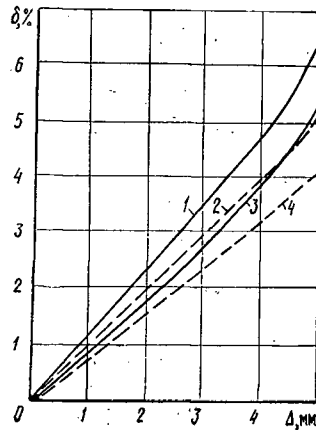


Рис. 2. Зависимости погрешности учета объемов от погрешности измерения диаметров: 1, 2 — для вероятностей  $p_i$  трансформированных состояний градаций, 3, 4 — для детерминированных и интервальных вероятностей  $p_i$  и  $q_i$



погрешностей измерения диаметров, превышающих пределы допустимой погрешности систематической составляющей  $\pm 2$  мм по ГОСТ 21524—76. В связи с этим необходимо нормировать метрологические характеристики средств измерений диаметров, основанные на оценке точности учета в условиях вероятностных процессов формирования погрешности измерения.

Таким образом, проведенный анализ показал возможность комплексного подхода к описанию вероятностных состояний градаций диапазона измерения диаметров, характеризующихся как взаимными связями между состояниями, так и совместным их влиянием на детерминированные вероятности плотности распределения измеряемой величины. Результирующие (кумулятивные) вероятности, не изменяя вида закона распределения, уточняют вероятностные характеристики, что позволяет повысить достоверность точностных оценок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Стародубец Б. Г. Моделирование входных параметров автоматизированного процесса учета лесоматериалов // Комплексная механизация и автоматизация работ на нижних складах: Тр. / ЦНИИМЭ.—1983.—С. 124—130. [2]. Стародубец Б. Г. Точностный анализ автоматизированного учета объемов круглых лесоматериалов // Метрология.—1984.—№ 5.—С. 7—14.

Поступила 27 ноября 1990 г.

УДК 625.87

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ ВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ТИПА «ОБОЛОЧКА»

Н. П. ВЫРКО, Л. Г. ГРОМЫКО

Белорусский технологический институт

В настоящее время при строительстве автомобильных лесовозных дорог большое распространение получили полимерные материалы, применение которых повышает несущую способность грунтов, подстилающих земляное полотно.

В Белорусском технологическом институте на кафедре транспорта леса разработана конструкция из полиэтиленовой пленки типа «оболочка» (рис. 1). Она представляет собой шланг диаметром 100...

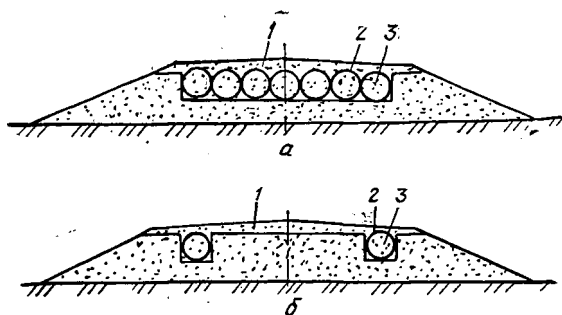


Рис. 1. Конструкции грунтового покрытия временных лесовозных дорог: а — сплошное; б — кольцевое; 1 — грунт земляного полотна; 2 — «оболочка» из полиэтиленовой пленки; 3 — грунт «оболочки»

250 мм, изготавливаемый специальной машиной [1] из полиэтиленовой пленки, внутри которого находится грунт (любой, но лучше песок, супесь).

При этом могут наблюдаться два случая: в первом прочностные и другие характеристики грунтов в оболочке и насыпи одинаковы; во втором различны.

В первом случае оболочка почти не испытывает напряжений и может разрушаться от продавливания отдельными крупными фракциями грунта.

Во втором случае влажность грунта, находящегося в оболочке, постоянна, а окружающего ее — различна в зависимости от климатических условий, следовательно, будут отличаться и их прочностные характеристики. Произведем расчет на прочность оболочки для этого случая.

В первом приближении соотношения между давлениями внутри  $P_v$  и вне оболочки  $P_n$ , а также между модулями упругости грунта в оболочке  $E_v$  и вне ее  $E_n$  можно принять равными, тогда

$$P_v/E_v = P_n/E_n. \quad (1)$$

Наибольшие напряжения в оболочке возникают в боковых точках А и В (рис. 2).

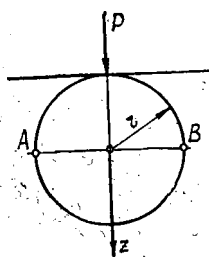


Рис. 2. Расчетная схема

Внутреннее давление грунта на оболочку в точках А и В можно определить из решения Буссинеска [2]. Оно равно радиальному напряжению  $\sigma_r$ , т. е.

$$\sigma_r = \frac{P}{2\pi} \left\{ (1 - 2\mu) \left[ \frac{1}{r^2} - \frac{z}{r^2} (r^2 + z^2)^{-1/2} \right] - 3r^2 z (z^2 + r^2)^{-5/2} \right\}, \quad (2)$$

где  $P$  — давление от колеса автомобиля, Па;  
 $\mu$  — коэффициент Пуассона грунта в оболочке;  
 $r$  — радиус оболочки;  
 $z$  — расстояние от поверхности дороги.

При  $z = r$

$$\sigma_r = \frac{P}{2\pi} \left\{ (1 - 2\mu) \left[ \frac{1}{r^2} - \frac{1}{r^2 \sqrt{2}} \right] - 3r^3 (2r^2)^{-5/2} \right\}$$

или

$$\sigma_r = \frac{P}{2\pi} \left\{ (1 - 2\mu) \left[ \frac{1}{r^2} \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \right] - \frac{3}{4\sqrt{2}r^2} \right\}. \quad (3)$$

Тогда

$$P_{в} = \sigma_r = -\frac{P}{2\pi} \left( \frac{1 - 2\mu}{l(l+r)} - \frac{2r^3}{l^3} \right), \quad (4)$$

где  $l$  — длина оболочки.

Наружное давление определим из уравнения (1)

$$P_{н} = P_{в} E_{н} / E_{в}. \quad (5)$$

Давление, деформирующее оболочку, по модулю равно разности давлений внутри и вне ее:

$$\Delta P = |P_{в} - P_{н}|. \quad (6)$$

Дальнейший расчет можно производить по уравнению Лапласа

$$\sigma_m / \rho_m + \sigma_t / \rho_t = \Delta P / \delta, \quad (7)$$

где

$\sigma_m, \sigma_t$  — соответственно меридиональное и тангенциальное напряжения, Па;

$\rho_m, \rho_t$  — радиусы кривизны оболочки в меридиональном и тангенциальном направлениях, м;

$\delta$  — толщина оболочки, м.

Для цилиндрической оболочки  $\rho_t = r$ ;  $\rho_m = \infty$ , тогда

$$\sigma_t / r = \Delta P / \delta \quad \text{или} \quad \sigma_t / r = \Delta P / \delta,$$

откуда

$$\sigma_t = \Delta P r / \delta. \quad (8)$$

Поскольку оболочка имеет большую длину, то ее деформацию в меридиональном направлении  $\epsilon_m$  можно считать равной нулю. Согласно обобщенному закону Гука

$$\epsilon_m = (\sigma_m - \mu_0 \sigma_t) / E = 0, \quad (9)$$

где  $E$  — модуль упругости полиэтиленовой пленки,

откуда

$$\sigma_m = \mu_0 \sigma_t, \quad (10)$$

где  $\mu_0$  — коэффициент Пуассона материала оболочки.

Таким образом, определены главные напряжения в оболочке:

$$\sigma_1 = \sigma_t; \quad \sigma_2 = \sigma_m; \quad \sigma_3 = 0.$$

Согласно четвертой теории прочности

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \leq [\sigma], \quad (11)$$

где  $[\sigma]$  — допустимое напряжение для материала оболочки, Па.

Пример расчета на прочность конструкции дорожной одежды с применением полиэтиленовой пленки типа «оболочка». Исходные данные: диаметр шланга (оболочки)  $d = 2\rho_t = 0,2$  м;  $\delta = 1,2$  мм;  $E_{н} = 35$  МПа;  $E_{в} = 45$  МПа;  $P_{в} = 0,6$  МПа;  $\mu_0 = 0,3$ ;  $[\sigma] = 12 \dots 40$  МПа.

1. По формуле (5) определим наружное давление грунта на оболочку:  $P_{н} = 0,6 \cdot 35/45 = 0,468$  МПа.

2. По формуле (6) найдем давление, деформирующее оболочку:  $\Delta P = 0,6 - 0,468 = 0,132$  МПа.

3. По формулам (8) и (10) определим соответственно тангенциальное и меридиональное напряжения:  $\sigma_t = 0,132 \cdot 0,1/0,0012 = 11$  МПа;  $\sigma_m = 0,3 \cdot 11 = 3,3$  МПа.

4. Выполним проверку по четвертой теории прочности. Так как  $\sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_m^2} - \sigma_t \sigma_m = 9,8$  МПа, т. е. меньше  $[\sigma]$ , то можно сделать вывод, что выбранная конструкция отвечает условиям прочности дорожной одежды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. А. с. 1044720 СССР, МКИ<sup>3</sup> Е 01 С 21/00. Дорожная машина. Н. П. Вырко, И. И. Леонович, Ю. Г. Бабаскин.— № 3448864/29-33; Заявлено 03.06.82; Опубл. 30.09.83 // Открытия. Изобретения.— 1983.— № 36.— С. 96. [2]. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд / Под. ред. Н. Н. Иванова.— М.: Транспорт, 1973.— 328 с.

Поступила 27 мая 1991 г.

УДК 630\*377.4 : 534.001.57

### МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ ТРАНСМИССИЯ — ТРАНСПОРТНЫЕ ЗВЕНЬЯ — ПАКЕТ ХЛЫСТОВ

Н. И. БИБЛЮК

Львовский лесотехнический институт

Колебательные процессы, обусловленные воздействием дорожных неровностей, сопровождаются возникновением динамических нагрузок, определяющих долговечность и усталостную прочность деталей трансмиссии и ходовой части машины. При расчете нагруженности элементов машины от воздействия микропрофиля опорной поверхности методами статистической динамики [1, 5, 6] целесообразно рассматривать крутильные колебания в трансмиссии совместно с линейными и угловыми колебаниями машины в вертикальной продольной плоскости. Для моделирования нелинейных характеристик упругих и демпфирующих элементов машины может быть использована статистическая линейаризация [3].

Лесотранспортное средство представляет собой сложную динамическую систему, состоящую из нескольких взаимодействующих масс, соединенных жесткими и упругими связями. Отличительной особенностью системы, определяющей специфику ее структуры и функционирования, является наличие пакета длинномерных лесоматериалов с неравномерно распределенной массой и переменной жесткостью. При рассмотрении колебаний лесотранспортного средства его целесообразно представлять в виде дискретной модели, параметры которой могут быть установлены по методике [2].

На рис. 1 изображена формализованная расчетная схема (схемная модель) для изучения колебаний лесотранспортной системы: трансмиссия — транспортные звенья — пакет хлыстов от воздействия дорожных неровностей. Эта система состоит из подрессоренных масс тягача  $M_{п.т.}$  и роспуска  $M_{п.р.}$  с моментами инерции  $I_{п.т.}$  и  $I_{п.р.}$  относительно поперечных осей, проходящих через их центры тяжести, неподдресоренных масс  $i$ -х осей  $M_{кi}$ , масс осей балансиров  $M_{6i}$  и дискретных масс пакета хлыстов, две из которых —  $M_{с1}$  и  $M_{с2}$  размещены над кониками соответственно тягача и роспуска, а  $N$  масс  $M_j$  — в пролетной и консольной частях пакета. К массам  $M_j$  приведены упругие и демпфирующие элементы, моделирующие жесткость и сопротивление пакета хлыстов —  $c_{jv}$  и  $k_{jv}$ . Подрессоренные массы транспортных звеньев опира-