

Рис. 4. Максимальные усилия в тросах (а) и максимальные моменты сопротивления повороту, действующие на тягач со стороны сцепки (б) при движении лесовозного автопоезда на повороте: 1, 4 — соответственно для крестообразной и разработанной сцепки при нагрузке на рейс $Q = 15 \text{ м}^3$; 2, 5 — то же при $Q = 20 \text{ м}^3$; 3, 6 — то же при $Q = 25 \text{ м}^3$

на стадии проектирования оценивать маневренные свойства лесовозных автопоездов и определять нагруженность элементов систем управления, в зависимости от конструктивных параметров и режима движения лесовозного автопоезда на повороте.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Жуков А. В., Кодолко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний.— Мн.: Наука и техника, 1978.— 264 с. [2]. Закин Я. Х. Прикладная теория движения автопоезда.— М.: Транспорт, 1967.— 255 с. [3]. Кирильчик А. И. Повышение эффективности вывозки древесины лесовозным автопоездом при использовании системы управления прицепом-роспуском копирного типа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Мн., 1986.— 22 с. [4]. Лахно В. П. Методика расчета крестообразной сцепки автомобиля с роспуском // Тр. / ЦНИИМЭ.— Химки, 1973.— Вып. 132.— С. 85—89.

Поступила 2 марта 1988 г.

УДК 630*114.11 : 630*114.444 : 631.62

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКОВ

Н. П. КОВАЛЕНКО, О. И. ДАНЧЕНКО, А. Д. ХУДЯКОВ

Архангельский лесотехнический институт

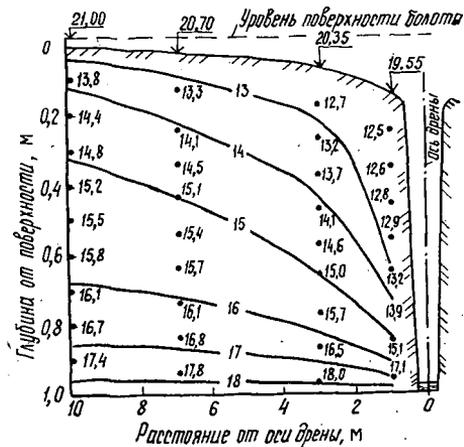
Периоду освоения торфяников для нужд сельского и лесного хозяйства предшествуют осушительные мероприятия [2, 6, 8], цель которых — регулирование водного режима [4, 8, 10]. Осушение изменяет потенциал влаги в торфяной водонасыщенной системе, что вызывает нарушение естественного равновесного состояния торфяников и их существенные деформации [3, 7, 9].

В работе [1] показано, что при уменьшении влажности торфа от максимальной полной влагоемкости ω_{max} до минимальной ω_{min} деформации торфяных отложений происходят под действием гравитационного потенциала (P_r), при уплотнении — под воздействием каркасно-капиллярного потенциала (P_k). Для определения изменения влажно-

сти, плотности и других водно-физических показателей осушаемого слоя [4], на болотах верхового типа были заложены опытные участки.

Участок № 1 расположен в 40 км от Архангельска, участок № 2 — на окраине города. На опытных участках, прилегающих к моренным грядам, верхний слой на глубину 10...12 см представлен неразложившимися остатками мхов и корневищ кустарничковых растений. Ниже располагается среднеразложившийся коричневый лесной торф (степень разложения $D_{pd} = 25...30\%$, влажность $w = 450...500\%$, коэффициент пористости $e = 10...12$), переходящий в хорошо разложившийся темно-коричневый ($D_{pd} = 40...45\%$, $w = 400...500\%$, $e = 8...10$). Отчетливой границы между пластами не наблюдается. Глубина залежи достигает 3 м. Минеральное дно — суглинки ($e = 0,7$, $w = 55\%$, $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$). Для участков болот, расположенных на значительном удалении от моренных гряд, верхний слой на глубину до 10 см представлен остатками травянистых растений, подстилаемыми травяно-сфагновым торфом. В верхнем горизонте торф светло-желтого цвета, малоразложившийся ($D_{pd} = 10...15\%$, $w = 1200...2500\%$, $e = 18...22$ и более). Придонный слой представлен сапрелем. Минеральное дно — суглинки. Глубина залежей — до 9 м.

Рис. 1. Распределение коэффициента пористости в осушаемой зоне для участка № 2



По результатам определения плотности и влажности построены линии равных коэффициентов пористости e (рис. 1). Аналогично распределяется влажность в осушаемой зоне [9]. Из данных работы [9] следует, что e изменился на участке № 1 от 21,5 до 11,1 (минимальное значение), на участке № 2 от 19,5 до 13,0, а объемная влажность от 0,85 до 0,88 и от 0,94 до 0,89 соответственно. При этом минимальная полная влагоемкость $\omega_{min} = 0,78$ для участка № 1 и $\omega_{min} = 0,74$ для участка № 2.

Распределение коэффициента пористости в осушаемой зоне подчиняется эмпирической зависимости

$$e = e_0 \beta(z) \exp(-nx), \quad (1)$$

где e_0 — начальный коэффициент пористости на глубине, соответствующей уровню воды в дрене;

$\beta(z)$ — экспериментальная функция, зависящая от глубины z , считая от уровня поверхности, находящейся за пределами зоны влияния дрены (табл. 1),

$$\beta = \frac{z}{m} + \beta_0. \quad (2)$$

$\beta_0 = 2,08$ и $m = 1,43...1,61$ — экспериментальные константы;

n — экспериментальная переменная, зависящая от расстояния x от оси дрены (табл. 2).

Таблица 1

z, м	β	z, м	β
0,1	2,13	0,6	2,44
0,2	2,22	0,7	2,48
0,3	2,28	0,8	2,58
0,4	2,35	0,9	2,69
0,5	2,39	1,0	2,78

Таблица 2

x, м	n	x, м	n
1	1,220	6	0,177
2	0,565	7	0,155
3	0,373	8	0,129
4	0,268	9	0,114
5	0,212	10	0,102

Используя экспериментальные зависимости коэффициента пористости от нагрузки $e(P)$ (рис. 2), можно найти эквивалентные уплотняющие давления P_3 [1]:

$$P_3 = P'_3 + P_k, \quad (3)$$

где

$$P'_3 = \frac{a_\omega}{a_0} (\omega_{max} - \omega_{min}), \quad (4)$$

a_ω — коэффициент сжимаемости водонасыщенного торфа при действии гравитационного потенциала (Π_r), когда влажность изменяется от ω_{max} до ω_{min} ;

a_0 — коэффициент сжимаемости при компрессии;

P_k — капиллярные силы.

Величина P_3 находится из условия равенства деформаций при компрессионном уплотнении и осушении $\delta_p = \delta_\omega$.

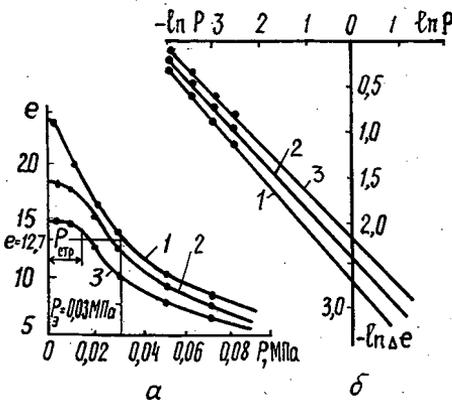


Рис. 2. Результаты компрессионных испытаний образцов торфа: а — зависимости $e(P)$; б — зависимости $\ln \Delta e$ ($\ln P$)

На рис. 2, а представлены кривые $e(P)$, полученные при компрессионных испытаниях образцов торфа. Кривая 1 соответствует образцам торфа, взятым из неосушенной части болота. Эта кривая подчиняется зависимости

$$\frac{e_p}{e_0} = \frac{K}{P^a} \quad \text{при } P \geq P_{стр}, \quad (5)$$

где e_p — коэффициент пористости при нагрузке P ;

$P_{стр}$ — структурная прочность торфа, которую можно выделить на кривых в точках перегиба кривых.

Кривые 2 и 3 получены для образцов торфа из осушаемой части болота. В данном случае формируется новая структура, которая приводит к увеличению структурной прочности торфа $P_{стр}$ (табл. 3).

Таблица 3

Влажность торфа, %	Начальный коэффициент пористости	Структурная прочность, МПа	Сопротивляющиеся сдвигу, МПа	Расстояние от оси дрены до места отбора образца, м	Глубина отбора образца, м	Параметры компрессионных испытаний	
						K	α
890	16,6	0,012	0,010	10	0,10	0,05	0,79
900	14,8	0,016	0,014	3	0,30	0,11	0,61
920	14,4	0,012	0,012	3	0,45	0,06	0,74
930	15,9	0,009	0,010	40	0,15	0,06	0,55
1030	18,2	0,010	0,010	10	0,15	0,09	0,53
1200	21,1	0,007	0,009	42	0,10	0,15	0,44
1440	23,8	0,006	0,008	45	0,35	0,07	0,60

Для определения P_s следует пользоваться кривой 1 на рис. 2, а (для естественной залежи). Например, по этой кривой можно определить, что в точке створа I—I, для которой $e = 12,7$, действует $P_s = 0,03$ МПа (рис. 1 и 2). Компрессионные кривые могут быть представлены (рис. 2, б) в виде

$$\ln \Delta e = \ln K - \alpha \ln P. \quad (6)$$

Согласно [5], можно записать:

$$\delta_\omega = \left(\frac{e_0}{1 + e_0} \right) \left(1 - \frac{K}{P^\alpha} \right), \quad (7)$$

откуда при измеренных в полевых условиях значениях δ_ω послойно можно определить P_s :

$$P_s = \left(\frac{K}{1 - \delta_\omega} \right)^{1/\alpha}. \quad (8)$$

Здесь принято, что $\frac{e_0}{1 + e_0} \approx 1$ при $e > 18$.

Значения K и α для опытных участков № 1 и 2 даны в табл. 3. С учетом формул (1), (2) и (5) получим

$$e_p = e_0 \frac{K}{P_s^\alpha} = e_0 \left(\frac{z}{m} + \beta_0 \right) \exp(-nx), \quad (9)$$

откуда

$$P_s = \left[\frac{K}{(z/m + \beta_0) \exp(-nx)} \right]^{1/\alpha}. \quad (10)$$

При этом следует учитывать величину бытового давления. На рис. 3 представлены полученные значения эквивалентных уплотняющих давлений.

Приравнявая (8) и (10), получим для элементарного слоя, расположенного на глубине z :

$$\delta_{\omega_i} = 1 - (z/m + \beta_0) \exp(-nx). \quad (11)$$

Полная осадка торфяной залежи при ее осушении определяется как сумма осадок отдельных слоев.

Зная распределение $P_s(z)$ (рис. 3) и используя полученную в данной работе формулу (9) для элементарного слоя h_i , можно определить деформации залежи от осушения:

$$S = \sum_{i=1}^n \delta_{\omega_i} h_i. \quad (12)$$

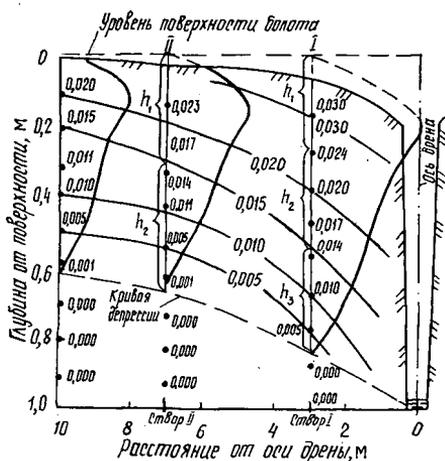


Рис. 3. Распределение эквивалентных уплотняющих давлений $P_э$, МПа, в осушаемой зоне для участка № 2

Например, для створа I—I (рис. 3), расположенного на расстоянии 3 м от оси дрены, можно выделить три элементарных слоя, толщина которых определяется, как для неосушенной залежи, диапазонами эквивалентных уплотняющих давлений от 0 до 0,015, от 0,015 до 0,025 и от 0,025 до 0,035 МПа. В первом из них, считая от первоначальной поверхности, толщиной $h_1 = 0,85$ м среднее значение $P_э = 0,03$ МПа, во втором слое толщиной $h_2 = 0,35$ м $P_э = 0,02$ МПа, в третьем слое $h_3 = 0,30$ м $P_э = 0,01$ МПа. По формуле (12) получено

$$S_{I-I} = \delta_{\omega_1} h_1 + \delta_{\omega_2} h_2 + \delta_{\omega_3} h_3 = 0,36 \cdot 0,85 + 0,30 \cdot 0,35 + 0,32 \cdot 0,30 = 0,531 \text{ м.}$$

Фактическая осадка в этом створе составила 0,650 м.

Аналогичным путем в створе II—II можно выделить два элементарных слоя: $h_1 = 0,60$ м ($P_э = 0,02$ МПа) и $h_2 = 0,35$ м ($P_э = 0,01$ МПа). По формуле (12)

$$S_{II-II} = 0,26 \cdot 0,60 + 0,31 \cdot 0,35 = 0,264 \text{ м.}$$

Фактическая осадка здесь составила 0,300 м.

Таким образом, изменение естественного равновесного состояния торфяных отложений в результате осушения приводит к существенным деформациям, вызывая изменения рельефа местности, водно-физических свойств торфяных почвогрунтов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бондаренко Н. Ф., Коваленко Н. П. Водно-физические свойства торфяников.— Л.: Гидрометеиздат, 1979.— 159 с. [2]. Дренаж сельскохозяйственных земель: Сб. / ВАСХНИЛ.— Пер. с англ.— М.: Колос, 1964.— 730 с. [3]. Коваленко Н. П. Определение уплотняющих сил при глубинном осушении торфяной залежи // Лесн. журн.— 1972.— № 4.— С. 60—64.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Коваленко Н. П. Распределение потенциалов влаги в плоскости осушаемого пласта // Лесн. журн.— 1983.— № 4.— С. 58—61.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Коваленко Н. П., Худяков А. Д., Гореликов В. С. Предпостроечное уплотнение торфяной залежи.— Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971.— 96 с. [6]. Костяков А. Н. Основы мелиорации.— М.: Сельхозгиз, 1938.— 732 с. [7]. Мурашко А. И. Учет осадки торфа при проектировании закрытого дренажа // ДАН БССР.— 1961.— Т. 5, № 3.— С. 125—127. [8]. Скоропков С. Г. Освоение и использование торфяно-болотных почв.— Минск: АН БССР, 1961.— 250 с. [9]. Худяков А. Д., Коваленко Н. П., Бондаренко Н. Ф. Глубинный дренаж как метод технической мелиорации торфяных грунтов // Лесн. журн.— 1968.— № 3.— С. 72—76.— (Изв. высш. учеб. заведений). [10]. Шебеко В. Ф., Закржевский П. И., Брагилевская Э. А. Гидрологические расчеты при проектировании осушительных и осушительно-увлажнительных систем.— Л.: Гидрометиздат, 1980.— 312 с.

Поступила 12 января 1990 г.

УДК 630*36 : 621.936.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУД КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ ПРИВОДА БЕНЗИНОМОТОРНЫХ ПИЛ

Э. А. КЕЛЛЕР

Пермский политехнический институт

В работе [2] определены спектры собственных частот системы привода серийной бензопилы МП-5 «Урал-2». Выявлена возможность возникновения резонансных состояний трансмиссии на режимах рабочего и холостого хода. Для оценки этих состояний определим амплитуды угловых колебаний дискретных масс привода. С этой целью в динамическую расчетную схему, приведенную в работе [2], введем функции возмущающих моментов $M_{c_1}(t)$, $M_{д_2}(t)$, $M_{c_3}(t)$, $M_{c_4}(t)$, $M_{c_7}(t)$, которые приложены, соответственно, к массам с моментами инерции I_1 , I_2 , I_5 , I_6 , I_7 . Математическая модель может быть представлена в виде системы седьмого порядка

$$[A] \cdot \{q\} = \{M\}.$$

Выражения для матрицы $[A]$, составленной из коэффициентов при комплексных амплитудах угловых колебаний масс и вектора-столбца $\{q\}$ комплексных амплитуд угловых колебаний масс для режимов рабочего и холостого хода, приведены в работе [2]. Вектор-столбец возмущающих моментов для режима рабочего хода имеет вид

$$\{M_p\} = [M_{c_1}(t), M_{д_2}(t), 0, 0, M_{c_3}(t), M_{c_4}(t), M_{c_7}(t)]^T,$$

а для холостого хода

$$\{M_x\} = [M_{c_1}(t), M_{д_2}(t), 0]^T.$$

Возмущающие моменты определяли на специальных стендах при помощи тензоземетрирования [1]. Обработка результатов показала, что корреляционные функции этих процессов с течением времени не затухают и имеют вид, характерный для полигармонических колебаний. Спектральные характеристики подтверждают, что дисперсии возмущающих моментов сосредоточены в нескольких сравнительно узких диапазонах частот, совпадающих с частотами основных гармоник. Поэтому моменты внешних сил, действующих на дискретные массы на установившихся режимах работы привода, можно считать периодическими функциями, подчиняющимися условиям Дирихле. Зафиксированные на осциллограммах динамические составляющие моментов раскладывали в ряд Фурье. В результате получены следующие выражения:

для момента сил сопротивления крыльчатки вентилятора

$$M_{c_1}(t) = M_{0_1} + \sum_{i=1}^k \frac{12M_1}{i^2\pi^2} \sin i\omega_b t, \quad i = 1, 2, 4, \dots, k;$$

для момента движущих сил

$$M_{д_2}(t) = M_{0_2} + \sum_{i=1}^k \frac{2M_2}{i\pi} \sin i\omega_1 t, \quad i = 1, 3, 5, \dots, k;$$