

троля, методов экспресс-контроля; разработка и внедрение в макро- и микросистемах КСУКП;

эксплуатации дорог:

- разработка прогрессивных методов расчета работоспособности, долговечности и надежности дорог и научное обоснование межремонтных периодов для различных условий движения и природных зон;

- разработка методов комплексной оценки качества эксплуатируемых дорог, методов ускоренного контроля эксплуатационных показателей, методов сбора и анализа информации с учетом прогноза условий движения; разработка методов организации и управления движением;

- разработка прогрессивных методов технологии содержания и ремонта дорог на основе максимальной механизации работ;

- разработка прогрессивных форм организации службы эксплуатации дорог;

- повышение безопасности движения и эффективности эксплуатации дорог на основе внедрения прогрессивных методов контроля и управления автомобильным движением.

УДК 625.731.1.042.1/2

И.И. Леонович (докт.техн.наук),
Н.П. Вырко (канд.техн.наук)

ЗАДАЧИ УЧЕТА ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Увеличение объемов производства лесозаготовительных предприятий и прямые поставки древесины перерабатывающим предприятиям поставили перед лесной промышленностью задачу создания лесовозных автопоездов большой мощности и грузоподъемности для транспортировки древесного сырья на большие расстояния. Удельный вес тяжелых автопоездов в общем парке машин, занятых на вывозке леса, в ближайшей перспективе составит 75--80%. Для обеспечения их ритмичной работы требуется решить вопрос проектирования и строительства устойчивых долговечных и экономичных дорожных конструкций.

В настоящее время проектирование лесовозных дорог осуществляется в соответствии с техническими указаниями, разработанными Гипролестрансом и утвержденными Госстроем

УДК 625.731.1.042.1/2

СССР в 1964 г. За этот период наука и техника достигли нового развития, были проведены многочисленные исследования влияния различных факторов на параметры и устойчивость дорожных конструкций. Потребовалось некоторое уточнение норм проектирования автомобильных лесовозных дорог, что в первую очередь, относится к учету водно-теплового режима земляного полотна при его проектировании, к комплексному проектированию земляного полотна и дорожной одежды; учету погодно-климатических условий района строительства. Так, характерные для Белоруссии большое количество выпадающих осадков, малая скорость промерзания, интенсивные и продолжительные оттепели создают неблагоприятные условия работы дорожных конструкций, способствуют появлению весенних деформаций дорожных одежд. По данным Миндорстроя БССР на 1/10 1971 г., из общей протяженности дорог союзного и республиканского значения около 40,8% подвержены деформациям. На таких дорогах во избежание разрушений приходится ограничивать движение тяжелых автопоездов в наиболее неблагоприятный (весенний) период года.

В связи с этим одной из важнейших задач при проектировании и строительстве дорог является задача предохранения дорожных покрытий от пучинообразования. Практика строительства дорог показала, что путем применения различных инженерных мероприятий, конструкций и сооружений можно устранить морозное пучение, ликвидировав один из факторов, приводящих к пучинообразованию, а именно: заменить пучинистый грунт непучинистым; поднять бровку земляного полотна на достаточную высоту над уровнем грунтовых вод; обеспечить требуемую плотность грунта земляного полотна в соответствии со СН 449-72; обеспечить надлежащий водоотвод; устроить морозозащитные дренирующие, капиллярно-прерывающие слои и т.д. Однако, на практике полностью устранить причины пучинообразования не всегда возможно, поэтому в настоящее время инструкцией ВСН 46-72 установлены следующие величины допускаемого общего вспучивания дорожного покрытия: для дорожных одежд с цементобетонным покрытием 2 см; асфальтобетонным - 4 и с усовершенствованными облегченными - 6 см, а общая толщина дорожной одежды должна быть проверена на морозоустойчивость по допускаемым деформациям от пучения при промерзании. При этом должно быть выполнено условие:

$$l_p \leq l_d, \quad (1)$$

где l_p - расчетное (фактическое) общее вспучивание дорожной одежды; l_d - допускаемая величина зимнего вспучивания дорожной одежды, при которой обеспечивается прочность покрытия и необходимая его ровность.

Если $l_p \leq l_d$, покрытие морозоустойчиво; если $l_p > l_d$, покрытие не морозоустойчиво, т.е. толщина покрытия, определенная из расчета на прочность под нагрузкой, недостаточна и ее необходимо рассчитать по допустимым деформациям. Поэтому вопрос определения допустимого морозного вспучивания имеет важное значение при проектировании и строительстве дорог.

В существующих методах определения величины допускаемого пучения недостаточно учитываются прочностные и деформативные свойства материалов дорожной одежды и грунта земляного полотна и особенно повышение этих свойств при замерзании. Для учета этих показателей нами предлагается расчет величины допускаемого морозного пучения вести с помощью энергетической теории прочности. При этом дорожную одежду принимаем в виде полосы, заземленной по контуру: длиной, равной ширине покрытия, а шириной, равной единице, причем предполагается, что неравномерность вспучивания происходит в нескольких местах проезжей части.

По энергетической теории прочности имеем:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2 \sigma_3 - \sigma_3 \sigma_1} \leq [\sigma], \quad (2)$$

а прочность покрытия при поперечном изгибе:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]. \quad (3)$$

Прочность покрытия будет обеспечена при равенстве левых частей уравнений (2) и (3).

С другой стороны, для выполнения работы деформации необходимо затратить соответствующую энергию.

Энергия формоизменения тела равна:

$$U_{\phi} = -\frac{1+\mu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2 \sigma_3 - \sigma_3 \sigma_1). \quad (4)$$

Энергия деформации при растяжении при изгибе:

$$U = \frac{P^2 b}{2EF}. \quad (5)$$

Для того, чтобы дорожная одежда не разрушалась, необходимо соблюдение условия $U_{\phi} = U$.

Следовательно, для определения величины морозного пучения с учетом затрат энергии на пучинообразование и недопущение разрушения покрытия с учетом энергетической теории прочности необходимо решить систему уравнений (6), составленную из уравнений (2)-(5).

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1} &= \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \\ \frac{1+\mu}{3E}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1) &= \frac{P^2 b}{2EF} \end{aligned} \right\} \cdot (6)$$

Откуда

$$\frac{1+\mu}{3E} (\sigma^2 + 3\tau^2) = \frac{P^2 b}{2EF}, \quad (7)$$

где μ - коэффициент Пуассона; E - общий модуль упругости дорожной одежды, Па; σ - наибольшее растягивающее напряжение в дорожной одежде, возникающее под действием сил морозного пучения, Па; τ - максимальное напряжение сдвига от сил морозного пучения, Па; P - давление от сил морозного пучения на покрытие, Н.

$$P = \frac{384 EI l_d}{b^4}; \quad (8)$$

I - момент инерции, m^4 :

$$I = \frac{l z^3}{12}; \quad (9)$$

l - допускаемое морозное пучение покрытия, м; b - ширина покрытия, м; l - ширина плиты, м; z - критическая глубина промерзания грунта земляного полотна, м; F - площадь плиты, m^2 .

Учитывая значение P (8) и решая уравнение (7) относительно l_d , получим величину расчетного морозного пучения, т.е. принимаем, что $l_d = l_p$.

$$l_p = \frac{b^4}{32E_1z^3} \sqrt{\frac{2}{3} l (1+\mu)(\sigma^2 + 3\tau^2)} \quad (10)$$

В связи с тем, что неравномерное пучение происходит в нескольких местах по ширине покрытия, и результатом фактического пучения является общее вспучивание грунта, вводим соответственно коэффициенты k и n , значения которых выбираем в зависимости от ширины и типа покрытия, вида грунта и условий увлажнения местности. Учитывая также, что $r = 1$ м и $\mu = 0,3$, выведем окончательное выражение для определения расчетного допускаемого морозного вспучивания дорожной одежды:

$$l_p = \frac{0,00031 \left(\frac{b}{k}\right)^4}{Ez^3 n} \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (11)$$

Значения σ , τ и E можно определить по таблицам или по методике, изложенной в инструкции ВСН 46-72.

В заключение следует сказать, что повышение прочности дорожной одежды может быть достигнуто не за счет увеличения ее толщины, а за счет повышения несущей способности земляного полотна одним из способов, описанных выше, или комплексом их.

УДК 625.57,6

В.Д. Мартынихин (канд. техн. наук)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ КАНАТНЫХ УСТАНОВОК С УЧЕТОМ ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ (Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Разнообразие и специфика природных условий основных лесопромышленных районов нашей страны по рельефу, почвенно-грунтовым условиям и климату предъявляют целый ряд требований к лесосечному транспорту леса. С одной стороны, к ним относятся вопросы механизации и автоматизации производственных процессов, с другой – вопросы охраны окружающей среды (сохранение подроста, почвенного слоя и т.п.). На современном уровне технических средств лесотранспортные канатные установки целесообразно применять в горных районах, а также в районах со значительной заболоченностью местнос-