



УДК 624.131.2

**ЗАВИСИМОСТИ КОМПРЕССИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ
ОТ ЕСТЕСТВЕННОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ДЛЯ ВИДОВ ТОРФА**

**Б. А. Федоров
С. С. Цымлякова**

*Кандидат технических наук, профессор
старший преподаватель
Тверской государственной
технической университет
г. Тверь, Россия*

**DEPENDENCES OF THE COMPRESSION PARAMETERS ON THE NATURAL
MOISTURE CONTENT FOR THE SPECIES OF THE PEAT**

**B. A. Fedorov
S. S. Zhymlyakova**

*Candidate of Technical Sciences, professor
senior teacher
Tver State Technical University
Tver, Russia*

Abstract. The determination of the compression characteristics of the peat is proposed: a_n – of the initial coefficient of compressibility; K – constant of proportionality. The parameters of the normal distribution of compression characteristics for the species of the peat. The authenticity of the equations of the linear form of compression characteristics from the natural moisture content for the species of peat is statistically substantiated. The dependences, obtained for the species of peat make it possible to forecast the limits of change a_n and K for determining the final saggings of the mounds of the roads.

Keywords: compression parameters; peat; peat species; moisture content; distribution; dependence.

Торф в естественном состоянии в залежи при строительстве линейных сооружений выступает в роли грунта его основания. Торф представляет собой напластования слоев с изменяющимся по глубине составом и механическими свойствами. В соответствии с ГОСТ 21123-85 «Торф. Термины и определения» генетическая классификация торфа состоит из типа, подтипа, группы и вида торфа. Эти единицы отражают условия торфонакопления по степени минерализации вод, обильности водного питания, по составу растений торфообразователей.

По материалам публикаций [2 и др.] деформационные свойства торфа определяют в зависимости от его физических свойств – пористости и коэффициента разложения. Также отмечается возможность

влияния особенностей структуры и свойств торфа, связанных с генезисом [5 и др.].

Изучение и установление связи между ландшафтной структурой болота (изображение на аэрофотоснимке) с его водно-физическими свойствами предлагал проводить Иванов К. Е. [3] на основе выявления гидроморфологических зависимостей. Они устанавливают “связь между балансом водного питания болот (определяемого климатическими и гидрогеологическими условиями места залегания болота), закономерностями распределения растительного покрова, рельефом поверхности и физическими свойствами торфогенного слоя болот” [3]. Оценка влияния генезиса на деформационные свойства торфа методами математической статистики становится актуальной при использовании аэрометодов в практике и теории изыска-



ний для строительства линейных сооружений на болотах [1].

Описание уплотнения торфа и слабых органоминеральных грунтов в естественном состоянии осуществляют по уравнению вида [4]

$$\lambda = a_n (P - P_0) / [1 + K(P - P_0)],$$

где λ – относительная деформация; a_n – начальный коэффициент сжимаемости, МПа; P – величина давления, МПа; P_0 – величина структурной прочности при сжатии, МПа; $K = a_n / \lambda_{\max}$ – коэффициент пропорциональности, МПа; λ_{\max} – максимальная относительная деформация.

Для исследования зависимостей компрессионных параметров a_n и K от естественного влагосодержания (W_0 , г/г) и степени разложения торфа (R , %) применена методика полного статистического анализа. Для каждой выборки аргумента определяют средние значения, среднеквадратические отклонения компрессионных параметров a_n и K , проверяют гипотезу нормальности распределений. Для статистического анализа параметров a_n и K использованы результаты экспериментальных данных в количестве около 900 компрессионных кривых торфа. Статистический анализ рядов распределения a_n и K выполнен для торфа в целом, по интервалам $W_0 = \text{const}$, $R = \text{const}$, по типам, группам, видам торфа а также по группам внутри типов торфа.

На основе сопоставления эмпирических и стандартных значений критериев согласия при вероятности равной 95 % сделаны следующие выводы. Для торфа в целом, а также по типам и группам распределения a_n и K не подчиняются закону нормального распределения. Эти распре-

деления имеют правостороннюю асимметрию. Из этих распределений наиболее общим можно признать закон Грама-Шарлье, которым имеется возможность учитывать асимметричность и эксцессивность.

По группам внутри типов и видам торфа распределения a_n и K подчиняются закону нормального распределения, кроме травяной группы низинного типа и моховой группы верхового типа, у которого наблюдается значительная правосторонняя асимметрия ($t_{As} > 3$). Для всех типов при переходе от древесной к моховой группе наблюдается рост средних значений компрессионных параметров a_n и K , что указывает на различную сжимаемость торфа по группам. И это различие может быть объяснено или влиянием вида растительных торфообразователей или различной степенью разложения (биохимического распада) по группам торфа или совместным их влиянием. Для одних и тех же групп торфа, в основном, наблюдается тенденция увеличения a_n и K от низинного типа к верховому, т. е. торф верхового типа имеет более высокую сжимаемость, чем низинного типа. Для a_n и K по видам торфа параметры распределений нормального и Грама-Шарлье приведены в таблице.

Из сопоставления эмпирических и теоретических критериев Фишера достоверности с вероятностью 95 % можно утверждать, что компрессионные параметры a_n , K с влагосодержанием W_0 для торфа в целом, по интервалам степени разложения R , по типам, группам и видам торфа имеют достоверную корреляционную связь, а их зависимости прямолинейны. Для видов торфа зависимости приведены в таблице.



Таблица.

Результаты статистических исследований

Вид торфа	Параметры распределений					Уравнение $Y=A + B W_0 + t\sigma_y$		
	N	\bar{y}	σ_y	A_s	E_x	A, МПа ⁻¹	B, МПа ⁻¹	σ_y , МПа ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальный коэффициент сжатия ($y = a_n$, МПа ⁻¹)								
Древесный низинный	55	6,91	3,47	0,554	-0,322	1,62	0,96	2,95
Древесно-осоковый низинный	30	9,45	3,71	-0,043	-1,082	1,71	1,21	2,21
Древесно-тростниковый низинный	20	6,38	3,16	0,573	-0,760	-1,27	1,57	1,98
Древесно-травяной низинный	22	6,91	3,51	1,130	0,473	6,91	-	3,51
Тростниковый и вахтовый низинный	18	11,55	6,79	0,935	-0,074	11,55	-	6,79
Осоковый низинный	48	10,70	4,85	0,504	-0,636	-1,70	1,86	3,56
Шейхцериевый низ.	14	14,12	5,73	0,304	-1,221	2,07	1,55	4,32
Травяной низинный	27	11,75	5,61	0,717	-0,258	-0,40	1,81	3,94
Осоково-гипновый низинный	22	10,35	5,06	0,671	-1,065	-10,29	2,87	5,08
Осоково-сфагновый низинный	13	14,16	3,74	-0,325	-0,922	14,16	-	3,74
Гипновый	13	9,87	6,36	1,071	0,215	-4,03	1,81	3,12
Сфагновый низинный	23	16,83	7,48	0,761	-0,860	-3,92	2,32	5,15
Древесный переходный и сосновый верховой	33	7,79	3,52	0,944	0,209	1,23	1,14	3,11
Древесно-осоковый переходный	24	10,83	5,18	0,650	0,281	-2,38	1,95	3,36
Шейхцериевый переходный	20	11,11	5,27	0,093	-1,297	-0,70	1,76	3,42
Осоковый переходный	22	9,76	3,60	0,485	-1,063	2,97	1,12	2,32
Травяной переходный	18	11,19	5,80	0,749	-0,425	3,55	1,17	4,79
Осоково-сфагновый переходный	10	17,25	8,37	0,295	-0,939	-18,75	3,88	4,31
Древесно-травяной переходный и сосново-пушицевый верховой	24	8,89	3,02	0,483	-0,581	3,48	0,95	2,54
Пушицевый верховой	21	12,36	4,95	0,581	-0,653	-1,63	1,97	3,76
Шейхцериевый верховой	39	13,99	6,29	0,703	-0,188	-2,14	2,23	3,60



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пушицево-сфагновый верховой	11	17,68	7,35	-0,150	-1,447	17,68	-	7,35
Шейхцеријево-сфагновый верховой	13	13,89	8,19	0,399	-1,400	1,86	1,31	6,26
Фускум	40	20,17	8,54	0,358	-1,287	-5,57	2,76	5,37
Магелланикум торф	35	16,57	8,24	0,398	-0,003	1,66	1,69	6,54
Комплексный верховой	34	17,74	7,08	0,333	-1,027	-1,14	1,86	4,69
Сфагновый мочажинный	22	19,28	10,3	1,143	1,091	-7,61	2,46	7,44
Коэффициент $K (Y = K)$								
Древесный низинный	55	9,28	4,26	0,379	-0,721	3,81	0,99	3,80
Древесно-осоковый низинный	30	12,72	4,33	0,256	-0,400	5,63	1,12	3,32
Древесно-тростниковый низинный	20	9,43	3,90	0,423	-0,745	0,76	1,78	2,70
Древесно-травяной низинный	22	11,04	5,22	0,928	0,152	11,04	-	5,22
Тростниковый и вахтовый низинный	18	16,29	10,7	1,390	1,455	16,29	-	10,7
Осоковый низинный	48	14,14	5,62	0,389	-0,373	1,46	1,94	5,32
Шейхцеријево-низ.	14	18,63	6,82	1,557	2,126	18,63	-	6,82
Травяной низинный	27	15,19	6,78	0,582	-0,188	4,092	1,74	5,821
Осоково-гипновый низинный	22	12,82	6,77	0,689	-0,971	-12,22	3,50	5,45
Осоково-сфагновый низинный	13	17,80	4,85	-0,297	-1,052	17,80	-	4,85
Гипновый	13	12,79	8,78	1,408	1,212	-2,38	1,95	4,94
Сфагновый низинный	23	20,31	8,93	0,698	-1,071	-2,30	2,52	6,04
Древесный переходный и сосновый верховой	33	11,29	5,21	0,813	-0,295	5,91	0,88	4,71
Древесно-осоковый переходный	24	14,68	6,73	0,408	-0,680	-0,83	2,29	4,86
Шейхцеријево-переход.	20	15,55	6,94	0,319	-1,172	6,25	1,46	6,26
Осоковый переходный	22	13,97	4,59	0,230	-1,107	13,97	-	4,59
Травяной переходный	18	18,57	11,2	0,710	-1,013	18,57	-	11,2
Осоково-сфагновый переходный	10	20,53	10,1	0,483	-0,536	-18,88	4,25	5,11
Древесно-травяной переходный и сосново-пушицевый верховой	24	14,27	4,33	0,609	-0,390	14,27	-	4,33
Пушицевый верховой	21	17,11	6,55	0,289	-1,314	1,26	2,25	5,93
Шейхцеријево-верх.	39	17,56	7,87	0,586	-0,414	1,05	2,45	5,80
Пушицево-сфагновый верховой	11	22,50	12,1	0,890	0,206	22,50	-	12,1



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Шейхцеригово-сфагновый верховой	13	17,70	11,1	0,523	-1,502	17,70	-	11,1
Фускум	40	26,53	11,7	0,500	-0,888	-4,22	3,18	7,31
Магелланикум торф	35	20,58	9,99	0,516	0,099	5,57	1,68	8,17
Комплексный верховой	34	22,04	8,25	0,405	-1,206	4,66	1,72	5,55
Сфагновый мочажинный	22	21,04	9,54	0,571	-0,996	-5,07	2,55	8,96

Примечание. N – число определений; \bar{Y} , σ_y – соответственно среднеарифметическое значение и среднеквадратическое отклонение параметра, МПа⁻¹; A_S, E_X – соответственно показатели асимметрии и эксцесса

Зависимости, полученные для видов торфа позволяют прогнозировать доверительные пределы изменения a_n и K с заданной вероятностью для расчета конечных осадков насыпей дорог [6]

Библиографический список

1. Абрамов В. Я. Использование аэрофотометодов для интерпретации физико-механических показателей грунтов при изысканиях автомобильных дорог на территории Среднего Приобья // Тр. СОЮЗДОРНИИ. М., 1976. Вып. 90. – С. 17–21.
2. Амарян Л. С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. – М. : Недра, 1990. – 220 с.
3. Иванов К. Е. Водообмен в болотных ландшафтах. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.
4. Королев А. С., Федоров Б. А. Расчет коэффициента сжимаемости слабых грунтов // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1981. – № 12. – С. 22–26.
5. Лиштван И. И., Король Н. Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Минск : Наука и техника, 1975. – 320 с.
6. Федоров Б. А. Исчисление объема земляных работ при проектировании насыпей дорог на

торфяном основании. – Тверь : ТвГТУ, 2013. – 240 с.

Bibliograficheskiy spisok

1. Abramov V. Ja. Ispol'zovanie ajerofotometodov dlja interpreta-cii fiziko-mehaničeskikh pokazatelej gruntov pri izyskanijah avtomo-bil'nyh dorog na territorii Srednego Priob'ja // Tr. SOJUZDORNII. M., 1976. Vyp. 90. – S. 17–21.
2. Amarjan L. S. Svojstva slabych gruntov i metody ih izuchenija. – M. : Nedra, 1990. – 220 s.
3. Ivanov K. E. Vodoobmen v bolotnyh landshaftah. – L. : Gidrome-teoizdat, 1975. – 280 s.
4. Korolev A. S., Fedorov B. A. Raschet kojefficienta szhimaemosti slabych gruntov // Izv. vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura. – 1981. – № 12. – S. 22–26.
5. Lishtvan I. I., Korol' N. T. Osnovnye svojstva torfa i metody ih opredelenija. – Minsk : Nauka i tehnika, 1975. – 320 s.
6. Fedorov B. A. Ischislenie ob'ema zemljanyh rabot pri proektirovanii nasypej dorog na torfjanom osnovanii. – Tver' : TvGTU, 2013. – 240 s.

© Федоров Б. А., Цымлякова С. С., 2016