

УДК 624.131

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХОВЫХ И НИЗИННЫХ ТОРФОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Крамаренко

Аннотация

Представлены результаты изучения зольности, степени разложения, ботанического состава и физических свойств торфов верховых и низинных болот Томской области. Выявлены и проанализированы взаимосвязи между показателями состава, состояния и свойств торфов, которые могут использоваться для прогнозирования поведения грунта под сооружениями.

Ключевые слова: болота, типы торфа, состав торфа, физические свойства торфа.

Освоение бескрайних заболоченных пространств Западной Сибири сопряжено с немалыми трудностями, которые в значительной степени обусловлены сложными инженерно-геологическими условиями территории и широким развитием слабых торфяных грунтов, которые могут быть использованы в качестве оснований сооружений. Одними из основных задач инженерных изысканий являются оценка физических свойств грунтов, особенно на начальных этапах, и прогноз их изменения при взаимодействии с сооружениями. Эти задачи существенно осложняются при работах со слабыми грунтами, обладающими рядом специфических особенностей, таких как высокие значения влажности, пористости, низкие показатели плотности.

В Томской области торфяные отложения также охватывают обширные территории и представлены всеми типами залежей: низинными, верховыми, переходными и смешанными. Разнообразие ботанического состава торфообразователей характерно для каждого типа; широкий разброс таких показателей, как степень разложения, а иногда и зольность, оказывает влияние на характеристики свойств торфов того или иного типа. В связи с этим основной целью настоящей работы было определение показателей физических свойств тех видов торфа, которые типичны для верховых и низинных залежей. Согласно действующим нормативным документам были определены: плотность частиц торфа (ρ_s), плотность скелета (ρ_d), влажность (w) и коэффициент пористости (e). Кроме физических характеристик были установлены такие показатели, как зольность (D_{as}), ботанический состав и степень разложения (D_{dp}), а также кислотность (рН) торфов (табл. 1). В основу положены исследования, выполненные сотрудниками СибНИИторфа и Томского политехнического университета. Всего было исследовано 10 видов торфов низинного типа, отобранных на месторождениях «Согра»,

«Карасевое», «Короткино-2», «Чангарское», «Темное», «Плотниковское», «Васюганское», «Гусевское», «Обское», «Таган», «Усть-Кандинское», а также 13 видов верхового типа из болотных массивов «Икушкино», «Васюганское», «Карасевое», «Ольгино», «Рыжиково», «Светлое», «Темное», «Чагинское». С целью выявления взаимосвязей между показателями состава, физическими характеристиками, зольностью и степенью разложения был проведен корреляционный анализ для низинных и верховых торфов по отдельности (табл. 2).

К числу важнейших характеристик торфов, оказывающих большое влияние на их физические свойства, относится ботанический состав, который определяет структуру торфа, пористость, влагоемкость, скорость разложения, влияет на осадки под нагрузками, фильтрационные и прочностные свойства. Для оценки свойств и состояния торфов в практике используются классификации, где основными категориями являются типы (выделяются по минерализации питающих залежь вод), подтипы (по степени увлажнения), группы (по содержанию в торфе остатков отдельных групп растений-торфообразователей), виды (низшие таксономические единицы классификации торфа, характеризующиеся постоянным сочетанием преобладающих остатков отдельных видов растений-торфообразователей, отражающих исходные растительные ассоциации) [1].

В зависимости от типа питания образуются олиготрофные или евтрофные группировки растительности и накапливаются верховые или низинные типы торфа. Торф верховой формируется из растительности олиготрофного типа, в ботаническом составе содержит не более 10% остатков растительности евтрофного типа. Образуется торф в условиях бедного минерального питания, чаще атмосферного с общей минерализацией вод до 20–30 мг/л, или за счет поверхностных вод с минерализацией до 40–60 мг/л. В Западной Сибири преобладают топяные подтипы торфа, из видов – фускум, комплексный, магелланикум, ангустифолиум, сфагновый мочажинный, пушицево-сфагновый, шейхцериово-сфагновый, часто встречается шейхцериевый и пушицевый торф. Низинный торф образуется в условиях богатого минерального питания, чаще поверхностными или подземными водами с минерализацией около 80–100 мг/л и более, в разнообразных условиях обводненности, начиная от болотных топей, кончая периодически увлажняемыми заболоченными лесами. Преобладают также топяные подтипы, осоковый, гипновый и осоково-гипновый виды торфа. В работе были исследованы свойства 13 видов верховых торфов и 10 видов низинных (табл. 1). Необходимо отметить, что вышеперечисленные виды торфов характерны для всей России.

Корреляционный анализ (табл. 2) показал, что содержание травяных остатков оказывает влияние на характеристики свойств верховых и низинных торфов по-разному. В верховых торфах с увеличением количества травяных торфообразователей повышаются значения степени разложения, рН, плотности скелета, при этом снижается коэффициент пористости. Рост степени разложения обусловлен тем, что остатки трав (особенно пушицы, шейхцери) часто имеют максимальные значения степени разложения, что ведет к уплотнению торфа и снижению пористости. В низинных торфах рост содержания представителей травяной группы связан с увеличением значений таких характеристик, как зольность и плотность частиц.

Табл. 1

Характеристики торфяных грунтов Томской области

Ботанический состав		Число определений	Коэффициент пористости, e , д.е.	Степень разложения, $D_{др}$, %	Зольность, $D_{ас}$, %	рН	Плотность частиц, ρ_s , г/см ³	Плотность скелета, ρ_d , г/см ³
Группа	Вид							
Верховой тип								
Моховая	Фускум	21	$\frac{17.25}{8.60-37.49}$	$\frac{9}{5-15}$	$\frac{4.2}{1.68-10.1}$	$\frac{2.9}{2.9-3.0}$	$\frac{1.53}{1.51-1.57}$	$\frac{0.093}{0.041-0.158}$
	Ангусти-фолиум	6	$\frac{18.93}{15.48-22.50}$	$\frac{13}{10-15}$	$\frac{2.7}{2.45-3.0}$	$\frac{3.4}{2.9-4.0}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.077}{0.065-0.092}$
	Магелланикум	18	$\frac{19.03}{10.57-25.80}$	$\frac{16}{10-25}$	$\frac{3.1}{0.80-4.8}$	$\frac{3.0}{2.9-3.0}$	$\frac{1.52}{1.51-1.53}$	$\frac{0.081}{0.057-0.133}$
	Комплексный	9	$\frac{19.42}{12.31-31.69}$	$\frac{7}{5-10}$	$\frac{3.7}{3.49-4.0}$	$\frac{3.1}{2.9-3.2}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.083}{0.047-0.115}$
	Сфагновый мочажинный	10	$\frac{12.81}{9.26-16.56}$	$\frac{13}{10-15}$	$\frac{3.3}{2.49-4.2}$	$\frac{3.7}{-}$	$\frac{1.53}{-}$	$\frac{0.116}{0.087-0.149}$
Травяно-моховая	Пушицево-сфагновый	15	$\frac{14.83}{7.30-23.72}$	$\frac{28}{10-50}$	$\frac{2.7}{0.90-4.8}$	$\frac{2.9}{2.8-2.9}$	$\frac{1.52}{1.51-1.52}$	$\frac{0.111}{0.061-0.183}$
	Травяно-сфагновый	5	$\frac{10.9}{9.29-13.97}$	$\frac{25}{-}$	$\frac{2.7}{2.71-2.7}$	$\frac{3.3}{3.3-3.3}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.132}{0.109-0.148}$
Травяная	Пушицевый	9	$\frac{10.66}{7.41-17.28}$	$\frac{38}{15-50}$	$\frac{3.4}{2.75-4.6}$	$\frac{3.0}{3.0-3.0}$	$\frac{1.53}{1.52-1.53}$	$\frac{0.137}{0.083-0.180}$
	Шейхцериевый	13	$\frac{14.43}{9.77-20.66}$	$\frac{22}{20-25}$	$\frac{3.2}{2.64-4.3}$	$\frac{4.1}{4.0-4.2}$	$\frac{1.53}{-}$	$\frac{0.103}{0.071-0.142}$
Древесно-травяная	Древесно-сфагновый	11	$\frac{17.37}{10.73-31.28}$	$\frac{15}{5-25}$	$\frac{7.6}{3.69-16.1}$	$\frac{2.9}{2.9-3.0}$	$\frac{1.55}{1.52-1.62}$	$\frac{0.091}{0.047-0.130}$
	Сосново-сфагновый	5	$\frac{8.21}{6.59-9.81}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{3.9}{3.88-3.9}$	$\frac{2.9}{-}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.169}{0.141-0.201}$
Древесная	Сосновый	3	$\frac{12.85}{6.79-17.23}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{4.8}{4.76-4.8}$	$\frac{2.8}{2.8-2.8}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.158}{0.084-0.195}$
Кустарничковая	Кустарничковый	4	$\frac{13.96}{12.72-15.79}$	$\frac{15}{-}$	$\frac{3.2}{3.18-3.2}$	$\frac{3.4}{3.4-3.4}$	$\frac{1.52}{-}$	$\frac{0.103}{0.091-0.111}$
Низинный тип								
Травяная	Осоковый	66	$\frac{9.99}{6.78-13.3}$	$\frac{27}{15-35}$	$\frac{10.48}{2.48-36.78}$	$\frac{5.2}{3.3-8.1}$	$\frac{1.58}{1.52-1.79}$	$\frac{0.147}{0.109-0.230}$
	Тростниковый	7	$\frac{11.45}{7.57-14.6}$	$\frac{31}{30-35}$	$\frac{15.61}{7.14-36.78}$	$\frac{5.9}{5.3-7.5}$	$\frac{1.62}{1.55-1.79}$	$\frac{0.138}{0.099-0.209}$
	Шейхцериевый	4	$\frac{8.64}{7.88-10.1}$	$\frac{15}{-}$	$\frac{3.65}{-}$	$\frac{3.3}{-}$	$\frac{1.53}{-}$	$\frac{0.160}{0.138-0.172}$
	Осоково-гипновый	24	$\frac{11.91}{8.12-16.9}$	$\frac{29}{20-35}$	$\frac{11.92}{4.65-29.93}$	$\frac{5.9}{4.8-7.9}$	$\frac{1.58}{1.53-1.73}$	$\frac{0.125}{0.085-0.168}$

Моховая	Гипновый	6	$\frac{10.20}{9.21-11.3}$	$\frac{30}{25-35}$	$\frac{24.21}{13.00-35.41}$	-	$\frac{1.68}{1.59-1.78}$	$\frac{0.152}{0.130-0.173}$
Древесно- травяная	Древесно- травяной	6	$\frac{10.15}{8.38-11.6}$	$\frac{33}{30-35}$	$\frac{11.71}{8.94-14.47}$	-	$\frac{1.58}{1.56-1.60}$	$\frac{0.143}{0.128-0.167}$
	Древесно- осоковый	22	$\frac{11.01}{8.73-14.5}$	$\frac{29}{15-40}$	$\frac{8.28}{5.65-11.20}$	$\frac{4.9}{4.8-5.0}$	$\frac{1.56}{1.54-1.58}$	$\frac{0.133}{0.100-0.163}$
Древесная	Березовый	10	$\frac{8.72}{6.57-12.4}$	$\frac{35}{-}$	$\frac{9.09}{7.66-10.52}$	$\frac{4.4}{3.7-5.1}$	$\frac{1.56}{1.55-1.57}$	$\frac{0.167}{0.118-0.206}$
	Сосновый	8	$\frac{8.52}{7.98-9.2}$	$\frac{30}{20-40}$	$\frac{8.46}{7.02-9.89}$	$\frac{4.9}{4.7-5.1}$	$\frac{1.56}{1.55-1.57}$	$\frac{0.164}{0.155-0.175}$
Древесно- моховая	Древесно- гипновый	5	$\frac{10.38}{9.47-12.0}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{10.27}{-}$	$\frac{4.8}{-}$	$\frac{1.57}{-}$	$\frac{0.139}{0.121-0.150}$

Примечание: в числителе приведены средние значения характеристик, в знаменателе – минимальные и максимальные значения, прочерк – нет данных.

Табл. 2

Коэффициенты корреляции (r) между ботаническим составом, зольностью, степенью разложения, кислотностью и физическими свойствами торфов

Параметры			Растительные остатки			Коэффициент пористости, e	Степень разложения, $D_{др}$	Зольность, $D_{ас}$	Кислотность, pH	Плотность твер- дых частиц, ρ_s	Плотность скелета, ρ_d
			травяные	древесные	моховые						
Верховые торфа	Растительные остатки	травяные	1.00								
		древесные	-0.14	1.00							
		моховые	-0.78	-0.51	1.00						
	Коэффициент пористости, e		-0.41	-0.14	0.46	1.00					
	Степень разложения, $D_{др}$		0.68	0.23	-0.74	-0.58	1.00				
	Зольность, $D_{ас}$		-0.17	0.15	0.03	0.20	-0.11	1.00			
	Кислотность, pH		0.36	-0.24	-0.17	-0.12	-0.14	-0.16	1.00		
	Плотность твердых частиц, ρ_s		-0.12	0.06	0.05	0.24	-0.21	0.95	0.01	1.00	
Плотность скелета, ρ_d		0.43	0.21	-0.52	-0.84	0.67	-0.07	0.00	-0.15	1.00	
Низинные торфа	Растительные остатки	травяные	1.00								
		древесные	-0.67	1.00							
		моховые	-0.45	-0.36	1.00						
	Коэффициент пористости, e		-0.05	-0.32	0.45	1.00					
	Степень разложения, $D_{др}$		-0.17	0.33	-0.19	-0.07	1.00				
	Зольность, $D_{ас}$		0.18	-0.04	-0.18	-0.25	0.32	1.00			
	Кислотность, pH		0.18	-0.16	-0.03	-0.06	0.38	0.59	1.00		
	Плотность твердых частиц, ρ_s		0.20	-0.02	-0.23	-0.28	0.30	0.99	0.57	1.00	
Плотность скелета, ρ_d		0.06	0.30	-0.43	-0.92	0.16	0.52	0.23	0.55	1.00	

Примечание: значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Повышение количества древесных остатков, как в верховых, так и в низинных торфах, ведет к увеличению степени разложения и плотности скелета. Снижение их количества вызывает рост показателей пористости низинных торфов, а повышение количества древесных остатков в верховых торфах снижает значения pH.

Для всех типов торфа характерен следующий факт: высокое содержание моховых остатков увеличивает пористость, снижает плотность скелета, для таких торфов характерны более низкая степень разложения (нужно отметить, что коэффициент корреляции значительно выше в верховых торфах), кроме этого, в низинных торфах снижается плотность частиц и зольность. Действительно, сфагновые мхи, типичные представители моховой группы верховых торфов, имеют высокую пористость, небольшую плотность и слабую степень разложения (табл. 1).

Другая не менее важная характеристика, которая определяет процентное содержание в торфе разложившихся гуминовых веществ и мелких негумифицированных остатков растений, – степень разложения. Торфа подразделяются на слаборазложившиеся ($D_{dp} < 20\%$), среднеразложившиеся ($20 < D_{dp} < 45\%$), и сильноразложившиеся ($D_{dp} > 45\%$) [2]. По данным И.И. Лиштвана [3], компоненты ботанического состава имеют тесную корреляционную связь со степенью разложения. Величина ее отражает условия увлажнения, в которых были сформированы соответствующие виды торфа, а также характер температурного режима. Разложение большей частью обусловлено микробиологическими процессами, происходящими в верхней части залежи, и в меньшей степени зависит от геологического возраста. Отмечены случаи, когда самые глубокие слои торфа имеют меньшую степень разложения, чем вышележащие, как результат обводненности залежи на этом этапе развития [4].

Степень разложения исследованных образцов низинного торфа изменяется от 15 (осоковый и древесно-осоковый торф) до 40% (сосновый, древесно-осоковый, древесно-гипновый торф), в среднем составляет около 30%. Необходимо отметить, что разброс значений этого показателя не велик. Наибольшее количество продуктов разложения содержат древесные торфа и торфа переходных групп: древесно-осоковый, древесно-травяной и древесно-гипновый. У образцов верховых торфов минимальные средние значения степени разложения выявлены у сфагновых видов, а также у кустарничкового и древесно-сфагнового торфа. У сфагновых торфов степень разложения небольшая – от 5 до 40%, чаще до 15%. У фускум-торфа и комплексного D_{dp} – менее 10%, у сфагнового мочажинного, ангустифолиум, магелланикум, и травяно-сфагнового торфов – до 25%. Причиной этого является присутствие сфагнола и выделение сфагнами органических кислот, которые обуславливают биохимическую устойчивость торфов, оказывая бактерицидное действие и сохраняя остатки других болотных растений. Максимальные значения показателя и самый широкий их разброс выявлены у пушицевого и пушицево-сфагнового торфа, высокие значения получены также для древесных торфов.

Степень разложения всех исследованных торфов (табл. 2) снижается с ростом содержания мхов и увеличивается с повышением количества древесных остатков, а в верховых торфах и с повышением травяных. В низинных торфах с повышением показателя D_{dp} увеличивается рН, зольность и плотность твердых частиц, в верховых – растет плотность скелета, а коэффициенты пористости и плотность частиц снижаются.

Зольность – это отношение процента золы к абсолютно-сыхому веществу торфа. Согласно ГОСТу 21123–85 [2] к торфам относятся грунты с содержанием

минеральной части до 50%, и если степень зольности менее 20%, то торф относится к нормальнозольным, а если более 20% – к высокозольным. Исследованные торфа, в основном, нормальнозольные, и только несколько образцов отличаются повышенной зольностью. Зольность образцов низинных торфов находится в пределах от 2.48% (осоковый торф) до 36.78% (осоковый и тростниковый торф) и в среднем составляет 10.77% (табл. 1). Минимальная зольность отмечена у торфов древесной группы (березовый и сосновый виды), а также у древесно-травяного торфа. Наибольшие максимальные значения D_{as} выявлены у представителей травяной группы (осоковый и тростниковый виды) и у мохового гипнового торфа, так как они имели богатое и обильное питание более минерализованными поверхностными и подземными водами по сравнению с торфами древесными.

У образцов верхового торфа зольность находится в пределах от 0.8% (магелланикум-торф) до 10.1% (фускум-торф), в среднем составляя 5.6% (табл. 1). Минимальная зольность отмечена у сфагновых видов, максимальная – у древесных и древесно-сфагновых торфов, что обусловлено не только содержанием солей в самих растениях, а в первую очередь их положением в разрезе залежи. Торфа этих групп чаще находятся в нижних, придонных слоях, где переслаиваются с минеральными грунтами и имеют более богатое питание по сравнению со сфагновыми торфами в верхних и средних слоях верховых болотных массивов.

Для зольности у разных типов торфа сходные взаимосвязи не выявлены (табл. 2). Основная причина в том, что в верховых торфах зольность обусловлена незначительным содержанием солей и минералов, которые содержатся в растительных остатках, а в низинных торфах, кроме того, присутствует зольность привнесенная. Особенно ярко это проявляется в пойменных массивах и массивах низких террас, для которых характерно питание более минерализованными водами, привнос песчаных и глинистых частиц в паводок и половодье, а также их снос с вышележащих участков.

Наиболее высокая зольность типична для низинных торфов: в них она увеличивается с ростом значений таких характеристик, как плотность частиц, рН, плотность скелета, степень разложения, содержание травяных остатков, и уменьшается с ростом коэффициента пористости и содержания моховых остатков.

У верховых торфов влияние зольности проявляется намного сложнее, так как с ее повышением растет и коэффициент пористости, и плотность твердых частиц. Относительно высокие значения плотности твердых частиц получены в верховых сфагновых торфов с минимальной зольностью (рис. 1, левая часть графика) и высокой пористостью, затем значения плотности несколько снижаются для малозольных торфов других видов, возрастая с дальнейшим повышением привнесенной зольности в низинных торфах.

Результаты показали, что у исследованных торфов плотность частиц изменяется от 1.20 до 1.89 г/см³ (81 определение, торфа из залежей всех типов), у нормальнозольных – до 1.84 г/см³, у заторфованных грунтов – до 2.08 г/см³. Более часто встречаются значения в интервале от 1.4 до 1.6 г/см³. Плотность частиц низинного торфа (растительных остатков и минеральной составляющей) изменяется от 1.52 (осоковый торф) до 1.79 г/см³ (осоковый и тростниковый торф) и равна в среднем 1.58 г/см³. Наибольшие значения этой характеристики

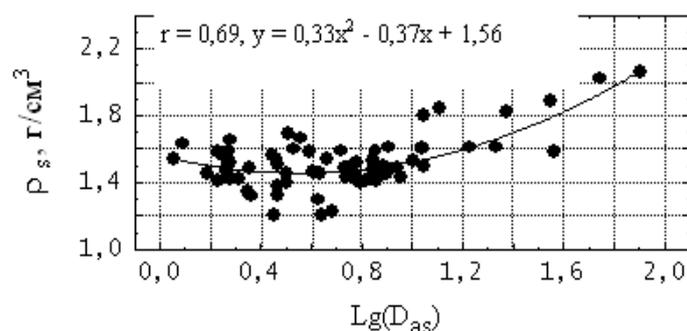


Рис. 1. Зависимость плотности частиц торфов и заторфованных грунтов от зольности

отмечены у низинных торфов с повышенной максимальной зольностью (табл. 1). Плотность частиц верхового торфа также невысока и равна в среднем 1.52–1.53 г/см³, минимальные значения отмечены у торфов древесной группы и торфов, содержащих древесные остатки, максимальные значения, как было отмечено выше, у сфагновых торфов.

Плотность частиц всех торфов повышается с ростом зольности. Значения этого показателя у низинных торфов растут с повышением кислотности, степени разложения, содержания травяных остатков и снижаются с увеличением коэффициента пористости и содержания моховых остатков. У верховых торфов плотность частиц растет с повышением коэффициента пористости и снижается с ростом степени разложения, что связано также с особенностями сфагновых торфов, для которых характерна низкая степень разложения.

Плотность скелета низинного торфа изменяется от 0.085 (осоково-гипновый торф) до 0.230 г/см³ (осоковый торф), среднее значения показателя – 0.144 г/см³. Наибольшие средние значения этой характеристики выявлены у торфов древесной группы, максимальные значения – у осокового, тростникового и березового торфа. У верхового торфа плотность скелета изменяется от 0.041 (фускум-торф) до 0.201 г/см³ (сосново-сфагновый). Плотность скелета верхового и низинного торфа уменьшается с увеличением пористости и количества моховых торфообразователей и растет с увеличением содержания древесных остатков. Плотность скелета низинного торфа увеличивается с повышением значений плотности частиц, зольности, а верхового торфа – с ростом степени разложения и количества травяных остатков.

Одной из наиболее важных характеристик грунтов, которая позволяет дать предварительную оценку механических свойств, при несложной процедуре получения данных, является коэффициент пористости. Анализ полученных данных показал, что у торфов Томской области коэффициент пористости изменяется в широком диапазоне – от 6.6 до 37.5 (рис. 2). Его значения у низинного торфа изменяются от 6.57 (березовый торф) до 16.8 д.е. (осоковый торф), среднее значение – 10.32 д.е. Необходимо отметить небольшой разброс значений показателя e , тем не менее можно выделить три группы торфов с минимальными значениями коэффициента пористости (березовый и сосновый виды), средними (осоковый гипновый, древесно-травяной и древесно-гипновый виды) и максимальными (тростниковый, древесно-осоковый и древесно-гипновый виды).

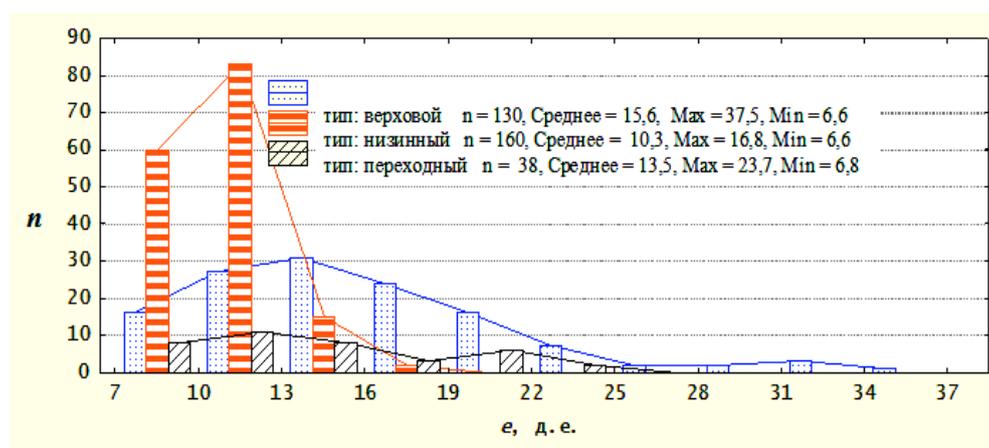


Рис. 2. Распределение коэффициентов пористости по типам торфа (n – число определений)

Значения коэффициента пористости верхового торфа изменяются от 6.59 до 37.5 д.е. (но чаще до 25, так как образцы с большей пористостью отобрать из залежи очень сложно), среднее значение – 15.6. Самые высокие средние значения коэффициентов пористости, более 17 д.е. (табл. 1), отмечены у сфагновых видов торфа, относящихся к моховой группе, минимальные значения – у более разложившегося сосново-сфагнового торфа. Максимальные значения e получены для фускум-торфа, комплексного и древесно-сфагнового торфов (табл. 1). Фускум имеет также самый широкий разброс значений коэффициентов пористости.

У торфов всех типов коэффициент пористости увеличивается с ростом содержания моховых остатков и уменьшается с увеличением плотности скелета.

Коэффициент пористости низинного торфа убывает с ростом плотности скелета, содержания древесных остатков, плотности частиц и зольности. Коэффициент пористости верховых торфов уменьшается с повышением содержания травяных остатков, степени разложения и увеличивается с повышением зольности и плотности частиц.

Выявленные закономерности (табл. 2) позволили вывести следующие уравнения для расчетов коэффициентов пористости по показателям состава, степени разложения и зольности для верхового торфа:

$$e = 20.9 - 4.64 \lg h,$$

$$e = 10.06 + 0.085 \lg m,$$

$$e = 27.8 - 10.3 \lg D_{dp};$$

для низинного торфа

$$e = 10.9 - 0.8 \lg w,$$

$$e = 7.9 + 2.04 \lg m,$$

$$e = 10.7 - 0.04 D_{as};$$

где h – процентное содержание травяных остатков; m – процентное содержание моховых остатков в торфах; w – процентное содержание древесных остатков.

Таким образом, результаты исследований физических свойств низинных и верховых торфов Томской области выявили, что значения показателей существенно отличаются друг от друга. Низинные торфа довольно однородны и их физические свойства зависят от зольности и ботанического состава. Для них характерны невысокие коэффициенты пористости, небольшая зольность (тем не менее значения данных параметров выше, чем у верховых торфов) и средняя степень разложения. С увеличением зольности повышаются плотности торфов, с ростом остатков мхов в составе повышается пористость, при доминировании древесных остатков коэффициенты пористости уменьшаются, и, соответственно, в этом случае торфа упрочняются. Необходимо отметить, что не обнаружена зависимость между степенью разложения и коэффициентом пористости, и, следовательно, для низинных торфов степень разложения не может служить классификационным показателем. Верховые торфа отличаются малой зольностью, небольшой плотностью скелета, высокими коэффициентами пористости, особенно когда в их составе преобладают сфагновые мхи. При доминировании травяных остатков и повышении степени разложения (которая выше в травяных и древесных торфах) коэффициенты пористости уменьшаются, и такие торфа являются более подходящими основаниями для сооружений при прочих равных условиях.

Высокое содержание моховых остатков во всех типах торфов увеличивает пористость, снижает плотность скелета, для них характерна более низкая степень разложения. В итоге нужно отметить, что, очевидно, более тесные зависимости и меньший разброс значений показателей будут получены при изучении свойств торфов одной группы вне зависимости от типа торфа. Результаты исследования и регрессионные зависимости рекомендуется использовать для предварительной оценки физических и деформационных свойств верховых и низинных типов торфа, они станут также основой для дальнейшего изучения взаимосвязей между показателями механических свойств торфов.

Summary

V.V. Kramarenko. Comparative Characteristic of Physical Properties of High-moor and Low-moor Peats in Tomsk District.

The article presents the results of studying the ash contents, decomposition degree, botanical composition and physical properties of peats of low moors and high moors in Tomsk district. Relations between peats' composition, conditions and properties have been revealed and analyzed. These relations can be used for forecasting the behaviour of peat soil under building constructions.

Key words: marsh, types of peat, peat composition, physical properties of peat.

Литература

1. ГОСТ 21123-85. Торф. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 47 с.
2. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 25 с.
3. *Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А.* Физика и химия торфа. – М.: Недра, 1989. – 304 с.

4. *Тюремнов С.Н.* Торфяные месторождения. – М.: Недра, 1976. – 487 с.
5. *Пичугин А.В., Платон В.М.* Торфяные месторождения и их разведка. – М.: Гос. энерг. изд-во, 1951.– 496 с.
6. Торфяные месторождения Томской области: Справочник / Отв. ред. В.Д. Марков. – М.: Геолторфразведка, 1971. – 306 с.

Поступила в редакцию
16.03.09

Крамаренко Виолетта Валентиновна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета.

E-mail: gige_ignd@mail.ru