования автотранспортного средства – может быть однозначно формализованно описана.

в) Отсутствие оптимальности

Основной характеристикой несущей системы является прочность, характеризующая способность воспринимать эксплуатационные нагрузки без разрушения в течение ресурса автотранспортного средства до капитального ремонта или списания. Вместе с тем несущая система не должна иметь излишнего запаса прочности, сказывающегося на металлоемкости автотранспортного средства.

Однако еще до полного разрушения несущей системы наличие усталостных трещин в узлах может привести к чрезмерному снижению ее угловой жесткости и, вследствие этого, к потере автотранспортным средством устойчивости в экстремальных условиях эксплуатации.

Поэтому оптимальные конструкция и долговечность несущей системы должны определяться во многом противоречащими друг другу требованиями со стороны прочности, металлоемкости и долговечности.

Эта противоречивость приводит к тому, что на различных этапах развития мобильных, и не только, машин преобладал тот или иной принцип конструирования и обеспечения заданной долговечности. В настоящее время доминирующим является *принцип обеспечения необходимого ресурса деталей с установленной вероятностью неразрушения*, то есть обеспечения их необходимой и экономически целесообразной надежности [7]. Опыт последних лет, достигнутый в продлении ресурса при эксплуатации та-

ких объектов, как подвижной состав железнодорожного транспорта, теплоэнергетическое оборудование, оборудование и трубопроводы нефтегазового комплекса и прочие [8-13 и др.], позволяет говорить о наметившемся переходе к *принципу регламентированного разрушения*.

Таким образом, с одной стороны, доминирующий в текущий момент времени принцип обеспечения работоспособности позволяет сформулировать критерий оптимизации параметров несущей системы, с другой же стороны, этот критерий становится субъективным, целиком зависящим от субъекта управления. Поэтому следует признать возможность условной оптимизации параметров несущей системы.

г) Динамичность

Усталостные повреждения относятся к процессам, постепенным по развитию и внезапным по проявлению, интенсивность которых определяется случайными процессами, являющимися следствием воздействия на несущие системы автотранспортных средств неровностей пути, сил сопротивления движению, изменения скорости и других факторов.

В эксплуатации состояние несущих систем нельзя считать статичным, поскольку усталостные повреждения постепенно изменяют прочностные и жесткостные характеристики. Причем зачастую трещины в элементах несущей системы, зарождающиеся при сравнительно небольшом пробеге автотранспортного средства, не развиваются дальше или увеличиваются медленно в течение значительного пробега, что, по-видимому, объясняется перераспределением напряжений после образования трещин.

Указанное подтверждает определенную степень адаптивности несущих систем в эксплуатации и их соответствие критерию динамичности.

д) Неполнота описания

В работе [4] приводятся четыре возможных причины неполноты описания объекта управления:

– различие в знаниях экспертов, знающих объект управления и определяющих уровень допущений при его описании, но не являющихся специалистами по управлению (так называемых Технологов), и Управленца, недостаточно знающего сам объект управления;

– незнание Технологом некоторых сторон функционирования объекта управления, на-

пример в случаях, когда они ранее не проявлялись из-за новизны объекта и т. д.;

– отсутствие у самого Технолога четкого понимания функционирования объекта;

– невозможность количественного описания многих особенностей функционирования объекта, а иногда и его структуры, в то время как качественное описание трудно формализуемо.

Вследствие того, что процессы, определяющие усталостные повреждения, протекают на атомарном и кристаллическом уровнях, эти повреждения не могут быть на современном уровне развития науки однозначно описаны в рамках модели сплошной среды. Существующая теория усталостного разрушения, к сожалению, не позволяет учесть все многообразие металлургических, технологических, конструктивных и эксплуатационных факторов, влияющих на сопротивление усталости. Поэтому при прогнозировании усталостной долговечности широкое применение находят всевозможные эмпирические подходы, зависимости и коэффициенты, составляющие настоящую справочную и нормативную базу [14]. Схема факторов, влияющих на полноту описания и эффективность принимаемых решений при управлении техническим состоянием конструкций, подверженных усталостным повреждениям, представлена на рисунке 1.

Таким образом, делаем вывод, что по причинам третьей и четвертой, перечисленным в начале подпункта, несущая система автотранспортного средства соответствует в настоящее время критерию неполноты описания.

е) Наличие «свободы воли»

Соответствие этому критерию следует рассматривать с позиций эксплуатации несущей системы на стадии живучести, характеризующей сопротивление конструкции развитию усталостной трещины до потери несущей способности.

К примеру, технологическая документация по ремонту грузовых автомобилей и прицепов/полуприцепов устанавливает, что трещины в раме недопустимы и рама должна быть подвергнута ремонту. Однако публикации последних лет [1, 8, 10, 12, 13, 15–18 и др.] подтверждают безопасность эксплуатации машин различного назначения с развившимися трещинами усталости в несущих конструкциях. При этом одним из основных факторов при решении воп-



Рисунок 1. Схема факторов, влияющих на полноту описания и эффективность принимаемых решений при управлении техническим состоянием конструкций, подверженных усталостным повреждениям

Таблица 1. Результаты идентификации

Объект исследования	Критерий идентификации					
	уникальность	отсутствие формализуемой цели существования	отсутствие оптимальности	динамичность	неполнота описания	наличие «свободы воли»
Несущая система автотранспортного средства	+	-	±	+	+	±

Примечание: + - однозначное соответствие критерию; - - однозначное несоответствие критерию; ± - условное (при определенных обстоятельствах) соответствие критерию

роса о допущении такой эксплуатации большинством исследователей называется возможностью наблюдения за ростом трещин.

Таким образом, при традиционном подходе, подразумевающем запрет эксплуатации несущих элементов с трещинами, «свобода воли» проявлялась лишь в осуществлении такого запрета при обнаружении трещин. Вместе с тем в настоящее время наметился переход к значительному возрастанию объема и значимости «свободы воли» в вопросах допущения эксплуатации несущих систем с регламенти-

рованным разрушением и ее эргатического «сопровождения» до наступления предельной поврежденности.

Полученные в результате идентификации выводы представлены в таблице 1.

Подводя итог, можно констатировать, что для несущей системы автотранспортного средства однозначно подтверждается соответствие трем и условно (при определенных обстоятельствах) двум критериям отнесения их к слабоструктурируемым объектам, к которым применима схема ситуационного управления.

06.04.2009

Список использованной литературы:

1. Повышение долговечности транспортных машин / В.А. Бондаренко, К.В. Щурин, Н.Н. Якунин, В.И. Рассоха, В.Ю. Филиппов; под ред. В.А. Бондаренко. – М.: Машиностроение, 1999. – 144 с.
2. Рассоха, В.И. Оценка живучести рам мобильных машин в условиях эксплуатации / В.И. Рассоха, В.Ю. Филиппов // Механика и процессы управления: труды XXXII Уральского семинара. – Екатеринбург: УроРАН, 2002. – С. 235-238.
3. Рассоха, В.И. Контроль живучести рамных несущих систем мобильных машин в процессе эксплуатации / В.И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №1(95). – С. 149-153.
4. Поспелов, Д.А. Ситуационное управление : теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
5. Рассоха, В.И. Основы теории надежности и диагностика автомобилей: учебное пособие / В.И. Рассоха. - Оренбург: ОГУ, 2002. - 144 с.
6. Когаев, В.П. Прочность и износостойкость деталей машин : учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
7. Почтенный, Е.К. Прогнозирование долговечности и диагностика усталости деталей машин / Е.К. Почтенный. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 246 с.
8. Волохов, Г.М. Остаточный ресурс несущих конструкций тягового подвижного состава железных дорог: монография / Г.М. Волохов, В.П. Тихомиров. – Орел: ОрелГТУ, 2006. – 158 с.
9. Иванов, С.И. Обеспечение безопасной эксплуатации трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие среды / С.И. Иванов, А.В. Швец, В.М. Кушнаренко, Д.Н. Щепинов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2006. – 215 с.
10. Комаровский, А.А. Прогнозирование остаточного ресурса и долговечности / А.А. Комаровский // Тяжелое машиностроение. – 2000. – №12. – С. 16-19.
11. Коротких, Ю.Г. Оценка выработанного и прогноз остаточного ресурса крановых конструкций с учетом усталостных повреждений / Ю.Г. Коротких, Г.Ф. Горохов, В.А. Панов и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2002. – №12. – С. 27-29.
12. Махутов, Н.А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность: в 2-ч ч. / Н.А. Махутов. – Новосибирск: Наука, 2005. – Ч. 2: Обоснование ресурса и безопасности. – 610 с.
13. Митрофанов, А.В. Методы управления состоянием технологического оборудования по критериям вероятности и риска отказа / А.В. Митрофанов. – М.: Недра, 2007. – 384 с.
14. Дмитриченко, С.С. Новые возможности для повышения усталостной прочности / С.С. Дмитриченко, Э.А. Горин, Н.М. Панкратов, Ю.С. Борисов // Автомобильная промышленность. – 1995. – №2. – С. 13-15.
15. Волохов, Г.М. Остаточный ресурс несущих конструкций тягового подвижного состава: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 01.02.06 / Волохов Г.М. – Орел, 2006. – 39 с.
16. Кулешов, В.В. Расчет остаточного ресурса мостового крана / В.В. Кулешов, П.П. Сохрин // Безопасность труда в промышленности. – 2001. – №1. – С. 35-36.
17. Чекурова, Г.А. Прогнозирование живучести несущих систем мобильных машин по критериям хрупкой и усталостной прочности: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Чекурова Г.А. – Оренбург, 1998. – 18 с.
18. Швец, А.В. Прогнозирование работоспособности металла трубопроводов с металлургическими и эксплуатационными дефектами: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.16.01 / Швец А.В. – Оренбург, 2008. – 17 с.

Рассоха Владимир Иванович, заведующий кафедрой автомобилей и безопасности движения Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент. 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, кафедра ЛиБД, ОГУ, тел. (3532) 754182, e-mail: cabin@house.osu.ru

Rassokha V.I.
SITUATIONAL MANAGEMENT OF TRAFFIC SYSTEMS. IDENTIFICATION OF VEHICLE BEARING SYSTEM
Based on identification of vehicle bearing system that is subject to fatigue failures during operation, a conclusion was made, by six criteria, of possibility to pertain this system to situational management objects.
Key words: situational management; identification; vehicle; bearing system, fatigue failures.