

Список литературы

1. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля.— М.: МашГИЗ, 1947.— 156 с.
2. Долматовский Ю.А. Автомобиль в движении.— М.: Транспорт, 1987.— 160 с.
3. Сахно В.П., Мищенко Н.И., Вербицкий В.Г. Основные направления исследований устойчивости автомобиля и автопоезда // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов ХНАДУ. Вып. 7–8.— Харьков, 2001.— 258 с.
4. Verbitskii V.G., Makarov V.A., Sakhno V.P. «Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two-axle vehicle», *International Applied Mechanics*, 40, № 11, 1304–1309 (2004).

Abstract. Executed analysis result experimental studies and literary given factor on determination of the resistance to swing travels about car, for the reason determinations of the mathematical regularities, linking value of the factor of the resistance to swing at the speed of moving the car and pressure of the air in bus in broad interval of the velocities (30–170 km/h) and pressures (100–500 кПа).

Анотація. Виконано аналіз результатів експериментальних досліджень і літературних даних по визначенню коефіцієнтів опору коченню колеса автомобіля, з метою встановлення математичних закономірностей, що зв'язують величину коефіцієнта опору коченню зі швидкістю руху автомобіля й тиском повітря в шинах у широких інтервалах швидкостей (30-170 км/год) і тисків (100-500 кПа).

Стаття надійшла до редакції 26.05.2009 р.

УДК 656.223.1.001.57

ХАРА М. В., ст. преподаватель, Приазовский государственный технический университет

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВАГОНОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Существенное влияние на качество работы железнодорожного транспорта оказывает состояние вагонного хозяйства, которое сейчас находится в достаточно сложном положении. Основная проблема вагонного хозяйства — это старение вагонного парка, ухудшение его технического состояния, отсутствие возможности закупок новых вагонов и запасных частей в необходимых количествах, с одной стороны, и недостаточно эффективная вагоноремонтная база, с другой стороны. В статье разработана имитационная модель эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

Постановка проблемы

При поиске подходов повышения эффективности вагоноремонтной базы следует учитывать тот факт, что в современных условиях (реформирование ж. д. транспорта, переход к рыночной экономике, обострение конкурентной борьбы) в ряду требований к ремонтному производству на первое место выходит гибкость. Гибкость, как важнейшее качество вагоноремонтной базы, требует интенсивной разработки и применения методов и средств новых информационных технологий, обеспечивающих переход к безбумажным методам проектирования и малолюдному производству.

Гибкость исследуемой вагоноремонтной базы во многом зависит от экономического состояния промышленного комплекса, частью которого она и является. Данное состояние определяется экономическим циклом, в котором находится промышленный комплекс. Экономический цикл

и его фазы означают следующие один за другим подъемы и спады уровней экономической активности промышленного предприятия в течение нескольких лет. Отдельные экономические циклы в металлургической отрасли существенно отличаются друг от друга по продолжительности и интенсивности. Тем не менее все они имеют одни и те же фазы, которые по-разному именуются различными исследователями (рис. 1).

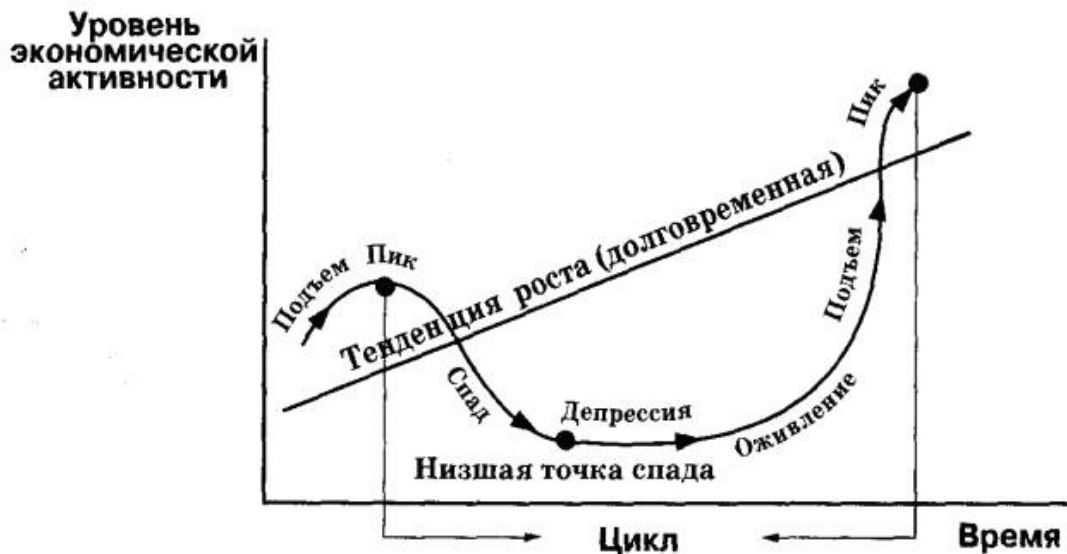


Рис. 1. Экономический цикл в области металлургии

На сегодняшний момент отечественный промышленный комплекс находится в цикле спада, что сказывается на процессе инвестирования в транспортную отрасль промышленных предприятий. Данный процесс делает невозможным приобретение нового подвижного состава, а значит, предопределяет направление развития транспортной системы промышленных предприятий.

На наш взгляд, в настоящий момент наиболее приемлемым путем повышения является применение механизма основывающегося на математическом аппарате — имитационное моделирование процесса управления эффективностью вагоноремонтной базой с применением ЭВМ.

Анализ последних исследований и публикаций

Как известно, развитие отраслей народного хозяйства, в том числе и железнодорожного транспорта, осуществляется путем внедрения ресурсосберегающих технологий и средств технологического оснащения производства [1]. Выбираемая технология должна в наибольшей степени отвечать потребностям конкретного предприятия, а на стадии проектирования технологических процессов необходимо количественно оценить затраты трудовых, материальных, энергетических, финансовых и других ресурсов.

К сожалению, в настоящее время вагоноремонтные базы промышленных предприятий проектируют новые и корректируют действующие технологические процессы без оценки их количественных показателей. Это объясняется тем, что проектирование ведется либо без использования ЭВМ, либо автоматизируются лишь некоторые операции проектировщика. Следует так же отметить разрозненность решений в области ремонтно-восстановительных операций вагонного парка промышленных предприятий.

Применение ЭВМ для решения задач технологического проектирования дало толчок к разработке оптимизационных методов проектирования, что в последнее время получает все более интенсивное развитие. Результаты исследований показали эффективность оптимизационного

подхода к решению технологических задач ремонтной базы. Наибольших успехов удалось достичь в машиностроении [2].

Цель статьи

Результаты анализа состояния исследуемого вопроса позволяет говорить о том, что одним из вариантов решения поставленной задачи является создание имитационной модели эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

Основной раздел

Процесс ремонтно-технического обслуживания вагонов промышленных предприятий требует значительных материальных затрат во всей технологической цепочке (схеме) производства. Данный факт становится более весомым в современных условиях эксплуатации вагонов, характеризующихся высокой динамичностью производства. Представляется возможным снижение вышеназванных затрат путем определения оптимального количества материальных и трудовых ресурсов.

Одним из вариантов решения поставленной задачи является создание имитационной модели эксплуатации вагонов промышленных предприятий (ЭВП), объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания.

В основе имитационной модели лежит итеративный процесс, отслеживающий стадии работы и ремонтного обслуживания эксплуатируемого подвижного состава, что сводится к вычислению следующих параметров состояния системы:

$r_{i(tk)}$ — освоенный ресурс i -й транспортной единицы (вагона) в момент времени t_k ;

$n_{q(tk)}$ — доля времени работы q -й бригады по ремонту подвижного состава (вагона) в полном цикле его эксплуатации в условиях промышленных предприятий в момент времени t_k ;

$u_{l(tk)}$ — доля времени работы l -й ремонтной линии по ремонту подвижного состава определенного класса на базе производственного обслуживания в момент времени t_k .

Динамика освоения ресурса вагона вычисляется следующим образом:

$$r_i(tk) = r_i(tk - 1) + l_jDt, \quad (1)$$

где

l_j — интенсивность отказов вагонов, обслуживающего j -й район, по доминирующим факторам [3];

В качестве примера проведено исследование величины потока отказов вагонов металлургического комбината «Азовсталь», результаты исследований отображены на ниже приведенных графиках (рис. 2). Доминирующими факторами, определяющими интенсивность отказов в нашем случае являются: объем перевозок Q , расстояние перевозок L и время эксплуатации вагонов в межремонтный период T .

D_i — фонд времени, выделяемый на ремонт вагона в условиях промышленных предприятий.

$$Dt = t_k - t_{k-1}, \quad (2)$$

где

t_k, t_{k-1} — соответственно время начала проведения восстановительных операций и время их завершения (период проведения восстановительных операций).

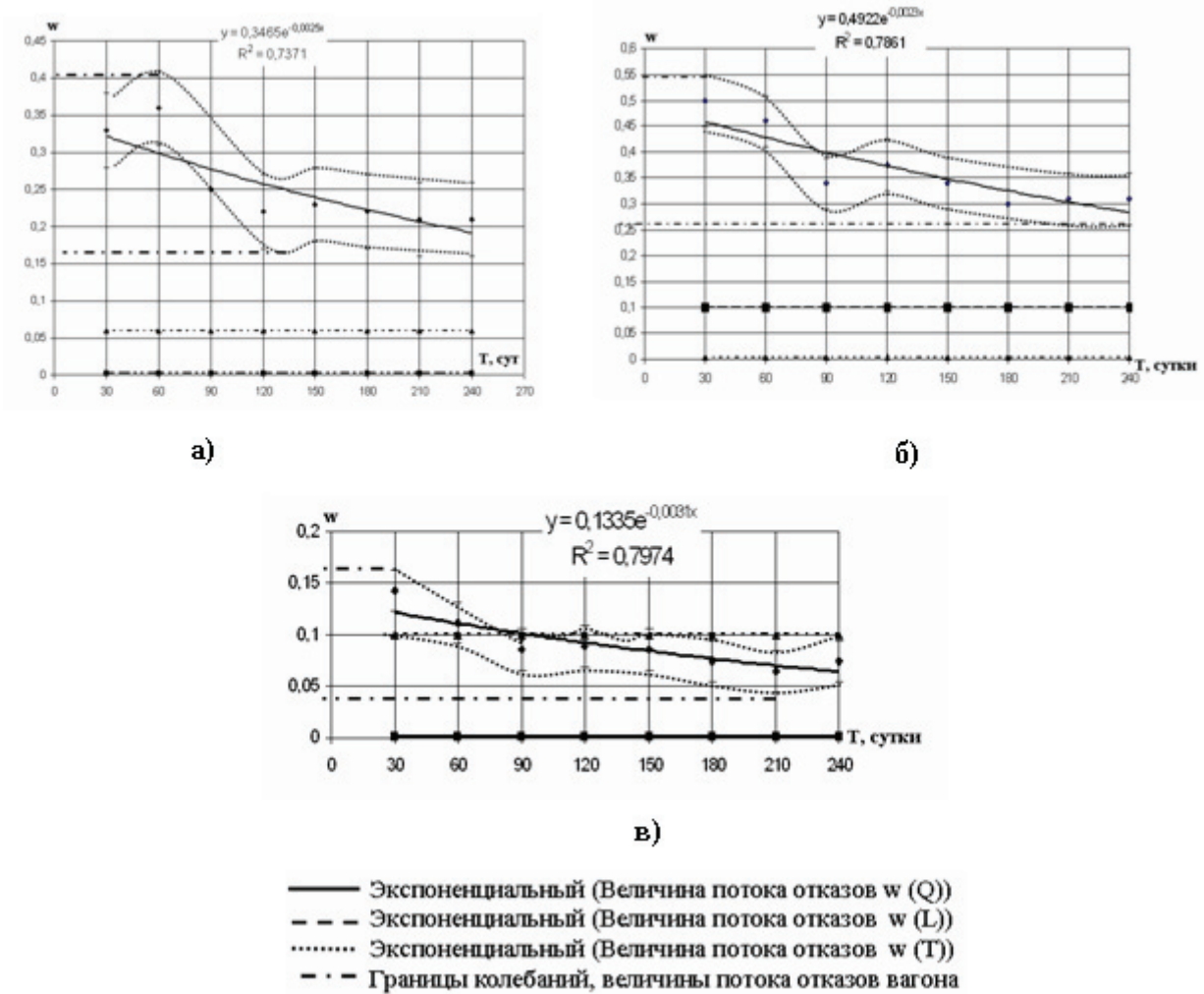


Рис. 2. Изменение величины потока отказов вагонов в течении определенного временного интервала на районах: листопрокатном (а), доменном (б) и сортировочном (в)

Доля освоенной части времени работы q -й бригады по ремонту вагонов в условиях промышленного предприятия вычисляется по выражению:

$$vq(tk) = vq(tk - 1) + m_q Dt, \quad q = 1, \dots, n_q, \quad (3)$$

где

m_q — интенсивность работы q -й бригады;

n_q — число обслуживающих вагонное депо бригад;

Доля освоенной части времени работы l -й ремонтной линии вагонного депо вычисляется соответственно:

$$ul(tk) = ul(tk - 1) + m_l Dt, \quad l = 1, \dots, n_l, \quad (4)$$

где

m_l — интенсивность работы l -й ремонтной линии в вагонном депо;

n_l — число ремонтных линий в вагонном депо (например, для комбината «Азовсталь» число линий равно четырем — линия ремонта ходовой части (тележки вагона), тормозного оборудования, кузова вагона и автосцепных механизмов).

Основные стадии технологического цикла работы и ремонта вагонов (рис. 3.) включают следующие интервалы времени:

- работа вагона в районе его постоянной эксплуатации до полного освоения ресурса $[k_1, k_2]$ (эксплуатация «вертушек» комбината «Азовсталь» производится в строго закрепленных за ними районах);
- ожидание вагонами постановки на участок ремонта вагонного депо, $[k_2, k_3]$;
- ремонт на линиях вагонного депо, согласно внутреннему графику периодичности проведения ремонтно-восстановительных работ $[k_3, k_4]$ (например, на комбинате «Азовсталь» система технического обслуживания включает следующие ремонтно-восстановительные операции (ТО-ВР1-ВР2). На данном отрезке принимается решение о целесообразности дальнейшей эксплуатации вагона или его замене на новый — выведенного из «холодного» запаса.

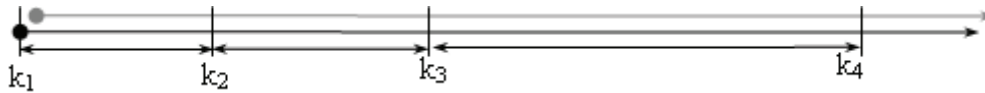


Рис. 3. Основные стадии технологического цикла работы и ремонта вагонов промышленных предприятий

С целью облегчения процесса моделирования эксплуатации вагонов, объединенных единой технологией и регламентом ремонтно-технического обслуживания промышленного предприятия примем следующие допущения:

- количество вагонов в обороте постоянно (рабочий парк вагонов);
- вагоны конкретного типа взаимозаменяемы (наличие горячего запаса вагонов);
- после ремонта вагон полностью восстанавливает свой ресурс, либо заменяется новым.

Представим имитационную модель процесса ремонтно-технического обслуживания вагонов в виде «черного ящика» (рис. 4).

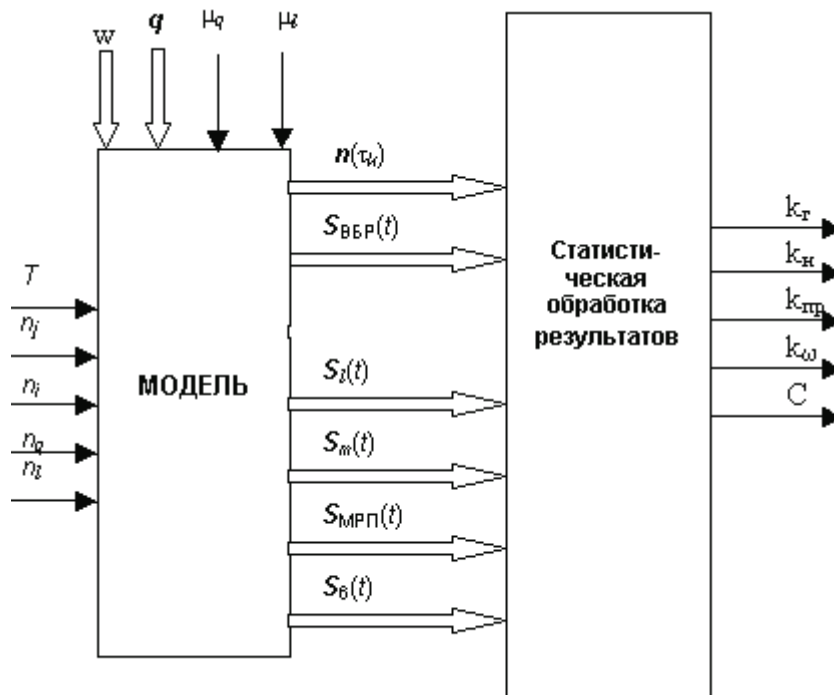


Рис. 4. Структурная схема имитационной модели процесса ремонтно-технического обслуживания вагонов промышленных предприятий

За исходные параметры моделирования приняты:

- T — промежуток времени моделирования или количество итераций (в днях);
 n_j — количество районов, обслуживаемых вагонами промышленного предприятия (например на комбинате Азовсталь девять районов обслуживания);
 n_i — количество вагонов в обороте (рабочий парк вагонов);
 n_q — количество обслуживающих бригад вагонное депо;
 n_l — количество ремонтных линий в вагонном депо;
 w — вектор потока отказов вагонов;
 q — вектор признаков, характерных для бригад вагонного депо:
 $r_o(q)$ — значение начального ресурса вагона после его введения в эксплуатацию q -ой бригадой осуществившей ремонтно-восстановительные операции с данной транспортной единицей (например в журнале по ремонту вагонов после списка замечаний к техническому состоянию вагона выставляется информация о бригаде их устранившей — ее номер и длительность проведения восстановительных работ),
 $P_{\text{брак}}(q)$ — вероятность преждевременного отказа вагона после введения его в эксплуатацию q -ой бригадой, осуществившей ремонтно-восстановительные операции с данной транспортной единицей;
 μ_q — интенсивность работы ремонтных бригад;
 μ_l — интенсивность ремонта на линиях вагонного депо.

На выходе получим следующие параметры:

- $n(\tau k)$ — вектор смен состояний моделируемой системы с координатами:
 $n_1(t_k)$ — количество эксплуатируемых вагонов,
 $n_2(t_k)$ — количество вагонов, выведенных из эксплуатации в ожидании ремонта,
 $n_3(t_k)$ — количество вагонов, находящихся в процессе восстановления и ремонта,
 $n_4(t_k)$ — количество новых вагонов, вводимых в эксплуатацию в рамках программы обновления ж. д. подвижного состава;

$S_{\text{вбр}}(t)$ — вектор временных периодов безотказной работы вагона, с компонентами

$$S_{\text{вбр}}(i, t) = S(i, k2) - S(i, k1) = Dt_{\text{вбр}}(i), \quad (5)$$

$S_l(t)$ — вектор временных периодов ожидания вагонами ремонта в вагонном депо, где

$$S_l(i, t) = S(i, k3) - S(i, k2) = Dtl(i), \quad (6)$$

$S_m(t)$ — вектор временных периодов нахождения нового подвижного состава в «холодном» запасе, где

$$S_m(i, t) = S(i, k1(tk+1)) - S(i, k4) = Dtm(i), \quad (7)$$

$S_{\text{МРП}}(t)$ — вектор значений межремонтных периодов вагонов, где

$$S_{\text{МРП}}(j, t) = S(j, k4) - S(j, k3) = Dt_{\text{МРП}}(j), \quad (8)$$

$S_6(t)$ — вектор значений полных ремонтных циклов для вагонов, где

$$S_6(i, t) = S(i, k4) - S(i, k1) = Dt_6(i), \quad (9)$$

Выходные данные имитационной модели поступают в блок статистической обработки результатов моделирования, на выходе которого имеем средние характеристики, необходимые для расчета ресурсных параметров ремонтно-технических служб [3], а именно:

коэффициентом готовности группы вагонов промпредприятия назовем отклонение времени безотказной их работы (t_p) к сумме времени их безотказной работы и времени восстановления (t_v) их работоспособности ($t_p + t_v$)

$$k_z = \frac{t_p}{t_p + t_v}, \quad (10)$$

коэффициентом вынужденного простоя — отношение времени восстановления к сумме времени восстановления и безотказной работы вагонов

$$k_n = \frac{t_v}{t_p + t_v}, \quad (11)$$

коэффициентом профилактики называется отношение времени восстановления ко времени безотказной работы вагонов:

$$k_{np} = \frac{t_v}{t_p} = \frac{1 - k_z}{k_n} = \frac{k_n}{k_z}, \quad (12)$$

частотой профилактики называется отношение числа осмотров и ремонтов к сумме времени безотказной работы и восстановления:

$$k_\omega = \frac{n_p + n_{oc}}{t_p + t_v}, \quad (13)$$

где n_p — число ремонтов;

n_{oc} — число профилактических осмотров.

объединенная удельная оперативная стоимость технических обслуживаний и ремонтов

$$C = \bar{C}_{mo} + \bar{C}_{mp} + \bar{C}_{кр}, \quad (14)$$

где \bar{C}_{mo} — удельная оперативная суммарная стоимость технических обслуживаний;

\bar{C}_{mp} — удельная суммарная оперативная стоимость текущих ремонтов;

$\bar{C}_{кр}$ — удельная суммарная оперативная стоимость капитальных ремонтов.

Выводы

Дальнейшее развитие работ по имитационному моделированию направлено на определение оптимальных настроек ресурсных параметров ремонтно-технических служб.

Перечень литературы

1. Майба И.А. Повышение эксплуатационной эффективности фрикционных систем железнодорожного подвижного состава: Монография.
2. Евгеньев Г.Б. Системология инженерных знаний.— М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э., 2001.— 374 с.
3. Губенко В.К. Факторная цепь готовности к транспортно-технологическим операциям вагонов промышленного транспорта/В.К. Губенко, М.В. Хара // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. праць.— Маріуполь, 2008.— Вип. № 18.— С. 226–229.

Анотація. Істотний вплив на якість роботи залізничного транспорту надає стан вагонного господарства, яке зараз знаходиться в достатньо складному положенні. Основна проблема вагонного господарства — це старіння вагонного парку, погіршення його технічного стану, відсутність можливості закупівель нових вагонів і запасних частин в необхідних кількостях, з одного боку, і недостатньо ефективна вагоноремонтна база, з іншого боку. У статті розроблена імітаційна модель експлуатації вагонів, об'єднаних єдиною технологією і регламентом ремонтно-технічного обслуговування.

Abstract. Substantial influence on quality of work of railway transport renders the state of carriage economy which now is in a difficult enough situation. A basic problem of carriage economy is a senescence of carriage park, worsening of his technical state, absence of possibility of purchases of new carnages and awaiting-parts in necessary amounts, from one side, and it is not enough effective a carriage is repair base, from other side. The simulation model of exploitation of carriages, incorporated single technology and regulation of repair-technical service is developed in the article.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2009 р.

УДК 625.768.5:330.15

СТОЛЯРОВ К. А., інженер; СТОЛЯРОВА Н. О., к. т. н., Автомобільно-дорожній інститут ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка, ЛИХОШЕРСТ Р. В., асс., Донецкий інститут автомобільного транспорту

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

Анализируется влияние состояния дорожного покрытия и различных стратегий производства работ по зимнему содержанию на уровень загрязнения окружающей среды выбросами транспортных средств; дается анализ используемых в различных странах методов борьбы с зимней скользкостью с позиций их влияния на окружающую среду.

Постановка проблемы

Влияние человека на окружающую среду увеличивается по мере развития цивилизации и ускорения технического прогресса. В настоящее время негативное воздействие на экологическую обстановку приблизилось к критической отметке, после которой могут начаться необратимые последствия, связанные с разрушительной антропогенной деятельностью.

Автомобильная дорога, особенно крупная автомагистраль, и проходящий по ней автомобильный транспорт, являются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, а также разрушения природного ландшафта на прилегающей к ней территории.

Интенсивное развитие автомобилизации во всем мире, расширение и упорядочение сети автомобильных дорог, повышение грузоподъемности и средней скорости транспортных средств, рост интенсивности движения вызывают усиление токсичного и виброакустического загрязнения окружающей среды (ОС), выдвигая на первый план решение проблем экологической безопасности и снижения воздействия транспортных средств на среду обитания человека.

Ежегодные транспортные выбросы в атмосферу Украины составляют около 1,85 млн. т вредных веществ [1]. Всего в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания содержится более 200 токсичных веществ. Наиболее канцерогенными из них являются оксид углерода, окислы азота и серы, сажа, альдегиды, соединения свинца и других тяжелых металлов.