

УДК 630.383

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**А.В. Скрыпников, А.И. Вакулин**

Интенсивное развитие автомобилизации во всем мире, расширение и упорядочение сети автодорог, повышение грузоподъёмности и средней скорости транспортных средств, рост интенсивности движения вызывают усиление токсичного и виброакустического загрязнения окружающей среды, выдвигая на первый план решение проблем экологической безопасности и снижение воздействия автотранспорта на среду обитания человека [1].

Ежегодные транспортные выбросы в атмосферу России составляют около 35 млн. т вредных веществ. 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 тяжёлых металлов.

Непрерывно увеличивающееся транспортное загрязнение существенно изменяет качественный состав атмосферного воздуха, что влечёт за собой ухудшение микроклимата в придорожной полосе. Эти изменения в крупных населённых пунктах характеризуются увеличением температуры воздуха, снижением ультрафиолетовой радиации до 30 %, уменьшением видимости, увеличением облачности и осадков, изменением циркуляции воздуха.

Проблеме предупреждения и борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах в настоящее время уделяется приоритетное внимание во всех странах, территория которых ежегодно испытывает воздействие отрицательных температур. Выбор оптимальных средств борьбы с гололёдными явлениями рассматривается специалистами не только с технико-экономических позиций, но и с экологической точки зрения.

Применение абразивных материалов в виде посыпки поверхности дороги песком, щебнем, отходами металлургической промышленности для повышения

коэффициента сцепления шин с покрытием приводит к существенному загрязнению территории придорожной полосы, а в весенний период возникает необходимость сбора отработанных материалов. Кроме того, часть из них сдувается турбулентным потоком воздуха с покрытия, и они имеют ограниченный срок эффективного действия.

Широкое распространение в целях борьбы со снежно–ледяными образованиями хлоридов калия, кальция, магния обусловлено их доступностью и относительно невысокой стоимостью. Однако их применение вызывает загрязнение почвы, грунтовых и поверхностных вод, коррозию покрытия, коммуникаций, транспортных средств, обстановки дороги. Разрушительное действие солей растянуто во времени, тем не менее, оно очевидно. Места складирования песко-соляных смесей для зимнего содержания дорог являются серьёзным источником окружающей среды.

В качестве противогололёдных средств широко используется метод смешивания сухой соли с абразивными материалами, что позволяет усилить антигололёдное воздействие, при этом экономится до 50 % соли. Однако такая смесь не обладает одинаковой точкой понижения температуры замерзания по всей поверхности распределения, требует большого количества распределяемой смеси, не оказывает длительного воздействия на снежно–ледяные образования и для проявления антигололёдного эффекта необходима высокая влажность воздуха.

Принцип действия всех перечисленных средств борьбы с зимней скользкостью основан на разрушении сил сцепления ледяной корки с материалом покрытия, которое осуществляется уже после её образования. Поэтому наиболее перспективным направлением является предупреждение формирования сил сцепления с материалом, то есть создание покрытия с антигололёдными средствами в процессе строительства. Введение антигололёдного реагента непосредственно в состав чер щебеночных и асфальтобетонных смесей позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду. Однако широкое вне-

дрение антигололёдных покрытий в практику дорожного строительства сдерживается по экономическим причинам.

Выбор методов борьбы с зимней скользкостью в конкретных случаях эксплуатации автодорог определяется различными физико-механическими свойствами и условиями формирования снежно-ледяных образований на поверхности покрытия. При этом исключительное важное значение для организации мероприятий по их устранению приобретает своевременное информирование дорожных служб о возможных сроках появления скользкости на покрытии и обеспечение требуемой степени безопасности движения.

Экономический эффект от снижения загрязнения окружающей среды [1] будет получаться за счёт уменьшения ущерба, наносимого придорожной полосе при различных схемах зимнего содержания. Он будет складываться из экономического эффекта от сокращения расхода соли, от уменьшения автотранспорта, уменьшения количества ДТП и увеличения скорости движения при ликвидации или сокращении времени нахождения покрытия в условиях зимней скользкости.

Экономический эффект от сокращения расхода соли определяется по формуле

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

где  $C_{\text{NaCl}}$  – отпускная цена на 1 т соли, р.;

$\Delta Q$  – сокращение расхода соли, т.

Ущерб от загрязнения окружающей среды хлоридами определяется по формуле:

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

где  $\gamma$  – коэффициент, переводящий балльную оценку в стоимостную (в базисных ценах  $\gamma=3,32$  р./усл.т);

$\sigma$  – коэффициент, оценивающий состав реципиентов, на которые воздействует вредное вещество ( $\sigma=4$ );

$f_i$  – безразмерный коэффициент, оценивающий рассеивание примесей;

$m_i$  – общее количество выбросов  $i$ -го вещества, т;

$A_x$  – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества.

Экономический эффект за счёт уменьшения загрязнения окружающей среды солями рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{OC} = \gamma \sigma f_i (m_1 - m_2) A_x, \quad (3)$$

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

Для оценки эффективности осуществляемых мероприятий по зимнему содержанию дорог определим величину экономического ущерба от выбросов автотранспорта. Существующая методика учитывает только коэффициенты влияния уровня технического состояния автомобилей и среднего возраста парка. При этом коэффициент влияния погодных-климатических условий принимается равным 1. В данной работе учтём изменение уровней выбросов при различных состояниях покрытия, полученное при их моделировании. Расчёт ущерба производится по формуле

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

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

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

где  $A_i$  – коэффициент относительной агрессивности загрязняющего вещества ( $A_{CO} = 1, A_{NO_2} = 4$ );

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

$n$  – количество типов автомобилей;

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

Ущерб от одного ДТП при различных состояниях покрытия определяется

$$A_i = t_i a_i P M N L, \quad (6)$$

где  $t_i$  – продолжительность нахождения скользкости на покрытии, ч;

$a_i$  – удельный вес ДТП, зависящий от состояния покрытия, на 1 млн. авт.км;

$P$  – средние потери от ДТП;

$M$  – коэффициент тяжести ДТП;

$N$  – интенсивность движения, авт/ч;

$L$  – длина участка, км.

На рисунках 1, 2 представлены графики, построенные по формуле (5). Они связывают такие параметры, как интенсивность движения, состояние покрытие, количество выбросов в час.

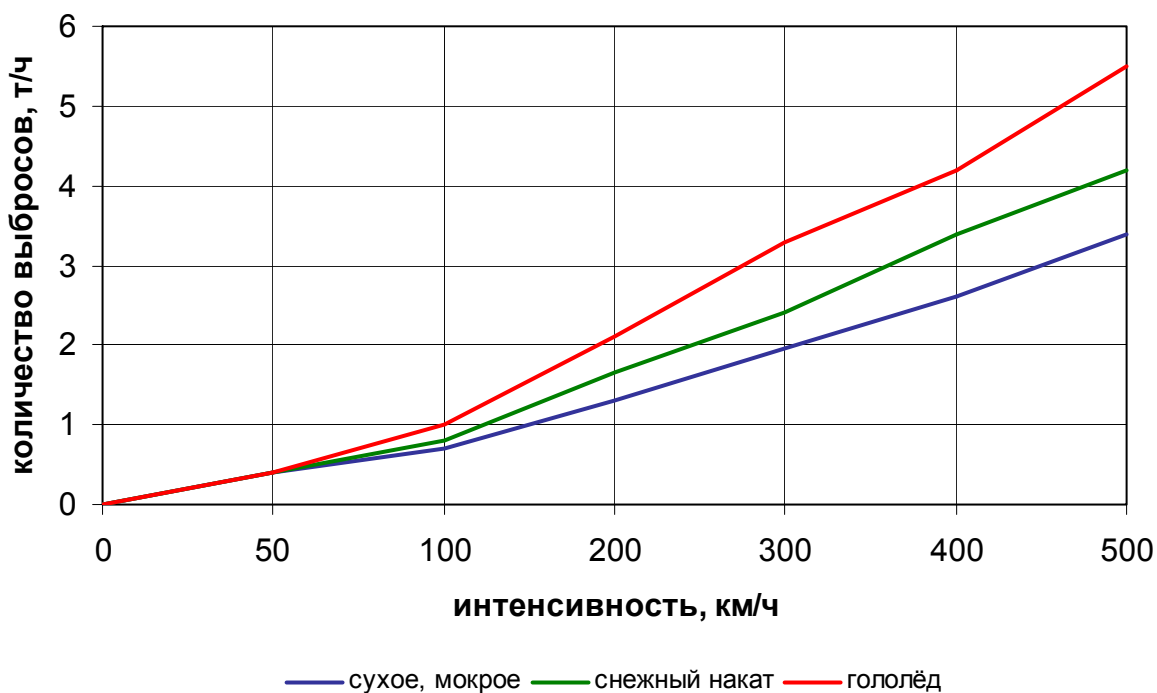


Рисунок 1 – Определение количества выбросов CO от загрязнения атмосферы для 100 км пробега автотранспорта при различных состояниях покрытия

Экономический эффект от уменьшения числа ДТП при сокращении времени нахождения на покрытии скользкости определяется по формуле

$$\mathcal{E}_i = A_i Z_i, \quad (7)$$

где  $Z_i$  – улучшение сцепных качеств покрытия.

Экономический эффект от увеличения скорости движения после осуществления мероприятий по безопасности движения рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_v = SLTN(1/V_1 - 1/V_2), \quad (8)$$

где  $S$  – стоимость 1 авт-ч (принимается равным 5 р в базисных ценах 1991 года);

$V_1, V_2$  – средняя скорость до и после проведения мероприятий по борьбе с зимней скользкостью.

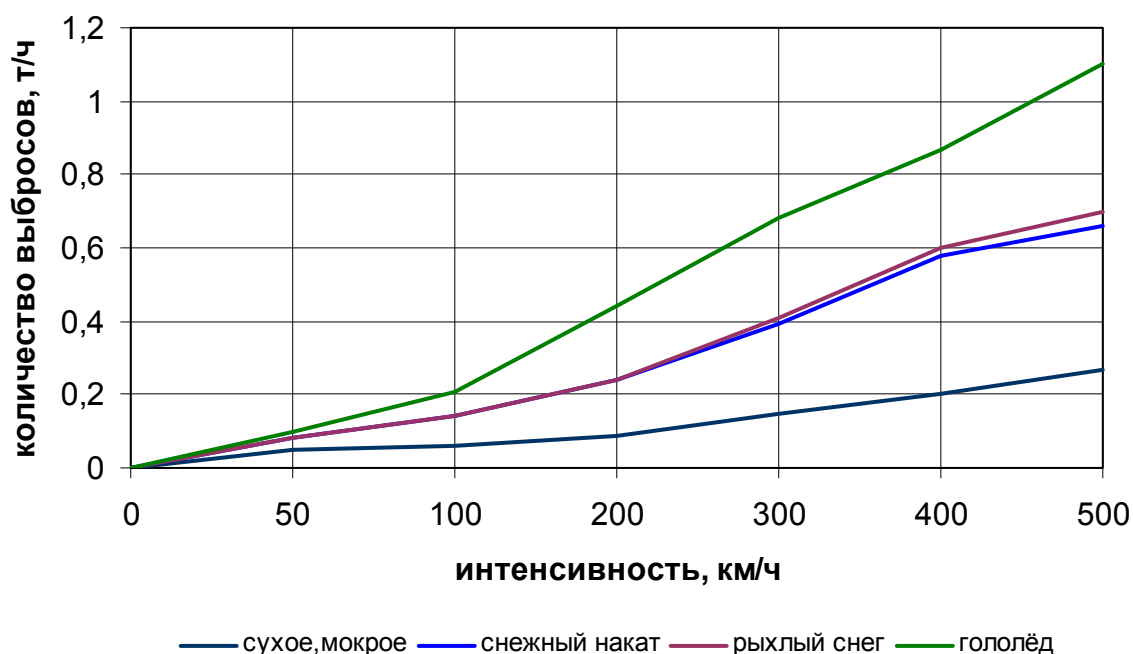


Рисунок 2 – Определение количества выбросов  $\text{NO}_2$  от загрязнения атмосферы для 100 км пробега автотранспорта при различных состояниях покрытия

Повышение безопасности движения и величина экономического эффекта в течение зимнего периода будет зависеть от количества предотвращенных случаев образования скользкости на покрытии и от времени её ликвидации.

#### Список литературы

1. Бабков, В.Ф. Реконструкция автомобильных дорог / В.Ф. Бабков.– М.: Высшая школа, 1977. – 212 с.