

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МОГИЛЕВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «МОГИЛЕВАВТОДОР»
УНИТАРНОЕ КОММУНАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ
ПРОЕКТНО-РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«МОГИЛЕВОБЛДОРСТРОЙ»
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«БЕЛДОРЦЕНТР»
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог

Материалы международной
научно-технической конференции

Могилев, 18 – 19 февраля 2010 г.

Могилев
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
2010

УДК 625.76«324»(043.2)
ББК 39.311
С56

Редакционная коллегия : д-р техн. наук, проф. И. С. Сазонов (гл. редактор); канд. техн. наук, доц. М. Е. Лустенков (зам. гл. редактора); В. И. Кошелева (отв. секретарь); д-р техн. наук, проф. И. И. Леонович; канд. техн. наук, доц. С. Д. Галюжин; канд. техн. наук, доц. Е. В. Кашевская; канд. техн. наук, доц. В. Т. Парахневич

Рецензенты : канд. техн. наук И. В. Нестерович; канд. техн. наук С. В. Богданович

С56 **Современные** технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог: материалы междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Могилев. обл. исполн. ком., РУП «Могилевавтодор», УКДПРСТ Могилевоблдорстрой», РУП «Белдорцентр», Беларус.-Рос. ун-т ; редкол. : И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2010. – 77 с. : ил.
ISBN 978-985-492-076-4.

Рассмотрены проблемы в области технологий, машин и материалов для зимнего содержания автомобильных дорог.

Лейтмотивом докладов на конференции стала актуальность вопросов зимнего содержания автомобильных дорог не только как технической проблемы, но и как социально-экономической проблемы современного общества, обеспечивающей безопасность дорожного движения и экологическую безопасность автомобильных дорог.

УДК 625.76«324»(043.2)
ББК 39.311

ISBN 978-985-492-076-4

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2010

УДК 625.76

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

И.И. ЛЕОНОВИЧ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Под зимним периодом времени подразумевается время со среднесуточной температурой атмосферного воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продолжительность этого периода колеблется от 100 суток в юго-западных районах до 140 суток в северо-восточных районах Беларуси. Состояние поверхности дорог и условия движения зимой формируются под влиянием отрицательной температуры воздуха, ветров, снегопадов, метелей, гололеда и ограниченной метеорологической видимости, а также в результате сочетания этих факторов.

Территория Беларуси с учетом высоты снежного покрова $h_{\text{сп}}$ разделяют на четыре района: северо-западный $h_{\text{сп}} = 0,6\text{ м}$; центральный $h_{\text{сп}} = 0,5\text{ м}$; южный и западный $h_{\text{сп}} = 0,4\text{ м}$ и юго-западный $h_{\text{сп}} = 0,3\text{ м}$. Среднее количество дней с переходом температуры через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 68–72, а количество оттепелей 35–40 дней.

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова в Витебской области 103 дня, Могилевской 99, Минской 95, Гомельской 86, Гродненской 85 и Брестской 78 дней. Среднее число дней с метелями достигает 20, с туманами 60 дней, значительная часть из них приходится на зимний период. Количество осадков в холодный период года составляет 200–250 мм. Самым холодным месяцем является январь, среднемесячная температура его колеблется по территории от $4,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на западе до $8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ на востоке. Зима в Беларуси в среднем наступает в середине или в конце декабря и продолжается от двух до трёх с половиной месяцев. Зимой особенно ярко выражается влияние Атлантического океана. В течение всей зимы наблюдаются длительные оттепели, значительная облачность и влажные северо-западные ветра. В декабре и в феврале на каждые три дня приходится один день с оттепелью. Восточная часть республики чаще подвергается действию материкового воздуха, здесь характерен более суровый зимний режим. Погодно-климатические условия зимнего периода существенно сказываются на эксплуатационном состоянии автомобильных дорог, повышают опасность дорожного движения. Так, из общего количества ДТП имевших место в 2008 году на дорогах общего пользования (3402 случая) на зимний период (ноябрь–март) приходится 1274 случая или 37,4 %. Причинами возникновения при этом были: мокрое покрытие, гололеда, заснеженная проезжая часть и др.

С началом снегопада на проезжей части появляются отложения, которые приводят к повышению сопротивления движению и появления скользкости. Толщина слоя, выпадающего за один снегопад, составляет чаще всего 1–5 см, а иногда 6–15 и более. Снежные метели приводят к заносам дорог на участках с нулевыми отметками, невысокими насыпями и не глубокими выемками, эти участки подлежат защите от снежных заносов в первую очередь. Особую опасность на автомобильных дорогах представляет зимняя скользкость – гололедица, гололед и снежный накат. Система борьбы с зимней скользкостью должна быть построена таким образом, чтобы с одной стороны обеспечивать наилучшие условия для движения автомобилей, а с другой максимально снизить трудоемкость, своевременно осуществлять необходимые профилактические мероприятия и удешевить их практическую реализацию. Достижение конкретных целей связано с выполнением ряда мер.

Профилактические меры – не допускать или максимально ослабить снежные и ледяные отложения на дороге. К числу таких мер относятся: уменьшение снегозаносимости дорог, профилактическая обработка покрытий химическими противогололедными веществами и др. Защитные меры сводятся к преграждению доступа к дороге снега и льда, поступающих с прилегающей местности. К ним относятся защита дороги от переноса снега при метелях и от образования скользкости. Эффективность защитных мер оценивается коэффициентом снегозащитности, который при полном исключении метельного снега на дороге равен единице, а для патрульной очистки проезжей части остается только уборка снега, выпавшего во время снегопада. Ликвидационные меры – комплекс работ по устранению снежных отложений и ледяных образований с поверхности проезжей части и обочин автомобильной дороги. К ним относятся: патрульная очистка проезжей части, ликвидация снежных заносов, обработка обледеневших частей покрытия материалами повышающими коэффициент сцепления автомобильных шин с дорогой, удаление стекловидного льда и др.

Указанные меры являются основополагающими при зимнем содержании дорог, но по своей сути они не однозначны. С каждым годом совершенствуется технология зимнего содержания; используются новые типы снегоочистительных и снегоуборочных машин; широкая гамма противогололедных химических реагентов и машин для их распространения по поверхности дороги.

Состояние автомобильной дороги в зимний период зависит от климатических условий местности, конструктивных особенностей земляного покрытия и инженерного обустройства дороги в целом, от особенностей зимы, а так же от организации работ по защите дороги от снежных заносов и особенно организации работ по очистке дороги от снежных отложений и ликвидации зимней скользкости.

Научное издание

Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог

Материалы международной
научно-технической конференции

Могилев, 18 – 19 февраля 2010 г.

Технический редактор И.В.Брискина

Компьютерная верстка И.В.Брискина

Подписано в печать 27.01.2010г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Усл.печ.л. 4,41. Уч.-изд.л. 4,75.
Тираж 40 экз. Заказ № 57.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
Лицензия ЛВ 02330/375 от 29.06.2004г.
212005, г.Могилев, пр.Мира, 43.

внешним листовым армированием в мостовых переходах и путепроводах.....	60
СЕМЕНИУК С.Д., СТАРОСТИНА О.А. Усиление железобетонных опор пешеходных переходов и путепроводов на автодорогах....	62
СИВАЧЕНКО Л.А., КУТЫНКО Е.И., СИВАЧЕНКО Т.Л. Устройства с рабочими органами адаптивного действия для зимнего содержания автомобильных дорог.....	64
СИВАЧЕНКО Л.А., ШАРОЙКИНА Е.А., КУЛЕШОВ М.И., ГАРАФОНОВ А.А. Рессорно-стержневые аппараты для получения высококачественного щебня мелких фракций.....	65
СТАРЛАВНИКОВА О.М. Автоматизация анализа своевременности выполнения работ по ликвидации зимней скользкости....	66
ФОЙНИЦКАЯ И.Н., ЖАРАВОВИЧ Е.В. Уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду противогололедных материалов.....	68
ЦАРЕНКОВА И.М. Основы управления запасами в системе зимнего содержания автомобильных дорог.....	70
ШУТОВ Р.З. Определение несущей способности шестиугольной железобетонной дорожной плиты РУПП «БелАЗ».....	72

УДК 625.768

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГНОЗ ПОГОДЫ И ЕГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ЗИМНЕМ СОДЕРЖАНИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С.В. БОГДАНОВИЧ, И.В. НЕСТЕРОВИЧ
Республиканское унитарное предприятие
«БЕЛДОРЦЕНТР»
Минск, Беларусь

Многообразие требований, предъявляемых к прогнозам различными отраслями экономики, привело к тому, что специализированные прогнозы существенно различаются между собой. Содержание прогноза зависит от того, какие метеорологические величины и явления погоды представляют интерес для данной отрасли. Так, в случае прогнозов для дорожного хозяйства, в первую очередь, обращается внимание на гололедные явления, снегопады, метели, понижение температуры в зимнее время и переходные сезоны.

Специализированные прогнозы могут быть постоянными, сезонными и временными (на несколько дней, недель), разрабатываемыми для выполнения отдельных срочных и важных хозяйственных мероприятий. Кроме того, существуют разовые специализированные прогнозы по заявкам. Консультации отдельных предприятий по поводу предстоящей погоды также следует рассматривать как специализированные прогнозы, выраженные в более подробной, устной форме.

К специализированным прогнозам относятся и предупреждения о неблагоприятных явлениях погоды, составляемые в связи с угрозой возникновения неблагоприятных явлений и условий погоды. К этим прогнозам потребитель относится с повышенной требовательностью и придает им особое экономическое значение.

До настоящего времени разработка специалистами гидрометеорологической службы специализированных прогнозов погоды, в том числе прогнозов опасных и неблагоприятных для дорожной отрасли гидрометеорологических явлений, осуществлялось с использованием прогнозов погоды общего назначения, составляемых в целом по территории республики (области). При этом ожидаемые в конкретном регионе страны погодные условия распространялись и на автодорогу (или ее участок), расположенную в данном регионе. Существующие синоптические методы составления прогнозов не позволяют составить прогноз по автомагистрали с более детальным для автомагистрали пространственным и временным разрешением. Для решения этой задачи необходимо использование прогностических данных численных моделей, которые позволяют производить расчеты

ожидаемых погодных условий, а также опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений в каждой конкретной точке через определенные временные и пространственные интервалы с указанием количественных характеристик ожидаемых метеорологических явлений. Однако необходимо отметить, что численные прогнозы погоды должны проходить обязательный критический контроль со стороны специалистов-синоптиков, которые при необходимости смогут внести коррективы в полученные расчетные значения, увязав их с ожидаемым развитием атмосферных процессов. Использование результатов численных моделей высокого пространственного и временного разрешения совместно с синоптическим контролем и анализом дает возможность значительно повысить уровень гидрометеорологического обслуживания дорожных служб специализированными прогнозами, что в свою очередь, позволяет поддерживать автомобильные дороги в рабочем состоянии, качественно улучшить планирование работ по содержанию.

Дальнейшее развитие специализированного метеобеспечения дорожной отрасли основано на том факте, что метеослужбы используют в своей работе, в первую очередь, карты погоды. Только после обработки карт появляются прогнозы погоды общего назначения в привычном для всех текстовом виде. В настоящее время карты погоды, с которыми работают гидрометеорологические службы республики являются геопривязанными, то есть границы распространения того, либо иного погодного явления можно описать через широту и долготу. Используя этот факт можно совместить зоны распространения погодных явлений с географически привязанной картой автомобильных дорог. Определив географически границы пересечения погодных явлений и автомобильных дорог, можно получить точные границы распространения прогнозируемого неблагоприятного явления. Эта возможность в настоящее время включена в АСУ зимним содержанием, разработанную в РУП «Белдорцентр».

В случае прогноза гололеда общая последовательность использования специализированного прогноза будет следующей.

1. Получение от Белгидромета кодированной карты по областям прогноза температуры воздуха и влажности воздуха.
2. Вычисление прогнозируемой температуры покрытия по имеющимся формулам.
3. Корректировка температуры покрытия по данным термокарты в случае ее наличия, а также введение температурных поправок, учитывающих локальный микроклимат, в случае их наличия.
4. Совмещение на карте автомобильных дорог границ распространения температур воздуха и покрытия, а также влажности.
5. Определение границ возможного развития гололеда и выдача предупреждений дорожным службам.

чения материала – эффективный механизм энерго-и ресурсосбережения.....	35
ЛЕОНОВИЧ А.А., ПАРАХНЕВИЧ В.Т., СЕРГЕЕВА А.М. Анализ изменения режима осадков Могилевской области.....	37
ЛЕОНОВИЧ И.И., БОГДАНОВИЧ А.С. Исследования времени возникновения гололеда на покрытии автомобильных дорог.....	38
МИХАЛЬКОВ В.С., МИХАЛЬКОВ Д.В. Высокоактивная природная минеральная добавка в бетоны для автомобильных дорог.....	40
МИХАЛЬКОВ В.С., БОГОРОДОВА О.В., МИХАЛЬКОВ Д.В. Эффективность использования минеральных добавок в бетоне для автомобильных дорог.....	42
МРОЧЕК В.И., ГОРОДЕЦКИЙ Д.И. Математическая модель гидропривода с поступательным движением выходного звена.....	44
МРОЧЕК В.И., МРОЧЕК Т.В., РОЗОВ С.В. Совершенствование конструкции гидроусилителя рулевого управления.....	45
МРОЧЕК Т.В., РОЗОВ С.В. Требования к конструкции регулятора расхода гидроусилителя рулевого управления.....	46
ПАРАХНЕВИЧ В.Т., СЕРГЕЕВА А.М., РОМАНОВ К.В. Исследование коэффициента дружности половодья.....	47
ПОЛЯКОВА Т.А., ГРЕБЕНЮК А.Ю., РОМАНОВ К.В. Применение ваграночных шлаков в борьбе со скользкостью.....	48
САЗОНОВА Л.И., ЦАЦУРА М.Н., ГРЕБЕНЮК А.О. Автоматизация расчета кюветов автомобильной дороги.....	49
САМОДУРОВА Т.В., ГАСПАРЯН А.С. Условия безопасного обгона отряда дорожных машин, проводящих работы по снегоочистке.....	50
САМОДУРОВА Т.В., ГУРЬЕВ А.П., ШАРАПОВА В.Н. Многофазовый регламент метеорологического обеспечения работ по зимнему содержанию дорог.....	52
САМОДУРОВА Т.В., ТРОПЫНИН Е.Н., РОМАНЦОВ А.Н. Расчет цикличности работ и ресурсов на зимнее содержание дорог... ..	54
СЕМЕНЮК Р.П., АЛЕШКЕВИЧ И.В., СТОЛЯРОВ И.А. Применение шлаков РУП «Могилевлифтмаш» для устройства оснований автомобильных дорог.....	56
СЕМЕНЮК Р.П., ЦАЦУРА М.Н., АЛЕШКЕВИЧ И.В. Применение ваграночных шлаков для производства складируемых эмульсионно-минеральных смесей.....	57
СЕМЕНЮК С.Д., МАРЧЕНКОВА И.В. Повышение несущей способности железобетонных плит усиленных созданием неразрезности в пешеходных переходах и путепроводах.....	58
СЕМЕНЮК С.Д., МЕДВЕДЕВ В.Н. Применение конструкций с	

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕОНОВИЧ И.И. Основные особенности зимнего содержания автомобильных дорог в Республике Беларусь.....	3
БОГДАНОВИЧ С.В., НЕСТЕРОВИЧ И.В. Специализированный прогноз погоды и его использование при зимнем содержании автомобильных дорог Республики Беларусь.....	5
КАШЕВСКАЯ Е.В. Повышение качества автомобильных дорог в зимних условиях.....	7
Секция. Современные проблемы зимнего содержания автомобильных дорог	
БЕРЕЗОВСКИЙ С.Н. Необходимость устройства усреднительных складов на предприятиях нерудной промышленности.....	9
БОЛОШЕНКО Ю.Г., ХМЕЛЬНИЦКИЙ Е.С. Особенности работы железобетонных конструкций в условиях малоциклового нагружения.....	11
ВОСКРЕСЕНСКИЙ Г.Г. Методологические основы создания рабочего оборудования для разрушения уплотненного снега.....	13
ГАЛЮЖИН А.С. Проблемы осушки сжатого воздуха пневмосистем машин для зимнего содержания дорог.....	15
ГАЛЮЖИН Д.С., ГОНЧАРОВ П.С. Применение планетарных прецессионных передач в редуцирующих устройствах в исполнительных механизмах дорожной техники.....	20
ГАЛЮЖИН С.Д., ПУСКОВА В.М., РУЦКИЙ М.И. Анализ несчастных случаев при эксплуатации строительно-дорожных и транспортных машин.....	21
ГЛАДЫШЕВА О.В., АЛИМОВА Н.Ю. Снегозаносимость участков автомобильных дорог с различным типом поперечного профиля.....	23
ГОБРАЛЕВ Н.Н. Автомобильная шина – фактор безопасности работы транспорта в зимних условиях.....	25
ГОРБЕНКОВА Е.В. Эффективность применения тепловых насосов в инженерных системах объектов придорожного сервиса.....	26
ДЕНИСОВ В.Н. Формирование целевых региональных программ как путь обеспечения комфортной и экологически безопасной среды обитания в мегаполисах России.....	27
ЖИЛИНСКИЙ В.И. Особенности зимнего содержания мостовых переходов.....	31
КОЗЫРИЦКИЙ П.А. Безопасность эксплуатации автотранспорта в зимних условиях.....	33
КОРБУТ Е.Е., МОЙСЕЕНКО А.Б. Рессорный способ измель-	

УДК 625. 7: 658.5:001

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Е.В. КАШЕВСКАЯ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время главным приоритетом Республики Беларусь является перевод национальной экономики в режим инновационного развития. С этой целью разработана и Указом Президента утверждена Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 гг., целью которой является создание конкурентоспособной на мировом рынке, наукоемкой, ресурсосберегающей, социально ориентированной экономики. Перед транспортной отраслью поставлена задача развития соответствующей инфраструктуры, в частности дорожно-транспортного комплекса.

Следует учесть, что в 1997 году в Хельсинки на Панъевропейской Конференции определены основные транспортные коридоры, которые проходят по территории республики: запад-восток (№2) Лондон – Берлин – Варшава – Москва – Нижний Новгород – Екатеринбург и север-юг (№9) Хельсинки – Санкт-Петербург – Киев – Одесса – Кишинев – Бухарест. Белорусские автомобильные дороги, таким образом, становятся основной частью европейских маршрутов, интенсивность движения на которых уже сегодня составляет от 5 до 30 тысяч автомобилей в сутки, по ним перевозится 84 % всех грузов и 53 % пассажиров. Это обязывает поднять уровень технических требований к национальным автомобильным дорогам, которые, являясь частью европейской транспортной системы, должны соответствовать современным стандартам по обеспечению качества.

Управление качеством автомобильных дорог должно быть ориентировано на постоянно растущие потребности перевозчиков, решение социальной задачи – обеспечение права граждан на свободное перемещение.

Особо следует обратить внимание на обеспечение качества автомобильных дорог на стадии эксплуатации в зимний период.

Целевыми показателями управления качеством автомобильных дорог, в этом случае, следует рассматривать требуемые *потребительские свойства* (безопасность движения, пропускная способность, обеспеченная расчетная скорость, комфорт), в том числе наличие объектов дорожного сервиса, эргономические показатели, и *обеспеченные сроки службы* (межремонтные сроки) как меру эффективности использования финансовых средств.

Фактически создание благоприятных условий в области дорожной инфраструктуры является ничем иным, как обеспечением ценности продукта, услуг, предоставляемых потребителю. Таким образом, задачу управления качеством автомобильных дорог на стратегическом уровне управления можно определить как обеспечение их ценности для потребителя. В этом случае оценку удовлетворенности потребителя качеством предоставляемых услуг можно осуществить только посредством соответствующего мониторинга.

В этом вопросе огромное значение имеет качество дорожной инфраструктуры и социальная стандартизация объектов придорожного сервиса.

За основу целесообразно принять систему государственных социальных стандартов по обслуживанию населения, утвержденную Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 30 мая 2003 г. № 724 «О мерах по внедрению системы государственных социальных стандартов по обслуживанию населения». Социальные стандарты для магистральных дорог приняты на основании расчетов, проведенных И.И. Леоновичем на основе статистических данных оценки дорожного сервиса и перспектив его развития.

Предлагаемая система социальной стандартизации объектов придорожного сервиса рассчитана на обеспечение комфортных условий проезда по автомобильным дорогам Республики Беларусь туристов, транзитных международных перевозок грузов и населения республики, использующего автомобильные дороги для реализации своих социальных и духовных потребностей.

Задача инновационного управления качеством автомобильных дорог заключается в обеспечении ценности автомобильных дорог для потребителей и эффективности функционирования дорожной инфраструктуры для экономики в целом, поэтому на основании **концепции социальной ответственности** в свете инновационного управления качеством автомобильных дорог для мониторинга процессов управления целесообразно использовать **систему социальной стандартизации объектов придорожного сервиса**.

С точки зрения снижения затрат на обустройство объектов придорожного сервиса следует шире использовать местные строительные материалы (деревянные конструкции).

сечения (расположенные у широкой и узкой гранях) с характерным армированием верхней и нижней сетками, соединенных «П»-образными хомутами и расположением сжатой зоны в верхней части сечения. К третьему типу относятся 2 продольных сечения (расположенные вдоль длинной стороны по центральной оси и непосредственно у короткой грани), к четвертому типу относятся 2 поперечных сечения (расположенные у широкой и узкой гранях) с характерным армированием верхней и нижней сетками, соединенных «П»-образными хомутами и расположением сжатой зоны в нижней части сечения.

Таким образом, рассматривая четыре типа прямоугольных сечений при определении прочности нормальных сечений дорожной железобетонной плиты с учетом билинейной эпюры напряжений сжатого бетона, можно выделить общее решение для любого нормального сечения плиты к продольной и поперечной осям конструкции, включая двухуровневое размещение арматурных стержней (сеток) при допуске – размещение сжатой арматуры в сжатой зоне, т.е. $c'_i < x$ и напряжениях в ней меньше расчетного сопротивления: $\sigma_{sc,i} \leq f_{yd,sc,i}$, а так же размещение растянутой арматуры в растянутой зоне, т.е. $d_i > x$ и напряжениях в ней равных расчетному сопротивлению (полное использование арматуры растянутой зоны): $\sigma_{st,i} = f_{yd,st,i}$. Учтена возможность размещения сжатых и растянутых стержней в нескольких уровнях.

При действии крутящих и изгибающих моментов на шестиугольную железобетонную плиту дорожного покрытия разрушение происходит по пространственному сечению, образованному спиральной трещиной и замыкающей ее сжатой зоной, расположенной под углом α к продольной оси элемента. Для определения несущей способности плиты были рассмотрены 8 характерных сечений.

В данном случае рассматриваются сечения сжатая зона которых находится в верхней части сечения и в нижней части сечения. Рассмотрение расположения сжатой зоны в верхней и нижней части сечения связаны с возникновением разнознаковых изгибающих и крутящих моментов в теле плиты. Из-за преобладания крутящих и (или) изгибающих моментов в том или ином направлении возможно образование расчетных пространственных сечений с поворотом сечения под углом $+45^\circ$ или -45° .

Все рассматриваемые пространственные сечения сводятся к двум основным разновидностям, отличающихся длиной сжатой зоны, однако, учитывая расположение сжатой зоны бетона и у нижней и у верхней грани шестиугольной плиты, необходимо рассмотреть еще два сечения, отличающиеся от предыдущих сечений расположением сжатой зоны бетона в нижней части сечения.

УДК 691.32:620.173
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ШЕСТИУГОЛЬНОЙ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ДОРОЖНОЙ ПЛИТЫ РУПП «БелАЗ»

Р.З. ШУТОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При расчете прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента и пространственных сечений, в расчет вводятся прочностные и деформативные характеристики бетона, зависящие от предельной сжимаемости, напряженно-деформированного состояния, геометрии и компоновки сечения.

Определение предельных усилий в нормальных сечениях основывается на следующих допущениях:

– связь между напряжениями и деформациями бетона, а также между напряжениями и деформациями арматуры принята в виде билинейной зависимости;

– для средних деформаций бетона и арматуры считать справедливым линейный закон распределения по всей высоте сечений;

– в качестве расчетного сечения принято сечение со средней высотой сжатой зоны “ x ”, соответствующей средним деформациям;

– сопротивление расчетного сечения будет исчерпано, если деформации крайних сжатых волокон бетона сечения для растянутой арматуры достигли предельных значений.

Прочность нормальных сечений находится в зависимости от степени использования сопротивления сжатого бетона и растянутой арматуры. При расчете прямоугольного сечения железобетонной плиты дорожного покрытия, армированного стальными стержнями (арматура классов S400 и S240), имеющими физический предел текучести считаем, что сопротивление арматуры и бетона используются полностью.

Шестиугольная плита представляет собой шестиугольник длиной 27400 мм, прямоугольная часть плиты имеет размеры 20000×2400 мм, трапециевидная часть плиты длиной 25000 мм с равнобокими скосами оканчивается размером 12000 мм, толщиной 450 мм, состыкованных между собой по торцевой стороне длиной 20000 мм. Из-за нетиповой конфигурации конструкции шестиугольной дорожной плиты были рассмотрены 8 наиболее характерных нормальных сечений. Учитывая реальное армирование и расположение сжатой зоны, выделяются четыре типа нормальных сечений подлежащих рассмотрению. К первому типу относятся 2 продольных сечения (расположенные вдоль длинной стороны по центральной оси и непосредственно у короткой грани), ко второму типу относятся 2 поперечных

УДК 625.27
НЕОБХОДИМОСТЬ УСТРОЙСТВА УСРЕДНИТЕЛЬНЫХ СКЛАДОВ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Н. БЕРЕЗОВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Рассматриваются рациональные подходы по переработке нерудных строительных материалов, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение. В частности, рассматривается необходимость устройства на предприятиях нерудной промышленности усреднительных складов, на которых добываются содержания гравия в валунно-гравийно-песчаной смеси в диапазоне 40–50 %. Подавая на переработку сырье после усреднительного склада с таким содержанием гравия, можно достичь минимальной себестоимости переработки 1 м³ валунно-гравийно-песчаной смеси и снижения удельных приведенных затрат, а также повысить коэффициент загрузки дробильно-сортировочного оборудования и уменьшить износ дробилок за счет равномерности их загрузки.

Для дробильно-сортировочных заводов (ДСЗ) очень важным фактором являются характеристики поступающего минерального сырья, в частности, насколько они отличаются от проектных. Установлено, что, если перерабатываемая гравийно-песчаная смесь (ГПС) содержит на 10 % больше или меньше гравия, чем предусмотрено в проекте, производительность ДСЗ уменьшается значительно больше, чем на 10 %. При поставке минерального сырья, качество которого не соответствует технологическому регламенту, не только уменьшается производительность оборудования, но ухудшается и качество разных видов продукции, повышается удельный расход сырья, увеличиваются затраты на переработку. Следовательно, состав минерального сырья, доставляемого из карьера на переработку, нужно регулировать. Одним из приемов, создающих условия для поставки горной массы заданного состава, является селективная выемка разноразмерного сырья и его усреднение. Нами выполнены расчеты по определению загрузки перерабатывающего оборудования при поступлении на ДСЗ «Крпужино» Минской области и ДСЗ «Дубровка» Могилевской области сырья различного качества. Выполненные по полученным данным экономические расчеты позволили установить приближение величины себестоимости переработки и удельных приведенных затрат, отражающие влияние содержания гравия и валунов. Из зависимостей установлено, что наименьшая себестоимость переработки и наименьшие приведенные затраты обеспечиваются при переработке сырья с содержанием гравия и валунов в диапазоне

40–50 %. Это подтверждает необходимость устройства усреднительных складов с целью поставки на ДСЗ сырья с таким диапазоном содержания гравия и валунов. Подавая на переработку материал с содержанием гравия 40–50 %, предприятие экономит на 1 м³ сырья до 1 тыс. р., чем, если бы подавался материал с содержанием гравия 30 или 60 %. При годовой производительности предприятия 500 тыс. м³ экономия составит до 500 млн р.

Организация промежуточного склада может увеличить мощность и экономичность работы предприятия за счет: увеличения чистого времени работы комплекса добычного оборудования и ДСЗ; обеспечения равномерной и по возможности максимальной загрузки технологического оборудования ДСЗ; возможности усреднения качества поставляемого на ДСЗ сырья; концентрации горных работ во времени, введения двухсменного, а в ряде случаев односменного режима работ в карьере с увеличением единичной мощности горнотранспортного оборудования. На целесообразность организации промежуточных складов указывает опыт российских и зарубежных предприятий нерудной промышленности, а также смежных отраслей горнодобывающей промышленности. Вместимость и тип промежуточного склада зависят от производительности ДСЗ. Наиболее простыми в конструктивном отношении являются склады конусного типа. Считают, что промежуточные склады конусного типа целесообразно создавать при вместимости до 5000 м³, при большей вместимости следует применять склады штабельного типа.

При отработке полезного ископаемого одним забоем формирование усреднительного склада должно осуществляться при складировании сырья слоями на одну и ту же площадь склада из различных выемочных блоков. Количество выемочных блоков, участвующих в формировании качественного сырья на складе, определяется необходимой степенью усреднения сырья и не должно превышать четырех. При этом эффективность усреднения сырья на складе будет соответствовать способу усреднения, заключающемуся в выборе очередности отработки выемочных блоков.

Результаты расчета вместимости промежуточного склада сырья при мощности ДСЗ от 400 до 1000 тыс. м³/год, при содержании гравия и валунов до 60 % и свыше 60 % показывают, что при содержании гравия и валунов до 60 % и трехсменном режиме работы добычного комплекса полезный объем (объем рабочей зоны) промежуточного склада находится в пределах от 4,1 до 7,4, при двухсменном режиме работы от 4,4 до 7,8 объема часового потребления сырья ДСЗ. При содержании гравия и валунов свыше 60 % и трехсменном режиме работы добычного комплекса полезный объем промежуточного склада находится в пределах от 5,3 до 9,4, а при двухсменном режиме работы от 5,7 до 10,0 объема часового потребления сырья ДСЗ. Так, если производительность ДСЗ 500 м³/ч, то вместимость склада должна быть до 5000 м³.

завателей автомобильными дорогами в связи с неблагоприятными дорожными условиями; издержки в связи с «потерей сбыта» – в случаях, когда сложившиеся погодные условия не требовали потребления подготовленного запаса ПГМ в полном объеме. Такие издержки измеряются в показателях выручки, потерянной из-за отсутствия фронта работ (мероприятий по ликвидации зимней скользкости).

Следует отметить, что стоимость дефицита запасов намного больше, чем просто цена нереализованных ПГМ. Поэтому правильное определение потребности в ПГМ является важной логистической задачей. При этом следует ответить на два основных вопроса: когда формировать запас ПГМ и каков должен быть при этом размер заказа.

Предлагается использовать различные модели управления запасами, оценив их достоинства и недостатки в конкретных производственных условиях. При неизвестном точном объеме потребности в ПГМ следует применять стохастические модели оптимизации объема закупок, при постоянно изменяющемся объеме потребности в ПГМ в разные моменты времени – динамические детерминированные модели. Модель управления запасами с фиксированным размером заказа является наиболее подходящей при высоком уровне ущерба, возникающего в случае отсутствия ПГМ и относительно непредсказуемом и случайном характере погодных условий на всех обслуживаемых дорогах. Модель управления запасами с фиксированной периодичностью заказа целесообразно использовать при низких затратах на хранение материально-технических запасов. Более совершенными являются модели с двумя фиксированными уровнями запасов и с фиксированной периодичностью заказа или без постоянной периодичности.

Таким образом, вопросы поставки ПГМ, создания их запасов оптимального размера и проведения мероприятий по борьбе с зимней скользкостью требуют решения комплекса разнообразных задач. В задаче управления запасами ПГМ учитываются следующие факторы:

- потребность в ПГМ, которая является в целом случайной и зависящей от погодных условий и лишь в отдельных случаях она является известной и определенной;
- наличие запаса ПГМ для ликвидации зимней скользкости, его пополнение может быть непрерывным, периодическим или осуществляться через некоторые интервалы времени;
- затраты на закупку, доставку, приготовление, хранение ПГМ и убытки из-за несвоевременной ликвидации зимней скользкости в совокупности образуют экономическую функцию, которую нужно оптимизировать;
- ограничения, определяемые рядом факторов. В качестве целевой функции в задаче управления запасами ПГМ целесообразно использовать минимум затрат, связанных с заготовкой и содержанием запасов, а также потерей от несвоевременного осуществления мероприятий по зимнему содержанию автомобильных дорог.

И.М. ЦАРЕНКОВА
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Мероприятия по зимнему содержанию включают защиту автомобильных дорог от снежных заносов, уборку снега с различных элементов дороги, ликвидацию зимней скользкости. Основной целью реализации вышеназванных мероприятий является обеспечение бесперебойного и безопасного движения транспорта и пешеходов по автомобильным дорогам в зимний период, при эффективном использовании материально-технических и денежных ресурсов. Таким образом, зимнее содержание рассматривается как сложная организационно завершенная экономическая система, состоящая из элементов-звеньев, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопутствующими потоками, причем задачи функционирования этих звеньев объединены внутренними целями организации зимнего содержания и внешними потребностями пользователей автомобильными дорогами.

Организация зимнего содержания заключается в выполнении разнообразного комплекса работ, начиная от проектирования автомобильной дороги (соблюдение условий защиты от снежных заносов или уменьшение снеготаносимости) до профилактики и непосредственной ликвидации зимней скользкости, снегоочистке. При этом важным этапом является подготовительный период, от правильной организации которого зависит эффективная работа всей системы зимнего содержания.

Одной из важнейших составляющих подготовительного периода является заготовка противогололедных материалов (ПГМ). Так как запасы ПГМ формируются задолго до начала зимнего периода целесообразно разрабатывать различные стратегии управления запасами с целью выбора оптимальной для конкретного предприятия. Это объясняется тем, что главными затратами на содержание запасов ПГМ является вложенный в них капитал, который на долгое время фактически исключается из оборотного капитала (до начала зимнего периода). Вместе с тем, заготовка ПГМ в недостаточном объеме или в избыточном количестве приводит к возникновению дополнительных издержек: издержки в связи с невыполнением полного комплекса мероприятий по зимнему содержанию из-за недостатка ПГМ – дополнительные затраты по снегоочистке на период отсутствия ПГМ, экстренному приобретению, доставке и приготовлению их необходимого количества, потери рабочего времени, транспортные затраты поль-

Ю.Г. БОЛОШЕНКО, Е.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одной из разновидностей силовых воздействий на покрытия дорог являются малоцикловые многократно повторяющиеся нагружения, которые могут возникать в процессе эксплуатации практически всех конструкций. В частности, это относится к пешеходным переходам и путепроводам. Анализ характера внешних воздействий позволяет к малоцикловым отнести такие как: снеговые, нагрузки, вызванные землетрясением, от веса людей и т.п. В большинстве случаев при малоцикловых нагружениях имеет место перенапряжение в связи с тем, что периодически повторяющиеся нагружения могут превышать свои нормативные и расчетные значения. Особенно это относится к нагрузкам природного характера.

В результате проведенных экспериментальных исследований, а также изучения работ ряда авторов, посвященных этой проблеме, были выявлены особенности работы бетона в условиях малоциклового нагружения. При низких и средних уровнях напряжений (ниже верхней границы микротрещинообразования, т.н. критической границы) микротрещины, которые образовались в местах концентраторов внутренних напряжений при загрузке на первом цикле, не прогрессируют в макротрещины, обуславливают трансформацию начальной условно жесткой статической структуры материала в более деформативную. Таким образом, создаются условия для перераспределения напряжений между компонентами бетона с постепенным ослаблением и дальнейшей ликвидацией концентраторов напряжений, вследствие чего связь между компонентами структуры улучшается, рост пластических деформаций приостанавливается и стабилизируется. Этот процесс определяется как малоцикловая приспособляемость. Критерием малоцикловой приспособляемости служат два основных принципа: стабилизация деформаций и неизменность несущей способности по сравнению с однократным нагружением.

Экспериментально выявлены две стадии деформирования бетона при низких и средних уровнях нагружения: I стадия характеризуется значительным ростом деформаций в бетоне сжатой зоны и перераспределением внутренних усилий (до 5–6 циклов); на II стадии происходит стабилизация деформативных процессов, т.е. можно говорить об упругой работе материала. В этом случае при дальнейшем нагружении с последующей разгруз-

кой происходит повторение диаграмм деформирования, т.е. материал становится циклически стабильным.

При высоких уровнях (выше критической границы) загрузки на второй стадии происходит стабилизация прироста деформаций, т.е. на верхней ступени загрузки деформации увеличиваются на некоторую постоянную величину. При этом чем выше верхний уровень и чем жестче процесс нагружения, тем позже наступает стабилизация деформаций. Незначительное увеличение уровня нагружения на рост деформаций бетона существенно не влияет. При изменении эксплуатационного уровня на более высокий на протяжении последующих десяти циклов прирост деформаций также стабилизируется. При внезапном увеличении уровня нагрузки деформации бетона растут, однако при возвращении к эксплуатационному уровню они снова стабилизируются, изменяясь на величину прироста пластических деформаций в период внезапного увеличения нагрузки. На диаграммах деформирования в некоторых случаях имеет место т.н. эффект Баушингера, когда граница ползучести при разгрузке уменьшается под влиянием пластических деформаций, возникших при нагружении. Пластические деформации при разгрузке до нижнего уровня напряжений имеют больший диапазон, чем при нагружении до верхнего уровня. В большинстве случаев малоцикловые нагрузки приводят к уменьшению конечных деформаций бетона в сравнении с однократным нагружением до разрушающей нагрузки (до 50 %). При этом, чем выше уровень нагружения, тем меньше конечные деформации бетона. Однако при уровне загрузки, близком к верхней границе микротрещинообразования, для образцов, испытанных при высоких уровнях нагрузки, деформации бетона значительно (на 20–30 %) превышают деформации на том же уровне для образцов, испытанных монотонным нагружением и многократно повторным нагружением с низким и средним уровнями.

Таким образом, при низких и средних уровнях работа бетона в условиях малоциклового нагружения незначительно отражается на его прочностных и деформативных характеристиках, поэтому целесообразно использовать существующие методы расчета, условно принимая нагрузку статической или монотонно возрастающей. Однако в некоторых случаях имеет место существенное изменение прочностных и деформативных характеристик бетонной матрицы: значительное изменение коэффициента асимметрии цикла; изменение эксплуатационного уровня нагружения на более высокий, близкий к критической границе; внезапное временное изменение верхнего уровня нагружения на более высокий с последующим возвращением к предыдущему эксплуатационному уровню. Прирост пластических деформаций в этих случаях носит необратимый характер, конструкция перестает удовлетворять требованиям II группы предельных состояний, несущая способность конструкции существенно снижается.

– при распределении хлоридов необходимо строго соблюдать нормы россыпи (розлива) исходя из вида зимней скользкости, температуры воздуха и толшины снежно-ледяных образований на проезжей части дорог и вида противогололедного материала;

– запрещается применять техническую соль при температуре ниже -15°C , что обусловлено низкой плавящей способностью технической соли при таких температурах. В этих случаях следует применять хлористый кальций и растворы на его основе или фрикционные материалы с минимальным (5 %) содержанием технической соли;

– запрещается применять хлориды в водоохраных зонах рек и водоемов, а также у источников хозяйственного и питьевого водоснабжения. Борьбу с зимней скользкостью в этих зонах необходимо вести с минимальным (5 %) содержанием технической соли;

– для снижения отрицательного воздействия хлоридов на растительность, почву, поверхностные и грунтовые воды необходимо обеспечить водоотвод путем заложения перехватывающих и отводящих дренажей или устройства в сторону кювета поперечного уклона придорожной полосы не менее 5–7 % с устройством рассолоборных колодцев;

– для изучения влияния противогололедных реагентов на качество подземных вод необходимо организовать режимную сеть наблюдательных скважин и колодцев, особенно на участках с незащищенными подземными водами;

– применяемые противогололедные материалы не должны увеличивать экологическую нагрузку на окружающую природную среду и оказывать токсичное действие на человека и животных, не должны вызывать увеличения агрессивного воздействия на металл, бетон, кожу, резину;

Снижение негативного влияния химического способа борьбы со скользкостью в придорожной полосе может быть достигнуто за счет правильного выбора сертифицированных противогололедных материалов и технологий экологической безопасности. Для принятия правильного решения о выборе конкретного реагента необходимо рассматривать всю совокупность свойств данного вещества:

– плавящую способность, скорость плавления снега, вязкость растворов, коэффициент сцепления колеса с дорогой, безопасность применения на дорогах, коррозионную активность;

– последствия для окружающей среды;

– экономическую эффективность.

Для города целесообразно использовать реагенты на основе кальциевых соединений. На загородных дорогах разумно применять реагенты на основе хлорида кальция и натрия. На ответственных инженерных сооружениях (мостах, эстакадах) следует использовать ацетатные реагенты.

Применение каждого из реагентов должно быть подкреплено его экологической оценкой.

УДК 621.9
УМЕНЬШЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.Н. ФОЙНИЦКАЯ, Е.В. ЖАРАВОВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Противогололедные материалы (ПГМ) применяются с 1920 г. Для борьбы с гололедом и обеспечения безопасного движения в зимнее время использовали песок, золу и поваренную соль. К началу 1970 г. в основном стали применять соль.

В настоящее время в качестве ПГМ в твердом, жидком и увлажненном состоянии используются: поваренная соль (хлористый натрий) соль сильвинитовых отвалов, хлористый кальций чешуированный, хлористый кальций фосфатированный, бишофит чешуированный (хлористый магний технический) нитрат кальциевой мочевины, мочевина (карбомид), природные подземные рассолы, специально приготовленные растворы, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду.

Для уменьшения отрицательного воздействия технической соли на природную среду необходимо соблюдать следующие требования:

– транспортировать техническую соль в закрытых вагонах при положительной температуре воздуха. При перевозке автотранспортом в дождливую погоду техническую соль необходимо укрывать брезентом или полиэтиленовой пленкой;

– перемешивать техническую соль с фрикционными материалами, складировать и хранить твердые и жидкие хлориды необходимо на площадках с асфальтобетонным покрытием, обеспеченных водоотводом с устройством рассолоборных колодцев, исключающих просачивание растворов в почву. Рассолы из колодцев используют для борьбы с зимней скользкостью;

– хранение пластовых вод и концентрированных растворов на основе технической соли необходимо осуществлять в цистернах емкостью 25-50 куб.м или специальных рассолохранилищах, устроенных в грунте в виде котлована, на дно и стенки которого укладывается водонепроницаемая пленка. Перед заполнением такого котлована концентрированным раствором необходимо проверить герметичность пленки водой;

– хранилища для твердых и жидких хлоридов, а также технологические площадки для приготовления ПСС должны размещаться за пределами водоохраных зон водоемов (водотоков) и первого, второго и третьего поясов зон санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения;

УДК 625.768.5
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ РАБОЧЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ УПЛОТНЕННОГО СНЕГА

Г.Г. ВОСКРЕСЕНСКИЙ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТИХООКЕАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хабаровск, Россия

Обзор оборудования, выпускаемого промышленностью показал, что предприятия не производят в достаточном количестве технику для разрушения уплотненного снега на автомобильных дорогах и тротуарах.

Сложившаяся ситуация в технической политике предприятий по выпуску снегоуборочной техники может объяснена, кроме экономических проблем, отсутствием значительных теоретических и экспериментальных исследований в этом направлении, а также методик проектирования рабочего оборудования.

Важнейшими критериями эффективности процесса разрушения уплотненного снега является максимальная производительность снегоуборочной техники и минимальные энергозатраты на разрушение 1 м³ снега. Основными методами комплексного решения проблемы создания машин для разрушения уплотненного снега пока не существует из-за многообразия факторов, определяющих структуру и механические свойства снега, кроме того, отсутствуют количественные зависимости сил сопротивления разрушению от параметров и режимов движения рабочих органов.

Повышение производительности и снижение энергоемкости процесса разрушения уплотненного снега связано с поиском оптимальных режимов воздействия рабочих органов на среду. Изучение рабочих процессов разрушения уплотненного снега на покрытиях автомобильных дорог позволяет утверждать, что на данном этапе развития техники заслуживают внимания машины, рабочие органы которых импульсно воздействуют на слой уплотненного снега, а также роторные рабочие органы с горизонтальным валом, работающие по методу фрезерования или ударного действия. В университете проведены теоретические и экспериментальные исследования по созданию рабочего оборудования для разрушения уплотненного снега, в основу которых принято импульсное силовое воздействие на разрушаемую среду, получившее название виброрезание. Режим виброрезания характеризуется значительным (в 3...5 раз) снижением сил сопротивления резанию и достигается при определенном соотношении поступательной скорости машины, амплитуды и частоты колебаний ножа.

В результате исследований, приведенных в реальных зимних условиях установлены зависимости сил резания уплотненного снега от угла резания, ширины резца, толщины срезаемого слоя, температуры и плотности снега и представлены регрессионными уравнениями по методике планирования многофакторного эксперимента. Минимальная энергоемкость процесса резания уплотненного снега достигается для резцов с меньшей шириной резания и углами резания 30°.

Вибрационное перемещение ножа обеспечивается гидроимпульсным приводом, включающим гидропульсаторы, гидротолкатели, взаимодействующие с инерционными массами, находящимися на упругих подвесках. Оптимальные силовые и частотные режимы определены методом математического моделирования процессов разрушения и параметров движения гидроимпульсных систем.

Продольный профиль городских автомобильных дорог имеет неровности, образуемые при укладке покрытий, а также местных неровностей в виде люков городских сетей. Эти особенности учтены при разработке математических моделей рабочего оборудования, численное решение которых позволило оценить характер переходных процессов при переезде через неровности.

Актуальность в настоящее время приобретает направление по созданию малогабаритной техники для дворников, позволяющей механизировать ручной труд. В университете разработаны малогабаритные виброскальватели уплотненного снега на тротуарах на базе мотокультиваторов мощностью 3...5 кВт с расчетной производительностью 1200...1500 м²/час.

Методология создания новых машин базируется на математическом моделировании как рабочих процессов взаимодействия рабочих органов со средой, так и на разработке уравнений движения агрегатов машины для широкого спектра конструкций. Решение этих задач формирует теоретическую базу для проектирования новых эффективных машин для разрушения уплотненного снега на покрытиях автомобильных дорог.

вать перераспределению рабочего времени ИТР в пользу времени принятия правильного управленческого решения, что в свою очередь обеспечивает эффективное функционирование организации. Социальная значимость указанной программы заключается в том, что снижается уровень рутинной работы, снижается утомляемость работника при работе с большим массивом данных. Кроме периодических расчетов (за месяц, квартал, зиму), появляется возможность получения результатов на текущий день, что обеспечит информацией аналитически процесс по резерву ресурсов или по перерасходу ресурсов и оптимизирует их в реальной ситуации.

Эффективность разработанного программного продукта определяется удобством и простотой освоения проведения автоматизированного анализа, точностью результата. Для проведения автоматизированного анализа необходимо знание приложения MS Excel на уровне пользователя. Данные о времени обнаружения и времени ликвидации зимней скользкости, поступающие от дорожно-патрульной службы, заносятся в электронную таблицу-календарь.

В результате разработки, анализ своевременности выполнения работ по ликвидации зимней скользкости осуществляется по нажатию кнопки “Кнопка для анализа своевременности выполнения работ по борьбе с зимней скользкостью”. Откликом на нажатие кнопки является анализ содержания автомобильной дороги по ликвидации зимней скользкости. Результат анализа – это вывод на экран окна сообщения об удовлетворительном либо неудовлетворительном содержании автомобильной дороги по ликвидации зимней скользкости. В окне сообщений дополнительно печатается процент отличия между нормируемым показателем и фактическим показателем наличия зимней скользкости, из чего можно сделать вывод, насколько удовлетворительно содержится автомобильная дорога (участок) в зимний период.

Автоматизированный расчет дает возможность произвести анализ своевременности выполнения работ по ликвидации зимней скользкости не только за месяц, квартал, зиму, но и на текущий день, что в свою очередь позволяет, в случае получения неудовлетворительной оценки зимнего содержания автомобильной дороги, скорректировать мероприятия по организации работ по зимнему содержанию автомобильной дороги (участка).

О.М. СТАРОЛАВНИКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Устранение зимней скользкости связано с затратами времени, технических и людских ресурсов на выполнение большого объема работ в сложных условиях зимы. Учитывая временной фактор выполнения работ, а также ограниченные производственно-технические возможности дорожных организаций, вся сеть автомобильных дорог общего пользования разделена на пять уровней содержания, в т. ч. зимнего. В РД 0219.1.18-2000 “Зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования РБ” определены для каждого уровня директивные сроки обработки покрытия песчано-гравийных материалов (ПГМ) и очистки покрытия от снега.

Чтобы провести анализ своевременности выполнения работ по ликвидации зимней скользкости по формулам вычисляют:

- показатель наличия зимней скользкости ($P_{зс}$) на обслуживаемой автомобильной дороге (участке) в км·ч за месяц, квартал и зиму;
- нормируемый показатель наличия зимней скользкости ($P'_{зс}$) в км·ч за месяц, квартал и зиму.

Содержание автомобильных дорог по показателю наличия зимней скользкости считается удовлетворительным, если отличие между $P_{зс}$ и $P'_{зс}$ находится в пределах $\pm 15\%$.

При традиционной технологии обработки информации в ручном режиме анализ ситуации по борьбе с зимней скользкостью занимает у ИТР значительное время, из-за человеческого фактора в расчетах могут оказаться ошибки, что снижает достоверность получаемых результатов. Из-за длительности обработки информации снижается оперативность принятия управленческих решений, позволяющих оптимальным образом распределить ресурсы при работах по борьбе с зимней скользкостью для обеспечения безопасных условий движения.

Разработка программного продукта, позволяет проводить учет времени по ликвидации зимней скользкости, а также контролировать качество выполненных работ проведенных при борьбе с зимней скользкостью. Актуальность заключается в автоматизации учета и контроля указанных работ на рабочем месте ИТР. Программа позволяет оперативно и с высокой достоверностью получить результаты, повысить производительность труда инженера при расчетах с использованием ПЭВМ, что будет способство-

А.С. ГАЛЮЖИН

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В современных машинах для зимнего содержания дорог используются достаточно сложные пневмоприводы, содержащие большое количество элементов. Надежность работы пневмосистемы в значительной мере зависит от степени осушки сжатого воздуха. При наличии в нем влаги происходит коррозия элементов пневмоаппаратов и пневмодвигателей, смывается смазка с поверхностей трения и, соответственно, увеличивается их износ. В сырую погоду при положительной температуре окружающего воздуха около 0°C в наиболее удаленных от компрессора элементах пневмосистемы из-за охлаждения происходит конденсация наибольшего количества влаги. Если в дальнейшем температура становится ниже 0°C , то происходит замерзание влаги и, как правило, отказ пневмосистемы.

Рассмотрим пневмосистему с компрессором, подача которого равна $0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, рабочее избыточное давление $0,8 \text{ МПа}$ (такие компрессоры используются в троллейбусах, машинах для зимнего содержания дорог, железнодорожном транспорте). Температура атмосферного воздуха 3°C , относительная влажность 70% , т.е. погода, характерная для Беларуси и средней полосы России в начале зимнего периода. Температура сжатого воздуха на выходе из компрессора при таких условиях будет примерно 14°C . Определим массу воды в жидком состоянии $m_в$, которое выделится при сжатии компрессором атмосферного воздуха за один час работы:

$$m_в = V_{сж} \delta_{сж} \rho_{н.атм} \varphi_{атм} - V_{сж} \rho_{н.сж} \varphi_{сж}, \quad (1)$$

где $V_{сж}$ – объем сжатого компрессором воздуха за 1 час работы; $\rho_{н.атм}$, $\rho_{н.сж}$ – абсолютная влажность атмосферного и сжатого воздуха в состоянии насыщения, соответственно: $\rho_{н.атм} = 5,953 \text{ г/м}^3$, $\rho_{н.сж} = 11,987 \text{ г/м}^3$; $\delta_{сж}$ – коэффициент сжатия воздуха: $\delta_{сж} = p_{сж} / p_{атм}$; $p_{сж}$ – абсолютное давление сжатого воздуха: $p_{сж} = 0,9 \text{ МПа}$; $p_{атм}$ – атмосферное давление: $p_{атм} = 0,1 \text{ МПа}$; $\varphi_{атм}$, $\varphi_{н.сж}$ – относительная влажность атмосферного и сжатого воздуха, соответственно: $\varphi_{атм} = 0,7$ (по условию), $\varphi_{н.сж} = 1$ (конденсация начинается когда влажный воздух переходит в состояние насыщения).

В результате получим, что $m_в = 18,1 \text{ г}$, то есть за каждый час работы компрессор вместе со сжатым воздухом будет подавать в пневмосистему

0,018 л воды в жидком состоянии, а за 8-часовую смену – более 0,14 литров. Причина этого явления следующая. Атмосферный воздух содержит воду в виде пара. Воздух может быть относительно легко сжат, вода практически не поддается сжатию. При сжатии воздуха количество пароводяной воды в нем растёт пропорционально коэффициенту сжатия, наступает состояние насыщения, а избыток выделяется в виде конденсата.

Дальнейшее охлаждение сжатого воздуха приведет к дальнейшему выделению конденсата. Например, если температура сжатого воздуха упадет до 7 °С, то дополнительно выделится еще около 1,2 г воды в жидком состоянии за 1 час работы компрессора, а за смену – почти 10 г.

Таким образом, на выходе из компрессора необходимо удалять не только воду в жидком состоянии, но и пароводяную воду. Если упомянутую выше воду не удалить из пневмосистемы, то при дальнейшем уменьшении температуры окружающего воздуха ниже 0 °С произойдет замерзание конденсата и, как правило, отказ пневмосистемы.

Поэтому, для предотвращения попадания конденсата в пневмосистему необходима осушка сжатого воздуха. Под *осушкой* принято понимать удаление из сжатого воздуха воды, как в жидком, так и пароводяном состоянии. В настоящее время известны четыре способа осушки сжатого воздуха. Удаление воды осуществляют путем *конденсации, сорбции, диффузии и силового воздействия*.

В современных мобильных машинах используется конденсация охлаждением, адсорбция и центробежная осушка. Осушка сжатого воздуха посредством *конденсации охлаждением* осуществляется следующим образом. В теплообменнике сжатый воздух охлаждается ниже температуры точки росы, выделившийся при этом конденсат отводится с помощью конденсатотводчика. Осушка *адсорбцией* базируется на свойстве адгезии, т.е. сцепления молекул воды с адсорбентом за счет сил межмолекулярного взаимодействия различных веществ. Адсорбент имеет пористую структуру с большой площадью внутренних поверхностей. При этом вода остается на поверхности и внутри пор адсорбента, химических реакций не происходит. В качестве адсорбентов используются разные материалы, обычно силикагели, алюмогели, цеолиты, а также активированный уголь. В пневмосистемах также используются центробежные влагоотделители, в которых потоку воздуха придается вихревое движение. Под действием центробежной силы инерции капли воды отбрасываются к стенкам корпуса, стекают вниз, а затем удаляются.

Чаще всего в пневмосистемах современных мобильных машин используется комбинация упомянутых способов:

- 1) после конденсации охлаждением производится центробежная осушка;
- 2) после центробежной осушки осуществляется адсорбция.

УДК 621.926

РЕССОРНО-СТЕРЖНЕВЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЩЕБНЯ МЕЛКИХ ФРАКЦИЙ

Л.А. СИВАЧЕНКО, Е.А. ШАРОЙКИНА, М.И. КУЛЕШОВ,
А.А. ГАРАФОНОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Получение высококачественного щебня мелких фракций является важной задачей для дорожной отрасли. В качестве основных требований, предъявляемых к такому материалу, являются: гранулометрический состав, форма зёрен, минимальная его разнородность и отсутствие загрязнений в виде пылеватых частиц.

Одним из новых видов оборудования, способных решать указанные задачи являются разработанные в университете рессорно-стержневые измельчители. Рабочими (измельчающими) элементами этих машин являются дугообразно изогнутые стержни или плоские рессоры, укладываемые в два ряда параллельно друг другу с определённым зазором. Нижний ряд стержней установлен неподвижно, а верхний смонтирован на подвижной траверсе, связанной с виброинерционным приводом. Размещение материала исходной крупности до 50–60 мм происходит в серповидных пространствах между рабочими элементами. При этом внешнее усилие прикладывается к отдельным кускам, размеры которых близки к величинам зазоров между рабочими элементами, так и к слоям, образуемым более мелкими частицами. Такой механизм позволяет минимизировать время нахождения материала в рабочих зонах и более полно управлять всем процессом переработки.

Опытный образец рессорно-стержневого измельчителя испытан на цементном клинкере, доломитовым и гранитным щебне. Отмечен высокий уровень выхода нужных фракций, малая лещадность зёрен и незначительное переизмельчение. Разработан технический проект промышленной установки для предизмельчения цементного клинкера пригодного также для получения мелкого щебня. В качестве рабочих элементов использованы плоские рессоры сечением 24х90 мм, производимые Минским рессорным заводом.

В докладе излагаются основные положения рессорно-стержневого способа измельчения и представляются результаты экспериментальных исследований

УСТРОЙСТВА С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ
АДАПТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ
ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Л.А. СИВАЧЕНКО, Е.И. КУТЫНКО, Т.Л. СИВАЧЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»

Белгород, Россия; Могилев, Беларусь

Адаптивная функция исполнительных устройств и рабочих органов предопределяет им новые возможности. На этой основе создана обширная группа технологических аппаратов для комплексной переработки дисперсных материалов (дробилки, мельницы, смесители, грохоты, сушилки и др.), но для условий зимней эксплуатации дорог они ранее не рассматривались.

Возможно использование для зимнего содержания автомобильных дорог технологических аппаратов с адаптивными органами: дробилок ударного действия в вертикальном роторе для получения качественных противогололедных смесей, рессорно-стержневых измельчителей для получения мелкого кубовидного щебня, универсального вибрационного пружинного грохота с регулируемой границей разделения, полочной вибрационной сушилки, штифтового агрегата для очистки поверхности, ручного механизированного инструмента и других малогабаритных устройств.

Для автономного энергоснабжения отдаленных участков автомобильных дорог в университете разработаны варианты ветроэнергетической установки турбинного типа.

Анализ известных технологических аппаратов адаптивного действия дает основания считать, что после соответствующей модернизации они смогут найти достаточно широкое использование для зимнего содержания автомобильных дорог.

Второй способ является более эффективным, поскольку при этом удаляется и парообразная вода. При этом часть осушенного воздуха отбирается на выходе влагоотделителя и поступает в специальный ресивер. В цикле регенерации сжатый воздух из этого ресивера пропускается через дроссель и подается во влагоотделитель. В результате давление воздуха становится чуть выше атмосферного, а относительная влажность – низкой. Данный сухой воздух продувается через адсорбент, поглощая воду, оставшуюся ранее на его наружной поверхности и в порах. Исследования, проведенные в университете, показали, что примерно после 400–450 часов работы (около месяца при двухсменной работе) такого влагоотделителя в пневмосистеме с маслосмазываемым компрессором его эффективность резко падает. Причиной этого является масляная пленка, которая покрывает поверхность адгезии и не полностью удаляется в процессе регенерации, особенно из пор адсорбента, и адсорбент необходимо менять.

В университете разработан влагоотделитель (рис. 1), позволяющий производить осушку сжатого воздуха с расходом до $0,5 \text{ м}^3/\text{мин}$ ($8,33 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$) и давлением до 0,8 МПа без применения адсорбента. Влагоотделитель состоит из корпуса 1, в котором соосно установлен завихритель 2. На внешней поверхности завихрителя 2 расположен направляющий аппарат 3, обеспечивающий движение потока сжатого воздуха по винтовой траектории. В нижней части корпуса 1 установлена конусообразная заслонка 4, под которой расположена полость 5 для сбора конденсата и пыли. Полость 5 через отверстие 6 соединена с электромагнитным клапаном 7. Снаружи на корпусе 1 установлен соленоид (цилиндрическая катушка) 8, а корпус выполнен из немагнитного материала (сплава алюминия). Для исключения нагрева корпуса 1 соленоидом 8 установлена теплоизоляционная прокладка 9. На корпусе 1 установлено устройство 10 для ионизации частиц воды в сжатом воздухе.

Влагоотделитель работает следующим образом. От компрессора сжатый воздух по трубопроводу 11 через отверстие 12 в корпусе 1 поступает в канал, образованный направляющим аппаратом 3. Для исключения образования местных вихрей, в которых частицы воды движутся хаотично, а центробежная сила направлена произвольным образом, отверстие 12 выполнено под наклоном, равным углу подъема винтовой линии γ направляющего аппарата 3. Кроме того, вход потока сжатого воздуха в направляющий аппарат 3 происходит по касательной, чем также исключается образование местных вихрей. При движении по винтовой линии частицы воды (димеры, тримеры и т. д.), обладающие большей массой по сравнению с молекулами азота и кислорода, в большей степени приближаются к вертикальным внутренним стенкам корпуса 1. Примерно через два оборота поток сжатого воздуха подвергается ультрафиолетовому облучению с помощью ионизатора 10. Поскольку частицы воды, по сравнению с молекулами

кислорода и азота, находятся ближе к источнику ионизации, то они первыми приобретают положительный заряд. При этом поток воздуха уже находится в магнитном поле, образованном соленоидом 8, и поток электронов, выбитых из частиц воды, под воздействием силы Лоренца устремляется к оси завихрителя 2, а поток положительно заряженных частиц воды – к вертикальным стенкам корпуса 1. Вертикальные стенки уже будут покрыты тонким слоем воды, поскольку капли воды, которые образуются при сжатии воздуха, первыми достигнут стенок корпуса еще до облучения потока сжатого воздуха. Положительно заряженные частицы воды, достигшие слоя воды на стенках корпуса, соединяются с имеющимися там молекулами воды, и удерживаются за счет наличия водородной связи. Выбитые из частиц воды электроны захватываются электрически нейтральными молекулами кислорода и азота, поскольку их внешние электронные оболочки являются незаполненными, а также положительными молекулярными ионами кислорода и азота, у которых будут выбиты электроны при ультрафиолетовом облучении потока сжатого воздуха. Капли масла и твердые частицы пыли, находящиеся в сжатом воздухе, под воздействием центробежной силы инерции также отбрасываются к внутренней стенке корпуса 1, и образовавшаяся смесь стекает вниз в полость 5.

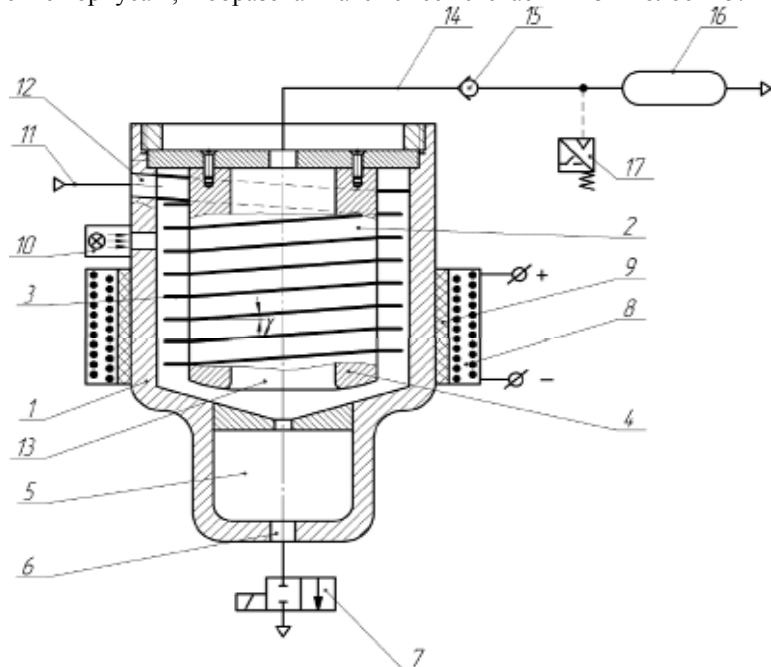


Рис. 1. Схема центробежно-магнитного влагоотделителя

усиления. При остывании они обжимают существующую опору или колонну в поперечном направлении

Наиболее простым типом железобетонных обойм являются обоймы с обычной продольной и поперечной арматурой без связи арматуры обоймы с арматурой усиливаемой опоры. При этом способе усиления важно обеспечить совместную работу «старого» и «нового» бетона. Это достигается тщательной очисткой поверхности бетона усиливаемой конструкции пескоструйным аппаратом, насечкой или обработкой металлическими щетками, а также промывкой под давлением непосредственно перед бетонированием. Толщина обоймы опоры определяется расчетом и конструктивными требованиями. Площадь рабочей арматуры также определяется расчетом, ее диаметр принимают не менее 16 мм для стержней, работающих на сжатие, и не менее 12 мм для стержней, работающих на растяжение. Поперечную арматуру принимают для вязаных каркасов 8 мм для сварных каркасов 6 мм; шаг поперечной арматуры 15 диаметров продольной арматуры, не более трехкратной величины толщины обоймы и не более 200 мм. На опорных зонах у пяты и у оголовка шаг хомутов уменьшается

Местное усиление обоймы продлевают на расстояние не менее длины анкеровки арматуры, но не менее 400 мм. Спиральная арматура выполняется из проволоки диаметром не менее 6 мм, при этом спирали в плане должны охватывать всю рабочую и продольную арматуру. Расстояние между спиралями должно быть от 40 мм до 100 мм, однако их шаг не должен превышать 0,2 диаметра сечения ядра обоймы, охваченного спиралью

Увеличение несущей способности железобетонных опор пешеходных переходов и путепроводов также можно осуществить путем предварительного напряжения несущих ветвей из прокатных профилей, путем придания им вертикального положения за счет их натяжения стяжными болтами, расположенными в $\frac{1}{2}$ высоты усиливаемой опоры. Передача усилий обеспечивается плотным прилеганием прокатных профилей к телу опоры, а также объединением распорок при помощи приварки к ним металлических планок. Шаг стальных планок должен быть не менее минимального размера сечения опоры. Предварительное напряжение ветвей стальной обоймы создается за счет расчетного укорочения при выпрямлении прокатных уголков

Расчет металлической обоймы выполняется как расчет стальной колонны с учетом упора в усиливаемый железобетонный элемент

Методы усиления железобетонных опор пешеходных переходов и путепроводов при помощи перечисленных способов позволяют увеличить несущую способность опор, что дает существенный экономический эффект при эксплуатации пешеходных переходов и путепроводов на автомобильных дорогах.

УДК 624.012.45:669
УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ
И ПУТЕПРОВОДОВ НА АВТОДОРОГАХ

С.Д. СЕМЕНЮК, О.А. СТАРОСТИНА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проблемы повышения долговечности, сохранения и восстановления эксплуатационных качеств несущих конструкций существующих сооружений пешеходных переходов и путепроводов в условиях рыночной экономики являются весьма актуальными. Необходимость реконструкции железобетонных конструкций пешеходных переходов и путепроводов требует решения вопросов о надежности конструкций, выявления в них резервов для увеличения нагрузок или, наоборот, дефектов, снижающих вероятность их безаварийной эксплуатации, без нарушения целостности самих конструкций и без замены их на новые. Одним из них являются методы усиления сжатых железобетонных конструкций

Железобетонные колонны и опоры являются элементами сооружений наиболее подверженные разрушающим факторам: от агрессивного воздействия окружающей среды; увеличения эксплуатируемых нагрузок и переменным воздействием людских и транспортных потоков, а также неравномерной деформацией оснований фундаментов

К настоящему времени в отечественной и зарубежной практике накоплено множество различных способов и конструктивных приемов усиления опор, выбор которых обеспечивается рядом конкретных эксплуатационных условий. Эффективными способами усиления железобетонных колонн и опор являются: устройство металлических обойм; железобетонных «обойм» и «рубашек»; устройство предварительно напряженных ветвей и распорок. Наиболее простым методом усиления железобетонных колонн и опор по технологии их изготовления является устройство стальных обойм, состоящих из ветвей прокатных профилей и соединительных планок из листовой стали.

Предварительное напряжение продольных ветвей осуществляется за счет передачи нагрузок на нижнюю и верхнюю часть ветвей при помощи системы «TARLEP», представляющей собой поочередное восприятие нагрузок от вышележащих конструкций и передачи ее на обреза фундамента. Предварительно напряженные распорки (планки) выполняются из листовой стали, которая с одной стороны приваривается к ветвям, а после нагревания в горячем состоянии приваривается к противоположным ветвям

Магнитное поле внутри корпуса 1 создается с помощью соленоида 8, вектор магнитной индукции которого направлен вниз под углом $\alpha=90^\circ$ -у к вектору окружной скорости движения ионизированной частицы воды. При этом на ионизированные частицы воды кроме центробежной силы F_c действует сила Лоренца F_L , которая совпадает по направлению с силой F_c . Суммарная сила, действующая на частицу возрастает, и ионизированные частицы воды также достигают внутренней стенки корпуса сепаратора 4 и сливаются там с тонким слоем воды.

С помощью направляющего аппарата 3 поток сжатого воздуха также получает нисходящее движение. После прохождения по винтовой траектории поток воздуха поворачивается на 180° и поступает во внутреннее отверстие 13 завихрителя 2. При этом возникает центробежная сила, действующая на оставшиеся твердые частицы, частицы воды и капли масла и направленная в сторону конусообразной заслонки 4, куда стекает смесь воды, масла и твердых частиц со стенок корпуса 1. Сила Лоренца при этом уменьшается до нуля, так как вектор окружной скорости становится параллельным вектору магнитной индукции. Через отверстие в центре заслонки 4 упомянутая смесь стекает в полость 5, где и собирается. Благодаря такой конструкции заслонки 4 собранная смесь твердых частиц, масла и воды не захватывается вновь потоком очищенного и осушенного воздуха и не увлекается в пневмосистему.

Осушенный и очищенный сжатый воздух проходит через отверстие 13, трубопровод 14, обратный клапан 15 и поступает в основной ресивер 16. Когда давление в пневмосистеме достигает верхнего предела, то срабатывает реле давления 17 и отключают электродвигатель компрессора и обмотку электромагнитного клапана 7. В результате запорный элемент клапана 7 опускается вниз и полость 5 соединяется с атмосферой. Под действием давления воздуха, находящегося в корпусе 1, смесь воды, масла и твердых частиц выбрасывается наружу.

При падении давления в ресивере пневмосистемы до нижнего предела из-за расхода сжатого воздуха потребителями реле давления 17 включает электродвигатель компрессора и подает напряжение на обмотку электромагнитного клапана 7, который перекрывает сообщение внутренней полости 5 с атмосферой, и цикл осушки и очистки сжатого воздуха повторяется.

Экспериментальные исследования показали, что с помощью такого влагоотделителя можно достичь 70 %-ной степени осушки сжатого воздуха.

УДК 621
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ПРЕЦЕССИОННЫХ ПЕРЕДАЧ
В РЕДУЦИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВАХ
В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Д.С. ГАЛЮЖИН, П.С. ГОНЧАРОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Одним из новых направлений применения редуцирующих устройств на базе планетарной прецессионной передачи (ППП) является их использование в приводных механизмах дорожной техники по зимнему содержанию автомобильных дорог, например, в приводе подачи песчаной смеси к пескоразбрасывателю, а также при компоновке редуктора с разбрасывающим диском. Как правило, в данных механизмах применяются различные компоновки редуцирующих устройств и к ним не предъявляются высокие требования по плавности работы и шуму, поэтому основным фактором применения той или иной передачи является себестоимость ее изготовления.

Что касается себестоимости изготовления редуцирующих устройств на базе ППП, то все составные детали могут изготавливаться на стандартном оборудовании без применения дополнительных приспособлений и специального инструмента. Немаловажно отметить, что планетарные передачи состоят, как правило, из небольшого количества составляющих деталей, что также снижает себестоимость редуктора.

Все редуктора на базе ППП имеют осевую компоновку (соосное расположение входного и выходного вала), что обеспечивает их компактное и удобное размещение в различных приводных устройствах. Причем крепление редуктора может осуществляться как на фланце электродвигателя, так и другими способами, а на выходной вал можно устанавливать разбрасывающий диск. Благодаря применению различных схем исполнения планетарных редуцирующих устройств возможно получение большого диапазона передаточных чисел от 5 до 10000. Благодаря особенностям структуры прецессионной передачи возможно сочетание при ее работе одновременно редуцирующих функций и функций компенсирующей муфты.

Планетарные прецессионные устройства на сегодняшний момент имеют высокие показатели по уровню вибраций и шумовым характеристикам, высокие нормы плавности работы, что позволяет их рассматривать как перспективные передачи для различных механизмов дорожных машин.

Для защиты указанных конструкций от повреждений в условиях современного движения, особенно в городах сочетающих интенсивные потоки легковых автомобилей и тяжелого грузового транспорта, необходимо использовать асфальтобетон, укладываемый по верху наружного слоя бетона. Асфальтобетон должен обладать высокой прочностью, повышенной плотностью, водо- и морозостойкостью, необходимым коэффициентом сцепления.

Достижение этих качеств возможно за счет:

1) использования качественных исходных материалов, обеспечивающих требуемые свойства асфальтобетона, в том числе:

– поставок минеральных порошков; налажены поставки известковых порошков в соответствии со стандартом, качество которых (в частности, тонкость помола и химический состав, обеспечивающие выполнение важной роли в создании оптимальной структуры асфальтобетона) регулярно отслеживается;

– увеличения объема поставок щебня кубовидной формы;

– применения в основном крупных и средних песков, с допустимым содержанием пылевато-глинистых частиц;

2) рационального проектирования составов асфальтобетонных смесей и оптимального подбора составов (подбор составов смесей — по договорам с отраслевыми лабораториями или индивидуально для отдельных заводов);

3) создания (в случае отсутствия) заводских лабораторий, их дооснащения современными приборами, повышения квалификации сотрудников;

4) проверки технологического оборудования на заводах для обеспечения правильного температурного режима и дозирования компонентов;

5) запрета длительного хранения готовых асфальтобетонных смесей в бункерах-накопителях;

6) соблюдения технологических режимов приготовления асфальтобетонных смесей;

7) проведения ведомственного визуального и инструментального контроля;

8) неукоснительного выполнения предписаний на устранение допущенных нарушений, переделку некачественных участков;

9) совершенствования нормативной базы.

В связи с этим следует отметить, что для объективной оценки качества асфальтобетонных смесей с использованием нестандартных материалов, таких как полимербитумные вяжущие, катионная добавка «КАП» и другие, антигололедная добавка «Грикол» и другие, требуется совершенствование методов оценки их состояния, разработка специфических нормативных требований.

С.Д. СЕМЕНЮК, В.Н. МЕДВЕДЕВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Прогресс и развитие строительной отрасли предполагает создание новых более долговечных и экономичных конструкций, а также модернизацию существующих с целью улучшения эксплуатационных свойств и повышения долговечности. В этой связи в отечественной и зарубежной практике все большее внимание уделяется конструкциям с внешним листовым армированием, применение которых обладает рядом преимуществ: позволяет уменьшить строительную высоту, применять более эффективные и экономичные решения перекрытий зданий и пролетных строений мостов, увеличить жесткость и несущую способность, продлить срок службы несущих конструкций.

В качестве внешнего листового армирования может использоваться как профилированный стальной оцинкованный настил с трапециевидной формой гофра (Н-40; Н-60; Н-80), так и листовая прокатная сталь. А наиболее часто внешнее листовое армирование устраивают в нижней растянутой зоне конструкции, так как это наиболее эффективно повышает изгибную прочность конструкции, защищает бетон и скрытую стержневую арматуру от коррозии. Внешнее листовое армирование может устраиваться сбоку конструкции, тогда оно воспринимает как изгибающий момент так и поперечную силу, что позволяет повысить несущую способность элемента и изгибную жесткость.

Совместная работа внешнего стального листа с монолитным бетоном конструкции осуществляется за счет жесткого защемления фасонной арматуры в бетон, которая по длине волны сопрягается и приваривается к листовой арматуре, выполняя роль анкеров. Фасонная и стержневая арматура между соседними компенсаторами переплетена, изогнута по синусоиде относительно продольной оси с возможностью контактирования с вогнутостью каждого компенсатора. В полостях этих элементов могут быть размещены упругопластические вставки. Стальная составляющая таких конструкций изготавливается в заводских условиях, после монтажа которой поверх стальных элементов укладывается арматурный каркас из круглой стали и подается бетон омоноличивания.

Примером устройства таких конструкций являются: пешеходный мост через р. Дубравенка в г. Могилеве и автомобильный путепровод в районе железнодорожной станции «Минск-Северный».

С.Д. ГАЛЮЖИН, В.М. ПУСКОВА, М.И. РУЦКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Анализ ряда несчастных случаев, произошедших при эксплуатации строительного-дорожного и транспортных машин, показывает, что не всегда персонал, обслуживающий эти машины, выполняет требования, изложенные в нормативно-технической документации. Изложим некоторые из них.

1. При выполнении работ на бульдозере ДЗ-171 по планировке грунта откосов карьера «Козуличи» Кировского района Могилевской области машинист бульдозера унитарного коммунального дочернего снабженческого предприятия (УКДСП) «УПТК Облдорстрой» получил травму со смертельным исходом.

При осмотре бульдозера установлено:

- неисправность топливной аппаратуры, т. к. при попытке передвижения бульдозера задним ходом вверх по склону на 2-й, а затем на 1-й передачах, двигатель останавливался;
- отсутствие защелки на горном тормозе.

При расследовании установлено, что при движении задним ходом на 2-ой передаче вверх по откосу у бульдозера на расстоянии 93 м от низа откоса из-за неисправности топливной аппаратуры остановился двигатель. Машинист выжал сцепление и установил реверс в положение «нейтраль», а затем вышел из кабины, чтобы разобраться в причине остановки. Он стал на гусеницу бульдозера и решил проверить наличие топлива в баке. В этот момент бульдозер начал перемещаться вниз, зажав тело машиниста между левой гусеницей и подножкой, смертельно травмировал его.

Причинами несчастного случая явились:

- невыполнение машинистом бульдозера требований Правил по охране труда «При остановке бульдозера отвал должен быть опущен на землю»;
- отсутствие защелки горного тормоза, что не позволяло зафиксировать рычаг горного тормоза и обеспечить удержание бульдозера от перемещения вниз по склону карьера.

2. В гараже дорожно-строительного управления №53 ОАО «Автомобильная магистраль» г. Могилева при демонтаже правого наружного колеса заднего моста автомобиля МАЗ-5551 из-за разрушения бортового кольца произошел самопроизвольный его сброс.

При расследовании выявлено, что установленное на правом наружном заднем колесе автомобиля бортовое кольцо имело некачественный сварной шов, выразившийся в несплавлении части торцовых свариваемых поверхностей. Из-за этого дефекта в бортовом кольце при воздействии статических и динамических нагрузок произошло разрушение сварного шва данного кольца (разрыв в зоне сварного шва). В результате этого бортовое и замочное кольца были самопроизвольно демонтированы и внутренний борт шины под давлением воздуха в камере вошел в соприкосновение с шиной смежного колеса. Это обусловило при снятии колеса срыв последних витков резьбового соединения гайки с болтом и вылет гайки с прижимом, а затем произошел самопроизвольный сброс наружной шины со ступицы заднего моста. При этом водитель получил травму с тяжёлым исходом.

Причинами несчастного случая явились:

– нарушение водителем требований безопасности, изложенными в нормативной документации, выразившихся в снятии со ступицы колеса «с невыпущенными из шин воздухом»;

– некачественная сборка колеса, выразившаяся в использовании при сборке ободного кольца, имевшего существенный дефект изготовления, некачественный сварной шов.

3. На автодороге «Москва-Брест» в Ярцевском районе Смоленской области (Россия) при замене правого колеса передней оси на автомобиле МАЗ-5551, принадлежащему Республиканскому унитарному дочернему Могилёвскому автотранспортному предприятию «Грузовой автомобильный парк №3», произошло разрушение обода правого переднего колеса.

При расследовании выявлено, что установленный на правом переднем колесе обод автомобиля имел дефекты: был поврежден коррозией, имел усталостные трещины на поверхности, в зоне которых материал обода был ослаблен. Из-за дефектов в ободе при эксплуатации произошло его разрушение: разрыв двух участков обода возле вентильного отверстия. Водитель, обнаружив неисправность, приступил к замене колеса. Воздух из колеса предварительно не был выпущен. Воздействием борта шины, находящейся под давлением воздуха, осуществлён сброс бортового кольца. При его сбросе водитель этого предприятия получил травму со смертельным исходом.

Причинами несчастного случая явились:

– нарушение водителем требований безопасности, изложенными в нормативной документации, выразившихся в снятии со ступицы колеса «с невыпущенными из шин воздухом»;

– некачественная сборка колеса, выразившаяся в использовании при сборке поврежденного коррозией обода.

пролетных балок наиболее целесообразно усиление конструкции путем создания неразрезности для случая когда средний пролет превосходит крайние.

Элементарные слои основного сечения конструкции после усиления будут разгружаться, и отрицательный момент будет воспринимать дополнительная надопорная арматура. Поэтому при определении жесткостных характеристик сечений для бетона омоноличивания и надопорной арматуры используются обычные диаграммы деформирования, а для бетона усиливаемой конструкции и для пролетной арматуры – диаграммы деформирования на ветвях разгрузки.

Для учета особенностей деформирования шва между торцами плит при расчете усиленной созданием неразрезности конструкции вводится дополнительный элемент равный толщине шва. При этом для бетона омоноличивания вводится обычная диаграмма деформирования, а для бетона усиливаемой конструкции – диаграммы деформирования только на сжатие с учетом корректировки модуля по определенной зависимости.

При расчете прочности нормальных сечений к продольной оси элемента в расчет вводится «приведенный» бетон с прочностными и деформативными характеристиками, зависящими от предельной сжимаемости исходных бетонов, напряженно-деформированного состояния сборных элементов до приобретения бетоном омоноличивания заданной прочности, геометрии и компоновки сечения.

Прочность нормальных сечений находится в зависимости от степени использования сопротивления сжатого бетона и растянутой арматуры. При работе плит пустотного настила, усиленных созданием неразрезности, армированных сталью, имеющей физический предел текучести, считаем, что сопротивление арматуры и бетона используется полностью.

Немаловажным значением при обеспечении надежного усиления покрытий является качество поверхности контакта сборного и монолитного бетона усиленных многпустотных или ребристых плит.

Расчет прочности контакта связан с расчетом прочности по наклонному сечению элемента. Если в однопролетной свободно опертой балке усилие сдвига равно усилию воспринимаемому бетоном сжатой зоны сечения, то в многопролетной неразрезной балке это усилие будет складываться из усилия воспринимаемым бетоном сжатой зоны в пролете и усилием воспринимаемым растянутой арматуры на опоре.

Обобщая можно сказать, что после выполнения статического расчета плит усиленных созданием неразрезности выполняется конструктивный расчет по деформационной или упругопластической модели, а затем рассчитывается прочность контакта сборного и монолитного бетона.

УДК 624.073.4.012
ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ПЛИТ УСИЛЕННЫХ СОЗДАНИЕМ НЕРАЗРЕЗНОСТИ
В ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ И ПУТЕПРОВОДАХ

С.Д. СЕМЕНЮК, И.В. МАРЧЕНКОВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В процессе продолжительной эксплуатации и при воздействии окружающей среды происходит износ и потеря должных эксплуатационных характеристик как зданий и сооружений, так и путей сообщения, в частности рассматриваемых пешеходных переходов и путепроводов. В качестве несущих конструкций для ряда пешеходных переходов и путепроводов характерно использование железобетонных плит пустотного настила и ребристых плит покрытия. Существует множество способов усиления данных конструкций, и ниже мы рассмотрим один из них.

Усиления плит перекрытий происходит под нагрузками, минимальной из которых является собственный вес конструкций. Это вносит особенность в расчет усиленных конструкций и прогнозирование их дальнейшей эксплуатации. Усиление многопролетных шарнирно опертых конструкций может производиться установкой дополнительных связей над опорами в виде надопорной арматуры с целью обеспечения неразрезности усиливаемой конструкции. Дополнительная надопорная арматура может устанавливаться при наращивании в верхней зоне конструкции, при бетонировании расширенных швов между плитами ребристого настила или вскрытых пустот смежных многопустотных панелей.

Метод усиления путем создания неразрезности, как правило, не способствует увеличению несущей способности самой усиливаемой конструкции, а способствует изменению усилий от внешних нагрузок, которые перераспределяются между усиливаемым и усиливающим элементами пропорционально жесткостным характеристикам. Толщина шва между торцами усиливаемых плит перекрытий является различной и может колебаться от 20 до 200 мм. Бетон, которым выполняется наращивание и замоноличивание вскрытых пустот смежных многопустотных панелей или в швах смежных ребристых плит, может отличаться от бетона усиливаемых конструкций прочностными и деформационными характеристиками. При проектировании усиления конструкций обеспечением их неразрезности дополнительная арматура должна заводиться за точку нулевых моментов объемлющей эпюры на зону не менее минимальной длины анкеровки, принимаемой для растянутых стержней расчетом. При рассмотрении трех-

УДК 625.768
СНЕГОЗАНОСИМОСТЬ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ

О.В. ГЛАДЫШЕВА, Н.Ю. АЛИМОВА
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Воронеж, Россия

Наиболее сложные условия для движения транспорта на автомобильных дорогах наблюдаются в зимний период. Основной целью управления дорогами в зимний период является выбор оптимальных технологий проведения работ по содержанию с целью обеспечения работоспособности дороги в любых погодных условиях и безопасного проезда с расчетными скоростями для пользователей дорог. Отложения снега, образующиеся при прохождении метелей, снижают скорости движения транспорта вплоть до полной его остановки. Для обоснованного определения ресурсов, необходимых для проведения снегоуборочных работ, нужно знать количество снега подлежащего уборке после снегопада и метели.

При расчете объемов снега от снегопадов учитывалось равномерное его отложение на проезжей части и земляном полотне.

Заносимость дорог снегом при метелях определяется физическими процессами обтекания поперечного профиля земляного полотна снеговетровым потоком. Наиболее подвержены снежным заносам участки дорог в выемках и в насыпях с рабочими отметками ниже руководящей по условию снегонезаносимости.

Для расчета количества метелевых снегоотложений на земляном полотне нераскрытых и раскрытых выемок и низких насыпей использовались результаты теоретических исследований Б.В. Иванова, А.К. Дюнина и Н.К. Ланецкого.

Для нераскрытой выемки количество снега, откладывающегося на проезжей части, можно определить с точностью достаточной для решения практических задач на основе геометрических расчетов. Для оценки снегонезаносимости нераскрытых выемок в зависимости от соотношения между объемом снегоприноса и снегоемкостью нераскрытой выемки использовались две расчетные схемы. Первая расчетная схема используется для определения количества снега, откладывающегося на земляном полотне, при объемах снегоприноса превышающих снегоемкость выемки. Вторая расчетная схема используется в тех случаях, когда объемы снегоприноса не превышают снегоемкости выемки. Для каждой расчетной схемы разрабо-

тана математическая модель определения количества снегоотложений на земляном полотне после прохождения метели.

В раскрытых выемках отложение метелевого снега происходит за счет изменения скорости снеговетрового потока. Получены уравнения регрессии для определения доли снега, которая выпадает из потока при уменьшении его скорости в расчетных сечениях раскрытой выемки, что позволяет при известном объеме снегоприноса рассчитать объем снега, который отложится в рассматриваемом сечении выемки. Разработанная математическая модель учитывает динамику изменения геометрических параметров раскрытых выемок за счет слоя снегоотложений на откосах земляного полотна и в придорожной полосе.

Схема обтекания низкой насыпи снеговетровым потоком существенно отличается от схемы обтекания раскрытой выемки. Решена задача определения количества метелевого снега, откладывающегося на земляном полотне низкой насыпи. В математической модели учитывается изменение заложений откосов насыпи и ее высоты вследствие накопления снежных отложений в течение зимнего периода.

Математические модели реализованы в виде компьютерной программы для расчета объемов снега, откладывающихся при снегопадах и метелях на проезжей части дороги. Моделирование проводилось для различных опытных участков автомобильных дорог. Адекватность моделей проверена на опытных участках в ходе специально проведенных снегомерных съемок. Для расчета объемов снегоприноса использовались данные метеостанций за те же зимние периоды, когда проводились опытно-экспериментальные работы на дорогах.

Сходимость рассчитанных и фактических данных о количестве снегоотложений составила в среднем около 88 %. При проведении вычислительного эксперимента не учитывался объем снегоотложений, перемещенный в кюветы и на откосы насыпей при проведении снегоуборочных работ. Предварительные расчеты показали, что учет в модели объема снега от снегоуборочных работ позволит повысить точность расчетов.

Разработанные модели и программа расчета могут использоваться при планировании работ по проведению патрульной снегоочистки, для расчета количества снега, подлежащего уборке на заносимых участках автомобильных дорог, а также для расчета ресурсов на проведение работ по снегоочистке. По результатам расчета на участках дороги с наиболее интенсивным снегонакоплением могут корректироваться параметры патрульной снегоочистки.

Проводятся исследования по использованию полученных математических моделей в алгоритмах мониторинга динамических процессов снеготранспорта отдельных участков дороги с использованием данных об осадках, получаемых с метеолокаторов и датчиков АДМС.

УДК 691.5:666.96
ПРИМЕНЕНИЕ ВАГРАНОЧНЫХ ШЛАКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
СКЛАДИРУЕМЫХ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Р.П. СЕМЕНИЮК, М.Н. ЦАЦУРА, И.В. АЛЕШКЕВИЧ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В настоящее время научно-технический прогресс является основной причиной вовлечения в хозяйственный оборот всё большего количества природных ресурсов. Однако рациональное использование их остаётся на достаточно низком уровне.

Отходы, образованные в результате работы промышленных предприятий негативно влияют на экологические факторы. Поэтому необходима разработка новых технологий в области обращения с отходами.

Объектом исследования являются гранулированные шлаки ОАО «Могилёвский металлургический завод». Ваграночные шлаки это сыпучий материал со стекловидными чёрными и буровато-зелеными гранулами размером до 5 мм, образующийся при плавке чугуна в вагранке. Химический анализ показал, что ваграночный шлак содержит следующие химические соединения, количество которых выражено в процентном соотношении: $\text{SiO}_2 = 41,2 \%$; $\text{CaO} = 24,6 \%$; $\text{MgO} = 14,8 \%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,2 \%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,9 \%$; $\text{MnO} = 2,1 \%$; $\text{TiO}_2 = 0,5 \%$; $\text{SO}_3 = 0,5 \%$. Модуль основности равен 0,77, что относит эти шлаки к категории кислых. Насыпная плотность 1398 кг/м^3 , истинная плотность 2700 кг/м^3 , межзерновая пустотность 48,2 %.

Песчаная фракция ваграночного шлака относится к категории крупного песка т. к. $M = 3,98$, но это не запрещает его использование в качестве мелкого заполнителя для асфальтобетонов. Многие природные пески являются слишком мелкими, поэтому использование ваграночного шлака в качестве укрупняющей добавки может привести к экономии песка и улучшению свойств асфальтобетона.

Были проведены исследования ваграночных шлаков в качестве заполнителя для складированных эмульсионно-минеральных смесей используемых для ремонта дорожных покрытий.

Была изготовлена и испытана серия образцов из песка, шлака и смеси песка и шлака. В результате исследований было установлено, что эмульсионно-минеральные смеси для ремонта покрытий автомобильных дорог приготовленные из песка и ваграночного шлака, не уступает смеси приготовленной на заполнителе из песка, что обуславливает экономию средств и решает одну из проблем вторичного использования отходов.

Р.П. СЕМЕНЮК, И.В. АЛЕШКЕВИЧ, И.А. СТОЛЯРОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

К отходам промышленности, способным к самоцементации и образованию монолитных слоев, следует отнести активные и высокоактивные шлаки, белитовый, свежий фосфополугидрат сульфата кальция. Материалы с прочностью на сжатие 5 МПа применяются для устройства покрытий переходного и капитального типов, с прочностью 4 и 3 МПа – для оснований соответственно облегченного и переходного типов. Для устройства шлаковых монолитных оснований и покрытий применяют активные и высокоактивные металлургические и фосфорные шлаки текущего производства и отвалы.

Строительство ведется на одном этапе. Влажность используемых материалов должна быть близка оптимальной; максимальная крупность зерен - не более 120 мм. Распределение материалов по земляному полотну или нижележащему слою основания следует осуществлять автогрейдерами или бульдозерами. При этом содержащиеся в шлаке схватившиеся куски практически полностью разрушаются колесами или гусеницами, а также отвалами автогрейдера или бульдозера.

Шлак увлажняют до оптимальной влажности в три приема поливочной машиной с установкой сопел, обеспечивающей отвесное падение струй воды. Расход воды составляет 60, 25 и 15 % расчетного. Отклонения влажности от оптимальной по толщине и площади слоя допускается не более 1 % (в меньшую сторону) и 2 % (в большую).

Уплотнение осуществляется катками на пневматических шинах массой 16 т и более ориентировочно за 12-25 проходов по одному следу и ведется от краев к середине с перекрытием следа предыдущего прохода не менее чем на 20 см. Число проходов катка уточняют по результатам пробного уплотнения и начале работ. Плотность слоя после уплотнения должна составлять не менее 0,98 стандартной. По уплотненному слою разрешается сразу же открывать движение транспортных средств (кроме гусеничных) при условии ограничения скорости до 20 км/ч и регулирования движения по всей ширине слоя или устраивать вышележащий слой дорожной одежды. В сухую погоду поверхность слоя необходимо поливать водой не реже 1 раза в сутки при расходе 1,5–2 л/м² до укладки следующего слоя.

Н.Н. ГОБРАЛЕВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Безопасность работы автомобильного транспорта в зимнее время года определяется главным образом состоянием дорожного полотна и приспособленностью автотранспортного средства. Дорожно-эксплуатационные и коммунальные службы знают, как поддерживать надлежащее состояние дорог: своевременная снегоуборка, посыпка обледенелых участков смесями и реагентами. Эффективность функционирования второго фактора зависит от опытности водителя и подготовленности автомобиля к работе в зимних условиях.

Особые требования предъявляются к колесной шине. Её эксплуатация в зимнее время характеризуется низкой температурой окружающего воздуха и плохими сцепными свойствами с дорожным полотном. В это время года службы безопасности движения настоятельно рекомендуют переходить на зимнюю резину.

Существующие исследования конструкции зимней автомобильной шины направлены на формирование оптимального пятна контакта с дорогой и увеличение коэффициента сцепления с дорожным полотном. Выводы сравнительных тестов однозначны: лучшими свойствами обладают покрышки, в которых имеются шипы.

Но насколько приемлема шипованная резина в условиях мягких зим? В климатических зонах, где находятся Украина, Беларусь, страны Балтии и западные регионы Российской Федерации, дорожное полотно, как правило, обледеневшее и не имеет сплошного снежного покрова. При езде по таким дорогам шипованная резина к концу сезона становится нешипованной.

Возникает мысль, а что если вместо традиционных металлических шипов использовать керамические зерна, которые можно добавлять в протекторную резину уже на стадии изготовления? Тогда эти включения будут по мере износа резины оголяться и обновляться, а в контакте покрышки с дорогой присутствовать постоянный абразив.

Конечно, при анализе этой идеи возникают логичные вопросы о прочности этих зерен, надежности их крепления в покрышке; не будут ли они рвать резину, если будут, то насколько сильно; не приведет ли эксплуатация шин с такими зернами к её расслоению по протектору и т.д.

УДК 625
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ОБЪЕКТОВ ПРИДОРОЖНОГО СЕРВИСА

Е.В. ГОРБЕНКОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Объекты придорожного сервиса, как правило, удалены от населенных пунктов и не всегда имеется возможность подключения их к магистральному газопроводу. Поэтому для систем отопления таких объектов используются котлы на твердом или жидком топливе, либо электрические котлы. Эффективной заменой вышеперечисленным, несомненно, будет система отопления на основе теплового насоса.

Общепризнанными и бесспорными достоинствами тепловых насосов являются:

– высокая экономическая эффективность – 1 кВт затраченной электроэнергии производит от 2,5 до 4 и более кВт тепловой энергии или 15-25 кВт мощности по охлаждению. Тепловой насос использует введенную в него энергию на порядок эффективнее любых котлов, сжигающих топливо и использующих электрическую энергию;

– автономность и универсальность. Работа теплового насоса не зависит от поставок органического топлива и не нужно прокладывать теплогазокоммуникации. Возможность использования в любых климатических условиях и в любой местности. В одном комплекте оборудования потребитель получает одновременно системы отопления, охлаждения и нагрева воды;

– экологическая безопасность. Экологически чистый метод отопления и кондиционирования. Во время работы отсутствуют вредные выбросы в окружающую среду и негативное воздействие на человеческий организм;

– безопасность эксплуатации. Отсутствие топлива исключает возможность пожаров, взрывов, утечку опасных для здоровья веществ. Эти агрегаты взрыво- и пожаробезопасны;

– долговечность и комфорт. Относительная простота устройства позволяет работать 20-25 лет без капитального ремонта. Тепловой насос работает устойчиво, колебания температуры и влажности в помещении минимальны, отсутствует шум, применяется климатический контроль.

Применение тепловых насосов в настоящее время рассматриваются как альтернативное отопление, нетрадиционный вид отопления. Однако анализ показывает, что нетрадиционное отопление имеет все шансы стать традиционным и даже потеснить самые популярные на сегодняшний день автономные системы обогрева.

– количество дней с дождем при отрицательной температуре воздуха;
– количество дней с гололедно-изморозевыми явлениями;
– количество дней с метелями;
– расчетный объем, снегоприноса к участкам дорог с различным направлением.

Для получения этих параметров первичные данные наблюдений метеостанций должны быть обработаны с использованием специальных математических моделей, а результаты расчета наиболее удобно представлять в картографическом виде.

При проведении расчетов цикличности работ по патрульной снегоочистке производилась обработка данных метеостанций Государственной сети о снегопадах и метелях. Для адаптации расчетов к дорожным условиям учитывались требования к толщине слоя рыхлого снега на покрытии, директивный срок уборки снежных отложений, повышение плотности снега на дорожном покрытии после внесения в него противогололедных реагентов.

Для нахождения ориентировочного количества дней с возможными случаями образования зимней скользкости, производилась выборка и обработка данных о выпадении твердых осадков (с учетом температуры и относительной влажности воздуха), жидких осадков при отрицательных температурах воздуха, гололедно-изморозевых явлениях.

Произведены расчеты цикличности работ по данным измерений АДМС. По результатам исследований произведен расчет ресурсов для одних и тех же лет наблюдений. Сравнительный анализ результатов расчета приведен в табл. 1.

Табл. 1. Сравнительная таблица ресурсов в процентах от нормативного значения

Исходная информация для расчета	Затраты труда рабочих, чел.-ч.	Затраты времени машин, маш.-ч.	Расход материалов, т
ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью»	100	100	100
Данные наблюдений метеостанции Государственной сети	89	89	82
Данные наблюдений АДМС	119	122	125

Анализ табл. 1 показывает, что результаты, полученные по разным источникам информации, разнятся между собой.

Дальнейшие исследования будут проведены в направлении совершенствования моделей, используемых при обработке данных метеостанций и разработки методик обработки данных АДМС для расчета цикличности работ и ресурсов на зимнее содержание.

УДК 625.768

РАСЧЕТ ЦИКЛИЧНОСТИ РАБОТ И РЕСУРСОВ
НА ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ДОРОГ

Т.В. САМОДУРОВА, Е.Н. ТРОПЫНИН, А.Н. РОМАНЦОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Воронеж, Россия

Среди задач управления зимним содержанием дорог, одной из основных является определение материальных и финансовых ресурсов, позволяющих поддерживать необходимый уровень содержания в сложных погодных условиях. Действующие в России нормативные документы («ОДМ. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах», «Периодичность проведения работ по содержанию автомобильных дорог общего пользования федерального значения и искусственных сооружений») детально не учитывают погодно-климатические особенности отдельных регионов и требования к уровню содержания дорог. Анализ этих документов показывает, что из 28 видов работ по зимнему содержанию для 10 требуется расчет с использованием климатологической информации. Однако методика расчета ресурсов не разработана и цикличность работ в нормативных документах определяется количеством дней с неблагоприятными погодными условиями.

Для обоснования расходов на зимнее содержание необходим расчет ресурсов, базирующийся на использовании специализированной климатологической информации, учитывающей особенности образования зимней скользкости на дорожных покрытиях.

В настоящее время источниками получения климатологической информации являются обработанные данные наблюдений Государственных метеостанций. Для обеспечения репрезентативности результатов измерений метеорологических данных, станции располагают вдалеке от дорог, чтобы исключить их влияние на измеряемые погодные параметры. Государственные метеостанции не ведут наблюдения за состоянием дорожных покрытий в зимний период. Расчеты также можно производить на основе показаний датчиков автоматических дорожных метеостанций (АДМС). Однако ряды данных наблюдений на АДМС пока составляют 2-3 года.

Выделен ряд параметров, которые войдут в специальные дорожные климатические модели для решения задач управления ресурсами на содержание транспортных сооружений:

- количество переходов температуры воздуха через минус 2 °С от положительных значений к отрицательным;
- количество дней со снегопадами и осадками более 2 мм за 12 часов;

УДК 69.059.1

ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛЕВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ
КАК ПУТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ
БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В МЕГАПОЛИСАХ РОССИИ

В.Н. ДЕНИСОВ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Санкт-Петербург, Россия

Основной целью социально-экономического развития российских городов на долгосрочную перспективу является создание комфортной и экологически безопасной среды обитания, способствующей улучшению здоровья населения, продлению активного периода жизнедеятельности, рождению здорового поколения, что декларируется многими национальными документами, включая Конституцию РФ.

Отличительной особенностью многомиллионных городов России является наличие огромного количества производственных, транспортных и социально-бытовых объектов, имеющих высокую ресурсо- и энергоемкость, что отрицательно сказывается на экологической обстановке. Мощный экологический прессинг испытывают, прежде всего, городские зоны жилой застройки, что проявляется в повышенных уровнях загрязненности воздушной среды и низком качестве санитарного состояния жилых территорий.

Основная часть загрязнений воздушной среды (в Москве до 90 %, в Санкт-Петербурге – до 75 %) приходится на функционирование объектов жилищно-коммунальной сферы и дорожного комплекса, поэтому особенно сильно загрязнены магистрали городов с интенсивным движением автомашин. В последние годы уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода, взвешенными веществами, фенолом и бенз(а)пиреном возрос и в наиболее крупных городах России многократно превышает предельно-допустимые концентрации.

Необходимо подчеркнуть, что концентрация пыли, в том числе мелкодисперсных частиц, и других загрязняющих веществ повышена именно в приземном слое атмосферного воздуха, т. е. на уровне 1–3 этажей, что усугубляет ситуацию.

Медиками доказано, что «благодаря» «экологическому прессингу» со стороны объектов автотранспортного комплекса продолжительность жизни среднестатистического жителя крупного города России сокращается на 4–5 лет, что для Санкт-Петербурга эквивалентно ежегодному уменьшению численности населения на 8 тыс. человек.

Эксперты прогнозируют к 2020 году в Санкт-Петербурге при сохранении выявленной тенденции в суммарном загрязнении атмосферного воздуха увеличение заболеваемости по различным нозологиям от 20 % до 400 % (новообразований – в 2 раза, болезней крови – в 3 раза).

Приоритетным видом загрязняющих атмосферный воздух городов Европы веществ признаны взвешенные частицы диаметром менее 10 микрон, называемые обычно РМ-10 и особенно менее 2,5 микрон (РМ-2,5). Массовая доля РМ-частиц по данным детальных исследований составляет 0,58–0,70 общей массы взвешенных частиц (ТSP).

Анализ многочисленных материалов зарубежной литературы показывает, что рассматриваемая проблема остается чрезвычайно актуальной. По результатам работ зарубежных специалистов наиболее существенными источниками поступления РМ-частиц в атмосферный воздух являются:

- пыление при производстве строительных работ (особенно при перемещении грунтов и других сыпучих материалов, в т.ч. при дорожном строительстве) – 4 %;
- автомобильные дороги – 32,9 %;
- эрозия почвенного покрова, точечные промышленные источники и др. – 24,1%.

Антигололедные материалы в городах РФ, применяемые службами по содержанию автодорог в зимний период года, не современны, способствуют увеличению запыленности в приаггистральных зонах.

В РФ использование шипованной резины законодательно не регламентировано ни на федеральном, ни на региональном уровнях. Во всех 27 странах Евросоюза такой закон действует. В Европе всерьез озабочены разработкой эффективных стратегий по сокращению территорий крупных городов, характеризующих высокими концентрациями РМ-частиц как приоритетным видом загрязняющих атмосферный воздух веществ. Немалые усилия прилагаются при решении вопросов совершенствования системы управления качеством окружающей среды.

В последнее десятилетие XX века экологический менеджмент концептуально возник благодаря усилиям ряда международных организаций, прежде всего, международной организации по стандартизации (ИСО), Всемирной организации здравоохранения, ряда международных комиссий ООН как конкретная мера по реализации Концепции устойчивого развития. В настоящее время экологический менеджмент в сфере дорожно-транспортного комплекса (ДТК) представляет собой совокупность правовых средств, мер организационно-технического, финансового, воспитательного и иного характера, лежащих в основе взаимосвязанных процедур, документированных в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО 14001, ИСО 9001 и идентичных им национальных стандартов РФ.

бот и времени между проходами снегоочистительной техники). Исследования, проведенные Н. Б. Сакута, позволяют сделать вывод о том, что ошибки в прогнозировании этих параметров не приведут к изменению составляющих матрицы потерь, так как при патрульной снегоочистке есть всегда определенный резерв времени, который даже позволяет перебрасывать технику на другие маршруты. Этот резерв времени позволяет, при более высокой по сравнению с прогнозом интенсивности выпадения осадков, компенсировать ошибки прогноза за счет снижения времени между проходами отрядов машин, т.е. работой имеющейся техники, занятой на патрульной снегоочистке без привлечения дополнительных ресурсов и без увеличения затрат дорожной организации.

Увеличение продолжительности снегопада приводит к дополнительному циклу проведения работ и увеличению времени нахождения покрытия под снежным накатом, т.е. к пропорциональному изменению всех составляющие матриц потерь.

Учет всех этих особенностей позволяет решать на данном этапе исследований задачу обоснования многофазового прогноза для скользкости в виде стекловидного льда при различных температурах воздуха.

Для предотвращения замерзания раствора при выпадении осадков и при снижении концентрации соли на покрытии, а также при понижении температуры воздуха проводят дополнительную обработку покрытия. Рассмотрен случай, когда процесс выбора стратегии опирается на фазовый прогноз температуры воздуха при трех пороговых значениях:

- минимальная температура воздуха до минус 5 °С;
 - минимальная температура воздуха от минус 5 °С до минус 8 °С;
 - минимальная температура воздуха ниже минус 8 °С;
- и для двух возможных решения дорожной организации:
- применять профилактическую обработку покрытия;
 - применять традиционные технологии ликвидации скользкости с нормами, выбранными в соответствии с прогнозом температуры.

Произведен расчет затрат дорожной организации на проведения работ для 1 приведенного км дороги, для технического хлористого натрия (табл. 2).

Табл. 2. Матрица потерь для дорожно-транспортного комплекса при многофазовом прогнозе температуры воздуха

d_i / F_i	$T_{\sigma} > -5^{\circ}$	$-8^{\circ} < T_{\sigma} < -5^{\circ}$	$T_{\sigma} < -8^{\circ}$
Профилактические работы	26,83	286,34	793,75
Ликвидация скользкости	238,39	264,72	860,25

Для оценки эффективности использования многофазового прогноза необходима матрица сопряженности, которая может быть составлена в подразделениях Росгидромета для выделенного диапазона температур воздуха. Для автоматизации расчетов составлена специальная программа.

Т.В. САМОДУРОВА, А.П. ГУРЬЕВ, В.Н. ШАРАПОВА

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Воронеж, Россия

Для оценки эффективности решений, принятых в процессе оперативного управления зимним содержанием дорог в условиях неопределенности погодных воздействий использованы методы теории игр и исследования операций. Математической моделью является специальная метеоролого-экономическая модель (МЭМ) в виде платежной матрицы. Элементы платежных матриц учитывают потери дорожно-эксплуатационной организации и пользователей дорог при неблагоприятных погодных воздействиях и при различных схемах использования метеорологической информации.

Наряду с альтернативными прогнозами образования зимней скользкости могут быть рассмотрены многофазовые прогнозы метеорологических параметров, влияющих на организацию работ по зимнему содержанию.

Задача формулируется следующим образом: пусть дорожная организация имеет две возможные стратегии зимнего содержания дорог d_1 , d_2 (профилактика и ликвидация зимней скользкости), каждая из которых соответствует определенным погодным условиям и состоянию дорожного покрытия. Погодные условия характеризуются n состояниями F_j .

При каждом сочетании «стратегия - погодные условия» ($d_i \leftrightarrow F_j$), будут иметь место определенные затраты дорожных организаций на проведение работ и потери в экономике государства. Обозначив эту величину через S_{ij} , для каждой стратегии и погодных условий составим платежную матрицу размером $2 \times n$, представленную в табл. 1.

Табл. 1. Вид платежной матрицы при многофазовых прогнозах

d_i / F_i	F_1	F_2	...	F_n
d_1	S_{11}	S_{21}	...	S_{n1}
d_2	S_{12}	S_{22}	...	S_{n2}

Произведен расчет составляющих матриц потерь и их анализ.

Для стратегий работ, связанных с механической очисткой снега работы начинаются с началом выпадения осадков. Основные прогнозируемые метеорологические параметры для этих стратегий – осадки, их вид, интенсивность и продолжительность выпадения. Их надежный прогноз приводит к правильному выбору параметров снегоочистки (времени начала ра-

К сожалению, в РФ не все принципы экологического менеджмента, декларируемые международными документами выполняются, в том числе, принцип по идентификации экоаспектов и экофакторов (выбросов, сбросов вредных веществ, отходов), требующий проведения инвентаризации источников и механизмов возникновения угроз со стороны объектов ДТК для окружающей среды и здоровья населения, на основе современной международной нормативной базы.

Государственное, муниципальное и районное регулирование санитарного состояния городской среды Санкт-Петербурга по фактору загрязненности атмосферного воздуха за счет пылевых эмиссий должно охватывать широкий круг вопросов, учитывающих специфику источников и механизмы образования мелкодисперсных частиц:

- стабилизация открытых источников пыления на объектах стройиндустрии, включая контроль грязи из-под шасси грузовых автомобилей;
- проведение работ по ремонту и реконструкции газонов, направленных на снижение выбросов мелкой взвеси на тротуары и обочину дорог с талой и дождевой водой, а также предусматривающих укрепление верхнего почвенно-травяного слоя с помощью газонных решеток;
- сертификация технологий очистки и содержания автомагистралей с использованием контрольно-измерительной аппаратуры, фиксирующей РМ-эмиссии;
- уборка улиц и придомовых территорий с использованием современной вакуумной уборочной техники;
- регламентация использования воды при уборке улиц (смыв грязи, мытье улиц и разбрызгивание воды);
- обоснование и выбор способа обработки автодорог в зимний период года (песок, песчано-соляные смеси, жидкостные антигололедные соединения).

Россия, признавая человеческую жизнь и здоровье граждан наивысшей ценностью, к сожалению, существенно отстает не только в проведении эколого-гигиенических исследований, но и в части восприятия общемировой практики, использования уже достигнутых результатов по оценке воздействия, нормированию приоритетных загрязняющих веществ и внедрению первоочередных мер, направленных на улучшение эколого-гигиенической и санитарно-эпидемиологической обстановки в крупнейших городах. Отставание составляет 25–30 лет.

Необходимо формирование федеральной/региональной целевой Программы по снижению рисков загрязнения городской среды приоритетными видами загрязняющих веществ, возникающих при функционировании объектов жилищно-коммунальной сферы и дорожного комплекса, а также стройиндустрии. Как второй шаг требуется скорейшая проработка методических основ в рамках данной проблемы.

Реализация I этапа Программы создаст объективные условия для существенного и устойчивого снижения в последующий период (2014–2025 гг.) уровня негативного воздействия объектов дорожного комплекса и жилищно-коммунальной сферы на окружающую среду и здоровье населения Санкт-Петербурга и приведения его в соответствие с уровнем, достигнутым в большинстве европейских стран.

Важнейшими разделами I этапа Программы (2010–2013 гг.) являются:

- организация работы по совершенствованию регионального законодательства в сфере оздоровления окружающей среды, финансово-экономических механизмов стимулирования в области санитарного содержания и благоустройства городских территорий;

- внедрение в структурных подразделениях сферы ЖКХ и дорожного комплекса Санкт-Петербурга систем экологического менеджмента и экологического аудита;

- совершенствование нормативно-методической и технологической базы в сфере оздоровления окружающей среды при функционировании объектов жилищно-коммунальной сферы и дорожного комплекса;

- информационно-аналитическое и научное обеспечение реализации настоящей Программы, мониторинг эколого-гигиенических аспектов деятельности субъектов жилищно-коммунальной сферы и дорожного комплекса.

Для последующих этапов Программы основные разделы, а также перечень целевых показателей будут разработаны дополнительно.

В ходе исследований проведена оценка влияния параметров снегопадов на условия видимости. Определено «пороговое» значение интенсивности снегопада, начиная с которого возрастает риск возникновения ДТП по условию снижения видимости. Это значение составляет 2 мм/ч, при интенсивности снегопадов более 2 мм/ч расстояние видимости составляет менее 500 м.

Обработаны данные метеонаблюдений по Воронежской области и получен закон распределения интенсивности снегопада как случайной величины. Установлено, что интенсивность снегопадов, при которых требуется проведение работ по снегоочистке, описывается показательным законом с параметром $\mu = 0,44$. Расчеты показали, что в 40 % случаев при проведении работ по снегоочистке в период выпадения твердых осадков на автомобильных дорогах существует повышенная опасность для движения автотранспорта из-за снижения видимости. Значения верхних границ доверительных интервалов показывают, что в соответствии с предельными значениями интенсивности часть снегопадов попадает в разряд опасных явлений погоды.

Обоснована модель для расчета обгона дорожной спецтехники в период проведения работ. Коэффициенты и параметры модели учитывают все вышеперечисленные параметры, влияющие на безопасность движения. Предложена методика расчета величин технологических разрывов между машинами в отряде дорожной спецтехники из условия обеспечения безопасности движения. При проведении расчетов введены ограничения на максимальные скорости движения транспортных средств при неблагоприятных погодных условиях с учетом коэффициента сцепления, соответствующего заснеженному и скользкому состоянию дорожного покрытия.

В результате проведенных расчетов, были построены графики для определения технологического разрыва между машинами в отрядах, проводящих работы по зимнему содержанию автомобильных дорог из условия безопасного обгона. Получены значения технологических разрывов для различного состояния дорожного покрытия и широкого диапазона скоростей движения дорожной техники, что позволяет исследовать технологию скоростной снегоочистки.

Приведена сравнительная характеристика значений технологических разрывов, рекомендуемых нормативными документами и полученных при проведении расчетов из условий безопасного обгона.

Предварительный анализ результатов, полученные в ходе исследований, позволяют сделать вывод о возможности уточнения параметров технологических карт на проведение работ по зимнему содержанию с учетом технологии работ, состояния дорожного покрытия, интенсивности выпадения осадков.

Т.В. САМОДУРОВА, А.С. ГАСПАРЯН

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Воронеж, Россия

Дорожные условия, часто являются прямыми или косвенными причинами дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Наибольшее их влияние сказывается в зимний период, так как около 40 % дорожной сети Российской Федерации подвержены многократному образованию зимней скользкости и снежных заносов. Обеспечение безопасности движения в сложных погодных условиях – одна из основных задач дорожно-эксплуатационной службы.

Повышение риска возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в зимний период обусловлено снижением сцепных качеств дорожного покрытия и видимости при выпадении осадков. В ходе проведения работ по зимнему содержанию дорожная спецтехника вносит существенные помехи в транспортный поток. Особое влияние на условия движения оказывают отряды машин, проводящих патрульную снегоочистку и уборку снежно-ледяных отложений. Выделены параметры, влияющие на безопасность и режимы движения транспортного потока:

- пониженная скорость движения отряда машин при патрульной снегоочистке;
- низкие сцепные качества покрытия;
- повышение риска столкновения со встречным автомобилем при обгоне отряда машин;
- снижение видимости встречного автомобиля при выпадении осадков;
- снижение видимости встречного автомобиля при снегоочистке;
- снижение ширины проезжей части за счет формирования вала снега на обочинах, мостах, путепроводах, эстакадах, в зоне шумозащитных экранов;
- повышенные габариты навесного оборудования;
- малые интервалы между машинами в отряде;
- расположение дорожных машин по всей ширине полосы движения.

Основная цель проводимых исследований – оптимизация параметров технологических схем организации работ по снегоочистке по условиям безопасности движения.

В.И. ЖИЛИНСКИЙ

Республиканское унитарное предприятие

«БЕЛДОРЦЕНТР»

Минск, Беларусь

Все инженерные сооружения автомобильной дороги необходимо содержать в исправном и работоспособном состоянии, для обеспечения безопасного и бесперебойного движения, а также высокой работоспособности дороги в любое время года и суток.

Наиболее сложным временем года, в течение которого необходимо прилагать максимальные усилия по обеспечению беспрепятственного движения автотранспорта, является зима. Для этого периода характерно большое количество твердых осадков, регулярное обледенение дорожного покрытия и других поверхностей. Из всех сооружений автомобильной дороги наиболее подвержены гололедообразованию мосты и, в несколько меньшей степени, путепроводы. Кроме того, мостовые переходы требуют от водителя повышенной концентрации внимания даже в благоприятные периоды года. Зимой же при проезде искусственных сооружений концентрация внимания является наибольшей.

Повышенная опасность гололедообразования на мостах обусловлена наличием водного препятствия и, как результат, повышенной влажности.

После внедрения дорожных измерительных станций на территории Республики Беларусь появилась необходимость распространения результатов из измерений на другие участки дороги. Для этих целей используются термокарты покрытия. Термокарта автомобильной дороги представляет собой перечень однородных отрезков участка дороги, каждый из которых характеризуется положением начала и конца отрезка и значением его термической характеристикой. Термическая характеристика в свою очередь – это величина изменения температуры дорожного покрытия относительно средней температуры дорожного покрытия анализируемого участка дороги.

Термические характеристики и термокарты позволяют: определить районы, которые имеют приблизительно одинаковые климатические условия; определить места, где в первую очередь возможно возникновение гололеда; прогнозировать возникновение гололеда путем наложения погодной ситуации на термокарту дороги; определить размещение дорожных измерительных станций в местах, где в первую очередь возможно возникновение гололеда.

В результате проводимых измерений по определению температуры покрытия автомобильной дороги были выявлены некоторые закономерности, касающиеся мостовых переходов. При движении лаборатории по измерению температуры покрытия по искусственным сооружениям отмечалось резкое снижение температуры дорожного покрытия по сравнению с соседними участками автомобильной дороги.

Изменение температуры покрытия автомобильной дороги на искусственных сооружениях происходит при любых температурах окружающего воздуха. Замеры проводились нами в диапазоне температур от +2° С до -18 °С. Данное обстоятельство объясняется тем, что конструкция дорожной одежды на мосту имеет минимальную толщину, земляное полотно с его защитными свойствами отсутствует, вместо него находится воздушное пространство с той же температурой, что и воздух сверху.

Суммарная толщина дорожной одежды и искусственного сооружения не превышает в сумме 1,2 м. Теплотехнические свойства такой конструкции хуже по сравнению с дорожной одеждой основной дороги. В результате на поверхности покрытия на мостах чаще происходит образование инея и льда.

Современные технические средства позволяют в автоматическом режиме распределять на покрытии искусственного сооружения противогололедные материалы и не допускать образования гололеда. В качестве примера можно привести широко известную систему FAST или micro FAST фирмы Boschung.

Кроме того, для предотвращения образования скользкости можно производить утепление покрытия или формировать особый микроклимат поверхностного слоя в зоне мостового перехода.

Для утепления покрытия можно использовать электромеханические или термические способы. Электромеханический способ представляет собой укладку в верхние слои покрытия провода, который нагревается под действием электрического тока. Данный способ удобен тем, что запрограммировав систему на включение при изменении погодных условий, можно свести затраты энергоресурсов к минимуму. Термический способ представляет собой укладку в покрытие труб с содержащимся в них нагретым паром или маслом, что также ведет к нагреву покрытия. Данный способ более энергоемкий и ведет к увеличению толщины дорожной одежды.

Использование альтернативных способов защиты покрытия мостовых переходов от зимней скользкости позволяет снизить засоленность водных источников.

УДК 625.27

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЁТА КЮВЕТОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Л.И. САЗОНОВА, М.Н. ЦАЦУРА, А.О. ГРЕБЕНЮК

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Процесс проектирования автомобильных дорог, и в частности, кюветов достаточно трудоёмок. В результате ручного расчёта возможны неверно принятые решения инженером. Это может привести к нерациональному использованию дорожно-строительных материалов. Зачастую объём земляных работ обходится дешевле устройства некоторых дорогостоящих видов укреплений из бетона.

Подбор необходимых размеров поперечного сечения кювета и типа укрепления его откосов и дна производят на основе гидравлических расчётов. Зная заданный расход воды, задаются уклоном дна канавы, равным или больше уклона местности, и возможным коэффициентом гидравлической шероховатости. Определяют минимальное значение площади живого сечения. Определяют линейные размеры поперечного сечения канавы: глубину потока воды. Определяют гидравлический радиус, скорость течения воды в канаве. Минимальную глубину потока воды находят графоаналитическим способом.

Была написана программа для автоматизированного расчёта кювета автомобильной дороги с использованием средств Microsoft Visual Studio 2008 на языке программирования Visual C#. В качестве исходных параметров для расчёта необходимы коэффициенты заложения откосов, продольный уклон, расчётный расход, коэффициент шероховатости и ширина канавы, отметка дна кювета, отметка бровки земляного полотна и отметка верха кювета. В результате расчёта получаем значения глубины канавы, скорости, объёмы земляных работ, типа необходимого укрепления для полученной скорости, стоимость полученного укрепления и стоимость земляных работ. В программе существует возможность экспорта полученных результатов в приложение Microsoft Excel.

Благодаря автоматизированному процессу расчёта кюветов автомобильной дороги на данной программе, значительно увеличивается скорость расчёта и уменьшается роль человеческого фактора. Исключается ошибка определения глубины потока воды в результате расчёта графоаналитическим способом. Экономия во времени уже даёт экономический эффект. Благодаря автоматизированному расчёту кюветов автомобильной дороги инженер принимает наиболее рациональное и экономически обоснованное решение.

Т.А. ПОЛЯКОВА, А.О. ГРЕБЕНЮК, К.В. РОМАНОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При борьбе с зимней скользкостью применяют фрикционный, химический и комбинированный способы. При использовании фрикционного способа применяют различные каменные материалы: мелкий щебень, песок, песчано-гравийную смесь, шлак, золы уноса и др.

Фрикционные противогололедные материалы должны повышать коэффициент сцепления со снежно-ледяными отложениями на покрытии для обеспечения безопасных условий движения; иметь высокие физико-механические свойства, препятствующие разрушению, износу, дроблению и шлифованию противогололедные материалы; и обладать свойствами, препятствующими увеличению запыленности воздуха и загрязнения придорожной полосы.

Нами предлагается использовать гранулированный ваграночный шлак Могилевского металлургического завода, получаемый при ускоренном его охлаждении водой, при борьбе с зимней скользкостью на дорогах общего пользования вне населенных пунктов.

Ваграночный шлак обладает высокими физико-механическими свойствами: устойчив к разрушению, износу, дроблению и является экологически чистым материалом. Ваграночный шлак имеет цвет от темно-зеленого до черного, на свету обладает блеском. Ваграночный шлак является гранулированным материалом с модулем крупности 3–3,5. Преимуществом шлака по сравнению с другими фрикционными материалами является то, что он является отходом промышленности и его стоимость равна стоимости его транспортировки. Также при удалении шлака с проезжей части при очистке её поверхности, шлак, попадая на обочину и откосы насыпи или в кюветы, накапливаясь, будет укреплять их, так как имеет большую массу.

При применении шлаков решается ряд проблем: производится уменьшение стоимости зимней эксплуатации дорог и решается экологическая проблема – утилизация шлаков, а это в наше время является одной из важнейших техногенных проблем. Отходы промышленности, в том числе и шлак, занимает огромные территории, нанося ущерб окружающей среде. Также при этом предприятию необходимо тратить дополнительные материальные средства, за земли, занимаемые для складирования шлака.

П.А. КОЗЫРИЦКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Наиболее сложным для эксплуатации автомобильного транспорта является зимний период. На безопасность движения влияют в основном два фактора: содержание автомобильных дорог и подготовка транспортных средств и водительского состава для работы в зимних условиях.

За содержание автомобильных дорог отвечают организации эксплуатирующие дороги. Зима для них начинается с первого снега или гололеда. С этих пор ежедневно на очистку дорог от снега и ликвидацию гололеда выходят несколько сотен единиц специальной техники, при этом расходуются тысячи тонн песчано-соляной смеси и сотни тонн соли. Практика показывает, что зимняя скользкость образуется практически одновременно на значительном протяжении автомобильных дорог. А ее устранение связано со значительными затратами времени, технических и трудовых ресурсов, что обусловлено выполнением большого объема работ в сложных условиях.

Дорожная служба обязана в процессе эксплуатации дорог выявлять заносимые места, устанавливать причины снежных заносов, разрабатывать и осуществлять меры, уменьшающие или полностью устраняющие заносимость.

Защита дорог от снежных заносов осуществляется на заносимых участках дорог с целью предупреждения образования снеготложений на проезжей части автомобильных дорог, вызванных метелевым переносом снега и осуществляется с помощью специальных средств, размещенных на прилегающих к дороге землях. К средствам снегозащиты снегозадерживающего действия относятся: снегозащитные лесные полосы; снегозадерживающие заборы; переносные щиты; сетки из полимерных материалов.

Очистку дорог от снега производят специальными снегоочистительными машинами. Снегоочистка должна быть организована таким образом, чтобы в максимальной степени обеспечить бесперебойный и безопасный проезд транспортных средств, свести к минимуму объем снегоуборочных работ и не создавать на полотне дороги препятствий, которые могут вызвать снежные заносы.

Меры по предотвращению зимней скользкости направлены на предупреждение формирования гололеда и снежно-ледяных отложений на доро-

ге или на их ликвидацию, если они уже образовались на дороге. В связи с этим служба зимнего содержания дорог должна проводить следующие мероприятия: профилактическую обработку покрытий, если появляется вероятность снежно-ледяных отложений, химическими веществами, чтобы предотвратить образование скользкого снежно-ледяного слоя или ослабить его сцепление с покрытием; плавление с помощью твердых и жидких химических материалов ледяного или снежно-ледяного слоя, если он уже образовался; россыпь по обледеневшему покрытию материалов, повышающих коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Основной способ предотвращения зимней скользкости и борьбы с ней – применение химических материалов. Фрикционный способ борьбы должен использоваться лишь в тех случаях, когда, применение химического способа по каким-либо причинам невозможно. Эффективность зимнего содержания дорог зависит от своевременной подготовки к зимнему сезону.

При подготовке автотранспорта к работе в зимних условиях самое главное – это замена летней резины на зимнюю. Необходимо проверить аккумулятор, заменить расходные жидкости – тосол, антифриз и если необходимо масло.

В зимний период для безопасности движения требуются особые навыки, а при эксплуатации автомобиля необходимо учитывать множество дополнительных факторов. На зимних дорогах покрытых снегом, слякотью или льдом, уменьшение сцепных свойств с дорогой означает увеличение тормозного пути и сокращение отрезка времени, в течение которого действия водителя смогут предотвратить нежелательные последствия. Держать дистанцию до впереди идущего автомобиля необходимо в два-три раза большую, чем обычно.

Будьте всегда начеку. На скользкой зимней дороге возникает намного большее число непредвиденных ситуаций, нежели летом. Замороженное стекло, снегопад и короткий световой день добавляют сложностей водителям. Поддерживайте внешние световые приборы в чистом состоянии. Фары и фонари быстро загрязняются на грязной зимней дороге, что значительно ухудшает видимость. Все действия с педалями должны быть максимально плавными. Любое резкое нажатие, либо отпускание педали акселератора, тормоза или сцепления может спровоцировать занос и потерю контроля над автомобилем.

Для снижения аварийности и повышения безопасности движения в зимний период времени необходимы не только своевременные меры по борьбе с гололедом и защите дорог от снежных заносов, но и корректировка режимов движения. Водителям в зимний период необходимо более строго подходить к выбору скоростей движения, дистанции до попутно движущегося транспорта, системы использования света фар и др.

В.Т. ПАРАХНЕВИЧ, А.М. СЕРГЕЕВА, К.В. РОМАНОВ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

В случае проектирования водопропускных сооружений автомобильных дорог на суходолах, периодически действующих и малых водотоках данные гидрологических наблюдений, как правило, отсутствуют. В данном случае приходится пользоваться формулами, полученными в результате обобщения гидрологических исследований для обширных регионов. Практика эксплуатации водопропускных сооружений показывает, что гидравлические расчеты этих сооружений имеют недостатки, приводящие к катастрофическим последствиям.

Для стран СНГ при водосборной площади до 20000 км² максимальный расход весеннего половодья заданной вероятности превышения определяют по формуле, имеющей параметр K_0 , называемый коэффициентом дружности половодья. K_0 определяется по данным рек-аналогов или обратным расчетом.

Задачей исследований являлась проверка зависимости коэффициента K_0 от вероятности превышения расчетного расхода у малых и средних рек. В качестве исходных данных были использованы многолетние наблюдения гидрометрических характеристик рек Днепровского бассейна Беларуси. Расчет производился по стандартной методике для трех малых рек: р.Проня с площадью водосбора 171 км² (г. Горки); р.Белая Натопя с площадью водосбора 15 км² (с. Писаревщина); р.Птичь с площадью водосбора 175 км² (с.Лецковщина). Средние реки: р.Оресса с площадью водосбора 1290 км² (н. п. Любань); р.Бобрик с площадью водосбора 1450 км² (с. Парохонск); р.Реста с площадью водосбора 1260 км² (с. Лопатичи).

В ходе исследований было установлено, что для малых рек коэффициенты дружности половодья имеют следующие значения: для р. Проня – 0,43; р. Белая Натопя – 0,34; р. Птичь – 1,18. Это составляет расхождение от 2 до 21 %. Для средних рек коэффициенты дружности половодья составляют: р. Оресса – 3,97; р. Бобрик – 0,78; р. Реста – 1,18. В данном случае расхождение составляет от 34 до 236 %.

По полученным результатам было определено, что коэффициенты дружности половодья зависят от ряда характеристик, основной из которых является вероятность превышения расчетного расхода. Формулы гидравлического расчета требуют основательного анализа и уточнения, как общего характера, так и для конкретного региона.

Т.В. МРОЧЕК, С.В. РОЗОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Рулевые управления грузовых, строительных, дорожных, подъемно-транспортных и иных машин содержат гидроусилители. Гидроусилитель рулевого управления состоит из насоса, трехлинейного регулятора расхода, распределителя, гидроцилиндра, бака.

Трехлинейный регулятор расхода предназначен для поддержания заданного значения расхода вне зависимости от значения перепада давлений в подводимом и отводимом потоках рабочей жидкости (ГОСТ 17752-81). Расход на выходе таких регуляторов регулируется с минимальными потерями энергии, так как перепад давления на регуляторе небольшой. Конструктивно регуляторы представляют собой модули, состоящие из клапана разности давлений, дросселя и предохранительного клапана непрямого действия. При помощи дросселя регулируется расход рабочей жидкости на выходе регулятора, а при помощи клапана разности давлений автоматически обеспечивается постоянный перепад давлений на дросселе.

К основным параметрам регуляторов расхода относятся номинальный расход жидкости, номинальное давление на входе, перепад давлений, условный проход, допустимое отклонение расхода и утечки жидкости, масса (без рабочей жидкости).

В результате проведенных исследований установлено, что перспективная конструкция трехлинейного регулятора расхода должна отвечать следующим требованиям:

- постоянство поддерживаемого расхода на выходе с точностью $\pm 5\%$;
- энергосбережение – минимальный перепад давления на регуляторе;
- минимальная зависимость расхода на выходе регулятора от температуры и, соответственно, вязкости рабочей жидкости, что достигается применением специальной формы дросселя регулятора (продольной канавки треугольной формы);
- адаптивность регулятора – в случае износа сопрягаемых поверхностей и увеличения вследствие этого утечек, облитерации и засорения дросселей регулятор должен поддерживать требуемое значение расхода на выходе;
- устойчивая работа регулятора в составе гидросистемы и обеспечение необходимого качества переходных процессов по расходу и скорости перемещения выходного звена гидродвигателя;
- простота конструкции и минимальное число регулировок.

Е.Е. КОРБУТ, А.Б. МОИСЕЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Вступление человечества в XXI век приведет к изменению всей геоэкономической структуры в мире. Ресурсы, которые мы можем использовать истощаются. Главным резервом снижения издержек общества является совершенствование производств, на которых производится комплексная переработка веществ и получается продукт, используемый для удовлетворения техногенных и бытовых потребностей – это цементные и горно-обогатительные комбинаты, кирпичные и силикатные заводы, комплексы по производству химического сырья, удобрений, строительных материалов и изделий, бумаги, новых композиционных материалов, твердого топлива, пищевых продуктов, регенерации промышленных и бытовых отходов и т.д.

Сейчас на эти цели расходуется до 50–55 % всей вырабатываемой электроэнергии и 35–38 % всех остальных видов энергоресурсов. Доля эта будет неуклонно расти. Дефицит энергии, острейшие экологические проблемы, ухудшение здоровья людей, нехватка производственных возможностей делают эту область наиболее отсталой и запущенной. Следует признать, что основные идеи, заложенные в технологии переработки сырья и материалов, разработаны еще в XIX веке.

Разработанные в то время машины и агрегаты и сегодня являются не только самыми крупными из всех созданных людьми, но и самыми несовершенными, так как заложенные в них принципы действия соответствовали уровню знаний того времени. В XIX веке начали работать промышленные рудники и шахты, построены железные дороги и порты, введены в эксплуатацию металлургические заводы, создана машиностроительная отрасль, строятся крупные инженерные сооружения.

Современная область переработки сырья и материалов относится к реликтовому и даже архаичному технологическому укладу. Изменить положение чрезвычайно сложно. Здесь требуется особая политика государства с выполнением системного анализа и принятием научно обоснованных решений. Наука дает видение этой проблемы и показывает пути ее решения. Затраты по этим технологическим циклам можно уменьшать в 2–3 раза, а в ряде случаев в 5–10 раз. Концепции такой "революции" по отдельным направлениям уже разработаны, и ведется их локальное внедрение. Делать это следует на основе систематизации базовых видов переработки материалов, выбора наиболее "уязвимых" мест в технологиях и оборудовании, и устранение их за счет применения новейших разработок. Такие разработки есть, и их реализация позволит нам начать широкомасштабное технологическое перевооружение всей экономики.

Вообще, процесс "преобразования" вещества – это не только разрушение. Это смешивание, транспорт, классификация, сушка, обжиг, механическая активация, механоактивация, прессование, гранулирование, экстракция и т.д. В технологиях переработки веществ мы пока находимся на мировом уровне, и вложив сюда средства - превзойдем остальных. Главное – это беспроблемная инновация в развитие, особенно с точки зрения энергосбережения.

В качестве главного и неучтенного источника энергосбережения, по нашему мнению, являются дезинтеграторные техника и технологии. Колоссальные издержки, связанные с измельчением, на что уходит до 15 % всей вырабатываемой электроэнергии (в промышленности стройматериалов эта величина достигает 30 %) при КПД машин, как правило, ниже 1 % (для шаровой мельницы, к примеру, – 0,06 %), делают эти процессы самыми несовершенными во всем производственном цикле. Обусловлено это все как отсталостью всего технологического цикла, так и собственно машин для дезинтеграции.

Огромные издержки, связанные с проведением в технике операций по переработке сырья и материалов на основе процессов помола, вызывают необходимость создания нового технологического оборудования, обеспечивающего повышение технологической эффективности при одновременном существенном снижении энергетических, материальных и трудовых затрат путем совершенствования их рабочих органов и рабочих процессов. Это и является целью настоящей работы.

Одним из новых видов машин для помола является рессорная мельница с упругодеформируемыми рабочими органами в виде рессор, являющихся предметом исследований.

Установлено, что перспективным направлением их развития является оптимизация единичных актов разрушения, улучшение реологических условий проведения процессов диспергирования с целью снижения энергозатрат на разрушение, улучшение качества получаемого продукта и повышение производительности.

Эти цели могут быть достигнуты при решении следующих задач:

1) разработке способов и механизмов генерирования на рессорных рабочих органах интенсивных вибрационных колебаний с регулируемыми или заданными параметрами;

2) аналитическом исследовании закономерности поведения рессорных рабочих органов в условиях переменных параметров внешних факторов возбуждения колебаний;

3) комплексном экспериментальном исследовании по установлению основных закономерностей поведения рессорных рабочих органов в условиях интенсивных колебаний и влияния их воздействия на разрабатываемый материал;

4) разработке методики выбора основных параметров и режимов работы рессорных мельниц и определении области их рационального использования.

Гидроусилитель рулевого управления широко применяется на большинстве мобильных машин, используемых в области дорожного строительства, и содержит гидронасос; регулятор расхода, состоящий из клапана разности давлений, нерегулируемого дросселя и предохранительного клапана; гидрораспределитель, гидроцилиндр; фильтр и гидробак.

В процессе эксплуатации из-за износа поверхностей трения сопрягаемых деталей происходит изменение характеристик функционирования гидроусилителя, что может приводить к нарушению его работоспособности. В случаях, когда работоспособность нарушается из-за ухудшения технического состояния таких компонентов, как регулятор расхода, распределитель и гидроцилиндр, работоспособность может быть восстановлена путем выполнения соответствующих регулировок в регуляторе. При этом, если снижение работоспособности произошло из-за регулятора, выполняемые регулировки должны позволять восстанавливать номинальное значение расхода на выходе регулятора. Если же снижение работоспособности произошло из-за распределителя или гидроцилиндра, регулировки должны позволять увеличивать значение расхода на выходе регулятора и тем самым компенсировать утечки рабочей жидкости на распределителе и цилиндре.

Поэтому авторами предложено повысить работоспособность гидроусилителя в процессе эксплуатации мобильной машины за счет перенастройки регулятора на более высокий расход и компенсации утечек рабочей жидкости на регуляторе расхода, распределителе и гидроцилиндре путем введения регулировки величины расхода на выходе регулятора.

При этом предложено вместо нерегулируемого дросселя в регуляторе использовать регулируемый дроссель, состоящий из двух пластин с буртиками. Первая пластина с отверстием прямоугольной формы установлена в паз неподвижно, а вторая пластина с отверстием треугольной формы выполнена с возможностью перемещения относительно неподвижной первой пластины, при этом для перемещения второй пластины, поджатой пружиной, служит винт с упором, установленный в крышке.

Использование в регулируемом дросселе отверстия треугольной формы позволяет получать стабильную характеристику регулятора расхода (высокую точность регулирования расхода) в широком диапазоне температур рабочей жидкости.

В.И. МРОЧЕК, Д.И. ГОРОДЕЦКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

На машинах, используемых при строительстве и ремонте автомобильных дорог, широко применяются гидравлические приводы. Создание гидроприводов с высокими технико-экономическими показателями требует разработки математических моделей и проведения на их основе разносторонних исследований.

Применяемые на машинах гидроприводы обеспечивают в основном два вида движения выходных звеньев: поступательное и вращательное. Наибольшее применение находят гидроприводы с поступательным движением выходного звена. В связи с этим в данной работе рассмотрены вопросы разработки математической модели такого гидропривода.

При моделировании гидропривода приняты следующие допущения:

- 1) утечки в гидроаппаратах, а также дренажных линиях насосов и гидромоторов (если таковые имеются) равны нулю;
- 2) не учитываются силы инерции, действующие на механические части, а также рабочую жидкость;
- 3) свойства рабочей жидкости в процессе выполнения операции технологического процесса остаются неизменными;
- 4) не учитывается сжимаемость рабочей жидкости.

В качестве фазовых координат приняты давления, расходы и перемещения механических частей.

Математическая модель включает уравнение насоса, уравнение гидродвигателей, уравнения баланса давлений на участках и уравнения баланса мгновенных объемных расходов.

Насос в модели представляют как источник потока или источник потенциала. В первом случае уравнение насоса – это уравнение подачи. В случае, если насос представлен как источник потенциала, воздействие представляют в виде функции подачи и времени. Уравнение гидродвигателя получено на основе использования принципа Даламбера. Уравнения баланса давлений учитывают потери в местных гидравлических сопротивлениях и на трение по длине трубопровода с учетом вязкости жидкости.

Разработанная математическая модель гидропривода позволяет определять нагрузочные, регулировочные и энергетические характеристики гидропривода.

А.А. ЛЕОНОВИЧ, В.Т. ПАРАХНЕВИЧ, А.М. СЕРГЕЕВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При проектировании водопропускных сооружений главными характеристиками являются расчетный расход и уровень воды, так как от их значений зависят соответствующие размеры. В последнее время наблюдается изменение интенсивности осадков в сторону их увеличения, что в значительной степени может повлиять на устойчивость существующих инженерных сооружений. Поэтому целью данного исследования являлось установление количественной оценки изменения распределения осадков.

Для этой цели использовались многолетние наблюдения гидрометрических постов расположенных в разных частях Могилевской области (г.Могилева, г.Бобруйска, г.Горки и г.Славгорода). Интервал наблюдений составил более 60 лет.

Ежегодное наблюдение не дает возможности четко проанализировать их характер. Первоначально был принят пятилетний интервал усреднения, который указал на периодичный характер изменения осадков в виде синусоидальной зависимости. Последующее десятилетнее усреднение более четко выразило интервал изменения годового количества осадков, продолжительность которого составила примерно 20 лет. Максимальная амплитуда величины слоя составляет 179 мм, в процентном соотношении – 35 % по отношению к минимуму.

Результат анализа изменения максимального суточного количества осадков показал несимметричный характер изменения, подъем (около 20 лет) продолжительнее спада (около 10 лет). Максимальная амплитуда величины слоя составляет 17,4 мм, в процентном соотношении – 66 % по отношению к минимуму.

Анализ изменения и соотношения слоя годовых зимних и летних осадков позволил сделать следующие выводы:

- превышение количества жидких (дождевых) осадков над твердыми (снеговыми) остается практически постоянным (в среднем 40 мм);
- изменение величины слоя снеговых осадков незначительно, наблюдается тенденция их уменьшения;
- характер изменения слоя дождевых осадков более явный и совпадает по всем рассматриваемым постам, однако в последнее десятилетие наблюдается несовпадение соответствующих амплитудных значений по отдельным населенным пунктам.

И.И. ЛЕОНОВИЧ, А.С. БОГДАНОВИЧ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Основной задачей дорожных служб в зимний период является обеспечение безопасного и бесперебойного движения на автомобильной дороге в зимний период, включающее защиту автомобильных дорог от снежных заносов, устранение зимней скользкости и очистку автомобильных дорог от снега. С учетом постоянных финансовых ограничений задачу можно дополнить требованием минимальных затрат.

Известно, что с экономической точки зрения более выгодным является проведение профилактической обработки дорожного покрытия еще до предполагаемого наступления неблагоприятного явления, в первую очередь гололеда.

Для выполнения профилактических работ первостепенное значение имеет качественный специализированный прогноз возникновения зимней скользкости. При этом важно знать не только то, что гололед может образоваться, но и то, когда это возможно, поскольку от сроков возможного возникновения гололеда зависит конкретное время начала профилактических работ.

Существует довольно большое количество сочетаний факторов внешней среды, при которых возможно образование гололеда. По нашему мнению на данном этапе вряд ли возможно создание модели прогнозирования зимней скользкости, которая учитывала бы все факторы. Для этого необходима системная исследовательская работа. В наиболее общем случае приближенная модель учитывает температуру воздуха, температуру покрытия и относительную влажность воздуха. Считается, например, что при отрицательной температуре покрытия, температуре воздуха от +1 до -6 °С и относительной влажности 90 % и более следует ожидать образования гололеда. Однако очень сложно сказать, в какое конкретно время он может образоваться, если условия будут складываться именно таким образом.

Определенные работы в этом направлении ведутся уже давно. Например, имеются исследования, которые позволяют определить возможное время возникновения гололеда при нарастании влажности. При этом рассматривается случай, когда исходное состояние покрытия сухое или влажное с незначительной остаточной засоленностью, температура воздуха менее +1 °С и имеется тенденция к ее снижению, а температура покрытия отрицательная. В этом случае профилактическое воздействие на покрытие

неральных добавок в бетоне основное внимание уделяется этому эффекту (повышение прочности бетона с постоянным расходом цемента при введении инертных дисперсных добавок). В качестве добавки, используемой для изучения этого эффекта в «чистом» виде, обычно применяется молотый песок.

В первом приближении целесообразность введения минеральных добавок в бетон можно объяснить, исходя из практики получения бетонов различной прочности на цемента одной марки. Это приводит к расходу цемента от 200 до 500 кг/м³. При низких расходах цемента в бетоне имеет место дефицит дисперсных частиц, который и может быть компенсирован введением минеральных добавок. При определении их количества можно исходить из того факта, что наилучшее использование цемента (оцениваемое расходом на единицу прочности бетона) достигается при его содержании 400-500 кг/м³ бетона. Учитывая нежелательные последствия высокого расхода цемента (рост тепловыделения, усадки), за оптимум можно принять 400 кг/м³. Для бетонов с минеральными добавками суммарное содержание дисперсных частиц, обеспечивающее наилучшее использование цемента независимо от его расхода, также составляет 400-480 кг/м³, что позволяет уже говорить об оптимальном содержании дисперсных частиц в бетоне. Базируясь на нем и на приведенных выше цифрах для бетона на заполнителях средней крупности можно ориентировочно принять, что количество минеральных добавок должно дополнять расход цемента в бетоне до суммарного содержания дисперсных частиц 400 кг/м³.

Микронаполняющий эффект является рядом воздействий минеральных добавок на бетонную смесь, твердеющий и затвердевший бетон. В бетонной смеси при введении минеральных добавок увеличивается количество дисперсных частиц и их концентрация в тесте, что снижает расслоение смеси, улучшается зерновой состав цементно-песчаной составляющей и снижается водопотребность бетонной смеси.

В твердеющем бетоне увеличивается степень гидратации цемента в раннем возрасте. При введении минеральных добавок возникает большая дополнительная поверхность раздела «добавка - вода». На поверхности минеральных добавок отлагаются продукты гидратации цемента, а мельчайшие ее частички могут служить центрами кристаллизации. Все это и приводит к большей степени гидратации в раннем возрасте, часть эффекта сохраняется и в более поздние сроки. Введение минеральных добавок позволяет снижать расход цемента и тепловыделение бетона, что уменьшает вероятность образования термических микротрещин.

В затвердевшем бетоне при введении минеральных добавок в цементном тесте - камне увеличивается концентрация твердых частиц (цемент + наполнитель), количество воды в единице объема уменьшается (снижается пористость цементного камня).

УДК 691.32

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК В БЕТОНЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.С. МИХАЛЬКОВ, О.В. БОГОРОВОДА, Д.В. МИХАЛЬКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное учреждение образования
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Могилев, Борисов, Беларусь

Минеральные добавки (МД) в последнее время становятся почти обязательным компонентом бетона, который обеспечивает улучшение его технических свойств. В сравнении с другими видами добавок они оказывают наиболее многоаспектное воздействие на структуру и свойства бетона. Условно минеральные добавки можно разделить на несколько групп дисперсных материалов:

- микронаполнители или инертные добавки (пылевидные отходы при дроблении горных пород и т.д.);
- активные МД с небольшой пуццоланической активностью (кислые золы теплоэлектростанций);
- высокоактивные добавки (микрокремнезем, природные пуццоланы).

Это разделение не является абсолютным, т.к. добавки, инертные при обычной дисперсности (200–500 м²/кг) становятся высокоактивными при сверхтонком измельчении (более 1500 м²/кг).

Для обычных бетонов дополнительное измельчение минеральных добавок или любые способы выделения из них тонкодисперсных частиц нежелательны, т.к. приводят к заметному их удорожанию. Тем более что при обычной дисперсности они могут улучшать комплекс свойств бетона при одновременном экономическом эффекте за счет снижения не только расхода цемента, но и заполнителей.

Основные эффекты минеральных добавок в бетоне – это микронаполняющий и пуццоланический (химическая активность по отношению к Са(ОН)₂). Кроме того, минеральные добавки могут изменять водопотребность бетонных смесей.

Доля каждого из эффектов в повышении прочности зависит от химической активности добавки. Реакция золь теплоэлектростанций с Са(ОН)₂ протекает замедленно, в итоге в стандартном 28-суточном, а тем более, в меньшем возрасте основным эффектом в бетоне является микронаполняющий, как наиболее сложный. Поэтому при рассмотрении действия ми-

целесообразно осуществлять при достижении относительной влажности 85 % и более.

По степени опасности возникновения гололеда здесь можно выделить 4 уровня, различающиеся скоростью прироста влажности:

- к первому уровню относятся случаи увеличения влажности воздуха на 1 или 2 % в час;
- ко второму уровню относится случай увеличения влажности на 3 % в час;
- к третьему уровню относится случай увеличения влажности на 4 % в час;
- к четвертому уровню относится случай увеличения влажности на 5 % в час.

Скорость возрастания влажности определяется по фактическим данным, например по показаниям дорожных измерительных станций.

В случае принятия решения о необходимости распределения на покрытие противогололедных материалов нормы распределения принимаются в зависимости от температуры окружающего воздуха.

В принципе возможен и другой случай, когда при установившейся начальной влажности и температуре покрытия начинает понижаться температура воздуха. Этот вариант более сложен, так как температура воздуха оказывает влияние на изменение влажности воздуха. Их связь иллюстрируется известной диаграммой Молье.

Нами ведутся исследования, направленные на установление времени возникновения гололеда в случае изменения температуры воздуха при заданной начальной температуре покрытия и влажности воздуха. В настоящее время рассмотрен простейший случай, когда температура покрытия отрицательная, влажность не выше 80 %, температура воздуха +1 °С и снижается.

Установлено, что в случае снижения температуры воздуха со скоростью 2 °С в час гололед может образоваться через 45 мин, а работы по профилактической обработке покрытия следует начинать немедленно при достижении относительной влажностью значения в 80 % и более. При снижении температуры со скоростью 1 °С в час гололед может образоваться через 2,5 часа, а при скорости снижения 0,5 °С в час образования скользкости следует ожидать почти через 3 часа.

Нами пока не рассмотрен еще более сложный случай, когда температура покрытия выше 0 °С. В этом случае достаточно сложно определить, как будет изменяться температура покрытия при понижении температуры воздуха. В настоящее время имеются эмпирические модели изменения температуры покрытия в зависимости от температуры воздуха, однако они не учитывают тепловую инерцию покрытия. Эти исследования будут продолжены нами в дальнейшем.

УДК 691.32
ВЫСОКОАКТИВНАЯ ПРИРОДНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА
В БЕТОНЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.С. МИХАЛЬКОВ, Д.В. МИХАЛЬКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное учреждение образования
«ИНСТИТУТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Могилев, Борисов, Беларусь

Введение минеральных добавок в строительные смеси сопряжено с рядом достаточно сложных проблем, к числу которых можно отнести их высокую стоимость, усложнение технологии, появление побочных эффектов, изменение в худшую сторону качества изделий, например, за счет увеличения водопотребности, и т.д. Кроме того, ввиду большой сложности реакций, протекающих в процессе твердения цементных минералов, нет достаточной стабильности в реализации направленного управления свойствами изделий, особенно длительной прочности, морозостойкости и др.

Следует отметить, что добавки вводят из разных веществ как жидких, так и твердых, в том числе и природных минеральных высокодисперсных адсорбентов, например, диатомитовые добавки. В ряде случаев это дает положительный результат. Но кинетический потенциал этих веществ используется крайне слабо, так как в реально осуществляемых сейчас технологиях такие добавки не имеют механизмов их движения в те микропоры и активные поверхности вяжущего и заполнителя, где они должны быть в соответствии с оптимальной структурой бетона.

Кроме того, такой материал должен «раздвигать» частицы, входящие в агрегатные блоки одноименных компонентов, особенно цемента и самой мелкой фракции заполнителя и таким образом служить основой последующего микродиффузионного взаимопроникновения частиц, т.е. ультрадисперсного смешивания, приводящего в конечном итоге к интенсификации контактных взаимодействий в структуре и улучшению качества изделий: повышения прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, износостойкости и др., а также существенно экономить вяжущие вещества или заменять их более дешевыми.

Целью проводимых исследований было повышение качества изделий из строительных смесей, в частности прочности, морозостойкости, водонепроницаемости путем улучшения контактных взаимодействий между компонентами и образования более совершенной структуры цементного камня.

Повышение качества изделий из строительных смесей достигается ростом и формой кристаллов гидратных новообразований за счет, прежде всего, адсорбционного модифицирования. Последнее свойство вводимой минеральной добавки позволяла помимо образования более мелкой кристаллической структуры изменять форму кристаллов, которые приобретают конфигурацию, обеспечивающую их более «тесное» расположение между самыми мелкими частицами вяжущего и заполнителя. Кроме того, структура вводимой минеральной добавки характеризуется наличием большого количества микропор, способна брать на себя значительную часть свободной от реакции гидратации воды, закрывая доступ в цементный камень атмосферной влаги и повышая степень уплотнения строительной смеси.

Использование трепела месторождения «Стальное» обусловлено его большими потенциальными возможностями с точки зрения реакционной кинетики, а приготовление изначально на его основе водной суспензии обусловлено необходимостью получения высокоподвижной двухфазной системы, способной проникать в те зоны смеси, куда традиционные компоненты в силу своей крупности и наличия агрегатов или больших поверхностных сил, их удерживающих, пройти не способны.

Трепела месторождения являются сложным полиминеральным образованием, состоящим из 5-ти тонко перемешанных фаз: опал-кристобалита (SiO_2 с примесью H_2O в опаловой части), рентгеноаморфного опала ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), цеолитов, кальцита и монтмориллонита.

Опал-кристобалит один из основных породообразующих минералов, представляющий собой структурно неупорядоченную форму низкотемпературного кристобалита.

Рентгеноаморфный опал дополняет опал-кристобалит в кремнеземной составляющей породы.

Цеолиты являются постоянной составляющей пород месторождения. Рентгеновским анализом установлены цеолиты группы термостойкого клиноптилолита, химическая формула которого $(\text{Na}_2\text{K}_2\text{Ca})_3 \text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72} \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ и гейландит $\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$. Гейландит в отличие от клиноптилолита разрушается при нагревании порошка до 400°C .

Кальцит (CaCO_3) представлен мельчайшими кристалликами неправильной, реже псевдопризматической, формы и их микроагрегатными скоплениями размером 1-20 микрон, которые достаточно равномерно распределены в породе. Основная часть зерен кальцита - обломки и остатки скелетов известкового наннопланктона.

Проведенные испытания показали, что во всех случаях происходит значительное улучшение качества изделий, проявляющегося прежде всего в повышении прочности на сжатие и изгиб.