

Анализ частот колебаний дорожных покрытий (уч. № 1,2) показывает, что они не зависят от веса транспортных систем. Колебания неподрессоренных масс автомобиля практически равны колебаниям дорожного покрытия (уч. № 2). В связи с этим предположительно можно сделать вывод о том, что колебания неподрессоренных масс автомобиля передаются дорожному покрытию с той же частотой. Исследования в этом направлении продолжаются.

Проведенные экспериментальные исследования для вышеизложенных конкретных условий позволили установить диапазон изменения частот колебаний дорожной конструкции в зависимости от скорости движения, типа автопоезда и нагрузки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cull K. Strassen unterhalt als werterhaltende Massnahme. — Strasse und Verkehr, 1976, 62, № 5, 190—191. 2. Fa u v e a n Bernard. L'entretien des chaussees. element essentiel d'unepolitigue routiere cohe rente. — Techu. rout, 1973, 18, № 3, 1—36. Ж у к о в А.В., А б р а м о в и ч К.Б. О взаимодействии транспортных систем с дорогой. — В кн.: Современные проблемы сухопутного транспорта леса: Тез. республиканской науч.-техн. конф. (сентябрь, 1977). Минск: Вышэйшая школа, 1977.

УДК 625.713.4

И.И.ЛЕОНОВИЧ, докт.техн.наук, профессор,  
Т.К.БОГДАНОВИЧ, канд.техн.наук  
(БТИ им. С.М.Кирова)

### ВЛИЯНИЕ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ АКТИВНОГО СЛОЯ ТОРФА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СЛАБОМ ОСНОВАНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Механизм процесса уплотнения торфяного основания под воздействием веса насыпи тесно связан с фильтрационными явлениями, происходящими в торфе. Водопроводимость торфа, как и всякой мелкопористой среды, характеризуется коэффициентом фильтрации.

Коэффициент фильтрации торфа зависит от целого ряда физических величин, определяющих структуру торфа и процесс фильтрации в нем.

Экспериментальные исследования, проведенные различными авторами, показали, что наряду с зависимостью от степени разложения и ботанического состава торфа коэффициент фильтрации зависит также от глубины залегаения: он уменьшается с глубиной. Для неосушенных болотных массивов это уменьшение коэффициента фильтрации относится лишь к верхнему слою толщиной примерно 1,5—2,0 м.

По физическим свойствам, гидрологическим и биохимическим процессам верхний слой болотных массивов резко отличается от остальной толщи торфяной залежи. Это позволяет выделить в болотных массивах два различных по своим свойствам горизонта: верхний, так называемый активный, или деятельный, и нижний — инертный [1].

В зоне ниже минимального уровня грунтовых вод торфяная залежь находится все время при постоянном влагонасыщении. В верхней зоне благодаря колебаниям уровня грунтовых вод торфяная залежь находится в условиях изменяющегося увлажнения и переменного капиллярного давления. Следовательно, влияние на коэффициент фильтрации таких факторов, как влажность торфа к моменту начала фильтрации, давление, оказываемое на торфяную массу, и время с момента начала фильтрации должно иметь место лишь в верхней зоне, где горизонтальная фильтрация периодически прекращается при падении уровня грунтовых вод, а затем вновь возобновляется при его повышении. В нижней зоне, где влажность постоянна, эти факторы могут влиять на изменение коэффициента фильтрации только посредством изменяющегося капиллярного давления, передаваемого на скелет нижележащих слоев торфа.

Нами была поставлена задача исследовать влияние колебаний коэффициента фильтрации активного горизонта на распределение напряжений во всем торфяном массиве. Для решения этой задачи был использован метод ЭГДА.

Фильтрационный поток удобно изучать на моделях из электропроводной бумаги. При моделировании области фильтрации, состоящей из отдельных слоев с различными коэффициентами фильтрации, необходимо соблюдать условия геометрического подобия и физического соответствия. Геометрическое подобие определяется выбранным масштабом модели. Для выполнения физического соответствия необходимо соблюдать постоянство отношений коэффициентов фильтрации грунта к соответствующим удельным электропроводностям слоев модели [2].

Различные зоны модели склеивали из соответствующих по сопротивлению сортов электропроводной бумаги. Удельное сопротивление каждой зоны определяли по формуле

$$\rho_n = \frac{\rho_i K_i}{K_n},$$

где  $\rho_i$  — удельное сопротивление  $i$ -й зоны модели;  $K_i$  — коэффициент фильтрации  $i$ -го слоя грунта;  $\rho_n$ ,  $K_n$  — соответственно удельное сопротивление  $n$ -й зоны модели и коэффициент фильтрации  $n$ -го слоя грунта.

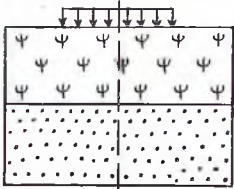
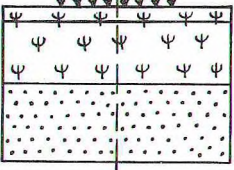
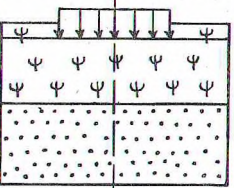
Склеивание различных зон производили "внакладку" шириной 2–3 мм.

При моделировании торфяного основания насыпи, состоящего из различных слоев, необходимо было осуществить следующие граничные условия:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0 \text{ и } \varphi = \text{const.}$$

Наиболее просто граничные условия реализуются на участках границы, вдоль которых нормальная производная равна нулю. Для этого вдоль рассматриваемых участков необходимо обрезать электропроводную бумагу, то есть заменить бумагу воздухом и тем самым установить изоляцию. Поскольку электрический ток может течь только вдоль изолированных участков

Т а б л и ц а 1. Исходные данные моделируемых оснований

№ модели	Схема модели	Толщина торфяных слоев, м		Коэффициент фильтрации слоев, см/с		
		активного	инертного	активного	инертного	минерального
1		—	8	—	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$
2		1	7	$3 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$
3	Схема модели 2	1	7	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
4	Схема модели 2	1	7	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
5	Схема модели 2	2	9	$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$
6		2	9	$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$

границы, но не в нормальном к ним направлении, то на этих участках и будет выполняться требуемое условие  $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0$ . Для реализации граничного условия  $\varphi = \text{const}$  на прямолинейных участках границы устанавливаются шины-зажимы и на них подается требуемый потенциал.

Было изготовлено 6 различных моделей (табл. 1).

Были приняты следующие исходные данные для первых четырех моделей: масштаб моделирования  $m=200$ ; ширина земляного полотна по верху — 8 м; высота насыпи — 2 м;  $P=0,36 \text{ кг/см}^2$ ; глубина торфа — 8 м; коэффи-

Т а б л и ц а 2. Результаты моделирования

Z, м	$\Sigma$ , кг/см <sup>2</sup>							
	номер модели							
	1	2	3	4	5	6	6	
						P=0,72	P=0,36	
1	0,31	0,345	0,324	0,327	0,342	0,619	0,324	
2	0,252	0,331	0,288	0,292	0,328	0,540	0,273	
3	0,230	0,306	0,248	0,252	0,288	0,461	0,252	
4	0,201	0,262	0,212	0,216	0,252	0,403	0,216	
5	0,169	0,223	0,198	0,201	0,216	0,360	0,180	
6	0,144	0,194	0,180	0,187	0,194	0,302	0,158	
7	0,122	0,172	0,162	0,165	0,130	0,259	0,133	
8	0,104	0,140	0,133	0,140	0,108	0,216	0,108	

циент заложения откоса — 2; толщина активного слоя — 1 м.

Отличие исходных данных для пятой и шестой моделей от первых четырех в следующем: глубина торфа — 11 м; толщина активного слоя — 2 м. Кроме того, в шестой модели показано, что на глубину активного слоя сделано выторфовывание, в результате чего удельное давление насыпи на основание  $P=0,72$  кг/см<sup>2</sup>.

Результаты моделирования приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Анализ результатов моделирования показал, что на всех моделях напряжения распределяются по-разному. На первой модели (рис. 1, № 1) показано распределение напряжений в однородном торфяном основании, коэффициент фильтрации которого  $7 \cdot 10^{-4}$  см/с, то есть такой же, как и у инертного слоя на второй модели. Вторая модель (рис. 1, № 2) отличается от первой наличием метрового деятельного слоя. Все прочие условия одинаковые. Как видно из табл. 2, во втором случае напряжения по всему торфяному массиву большие, чем в первой модели. Это объясняется наличием активного слоя, водопроницаемость которого лучше, чем в инертном слое.

Разница между третьей и четвертой моделями (рис. 1, № 3, № 4) заключается в том, что на третьей модели коэффициент фильтрации деятельного слоя меньше, чем на четвертой. Все остальные условия одинаковые. На четвертой модели (рис. 1, № 4), где водопроницаемость деятельного слоя в семь раз выше, напряжения по всей толще торфяного массива большие, чем на третьей модели.

Большое отличие в распределении напряжений наблюдается в пятой и шестой моделях. В шестой модели (рис. 1, № 6) напряжения по численной величине в среднем на 60% выше, чем в пятой (рис. 1, № 5). Это объясняется тем, что после выторфовывания высота насыпи увеличилась на 2 м. Если же сравнивать распределение напряжений в этих моделях при одинаковых удельных нагрузках, то оказывается, что удаление деятельного слоя не способствует росту напряжений и увеличению скорости осадки (табл. 2).



Таким образом, из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Изменение водонепроницаемости деятельного слоя влечет за собой изменение в распределении напряжений не только в деятельном слое, но и в инертном горизонте.

2. Наличие пористого хорошо водонепроницаемого активного слоя увеличивает напряжения в торфяном массиве, а следовательно, способствует скорейшему протеканию осадки.

3. На практике для ускорения осадки, наряду с другими мерами, применяют частичное выторфовывание. Проведенные исследования показали, что не всегда следует применять этот метод для ускорения консолидации. В том случае, когда устойчивость основания обеспечена, для ускорения осадки целесообразнее назначать временную пригрузку без частичного выторфовывания, так как отсыпка насыпи с временной пригрузкой непосредственно на активный слой торфа лучше способствует росту напряжений в основании и скорейшему завершению осадки. Применение временной пригрузки без частичного выторфовывания дает значительный экономический эффект за счет снижения объема земляных работ.

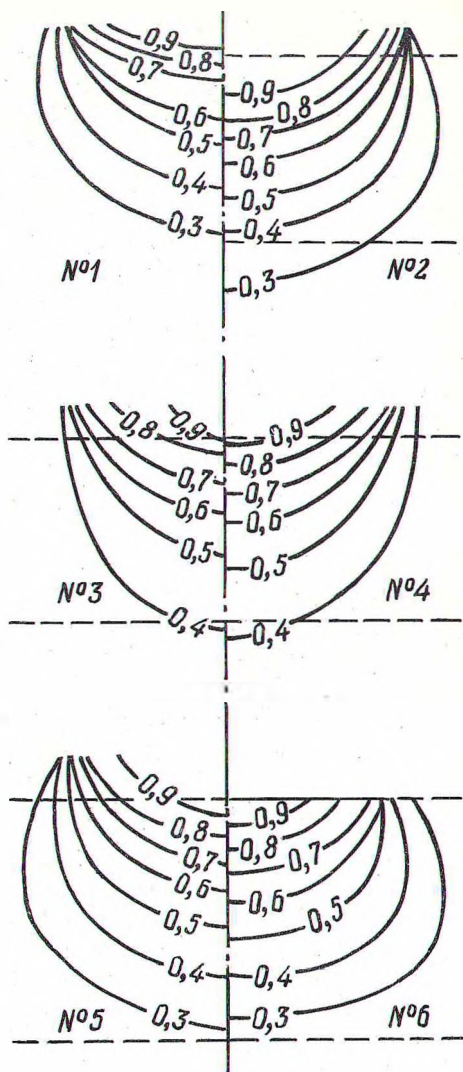


Рис. 1. Распределение  $\Sigma$  напряжений на моделях торфяных оснований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов К.Е. Гидрология болот. — Л.: ГИМИЗ, 1953, с. 145—149. 2. Дружинин Н.И. Метод электрогидродинамических аналогий и его применение при исследовании фильтрации. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1956, с. 57—63.