

При переходе на сортировку по группам толщин

$$\bar{\eta} = P_1 \bar{\eta}_1 + P_2 \bar{\eta}_2,$$

где $\bar{\eta}_1, \bar{\eta}_2$ — средние значения коэффициента полндревесности соответственно среднего и крупного пиловочного сырья;

P_1, P_2 — соотношение объемов среднего и крупного пиловочного сырья.

По данным ЦНИИМОДа [4], при среднем диаметре пиловочного сырья 19 см $P_1 = 0,889$ и $P_2 = 0,111$. Тогда среднее значение коэффициента полндревесности при сортировке по группам толщин $\bar{\eta} = 0,392$, а общее его снижение равно 10,3 %.

В плотях кроме секций пиловочника содержатся и другие сортаменты: балансы, рудстойка и пр. По данным ПО Двинослав, ТПО Архангельсклеспром, в 1981—1988 гг. доля пиловочника в общем объеме лесосплава была в среднем 52,4 %. С учетом этого снижение коэффициента полндревесности в общем объеме сплава составит 5,4 %.

Снижение коэффициента полндревесности плотов приводит к затратам на буксировку дополнительных плотов [7]. Как показали расчеты, затраты Северного речного пароходства на буксировку таких плотов в масштабе Северо-Двинского бассейна составили 0,02 р. на 1 м³ пиловочного сырья [3]. Несмотря на это, народнохозяйственный экономический эффект опытно-промышленного внедрения предложенной технологии подготовки пиловочного сырья к распиловке при поставке его лесосплавом выразился в сумме 1,6 р. на 1 м³ пиломатериалов [3] за счет лучшего использования лесопильного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Влияние подсортировки пиловочного сырья по группам толщин на рейдах сплава на себестоимость пиломатериалов: Отчет о НИР / М-во лесн. и деревообраб. пром-сти СССР. АЛТИ; Руководитель Ю. Ф. Воронцов.—Шифр темы 232; № ГР 01.84.0048857.— Архангельск, 1986.— 164 с. [2]. Воронцов Ю. Ф., Сметанин А. С. О сортировке пиловочного сырья при поставках сплавом // Лесн. журн.— 1984.— № 3.— С. 117—119.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Воронцов Ю. Ф., Пластинин А. В. Подсортировка древесного сырья по толщинам // Лесн. пром-сть.— 1987.— № 11.— С. 13. [4]. Кулиш В. Г., Коротов С. С. Распределение пиловочных бревен по диаметрам // Совершенствование технологии и оборудования лесопильного производства: Науч. тр.— Архангельск: ЦНИИМОД. 1981.— С. 10—14. [5]. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. / Под ред. Н. С. Жаврид и др.— Минск: Ин-т математики АН БССР, 1974.— 282 с. [6]. Плоты. Конструкция, эксплуатация, технология / Н. И. Фоминцев, И. П. Львов, К. Б. Соколов и др.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 216 с. [7]. Правила (технические условия) сплотки, формирования и оснастки плотов в оплотнике для буксировки по рекам Северной Двине и Вычегде с их притоками: Утв. ВО Архангельсклеспром 17.10.80; ВО Комилеспром 24.10.80; Северн. речн. пароходством 30.06.80.— Архангельск, 1980.— 38 с.

Поступила 15 января 1991 г.

УДК 625.731.001.24

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ НА БОЛОТАХ

В. С. МОРОЗОВ

СевНИИП

Участки зимних дорог на болотах обычно формируют проминая поверхностный слой при отрицательной температуре воздуха. Толщина слоя мерзлого торфа, лежащего на основании из талого торфа, уменьшается с повышением температуры воздуха (при оттепелях или в весенний период) и увеличивается при ее понижении [1].

В настоящей работе изложена методика расчета минимальной толщины промороженного слоя торфа, обеспечивающей движение лесовозных автопоездов заданной грузоподъемности.

Полотно дороги из мерзлого торфа рассматривали как балку бесконечной длины [4], лежащую на линейно деформируемом основании, механические свойства которого характеризуются коэффициентом постели C . Балка нагружена силами давления P_i от осей автопоезда. Расчет такой дорожной одежды состоит в определении эквивалентного модуля упругости мерзлого торфа, максимальных прогибов балки и возникающих в ней напряжений.

Особенности расчета состоят в следующем:

а) мерзлый торф представляет собой разномодульное тело. Модули упругости при сжатии обозначим E_1 , при растяжении E_2 ;

б) модули упругости E_1 и E_2 зависят от температуры торфа и уменьшаются по глубине от E_{10} (E_{20}) на поверхности дороги до нуля на границе с основанием из талого торфа. В первом приближении зависимость E_1 и E_2 от глубины слоя принимаем линейной;

в) так как толщина мерзлого слоя торфа (0,3...0,9 м) в несколько раз меньше ширины дороги (3...9 м), то заменяющая ее в расчете балка фактически представляет собой плиту и изгибается не только в продольном, но и в поперечном направлениях. Неравномерность прогибов балки по ширине характеризуется коэффициентом поперечного изгиба α , который определяем по формуле

$$\alpha = v_{\text{ср}}/v_{\text{max}}, \quad (1)$$

где $v_{\text{ср}}$, v_{max} — соответственно средний и максимальный прогибы балки по ширине в рассматриваемом сечении дорожного полотна.

Методика определения положения нейтральной оси и эквивалентного модуля упругости слоя мерзлого торфа приведена в работе [2]. Расчетные зависимости имеют вид:

для определения положения нейтральной оси

$$v = \sqrt{E_{20}(1-v)^3/[E_{10}(3-v)]}; \quad (2)$$

для определения эквивалентного модуля упругости

$$E_{\text{эKB}} = E_{10}v^3(4-v) + E_{20}(1-v)^4, \quad (3)$$

где $v = H_1/H$;

H_1 — расстояние от поверхности дороги до нейтрального слоя;
 H — толщина мерзлого слоя торфа.

Например, при $E_{10} = 460$ МПа, $E_{20} = 1600$ МПа и $H = 90$ см [2] имеем $v = 0,462$; $H_1 = 41,6$ см и $E_{\text{эKB}} = 294$ МПа.

Уравнения (2) и (3) показывают, что значения v и $E_{\text{эKB}}$ не зависят от толщины слоя мерзлого торфа, а выражаются только через модули упругости при сжатии и растяжении.

Для определения прогибов z и изгибающих моментов M , действующих в произвольном сечении балки бесконечной длины, лежащей на винклеровском основании, используем известные зависимости

$$z = \frac{k}{2U} \Sigma P_i \eta_i; \quad (4)$$

$$M = \frac{1}{4k} \Sigma P_i \mu_i, \quad (5)$$

где

$$k = \sqrt[4]{U/(4E_{\text{эKB}}I)}; \quad U = BC\alpha;$$

$$\eta_i = e^{-k\xi_i} (\cos k\xi_i + \sin k\xi_i);$$

$$\mu_i = e^{-k\xi_i} (\cos k\xi_i - \sin k\xi_i);$$

I — момент инерции площади поперечного сечения балки шириной B и высотой, H , $I = BH^3/12$;

ξ_i — координаты точек приложения сил P_i относительно рассматриваемого сечения с координатой x . Для схемы действия сил, приведенной на рис. 1, $\xi_1 = |x|$; $\xi_2 = |x - a_1|$; $\xi_3 = |x - a_1 - a_2|$.

Кривые прогибов и изгибающих моментов для $E_{\text{экв}} = 294$ МПа, $C = 5$ Н/см³, $B = 300$ см, $H = 90$ см, $P_1 = 49,5$ кН, $P_2 = 95$ кН, $P_3 = 165$ кН приведены на рис. 1. Значения z и M достигают максимума под осями прицепа-ропуса. Дополнительный анализ показал, что из-за большого удаления прицепа-ропуса лесовозных автопоездов от осей автомобиля влиянием их на прогибы и моменты (напряжения) под осями прицепа можно пренебречь и в качестве расчетных зависимостей использовать выражения

$$z_{\text{max}} = kP_3/(2U); \quad (4a)$$

$$M_{\text{max}} = P_3/(4k), \quad (5a)$$

где P_3 — суммарная сила давления от осей прицепа-ропуса на поверхность дороги.

В работе [2] получены выражения для определения нормальных напряжений в произвольном сечении балки

$$\sigma_1 = \frac{E_{10}M}{E_{\text{экв}}IH} (H_2y + y^2); \quad (6)$$

$$\sigma_2 = \frac{E_{20}M}{E_{\text{экв}}IH} (H_2y + y^2), \quad (7)$$

где σ_1, σ_2 — нормальные напряжения в зонах сжатия и растяжения;
 M — изгибающий момент в этом сечении;
 $H_2 = H - H_1$;
 y — расстояние от нейтрального слоя до произвольного волокна поперечного сечения.

Как видно из рис. 2, наибольшие сжимающие напряжения имеют место при $y = H_1$, т. е.

$$\sigma_{1\text{max}} = \frac{E_{10}M}{E_{\text{экв}}I}. \quad (8)$$

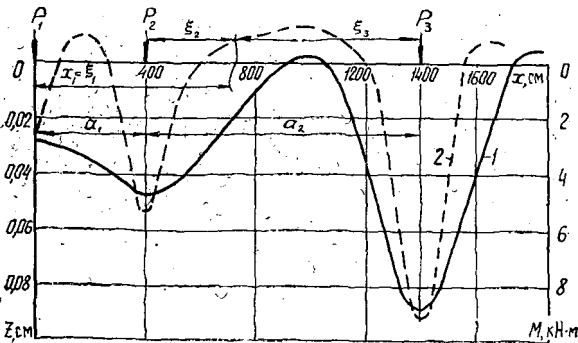


Рис. 1. Кривые прогибов (1) и изгибающих моментов (2) в слое мерзлого торфа под действием нагрузки от колес лесовозного автопоезда МАЗ-509А + ГКБ-9383

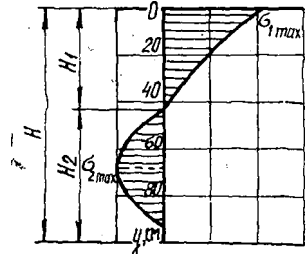


Рис. 2. Эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении по оси зимней дороги на болоте

Значение y для слоя, в котором растягивающие напряжения максимальны, найдем из условия $\partial\sigma_2/\partial y = 0$. Используя выражение (7), получаем

$$y_{\sigma_2 = \max} = -H_2/2,$$

следовательно,

$$\sigma_{2\max} = -\frac{E_{20}MH_2^2}{4E_{\text{эKB}}IH}. \quad (9)$$

Здесь $H_2 = H - H_1 = H(1 - \nu)$.

Используя выражения для k , а также (4а), (5а), (8) и (9), после преобразований находим расчетные зависимости, удобные для практического применения:

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,03C\alpha}{E_{\text{эKB}}H^3}}; \quad (10)$$

$$z_{\max} = \frac{P_3}{2B} \sqrt[4]{\frac{0,3}{E_{\text{эKB}}H^3C^3\alpha^3}}; \quad (11)$$

$$\sigma_{1\max} = \frac{E_{10}P_3}{10E_{\text{эKB}}B} \sqrt[4]{\frac{1}{0,03E_{\text{эKB}}^3H^3C\alpha}}; \quad (12)$$

$$\sigma_{2\max} = -\frac{0,075E_{20}(1-\nu)^2P_3}{E_{\text{эKB}}BH^2} \sqrt[4]{\frac{E_{\text{эKB}}H^3}{0,03C\alpha}}. \quad (13)$$

В уравнениях (10)—(13) величины k , z , B и H имеют размерность см, σ и E — МПа, C — Н/см³, ν и α — безразмерные. Эти зависимости показывают, что с увеличением коэффициента постели, толщины слоя мерзлого торфа и ширины дороги прогибы и напряжения, как и следует ожидать, уменьшаются. Если C и H зависят от типа болота и температуры воздуха, т. е. практически наперед заданы, то B можно варьировать в процессе строительства. Чем шире полотно дороги (правильнее ширина слоя мерзлого торфа), тем прочнее зимняя дорога на болотах при прочих равных условиях. Зависимости z_{\max} , $\sigma_{1\max}$ и $\sigma_{2\max}$ от B прямо пропорциональны. Например, для дороги шириной 9 м прогибы и максимальные растягивающие напряжения в 3 раза меньше, чем при ширине 3 м. Таким образом, уширение полотна зимней дороги является эффективным способом повышения ее прочности. Но это справедливо до определенного предела.

В соответствии со СНиП 2.02.01—83 и СНиП II-18—76 основания на вечномерзлых грунтах рассчитывают по первой группе предельных состояний [3]. В случае линейной задачи несущую способность мерзлого торфа оценивают по условию

$$\sigma_{2\max} \leq mR_p/k_n, \quad (14)$$

где m , k_n — коэффициенты условий работы и надежности;
 R_p — расчетное сопротивление мерзлого грунта (торфа) на растяжение.

Согласно работе [3] принимаем $m = k_n = 1$. Там же приведены рекомендуемые значения E и R_p в зависимости от температуры торфа и скорости приложения нагрузки. Используя эти данные и зависимости (9)—(14), можно определить минимальную толщину зимней дороги на болотах для заданных погодно-климатических и эксплуатационных условий.

Графики максимальных растягивающих напряжений (при $C = 5$ Н/см³) в зависимости от толщины полотна дороги для четырех значений B и температуры $\theta = -5^\circ\text{C}$ приведены на рис. 3. Пунктиром по-

казаны линии для расчетного сопротивления R_p при двух значениях температуры и трех значениях скорости нагружения. Точки их пересечения с кривыми $\sigma_{2 \max}(H)$ определяют минимальную толщину зимней лесовозной дороги на болотах в данных условиях (при движении автопоезда с нагрузкой на прицеп-ропуск 165 кН).

При температуре воздуха $\Theta = -1^\circ\text{C}$ и ширине дороги B , равной 300, 500, 700 и 900 см, минимальная толщина дороги H_{\min} составила 103, 68, 53 и 44 см, при температуре -5°C соответственно 71, 47, 38 и 30 см. Эти данные позволяют определить минимальную толщину дороги в конкретных условиях. Например, при $\Theta = -5^\circ\text{C}$ и $B = 700$ см участок дороги можно эксплуатировать при $H_{\min} \geq 38$ см. В противном случае требуется укрепление полотна дороги.

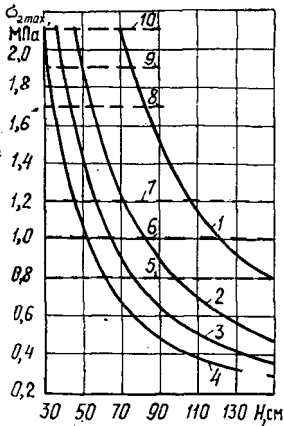


Рис. 3. Графики для определения минимальной толщины полотна зимней дороги на болотах: 1, 2, 3, 4 — значения $\sigma_{2 \max}$ при ширине дороги соответственно 300, 500, 700 и 900 см; 5, 6, 7 — значения R_p при скорости нагружения соответственно 0,02; 0,1 и 0,2 мин⁻¹ и температуре торфа -1°C ; 8, 9, 10 — то же при температуре торфа -5°C

Приведенные данные получены для значения коэффициента постели $C = 5 \text{ Н/см}^3$. Оно справедливо для малообводненного торфа (болото I типа, влажность торфа менее 800 %). С увеличением обводненности торфа C уменьшается. Так, для болот II типа (влажность торфа 800...1400 %) $C = 2,5 \text{ Н/см}^3$, III типа (влажность торфа более 1400 %) $C = 1 \text{ Н/см}^3$ [3]. Вследствие уменьшения C максимальные растягивающие напряжения в полотне зимних дорог из мерзлого торфа при прочих равных условиях на болотах II типа возрастают в 1,136 раза, а III типа — в 1,474 раза. Следовательно, значения H_{\min} возрастают и движение лесовозных поездов по зимним дорогам на болотах II и III типов в осенний и весенний периоды становится невозможным без специального укрепления дорожного полотна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Морозов В. С. Промерзание зимних дорог на болотах // Лесн. журн.— 1989.— № 4.— С. 51—56.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Морозов В. С. Об оценке напряженного состояния оснований зимних дорог на болотах // Лесн. журн.— 1990.— № 1.— С. 37—43.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Строительство промышленных сооружений на мерзлом торфе / С. С. Вялов, Г. Л. Каган, А. Н. Воевода, В. И. Муравленко.— М.: Недра, 1980.— 144 с. [4]. Уваров Б. В., Щелкунов В. В. Расчет на прочность основания зимних автомобильных дорог на болотах // Лесн. журн.— 1982.— № 6.— С. 49—55.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 30 октября 1990 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 667.613 : 539

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ
НА НЕЗАВЕРШЕННОСТЬ РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОЛИЭФИРНЫХ ПОКРЫТИЙ

А. В. ФЕДАК, В. Ф. КАЧАН, Л. А. СУН-ЧЕН-ЛИ

Львовский лесотехнический институт

Создание покрытий на подложке характеризуется заторможенностью релаксационных процессов, обусловленной возникновением локальных связей между структурными элементами и адсорбционным взаимодействием пленкообразующего с поверхностью подложки, что приводит к резкому нарастанию внутренних напряжений. Поэтому внутренние напряжения рассматривают как критерий незавершенности релаксационных процессов, существенно зависящий от специфики структурных превращений при формировании и старении полимерных покрытий [5].

Физико-механические свойства сформированных покрытий, а также их долговечность в большой степени определяются внутренними напряжениями. В частности, от их величины зависят адгезионные и когезионные свойства покрытий. Поэтому вопросы, связанные с изучением путей понижения внутренних напряжений, представляют собой важную и самостоятельную проблему.

Из практики известно множество способов существенного снижения внутренних напряжений в покрытиях. Они предусматривают физико-химические методы модификации как полимерного материала, так и подложки, на которой происходит формирование покрытий [3].

В последнее время встречаются работы, в которых рассматривается возможность влияния внешних электромагнитных полей на физико-механические свойства полимерных материалов [2]. В силу того, что все химические процессы, происходящие при полимеризации, имеют электромагнитную природу, появляется вероятность направленного воздействия внешних магнитных полей. Непосредственно влияя на собственные магнитные моменты молекул, они могут активизировать или снижать их реакционную способность, изменять ход и скорость химических реакций, усилить или ослабить межмолекулярные взаимодействия, активно участвовать в процессах структурообразования, в результате чего можно получать материалы, обладающие улучшенными физико-механическими свойствами [1, 4].

Цель настоящей работы — исследовать влияние магнитного поля на внутренние напряжения, возникающие в полиэфирных покрытиях в процессе их формирования, и определить такие режимные параметры обработки магнитным полем, при которых возможно получение покрытий с минимальными значениями внутренних напряжений.

В качестве исходного материала для создания покрытий выбран полиэфирный лак ПЭ-246, применяемый в мебельной промышленности. Источниками постоянного магнитного поля служили два электромагнита, обеспечивающие получение полей напряженностью от 0 до 250 кА/м. Электромагниты располагали таким образом, чтобы направленность силовых линий магнитного поля была перпендикулярна к поверхности подложки. Продолжительность действия магнитного поля на покрытие варьировали в пределах времени желатинизации пленки лака. Возникавшие внутренние напряжения измеряли через 24 ч после их формирования консольным методом в соответствии с