

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

И.И. Леонович
(БГПА, г. Минск);
С.В. Богданович
(«Белдорцентр», г. Минск)

Эффективность лесозаготовительного производства в немалой степени зависит от состояния лесовозных дорог. Рациональная их эксплуатация и поддержание на необходимом уровне требуют инженерного подхода. В условиях бюджетных ограничений эта задача становится особенно актуальной. В связи с этим целесообразно изучить опыт ее решения применительно к автомобильным дорогам общего пользования.

В этих целях во многих странах все чаще находят применение системы управления содержанием покрытий. Основной задачей их использования является оптимальное вложение средств в ремонт дорожных одежд. Это достигается за счет сравнения нескольких альтернатив ремонта одного и того же участка и выбора наилучшего варианта. Выбор осуществляется на основе анализа изменения состояния участка покрытия.

В качестве показателя состояния в системах управления используются различные параметры. Это может быть обобщенный показатель состояния, или индекс PCI, или другие подобные показатели. Во всех случаях суть их использования сводится к тому, что на основе значений некоторого жестко заданного количества параметров покрытия (например ровности, значения отдельных дефектов) вычисляется обобщенный показатель на основе специальных правил. Эти правила часто выглядят слишком искусственно, а полученный на их основе показатель не имеет физического смысла.

Нами предлагается основа методики, позволяющей получить показатель состояния покрытия на основе произвольного количества исходных параметров. При этом физический смысл показателя не теряется. Методика основана на применении теории надежности дорожных покрытий. Вначале дадим основные определения и введем количественные характеристики.

Качеством покрытия будем называть совокупность свойств, определяющих степень пригодности покрытия для использования по назначению. Надежность дорожного покрытия представляет собой его способность сохранять качество в заданных пределах и в заданных условиях эксплуатации. Отказом будем называть частичную или полную потерю покрытием тех его свойств, которые существенно снижают качество и приводят к необходимости ремонтных работ. Свойствами, определяющими качество покрытия до-

роги, в наиболее общем случае являются ровность, прочность, степень дефектности, коэффициент сцепления. Однако этот перечень ни в коей мере не является исчерпывающим. В зависимости от конкретных условий в него можно добавить шероховатость покрытия, колеиность, площадь пучинистых участков и т.п.

Рассмотрим необходимые количественные характеристики надежности. Пусть в момент времени $t_0=0$ участок дороги вводится в эксплуатацию, а в момент времени $t_k=\tau$ происходит отказ в результате достижения каким-либо параметром предельного значения. Время τ , являющееся временем жизни покрытия по конкретному параметру, представляет собой случайную величину с законом распределения $Q(t)$. Функция $Q(t)$ является вероятностью отказа покрытия по заданному параметру до момента t и полностью определяет его надежность. Величина $P(t) = 1 - Q(t)$ является вероятностью безотказной работы участка покрытия по отдельному параметру за время t и называется функцией надежности покрытия.

Рассмотрим надежность по одному из параметров, обозначив его через a . В процессе эксплуатации параметр монотонно меняется:

$$a = f(t, a_0), \quad (1)$$

где t - возраст покрытия;

a_0 - начальное значение параметра.

При достижении параметром некоторого критического уровня a_k наступает отказ покрытия. Момент отказа $t_k=\tau$ можно определить из уравнения

$$f(\tau, a_0) = a_k \quad (2)$$

Отсюда

$$\tau = \varphi(a_0, a_k), \quad (3)$$

где φ - функция, обратная к f по t .

Как было отмечено выше, надежность покрытия определяется рядом характеристик, по каждой из которых можно определить функцию надежности. Для совместного использования нескольких показателей рассмотрим покрытие как систему, характеризуемую частными параметрами, надежность которых известна. Задача состоит в выражении общей функции надежности системы $P(t)$ через частные функции надежности $P_1(t), P_2(t), \dots, P_n(t)$. При этом принципиальное значение имеет вопрос о том, являются ли параметры зависимыми друг от друга в смысле надежности. То есть влияет ли изменение надежности по одному параметру на изменение надежности по другим. В наиболее простом случае параметры независимы, что имеет место сразу после сдачи покрытия в эксплуатацию. В этом случае

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t). \quad (4)$$

Функцию надежности системы можно использовать в качестве обобщенного показателя состояния покрытия. Физический смысл $P(t)$ очевиден: он характеризует вероятность безотказной работы покрытия за время t . Понятно, что в момент времени t_0 $P(t_0)=1$, а при $t \rightarrow \tau$ $P(t) \rightarrow 0$.

Таким образом, определение показателя состояния покрытия производится в следующей последовательности. 1. Определяются показатели качества покрытия. Их может быть произвольное количество, которое зависит от вида покрытия и условий эксплуатации. 2. Определяется критерий отказа покрытия по каждому параметру. Одновременно определяется момент отказа t_k . 3. Находится функция надежности по каждому из параметров. 4. Находится функция надежности системы.

Следует отметить, что в общем случае параметры покрытия могут зависеть друг от друга по надежности. Вопрос их взаимосвязи в данное время исследован еще недостаточно и представляет собой важную проблему. В то же время предложенная методика обладает тем преимуществом, что позволяет объединить в единый показатель произвольное количество параметров покрытия. Полученный обобщенный показатель можно использовать для разработки системы управления лесовозными дорогами.

УДК 630*323

ВЛИЯНИЕ ДЕМПИРУЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВОГРУНТОВ НА ПРОХОДИМОСТЬ КОЛЕСНОЙ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ МЛ-126

П.А.Протас, В.Н.Лой
(БГТУ, г. Минск)

Потребности лесозаготовительной промышленности показали необходимость совершенствования теории движения трелевочных систем с целью оптимизации их параметров и обоснования рекомендаций по повышению их производительности, которая в большой степени будет зависеть от проходимости лесных машин.

Переход от частичной механизации лесосечных работ к машинной заготовке заметно обострил данную проблему в связи с утяжелением техники, увеличением ее габаритных размеров и более высокими требованиями к технологии лесозаготовок. Тем не менее использование высокопроизводительных многооперационных лесозаготовительных машин является объективной необходимостью, обусловленной рядом причин экономического и социального характера.

При движении трелевочного трактора по лесосеке возникают деформации в почве, в связи с чем при многократных проходах по одно-