

Технология нанесения термопластиков очень экономична и удобна. Стоимость разметочных работ термопластиками в пересчете на общие затраты (с учетом долговечности материала) примерно на 20–25% ниже традиционных материалов. Прогнозируемая функциональная долговечность горизонтальной дорожной разметки, выполненной термопластиками, составляет не менее 3-х лет (для красок и эмалей этот показатель равен 6 месяцев).

Таким образом, термопластичные материалы в полной мере могут служить качественной экологически и экономически полноценной альтернативой эмалям и краскам, которые в настоящее время в основном применяются для горизонтальной разметки автомобильных дорог.

Список использованных источников:

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
3. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. - М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
4. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. - 272 с.

Шведовский П.В., Дай Чжичэн, У Вэйдун, Чжао Сяохань, Козловский Д.С.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОМЕНДУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ РАБОТ ПО БЕЗОПАСНОМУ ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Брестский государственный технический университет, кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

Образующиеся на автомобильных дорогах снежно-ледяные отложения приводят к снижению скорости движения автомобилей в 2-2,5 раза, производительности транспортных средств на 30-40% и увеличению себестоимости перевозок на 25-30%. Опасность движения при гололеде, по сравнению с сухим покрытием, увеличивается примерно в 10 раз, а при снежном накате — в 3-4 раза. Зимняя скользкость является причиной возникновения от 5 до 30% дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в зависимости от длительности зимнего периода и района их проложения [1, стр. 89].

Общепризнан эффективным профилактический способ обработки покрытия автомобильных дорог твердыми и, в большей степени, жидкими хлоридами с целью предотвращения зимней скользкости на проезжей части при расходе хлоридов 5-15 г/м². Однако этот способ эффективен только при наличии систем предупреждения о неблагоприятных погодных явлениях.

Для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах практически во всех странах применяют чистые хлориды в твердом или жидком виде, без добавления

песка и других фрикционных материалов. Максимально допустимые нормы распределения в большинстве стран приняты равными 40-50 г/м², минимальные — 5-10 г/м². Практические нормы распределения составляют 10-20 г/м². Для россыпи твердых и розлива жидких противогололедных материалов используют автомобили с изменяемой нормой распределения [2, стр. 36].

Во многих странах перспективным материалом для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах считается и влажная соль, получаемая путем смачивания хлорида натрия раствором хлористого кальция. К ее основным преимуществам относится уменьшение нормы расхода на 30-40% с получением такого же эффекта за счет ускорения процесса плавления льда и удерживания кристаллов соли на покрытии. При этом дефицит химических материалов может быть успешно устранен применением местных материалов, в частности, жидких хлоридов в виде рассолов природного или искусственного происхождения [2, стр. 84].

Однако зимнее содержание дорог с использованием химических противогололедных материалов приводит к дополнительному загрязнению придорожных территорий (почвы, грунтовых и поверхностных вод) и является причиной коррозии дорожного покрытия, коммуникаций, транспортных средств, обстановки дороги. Разрушительное действие солей растянуто во времени, однако, оно более чем очевидно.

Поэтому выбор оптимальных средств борьбы с гололедными явлениями должен рассматриваться не только с технико-экономических позиций, но и с экологической точки зрения [3, стр. 42; 4, стр. 83].

Как показывает практика экономический эффект от снижения загрязнения придорожных территорий формируется за счет уменьшения ущерба, наносимого окружающей среде. Он складывается из экономического эффекта от сокращения расхода соли, уменьшения загрязнения придорожной полосы хлоридами, снижения выбросов автомобилями за счет увеличения скорости движения транспортных средств при ликвидации скользкости или сокращении времени нахождения покрытия в условиях зимней скользкости [5, стр. 16].

Экономический эффект от сокращения расхода соли определяется по зависимости:

$$\mathcal{E}_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \Delta Q, \quad (1)$$

где C_{NaCl} – отпускная цена на 1 т соли;

ΔQ – сокращение расхода соли.

Экономический эффект, получаемый при профилактической обработке покрытия, с учетом краткосрочных специализированных прогнозов, на 100 км дороги, приведен ниже [6, стр. 26].

Категория дороги	Экономический эффект, тыс. у.е.
I	13,2 - 16,5
II	7,1 - 9,7
III	6,4 - 8,6
IV - V	5,6 - 7,5

Ущерб от загрязнения окружающей среды хлоридами определяется по зависимости:

$$Y_i = \gamma \sigma f_i m_i A_x, \quad (2)$$

где γ – коэффициент, переводящий балльную оценку в стоимостную;

σ – коэффициент, оценивающий состав реципиентов, на которые воздействует вредное вещество;

f_i – безразмерный коэффициент, оценивающий рассеивание примесей;

m_i – общее количество выбросов i -го вещества;

A_x – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества.

Величина экологического ущерба от загрязнения окружающей среды хлоридами при зимнем содержании дорог различных категорий представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Ущерб от загрязнения окружающей среды хлоридами

Схема организации работ	Ущерб от загрязнения окружающей среды для дорог различных категорий, у.е./100 км			
	I (16,5м)	II (9,0 м)	III (8,0 м)	IV - V (7,0 м)
1 (с учетом температуры воздуха и количества выпавших осадков)	141,9	77,5	68,8	60,2
2 (с учетом прогноза минимальной температуры)	130,0	70,6	63,0	55,1
3 (на базе специализированных дорожных прогнозов)	94,9	51,8	46,0	40,2

Экономический эффект за счет уменьшения загрязнения окружающей среды противогололедными солями определяется зависимостью:

$$Э_{ос} = \gamma \sigma f_i (m_1 - m_2) A_x, \quad (3)$$

где m_1, m_2 – общее количество хлоридов соответственно до и после внедрения профилактических мероприятий.

Экономический эффект, полученный при переходе на профилактическую обработку покрытия, по данным краткосрочных специализированных прогнозов, на 100 км дорог, приведен ниже.

Категория дороги	Экономический эффект, тыс. у.е
I	35,1 - 47,1
II	18,9 - 25,7
III	17,1 - 22,9
IV - V	14,9 - 18,1

Для оценки эффективности осуществляемых мероприятий по зимнему содержанию дорог может быть определена величина экономического ущерба от выбросов автомобилей. Однако существующая методика учитывает только коэффициенты влияния уровня технического состояния автомобилей и среднего возраста парка. При этом коэффициент влияния погодных-климатических условий принимается равным единице. Для учета изменения уровней выбросов при наличии скользкости на покрытии, необходимо учитывать изменения уровня выбросов при различном состоянии дорожного покрытия, что и определяет расчетную зависимость ущерба в виде:

$$U_i = \gamma \sigma f_i M_i K_{im}, \quad (4)$$

где M_i – общее количество выбросов i -го вещества, т/ч;

$$M_i = \sum_{j=1}^n A_j m_{ij}; \quad (5)$$

A_j – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества;

m_{ij} – масса i -го вещества, выбрасываемая j -м типом двигателя внутреннего сгорания;

n – количество типов автомобилей;

K_{im} – коэффициент, учитывающий изменение уровня выбросов i -го вещества при m -м состоянии покрытия.

Экономический эффект может быть посчитан путем сопоставления ущерба для скользкого покрытия ($Y_i^{СК}$) с ущербом для покрытия без зимней скользкости ($Y_i^{чист}$), что позволяет оценить различные схемы организации работ при зимнем содержании [7, стр. 102]:

$$\mathcal{E}_i = Y_i^{СК} - Y_i^{чист}. \quad (6)$$

Расчет экономического эффекта при сокращении скользкости на покрытии на 1 ч приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Определение экономического эффекта от снижения выбросов автомобилей за счет ликвидации скользкости на покрытии

Вид устраняемой скользкости	Экономический эффект, у.е., при интенсивности движения, авт./ч				
	500	400	300	200	100
	Выбросы CO				
Рыхлый снег (снежный накат)	10,1	8,1	6,1	4,0	2,0
Стекловидный лед	28,7	23,0	17,2	11,5	5,7
	Выбросы NO_2				
Снежный накат	215,6	172,5	129,4	86,2	43,1
Рыхлый снег	253,8	203,0	152,3	101,5	50,8
Стекловидный лед	472,7	378,2	283,6	189,1	94,5

Расчеты показали, что для типового участка автомобильной дороги Республики Беларусь и Северного Китая, при среднесуточной интенсивности движения зимой 5636 авт./сут (428 авт./ч), экономический эффект от ликвидации одного случая образования скользкости на 1 км дороги составляют:

$\mathcal{E}_r = 430,0$ у.е. — для стекловидного льда; $\mathcal{E}_{сн} = 221,8$ у.е. — для снежного наката; $\mathcal{E}_{рс} = 117,4$ у.е. — для рыхлого снега.

Все это характеризует высокую эффективность комплекса профилактических мероприятий по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, I – IV категорий.

Список использованных источников:

1. Васильев, А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. / А.П. Васильев // - М.: Транспорт, 1976. - 224 с.
2. Методы зимнего содержания дорог в Финляндии: Пер. с англ. Е.А. Алексеевой/ Под ред. Е.Н. Баринаова, М.П. Костельова.// - С.-Пб.: Дор. учеб.-инж. центр, 1995. - 66 с.
3. Якубовский, Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. / Ю. Якубовский // Пер. с польск. - М.: Транспорт, 1979. -198 с.
4. Малов, Р.В. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. / Р.В. Малов // - М., 1982. - 200 с.
5. Згиборз, И.П. Расчет ущерба от загрязнения природной среды / И.П. Згиборз // Автомоб. дороги. - 1985. - № 10. - С. 16-17.
6. Александрова, А.Г. Охрана окружающей среды (по материалам XIX Всемирного дорожного конгресса) / А.Г. Александрова // Автомоб. дороги. - 1992. - № 5-6. - С. 25-27.
7. Hahn, S., Bauer, A. Erfahrungen mit Feuchtsalz zur Glattebekapfung auf Autobahn in Reinland-Platz. / S. Hahn, A. Bauer // Strasse undAutobahn, 1981.H 2 – s. 15-24.