

**МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«Научно-исследовательский центр по испытаниям и доводке
автомобилей»**

Архивный № A9135

Утверждаю
Зам. генерального директора
по научной работе, к.т.н.

_____ В.И.Сальников
« ____ » _____ 2003 г.

**ОТЧЕТ
о научно-исследовательской работе**

**ПРОВЕДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ
НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Дмитров – 7, 2003.

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ,
к.т.н., с.н.с.**

Э.Н.Никульников
(организация и научное
руководство)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Зав. сектором тормозной динамики

Ю.П.Шевелкин
(организация и проведение
испытаний)

Зав. сектором

А.В.Земныхов
(организация и проведение
коррозионных испытаний,
составление отчета)

Старший научный сотрудник

А.А.Барашков
(организация и проведение
испытаний, составление
отчета)

Старший научный сотрудник

Ю.Ф.Благодарный
(участие в проведении
испытаний)

Ведущий инженер

С.И.Моренов
(проведение испытаний,
обработка результатов
испытаний)

Инженер-исследователь 1 категории

А.А.Прокофьев
(измерения коэффициентов
сцепления, обработка
результатов испытаний)

Инженер-исследователь 1 категории

Н.Л.Новоселова
(обработка результатов
испытаний, оформление
отчета)

Техник 1 категории

Л.А.Гагарина
(обработка результатов
испытаний, оформление
отчета)

РЕФЕРАТ

Отчет 87 стр., 53 рис., 16 табл.

ДОРОГИ АВТОМОБИЛЬНЫЕ, ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫЕ РЕАГЕНТЫ,
КОЭФФИЦИЕНТЫ СЦЕПЛЕНИЯ, КОРРОЗИОННАЯ АГРЕССИВНОСТЬ,
НОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.

Проведены исследования и испытания по оценке влияния противогололедных реагентов на безопасность эксплуатации наземных транспортных средств.

Проведены теоретические исследования факторов, влияющих на коэффициент сцепления дорожных покрытий, обработанных противогололедными реагентами.

Исследовано влияние противогололедных реагентов на коэффициенты сцепления дорожных покрытий при различных нормах распределения и в различных погодных условиях. Проведена оценка коррозионной агрессивности противогололедных реагентов на элементы конструкций дорожных ограждений и автомобилей.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	5
1. Состояние проблемы, цель и задачи исследования.....	7
1.1. Анализ факторов, влияющих на коэффициент сцепления дорожных покрытий.....	7
1.2. Анализ факторов, влияющих на коэффициент сцепления поверхности дорожных покрытий в зимний период времени.....	12
1.3. Анализ свойств современных противогололедных реагентов.....	15
1.4. Анализ требований к сцепным свойствам дорожных покрытий. Методы и средства определения коэффициента сцепления.....	22
2. Испытания по оценке влияния противогололедных реагентов на коэффициент сцепления дорожных покрытий.....	24
2.1. Объекты испытаний.....	24
2.2. Цель испытаний.....	24
2.3. Условия испытаний.....	24
2.4. Результаты испытаний.....	24
2.4.1. Превентивная обработка поверхности мокрого асфальтобетона....	24
2.4.2. Превентивная обработка поверхности сухого асфальтобетона.....	30
2.5. Выводы.....	32
3. Исследование коррозионной агрессивности противогололедных реагентов.....	34
3.1. Цель испытаний	34
3.2. Объекты испытаний.....	34
3.3. Контрольные объекты.....	34
3.4. Объем и методы испытаний.....	51
3.5. Результаты испытаний.....	53
3.6. Выводы и заключение.....	76
Список литературы.....	77
 Приложения:	
Приложение 1. Техническое задание на НИР «Проведение дополнительных испытаний по оценке влияния противогололедных реагентов на безопасность эксплуатации наземных транспортных средств»...	78
Приложение 2. Программа-методика дополнительных испытаний по оценке влияния противогололедных реагентов на безопасность эксплуатации наземных транспортных средств.....	81
Приложение 3. Фазовые диаграммы водных растворов противогололедных реагентов.....	84
Приложение 4. Фрагменты испытаний противогололедных реагентов.....	86

ВВЕДЕНИЕ

На IV Всероссийской практической конференции по обеспечению безопасности дорожного движения [1], которая проводилась 10-11 декабря 2002г. в г. Москве, отмечено, что при оформлении каждого четвертого (24,2 %) происшествия в стране зафиксированы недостатки содержания улично-дорожной сети, сопутствующие возникновению ДТП. Неудовлетворительные дорожные условия были отмечены при совершении 36870 происшествий, в которых погибли 7044 и получили ранения 42705 человек.

Число ДТП, связанных с повышенной скользкостью покрытий, достигает 40 % [2], что свидетельствует о трудности эффективной борьбы со скользкостью покрытий в зимнее время.

Основным показателем качества покрытия является коэффициент сцепления φ . Коэффициент сцепления величина случайная, он зависит от типа покрытия, времени года, погодных и других условий. С уменьшением φ вероятность появления ДТП растет. Для оценки влияния погодно-климатических и метеорологических факторов на изменение условий движения коэффициент сцепления связывают с коэффициентом аварийности $K_{ав}$, представляющим собой отношение скоростей при смене условий движения [3]. С уменьшением φ увеличивается $K_{ав}$. Хорошей дороге ($\varphi \geq 0,7$) соответствует $K_{ав} = 1$. Зависимость $K_{ав} = f(\varphi)$ нелинейная, резкое нарастание $K_{ав}$ начинается при $\varphi < 0,4$. При снижении коэффициента сцепления до 0,2, т.е. в 3,5 раза $K_{ав}$ увеличивается в 16 раз. При экстренном торможении на скользких покрытиях ($\varphi = 0,2$) тормозной путь автомобиля увеличивается в 3,5 раза по сравнению с аналогичным торможением на дорожных покрытиях с высоким коэффициентом сцепления, при этом значительно снижается устойчивость автомобиля.

Эффективным средством борьбы с зимней скользкостью (гололед, снежный накат) является применение противогололедных реагентов. Причем, наряду с традиционными пескосоляными смесями в больших городах применяются новые химические противогололедные реагенты, которые являются более экологичными. Одним из преимуществ использования новых противогололедных реагентов является увеличение временного отрезка с момента начала снегопада до момента удаления снега с поверхности дороги без образования на покрытии накатов и наледей. При этом возможна как предварительная (превентивная) обработка покрытий дорог жидкими реагентами до начала выпадения осадков и образования снежной корки или гололеда, так и куративная обработка твердыми реагентами.

Однако практика широкомасштабного применения новых реагентов на дорогах и улицах Москвы в 2002÷2003 г.г. показала, что их применение в ряде случаев повышает скользкость дорожных покрытий даже при полном отсутствии признаков снежной массы или гололеда. Это свидетельствует о необходимости совершенствования технологии снегоуборочных работ с применением новых реагентов. Для разработки обоснованных рекомендаций по применению новых противогололедных реагентов необходимо проведение исследований их влияния на коэффициент сцепления дорожных покрытий при различных погодных условиях и интенсивности транспортного потока.

Настоящая НИР проведена на основании договора между ФГУП «НИЦИАМТ» и ООО «Центр экспертизы безопасности промышленных предприятий» № 103-02/13 от 15.11.02г.

Целью НИР является оценка влияния противогололедных реагентов на безопасность эксплуатации наземных транспортных средств. В соответствии с ТЗ на НИР (см. приложение 1) испытаниям подвергались два реагента ХКМ и «Нордикс-П». НИР включала три основных раздела:

1. Теоретические исследования факторов, влияющих на коэффициент сцепления дорожных покрытий.

2. Экспериментальные исследования (натурные испытания) по оценке влияния противогололедных реагентов на коэффициент сцепления дорожных покрытий в различных погодных условиях.

3. Экспериментальные исследования по оценке коррозионной агрессивности реагентов в коррозионной камере ФГУП «НИЦИАМТ».

1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Анализ факторов, влияющих на коэффициент сцепления дорожных покрытий

Такие основные показатели активной безопасности автомобиля как эффективность торможения, устойчивость и управляемость зависят от сцепления его колеса с покрытием дороги.

Количественно сцепление колеса с дорожным покрытием определяется коэффициентом сцепления φ , как отношение результирующей реакции в опорной плоскости к соответствующему значению нормальной реакции при данном значении коэффициента продольного скольжения:

$$\varphi = \frac{R_{\Sigma}}{R_Z},$$

где $R_{\Sigma} = R_X + R_Y$ – геометрическая сумма продольной и боковой реакции опорной поверхности;

R_Z – нормальная реакция опорной поверхности.

В общем случае движения автомобиля продольная R_X и боковая R_Y реакции опорной поверхности могут меняться в широких пределах, но их геометрическая сумма R_{Σ} для данных дорожных условий остается постоянной. Например, при максимальной реализации продольной реакции опорной поверхности (юз или буксование колеса) значение боковой реакции, которая может быть реализована в опорной поверхности, будет минимальным.

В связи с этим различают понятия продольный φ_X и поперечный φ_Y коэффициенты сцепления колеса, которые также связаны соотношением:

$$\varphi_{\Sigma} = \sqrt{\varphi_X^2 + \varphi_Y^2}.$$

В различных источниках для характеристики взаимодействия автомобильного колеса с покрытием дороги используются термины: сцепные качества (свойства), скользкость, сопротивление скольжению и т.п.

Фрикционное взаимодействие колеса с покрытием дороги, с точки зрения современной теории трения, обусловлено преодолением сил молекулярного взаимодействия между поверхностями (адгезионная составляющая) и механического сопротивления, связанного с деформацией их поверхностного слоя (деформационная или гистерезисная составляющая).

На сцепления колес автомобиля с покрытием дороги влияют много факторов, которые можно разделить на четыре группы:

1. Состояние дорожного покрытия: шероховатость и текстура покрытия, свойства каменного и связующего материалов и других наполнителей.
2. Состояние шин: рисунок и степень износа протектора, физические и химические свойства резины, удельное давление в пятне контакта.
3. Наличие на поверхности дороги воды и других веществ в слое влаги: снег, лед, песок, глина.
4. Режим движения колеса: скорость, скольжение, боковой увод.

Поскольку влияние каждого фактора на коэффициент сцепления зависит от наложения влияния других факторов, то в данной главе рассмотрено влияние факторов 1^{ой} и 3^{ей} группы при различных режимах скольжения колеса.

Шероховатость дорожного покрытия

С увеличением шероховатости дорожного покрытия адгезионная составляющая уменьшается, деформационная возрастает. Уменьшение адгезионной составляющей опережает рост деформационной. Количественное соотношение деформационной и адгезионной составляющих трения, на гладких и шероховатых поверхностях, зависит от скорости движения.

На сухих мелкошероховатых покрытиях увеличение скорости приводит к некоторому росту коэффициента сцепления (рис. 1.1(а)). На сухих крупношероховатых покрытиях увеличение скорости приводит к незначительному снижению коэффициента сцепления (рис. 1.1(б)).

Изменение коэффициента сцепления от скорости на сухих дорожных покрытиях [4]

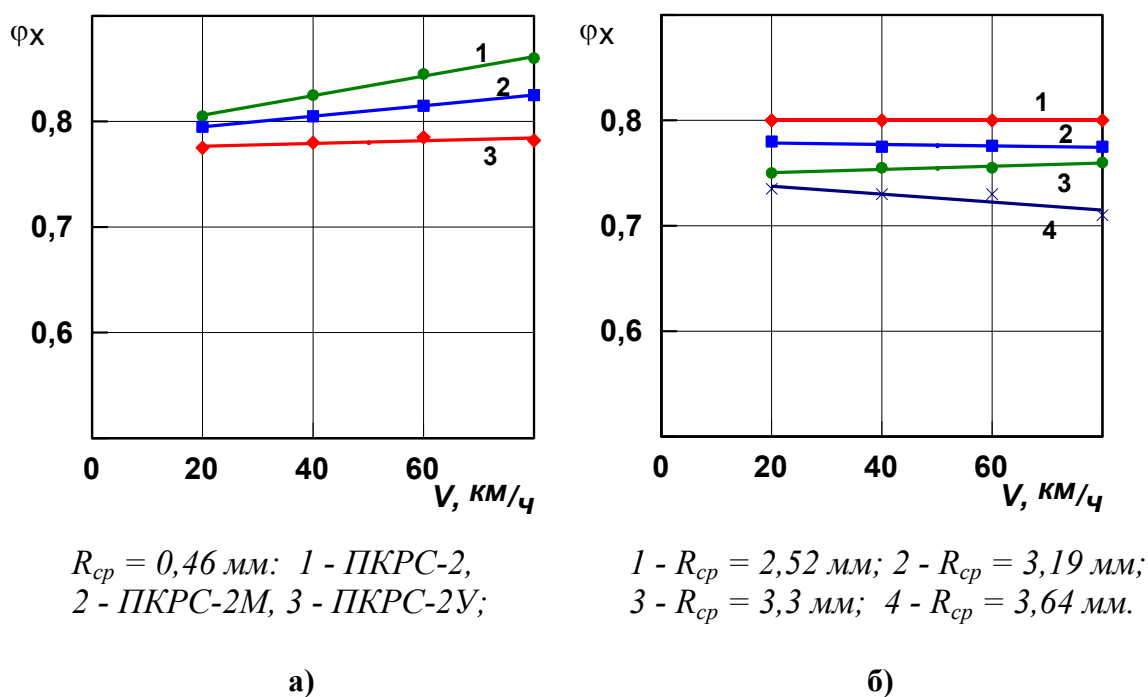


Рис. 1.1 (а, б)

а – мелкошероховатое покрытие; б – крупношероховатое покрытие.

Влияние воды.

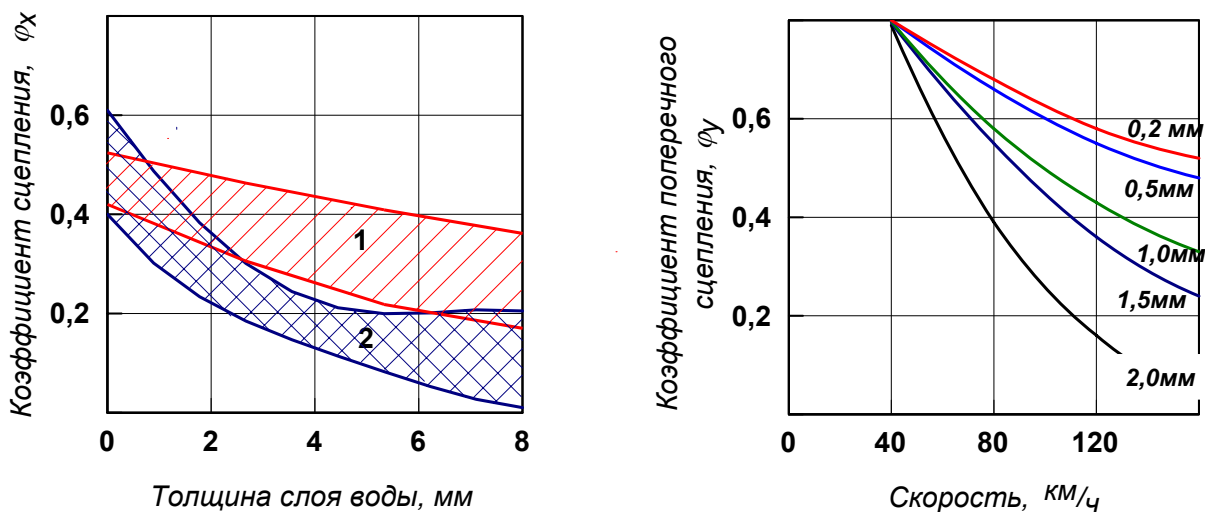
На мокрых покрытиях, независимо от степени шероховатости их поверхности увеличение скорости движения приводит к снижению коэффициента сцепления. Но величина и интенсивность его изменения находится в прямой зависимости от высоты неровностей макрошероховатости.

На мелкошероховатых поверхностях при скорости движения до 20 км/ч шина успевает удалить воду из зоны контакта и коэффициент сцепления по величине приближается к его значениям на сухом покрытии. Повышение скорости приводит к

появлению в водяной пленке гидродинамического давления. На мелко-шероховатых покрытиях при $R_{cp} \leq 0,3$ мм при увеличении скорости до 100 км/ч колесо «всплывает» и коэффициент сцепления снижается до $0,05 \div 0,1$.

Величина гидродинамического давления зависит не только от скорости колеса, но и от толщины слоя воды. На мокрых крупношероховатых поверхностях при скорости движения до 20 км/ч коэффициент сцепления ниже, чем при этих же скоростях на мелкошероховатых покрытиях (при $R_{cp} = 2,2$ мм коэффициент сцепления в $1,5 \div 1,7$ раза ниже, чем при $R_{cp} = 0,3$ мм). Повышение скорости до 80 км/ч на крупношероховатых покрытиях вызывает снижение коэффициента сцепления на $20 \div 25$ %. Чем выше макрошероховатость покрытия, тем выше значение коэффициента сцепления при высоких скоростях движения (см. рис. 1.2 (а, б)).

Зависимость коэффициента сцепления от скорости и от толщины слоя воды [4]



1 – заполнитель крупностью 0-12 мм;

2 – заполнитель крупностью 0-2 мм.

а)

б)

Рис. 1.2 (а, б)

а – влияние толщины водяной пленки на коэффициент сцепления колеса с покрытием $V=80$ км/ч;

б – зависимость коэффициента поперечного сцепления от скорости при различной толщине слоя воды.

Влияние температуры

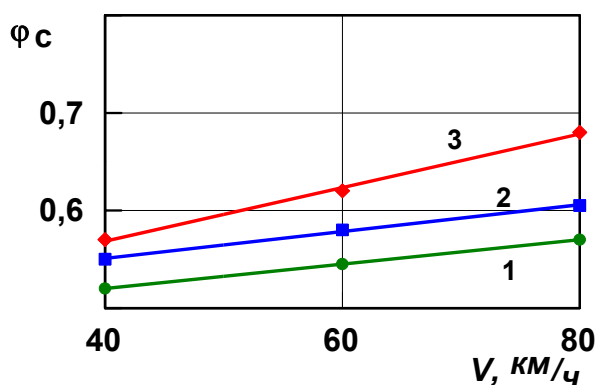
Сопротивление скольжению шин в значительной мере зависит от температуры воздуха, влияющей на физико-механические свойства резины протектора. Уменьшение эластичности и повышение твердости резины при отрицательных температурах способствует росту гистерезисных потерь, тем самым, увеличивая сопротивление скольжению шин. В холодный период года на сухих и мокрых

покрытиях сопротивление скольжению шин выше (при одинаковой шероховатости поверхности), чем летом.

Повышение сопротивления скольжению с понижением температуры имеет предел. При очень низких температурах ($-30...-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) твердость резины повышается, а сила трения при скольжении резко уменьшается.

На сухих и свободных ото льда и снега покрытиях характер связи коэффициента сцепления и скорости движения зависит от макрошероховатости поверхности покрытий. На крупношероховатых покрытиях увеличение скорости с 40 до 80 км/ч сопровождается ростом коэффициента сцепления на 6-10 % (в зависимости от высоты неровностей макрошероховатости), а на мелкошероховатых покрытиях коэффициент сцепления снижается (рис. 1.3). На мокрых покрытиях, с ростом скорости движения, коэффициент сцепления повышается тем больше, чем выше макрошероховатость поверхности (рис. 1.4).

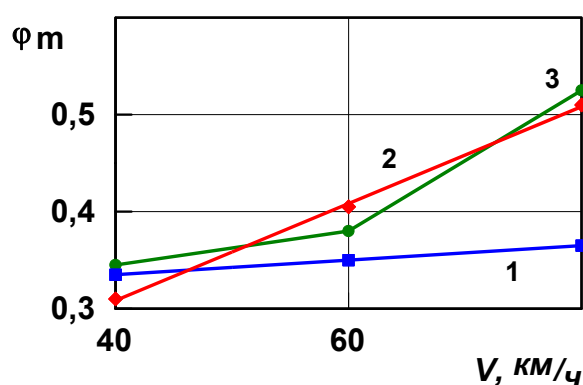
Зависимость коэффициента сцепления от скорости на сухом чистом покрытии ($t = -14...-16\text{ }^{\circ}\text{C}$) [4]



1–3 - $R_{cp} = 2,3; 2,72; 2,93\text{ мм}$ – соответственно.

Рис. 1.3.

Зависимость коэффициента сцепления от скорости на мокром чистом покрытии ($t = -2...-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) [4]



1–3 - $R_{cp} = 0,87; 2,46; 2,92\text{ мм}$ – соответственно.

Рис. 1.4.

Если при положительных температурах повышение макрошероховатости покрытия вызывает увеличение или снижение коэффициента сцепления в зависимости от увлажнения и скорости движения, то при отрицательных температурах влияние макрошероховатости на сцепные качества покрытий положительно. На сухих и мокрых асфальтобетонных покрытиях рост макрошероховатости сопровождается увеличением коэффициента сцепления и тем больше, чем выше скорость движения. На мокрых покрытиях влияние шероховатости поверхности на сопротивление скольжению шин проявляется в большей степени, на сухих покрытиях в меньшей степени (рис. 1.5 (а, б)).

Зависимость коэффициента сцепления от макрошероховатости при отрицательных температурах [4]

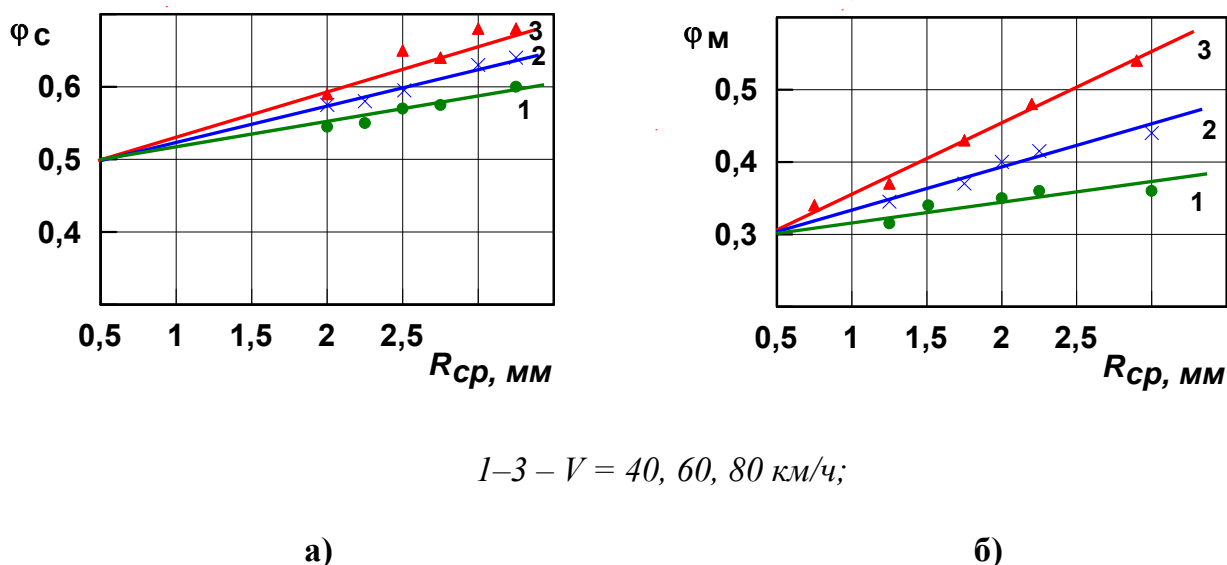


Рис. 1.5 (а, б).

a - сухое, чистое асфальтобетонное покрытие ($t = -14 \dots 15^\circ\text{C}$);

б - мокрое, чистое покрытие ($t = -2 \dots -4^{\circ}\text{C}$).

Проскальзывание колеса

Помимо поступательной скорости режим движения колеса определяется проскальзыванием.

Если на колесо не действует тормозной или приводной момент, то проскальзывание равно нулю. Под действием тормозного (приводного) момента в пятне контакта колеса с дорожным покрытием возникает проскальзывание. Если продольная сила в пятне контакта колеса с дорогой превышает силу сцепления, то проскальзывание равно 100 %. Количественно проскальзывание колес автомобиля определяется выражением:

$$S = \frac{V_a - V_k}{V_a} \cdot 100\%$$

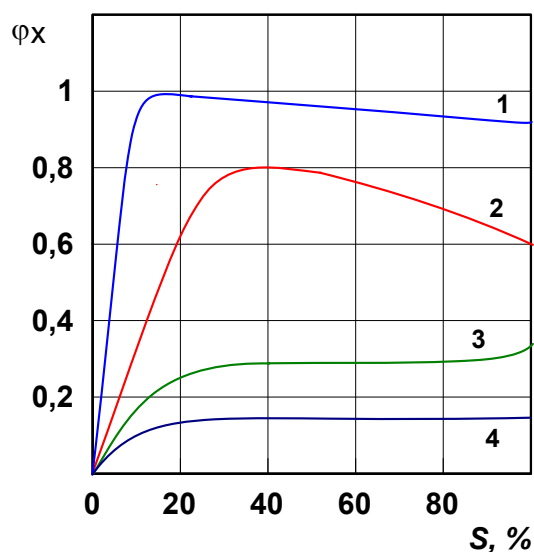
где V_a – скорость автомобиля;

V_k – окружная скорость колеса.

Кроме того, проскальзывание может быть обусловлено боковым уводом шины. На одном и том же покрытии коэффициент сцепления изменяется от проскальзывания и от бокового увода шины.

На рис. 1.6, 1.7 показано изменение продольного φ_x и поперечного φ_y коэффициентов сцепления в зависимости от степени скольжения колеса и величины бокового увода ($\varphi(S)$ – диаграммы).

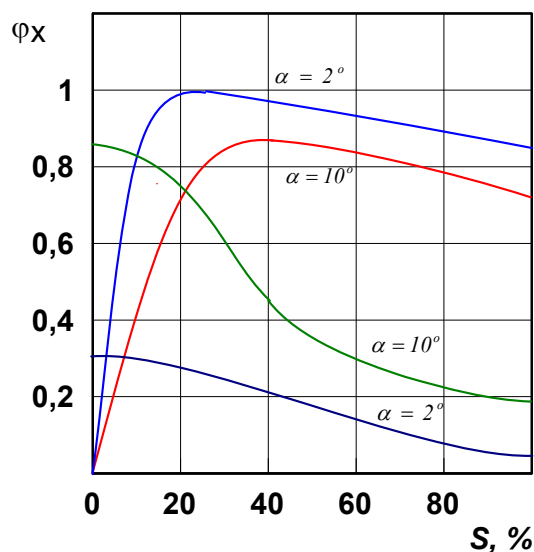
Зависимость коэффициента продольного сцепления от скольжения колеса



- 1 - радиальная шина на сухом бетоне.
 2 - диагональная, зимняя шина на мокром асфальте.
 3 - радиальная шина на укатанном снегу.
 4 - сухой лед.

Рис. 1.6.

Зависимость коэффициентов продольного и поперечного сцепления от скольжения колеса и угла бокового увода



α - угол бокового увода.

Рис. 1.7.

Как видно из $\varphi(S)$ – диаграмм максимального значения коэффициент сцепления достигает при частичном проскальзывании $S = 15...25\%$ и при увеличении скольжения снижается.

На гладких мокрых покрытиях при 100 % скольжении коэффициент сцепления снижается на 25-30 %.

На нетвердых покрытиях (грунт, укатанный снег) коэффициент сцепления достигает максимального значения при полном блокировании колеса ($S = 100\%$).

1.2. Анализ факторов, влияющих на коэффициент сцепления поверхности дорожных покрытий в зимний период времени

Поверхность дороги в зимний период времени может быть сухой, мокрой, покрытой снегом или льдом, однородной и чистой на большом протяжении или иметь отдельные пятна из снега или льда.

Состояние поверхности покрытия зимой во многом зависит от динамики изменения температуры воздуха, влажности воздуха, температуры покрытия, наличия осадков.

Основными факторами, определяющими зимнюю скользкость, является снег и гололед.

На заснеженных и оледенелых покрытиях шероховатость поверхности не влияет на сопротивление скольжению шин, если толщина слоя снега или льда превосходит высоту неровностей макрошероховатости. Однако макрошероховатость оказывает влияние на продолжительность образования снежного наката. Первоначально выпавший снег находится в рыхлом состоянии и имеет плотность $0,25 \div 0,4$. Если снегопад имеет не высокую интенсивность, а снег сухой, то под действием ветра от проходящих автомобилей происходит очищение поверхности проезжей части. Чем выше скорость движения автомобиля, тем больше снега может быть удалено за счет воздушных вихрей. На шероховатых покрытиях вершины выступов макрошероховатости свободны от снега и сцепные качества покрытий сохраняются. Впадины между выступами очищаются от снега по причине силового и теплового воздействия колес. Таким образом, чем выше интенсивность движения, тем быстрее покрытие очищается от снега.

При сильном снегопаде вся поверхность дороги покрывается снегом. Образование снежного наката на крупношероховатых покрытиях несколько задерживается, а на гладких поверхностях начинается сразу после начала снегопада. Оледенение поверхности уплотненного снега происходит в результате поступления тепла шины. Поступающее тепло превращает снег в воду, которая затем замерзает. Основными источниками тепла, поступающего в контакт шины с дорогой при качении колеса, является сама шина, а при скольжении колеса – трение в контакте.

При наличии на покрытии гололеда, обледеневшего или уплотненного снега, при отрицательных температурах ниже $-3 \dots -5$ °C, наблюдается рост коэффициента сцепления в интервале скоростей от 10 до 60 км/ч. Это объясняется тем, что с увеличением скорости движения сокращается время контакта колеса с покрытием и уменьшается толщина водяной пленки (см. рис. 1.8 (а, б)).

При дальнейшем увеличении скорости движения рост коэффициента сцепления приостанавливается, что объясняется резким поднятием температуры шины и увеличением толщины водяной пленки. Таким образом, влияние температуры поверхности покрытия на коэффициент сцепления зимой выражено значительно сильнее, чем летом. Превращение снега в ледяную корку происходит при содержании воды в снеге до 15 %.

При повышении температуры окружающего воздуха или под действием противогололедных реагентов содержание воды в снеге увеличивается. При наличии воды от 15 до 30 % снег не уплотняется, но и не смешивается, а лежит на поверхности. Если воды более 30 %, мокрый снег смещается с проезжей части колесами автомобилей. Коэффициент сцепления колес автомобиля с покрытием, при наличии мокрого снега, зависит от насыщения снега водой, толщины снежной массы, шероховатости покрытия и колеблется в широких пределах (от 0,2 до 0,5).

Для борьбы с зимней скользкостью и повышения сцепных свойств дорожных покрытий применяются противогололедные материалы: фрикционные материалы (песок, шлак, щебень, гравий); размораживающие средства в твердом и жидком состоянии (хлориды, спирты, мочевины) и смеси фрикционных материалов с хлоридами.

Эффективность применения фрикционных материалов зависит от типа зимней скользкости (ее твердости), и в целом не очень высокая. Внесение песка на укатанный снег незначительно повышает коэффициент сцепления, особенно при малых расходах. Это объясняется тем, что при торможении подавляющая часть песка собирается перед скользящими колесами.

**Зависимость коэффициента сцепления от скорости
движения при гололеде $\varphi_г$ и на снежном накате $\varphi_{сн}$ [4]**

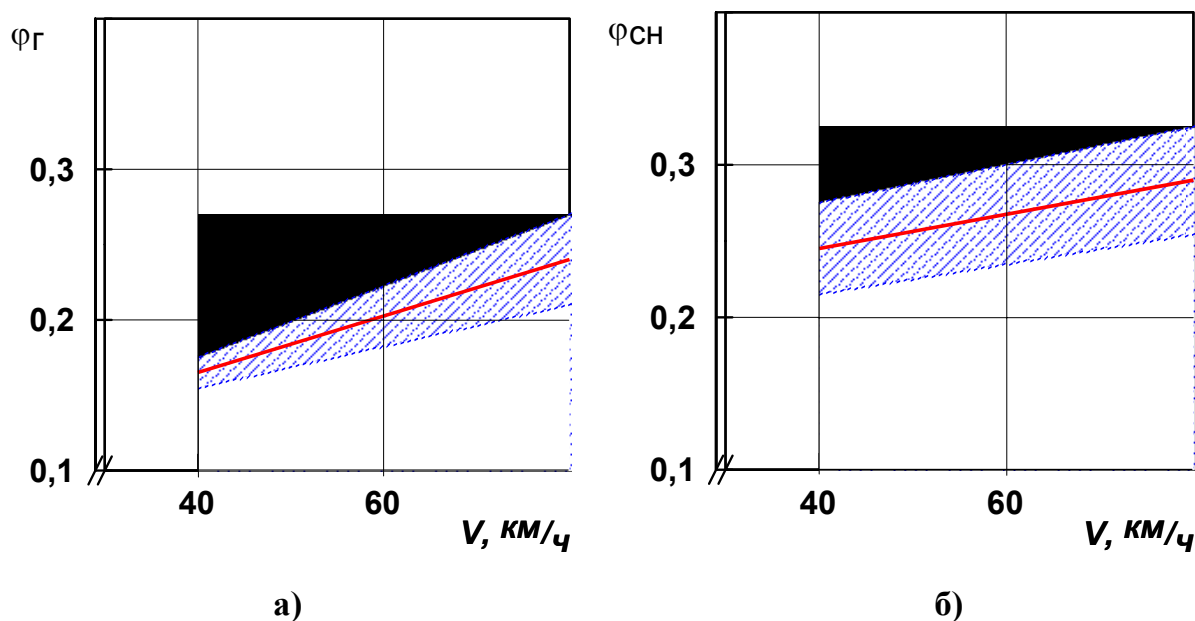


Рис. 1.8 (а, б)

$a - t = -2 \dots -3 \text{ } ^\circ\text{C};$
 $б - t = -12 \dots -16 \text{ } ^\circ\text{C}.$

Поверхности, покрытые льдом, при низких температурах обладают высокой механической прочностью, поэтому внесение песка позволяет более ощутимо повысить коэффициент сцепления. Однако после разрушения ледяной корки и образования водяной пленки коэффициент сцепления дорожного покрытия будет значительно ниже, чем на мокром чистом покрытии.

Недостатки фрикционных материалов заключаются и в том, что они действуют короткое время, так как быстро сбрасываются колесами автомобилей, особенно при высокой интенсивности движения и сдуваются ветром. Кроме того, фрикционные материалы не устраняют гололед.

Эффективность размораживающих противогололедных реагентов (далее ПГР) значительно выше, чем фрикционных материалов, поскольку они расплавляют лед или снег на покрытии дороги. Коэффициент сцепления на мокром чистом дорожном покрытии значительно выше, чем на гололеде или укатанном снегу. Однако эффект может быть достигнут только тогда, когда снежно-ледяной слой полностью оттает и его удалят с покрытия дороги. Для этого норма распределения реагента должна быть достаточной для дефростации. Особенно эффективны методы превентивной обработки дорожных покрытий жидкими ПГР для предупреждения образования зимней скользкости. Однако при распределении реагентов на сухое или мокрое асфальтобетонное покрытие он быстро разносится колесами автомобилей, особенно при большой интенсивности транспортного потока. Поэтому эффективность превентивной обработки дорожных покрытий для предупреждения гололеда или снежного наката зависит от того, насколько точно предсказан момент появления гололеда или снега. В процессе дефростации после распределения реагента на поверхности дороги остается снежная масса с большим содержанием свободной воды (мокрая снежная масса) которую необходимо убрать дорожной техникой. Если

снежную массу своевременно не убрать, то при понижении температуры или уменьшении интенсивности транспортного потока она замерзнет и создаст еще более скользкую поверхность, чем была до применения ПГР. Однако после полного оттаивания снега или льда на поверхности дороги остается тонкая пленка раствора ПГР с более низкой концентрацией, следовательно, с более высокой эвтектикой. Эта пленка более толстая и вязкая, чем пленка чистой воды, поэтому на таких поверхностях коэффициент сцепления на 10÷15 % ниже по сравнению с участками, увлажненными чистой водой. В процессе испарения влаги плотность и вязкость раствора повышаются, что может привести к снижению коэффициента сцепления до 20 %. Еще большее снижение коэффициента сцепления может наблюдаться на гладких дорожных покрытиях при резком понижении температуры. При этом из соляного раствора выпадают кристаллы льда и на поверхности дороги образуется вязкая жидкая пленка сильно снижающая коэффициент сцепления.

На крупношероховатых покрытиях коэффициент сцепления выше, так как влага и кристаллы льда оседают во впадинах. Однако количество льда при понижении температуры на шероховатом покрытии больше, чем на гладком. Это объясняется большим количеством влаги на шероховатом покрытии, которая скапливается во впадинах. При окончательном замерзании раствора во впадинах шероховатости образуется лед, а на выступах происходит намораживание льда. Поэтому для удаления льда с шероховатых покрытий требуется большее количество ПГР.

1.3. Анализ свойств современных противогололедных реагентов

История применения реагентов

В Европе твердый хлористый натрий для борьбы с гололедицей впервые был применен в Париже в 1880 году.

Первые планы борьбы с гололедицей в Германии разрабатывались в 1940 году.

В Швейцарии отдельные технические службы в 1950 году предпринимали попытки использовать хлористый натрий для борьбы с гололедицей на улицах.

С 1957 года началось регулярное использование размораживающих средств. К этому времени появилась соль, которая не затвердевала в мешках или в россыпи, могла храниться неограниченное время и хорошо дозировалась.

Жидкие размораживающие средства впервые были применены в Париже в 1957 году.

Итальянское дорожное управление зимой 1965/66 годов провело в окрестностях Турина эксперименты с водными растворами хлористого кальция. Затем исследования были проведены зимой 1970/71 годов.

В Швейцарии бернская дорожная инспекция проводила эксперименты с раствором хлористого кальция на 16-километровом участке между Делевье и Лес Ранжирс (кантон Юра) в зимние периоды 1971/72 – 1976/77 годов. Зимой 1971/72 годов эксперименты с растворами хлористого кальция и натрия решили провести и в Женеве. Начиная с зимы 1978/79 годов в Женеве регулярно (по установленному порядку) применяют раствор хлористого кальция.

Для обобщения опыта использования размораживающих растворов, для очистки автомагистралей руководство автохозяйства, отвечающего за эксплуатацию и техническое обслуживание автомагистрали в Энзингене, единственное в Швейцарии, решило, в порядке эксперимента зимой 1973/74 годов, нанести раствор хлористого кальция на участок дороги, выходящий на автомагистраль (подъездная дорога).

В зимние периоды 1974/75 и 1975/76 годов дорожная инспекция Люцерна, в порядке эксперимента, обработала отдельные участки растворами хлористого

кальция и натрия. В те же зимы рейнские солеварни, используя экспериментальную аппаратуру, провели приближенные к реальным условиям исследования с растворами хлористого кальция и натрия, в кантоне Граубюнден (Шплюген) и на территории своих предприятий.

Дорожная инспекция Берна в зимние периоды 1974/75 и 1975/76 годов также в порядке эксперимента использовала раствор хлористого кальция.

Начиная с 1978 года растворы солей, способных устранять обледенение, используют уже в стационарных установках системы Бошунг исключительно для борьбы с обледенением на особо опасных участках дороги (мосты, виадуки, въезды и выезды из крытых стоянок и гаражей).

В Соединенных Штатах Америки на конференции, проводившейся в Хартфорде (штат Коннектикут) 11-12.3.1980г., был сделан подробный доклад о методе устранения обледенения, когда раствор хлористого натрия под высоким давлением наносится на ледяную поверхность. Первые опыты были проведены еще зимой 1970/71 годов. Как и в Италии, в США раствор хлористого натрия для борьбы с обледенением дорог (методом распыления) использовался уже в 50-х годах в штате Оклахома.

В Кельне зимой 1981/82 годов использовалась автоцистерна с раствором хлористого кальция. Хотя сама установка должна была использоваться в основном для очистки проезжей части улиц.

В (бывшей) ГДР в ограниченном объеме распыляли также и раствор хлористого магния. Это объяснялось особым свойством хлористого магния, который в твердой фазе очень гигроскопичен и способен поглощать большое количество воды, содержащейся в воздухе. Поэтому даже хранение этого вещества в обычной упаковке сопряжено с большими проблемами. Отсюда следуют и трудности, возникающие при попытках дозировать это вещество обычными распылительными установками.

Механизм воздействия реагентов

Противогололедные реагенты – это используемые в борьбе с гололедицей вещества, способные растопить снег и лед. Это могут быть твердые и жидкие вещества, хорошо растворимые в воде, водные растворы которых при низкой температуре замерзают. Насколько понижается точка замерзания, зависит от концентрации растворяемого вещества. Чем больше вещества растворено в воде, тем ниже точка замерзания раствора. Минимальная допустимая точка замерзания раствора достигается в том случае, если раствор не в состоянии растворять добавленное к нему вещество, т.е. если раствор насыщен. Точку замерзания, при которой насыщенный раствор затвердевает, называют эвтектической точкой. Чем ближе температура к эвтектической точке, тем медленнее протекает процесс оттаивания.

Из всех известных веществ (всего более 100) в качестве ПГР используются только четыре:

- хлористый натрий NaCl ;
- хлористый кальций $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- мочевиная техническая $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$;
- спирты (чаще всего этиленгликоль ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$)) или их смесь.

Из перечисленных ПГР европейские страны больше всего используют хлористый натрий $\approx 92 \%$ в меньшей степени хлористый кальций $\approx 15 \%$, доля

использования остальных реагентов (мочевина и смеси спиртов) незначительна $\approx 1,5 \div 2,0$ %.

Для того чтобы лед и снег при контакте с размораживающими средствами таяли как можно быстрее, необходимы следующие условия:

- хорошая растворимость в воде;
- размораживающие средства должны препятствовать образованию водородных мостиков под отдельными молекулами воды;
- растворенное в воде вещество должно понижать точку замерзания воды, которая зависит от концентрации размораживающего средства в растворе;
- энергия окружающей среды должна быть достаточна для покрытия тепла, необходимого для обеспечения процесса плавления льда и превращения его в воду.

Для такого изменения агрегатного состояния воды (из твердого в жидкое) необходимо затратить 333,4 кДж и 79,6 ккал на каждый килограмм льда.

При расплавлении льда с помощью твердых или жидких ПГР одновременно протекают несколько процессов.

Твердые ПГР, попав на проезжую часть улицы, поглощают влагу на поверхности отдельных частиц. В начале, под зерном реагента образуется тонкая пленка жидкости, которая растворяет в себе размораживающее средство. На границе между твердым веществом и жидкостью этот раствор насыщается.

Температура замерзания этого насыщенного раствора соответствует этой эвтектической точке (минимальной допустимой точке замерзания раствора: размораживающее средство – вода). Чтобы под действием ПГР лед расплавился или начал плавиться, температура льда должна быть выше температуры затвердевания смеси размораживающее средство – вода. Чем больше эта разность температур, тем быстрее протекает процесс расплавления льда. Твердые ПГР расплавляют лед в основном до температуры эвтектической точки, они действуют только в верхней части и используют в лучшем случае до 50 % своего температурного диапазона.

Раствор, который образуется вокруг ядра ПГР, обеспечивает интенсивный контакт со льдом. Тем самым создаются благоприятные предпосылки для проникновения ионов соли или молекул ПГР в кристалл льда и разрушения водородных мостиков, а также для энергетического воздействия окружающей среды в системе лед-раствор-реагент.

При отсутствии транспорта зерна твердого реагента опускаются вниз на глубину ледяного слоя, образуя в нем лунки. Сами зерна растворяются медленно, и процесс плавления льда замедляется. Глубина проникновения реагента в лед зависит от его химического состава и температуры льда (см. рис. 1.9).

Под влиянием транспорта зерна ПГР перемешиваются со снегом или льдом и водным раствором реагента, ускоряя процесс плавления.

Жидкие ПГР попадая на проезжую часть дороги эффективны благодаря относительно равномерному распределению пленки жидкости. Отпадает необходимость растворения твердого размораживающего средства. По этому процесс дефростации протекает несколько быстрее, чем при использовании твердого размораживающего средства, особенно для тонких слоев льда и при температурах в диапазоне от 0 до -2 °C.

При более низких температурах, ниже -5 °C, твердые реагенты действуют быстрее, чем их растворы, так как твердые вещества образуют насыщенные растворы.

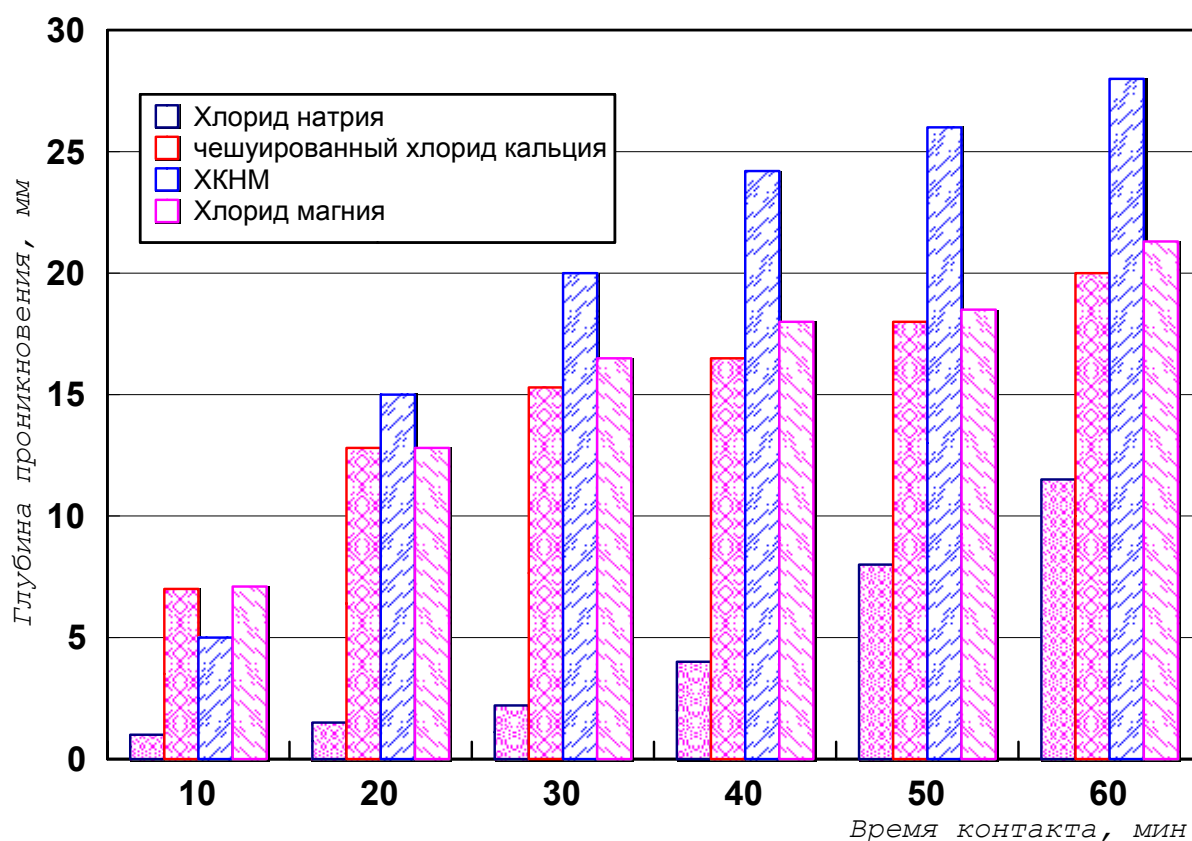


Рис. 1.9.

Растворы размораживающих средств, напротив, всегда используют ненасыщенными, чтобы твердое вещество не кристаллизовалось, а в распылителе не образовывались пробки.

Точка замерзания ненасыщенных растворов лежит выше точки замерзания насыщенных растворов. Поэтому температурный интервал до эвтектической точки не может быть достигнут. В связи с этим твердые реагенты при температуре около -5°C и ниже создают большой температурный перепад, который благоприятно отражается на скорости дефростации.

В таблице 1.1 приведены эвтектические температуры насыщенных растворов наиболее распространенных ПГР.

Таблица 1.1

**Концентрация насыщения и точки замерзания растворов
наиболее распространенных реагентов**

Противогололедный реагент	Эвтектика	
	Концентрация насыщения (вес, %)	Точка замерзания насыщенного раствора ($^{\circ}\text{C}$)
Хлористый натрий	22,4	-21,2
Хлористый кальций	30,2	-49,8
Мочевина	32,5	-11,5
Этиленгликоль-вода	57,3	-51,2
ХКНМ		-25

На примере хлористого натрия видно, что его концентрация в эвтектической точке составляет 22,4 %. Это и есть концентрация пленки жидкости, окружающей твердый реагент и действующей в процессе плавления льда. Соответственно точка замерзания этого раствора составляет - 21,2 °С. Почти насыщенный раствор хлористого натрия, который после распыления на лед разбавляется до концентрации 15,5 %, имеет точку замерзания -11,5 °С. При температуре льда -5 °С температурный перепад для твердого реагента составляет:

$$\Delta t_{me} = (21,2 - 5) = 16,2 \text{ } ^\circ\text{C},$$

а для раствора:

$$\Delta t_{me} = (15,5 - 5) = 10,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

при более сильном разбавлении этот перепад будет еще меньше. Чем меньше перепад температур, тем медленнее будет протекать процесс плавления льда.

В таблице 1.2 приведены точки замерзания растворов размораживающих средств.

Таблица 1.2

Температура, °С	Мочевина	Концентрация реагента (вес, %)		
		Хлористый натрий	Хлористый кальций 77/80 %	Этиленгликоль
-2	5,6	3,4	5,5	5,5
-5	13,5	8,0	11,7	14,0
-10	27,5	14,0	18,2	23,8
-11,5	32,5 (EP)	15,5	19,7	26,3
-21,2	-	22,4 (EP)	27,1	38,4
-49,8	-	-	30,2 (EP)	57,2
-51,2	-	-	-	57,2 (EP)

Фазовые диаграммы водных растворов противогололедных реагентов приведены в приложении 2.

Зная фазовые диаграммы водных растворов реагентов можно определить их плавильную способность и поведение реагентов при изменении температуры.

Рассмотрим это на следующем примере:

При температуре выше -5 °С 8 г хлористого натрия препятствует замерзанию 92 г воды.

Это соотношение соответствует пленке соляного раствора толщиной 0,1 мм на поверхности 1 м².

1) При температуре выше -5 °С пленка на поверхности дороги будет состоять из 92 г воды и 8 г хлористого натрия (т.е. 100 г соляного раствора).

2) Если этот раствор охладить до температуры -10 °С то 8 г соли будет недостаточно для того, чтобы все количество воды защитить от замерзания и 43 г воды осаждаются из соляного раствора в виде льда. На дорожном покрытии образуется смесь, состоящая из 57 г соляного раствора (еще более концентрированного, чем в исходном состоянии) и 43 г льда. Эта смесь образует на поверхности дороги тонкую, вязкую пленку, которая на гладкой поверхности станет причиной скользкости.

3) Для того чтобы расплавить образовавшийся лед в полученную смесь необходимо добавить 8 г хлористого натрия. В итоге общее количество хлористого

натрия составит 16 г, что будет достаточно для того, чтобы при температуре -10°C растопить 43 г льда, выпавшего во второй фазе.

Рассмотренный выше пример позволяет сделать следующие выводы:

- Для того чтобы расплавить определенное количество льда, необходимо иметь соответствующее количество реагента. Количество реагента зависит от температуры льда, которая не может быть ниже эвтектической точки раствора реагента.
- Для того чтобы повысить эффективность реагента и сократить его расход необходимо как можно больше льда и снега убрать механическим способом.
- При определении нормы распределения реагента необходимо учитывать не только температуру окружающей среды и физические свойства реагента, но и интенсивность транспортного потока, так как автомобили и их шины являются источником тепла.
- Если необходимо предотвратить обледенение, то на оставшейся, на дорожном покрытии пленке жидкости необходимо распределить дополнительное количество реагента, соответствующее конкретной температуре.
- Концентрация реагента в оставшейся на дорожном покрытии жидкости должна защищать от обледенения и в случае понижения температуры.

Из приведенного выше примера видно, что количество реагента нельзя выбирать или уменьшать произвольным образом. Например, количество хлористого натрия 5 г/м^2 недостаточно для того, чтобы предотвратить замерзание пленки жидкости толщиной 0,1 мм при температуре -5°C .

На рис. 1.10 показано влияние температуры на количество льда, которое может растопить 1 г реагента.

Твердые реагенты могут использоваться в виде водных растворов. Мочевина обычно применяется только в твердом виде.

Растворы хлористого натрия и хлористого кальция чаще всего распыляются в следующих концентрациях:

- раствор хлористого натрия: концентрация 22 %, плотность 1,16 кг/л;
- раствор хлористого кальция: концентрация 25,4 %, плотность 1,23 кг/л.

Пластины хлористого кальция, которые используются для растапливания льда и снега содержат только $77\div 80\%$ хлористого кальция и $20\div 23\%$ кристаллической воды, связанной с хлористым кальцием.

25,4 %-ный водный раствор хлористого кальция содержит 32,4 % пластинок хлористого кальция 77/80.

При одинаковом количестве льда и температуре расход растворов реагентов больше, чем при распылении твердых реагентов. Это связано с тем, что при распылении растворов на дорожное полотно попадает дополнительное количество воды, которая необходима для растворения реагента. Эту воду также нужно защищать от замерзания с помощью дополнительного количества реагента. Это дополнительное количество реагента и означает, что в случае применения растворов реагентов их потребуется больше, чем при использовании твердых реагентов. В таблице 1.3 показано количество реагента в виде водного раствора и в виде твердого вещества, содержащегося в растворе, необходимое для растапливания 1 кг льда при различных температурах.

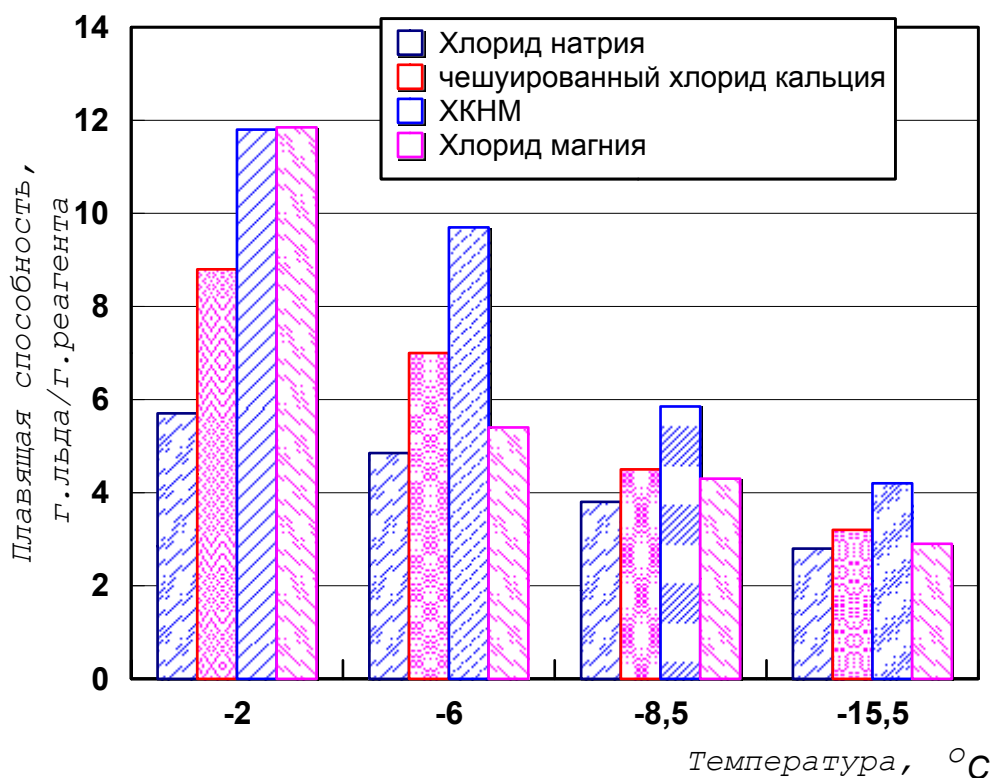


Рис. 1.10.

Таблица 1.3

Количество соли в виде твердого продукта, в виде водного или твердого вещества, содержащегося в растворе, необходимое для растапливания 1 кг льда при температуре -2°C , -5°C и -10°C

Температура	Хлористый натрий (NaCl)				Хлористый кальций 77/80 ($\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)			
	NaCl, г	22 %-ный раствор NaCl			CaCl_2 77/80, г	32,4 %-ный раствор CaCl_2 77/80		
		г	мл	г NaCl в растворе		г	мл	г CaCl_2 77/80 в растворе
-2	39	208	180	46	63	227	185	74
-5	90	605	522	133	134	578	470	187
-10	164	1784	1538	392	226	1330	1081	431

Из таблицы 1.3 видно, что при температуре -5°C для растапливания 1 кг льда необходимо иметь 90 г хлористого натрия или 134 г хлористого кальция. Если использовать растворы этих размораживающих средств, то расход хлористого натрия составляет 133 г, а расход хлористого кальция 187 г. Таким образом, для того чтобы расплавить тоже количество льда, расход хлористого натрия должен увеличиться на 43 г (47,8 %), а хлористого кальция даже на 53 г (39,6 %).

1.4. Анализ требований к сцепным свойствам дорожных покрытий.

Методы и средства определения коэффициента сцепления

Основным показателем, характеризующим сцепные качества дорожных покрытий, является коэффициент сцепления, косвенным – макро и микрошероховатость их поверхности. Согласно ГОСТ Р 50597-93 коэффициент сцепления покрытия должен обеспечивать безопасные условия движения с разрешенной Правилами дорожного движения скоростью и быть не менее 0,3, при его измерении шиной без рисунка протектора, и 0,4 – шиной имеющей рисунок протектора. Чаще всего для характеристики сцепных качеств дорожных покрытий с пониженным коэффициентом сцепления применяют термин «скользкость». Различают летнюю и зимнюю скользкость. Причинами появления летней скользкости является: выпотевание битума (на новых покрытиях), загрязнение покрытия, снижение шероховатости покрытия. Причинами зимней скользкости являются погодно-климатические явления, связанные с отрицательными температурами и осадками: снег, гололед. Указанный выше стандарт устанавливает нормы устранения скользкости дорожных покрытий. Устранение причин снижающих сцепные качества покрытий летом связано с ремонтом и очисткой дорожных покрытий и измеряется сутками, например:

- устранение выпотевания битума – 4 суток;
- очистка покрытия от загрязнения – 5 суток;
- повышение шероховатости покрытия – 15 суток.

Зимняя скользкость является более опасной и время на ее ликвидацию измеряется часами в зависимости от транспортно-эксплуатационной характеристики дороги:

- группа А (более 3000 авт./сут.) – 4 часа;
- группа Б (от 1000 до 3000 авт./сут.) – 5 часов;
- группа В (менее 1000 авт./сут.) – 6 часов.

Как правило, ликвидация зимней скользкости связана со снегоуборочными работами и расплавлением снежного наката или гололеда с помощью противогололедных реагентов. Хорошие результаты дает метод превентивной обработки дорожных покрытий жидкими реагентами, т.к. это позволяет предупредить появление скользкости. Для эффективной борьбы с зимней скользкостью необходимо постоянно следить за состоянием дорожного покрытия и динамикой изменения погоды. После ликвидации гололеда или снежного наката с помощью реагентов на дорожном покрытии остается слабо концентрированный раствор реагента, и дальнейшее изменение сцепных качеств будет зависеть от динамики изменения погоды. Если в течение определенного времени температура окружающего воздуха будет повышаться или оставаться неизменной, то дорожное покрытие высохнет и коэффициент сцепления увеличится. Если дорога не успеет высохнуть, а температура воздуха резко понизится, то из раствора реагента выпадут кристаллы льда и коэффициент сцепления снизится. Таким образом, для эффективной борьбы с зимней скользкостью, необходимо постоянно следить за состоянием дорожного покрытия и прогнозом погоды.

С учетом этих факторов необходимо принимать решение о повторной обработке реагентами. Недостаточная норма распределения реагента не позволит полностью расплавить гололед, а избыточная приведет к необоснованному перерасходу реагента и, кроме того, отрицательно отразится на экологии.

Однако действующий в настоящее время ГОСТ 30413-96 и соответствующее испытательное оборудование (установка ПКРС-2) предназначены для измерения летней скользкости, при температуре воздуха не ниже 0 °С.

Это связано с тем, что действующий ГОСТ 30413-81 и соответствующие средства измерений были ориентированы на оценку показателей технического состояния дорожных покрытий, влияющих на их сцепные свойства, с целью планирования и своевременного проведения ремонтных работ.

Для успешного решения задачи предупреждения зимней скользкости и сокращения сроков ее ликвидации, с минимальным экологическим ущербом, требуется строго дозированное применение новых реагентов с учетом всех влияющих факторов. Такими факторами являются шероховатость дорожного покрытия; наличие на поверхности растворов реагента и их концентрация; плотность и интенсивность транспортного потока; прогноз изменения температуры и наличия осадков. Таким образом, мониторинг зимней скользкости является важным звеном в технологии работ связанных с ликвидацией зимней скользкости.

В связи с этим требуется дополнить ГОСТ 30413 методами и средствами для измерения зимней скользкости.

2. ИСПЫТАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

2.1. Объекты испытаний

Объектами испытаний являлись два противогололедных реагента ХКМ, «Нордикс-П» и их аналоги, применяемые в настоящее время в Москве.

2.2. Цель испытаний

2.2.1. Определение влияния противогололедных реагентов на коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием при превентивной и куративной обработке:

- при положительных и отрицательных температурах;
- при различных рекомендованных нормах распределения;
- при отсутствии осадков;
- после окончания снега и после прометания.

2.3. Условия испытаний

Испытания проводились с 08.02.02г. по 13.03.03г. на динамометрической дороге ФГУП «НИЦИАМТ» с асфальтобетонным покрытием малой шероховатости ($h_{cp} \approx 0,26$ мм) и на участке 3-го транспортного кольца г. Москвы.

Каждый реагент испытывался в соответствии с нормами распределения, рекомендованными временной инструкцией. Для распределения реагентов использовались машины-дозаторы коммунального хозяйства г. Москвы: «Томез» и «Медмета» (см. рис. П.4.1 (а, б)).

Коэффициенты сцепления дорожного покрытия определялись в соответствии с ГОСТ 30413-96 (без водополива) с помощью шинного тестера ШТ-1 на шине 6,15-13 с универсальным рисунком протектора (см. рис. П.4.2).

Температура дорожного покрытия, а также температура и влажность воздуха определялись с помощью портативной метеостанции «Testo-400» (США).

Шероховатость дорожных покрытий измерялась методом песчаного пятна по СНИПЗ.06.03-85.

2.4. Результаты испытаний

2.4.1. Превентивная обработка поверхности мокрого асфальтобетона

Эксперимент № 1 (19.02.02г., 11⁰⁰ час.).

а) Для испытаний на динамометрической дороге подготовлено 4 участка по 200 м каждый:

- участок № 1 – асфальтобетон ($h_{cp} = 0,26$ мм) под «Нордикс»;
- участок № 2 – асфальтобетон ($h_{cp} = 0,26$ мм) под ХКМ;
- участок № 3 – асфальтобетон ($h_{cp} = 0,26$ мм) контрольный;
- участок № 4 – асфальтобетон ($h_{cp} = 1,33$ мм) контрольный.

Состояние дорожного покрытия перед распределением реагентов – чистая мокрая поверхность.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 1,0$ °С;
- температура воздуха, $t_v = 1,5$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 87,8$ %;
- пасмурно.

- б) Измерены коэффициенты сцепления на всех 4 участках при скоростях 40 и 60 км/ч (соответственно ϕ_{40} и ϕ_{60}), см. табл. 2.1.
- в) Обработаны реагентами 2 участка:
- участок № 1 – «Нордикс», $N = 40$ мл/м²;
 - участок № 2 – ХКМ, $N = 40$ мл/м².
- г) Измерены коэффициенты сцепления на всех 4-х участках через 10 и через 30 минут после обработки реагентами (см. табл. 2.1).
- д) Повторно обработаны реагентами участки № 1 и № 2 теми же реагентами с нормой распределения $N = 40$ мл/м².
- е) Измерены коэффициенты сцепления на участках № 1 и № 2, обработанных реагентами через 10 и через 30 минут после обработки (см. табл. 2.1 и рис. 2.1, 2.2).

Выводы

Из результатов испытаний следует, что перед распределением реагентов коэффициент сцепления участков составлял $\phi_{60} \approx 0,52 \div 0,49$. Через 30 минут после первой обработки реагентами с $N = 40$ мл/м² коэффициент сцепления участков ϕ_{60} снизился в среднем на 0,05, но при этом соответствовал предельным нормам по ГОСТ Р 50597-93 ($\phi_{60} > 0,4$). Через 30 минут после повторной обработки тех же участков изменение коэффициентов сцепления не обнаружено.

Эксперимент № 2 (20.02.02г., 11⁰⁰ час.).

Продолжение эксперимента № 1. Наблюдение за изменением коэффициента сцепления участков через 24 часа после распределения реагентов при неизменных условиях внешней среды.

Атмосферные условия через 24 часа после распределения реагентов существенно не изменились.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = 1,0$ °С;
- температура воздуха, $t_v = 2,0$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 85$ %;
- пасмурно.

Измерены коэффициенты сцепления через 24 часа после обработки участков реагентами (см. табл. 2.1 и рис. 2.1, 2.2).

Выводы

Из результатов испытаний следует, что при высокой относительной влажности воздуха и температуре 2,0 °С коэффициенты сцепления участков, обработанных реагентами и контрольных участков, не изменились.

Эксперимент № 3 (21.02.02г., 11⁰⁰ час.).

Продолжение эксперимента № 1. Наблюдение за изменением коэффициента сцепления через 48 часов после распределения реагентов при понижении температуры окружающего воздуха.

После проведения эксперимента № 2 температура окружающего воздуха понизилась.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 3,5$ °С;
- температура воздуха, $t_v = - 3,0$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 40$ %.

Состояние дорожного покрытия на участках № 1, 2, обработанных реагентами – чистая, блестящая поверхность с признаками зимней скользкости. На контрольных участках № 3 и № 4 – сухой асфальтобетон.

Измерены коэффициенты сцепления через 48 часов после обработки участков реагентами и понижения температуры воздуха до $-3,0^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 2.1 и рис. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1

Результаты сравнительных испытаний противогололедных реагентов

Режим	Коэффициент сцепления							
Номер Участка	УЧАСТОК 1 «Нордикс»		УЧАСТОК 2 ХКМ		УЧАСТОК 3 (контрольный, $h_{\text{ср}} = 0,26 \text{ мм}$)		УЧАСТОК 4 (контрольный, $h_{\text{ср}} = 1,33 \text{ мм}$)	
Скорость, км/ч	40	60	40	60	40	60	40	60
Эксперимент № 1 (до обработки)	0,57	0,52	0,54	0,49	0,55	0,51	0,63	0,59
После 1-й обработки:								
Через 10 мин	0,55	0,49	0,50	0,44	-“-	-“-	-“-	-“-
Через 30 мин	0,50	0,47	0,47	0,42	-“-	-“-	-“-	-“-
После 2-й обработки:								
Через 10 мин	0,49	0,47	0,47	0,41	-“-	-“-	-“-	-“-
Через 30 мин	0,52	0,47	0,47	0,43	-“-	-“-	-“-	-“-
Эксперимент № 2 Через 24 часа	0,52	0,47	0,47	0,43	-“-	-“-	-“-	-“-
Эксперимент № 3 Через 48 часов	0,33	0,28	0,60	0,52	0,72	0,70	0,75	0,73
Эксперимент № 4 Через 72 часа	0,25	0,24	0,25	0,24	0,26	0,24	0,46	0,44

Выводы

Из результатов испытаний следует:

На участке № 1. «Нордикс» - поверхность блестящая с признаками скользкости, коэффициент сцепления снизился до $\phi_{60} = 0,28$, что ниже норм по ГОСТ Р 50597-93.

На участке № 2 ХКМ – поверхность блестящая, коэффициент сцепления увеличился на 0,1 и составил $\phi_{60} = 0,52$, что соответствует требованиям ГОСТ Р 50597-93.

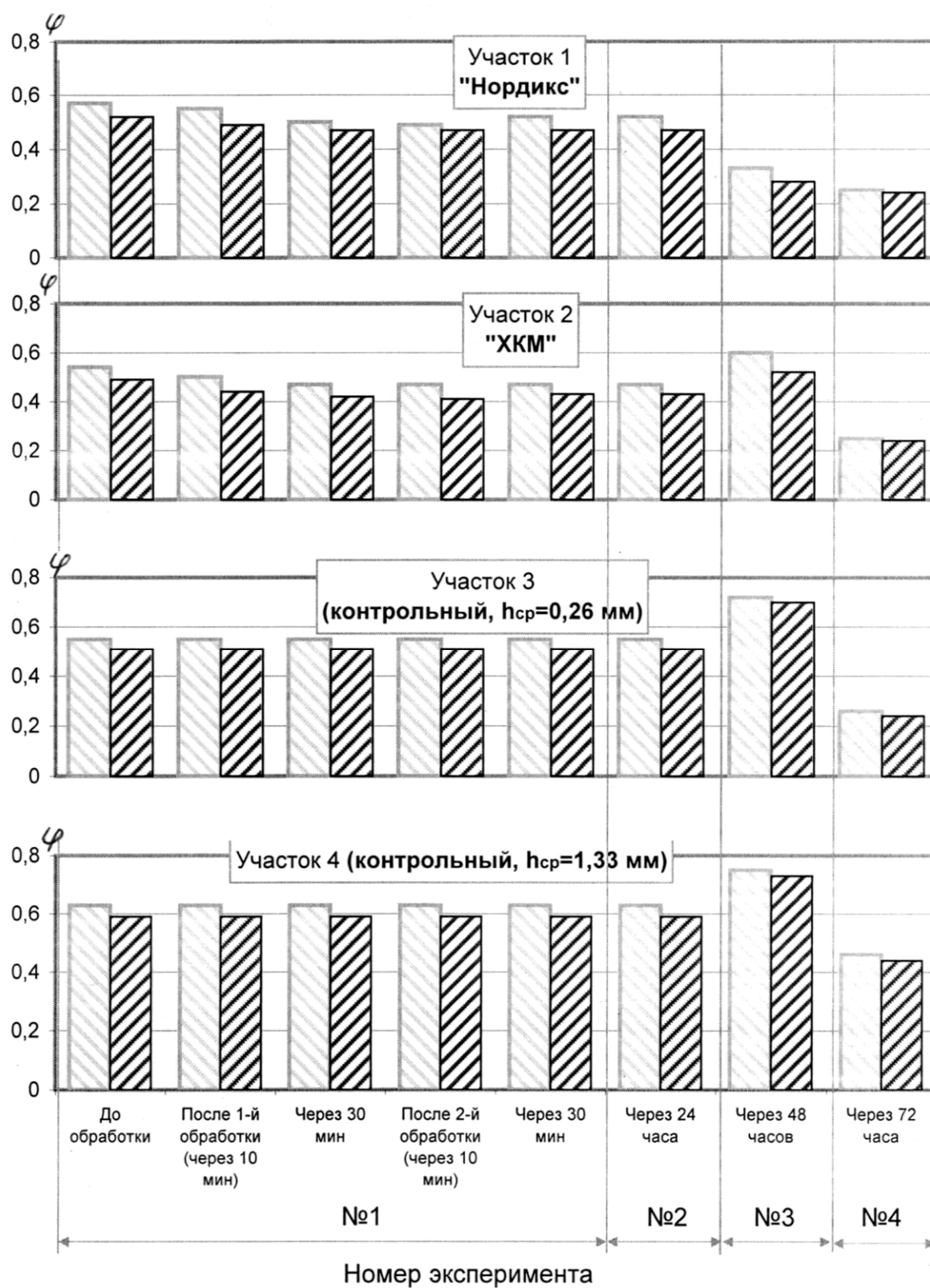
Контрольные участки № 3 и 4 имеют сухую поверхность с высоким коэффициентом сцепления $\phi_{60} = 0,70$ и $0,73$ соответственно.

Эксперимент № 4 (22.02.02г., 10⁰⁰ час.).

Продолжение эксперимента № 1. Наблюдение за изменением коэффициента сцепления через 72 часа после распределения реагентов при понижении температуры и снегопаде.

После проведения эксперимента № 3 температура окружающего воздуха снизилась и 21.02. в 13⁰⁰ час. начался снегопад, который закончился 22.02. в 6⁰⁰ час. Высота снежного покрова на всех испытательных участках составила 45÷50 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ



№ 1 – «Нордикс»; № 2 – «ХКМ»; № 3, 4 – контрольные;

□ - $v = 40$ км/ч; ▨ - $v = 60$ км/ч.

Рис. 2.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ

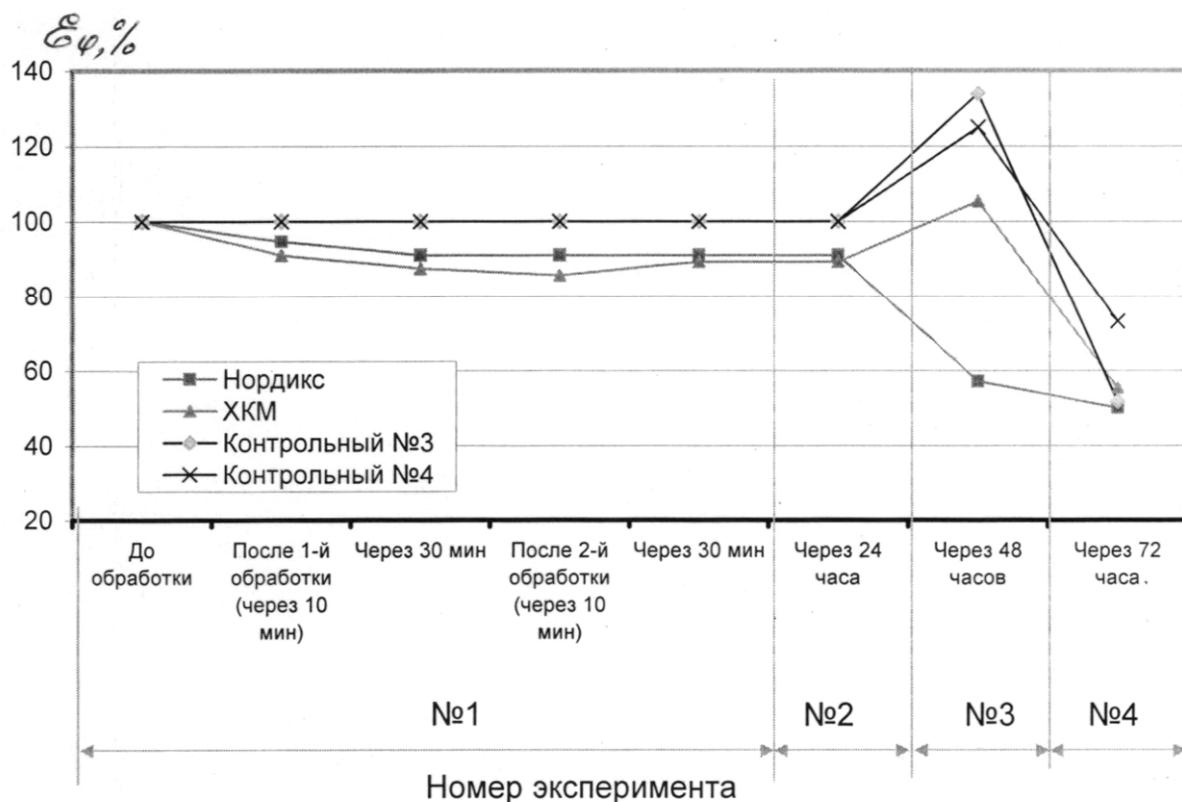
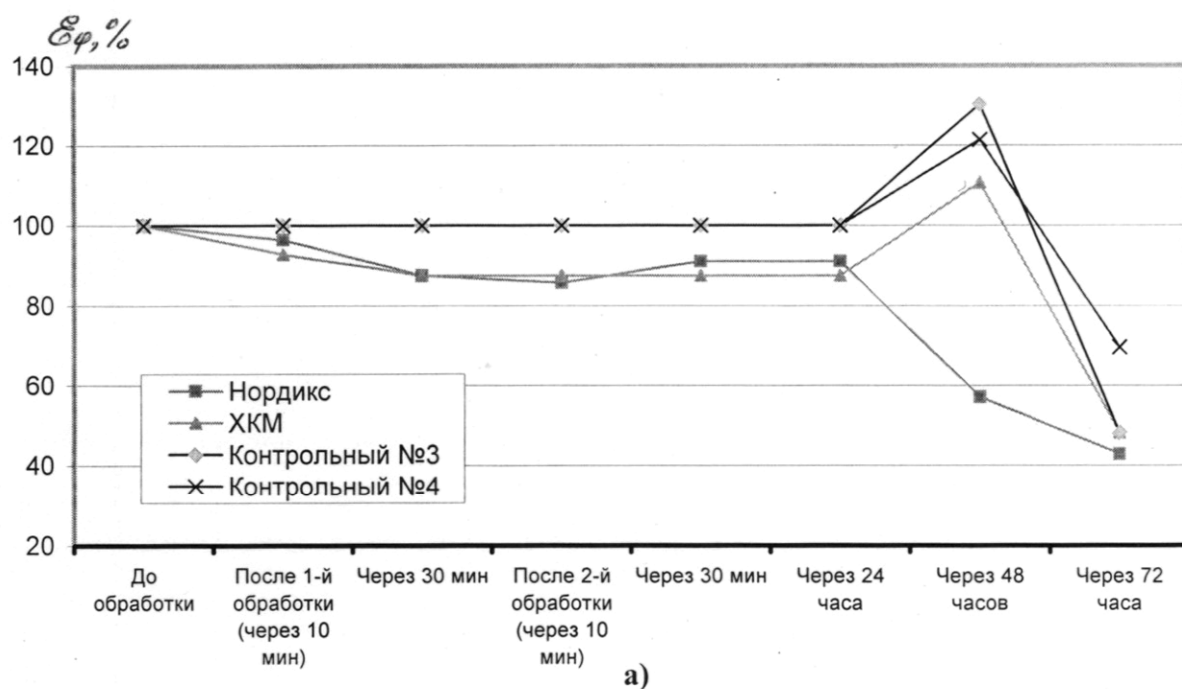


Рис. 2.2 (а, б).

а) – на скорости 40 км/ч; б) – на скорости 60 км/ч;
 ϵ_{ϕ} – изменение ϕ в процентах к началу эксперимента.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 7,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура воздуха, $t_v = - 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 55 \text{ } \%$.

а) На всех испытательных участках проведена снегоочистка (плужками и прометанием щетками). Прометаемость на участках № 1, 2, обработанных реагентами, и на контрольном участке № 3 ($h_{cp} = 0,26 \text{ мм}$) удовлетворительная и примерно одинаковая. После прометания на этих участках остались следы снега, прикатанного одиночными автомобилями.

На контрольном участке № 4 ($h_{cp} = 1,33 \text{ мм}$) после прометания снег остался только в микропорах.

б) Измерены коэффициенты сцепления на всех испытательных участках после прометания (см. табл. 2.1 и рис. 2.1, 2.2).

Выводы

Коэффициенты сцепления на участках с низкой шероховатостью покрытия $h_{cp} = 0,26 \text{ мм}$ (№ 1 – «Нордикс», № 2 – ХКМ, № 3 – контрольный) после снегоочистки составляли $\phi_{60} \sim 0,24 \div 0,25$, что значительно ниже норм на зимнюю скользкость по ГОСТ Р 50597-93.

На контрольном участке № 4 ($h_{cp} = 1,33 \text{ мм}$) коэффициент сцепления составил $\phi_{60} = 0,44$.

Эксперимент № 5 (18.02.03г., 11³⁰ час).

При отрицательной температуре воздуха.

а) Для испытаний на третьем транспортном кольце подготовлен участок длиной 800 м. Состояние дорожного покрытия – мокрый асфальтобетон. Интенсивность транспортного потока 4080 авт./час.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 3,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура воздуха, $t_v = - 4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 88 \text{ } \%$.

В 5⁰⁰ час производилась обработка «Нордикс-П» $N = 30 \text{ мл/м}^2$.

б) В 11⁵⁰ час закончены измерения коэффициента сцепления участка ϕ_{40} перед обработкой реагентом (см. табл. 2.2).

в) В 12⁰⁰ час участок обработан реагентом «Нордикс-П» (30 мл/м^2).

г) В течение 1 часа измерялся коэффициент сцепления дорожного покрытия ϕ_{40} (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

Реагент	Коэффициент сцепления ϕ_{40}							
	До распре- деления	После распределения, с интервалом измерения, мин						
		1	10	20	30	40	50	60
«Нордикс-П» (30 мл/м^2)	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51

Выводы

Из результатов испытаний следует:

При регулярном внесении реагента «Нордикс-П» на асфальтобетонное покрытие средней шероховатости коэффициент сцепления снижается в среднем на 0,15 и при наличии тонкой водяной пленки составляет $\phi_{40} \sim 0,51$.

После распределения реагента «Нордикс-П» (30 мл/м^2) коэффициент сцепления мокрого участка ϕ_{40} уменьшается незначительно (на 2 %) и восстанавливается в

течение 50 мин при интенсивности движения ~ 4000 авт./час.

2.4.2. Превентивная обработка поверхности сухого асфальтобетона

Эксперимент № 1 (20.02.03г., 22⁰⁰ часа).

При отрицательной температуре воздуха (ночью):

а) Для проведения испытаний на третьем транспортном кольце подготовлен участок длиной 800 м.

Состояние дорожного покрытия – сухой асфальтобетон. Интенсивность транспортного потока ~ 1500 авт./час.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 8,4$ °С;
- температура воздуха, $t_b = - 8,1$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_b = 62$ %.

б) В 22⁵⁵ час закончены измерения коэффициента сцепления участка φ_{40} перед обработкой реагентом (см. табл. 2.3).

в) В 23¹⁰ час участок обработан реагентом «Нордикс-П» (40 мл/м²).

г) В течение 60 мин измерялся коэффициент сцепления дорожного покрытия φ_{40} (см. табл. 2.3).

Таблица 2.3

Реагент	Коэффициент сцепления φ_{40}							
	До распре- деления	После распределения, с интервалом измерения, мин						
		1	10	20	30	40	50	60
«Нордикс-П» (40 мл/м ²)	0,60	0,39	0,40	0,42	0,48	0,52	0,58	0,60

Выводы

Из результатов испытаний следует:

При регулярном внесении реагента «Нордикс-П» на асфальтобетонное покрытие средней шероховатости коэффициент сцепления снижается в среднем на 0,15 и на сухой чистой поверхности составляет $\varphi_{40} \approx 0,60$. После распределения на такую поверхность реагента «Нордикс-П» (40 мл/м²) коэффициент сцепления φ_{40} снижается до значения $0,39 \div 0,40$, которое сохраняется в течение ~ 15 мин. Восстановление коэффициента сцепления происходит в течение 60 мин при интенсивности движения 1500 авт./час.

Эксперимент № 2 (05.03.03г., 9³⁰ час)

При отрицательной температуре воздуха (днем):

а) Для эксперимента на третьем транспортном кольце подготовлены 2 участка по 200 м каждый.

Состояние дорожного покрытия – чистый сухой асфальтобетон, со следами пленки реагента, шероховатость выше средней.

Интенсивность транспортного потока 4300 авт./час.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = - 8,4$ °С;
- температура воздуха, $t_b = - 6,6$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_b = 74$ %.

- б) В 10^{00} закончены измерения коэффициентов сцепления φ_{40} участков (см. табл. 2.4).
- в) В 10^{36} обработка реагентом «Нордикс-П» 2 участка:
- участок № 1 – «Нордикс-П» (30 мл/м²);
 - участок № 2 – «Нордикс-П» (60 мл/м²).
- г) В течение 60 мин измерялись коэффициенты сцепления участков φ_{40} (см. табл. 2.4).

Таблица 2.4

Реагент	Коэффициент сцепления φ_{40}							
	До распределения	После распределения, с интервалом измерения, мин						
		5	10	20	30	40	50	60
«Нордикс-П» (30 мл/м ²)	0,62	0,40	0,45	0,58	0,62	0,62	-	-
«Нордикс-П» (60 мл/м ²)	0,62	0,28	0,30	0,35	0,58	0,61	0,62	0,62

Выводы

Из результатов испытаний следует:

Сухое дорожное покрытие при отрицательных температурах имеет следы применения реагента и коэффициент сцепления в исходном состоянии $\varphi_{40} \approx 0,60 \div 0,62$. После распределения реагента «Нордикс-П» (30 мл/м²) коэффициент сцепления дорожного покрытия снизился до предельного значения $\varphi_{40} \approx 0,40$, которое сохранялось в течение 15 минут при интенсивности движения 4300 авт./час. При больших нормах распределения реагента (60 мл/м²) коэффициент сцепления снизился до $\varphi_{40} \approx 0,35$, которое сохранялось в течение 25 минут при интенсивности движения 4300 авт./час.

Эксперимент № 3 (14.03.03г., 10^{30} час)

При положительной температуре воздуха:

а) Для испытаний на третьем транспортном кольце г. Москвы подготовлено 4 участка по 100 м каждый.

Состояние дорожного покрытия перед распределением реагентов – чистая сухая поверхность. Интенсивность транспортного потока 4000 авт./час.

Атмосферные условия:

- температура поверхности дороги, $t_d = -1,4$ °С;
- температура воздуха, $t_v = 2,4$ °С;
- относительная влажность воздуха $Q_v = 58$ %.

б) Измерены коэффициенты сцепления φ_{40} на всех 4 участках перед обработкой реагентами (см. табл. 2.5).

в) Обработаны реагентами все 4 участка:

- участок № 1 – ХКМ – 30 мл/м²;
- участок № 2 – ХКМ – 60 мл/м²;
- участок № 3 – «Нордикс-П» - 30 мл/м²;
- участок № 4 – «Нордикс-П» - 60 мл/м².

г) Измерены коэффициенты сцепления φ_{40} на всех 4 участках (см. табл. 2.5).

Выводы

Из результатов испытаний следует:

Реагент	Коэффициент сцепления ϕ_{40}							
	До распределения	После распределения, с интервалом измерения, мин						
		5	10	20	30	40	50	60
«Нордикс-П» (30 мл/м ²)	0,67	0,41	0,41	0,42	0,45	0,49	0,54	0,62
«Нордикс-П» (60 мл/м ²)	0,67	0,40	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47	0,49
ХКМ (30 мл/м ²)	0,67	0,42	0,43	-	0,46	-	0,56	0,65
ХКМ (60 мл/м ²)	0,60	0,40	0,42	-	0,44	-	0,51	0,55

Сухое дорожное покрытие при положительных температурах воздуха имеет следы применения реагента и коэффициент сцепления в исходном состоянии $\phi_{40} \approx 0,67-0,60$. После распределения реагентов коэффициент сцепления участков снижается до значений $\phi_{40} \approx 0,40-0,42$. Это значение коэффициента сцепления сохраняется в течение первых 10÷15 мин. В течение часа после распределения коэффициент сцепления увеличивается до значений $\phi_{40} \approx 0,62-0,65$ при $N = 30$ мл/м² и $\phi_{40} \approx 0,49-0,55$ при $N = 60$ мл/м², при интенсивности движения 4000 авт./час.

2.5. Выводы

2.5.1. В зимний период времени при регулярном применении реагента «Нордикс-П» коэффициенты сцепления участков 3-го транспортного кольца с сухим покрытием снижаются до значений $\phi_{40} = 0,60-0,62$ при отрицательной температуре и $\phi_{40} = 0,65-0,67$ при положительной температуре.

2.5.2. После обработки реагентами «Нордикс-П» и ХКМ сухой поверхности с низкой шероховатостью коэффициент сцепления снижается на 35÷40 % и составляет $\phi_{40} \approx 0,40-0,42$ при плотности распределения 30÷40 мл/м².

При большой плотности распределения (> 40 мл/м²) коэффициент сцепления дорожного покрытия снижается до значений ниже установленных ГОСТ 50597-93.

При отсутствии транспортного потока пониженное значение коэффициента сцепления после применения реагентов может сохраняться в течение 1-2 часов в зависимости от температуры воздуха. При высокой плотности транспортного потока $\approx 3000-4000$ авт./час пониженное значение коэффициента сцепления может сохраняться в течение 10÷15 мин.

2.5.3. После обработки мокрой поверхности с низкой шероховатостью коэффициент сцепления снижается в меньшей степени (на 2÷8 %) и составляет $\phi_{40} \approx 0,49-0,55$ при плотности распределения 30÷60 мл/м².

При отсутствии транспортного потока и высокой влажности воздуха пониженное значение коэффициента сцепления может сохраняться в течение нескольких суток, а при понижении температуры воздуха коэффициент сцепления под «Нордикс-П» может еще снизиться до значений $\phi_{40} = 0,28-0,33$.

2.5.4. Если необходимо предотвратить обледенение, то на оставшейся, на дорожном покрытии пленке жидкости необходимо распределить дополнительное количество реагента, соответствующее конкретной температуре.

Концентрация реагента в оставшейся на дорожном покрытии жидкости должна защищать от обледенения и в случае понижения температуры, в противном случае образование кристаллов льда в растворе еще больше снизить коэффициент сцепления.

2.5.5. При определении норм распределения реагента необходимо учитывать физические свойства реагента, температуру окружающей среды, интенсивность транспортного потока и текущее состояние дорожного покрытия (наличие пленки жидкости и концентрацию реагента).

2.5.6. Для определения текущего состояния дорожного покрытия и для сокращения расхода реагента, целесообразно проводить мониторинг зимней скользкости наиболее характерных участков.

Для проведения мониторинга зимней скользкости необходимо:

- пересмотреть ГОСТ 30413-96 «Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием» и дополнить его методами определения зимней скользкости с учетом методических рекомендаций международного стандарта ИСО 8349-2002 «Транспорт дорожный. Измерение коэффициента сцепления дорожного покрытия»;
- приобрести по импорту или разработать и изготовить необходимое количество дорожных тестеров в соответствии с требованиями нового стандарта;
- при разработке «Исходных требований» к новому дорожному тестеру целесообразно предусмотреть средства измерения концентрации реагента в оставшейся на дорожном покрытии жидкости.

2.5.7. Разработать и внедрить автоматизированную, компьютерную систему, позволяющую определять нормы распределения реагентов на участках дорог с учетом: свойств реагента, динамики погодных условий, интенсивности транспортного потока, текущего состояния дорожных покрытий.

2.5.8. Разработать методики сертификационных испытаний противогололедных реагентов.

2.5.9. Для того чтобы повысить эффективность реагента и сократить его расход необходимо как можно больше льда и снега убрать механическим способом.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ АГРЕССИВНОСТИ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ

3.1. Цель испытаний

3.1.1. Оценка коррозионной агрессивности противогололедных реагентов, применяемых для борьбы с гололедом на автомобильных дорогах, по отношению к автомобильным материалам, металлам и металлоконструкциям дорожных ограждений.

3.1.2. Рекомендации по выбору противогололедного реагента для использования на автомобильных дорогах, по условиям минимального коррозионного воздействия на транспортные средства и элементы металлоконструкций дорожных ограждений.

3.2. Объекты испытаний

3.2.1. Реагенты противогололедные, предназначенные для борьбы с гололедом и снежным покровом на дорожных покрытиях:

- "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ - хлористый кальций модифицированный, гидратированный, 3,5 % водный раствор), производства КНР;
- "Нордикс-67" (67 % водный раствор);

3.2.2. В качестве дополнительного (вспомогательного) реагента использовалась: соль техническая (NaCl, 3,5 % водный раствор) - для определения коэффициента ускорения испытаний и эквивалентной наработки автомобиля (металлоконструкции) в эксплуатации.

3.2.3. Условные номера объектов испытаний (реагентов) приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Усл. № (вариант) объекта (реагента)	1	3	4
Наименование объекта (реагента)	"Вейфганг Хонгиц" (ХКМ)	Соль. техническая (NaCl)	"Нордикс-67"

3.3. Контрольные объекты

3.3.1. В качестве контрольных объектов для оценки коррозионной агрессивности противогололедных реагентов использовались:

3.3.1.1. Автомобильная техника:

- автомобиль УАЗ-31601 с серийным вариантом антикоррозионной защиты кузова;
- автомобиль УАЗ-31601 с элементами кузова из горячецинкованной стали.

3.3.1.2. Образцы листовой кузовной стали для производства легковых автомобилей, окрашенные по технологиям "ИЖМАШ-Авто" и "АвтоВАЗ" (Табл. 3.2).

3.3.1.3. Образцы из листовой стали и алюминия производства ООО "Аксон Люкс", Московская обл., п. Фрязево (табл. 3.3).

3.3.1.4. Фрагменты дорожных ограждений производства АО "Мостосталь Сельдце", Польша и ООО "Транс барьер", г. Москва:

- отбойный брус с горячецинковым покрытием;
- стойка отбойного бруса с горячецинковым покрытием;
- стойка отбойного бруса с лакокрасочным покрытием.

Таблица 3.2.

Контрольные объекты - образцы производства
"ИЖМАШ-АВТО" и "АВТО ВАЗ"

Усл. № образца	Материал	Лакокрасочное покрытие
1	Лист стальной	Катофорезный грунт КФ-12
2	Лист стальной 08КП	Катофорезный грунт КФ-12
3	Лист стальной 08КП	Анофорезный грунт КФ-12
4	Лист стальной	Анофорезный грунт КФ-12
5	Лист стальной оцинкованный	Грунт ФЛ-093 + 2 слоя эмали
6	Лист стальной оцинкованный	Грунт ФЛ-093+ГФ-571+2 слоя эмали

Таблица 3.3

Контрольные объекты-образцы производства ООО "Аксон Люкс"
для испытаний противогололедных реагентов.

№ образца	Материал	Лакокрасочное покрытие	Примечание
1	2	3	4
1,2	Лист стальной оцинкованный – перфорированный	Без окраски	
3,4	Лист стальной оцинкованный, без перфорации и профиля	-"-	
6,7	Лист стальной оцинкованный – перфорированный	RAL 1015; QZ 9320020; 31.10.2005; 15/190: G60~75 (краска свежая)	
8,9	Лист стальной оцинкованный, без перфорации и профиля	RAL 1015; QZ 9320020; 31.10.2005; 15/190: G60~75 (краска свежая)	
10,11	Лист стальной оцинкованный – перфорированный	POLYESTER, TYP Q GRON; RAL 6017; QZ 2101020; 16.10/2003; 15/190: G60~75 (краска старая)	
12,13	Лист стальной оцинкованный, без перфорации и профиля	POLYESTER, TYP Q GRON; RAL 6017; QZ 2101020; 16.10/2003; 15/190: G60~75 (краска старая)	
14, 16	Лист алюминиевый перфорированный	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	
17,18	Лист алюминиевый, без перфорации и профиля	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	
19,20; 26,27	Лист стальной оцинкованный	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	Образцы соединены между собой попарно заклепками после окраски

1	2	3	4
22,21; 23,24	Лист стальной оцинкованный и лист алюминиевый	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	Образцы соединены между собой попарно заклепками после окраски
28,31 30,34	Лист стальной оцинкованный	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	Образцы соединены между собой попарно заклепками. Образцы №31 и 34 без окраски.
29,33; 32,36	Лист стальной оцинкованный и лист алюминиевый	RAL 1015; QZ 9320020; 31/10/2005; 15/190:G60~75 (краска свежая)	Образцы соединены между собой попарно заклепками. Образцы №33 и 36 без окраски (сталь оцинкованная).

Типовой подготовительный процесс под окраску
образцов производства ООО "Аксон Люкс"

1. Первая ванна - обезжиривание образцов.
2. Вторая ванна - споласкивание горячей и холодной водой.
3. Третья ванна - фосфотирование холодным раствором.
4. Четвертая ванна - фосфотирование горячим раствором.
5. Пятая ванна - споласкивание горячей и холодной водой.
6. Сушка образцов горячим воздухом.
7. Технологический процесс окраски образцов.

3.3.1.5. Крепежные элементы и детали дорожных ограждений (болты, гайки, шайбы, скобы), производства ООО "Аксон Люкс", п. Фрязево, Моск. обл. (табл. 3.4.).

Таблица 3.4.

№	Наименование товара	Кол-во
1.	Стержень стойки СМОЦ-1, 1-001 L=600 Гор. цинков.	8
2.	Стержень стойки СМОЦ 1-1, 1(А)-001 L=600 Гор. цинков.	4
3.	Опора передняя СМО-1, 1-003(СМТ-003) Гор. цинков.	4
4.	Опора передняя СМО-1, 10--4 (СМТ-004) Гор. цинков.	4
5.	Болт М16х35 Гальван. покрытие ц.	8
6.	Гайка -"-	8
7.	Шайба М16 -"-	16
8.	Болт М20х50 -"-	32
9.	Гайка М20 -"-	32
10.	Шайба М20 -"-	64
11.	Скоба крепления СК (Термодиффуз. цинк.)	2

3.3.1.6. Диски колес, изготовленные из легкого сплава (алюминия).

3.3.1.7. Резинотехнические изделия - шины колес автомобилей.

3.3.2. Общий вид контрольных объектов приведен на рис. 3.1-3.19.

АВТОМОБИЛЬ УАЗ-31601**Рис. 3.1**

**КРЫЛО АВТОМОБИЛЯ УАЗ-31601 С СЕРИЙНЫМ ВАРИАНТОМ
АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ**



Рис. 3.2

КРЫЛО АВТОМОБИЛЯ УАЗ-31601 ИЗ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ



Рис. 3.3

**ОБРАЗЦЫ ИЗ КУЗОВНОЙ СТАЛИ ОКРАШЕННЫЕ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ
"ИЖМАШ АВТО" И АВТО ВАЗ"**

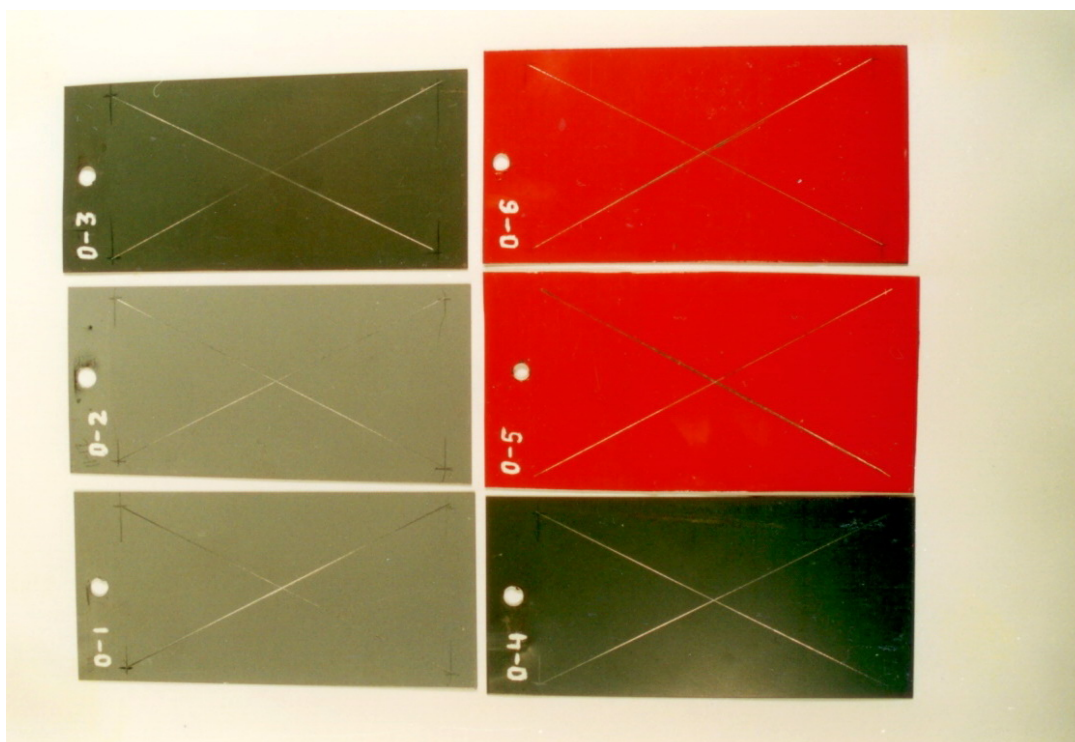


Рис. 3.4

ДИСКИ КОЛЕС



Рис. 3.5

**ОТБОЙНЫЙ БРУС С ГОРЯЧЕЦИНКОВЫМ ПОКРЫТИЕМ
(АО "МОСТОСТАЛЬ СЕЛЬДЦЕ")**

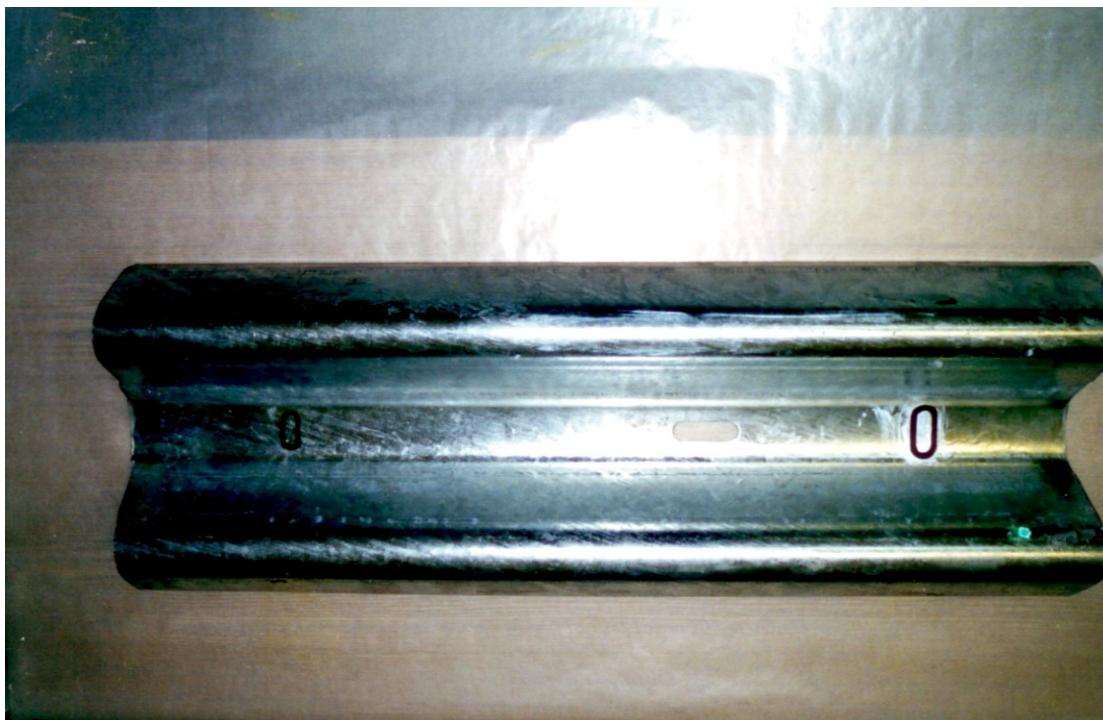


Рис. 3.6

**СТОЙКИ ОТБОЙНОГО БРУСА С ГОРЯЧЕЦИНКОВЫМ И
ЛАКОКРАСОЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ (ООО "ТРАНС БАРЬЕР")**

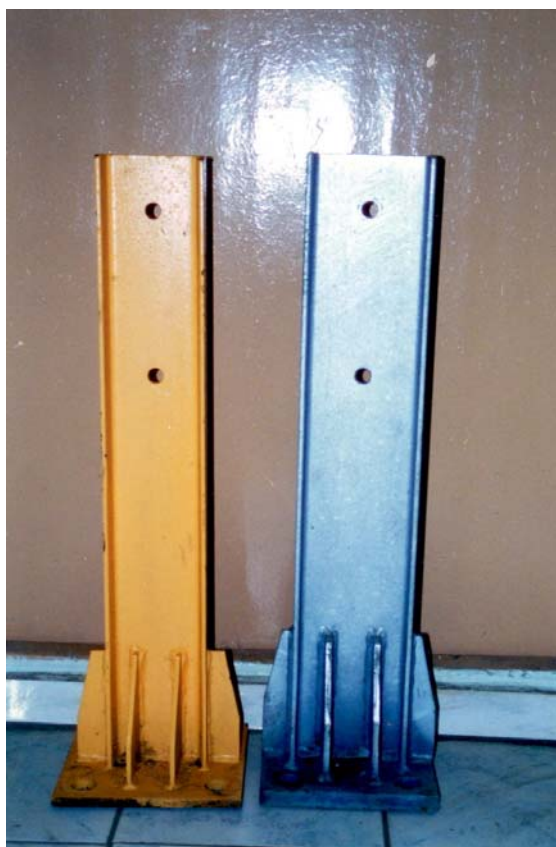
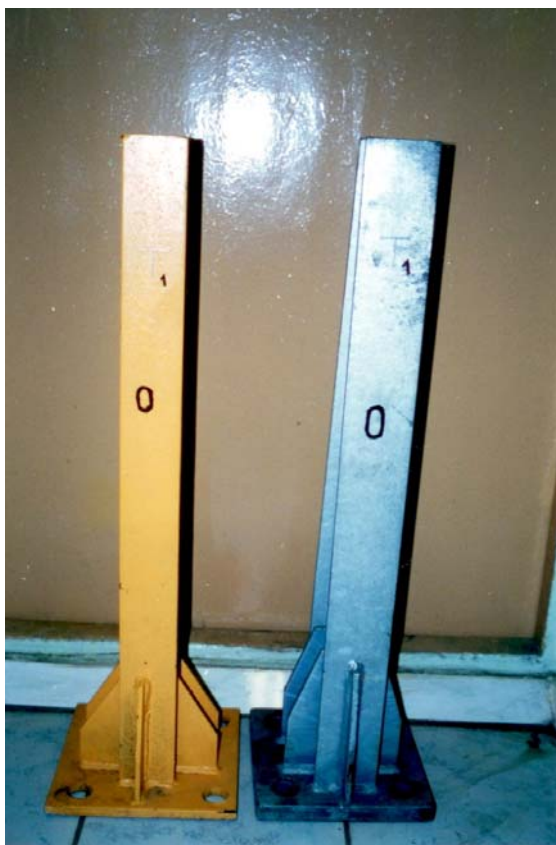
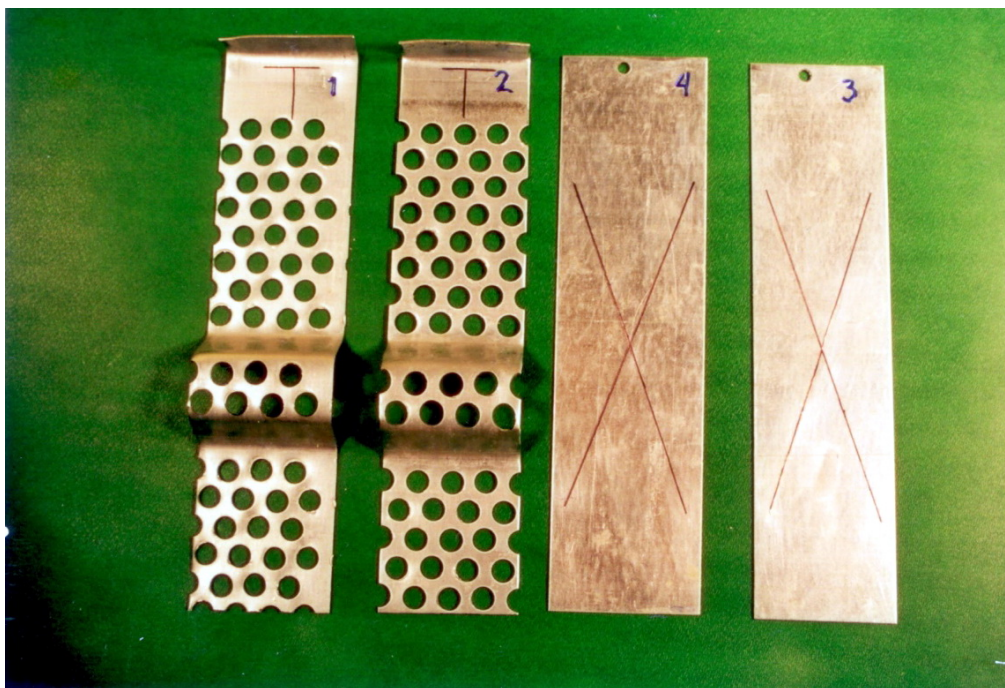


Рис. 3.7

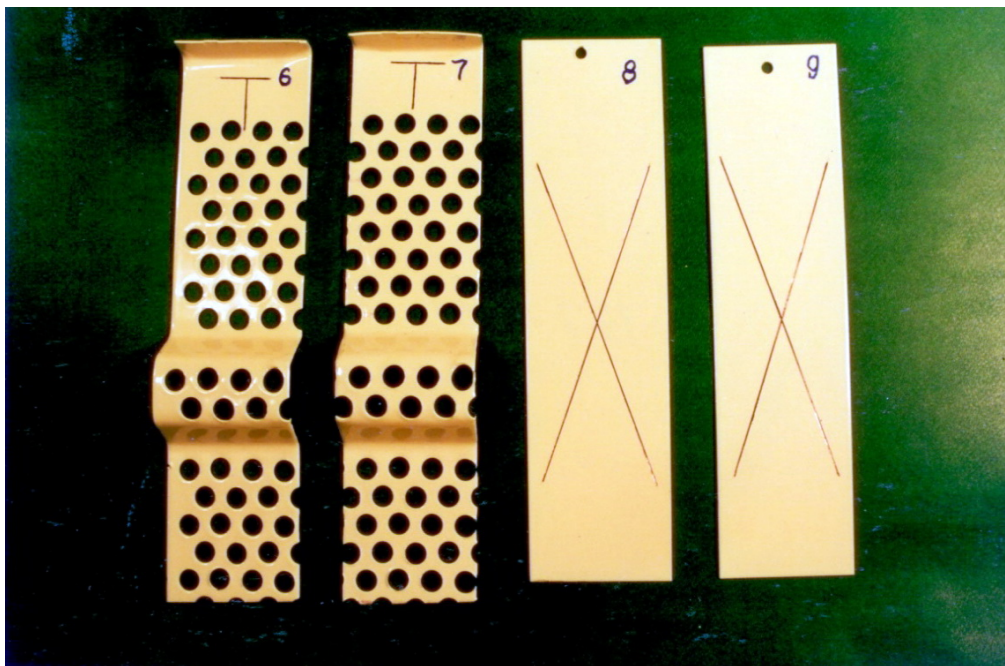
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ (ШИНЫ)



Рис. 3.8

СТАЛЬ ЛИСТОВАЯ ОЦИНКОВАННАЯ, НЕ ОКРАШЕННАЯ:

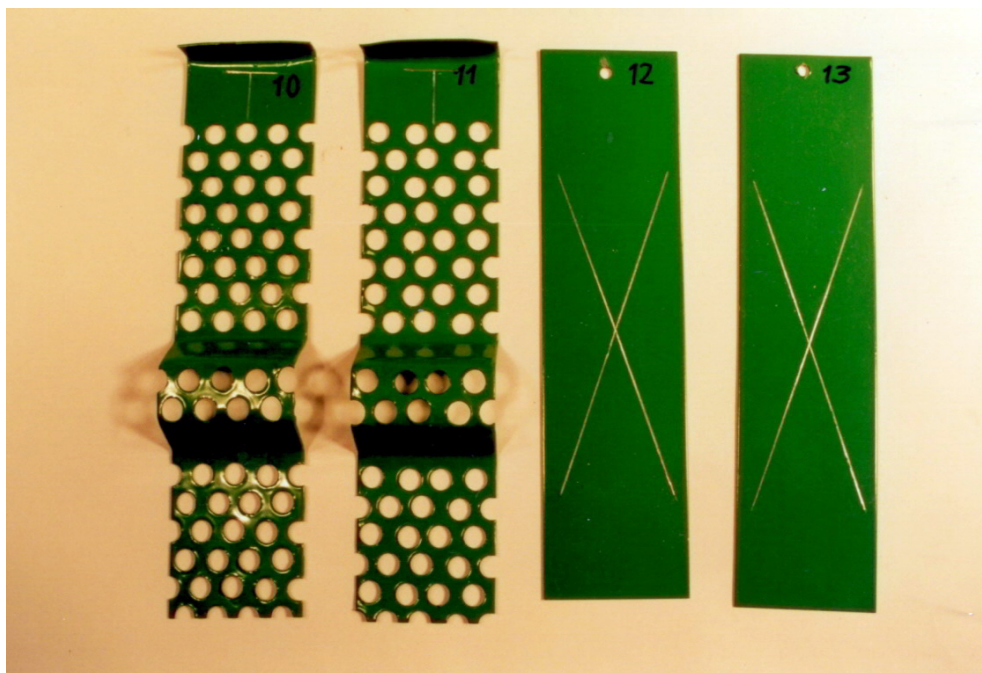
- образцы №№ 1, 2 - с перфорацией;
- образцы №№ 3, 4 - без перфорации и профиля.

Рис. 3.9**СТАЛЬ ЛИСТОВАЯ ОЦИНКОВАННАЯ, ОКРАШЕННАЯ
СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ:**

- образцы №№ 6, 7 - с перфорацией;
- образцы №№ 8, 9 - без перфорации и профиля

Рис. 3.10

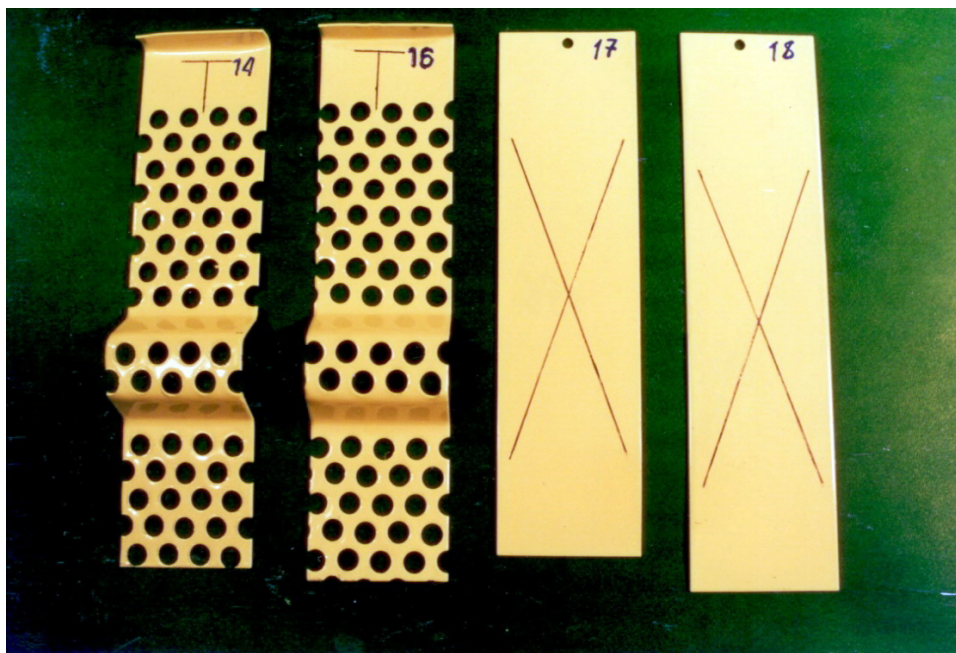
**СТАЛЬ ЛИСТОВАЯ ОЦИНКОВАННАЯ, ОКРАШЕННАЯ
СТАРОЙ КРАСКОЙ:**



- образцы №№ 10, 11 - с перфорацией;
- образцы №№ 12, 13 - без перфорации и профиля

Рис. 3.11

ЛИСТ АЛЮМИНИЕВЫЙ, ОКРАШЕННЫЙ СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ:



- образцы №№ 14, 16 - с перфорацией;
- образцы №№ 17, 18 - без перфорации и профиля

Рис. 3.12

ЛИСТЫ СТАЛЬНЫЕ ОЦИНКОВАННЫЕ, ОКРАШЕННЫЕ СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ. ПОПАРНО СОЕДИНЕНЫ ЗАКЛЕПКАМИ ПОСЛЕ ОКРАСКИ.

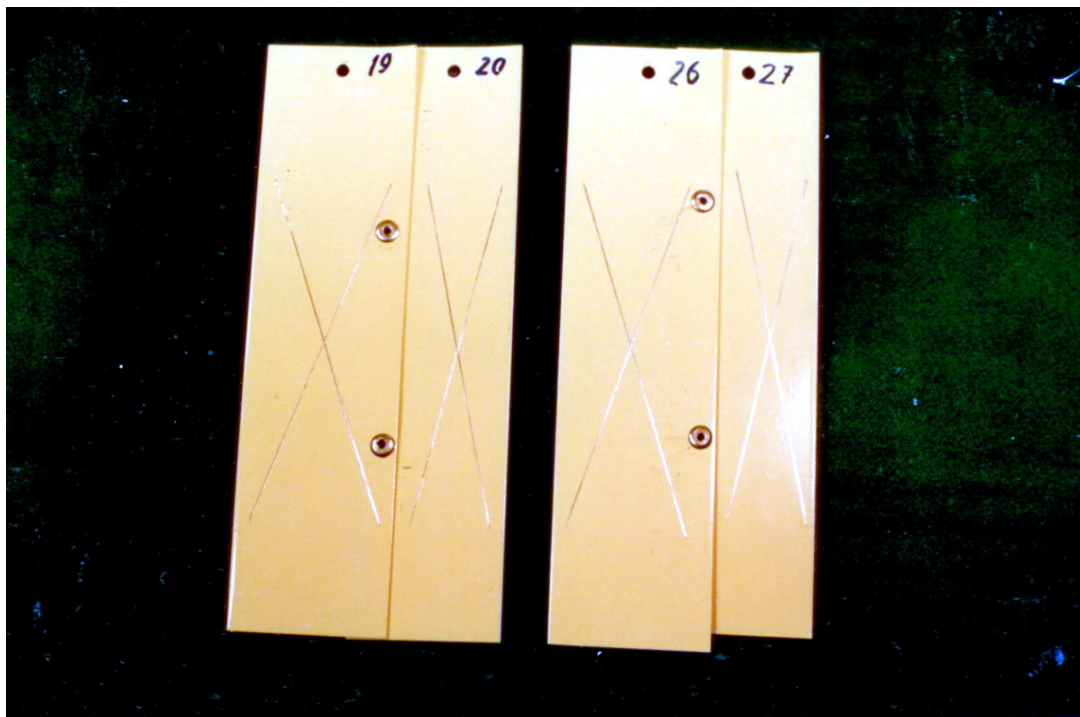


Рис. 3.13

ЛИСТЫ СТАЛЬНЫЕ ОЦИНКОВАННЫЕ (№№ 22, 23) И ЛИСТЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ (№№ 21, 24), ОКРАШЕННЫЕ СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ. ПОПАРНО СОЕДИНЕНЫ ЗАКЛЕПКАМИ ПОСЛЕ ОКРАСКИ.

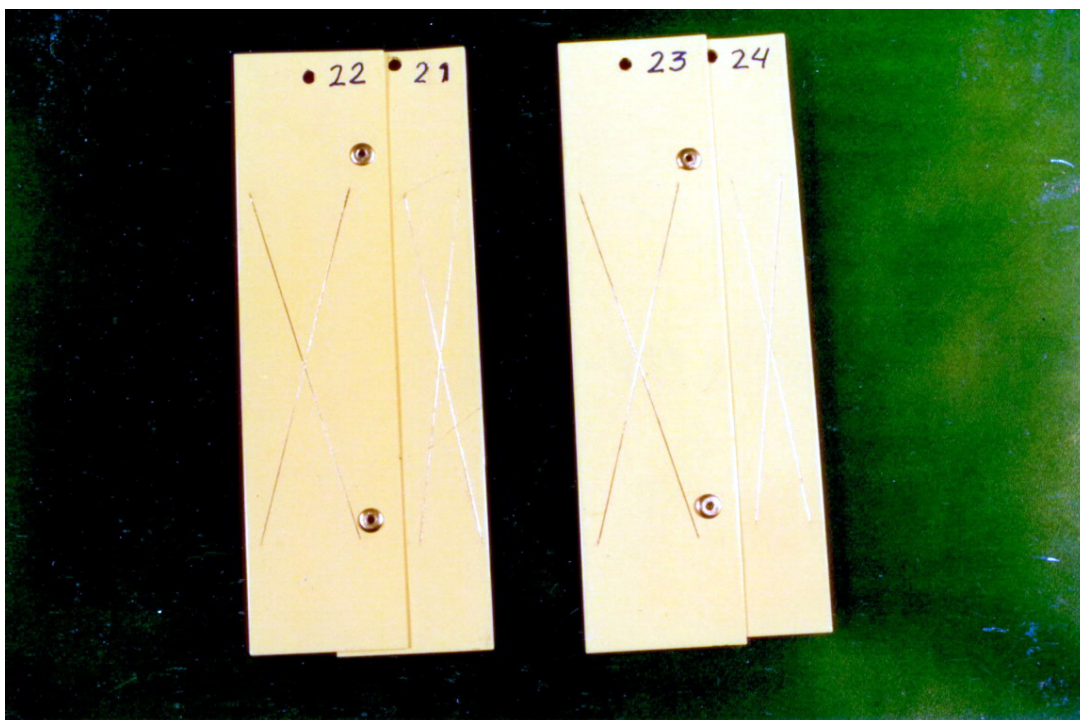


Рис. 3.14

ЛИСТЫ СТАЛЬНЫЕ ОЦИНКОВАННЫЕ ОКРАШЕННЫЕ СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ (№№ 28, 30) И НЕОКРАШЕННЫЕ (№№ 31, 34). ПОПАРНО СОЕДИНЕНЫ ЗАКЛЕПКАМИ ПОСЛЕ ОКРАСКИ.

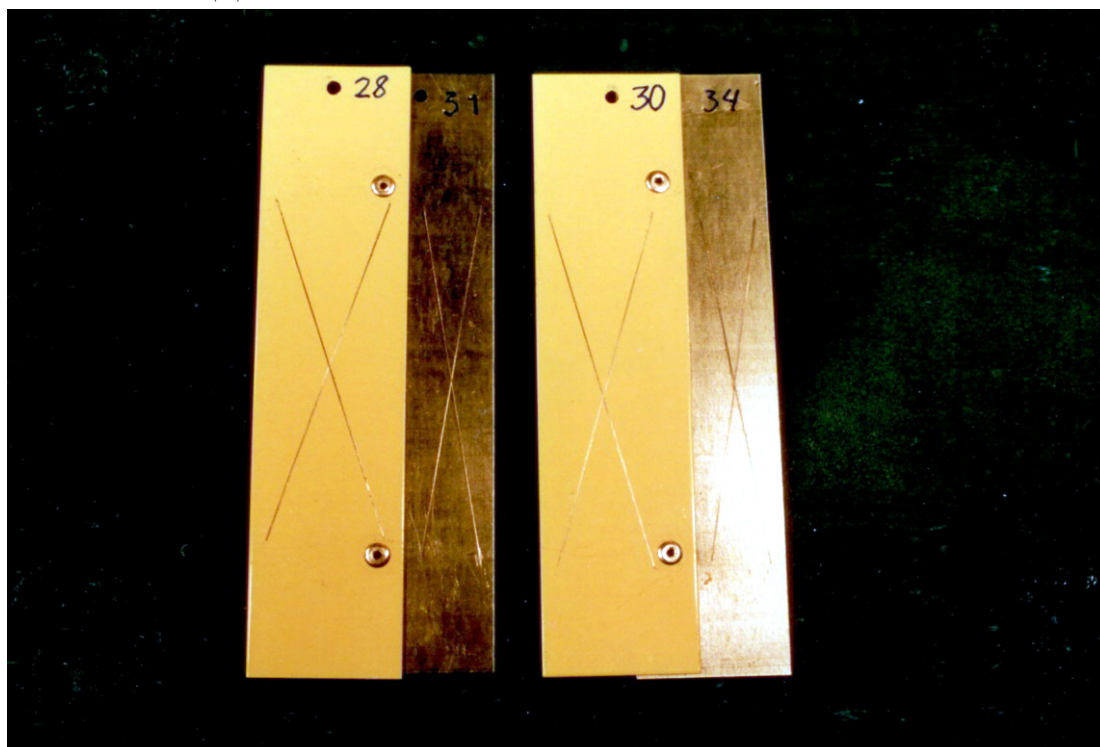


Рис. 3.15

ЛИСТЫ СТАЛЬНЫЕ ОЦИНКОВАННЫЕ НЕОКРАШЕННЫЕ (№№ 29, 32), ЛИСТЫ АЛЮМИНИЕВЫЕ (№№ 33, 36) ОКРАШЕННЫЕ СВЕЖЕЙ КРАСКОЙ, ПОПАРНО СОЕДИНЕНЫ ЗАКЛЕПКАМИ ПОСЛЕ ОКРАСКИ

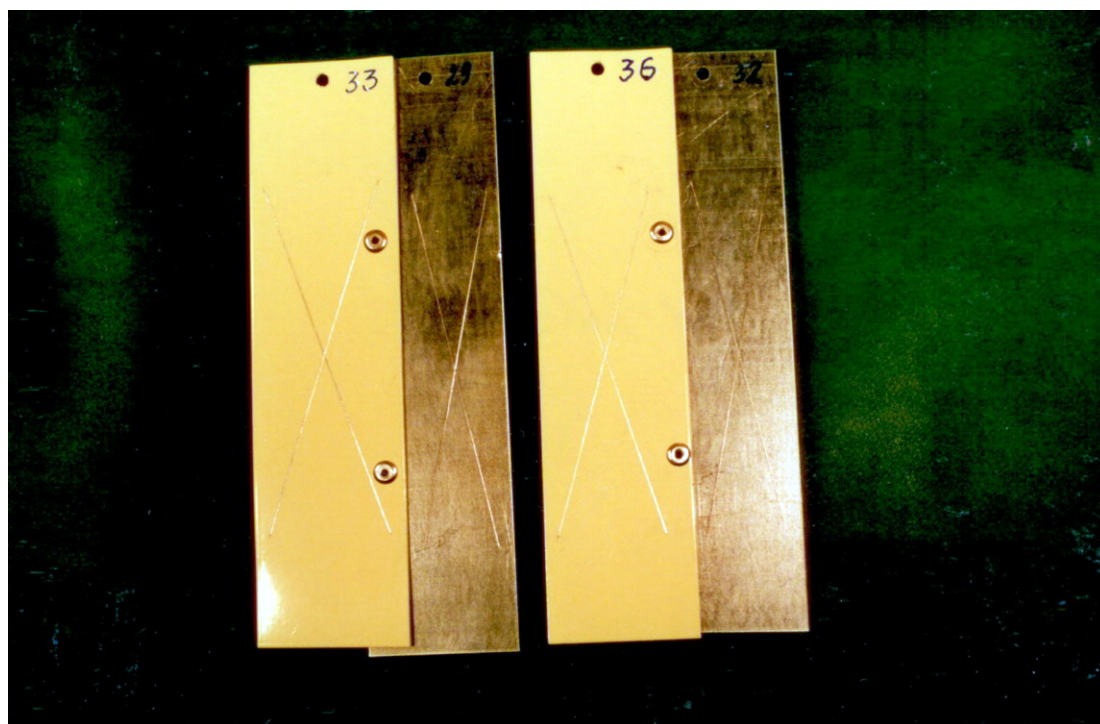


Рис. 3.16

СТОЙКА, БОЛТЫ, ГАЙКИ, 2 ШАЙБЫ. ОПОРА ПЕРЕДНЯЯ СМО-1.1-003 (СМТ-003). ОПОРА ПЕРЕДНЯЯ СМО-1,1-004 (СМТ-004). СТЕРЖЕНЬ СТОЙКИ СМОЦ 1-1,1(А)-001 L=600 ММ. ГОРЯЧЕЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ.



Рис. 3.17

**СТЕРЖЕНЬ СТОЙКИ ДОРОЖНОГО ОГРАЖДЕНИЯ (1,2)
СТЕРЖЕНЬ СТОЙКИ СМОЦ-1,1-001 L=600 мм.
ГОРЯЧЕЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ**

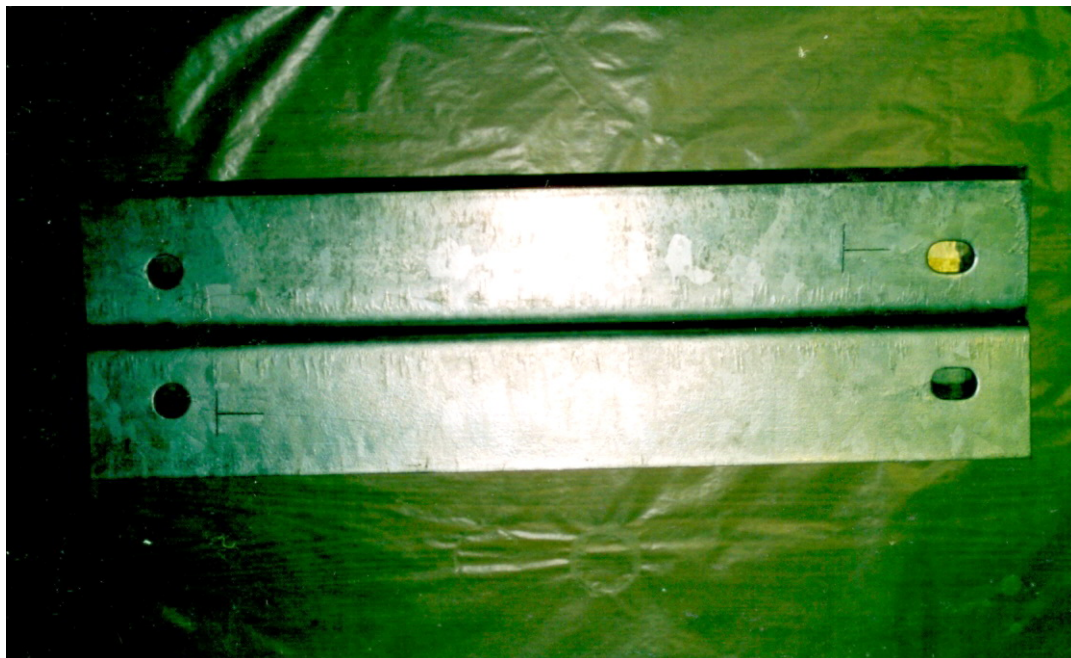
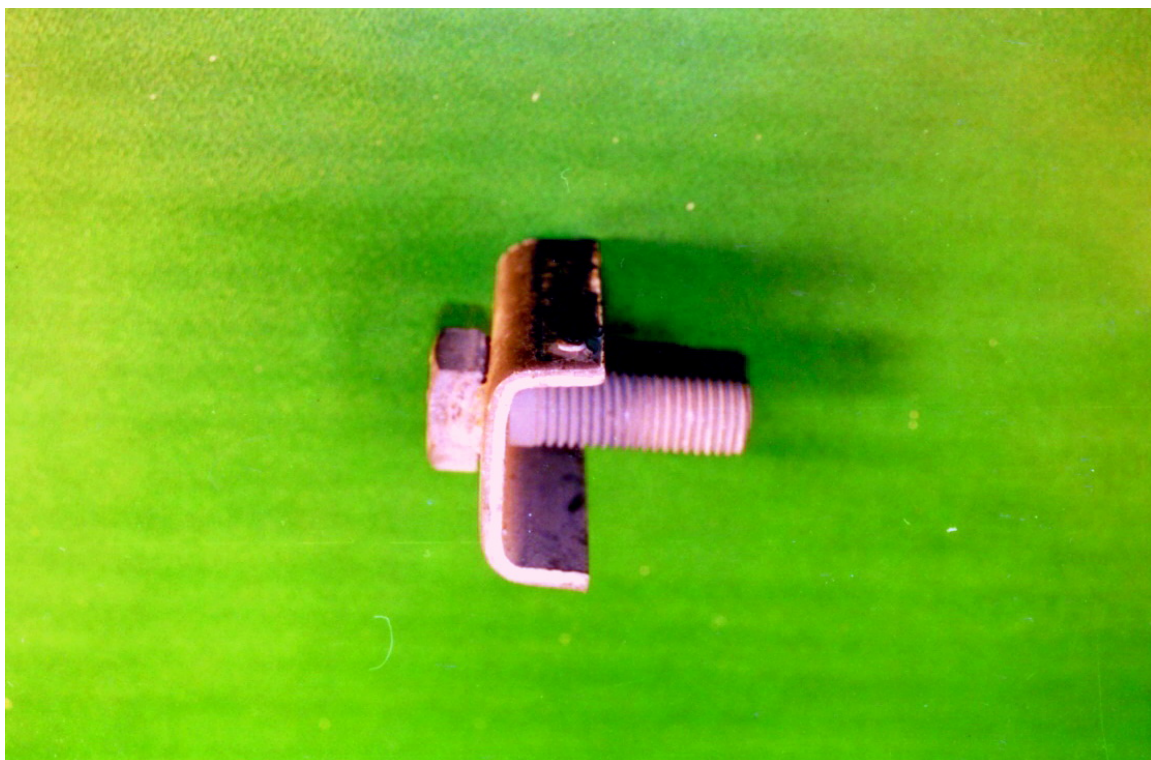


Рис. 3.18

СКОБА КРЕПЛЕНИЯ. ТЕРМОДИФФУЗИОННОЕ ЦИНКОВАНИЕ**Рис. 3.19**

3.4. Объем и методы испытаний

3.4.1. Подготовка контрольных объектов к испытаниям

3.4.1.1. Для испытаний подготовлены:

- 6 равнозначных комплектов контрольных образцов из листовой кузовной стали производства "ИЖМАШ-Авто" и "Авто ВАЗ" (5 комплектов для оценки коррозионных воздействий реагентов, один комплект - свидетель, подвергался воздействию только влажной среды, создаваемой внутри камеры);
- 6 равнозначных комплектов фрагментов дорожных ограждений производства АО "Мостосталь Сельдце" и ООО "Транс барьер";
- 2 комплекта (12 шт. в комплекте) образцов из листовой оцинкованной стали и алюминия (с окраской и без окраски) производства ООО "Аксон Люкс";
- 4 комплекта крепежных элементов фрагментов дорожных ограждений и деталей к ним производства ООО "Аксон Люкс".

3.4.1.2. Для наблюдения за развитием коррозионных процессов на поверхностях контрольных объектов нанесены "Х" и "Т" образные искусственные очаги коррозии (ИОК).

На автомобилях ИОК нанесены на поверхности передних крыльев (по одному ИОК для каждого реагента, всего 12 ИОК, в т.ч. 10 - для оценки коррозионных воздействий реагентов, два - свидетеля).

3.4.1.3. В процессе подготовки контрольных объектов к испытаниям был проведен их осмотр. Осмотром установлено, что внешний вид контрольных объектов и состояние ЛКП перед испытаниями - в целом удовлетворительное.

Толщина ЛКП, замеренная на поверхностях контрольных объектов составила:

- на образцах производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ" грунтованных - 10...20 мкм, грунтованных плюс два слоя эмали - 45...60 мкм;
- на образцах производства ООО "Аксон Люкс" - 80...150 мкм;
- на стойках дорожных ограждений с лакокрасочным покрытием - 10...15 мкм;
- на передних крыльях автомобилей УАЗ - 60...70 мкм.

3.4.1.4. Распределение контрольных объектов по группам испытаний и их обозначение (маркировка) в зависимости от вида воздействующего реагента в испытаниях приведены в табл. 3.5.

3.4.2. Порядок проведения и объем испытаний.

3.4.2.1. Испытания проводились в коррозионной камере НИЦИАМТ. Подготовленные группы контрольных образцов устанавливались вдоль стен коррозионной камеры, на расстоянии не менее 3 м друг от друга. Автомобили устанавливались по центру камеры.

В процессе испытаний объекты подвергались циклическому воздействию агрессивной среды создаваемой в камере. Продолжительность цикла соответствовало полным суткам испытаний.

Каждый цикл состоял из двух частей. В первой части цикла в камере устанавливалась и поддерживалась температура воздуха $37 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительная влажность $95 \pm 3\%$. По истечении каждого часа в зонах установки контрольных объектов (табл. 3.5), для автомобилей – в зонах соответствующих ИОК на крыльях) в течении 15 мин. производилось распыление раствора соответствующего реагента.

Таблица 3.5

Распределение контрольных объектов по группам испытаний
и их обозначение (маркировка)

Усл. № группы, наименование контрольных объектов	Наименование реагента		
	"Вейфган Хонгиц" (ХКМ) "	"Нордикс-67"	Соль техническая (NaCl)
	Маркировка (обозначение) контрольных объектов		
1	2	3	4
1. Образцы листовой кузовной стали производства "ИЖМАШ-АВТО" и "АВТО-ВАЗ"	+	+	+
	1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6	4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6
2. Образцы листовой оцинкованной стали и алюминия производства ООО "АксонЛюкс"	-	+	-
		1, 3, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 29, 33, 28, 31	
3. Фрагменты дорожных ограждений производства АО "Мостосталь Сельдце" и ООО "Транс барьер"	+	+	+
4. Фрагменты дорожных ограждений производства ООО "Аксон -Люкс"	+	+	-
5. Автомобильная техника	+	+	-
6. Диски колес из легкого сплава (алюминия)	+	+	+
7. Резинотехнические изделия - шины колес автомобилей	+	+	

"+" - контрольные объекты подвергались воздействию реагента;

"-" - контрольные объекты не подвергались воздействию реагента.

Для оценки влияния реагентов на резинотехнические изделия производилось распыление раствора реагентов в нижних частях соответствующих шин каждого автомобиля.

Продолжительность первой части цикла 8 часов.

Во второй части цикла испытаний камера с объектами подвергается естественному охлаждению.

3.4.2.2. Полный объем испытаний составляет 30 циклов (суток), что эквивалентно 3-4 годам эксплуатации автомобилей (металлоконструкций) в условиях Центральных промышленных районов РФ (г. Москва, Моск. обл. и пр.)

3.4.2.3. Осмотр контрольных объектов производился перед началом очередного цикла: ежедневно - первые 5 циклов, далее - через каждые 10 циклов, и по окончании испытаний.

При осмотре контрольных объектов в процессе и после испытаний отмечались:

- момент начала коррозионных процессов; наличие и характер налета продуктов коррозии (равномерный, неравномерный, плотный, рыхлый);

- наличие и характер очагов коррозии - точек, пятен (количество на единицу площади поверхности, максимальный и минимальный размеры, общая площадь, занятая очагами коррозии, цвет).

3.4.3. По окончании испытаний проводились:

- мойка и сушка контрольных объектов;
- осмотр и выявление очагов коррозии;
- определение динамики распространения подпленочной и проникновение ее вглубь металла в зонах ИОК;
- определение вида коррозии по ГОСТ 6998-78 и площади поражения ею контрольных объектов;
- фотографирование контрольных объектов с характерными коррозионными поражениями и (или) выраженными очагами коррозии.

3.5. Результаты испытаний

3.5.1. В процессе испытаний и по результатам контрольного осмотра по окончании испытаний установлено:

3.5.1.1. Начало появления очагов коррозии отмечено практически на всех контрольных объектах после 2-5 циклов испытаний. В дальнейшем коррозионное воздействие развивалось с различной интенсивностью в зависимости от противогололедных реагентов (объектов испытаний).

3.5.1.2. Наибольшие коррозионные поражения имеют образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и АВТО ВАЗ" под воздействием NaCl и "Нордикс-67";

3.5.1.3. Коррозионные поражения образцов производства ООО "Аксон Люкс" (сталь оцинкованная окрашенная и неокрашенная) под воздействием "Нордикс-67" в 2,5-3 раза выше соответственно, чем под воздействием "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ);

3.5.1.4. Коррозионные поражения поверхности бруса отбойного производства АО "Мостосталь Сельдце" под воздействием "Нордикс-67" и NaCl в 5-6 раз выше, чем под воздействием "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ);

3.5.1.5. Коррозионные поражения поверхности стойки отбойного бруса, производства ООО "Транс барьер", с горячецинковым покрытием под воздействием NaCl и "Нордикс-67" в 1,5-3 раза выше, чем под воздействием "Вейфганг Хонгиц".

3.5.1.6. Коррозионные поражения поверхности стойки отбойного бруса, производства ООО "Транс барьер", с лакокрасочным покрытием под воздействием NaCl в 2-2,5 раза выше, чем под воздействием "Нордикс-67" и "Вейфганг Хонгиц";

3.5.1.7. Коррозионные поражения поверхностей опор передних, стержней стоек, элементов крепления производства ООО "Аксон Люкс" под воздействием "Нордикс-67" в 1,5-2,5 раза выше, чем под воздействием "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ);

3.5.1.8. Коррозионные поражения поверхностей скоб крепления термодиффузионного цинкования производства ООО "Аксон Люкс" под воздействием "Нордикс-67" в 5-6 раз выше, чем под воздействием "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ).

3.5.2. Величина подпленочной коррозии составила:

- для образцов производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ": под воздействием "Нордикс-67" - 7,9...21,6 мм, под воздействием "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ) - 0,95...2,3 мм, под воздействием NaCl - 2,4...8,2 мм;

- для поверхностей стоек отбойного бруса с ЛКП производства ООО "Транс барьер": под воздействием "Нордикс-67" - 8,95 мм, "Вейфганг Хонгиц" - 5,8 мм, под воздействием NaCl - 9,4 мм;

- для поверхностей крыльев автомобилей УАЗ-31601 из оцинкованной/неоцинкованной стали, под воздействием "Нордикс-67" - 6,85/9,40 мм, под воздействием "Вейфганг Хонгиц" - 1,5/3,8 мм, под воздействием NaCl - 5,0/14,55 мм.

На поверхностях образцов производства ООО "Аксон Люкс", изготовленных из оцинкованной стали без окраски под воздействием "Нордикс-67 %" после 10 циклов испытаний отмечена сплошная коррозия 35-40 % поверхности.

На образцах, изготовленных из алюминия под воздействием "Нордикс-67 %" подпленочная коррозия не отмечена;

3.5.3. Проникновение коррозии вглубь металла составило:

- на образцах производства ООО "Аксон Люкс" под воздействием "Нордикс-67" - 10...20 мкм;

- на образцах грунтованных производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ" под воздействием: "Вейфганг Хонгиц", ХКНМ, "Нордикс-67" - 22,5-35 мкм, NaCl - 30...45 мкм;

- на образцах грунтованных плюс два слоя эмали производства "ИЖМАШ АВТО" и АВТО ВАЗ" под воздействием: "Нордикс-67" - 20...25 мкм, "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ) и NaCl - 10...20 мкм,;

- на крыльях автомобилей УАЗ-31601 из оцинкованной стали под воздействием: "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ) - 15...20 мкм; NaCl и "Нордикс-67" - 25...30 мкм.

3.5.4. Результаты измерений толщины ЛКП, глубины коррозии и ширины распространения подпленочной коррозии в процессе и по окончании испытаний приведены в таблице 3.6.

3.5.5. Повреждающих воздействий на шины и другие резинотехнические изделия (изменений цвета, структуры, растрескиваний и т.п.) со стороны реагентов в объеме проведенных испытаний не отмечено.

3.5.6. Результаты осмотра контрольных объектов в процессе и по окончании испытаний приведены в "Ведомости осмотра..." (Табл. 3.7) и на рис. 3.20-3.36.

Таблица 3.6

Результаты измерений толщины ЛКП, глубины проникновения коррозии и ширины распространения подпленочной коррозии

Варианты реагентов и контрольные объекты, испытанные под их воздействием	Номер (обозначение) образца на рис.3.20-3.36	Толщина ЛКП, мкм	Количество циклов испытаний			
			30	10	20	30
			Глубина коррозии, мкм	Ширина подпленочной коррозии, мм		
1	2	3	4	5	6	7
I. "Вейфганг Хонгиц" (ХКМ) 1. Образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ": - грунтованные (катафорез); - грунтованные (анафорез); - грунтованные +2 слоя эмали. 2. Стойка отбойного бруса с ЛКП производства ООО "Транс барьер" 3. Диск колеса из легкого сплава (алюминия) 4. Передние крылья автомобилей УАЗ-31601: - оцинкованная сталь - неоцинкованная сталь	1-1	20	35	1,05	1,25	1,40
	1-2	20	35	1,00	1,20	1,50
	1-3	20	30	0,95	1,25	1,65
	1-4	10	22,5	1,15	1,35	1,55
	1-5	50	10-15	-	0,60	0,95
	1-6	50	10-15	0,95	1,25	2,30
	1	10-15	-	1,80	3,05	5,80
	1	-	-	1,70	3,20	12,50
	-	60-70	15	-	0,85	1,50
	-	60-70	20	1,15	2,50	3,80
	3-1	20	30	1,15	1,35	2,40
	3-2	15-20	45	1,10	1,40	3,50
II. Вариант (NaCl) 1. Образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ": - грунтованные (катафорез); - грунтованные (анафорез); - грунтованные + 2слоя эмали 2. Стойка отбойного бруса с ЛКП производства ООО "Транс барьер" 3. Диск колеса из легкого сплава (алюминия) 4. Передние крылья автомобилей УАЗ-31601: - оцинкованная сталь; - не оцинкованная сталь.	3-3	10-15	42,5	1,35	1,75	3,65
	3-4	10-15	45	1,30	1,95	3,85
	3-5	50	20	1,15	1,45	5,60
	3-6	50	10	0,95	2,15	8,20
	3	10-15	-	2,55	4,80	9,40
	3	-	-	2,35	4,75	18,75
	-	60-70	25	-	1,25	5,00
	-	60-70	30	1,05	4,60	14,55

1	2	3	4	5	6	7
III. Вариант ("Нордикс-67 %")						
1. Образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ":						
- грунтованные (катафорез);	4-1	10	35	1,15	4,95	7,90
	4-2	10	30	0,75	4,75	14,0
- грунтованные (анафорез);	4-3	15	25	1,25	4,65	14,40
	4-4	15	25	0,90	2,75	10,35
- грунтованные +2 слоя эмали.	4-5	50	20	4,00	11,40	21,60
	4-6	45	22,5	2,50	9,20	19,05
2. Стойка отбойного бруса с ЛКП производства ООО "Транс барьер".	4	10-15	-	4,00	5,65	8,95
3. Диск колеса из легкого сплава (алюминия)	4	-	-	-	-	-
4. Крылья передние УАЗ-31601:						
- оцинкованная сталь;	-	60-70	30	2,20	3,25	6,85
- не оцинкованная сталь.	-	60-70	40	3,85	5,80	9,40
5. Образцы производства ООО "Акон Люкс":						
- оцинкованная сталь не окраш.	1, 3, 29, 31	-	-	-	-	-
- оцинкованная сталь окрашенная	6	125	20	1,25	отсл. ЛКП в зоне ИОК	значит. отсл. ЛКП в зоне ИОК и на поверхн.
	8	80	20	2,75	6,50	11,75 Всп. ЛКП в зоне ИОК и по кромкам
	10	150	10	3,50	отсл. ЛКП в зоне ИОК	Знач. отсл. ЛКП в зоне ИОК
	12	90-110	20	3,75	8,50	11,80
	19	100-110	20	4,10	отсл. ЛКП в зоне ИОК	отсл. ЛКП в зоне ИОК и на поверхн.
	20	80	20	4,65	7,85	13,5 отсл. ЛКП
	22	90-100	15	3,85	12,6	16,45 отсл. ЛКП
	28	110	20	2,75	13,7	18,6 отсл. ЛКП
	14	90-110	20	-	8,05	13,85
	17	110	15	-	отсл. ЛКП	Зн.отсл. ЛКП
- алюминий	21	100	20	-	-	-
	33	110	10	-	-	-

Ведомость
осмотра контрольных объектов в процессе и по окончании испытаний

Объекты испытаний (реагенты)	Контрольные объекты испытаний	Характеристика коррозионного воздействия	Количество циклов (суток) испытаний				Приме чание
			2-5	10	20	30	
			Степень поражения коррозией,%				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. "Вей- фганг Хонгиц" (ХКМ)	1. Образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ": - № 1-1 - № 1-2 - № 1-3 - № 1-4 - № 1-5,1-6	Появление коррозии в зонах ИОК	+				
		Коррозия поверхности и по кромкам		-	2-3	3-5	Рис. 3.20
		-"-		1-2	2-4	5-10	-"-
		Точечная коррозия поверхности и по кромкам		2-3	5-7	10-15	-"-
		-"-		3-5	8-10	15-20	-"-
		Коррозия кромок		-	2-3	10-20	-"-
	2. Отбойный брус производства АО "Мостосталь Сельдце".	Появление коррозии (белый налет)	+				
		Коррозия поверхности в виде белого налета		3-5	5-7	15-20	Рис. 3.24
	3. Стойка отбойного бруса производства ООО "Транс барьер": - ГЦП; - ЛКП	Появление коррозии	+				
		Коррозия поверхности (белый налет);		5-7	10-15	30-35	Рис. 3.26
		Коррозия поверхности (ржавчина)		3-5	15-20	25-30	Рис. 3.25
	4. Диск колеса из легкого сплава (алюминия)	Незначительные сколы		-	-	+	Рис. 3.30
		Растрескивание покрытия. Коррозии нет.					Рис. 3.31
		Значительная величи- на подпленочной коррозии.		-	-	+	Рис. 3.32
5. Диск колеса автомобиля УАЗ- 31601.	Коррозия поверхности		20-25	40-45	55-60	Рис. 3.34	
6. Фрагменты дорожных ограждений ООО "Аксон Люкс" (опоры передние, стержни стоек, болты, гайки, шайбы)	Коррозия поверхности (белый налет)	+	15-20	30-40	60	Рис. 3.28	

1	2	3	4	5	6	7	8
II. NaCl- (3,5 % раств. техн.соли)	1. Образцы производства "ИЖМАШ-АВТО" и " АВТО ВАЗ": - № 3-1;	Появление коррозии в зонах ИОК	+				
	- № 3-2;	Коррозия поверхности и по кромкам		8-10	20	35	Рис. 3.21
	- № 3-3;	Сплошная коррозия поверхности		10-15 20-25	25 45	45 65	"-" "-"
	- № 3-4;	Сплошная коррозия кромки. Точечная коррозия поверхности		25-30 15-20	55-60 25-35	85-90 50-60	"-" "-"
	- № 3-5;	Коррозия кромки. Поверхность коррозии не имеет.		8-10	20-25	40	"-"
	2. Отбойный брус производства "Мостосталь Сельдце"	Появление коррозии (белый налет) Сплошная коррозия поверхности (белый налет) толстым плотным слоем в виде волнистых линий.	+	30-35	50-60	100	Рис. 3.24
	3. Стойка отбойного бруса производства ООО "Транс барьер" - ГЦП;	Появление коррозии	+				
	- ЛКП.	Сплошная коррозия поверхности (белый налет) Сплошная коррозия поверхности (ржавчина).		30-40	55-60	90-95 75-80	Рис. 3.26 Рис. 3.25
	4. Диск колеса из легкого сплава (алюминия)	Незначительные сколы верхнего слоя размером 12x13 и 8x5 мм				+	Рис. 3.30, 3.32, 3.33
		Растрескивание покрытия		-	-	+	Рис. 3.31
		Значительная величина подпленоч-ной коррозии		-	-	+	Рис. 3.32
	5. Диск колес автомобиля УАЗ- 31601.	Коррозия поверхности		10-15	20-25	30-40	Рис. 3.34

1	2	3	4	5	6	7	8
III "Нор- диск-67%"	1. Образцы производства "ИЖМАШ АВТО" и "АВТО ВАЗ": - № 4-1;	Появление коррозии в зонах ИОК Точечная коррозия поверхности (25-30 точек). Вспучивание ЛКП. Коррозия кромок вокруг отверстия.	+	2-3	8-10	15-20	Рис. 3.20
	- № 4-2;	Точечная коррозия поверхности и по кромкам отверстия. Вспучивание ЛКП.		-	-	+	
	- № 4-3;	Сплошная коррозия поверхности с значительным вспучиванием ЛКП.		-	-	+	-"
	- № 4-4;	Коррозия поверхности с вспучиванием ЛКП.		15-20	35-40	50-60	-"
	- № 4-5;	Коррозия кромок по периметру и вокруг отверстия.		35-40	50-60	95	-"
	- № 4-6	Отслоение ЛКП на значительной части поверхности.		20-30	55-60	85	-"
		Коррозия кромок по периметру и вокруг отверстия.		35-40	50-60	90	-"
		Отслоение ЛКП на значительной части поверхности.		30-40	55-60	95	-"
	2. Отбойный брус производства АО "Мостосталь Сельдце"	Появление коррозии (белый налет). Сплошная коррозия поверхности толстым плотным слоем (белый нарос).	+	30-35	60	100	Рис. 3.24 Рис. 3.29
	3. Стойка отбойного бруса производства ООО "Транс барьер"	Появление коррозии.	+				
	- ГЦП	Сплошная коррозия поверхности толстым плотным слоем.		30-40	60-70	100	Рис. 3.27
	- ЛКП	Коррозия поверхности		10-15	25-30	40	-" Рис. 3.27
	4. Диск колеса из легкого сплава (алюминия)	Коррозия отсутствует		-	-	-	Рис. 3.30
	5. Диск колеса автомобиля УАЗ- 31601	Коррозия поверхности. Сплошная коррозия кромки обода и вокруг отверстий		3-5 25-30	10-15 50-60	20-30 100	Рис. 3.34 -"

1	2	3	4	5	6	7	8
	6. Крыло ав-ля УАЗ-31601	Подпленочная кор- розия в зоне ИОК (оцинкованная сталь и не оцинкованная сталь) Сплошная коррозия по кромке колесной ниши	-	-	+	+	Рис. 3.35 Рис. 3.36
				35-40	70-75	100	Рис. 3.36
	7. Фрагменты дорожных ограждений, образцы ООО "Аксон Люкс": - опоры передние, стержни стоек, болты, гайки, шайбы;	Сплошная коррозия поверхности (толстый плотный налет белого цвета)	+	35-40	60-70	100	Рис. 3.29
	- скоба крепления;	Сплошная коррозия поверхности		30-35	65	95	Рис. 3.33
	образцы: - сталь оцинко- ванная неокрашенная №№ 1, 3, 29, 31; - сталь оцинко- ванная окрашенная № 6, 10;	Сплошная коррозия поверхности (ржавчина)	35-40	95	100	100	Рис. 3.21 Рис. 3.22 Рис. 3.23
		Отслоение ЛКП в зоне ИОК. Белый налет по кромкам отверстий.	-	-	+	+	Рис. 3.22
	- № 8;	Вспучивание ЛКП в зоне ИОК и по кромкам.	-	-	+	+	Рис. 3.22
	- № 12;	Значительное отслоение ЛКП в зоне ИОК и от кромки.	-	+	+	+	Рис. 3.22
	- № 19, 20, 22, 28;	Коррозия под пленкой ЛКП (белый налет + ржавчина) толстым сплошным слоем.	-	+	+	+	Рис. 3.22 3.23
	- алюминий окрашенный №№ 14, 17, 21, 33	Коррозии поверхности и подпленочной нет.	-	-	-	-	Рис. 3.22 Рис. 3.23