

где A – производительность станка, $m^2/ч$; K_0 – объемный выход полезной продукции, %;

C – стоимость станка, тыс.руб.; Ξ_{max} – максимальное значение интеграционного показателя в данной выборке.

Лучший результат показала лесопильная рама Р63-4Б, хотя она по объемному выходу и незначительно уступила ленточнопильному станку, производительность у нее оказалась выше в 2 раза по сравнению с круглопильным станком СК-1200-М и в 2,65 раза – с ленточнопильным ЛЛК-1. Цена Р63-4Б ниже, чем у конкурирующих станков. Предложенная методика позволяет оптимизировать выбор типа и технико-экономических показателей лесопильного оборудования.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Плютов Ю.А., Хомич Л.В.

*Государственный университет цветных
металлов и золота,
Красноярск*

В настоящее время при анализе надежности транспортных машин используется, как правило, классическая (системная, математическая) теория надежности, основанная на статистических методах обработки эксплуатационных данных [1, 2]. Такие подходы получили в технике чрезвычайно широкое распространение, что, на наш взгляд, обусловлено преимущественно достаточной простотой сбора и обработки статистической информации, и возможностью получения достаточно в перспективе эффективных методов и приемов построения научно обоснованных систем эксплуатации [3, 4].

Вместе с тем, будучи в свое время разработана для оценки надежности компонент изделий радиоэлектронной промышленности, математическая теория надежности может быть применена к объектам и системам другой природы с большой осторожностью. При этом формальный аппарат теории надежности таков, что не возникает никаких затруднений в применении его к любым системам. Получаемые при этом результаты и прогнозные оценки надежности, выходя правдоподобными, в значительной степени расходятся с действительными значениями, однако выявляется это гораздо позднее, после длительных сроков эксплуатации и накопления статистики по отказам.

Не касаясь объектов и систем другой природы, применительно к механическим конструкциям основная причина такого положения заключается в следующем. К механическим конструкциям, как и к другим техническим объектам, вполне применимы системные подходы, однако специфика этих конструкций в чрезвычайно тесном взаимодействии элементов таких систем. Это взаимодействие настолько сильно, что, хотя формально и можно разделить конструкцию на подсистемы, работает она всегда как единое целое, объединенное общими силовыми потоками, полями напряжений и деформаций. Практически не выполняется допущение математической теории надежности о

независимости отказов отдельных элементов. Отказ или снижение работоспособности элемента механической конструкции приводит к перераспределению силовых потоков, изменению интенсивности деградационных процессов, изменению показателей надежности всех остальных элементов.

Понимание ограниченных возможностей математической теории надежности применительно к механическим конструкциям сформировалось достаточно давно. Так, в [5] отмечается, что при анализе надежности механической системы необходимо учитывать следующее.

1. Расчет надежности механической системы по схемам с параллельным и последовательным соединением элементов – необходимое (дает зависимость надежности системы от надежности входящих в нее элементов), но недостаточное условие для правильного суждения о ее надежности, поскольку результат расчета по этим формулам не учитывает разницу в протекании физико-химических процессов в деталях и отдельных звеньях механической системы под влиянием действующих нагрузок и окружающей среды.

2. Для окончательного заключения о надежности механической системы необходимо определить ведущий вид разрушения в наиболее слабом элементе системы и исследовать его вероятностные закономерности.

В [6] отмечается, что последовательное и параллельное соединение подсистем правомерно только в том случае, если все процессы механического и физико-химического взаимодействия локализованы в пределах каждой подсистемы, так что с точки зрения надежности их взаимодействие является чисто логическим.

В течение нескольких десятилетий разрабатывались подходы, совмещающие математическую теорию надежности и физику процессов деградации элементов механических конструкций. Наиболее последовательное развитие теории приводит практически к отказу от формального аппарата теории надежности и построению методов оценки вероятности отказа и ресурса в рамках чисто механических представлений о процессах в деталях и элементах конструкций [6]. Вместе с тем, продолжается и развитие более сложных структурно-логических схем, которые, однако, имеют в своей основе те же схемы параллельного и последовательного соединения элементов.

В наиболее полном виде эти схемы рассмотрены в [7]. В настоящее время в теории надежности известен ряд логических схем, демонстрирующих структуру и механизм формирования показателей надежности систем произвольной природы. При этом в качестве основного показателя обычно рассматривается вероятность безотказной работы. Кроме классических схем последовательного и параллельного соединения элементов рассматриваются мажоритарные, мостиковые, комбинированные и многофункциональные схемы.

В настоящее время накоплены и обработаны статистические данные по технологической и эксплуатационной дефектности, отказам, разрушениям и ава-

рийным ситуациям ленточных конвейеров, большегрузных автосамосвалов и грузовых вагонов.

Анализ этих данных и опыт численного моделирования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций транспортных машин позволили сформулировать ряд положений и перспективных направлений развития методов оценки и формирования показателей надежности конструкций этого класса.

1. Очевидно, показатели надежности не формируются в результате игры случая, а являются внешним проявлением протекающих в машине механических, физико-химических и термодинамических процессов. Применительно к подавляющему большинству машин и конструкций, в том числе для всех элементов и узлов транспортного оборудования именно напряженно-деформированное состояние оказывает решающее влияние на формирование отказов и разрушений. При этом конструктивные формы транспортных машин таковы, что распределение напряжений и деформаций весьма неравномерно по конструкции. В связи с этим необходима разработка структурно-логических схем конструкций, элементами которых были бы не узлы и детали, как в классических схемах последовательного и параллельного соединения, а элементы объемов и конструктивные зоны, напряженные до определенного уровня в соответствии с принимаемой градацией и шкалой напряжений. Именно для этих силовых элементов необходимо построение логических, преимущественно комбинированных, схем надежности. Накопленный опыт моделирования напряженного состояния позволяет для основных элементов и узлов транспортных машин представить структурно-логические схемы надежности, составленные из силовых элементов с учетом их взаимодействия.

2. Дegradационные процессы и формирование отказов конструкций оказываются локализованными в области технологической и эксплуатационной дефектности. При этом технологическая дефектность, практически неизбежная при современном техническом уровне технологических процессов в машиностроении, оказывается первоначальной причиной, так порождает в большинстве случаев и эксплуатационную дефектность. В связи с этим физико-математической основой расчетов надежности является механика хрупкого, пластического и усталостного разрушения. Базовым понятием в механике разрушения является модель трещины, форма и размеры которой в совокупности с параметрами напряженного состояния и определяют интенсивность дegradационных процессов. Таким образом, именно технология производства в совокупности с условиями эксплуатации и уровнем нагруженности формирует картину надежности. Для практических расчетов надежности необходимо располагать статистическими данными по дефектности, формирующимися при разрушающем дефектоскопическом контроле. В настоящее время собраны статистические данные по дефектности рам карьерных автосамосвалов, колесных пар железнодорожных вагонов, представленные в виде вероятностных распределений размеров дефектов и геометрических параметров их локализации. Распреде-

ление дефектности в соответствии с этими данными по силовым элементам структурно-логических схем в совокупности с аппаратом механики разрушения позволяет строить количественные прогнозные оценки показателей надежности.

3. Интенсивность дegradационных процессов в значительной степени определяется характеристиками реальных процессов нагружения транспортных машин. Погрешность результатов при использовании усредненных данных, замене случайных характеристик процесса нагружения детерминированными и других упрощениях настолько велика, что обесценивает расчетные значения показателей надежности. В связи с этим необходимо развитие расчетно-экспериментальных методов обоснования параметров случайных процессов нагружения. Очевидно, необходимо накопление определенного количества экспериментально полученных осциллограмм и соответствующая статистическая обработка в соответствии с принятыми методиками и нормативными документами. Далее, необходимо численное моделирование внешних воздействий и подбор таких параметров моделей, чтобы было обеспечено удовлетворительное совпадение с экспериментальными данными.

4. При наличии значительных накопленных повреждений, не приводящих, однако к немедленному нарушению работоспособности транспортной машины, необходим переход от понятия и показателей надежности к рассмотрению категории живучести. Живучесть представляет собой характеристику стойкости системы к внешним (главный отличительный признак от надежности) воздействиям со стороны окружающей среды при возникновении и развитии допустимых повреждений [8]. Общие подходы к оценке и обеспечению живучести технических систем произвольного назначения в настоящее время интенсивно разрабатываются и широко представлены в литературе. При этом, очевидно, что на формирование живучести в решающей степени влияют конструктивные формы и параметры машин того или иного класса, а также характерные условия их эксплуатации. Что касается транспортных машин вообще, и работающих на горных предприятиях в частности, практически не известны какие либо подходы к оценке живучести (за исключением объектов авиационной техники и водного транспорта). В связи с этим первоочередную важность представляют исследования в области определения структуры понятия живучести, системы и алгоритмов ее количественных оценок применительно к транспортным машинам горных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. – М.: Наука, 1984. – 328 с.
3. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем. – М.: Высшая школа, 1976. – 406 с.

4. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.

5. Дмитриук Г.Н., Пясику И.Б. Надежность механических систем. – М.: Машиностроение, 1966. – 184 с.

6. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

7. Надежность технических систем / Под общ. ред. Е.В. Сугака, Н.В. Василенко. – Красноярск: НИИ СУВПТ, 200. – 608 с.

8. Махутов Н.А., Котоусов А.Г. Принципы повышения безопасности сложных технических систем // Защита металлов. – 1996. – Том 32, № 4. – С. 346-351.

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КЛАПАННОГО ОБТУРАТОРА ПРИ ГАСТРОСТОМЕ

Шапошников В.И.

*Кубанская государственная медицинская академия,
Краснодар*

Важным фактором в борьбе с кахексией и мацерацией кожи, а так же в сохранении обычной социальной жизни у больных, которым по поводу рака пищевода или другого патологического процесса данного органа была наложена постоянная гастростома, является способность сохранения активного поведения в любое время суток без истечения у них желудочного содержимого на поверхность живота, то есть возможность их личного контроля за герметичностью желудка после принятия пищи в любом количестве и качестве. Клинические наблюдения над 105 больными, у которых были наложены гастростомы по наиболее распространенным методикам (Витцеля, Кадера, Г.С. Топровера, И.Т. Шевченко) показали, что у всех у них имеется общий недостаток - это истечение желудочного содержимого мимо трубки, что сопровождается мучительной мацерацией кожи в эпигастральной области. Обычно это начинается в первый же день приема пищи. Исходя из этого, нами была разработана модель клапанного обтуратора (трубка - муфта), которая позволяет сохранить герметичность желудка после наложения гастростомы.

Трубка - муфта имеет следующее строение: на полиэтиленовую трубку с толщиной стенки 1,0 мм, длиной - 6,5 - 7,5 см, диаметром 16 мм помещается конструкция из пенополиуретанового поропласта, которую изготавливали в форме песочных часов (узкая часть имела снаружи ширину 25 мм, а широкая - 50 мм). В губчатой пластмассе полиэтиленовую трубку располагали в центре по оси. Для предупреждения

впитывания желудочного содержимого в поропласт, что привело бы к раздражению и разъеданию ткани вокруг, на него надевали чехол из тонкой полиэтиленовой трубки диаметром 50 мм, концы которого сплавляли со стенкой плотной центральной трубки. Введенная в свищевой ход трубка - муфта равномерно заполняет весь свищевой ход, производя при этом легкое давление на ткани. Благодаря форме песочных часов она прикрывает как внутреннее, так и наружное отверстие свищевого канала. Все эти свойства обтуратора позволяют полностью устранить просачивание желудочного содержимого через свищевой ход. После принятия пищи наружное отверстие плотной трубки закрывается пробкой. Довольно широкий просвет трубки позволяет принимать куски пищи довольно крупных размеров. Как свидетельствуют клинические наблюдения, для включения в процесс пищеварения ротовую полость, пациенты довольно быстро начинают употреблять разжеванную пищу, используя для этого короткий и широкий зонд с воронкой - конец зонда через трубку - муфту вводят в полость желудка, а небольшие порции разжеванной пищи сплевывают в воронку, «запивая» ее водой, молоком, чаем и другой жидкостью. Обтуратор обеспечивает: 1) полную, надежную и продолжительную герметичность желудка, 2) дает возможность больным принимать разнообразную пищу до последних дней своей жизни, 3) позволяет обеспечить социальную реабилитацию больных, 4) начать и с успехом закончить лучевую терапию, 5) подготовить пациента к операции.

Описанная модель клапанного обтуратора была применена у 45 пациентов, в том числе: у 38 - с раком пищевода, у 3 - с рубцовым стенозом пищевода, у 1 - с обширным дивертикулумом, у 3 - с гнойным медиастинитом, развившемся вследствие перфорации стенки пищевода острым предметом (1 больной умер через 3 недели от сепсиса). У 23 онкологических больных после наложения гастростомы (с использованием описанного клапанного обтуратора) удалось провести лучевое лечение. Средняя продолжительность жизни у них составила 22, 2 месяца. У остальных 15 больных применено только симптоматическое лечение (средняя продолжительность жизни - 13,2 месяца). Всех пациентов с неопухольевой патологией пищевода удалось подготовить к операции. У всех 45 больных была наложена простая гастростома по Басову (подшивали стенку желудка к краям кожной раны без создания из его стенки любого трубчатого хода) с иссечением «пяточков» из кожи и обоих листков апоневроза прямой мышцы живота (для предотвращения ущемления стенки желудка).