

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА

ЦИЛАТ

Н. П. КУЗНЕЦОВА

**ИЗУЧЕНИЕ БОЛОТ
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ДОРОЖНОГО
ДЕЛА**

ОГИЗ. ГОСТРАНСИЗДАТ. МОСКВА. 1931

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

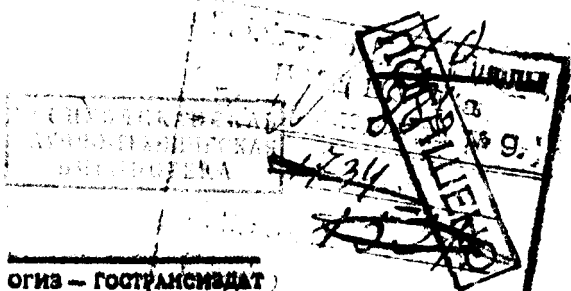
Н. П. КУЗНЕЦОВА

ПОГАЩЕНО

ИЗУЧЕНИЕ БОЛОТ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ДОРОЖНОГО ДЕЛА

ПО МАТЕРИАЛАМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ДОРОЖНОГО
БЮРО ГЛАВДОРТРАНСА
Б С С Р

ОТДЕЛЬНЫЙ
ОТТИСК ИЗ СБОРНИКА
ЦИАТА ГРУНТЫ, ГРУНТОВЫЕ
И ГРАВ И Н Ы Е Д О Р О Г И



ОГИЗ — ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА — 1961

13055616

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Ст.
Предисловие	3
1. Факторы, обуславливающие осадку насыпи на болотах . .	5
2. Образование торфов и свойства болот	26
3. Влияние болота на характер оседания насыпи.	58
4. О форме насыпи и величине погружения ее в торф . . .	73
5. Некоторые указания на методы обследования болот	84

Редактор А. Минстер.

Техредактор З. Лившиц.

Уполн. Главлита Б-8480.

Тираж 6230 экз.

6-я тип. ОГИЗ'а «Пролетарское слово», Москва, Каляевский туп., 8/8.

ПОГАНЦЕ

Общее количество неудобных земель БССР, состоящих почти целиком из болот, по данным Центрального статистического управления, равно 2 318 679 га, что составляет 21% общей площади территории¹. Данные эти, конечно, не точны, так как, с одной стороны, не все неудобные земли заняты болотами, а с другой стороны, площадь болот и заболоченных угодий учитывается при статистическом обследовании недостаточно точно. Например, Спарро, обследовавший казенное лесничество Вологодской губ. (в прежних размерах), занимающее 90% всей площади, обнаружил свыше 7 млн. га болот вместо 2 млн., вычисленных Центральным статистическим комитетом².

Но как бы ни были неточны данные о площади, занимаемой болотами БССР, тем не менее процент их очень велик и превышает во много раз процент болот в наиболее заболоченных государствах Западной Европы: Швеции—12,5%, Ирландии—6,8%, Дании—6,2%, уступая место только Финляндии (30%)³. Следствием такой заболоченности территории БССР является то обстоятельство, что грунтовые и шоссейные дороги часто пролегают через заболоченные пространства и пересекают в силу необходимости глубокие и топкие болота. При таком значительном расширении дорожной сети, которое мы наблюдаем за последнее десятилетие, встает вопрос об отыскании наиболее

¹ А. Дубах и Р. Спарро. «Осушение болот открытыми канавами». ГИЗ. 1929 г., стр. 38.

² В. Н. Сукачев. «Болота, их образование, развитие и свойства». Изд. Лесн. института. Ленинград, 1926 г.

³ И. И. Вихляев. «Торфяные запасы России». 1921 г.

рациональных переходов через болота и разработке методов обследования болот с этой целью.

Для правильного решения его необходимо изучение болот БССР с дорожной точки зрения, необходимо изучение деформаций насыпей на них и установка стационарных наблюдений над опытными дорожными участками, заложенными на болотах.

Попробуем в дальнейшем изложении установить те принципы, на которых должно основываться подобное изучение и установить те моменты из жизни болот, которые непосредственно связаны с дорожным строительством.

ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ОСАДКУ НАСЫПИ НА БОЛОТАХ

Значительные затруднения представляет для строителей устройство дорожного полотна на болотах. Подобные работы связаны в большинстве случаев с возведением насыпей, а следовательно, с дорогими крупными работами. Чем выше возводится насыпь, тем дороже постройка. Высота насыпи зависит: 1) от того, насколько она опустится в торф, или, иначе говоря, от осадки торфа; 2) от высоты ее над болотом, обусловливаемой высотой поднятия весенних вод. «На осадку наибольшее влияние оказывает глубина торфяного слоя и глубина слоя ила под торфом»¹. Общепринятая расчетная² высота насыпей на болотах по Л. Бернацкому выражается формулой:

$$H + \frac{h}{2},$$

где H —высота насыпи над болотом, h —глубина болота. «Это предположение³, пожалуй, верно для болот, не имеющих внизу илистого слоя, но совершенно неверно в случае наличия последнего, так как в иле осадка происходит на полную его толщину, да еще откосы в иле ложатся очень полого. Наиболее правильно поэтому для предварительного подсчета земляных работ на болотах пользоваться формулой:

$$H + \frac{h}{2} + 1,5 h',$$

¹ «Временное руководство по грунтовым дорогам». Цудотранс Исследов. Дорожное Бюро. Ленинград, 1929 г., стр. 154.

² Г. Д. Дубелир, В. М. Толстопятов. «Земляные работы». ГИЗ. 1928 г., стр. 343.

³ Л. Бернацкий. «Деформация земляного полотна и борьба с ним при постройке и эксплуатации ж. д.». Берлин, 1922 г.

где h' —толщина слоя ила или иного, совершенно разжиженного грунта».

Остановимся более подробно на каждой из этих величин.

Высота насыпи над болотом

Высота насыпи над болотом определяется согласно инструкции Цудортранса за 1929 г.¹, следующими образом:

«При проведении дороги в низменных или болотистых местах и на поймах рек, полотно дороги должно проектироваться с возвышением в первом случае над дном канав или над уровнем грунтовых вод на 0,80 м и во втором случае—над горизонтом самых высоких вод на 0,50—1,10 м. Следовательно, величина H состоит из: 1) возвышения насыпи над уровнем грунтовых вод и 2) максимальной высоты уровня половодья.

Величина насыпи, опускающаяся в торф

Для того, чтобы осадка насыпи на болотах равнялась $h/2$ (половине глубины болота), необходимо: А) чтобы торфа были во всех болотах тождественны и обладали одними и теми же свойствами; Б) чтобы строение болота от поверхности до дна оставалось одним и тем же.

Свойства торфов

В дальнейшем сообщаем сведения о свойствах торфов, которые, как увидим, играют роль при учете опускания насыпи в торф.

Так как торф образуется из остатков полуразложившихся растений, естественно, что ботанический состав его играет важную роль при характеристике торфа. Поэтому виды торфа разделяются на практике по ботаническому составу и называются по преобладающим в них остаткам растений следующим образом: сфагновый, пу-

¹ «Сборник временных инструкций и технических условий по производству изысканий, проектированию и постройке грунтовых, гравийных, шоссейных и мощеных дорог». Смоленск. Изд. изыск. отряда Белдортранса, 1929 г.

шицево-сфагновый, пушицевый, сосново-кустарниковый, шейхцериевый, осоковый, гипновый, тростниковый, хвощевый, ольховый, лесной и т. д.

Химический состав

О химическом составе торфов говорит нижеследующая таблица Цайлера и Вилька (стр. 8—9).

Приведенные данные свидетельствуют, что химический состав торфов сильно варьирует в зависимости от ботанического состава (вида торфа). Анализы торфов Виленской губ., произведенные в 1914 г. Линдой¹, дали следующие результаты в процентах.

Таблица Линда

Виды торфа	Число анализов	Содержание в %						
		Золы	Азота	Фосфора	Извест.	Калия	Кремния	Железа и алюм.
Тростниковый торф	5	8,42	1,45	0,19	0,10	0,22	4,21	2,42
Осоковый >	7	13,03	2,06	0,48	2,01	0,20	4,18	5,00
Ольшанниковый >	3	11,49	1,48	1,40	2,44	0,81	4,41	3,41
Пушицевый >	4	8,33	1,21	0,22	0,40	0,14	5,83	1,41
Сфагновый >	8	5,37	1,08	0,20	0,64	0,16	2,47	1,88

Эти данные, конечно, ближе подходят к условиям БССР. Из них явствует, что химический состав и общее содержание золы сильно колеблется от 5,37 для сфагнового торфа и до 13,03% для осокового.

«Сравнивая данные анализа торфа Полесья, произведен. Минской болотной станцией, с данными, приведенными выше, можно видеть, что торф исследованного района богат фосфорной кислотой, содержание которой в нем значительно

¹ Материалы по обследованию торфяников Виленской губ. 1915 г.

Таблица Цайлера и Вильке

Виды торфа	Чистой воды		Капли	Извести	Окиси же- лезы и тан- нозем		Фосфорн. кислоты	Серной кислоты	Кремневой кислоты и нераствор. вещей	Азота
	Органиче- ского ве- щества	1	3	4	5	6	7	8	9	10
Тростниковый торф										
Неразложившийся	85,35	14,65	0,244	0,945	4,173	0,167	1,188	7,511	1,86	
Мало разложившийся	88,20	11,80	0,053	3,021	1,104	1,169	1,980	5,229	2,29	
Сильно разложившийся	89,54	10,46	0,035	4,998	0,490	0,176	1,329	3,162	3,07	
Совершенно разложившийся	87,15	12,85	0,262	0,456	2,573	0,092	0,789	8,497	1,88	
Осоковый торф										
Неразложившийся	96,16	3,84	0,061	1,774	0,424	0,063	0,761	0,594	2,19	
Мало разложившийся	96,03	3,97	0,048	0,507	1,405	0,071	0,284	1,565	1,63	
Сильно разложившийся	96,49	3,51	0,042	1,522	0,999	0,059	0,468	0,296	2,10	
Совершенно разложившийся	94,32	5,68	0,035	2,538	1,470	0,049	0,287	1,092	1,32	
Глинистый торф										
Неразложившийся	92,39	7,61	0,128	3,001	0,370	0,077	2,254	1,462	2,06	
Мало разложившийся	94,27	5,73	0,088	0,432	1,780	0,089	0,426	2,739	2,25	
Сильно разложившийся	96,68	3,32	0,058	1,145	1,292	0,053	0,426	0,268	2,08	

Ольховый торф	98,40	1,60	0,055	0,453	0,347	0,046	0,320	0,208	1,37
Березовый торф									
Мало разложившийся	97,82	2,18	0,052	0,537	0,438	0,051	0,490	0,509	1,60
Сильно разложившийся	96,56	3,44	0,033	0,394	1,763	0,145	0,284	0,685	2,29
Торф из шейцери									
Мало разложившийся	96,20	3,80	0,048	0,241	0,766	0,319	0,110	2,195	2,62
С небольшо. колич. волокна	97,76	2,24	0,146	0,330	0,722	0,255	0,148	0,494	2,15
Торф из пушцы									
Мало разложившийся	99,41	0,59	0,057	0,116	0,162	0,027	0,124	0,058	0,85
С небольшо. колич. волокна	99,47	0,53	0,038	0,089	0,134	0,044	0,076	0,141	1,26
Сфагновый торф									
Неразложившийся	98,07	1,93	0,119	0,288	0,275	0,066	0,150	0,946	0,89
Мало разложившийся	99,36	0,64	0,062	0,120	0,070	0,055	0,088	0,186	0,79
Сильно разложившийся	96,79	3,21	0,052	1,789	0,357	0,058	0,305	0,491	1,35
Совершенно разложившийся	96,08	3,92	0,104	0,089	0,443	0,043	0,111	3,047	0,88
Вересковый торф	89,99	10,01	0,128	0,290	1,425	0,220	0,182	7,650	2,28

выше, чем в германских и виленских торфах; богат азотом (средн. 2,36%); не уступает им по содержанию извести и значительно беднее их по содержанию калия»¹.

Зольность

Таким образом зольность торфа зависит от его ботанического состава, а потому и процентное содержание золы характеризует ботаническое происхождение торфа и этим дает общие указания на другие свойства торфа, зависящие от его происхождения. Содержание золы изменяется со степенью оторфованности и тем самым служит некоторым признаком степени зрелости торфяной массы. Кроме того, на зольность торфа оказывает большое влияние топография болота. Заливаемые болота могут иметь торф с повышенной зольностью, иногда чрезвычайно большой благодаря наносам ила рекою или весенними водами. Количество золы в торфе, считая на абсолютно сухое вещество, колеблется от 0,74 до 57,0%, причем в большинстве случаев процент золы, превышающий для верховых болот 5% и для низинных—15%, указывает на механическую примесь к торфу минеральных веществ (отдельные вкрапления, прослойки, примесь подпочвы и пр.) или же на илистый характер его.

Сухое вещество

Сухое вещество складывается из органической и минеральной или зольной части. Поэтому увеличение зольности сказывается на увеличении веса сухого вещества.

Связность торфа

В практике торфяного дела при определении прочности кирпичей определяют связность торфа². Она характеризует способность торфа противостоять размыванию дождей и разламываться при сбрасывании. Связность обуславливается: степенью разложимости—гумификацией торфа,

¹ В. Г. К а с а т к и н. «Почвенная характеристика заболоченных пространств Белорусского Полесья».

² «Словарь-справочник по торфяному делу». Научно-исследовательский торфяной институт. 1928 г.

характером растительных остатков, из которых состоит торф, степенью увлажненности торфа. Чем лучше торф гумифицирован и чем больше при этом его влажность, тем меньше его связность.

Сцепление

Связность торфа зависит от силы сцепления торфяных частиц. Г. Пухнер¹, характеризуя сцепление торфа, указывает что сцепление сильно меняется у одного и того же вида торфа, особенно под влиянием промерзания. Равным образом мы встречаем очень значительное расхождение в сцеплении торфа в зависимости от его происхождения, степени разложения, содержания минеральных примесей и т. д.

Сорта торфа, которым вследствие малого разложения недостает связи коллоидальных гумусовых веществ, в сухом состоянии, как известно, очень легко распадаются на отдельные волокна и пыль. Их сцепление может быть принято равным нулю. Но там, где растительные волокна склеены между собой органическими коллоидами, наблюдается очень высокое сцепление, особенно в сухом состоянии.

Сопrotивление разрыву

Испытания образцов торфа на разрыв, сделанные в ЦИАТЕ^е инж. Л. В. Пашковым и В. И. Борисовым, дали следующие результаты:

Испытанию подвергался образец № 1 осокового торфа с большим содержанием грубых живых корней из сплавины в свежем разрезе светло-бурого цвета. Неразложившиеся растительные остатки хорошо заметны на-глаз. При сжимании в руке образец пачкает (торф заливался речными наносами); вода при сжимании не выделяется. Слабая степень увлажненности зависит от того, что при пересылке образцов по железной дороге имеющаяся в торфе вода, которою торф был обильно насыщен, вытекла из образца в силу его малой водоудерживающей способности.

¹ Г. Пухнер. «Торф». Новая Деревня. 1929 г., стр. 122.

Под слоем торфа, из которого взят образец № 1, залегает разжиженная торфянистая масса.

Образец № 2 осокового торфа взят с осушенного торфяника из горизонта 0—15 см. Образец № 3 взят из того же разреза, но из горизонта 15—30 см. Торф образца № 2 и 3 старше, чем торф образца № 1, более разложившийся, количество живых корней значительно меньше, цвета бурого. На глубине 15—30 см представляет более или менее однородную массу, выделяющую при сжатии в руке воду и не пачкает руки; при разжимании пальцев вода снова впитывается как губкой.

Вид торфа и его характеристика	№ образц.	Глубина взятия пробы	Влажность, отвечающая природной обстановке	Сопротивл. разрыву кг на 1 см ²	Влажность при воздушно-сухом состоянии	Сопротивл. разрыву кг на 1 см ²
Осоковый торф из сплавнины	1	8—11	249,74%	0,37	12,45%	0,715
Осоковый торф . . . с осушенн. торфян. с глубины 0—15 см.	2	4—7	240,54%	0,17	14,46%	0,38
		12—15	120,80%	0,06	9,80%	0,21
Тот же торф с глубины 15—30 см.	3	17—20	435,91%	0,24	39,45%	1,97
		24—27	436,76%	0,18	42,66%	1,12

Из таблицы видно, что при влажности, отвечающей природной обстановке, сопротивление образца торфа № 1 почти вдвое больше, нежели сопротивление образцов № 2 и 3.

Это объясняется большим содержанием в 1 образце не разложившихся корней; процесс разрыва идет в двух фазах: 1) нарушение связности между массой образца, состоящей из мелких частиц торфа и минеральных примесей, наступает моментально и не поддается оценке, и 2) разрыв волокон корневой системы, оказывающей значительное сопротивление, дающее в испытании наших образцов в среднем 0,37 кг/см² сечения образца.

В образцах, доведенных до воздушно-сухого состояния, временное сопротивление достигает 0,715 кг/см². В свою

очередь образцы № 2 и № 3 дают в верхнем слое, содержащем некоторое количество неразложившихся корней и залегающем от 4—7 см, сопротивление— $0,17 \text{ кг/см}^2$. На глубине 12—15 см неразложившихся корней не замечается, торф с примесью значительного количества минеральных частиц на вид землистый, сопротивляемость его $0,06 \text{ кг/см}^2$. На глубине от 17—20 см торф более уплотненный и хорошо разложившийся; сопротивление— $0,24 \text{ кг/см}^2$. На глубине 24—27 см качество торфа то же, что и у предыдущего; сопротивляемость $0,18 \text{ кг/см}^2$.

Образцы торфа с глубины 17—27 см при высушивании их до воздушно-сухого состояния, значительно уменьшались в объеме и представляли компактную массу, выдерживая значительную нагрузку, доходящую в отдельных образцах до $2,10 \text{ кг/см}^2$.

Хотя небольшое количество произведенных испытаний дает лишь ориентировочные результаты, но тем не менее из них выясняется следующее:

1. Сопротивление разрыву увеличивается от содержания живых неразложившихся корней в торфе.
2. Оно растет с увеличением разложимости торфа и его уплотнением (см. выше мнение Пухнера о роли коллоидального гумусового вещества в торфе при увеличении его связности).
3. Сопротивление разрыву у сухого торфа более чем у сырого.

Размываемость

Наибольшая допускаемая скорость воды в торфяном грунте вследствие разнородности торфа весьма различна. Наибольшие скорости воды, безопасные для канала при работе канала полным сечением, определяются Сев.-зап. оп. мелиоративной организацией по наблюдениям над состоянием канала следующими величинами¹.

В ольшаниковом торфе	0,50 м/сек
» луговом торфе	0,80
» сфагновом торфе	1,00
» пушицево-сфагновом торфе	2,25

¹ Дубах и Спарро. «Осушение болот открытыми каналами». Стр. 166.

Влагоемкость

Влагоемкость различных видов торфа меняется, по данным М. М. Юрьева¹ следующим образом:

Вид торфа	% поглощ. воды абсо- лютно сухим торфом	Удельный вес	Содержание зола в %
1. Молодой сфагновый торф: а) самый верхний слой . . .	1 459	0,6—0,7	2,28—0,74
2. Пограничный горизонт (сфа- гновый сильно разложивший- ся торф).	138	2,34	9,00
3. Старый сфагновый торф . .	887	0,82	1,61—2,79
4. Чистый гипновый торф . .	1 988	0,72	1,63
5. Тростниковый торф	247	2,03	90,88
6. Осоково-гипновый торф . .	781	1,05	7,36

Процент поглощенной воды абсолютно сухим торфом колеблется по этим данным очень сильно: от 1 459% для молодого сфагнового торфа до 138% для пограничного горизонта.

Итак, мы должны прийти к заключению на основании даже тех немногих анализов, которые приведены выше, что различные виды торфа обладают в зависимости от их ботанического состава различными химическими и физическими свойствами.

Эти свойства торфов оказывают влияние на усадку торфа, которая по мнению Дубаха и Спарро зависит от двух причин:

1. Торф обладает свойством после высыхания сильно изменяться в объеме. Опыт инженера Янковского дает следующую картину усадки торфа от высыхания².

¹ Юрьев М. М. Шуваловский торфяник «Черная Гора», часть I. Издание Науч.-мелиоративного института НКЗ. Вып. II. 1926 г., стр. 69—73.

² Дубах и Спарро. «Осушение болот открытыми канавами». Стр. 108.

«Первая проба высотой в 0,80 м взята в месте, где вся бина торфа была 2,00 м, поперечное сечение пробы 0,40 × 0,40 м. Проба была уложена в деревянный ящик. По мере высыхания высота пробы уменьшилась так:

7 сентября	1892 г.	во время	взятия	пробы	высота	ее	0,80 м
24	»	1892 г.	»	»	»	»	0,68 »
23 октября	1892 г.	»	»	»	»	»	0,62 »
21	»	1894 г.	»	»	»	»	0,52 »

Усадка торфа за 25 $\frac{1}{2}$ месяцев составила $\frac{0,28 \times 100}{0,80} = 35\%$.

Вторая проба высотой 0,90 м с болота с общей глубиной торфа 2,6 м:

22 сентября	1894 г.	во время	взятия	пробы	высота	ее	0,90 м
20 апреля	1895 г.	»	»	»	»	»	0,68 »
Усадка торфа за 7 месяцев							25%

Третья проба высотой 0,85 м с болота с глубиной торфа 1,0 м:

В мае	1894 г.	высота	0,85 м
»	октябре	1894 г.	0,72 »
Усадка торфа за 5 месяцев.			15%.

II. На канализованных болотах верхние слои торфа после понижения уровня грунтовой воды в них начинают давить на нижележащие и сжимать их.

Сущность этого явления состоит в следующем. Неканализованное торфяное болото большую часть года бывает обычно пересыщено водою настолько, что торф может рассматриваться в нем, как тело, погруженное в воду и теряющее в своем весе столько, сколько весит объем вытесняемой им воды. Если вес единицы объема сухого торфа обозначить через p , вес поглощаемой им в силу влагоемкости воды через p_1 , вес объема вытесняемой им воды—через p_2 , то давление P такого куска торфа в воде на нижележащий слой выразится:

$$P = (p + p_1) - p_2.$$

Часть $p + p_1$ оказывается иногда менее, чем p_2 (вес вытесняемой воды); в этом случае, понятно, верхний слой торфа в пересыщенном водою болоте оказывается пла-

вадим, получается зыбучее болото с волнующимся под тяжестью человека покровом.

С проведением осушительных канав начинается удаление воды с болота, и условия давления торфа резко изменяются; при этом по характеру изменения торфа возможно различить три стадии процесса осушения.

1. *Отвод верховой воды с болота.* В это время давление торфа на нижележащие слои остается без изменения, так как до момента стока всей поверхностной воды торф остается телом, погруженным в воду и давление выражается той же формулой.

Значит никакого уплотнения торфа в этой стадии осушения не происходит и если часть торфа была приподнята ранее водою, то произойдет лишь опускание поверхности болота, если же насыщенный торф был тяжелее воды, то не произойдет и опускания.

2. *Понижение грунтовой воды в болоте.* С началом этой стадии отвода воды условия давления торфа резко изменяются. Насыщенный до полной влагоемкости торф, хотя еще и остается очень богатым водою, но уже не будет в условиях тела, погруженного в воду и потому обнаруживает давление на нижние слои не только своим весом, но и весом той воды, которая удерживается им благодаря его влагоемкости, т. е. в этом случае

$$P = (p + p_1).$$

причем глубина грунтовой воды изменяется от 0 до h (глубина болота). Это давление будет тем больше, чем на большую глубину опустится грунтовая вода.

3. *Высыхание торфа благодаря испарению воды,* удерживающейся в нем силой влагоемкости, начинается вслед за опусканием грунтовых вод. При этом вследствие уменьшения p_1 уменьшается и давление торфа на нижние слои. В первой стадии понижения уровня пересыщающей болото воды давление остается постоянным, во второй стадии, при понижении грунтовых вод, давление торфа увеличивается и достигает наибольшего перед началом испарения; в третьей стадии, при испарении влагоемной воды, давление уменьшается и достигает в этой

стадии постоянной величины, большей, чем в первой стадии.

В действительных условиях природы вторая стадия понижение грунтовых вод, и третья стадия, испарение влагоемной воды, сливаются; поэтому кривая давления при исследовании явления на опыте будет плавно переходить от повышения к понижению, а не изгибаться под углом.

Под влиянием этого давления после осушения происходят уплотнение и осадка торфа во всей его толще от поверхности до подстилающего болота минерального грунта. Наблюдать такую осадку легко на всяком канале, прорытом по болоту, в котором погребен росший в прежнее время лес. На чистом дне прорытого канала через некоторое время появляется ярус пней погибшего когда-то здесь леса; по удалении этих пней через несколько лет показываются, как бы вылезают, другие. Ясно, что это опускается дно канала, т. е. садится и уплотняется слой торфа ниже дна канала.

Из изложенного объяснения причин осадки торфа, именно сжатия его от высыхания и уплотнения, а также от увеличения давления верхних слоев, вытекает, что величина осадки болота зависит от трех главнейших факторов:

- 1) глубины канала, обуславливающей высоту торфяного слоя, оказывающего давление на нижние слои;
- 2) глубины всего торфяного слоя на болоте, как тела подвергающегося уплотнению;
- 3) физических свойств, главным образом веса сухого вещества, находящегося в торфе, и влагоемкости последнего.

Эта осадка после канализации принимается во внимание при постройке дорог. Предварительно, для большего уплотнения болотной коры, полоса болота, по которой предполагается провести дорогу, осушается. Затем по краю полосы, по которой пройдет дорога, роют канавы глубиной 0,60—1,00 м и землю разбрасывают по дорожной полосе. Этим и кончается работа в первый год, произведенная для предварительной осушки дорожной полосы и уплотнения ее вследствие оседания торфа. На другой год уже приступают к устройству проезжей дороги ¹.

¹ К и б а л е ч и к А. Д. Осушение болот. Изд. Новая Деревня. 1926 г.

Итак, влагоемкость торфов и вес сухого вещества их влияют на осушку торфов под влиянием осушительных канав, а следовательно, должны оказывать влияние и при осадке торфов под дорожную насыпью.

Строение торфяной залежи

Но не вся толща торфа имеет одинаковый ботанический состав с поверхности торфяника до его дна.

Растительные сообщества болот борются друг с другом и сменяют друг друга, погребая побежденных под толщею вновь нарастающего торфа¹. Этому способствует в первую очередь изменение внешней среды на болоте поэтому виды торфа залегают в болотах один под другим послойно, о чем подробно будет сказано ниже.

Величина насыпи, опускающаяся в ил

Меняются виды торфа, меняется и величина осадки каждого слоя. Особенно рельефно выступит эта разница между осадками отдельных слоев, если мы дадим правильное название «слою ила или иного совершенно разжиженного грунта», по Бернацкому залегающему под болотами, и отнесем его к озерным образованиям, называемым сапропелитами. Вот что пишет В. Н. Сукачев о сапропелитах².

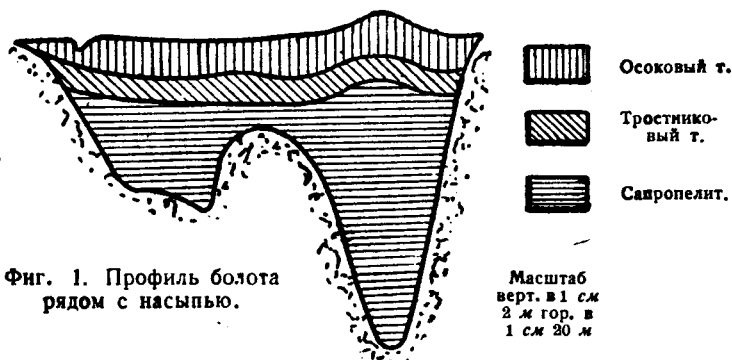
«Сапропелит представляет почти однородную массу первоначально мягкой консистенции, впоследствии же на дне торфяников делается он плотным и приобретает желатинообразный упругий характер, в изломе несколько маслянистый. Чаще всего он оливкового цвета, но иногда встречается с красноватым оттенком или почти серый». По В. Толмачеву «сапропелиты разделяются на «озернуги», студневидную, несколько землистую массу, и «тряснуги», желтоватую или розоватую также студневидную массу;

¹ Растительный покров складывается из целого ряда определенных группировок растений. Эти группировки получили название растительных сообществ, а часть ботаники, изучающая их—фитосоциология. См. проф. В. Н. Сукачев. Растительные сообщества. Введение в фитосоциологию. «Книга». Ленинград, 1928 г.

² Проф. В. Н. Сукачев. «Болота, их образование, развитие и свойства». Стр. 13.

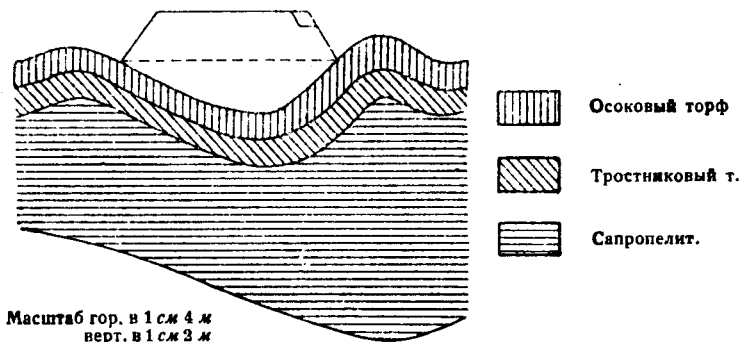
в сухом виде она приобретает твердость глины и светлосерый цвет».

Выдавливание сапропелитов из-под насыпей ясно видно на прилагаемом профиле (фиг. 1), который сделан



Фиг. 1. Профиль болота
рядом с насыпью.

вдоль болота рядом с осевшею насыпью. Болото расположено в районе реки Дриссы. Оно образовалось из



Фиг. 2. Образование бугров при опускании на-
сыпи на поперечном разрезе ее.

залива озера, который заполнился торфом. Впоследствии залив дренирован рекою.

Выдавливание сапропелита произошло сильнее под правой половиной насыпи, где давление, оказываемое последней,

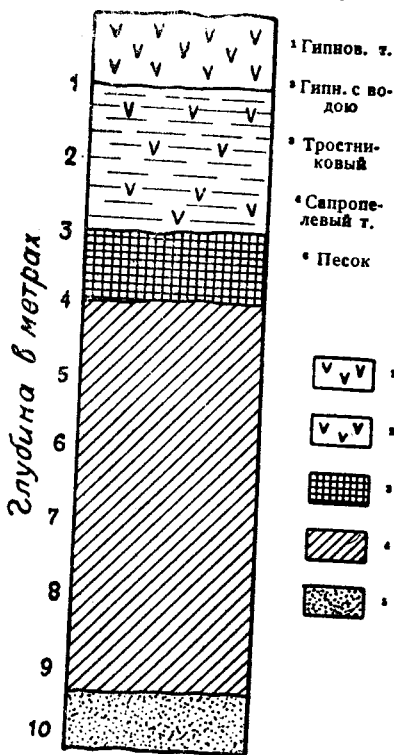
заставило скользить сапропелит вниз по склону, в то время как в левой половине сапропелит должен был подыматься по склону вверх, почему левый бугор меньше правого.

Таким образом торфяные бугры, образовавшиеся по бокам осевшего участка насыпи, приподняты сапропелитом. Масса его под бугром увеличилась за счет выдавливания ее из-под насыпи. В силу этого верхние слои осокового торфа на буграх значительно уплотнились под влиянием давления сапропелита снизу косо вверх (фиг. 2).

Свойство сапропелитов выдавливаться хорошо известно дорожникам. У Бернацкого величина $1,5 h'$, характеризующая осадку насыпи в иле, относится видимо и к сапропелитам.

Но не одни только сапропелиты способны растекаться под влиянием давления насыпи. Мы приводим ниже два разреза (фиг. 3, 4), сделанные в 5 м друг от друга. На одном из них изображен разрез нетроизившаяся в болото на 10 м.

Разрезы сделаны во время почвенно-грунтовых обследований 1929 г. В. А. Судаковым. Мы видим, что сапропелевый торф вытек из-под насыпи. Под нею остался только 1 м торфа, смешанного из всех слоев.

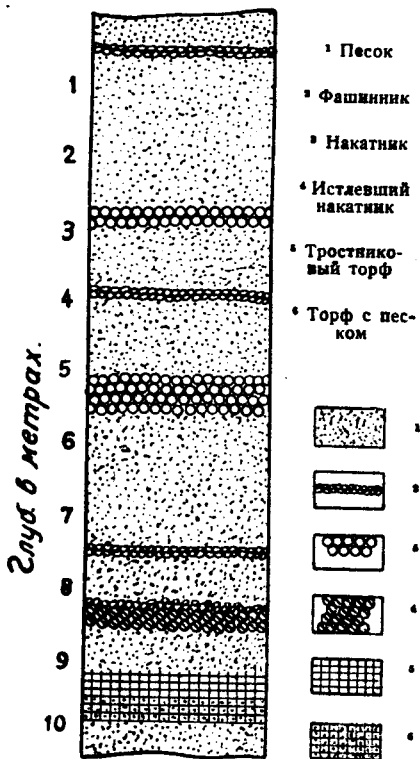


Фиг. 3. Разрез болота рядом с насыпью.

Не всегда сапропелиты и сапропелевый торф подвергаются выдавливанию. В районе реки Дриссы можно наблюдать глубокий торфяник, засыпанный речным аллювием в виде берегового вала.

Давление берегового вала, намытого рекой на торфяник, заменяет в данном случае искусственную дорожную насыпь. Верхняя часть берегового вала до глубины 1 м состоит из песка, намытого рекою; ниже до глубины 2 м залегают лесовидные суглинки. Отложения последних указывает на большой возраст нижней части берегового вала, почему процесс осадки торфов и выдавливание сапропелита можно считать законченным.

Как видно из фиг. 5, ни сапропелиты ни сапропелевый торф из-под берегового вала не вытекли. Это объясняется тем, что в 100 м от места бурения протекает река и дренирует торфяник. Извлеченные буром торфа были слабо увлажнены. Сравнивая разрезы фиг. 2 и 5, сделанные на одном и том же торфянике, можно прийти к выводу, что разжиженность торфа влияет на его усадку. Сопротивление торфа вдавлению насыпи зависит от силы сцепления между его частицами. Из приведенного примера на выдавливание сапропелитов в природных условиях мы



Фиг. 4. Разрез насыпи, осевшей на 10 м (составил В. Судаков)

«Болота обладают способностью сильно удерживать по-
лощенную воду, так как водопроницаемость торфа мала»¹.
По Оппокову вода в торфянике передвигается в год
по горизонтальному направлению всего 1—2 км. При этом
сфагновые торфа меньше водопроницаемы, чем травяные.
Противоположного мнения о водопроницаемости сфагнома
держится Гетманов. В дальнейшем изложении мы оста-
навливаемся более детально на этом вопросе. Не вдаваясь
сейчас в подробное объяснение причин, укажем лишь
следующие факты. На сфагновом болоте кривая депрессии
уровня грунтовых вод очень круто поднимается от канавы,
и на расстоянии уже 6 м от нее кривая выравнивается и ста-
новится горизонтальной, т. е. влияние канавы почти не
оказывается. Напротив, на низинном травяном болоте:
кривая депрессии грунтовых вод почти горизонтальна на
протяжении 13—22 м. Далее, мы читаем у того же автора:
«Эта затрудненная проницаемость воды торфом в горизон-
тальном направлении в связи с общим режимом воды в бо-
лоте приводит, по мнению Дубаха, Редигера и др.,
к тому, что в осушительную канаву на болоте вода попадает
не только сбоку, но и снизу».

Таким образом в торфяном болоте вода опускается в силу
своей тяжести вертикально до подстилающего торф водо-
проницаемого, обычно песчаного, слоя; затем идет по этому
слою горизонтально по направлению к проекции линии канавы,
поднимаясь затем вследствие напора вертикально
вверх и попадает в водоотводный канал.

М. М. Юрьев пишет, возражая А. Дубаху, что «в дви-
жении каждой капли воды, с момента прорыва канала в тор-
фянике участвуют две силы: одна сила влечет частицу
воды вниз благодаря силе тяжести, другая же сила—сила
разности давления, несомненно, оказывает свое воз-
действие. Первая сила влечет каплю вниз, вторая будет
стремиться отклонить ее в сторону канала, и следова-
тельно капля воды будет двигаться в направлении равно-

¹ В. Н. Сукачев, стр. 70. Там же.

Водопроницающая способность, водопроницаемость—водопрово-
димость,—синонимы. Они говорят об одних и тех же свойствах торфа.

действующей этих двух сил, т. е., вообще говоря, ее движение будет совершаться по некоторой кривой.

Поступление воды в кюветы очень важно для дорожного дела. Вода, поступающая в кюветы со дна, часто способствует засорению их, так как вместе с водой кюветы заполняются бесструктурными частицами, вымытыми из нижележащего разложенного торфа.

Резюмируя все вышесказанное, мы приходим к выводам, что для выяснения правильной осадки торфяника под насыпью нужно знать: 1) глубину торфяника, 2) ботанический состав (вид) торфа, 3) послойное залегание торфов и 4) степень влажности их. К сожалению экспериментальных опытов для установления величины осадки различных торфов под влиянием давления насыпи не производилось.

Нужно полагать, что при прочих равных условиях усадка торфа под давлением насыпи: 1) будет меньше у торфов, обладающих большим весом сухого вещества, большею зольностью или большею минерализованностью; 2) будет меньше у торфов, обладающих меньшею влагоемкостью и 3) совершится скорее у торфов, легче осушаемых.

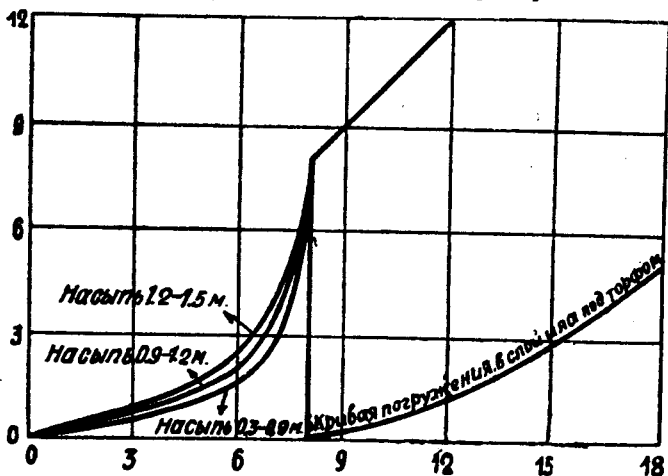
Эти предположения нуждаются в проверке опытами. Необходимо произвести наблюдения опытного характера над имеющимися насыпями, установив связь между осадкой и строением торфяника.

Необходимо произвести опыты для выяснения зависимости величины усадки у различных видов торфа от величины нагрузки.

В результате ряда таких опытов желательно установить нормы осадки на различных типах торфа.

Опытные данные американской дорожной практики, приводимые во «Временном руководстве по грунтовым дорогам» 1929 г., не соответствуют условиям БССР. Для определения величины осадки насыпи они пользуются кривыми, изображенными на чертеже, приводимом ниже (фиг. 6). На означенном графике по оси абсцисс отложена глубина торфяного слоя, а по оси ординат — величина осадки насыпи. Первые три кривые относятся к насыпям с возвышением над уровнем болота соответственно от 0,3—0,9 м,

Погружение насыпи
в метрах.



Глубина болота в метрах

Фиг. 6.

глубины 8,0 м насыпь совершенно проваливается в торфяной слой и достигает его дна, так что в этом случае все три кривые сливаются вместе. До глубины торфяного слоя в 8,0 м толщина слоя ила не влияет на общую осадку, свыше же этой глубины насыпь будет проникать в ил.

Полученные нами данные, как увидим в дальнейшем изложении, далеко не всегда соответствуют этим кривым. Для того, чтобы выяснить почему это происходит, необходимо познакомиться со свойствами болот.

Каждой растительной ассоциации вполне точно соответствуют определенные условия местообитания¹, химические и физические свойства внешней среды и водный режим ее. В болотных ассоциациях² водный режим играет главную роль. «Обилие влаги ведь и есть то, что составляет основную черту всякого болота, что определяет по преимуществу все его свойства». Избыточная влажность и недостаток кислорода замедляют разложение органических остатков и способствуют образованию торфа. От свойства воды, которой питается болото, зависит его растительность и вид образующегося торфа; оттого, как болото снабжается водой, каков его водный режим, зависит степень насыщенности торфов водою.

Однако водный режим болота не постоянен: под влиянием воздействия самой растительности он постепенно изменяется и в свою очередь влияет на смену растительных ассоциаций. Эту смену хорошо изучили на основании ботанического анализа торфа. Болота обладают редким и очень ценным для научного исследователя свойством со-

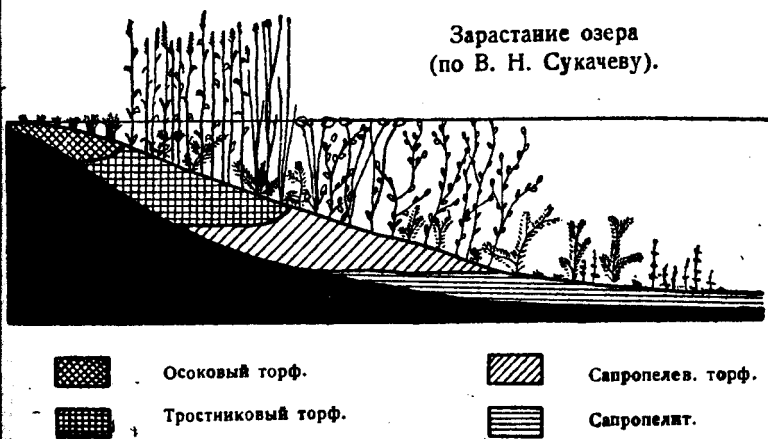
¹ Проф. В. Сукачев. «Растительные сообщества». 1928 г. Изд. «Книга», стр. 99.

² Проф. В. Н. Сукачев определяет слово ассоциация следующим образом: «Между понятием «сообщество» и ассоциация существует такое же соотношение, как между «растением» и «видом». Как слово «растение» употребляется для обозначения данного растительного индивидуума, а вид объединяет все растения, однородные в своих существенных, наследственно сохранившихся чертах, так точно сообщество может быть употребляемо в конкретном смысле, а ассоциация объединяет все сообщества, имеющие одинаковую фитосоциальную структуру. Проф. В. Сукачев. «Растительные сообщества». Ленинград. 1928 г. Изд. «Книга», стр. 103

хранять в торфе летопись былых времен. В торфе сохраняются неразложившиеся остатки растений, семена, корешки, кусочки древесины, кусочки листочков, пыльца деревьев. Все эти части можно с помощью лупы и микроскопа точно определить (произвести ботанический анализ) и восстановить таким образом документально постепенную смену растительных ассоциаций, их прошлую жизнь. Изучение болот, начавшееся около 150 лет назад, установило, что основными причинами их образования являются заторфовывание водоемов и заболачивание суши.

Заторфовывание водоемов

Заращение озер. Весенние талые воды, потоки дождевой воды, ручьи и реки, впадающие в озеро, осаждают на его дне тончайшие минеральные частицы, образуя



Фиг. 7.

слой серо-голубого нежного озерного ила или глины¹. Если эта вода обогащена известью, последняя отлагается совместно с илом на дне водоема, образуя озерный мергель².

¹ По В. Толмачеву такие глины называются «мясниги».

² И. И. Вихляев. «Техническая инструкция по исследованию торфяных болот». Изд. «Новая Деревня». Москва. 1928 г.

МЕРГЕЛЬ бывает белого, серого, желто-серого цвета, содержит раковины пресноводных моллюсков, легко узнается по вскипанию с кислотами. Залегает или прямо под лугowymi торфяниками, или лежит ниже сапропелита.

ЧЕРНЫЙ МЕРГЕЛЬ Обычно плотный черный, пачкающий руки. Лежит ниже мергеля, светлеет на воздухе и с кислотами выделяет углекислоту и сероводород. Нами встречался с синеватым оттенком.

Отложения ила и мергеля постепенно повышают дно озера. Исключительно минеральные осадки отлагаются недолго. Воды его переполняются микроскопическими, свободно взвешенными в воде одноклеточными растениями и животными (планктоном). Планктон, отмирая и падая на дно, образует над озерным илом слой сапропелита.

САПРОПЕЛИТ. По мнению Трибома, 75% сапропелита составляют экскременты мелких водяных животных. «В сухом ¹ состоянии сапропелит образует очень твердую массу. Содержание золы в нем колеблется от 18 до 70%. При перегонке дает около $\frac{1}{4}$ своего веса масляного дегтя, имеющего вид нефти». Структуру имеет тонко слоистую. Слой сапропелита достигает иногда значительной мощности.

Благодаря отложениям сапропелита уровень дна водоема продолжает постепенно повышаться и на нем появляется обильная растительность. Распределение растительности в водоемах зависит в первую очередь от глубины и от прозрачности воды в нем, так как в зависимости от толщины слоя воды и прозрачности его находится интенсивность освещения и температуры нижних слоев. Поэтому растительные сообщества распределяются зонально (полосами): на более глубоких местах селится зона микрофитов, т. е. водорослей, приспособленных к значительным глубинам; ближе к берегу селится зона макрофитов, т. е. цветковых растений, живущих всеми своими частями под водою. Следующая зона состоит из растений, листья которых плавают по поверхности воды; во второй, а особенно в третьей зоне (макрофитов и растений с плавающими на воде листьями), образуется сапропелевый торф. В этих зонах ¹ мы имеем как

¹ Словарь-справочник по торфяному делу. Научно-исследовательский торфяной институт. Изд. НТУ ВСНХ, стр. 243.

бы смешение двух процессов битуминизации, свойственной сапропелитам, и торфообразования. Поэтому отложения эти имеют промежуточный характер между сапропелем и настоящим торфом, и его можно назвать сапропелевым торфом.

САПРОПЕЛЕВЫЙ ТОРФ имеет вид темного ила, иногда почти черного. В нем попадаются значительные кусочки растений, а иногда кусочки корневищ и плоды. Часто попадают кусочки затонувших деревьев.

Еще ближе к берегу растет зона камышей или зона тростника с высоко поднятыми над водой стеблями. Остатки корневищ, стеблей и листьев этих растений, падающие на дно водоема, служат материалом для образования торфа и способствуют все большему и большему обмелению водоема. Здесь отлагается так называемый тростниковый торф.

ТРОСТНИКОВЫЙ ТОРФ образован корневищами и в меньшей мере стеблями и листьями тростника, а также грубым корневым войлоком последнего. Этот вид торфа узнается по желтым блестящим кусочкам корневищ и имеет грубослоистую структуру. В свежем состоянии—желтого цвета, на воздухе вследствие окисления постепенно переходит в темно-коричневый. Зола по различным данным содержит от 8 до 16%. В северной половине европейской части СССР тростниковый торф встречается редко в придонных слоях; на юге очень распространен в смеси с осокой. Нам он встречался часто до 4 м мощности.

КАМЫШЕВЫЙ ТОРФ встречается редко. Похож на предыдущий.

У самого берега растет хвощ топяной и крупностебельчатая осока.

ХВОЩЕВЫЙ ТОРФ¹. Образован стеблями, ветвями и корневищами хвоща. Легко отличается по черным стеблям. К нему нередко примешиваются остатки осок и других растений. Очень плотен, трудно разложим, богат минеральными веществами.

ОСОКОВЫЙ ТОРФ². состоит почти исключительно из гифимицированных корешков осоки, что очень хорошо видно

¹ В. Н. С у к а ч е в. «Болота, их свойства и образование», стр. 23.

² «Словарь-справочник по торфяному делу». Научно-исследовательский торфяной институт. Изд. НТУ ВСНХ СССР, 1927 г., стр. 313.

если он слабо разложился, в последнем случае имеет светлый цвет и быстро темнеет на воздухе (благодаря окислению). При сильной степени разложения имеет темный цвет, грубое строение и на изломе обнаруживает торчащие тонкие и извилистые осоковые корешки. Зольность сильно варьирует в зависимости от характера питания болота и видов осок, образующих торф. Не засоренный минеральными наносами осоковый торф имеет золы 6—11%¹.

По мере нарастания толщи торфа на дне происходит изменение толщины слоя воды в каждой зоне, и в конце концов она постепенно заменяется следующей, более мелководной. Таким образом мы видим, что каждая зона сама подготавливает почву для надвигания соседней.

Передвижение растительных ассоциаций в зарастающем озере происходит от краев к середине водоема по центростремительному направлению, как говорит Дубах. Заполнение торфом начинается со дна водоема; образующиеся послойно виды торфа заполняют его в конечном итоге целиком.

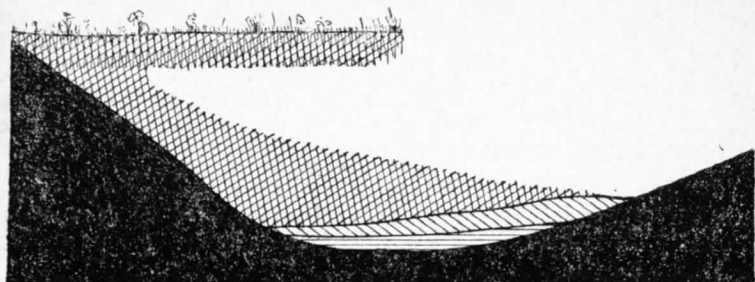
Образование сплавины (фиг. 8)

Не всегда зарастание озера происходит в описанном выше порядке. Над крутым берегом глубокого водоема, защищенного от ветра, с краев его начинается нарастание плавающего растительного ковра, называемого сплавной. Она образуется мхами из рода гипнума или сфагнума (фиг. 9).

При определении типа болот или вида торфа² до сих пор от гипнума не отличали зеленые мхи из других семейств, принимающих большое участие в образовании торфов Союза. Таким образом, в обычном понимании, «гипнум» — понятие сборное, соответствующее термину «зеленые мхи» — обитатели низинных болот. Гипнум требует достаточной

¹ И. В и х л я е в. «Техническая инструкция по исследованию торфяных болот», стр. 219 и Словарь-справочник по торф. делу, стр. 195.

² «Словарь-справочник по торфяному делу». НТУ ВСНХ. Научно-исследовательский институт. Москва.



Славина.



Сапропелевый торф.



Мутта.



Сапропелит.

Фиг. 8. Нарастание славина (по В. Н. Сукачеву).



Фиг. 9. Надвигание славина на озеро.

жесткости воды, произрастает обычно на безлесных обводненных топях в сообществе с некоторыми осоками и образует гипновый торф.

ГИПНОВЫЙ ТОРФ ¹. Золотисто-буро-зеленый, слабо разложившийся торф, легко узнается по цвету и прекрасной сохранности моховых стебельков и листьев. Сопровождающие остатки: семена вахты и сабельника, корневища тростника. В чистом виде встречается сравнительно редко. Зольность ² сильно колеблется вероятно, в зависимости от минеральных примесей: так имеются цифры от 4% до 12%.

Иногда сплавина образуется такими растениями, как трифоль, белокрыльник, сабельник, обладающими сильно ветвящимися длинными толстыми корневищами. На образовавшемся ковре, густо сплетенном из корневищ этих растений появляется возможность существовать другим представителям травяного болота из грубо-стебельчатого разнотравия и осок. Ковер сплавины с каждым годом продвигается все дальше и дальше к центру озера, пока поверхность воды не исчезнет под ним совершенно. В то же время тонкий, качающийся под ногами, ковер продолжает уплотняться и становится толще и толще. От нижней стороны его отрываются разбухшие от воды, наполовину разложившиеся части растений и опускаются на дно. Опустившиеся, оторфовелые растительные остатки образуют на дне озера слой мелкого, бурого, слегка зеленоватого ила—мутты³. Мутта может опускаться или прямо на минеральное дно или на залегающие уже там слои сапропелита и сапропелевого торфа. Мутта образуется не только из остатков сплавины, но и из материала, который приносится нижним подводным течением с противоположного берега.

Заращение водоема происходит и в данном случае по центроостремительному направлению. Выполнение же водоема торфом происходит в двух направлениях: 1) благодаря

¹ И. В и х л я е в. «Техническая инструкция по исследов. торфяных болот».

² «Словарь-справочник по торфяному делу». ВСНХ. Изд. НТУ Москва. 1928 г.

³ В. Н. С у к а ч е в. «Болота, их свойства и образование», Стр. 30.

утолщению сплавины с поверхности ее ко дну водоема и 2) благодаря отложениям на дне водоема сперва сапропелита, а потом мутты от дна водоема к его поверхности (фиг. 8). Между первым и вторым слоем остается слой воды, в дальнейшем превращающийся в слой жидкого торфа.

Из сплавины образуется торфяник, плавающий на водной поверхности. Растения, из которых она образуется, живут в условиях избыточной влажности и лишены необходимого количества кислорода. Поэтому в их тканях имеется большое количество воздухоносных ходов. Растительная ткань исходного материала, из которого образуется торф, обуславливает его высокую воздухоемкость или пористость.¹ Высокая пористость малоразложившегося торфа сплавины и значительное содержание воздуха в порах обуславливают способность сплавины плавать. Вес сухого вещества p + вес воды от влагоемкости p_1 у нее меньше, чем вес объема вытесненной воды p_2 т. е.

$$p + p_1 < p_2.$$

Если торф сдавлен между насыпью и минеральным дном водоема, как мы имеем в случае выполнения водоема торфом целиком, вода из него выдавливается, и он прессуется. Плавающий торфяной ковер не может, конечно, вынести такой нагрузки насыпи, какую может вынести торфяник, выполненный торфом до дна целиком. Плавающий торфяной ковер не может конечно вынести такой нагрузки насыпи, какую может вынести торфяник, выполненный торфом до дна целиком. В левой части неравенства прибавляется еще одно слагаемое— p_3 —вес насыпи, а объем вытесненной воды остается почти тот же.

Тогда получаем формулу:

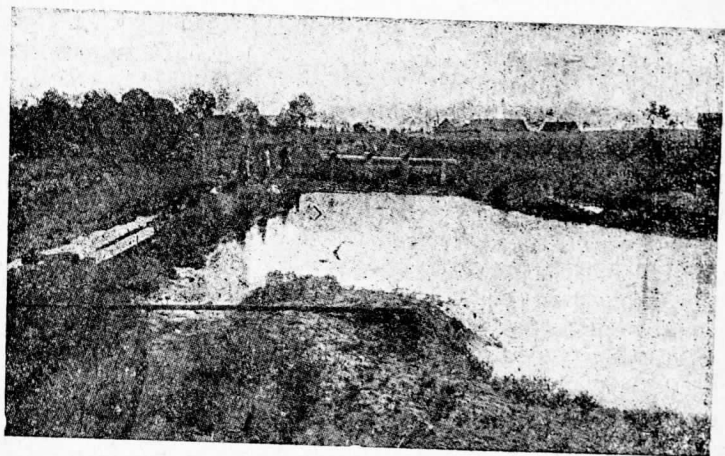
$$p + p_1 + p_3 > p_2.$$

Плавающий торфяник, образовавшийся из сплавины, погружается под давлением насыпи в воду, разрывается по сторонам насыпи, и все сооружения тонут. Несущая способность плавающего торфяника зависит в значительной мере от силы натяжения живых корней верхнего слоя торфа. Анализы торфа на разрыв, приведенные выше, указывают,

¹ Г. Пухнер. «Торф».

что сила сопротивления его увеличивается от присутствия живых корней почти вдвое. Разрезание кюветами верхнего слоя торфа, обладающего наибольшей силой сопротивления разрыву, уменьшает несущую способность его. Поэтому разрыв сплавнины очень часто происходит по кюветам.

Насыпи¹, устроенные на дне болота и правильно возведенные, являются гораздо более устойчивыми, чем насыпи на плаву и поэтому применяются чаще. Таким образом факт погружения насыпи на дно болота кажется в первый



Провал насыпи на плавающем торфянике.

Фиг. 10. Фотогр. С. Ф. Миценгендлера.

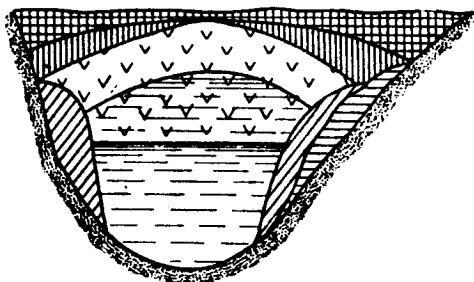
момент желательным явлением. Но, познакомившись ближе с глубинами болот, перекрытых сплавинами, и убедившись в том, что часто они достигают 10 и более метров глубины, приходится призадуматься, стоит ли проводить через них дорогу и не лучше ли искать обхода, так как опускание насыпи на такую значительную глубину влечет за собой большие затраты.

При наличии подводного течения в болоте, размываемость нижнего слоя сплавнины увеличивается под тяжестью

¹ Г. Д. Дубелир и В. М. Толстомятов. «Земляные работы».

насыпи, толщина ее уменьшается, а вместе с этим уменьшается и сопротивляемость давлению. Пример подводного течения наблюдался нами дважды под сплавной и оба раза сопровождался разрывом торфяного слоя. В первом случае метровая насыпь, простоявшая спокойно 3—4 дня, быстро опустилась на дно болота в течение ночи. Вместо нее образовалось небольшое, но глубокое (6 м глубины) озерко с чистой проточной водой (фиг. 10).

Разрез болота на месте провала.



осоковый
торф



древесно-
осоковый



глиноватый



глиноватый
с водою



вода



сапропел-
ев. торф



сапропел-
лит



песок

Фиг. 11.

В другом случае происходило расширение уже существующей насыпи до требуемой нормы (см. выше стр. 20 и 21). Как видно из приведенного разреза (фиг. 4), существующая насыпь опускалась на дно постепенно. Прежде чем достигнуть 10 м глубины, она подвергалась бесконечным ремонтам. Для получения прочной дороги, стоящей на дне болота, пришлось опустить в него три ряда накатника, ¹ три слоя фашин и изрядное количество песка. Сложная история дороги,

¹ Накатник из ели сохранился значительно лучше, чем из березы, у которой осталась только кора.

тянувшаяся с екатерининских времен, не была известна. Поэтому песок был насыпан без особой предосторожности по бокам дороги. Под тяжестью песка сплавина разорвалась, образовав по бокам насыпи узкие, глубокие щели (в 10 м глуб.), и песок опустился на дно. Детальное изучение рельефа указало, что болото, бывшее некогда озером, соединялось с другим таким же озером протоком и дно болота наклонено в сторону бывшего протока. В настоящий момент болото в этом месте поросло черной ольхой. Последняя, как принято считать в ботанической географии, растет на проточной грунтовой воде. Наклон дна и присутствие черной ольхи указывали на возможность течения в жидком слое торфа, заключенном между сплавной и муттой в сторону бывшего протока. Предположение оправдалось. Материал, опускаемый в воду со стороны предполагавшегося течения, присасывался к насыпи; с противоположной стороны его отмывало от насыпи, и загрузить провал было значительно труднее.

При достаточной толщине сплавины и достаточном ее уплотнении на ней селится то же сообщество осок, какое поселяется и в первом случае при зарастании водоема. Для появления одинаковых растительных сообществ необходимы одинаковые условия местообитания, одинаковая влажность верхних горизонтов торфяника, химический состав воды и т. д., но погребенное под торфяниками прошлое его не играет существенной роли. Кусты осок разрастаются в кочки. На кочках значительно суше, чем на межкочкарном пространстве. Поэтому на кочках поселяются кустарники ив и черная ольха.

Так возникает на болоте ольховый лес, в котором образуется ольховый торф.

ОЛЬХОВЫЙ ТОРФ имеет вид мажущейся массы темного, часто почти черного цвета. В молодом ольховом торфе хорошо сохраняются красноватые кусочки древесины и коры. Он богат минеральными веществами (в особенности железом) и легко разлагается при осушке.

Таким образом сплавина окончательно скрывается от глаз наблюдателя и по внешнему виду болота нельзя сделать никаких заключений о его происхождении.

Даже отсутствие древесной растительности не всегда может указывать на недавнее происхождение болота. В районах, где ощущается недостаток топлива, жители выкорчевывают на болотах старые пни и разрушают таким образом кочки. Поэтому древесной растительности больше где-то селиться, так как в межкочкарном пространстве слишком влажно. На образовавшихся плешинах получается травяное болото с пушицей, и создается обманчивое впечатление рыхлости и молодости торфяника. Более детальное знакомство с фитосоциологией указывает на возникновение подобных плешин под влиянием человека, занесшего с собой целый ряд сорных растений, не свойственных болоту (см. на стр. 86 оценку профиля болота у подножья конечной борозны).

Качающиеся берега озер и рек иногда вводят в заблуждение об образовании болота путем нарастания сплавнины, только опасной для дорожного строительства. Плавающий над водой у берегов их ковер (не шире 3—5 м) образовался тем же путем. В некоторых случаях мы можем наблюдать, что на старых болотах, выполненных торфом со дна до поверхности, протекают реки или виднеются озера. Реки и озера образовались в данном случае в более позднее время, чем болота, по которому они протекают. Об этом говорит дно водоемов, состоящее из мощного торфа (4—6 м), и состав этого торфа, по которому видно, что торф образовался над водой озера (ольховый или тростниковый), а не под водой его (сапропелевый или сапропелит). Поэтому такие болота размываются в настоящее время протекающими по ним водами. Размывание происходит неодинаково. Верхний слой торфа пронизан массой живых корней существующей на нем растительности, почему размывается медленнее, чем нижележащие, более старые и более минерализованные торфа. Таким образом верхний слой, скрепленный корнями (см. сопротивление разрыву), плавает и нависает над водою в то время, как нижележащие торфа из-под него уже вымыты. Описанные берега находятся на стороне, противоположной господствующему ветру, энергично размываемой. Правильнее было бы сплавину называть в таких случаях ложной сплавниной. Она существует

на вполне надежных торфяниках, выполненных торфом со дна до поверхности, и встречается только вблизи водоемов. Такой торфяник вдали от берега не представляет для дороги никакой опасности.

Примечание. При низком стоянии воды в озере или реке берега торфяника хорошо дренируются и верхние слои ольхового или древесного торфа, залегающие на поверхности описываемого болота, значительно высыхают. Дальнейшее размывание ведет к тому, что от ложной сплавины отрываются куски торфяника с качающимися на них кустами и деревцами и плавают по воде, образуя небольшие островки. «Способность кусков торфа, имеющих действительный удельный вес больше единицы, плавать объясняется тем, что в сухом торфе, как известно, высока связность крепких частей, чек, которые плотно замыкают воздух и не дают возможности проникнуть воде на их место». Я. Я. Гетманов «Водные свойства торфяных грунтов». (Москва. Изд. ГИСХМ 1929 г., стр. 5). Этим же свойством высушенного торфа можно объяснить способность плавать и описанные островки.

Размывание торфяников встречается в БССР довольно часто. Обычно торфяники, образовавшиеся из послеледниковых озер, располагаются цепью один за другим и служат ложем для современных рек, протекающих посредине торфяника или у одного из его краев. Дрисса, Друть, Бобр, Нача и целый ряд других мелких реченок протекают по таким заторфованным озерным котловинам и погребают их под толщей речного аллювия. Пойма этих рек получает своеобразное строение. На берегах ясно видны следы террас, образованные мощными дилuviальными водами (вскоре после исчезновения ледника). Болотистая пойма имеет вогнутую поверхность. В центре поймы, около берега протекающей по ней реки, рельеф заметно повышается благодаря толще аллювия, намытого современной рекою.

Профиль поймы, сделанный по данным детального бурения через 10 м, указывает нам, что речной аллювий, (фиг. 12) намытый рекою несомненно на поверхность торфяника погрузился от действия собственной тяжести в торф так же, как мы это наблюдаем у любой искусственной насыпи, проведенной через болото. Береговой же вал, возвышающийся над торфяником, не что иное как высота насыпи, остав-

еися над болотом. Вогнутая форма поверхности поймы объясняется таким образом следующими факторами:

1. Оседанием центра торфяника под тяжестью аллювия, постепенно намываемого на него рекою.
2. Оседанием центра торфяника под влиянием его осушения, как результат дренирующей деятельности реки.

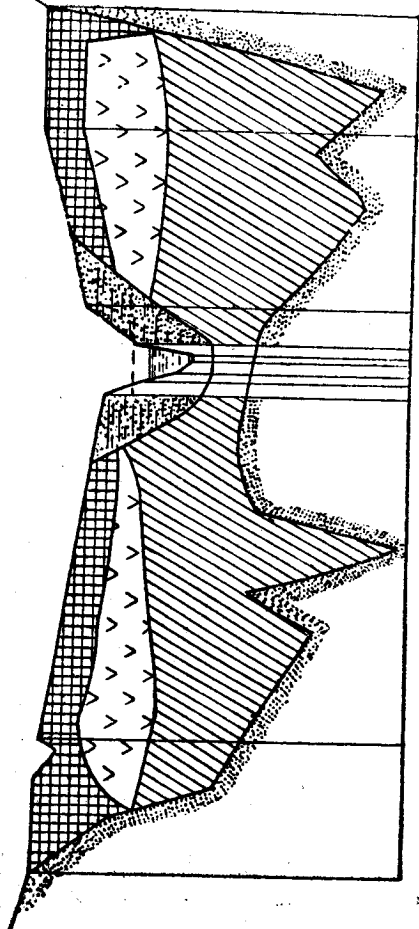
Участки поймы, засыпанные аллювием, благоприятствуют просящимся через них дорогам, так как осадка торфа на них уже в значительной мере совершилась. Пологий берег поймы засыпается, как правило, интенсивнее крутого, почему и является более надежным при постройке. Не лишне отметить, что иногда в некотором расстоянии от речного аллювия поверхность торфяника (гипнового) образует заметное возвышение. Поневоле напрашивается аналогия между этими возвышениями и торфяными буграми, образующимися по бокам насыпи, которая частично погружается в болото (см. выше, стр. 19). Только роль насыпи в данном случае играет речной аллювий.

Изучение микрорельефа дна рассматриваемых нами пойм показывает, что в центре их под рекой дно или заметно повышается в виде большого песчаного бугра (Друть, Ослинка, Старобинка) или, наоборот, имеет форму ковша, заполненного песком (Бобр, Нача, Старожница). Первое строение хорошо видно на прилагаемом профиле рр. Ослинки и Друти (фиг. 13), а второе — на профиле р. Бобра.

В том и другом случае мы имеем, видимо, дело с наносами древних диллювиальных потоков, сохранившимися под торфом. Таким образом микрорельеф дна пойменных болот данного типа тесно связан с историей поймы. Глубокое ложе, вырытое диллювиальным потоком, засыпалось им же в центральной части песчаными наносами, отчего дно здесь повышенное. После спада ледниковых вод потоки превратились сперва в озера, а затем заторфовывались. На образовавшемся торфянике заново начали свою работу современные реки и вызывали оседание торфяника вдоль течения реки под влиянием тяжести аллювия. Глубина торфяника в центральной части около реки наименьшая, так как дно его здесь выпуклое, а поверхность вогнутая. Край торфяника совершенно не осели, так как влияние дре-

Погружение яллувия в торф.
(поперечный профиль поймы).

р. Осинка.



осоковый торф



гилновый



тростниковый

Масштаб:

вертикальн. 1 см—1 м,

горизонтальн. 1 см—40 м

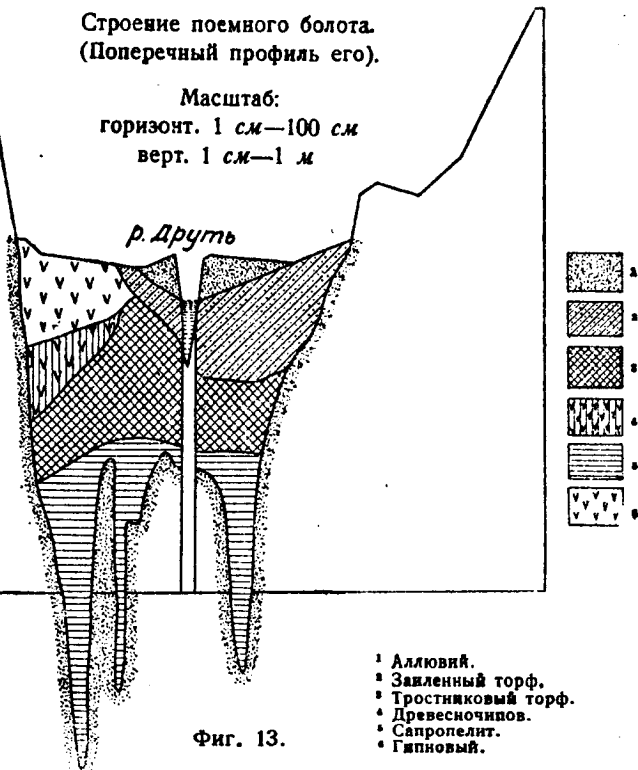
Фиг. 12.

жа реки так далеко не распространяется, а давление
лювиальных наносов отсутствует. Наоборот, края несколько
вздулись и глубина торфяника здесь наибольшая
около 4—6 м, особенно у крутого берега, где
слой аллювия заметно меньше.

Описанное выше строение поймы резко отлича-
ется от поемных болот, известных в литера-
туре для Полесья (Г. И. Танфильев, В. Чер-
ный). Поймы,¹ исследованные этими авторами,

Строение поемного болота.
(Поперечный профиль его).

Масштаб:
горизонт. 1 см—100 см
верт. 1 см—1 м



Фиг. 13.

- 1 Аллювий.
- 2 Закленный торф.
- 3 Тростниковый торф.
- 4 Древесночипов.
- 5 Сапропелит.
- 6 Гипсовый.

¹ Черный В. «Ежегодник Департ. землед». 1913 г. Танфильев Г. И. «Болота и торфяники Полесья», 1895 г.

заболачиваются грунтовыми водами. Процесс образования болот на них более молодой, происходящий на глазах человека. Он основывается на том, что высокостоящие речные воды подтопляют почвы поймы и служат причиной для образования болот. Поднятие воды в реках вызывает часто искусственными сооружениями, как, например, мельницами, плотинами, заколами и даже повалившимися в реку деревьями и запрудившими ее ¹. Берега



Фиг. 14.

вой вал, идущий вдоль реки, тоже влияет на заболачивание поймы. Весенние воды реки свободно перекачиваются через него во время половодья. Однако после спада воды береговой вал мешает полной воде войти обратно в реку, и значительная часть ее задерживается в понижении между коренным берегом и береговым валом, вызывая заболачивание поймы ². Подобные болота встречались нами также

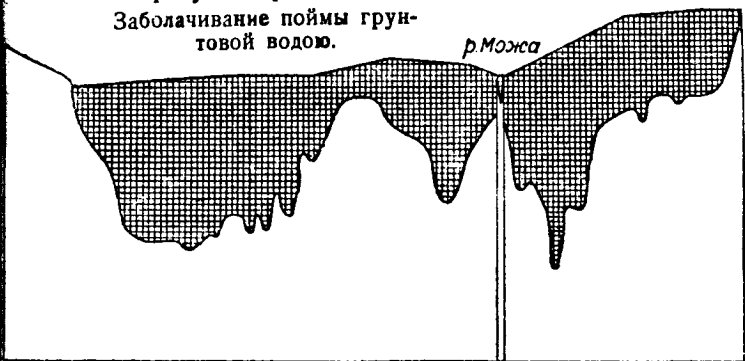
¹ В. Черный. Там же.

² Г. И. Танфильев. Там же.

о берегам рек Сталевка, Березовка, Можга (фиг. 15), но строение этих болот резко отличается от описанных выше (см. profiles pp. Осленки и Бобра). Глубина торфяников, образовавшихся благодаря заболачиванию поймы грунтовыми водами, небольшая от 1—2,5 м, микрорельеф дна довольно ровный, резких падений в виде глубоких пятиметровых канав не наблюдалось. Происхождение поемного болота и история поймы отражаются таким образом, как мы видим, на микрорельефе дна и глубинах торфяника. Это непосредственно интересует дорожных строителей.

Заболачивание поймы грунтовой водой.

р. Можга



Тростниковый торф.

Масштаб: вертикаль. в 1 см 100 м,
горизонт. в 1 см 1 м.

Фиг. 15.

Рассмотренные нами до сих пор типы болот питались или сперва озерной водой, если они произошли из озер, а затем грунтовой водой, или прямо грунтовой, если появились как результат заболачивания суши грунтовыми водами. Характерной растительностью их являются травяные болота, гипновые или ольховые и значительно реже сфагновые. По способу питания они называются болотами грунтового питания. Так как перечисленные болота залегают в понижениях рельефа и имеют плоскую или вогнутую форму, их называют низинными. Болота грунтового питания обладают большой зольностью; осушаются сравнительно легко, так как торф обладает относительно малой водоудерживающей способ-

ностью и значительной подвижностью воды в нем (при наличии хорошего стока воды). После осушки низинные торфы большей частью легко разлагаются¹.

Нужно ожидать, что указанные свойства должны вызывать, с одной стороны, более быстрое оседание насыпи, а с другой стороны, благодаря большой разложимости торфа, насыпь должна получиться более стойкая. Нужно помнить, что тот и другой процессы требуют времени и не совершаются в один год.

Появление сфагнома на низинных болотах возможно только в тех случаях, когда грунтовые или озерные воды питающие их, лишены углекислого кальция (известки) или содержат его в небольшом количестве. Это объясняется специфическими свойствами сфагнома, его кислотностью.

Поэтому сфагнум растет там, где известки мало. Грунтовые же воды и озерные богаты ею. Питается сфагнум атмосферною водою, а источником минеральных веществ является для него атмосферная пыль, растворению которой и помогает имеющаяся у него кислота.

В оболочке клеток сфагнома содержится кислота. Присутствие в воде щелочей, в том числе известки, нейтрализует ее и вызывает отмирание сфагнома. Кислотность различных видов сфагнома не одинакова; на сплавинах и на низинных торфяниках селятся виды его, мирящиеся с большим содержанием известки, чем на верховых болотах.

По мере нарастания слоя торфа в высоту поднятие грунтовой воды в торфянике затрудняется, количество углекислой известки убывает, и создается возможность для существования ассоциаций сфагнового болота. Таким образом болото перестает питаться грунтовой водой и начинает питаться атмосферной; травяные и ольховые болота уступают место сфагновым. По способу питания сфагновые болота называются болотами атмосферного питания, а потому что они имеют выпуклую поверхность—верховыми. Выпуклая форма сфагнового болота получается благодаря непрерывному нарастанию сфагнома своими макушками в высоту, в то время как стебли его в условиях избыточ-

¹ В. Н. С у к а ч е в. «Болота, их образование, развитие и свойства».

ного увлажнения не гнивают. Следствием выпуклой формы таких верховых болот является сток воды с более высоких мест болота к его окраинным и заболачивание последних. Таким образом сфагновые болота по мере нарастания в высоту распространяются все шире и шире по окружности в центробежном направлении, надвигаясь на суходолы.

Болота грунтового питания сменяются сфагновыми постепенно. В этой переходной фазе они бывают покрыты или

Переходное болото (смешанный лес).



Фиг. 16. Фотогр. С. Ф. Миценгендлера.

травяно-моховыми болотами из осок и небольшого количества сфагнума или смешанным лесом из ольхи с березой, елью и сосной (фиг. 16). Здесь образуется древесный торф.

ДРЕВЕСНЫЙ ТОРФ состоит из гумифицированных древесных лиственных пород: березы, ольхи, ивы. Это мало связанный рассыпчатый торф с примесью осоки, трав, гипнума. Древесина лиственных древесных пород мягкая, рыхлая, имеет несколько розоватый оттенок,—торф легко узнать по березовой и ольховой коре. Когда в нем имеется значи-

тельная примесь еловой древесины получается еловый торф. По свойствам торф близок к ольховому.

От указания более подробного систематического состава интересности мы в данной статье воздерживаемся, отсылая интересующихся к книжке В. Н. Сукачев а, неоднократно нами цитируемой: «Болота, их образование и свойства».

В конечном итоге переходное болото превращается в моховое сфагновое. Последнее таким образом очень часто возникает на низинных болотах, покрывая их своей толщей.

Строение залежи такого верхового болота не однородно. При наличии 6—7 м глубины, верховое болото сложено в главной своей массе сфагновым или пушицево-сфагновым торфом. На глубине около 2 м в бывш. С.-З. области Союза толща сфагнового ковра прорезана сильно разложившимся минерализованным слоем «пограничного горизонта». Этот слой образовался в засушливый ксеротермический период, когда болота этой области пересохла и покрылись высоким сосновым лесом.

Довольно часто в БССР встречается обратная картина. Толща сфагнового торфа, залегающего на поверхности болот, достигает только 1 м, в то время как глубже лежащие низинные торфа достигают 4—5 м. Это происходит потому, что ассоциации сфагнового болота еще недавно водворились на этих болотах и сравнительно молоды.

Толща сфагнового торфа, залегающего на поверхности, колеблется в различных болотах; свойства же сфагновых торфов отличаются от низинных.

Это лишний раз нам указывает на необходимость изучения в дорожных целях мощности каждого слоя торфа, из которых слагается торфяная залежь.

СФАГНОВЫЙ ТОРФ образован преимущественно из остатков мха сфагнума. При малой разложённости имеет цвет от светло-желтого до бурого. Он обладает большой влагоемкостью. Хорошо разложившийся сфагновый торф представляет собой темно-коричневую мажущую массу с достаточным количеством пушицы, остатками кустарников, сосны. Зольность его зависит от степени разложения от 1 до 3% в С.-З. области.

Сфагновый торф отличается большой водоудерживающей способностью. Водоудерживающая способность находится

всвязи с громадной влагоемкостью самого сфагноума и затрудненной водопроводимостью. Водопропускающая способность сфагноума, вопреки господствующему мнению, по данным Я. Я. Гетманова, очень велика; он указывает, что сфагновый торф наиболее влагоемкий—до 1 200—1 800%. Поэтому при заложении на нем скважин вода быстро заполняет их, если торф насыщен водою доверху. «У канала, проведенного на моховом болоте, оба берега, или чаще один какой-либо берег, остаются сырыми, и вода в скважине в 20—30 м от берега стоит у поверхности. Это обыкновенно бывает в тех случаях, если к каналу имеется напор воды с массива. Тогда сфагновый рыхлый слой торфа так насыщается водою, что создается впечатление, как-будто болото каналом не осушается. На самом деле это насыщение водою только потому и происходит, что сфагновый торф верхним слоем лучше отводит воду в канаву, чем через нижние плотные слои, а воды (в болоте) так много, что убыль ее не заметна». Поэтому осушка таких болот требует густой осушительной сети, однако спуск воды вследствие часто значительной выпуклости верховых болот, а также положения их на водоразделе—не трудный. Сфагновый торф сравнительно слабо разложим.

Примечание. По данным З. Ф. Руорф, сфагнум способен принимать в себя воды в 38 раз больше, чем он весит в обезвоженном состоянии. Это находится в связи с его анатомическим строением. На ряду с узенькими зелеными клеточками у сфагноума имеются большие боченковидные клетки с отверстиями на боках для всасывания воды.

В образовании верховых болот принимает участие целый ряд сфагновых торфов, из которых укажем для более полной характеристики, пушицево-сфагновый торф и шейхцериено-сфагновый.

ПУШИЦЕВО-СФАГНОВЫЙ ТОРФ состоит из остатков сфагноума с большей или меньшей примесью пушицы, из остатков ее тесьмовидных корней и листовидных влагалищ; трудно разрывается, трудно режется, слабо размывается. **ШЕЙХЦЕРИЕВЫЙ ТОРФ** тусклый, рыхлый, волокнистый торф, слабо разлагается, состоит из корешков и корневищ шейхцерии—длинных, узловатых, похожих на корневища злаков.

На верховых болотах, не зависящих в своем питании от грунтовой воды, рост сфагнома, происходит, как уже указывалось, исключительно за счет атмосферных осадков, отчего сфагновые болота развиваются только в таком климате, где количество выпадающих осадков превышает величину испарения. В пределах области своего распространения они располагаются обычно на невысоких водоразделах, преимущественно в песчаных районах. Нетребовательные к минеральному питанию, они находят здесь благоприятные условия для своего развития и могут залегать на минеральном грунте непосредственно. И. Вихляев дает краткую характеристику растительности этих болот следующим образом: «Верховые болота покрыты мощным сфагновым покровом, по которому растет низкий и редкий сосняк. При буйном росте сфагнома сосняк сильно угнетен, большой процент деревьев превращается в сухостой; на сфагновом покрове селится пушица одноколосковая, как самый распространенный спутник сфагнома, клюква, богульник и др. Окрайки верхового болота заняты сфагново-осоковым кочкарником с березой и сосной; они могут быть или резко выражены, и тогда указанные растительные зоны тянутся широкой полосой, или же сфагновый покров нерезко без заметных переходов, обрывается у самого суходола. Последнее явление наблюдается обычно в тех участках, где рост сфагнома наиболее интенсивен, где мох быстро завоевывает суходолы».

Часто в условиях БССР надвигание сфагновых болот происходит длинными узкими языками, расползающимися от главного массива верхового болота на 2—3 км. Связь их с главным массивом не бросается в глаза, особенно в лесистой местности. Но водный режим этих сфагновых языков находится в непосредственной связи с вышележащими верховыми болотами, так как они увлажняются не только атмосферною водою, но и водою, стекающей с болота, расположенного выше. Сфагновый покров их чрезвычайно рыхлый, обильно насыщенный водою. Тяжести человека не выносит, отчего они производят впечатление крайне неблагоприятных участков для дорожного строительства. Благодаря молодости этих болот глубина их мелка—от

50 см до 1 м, реже—2 м, причем на толщину рыхлого сфагнового ковра приходится 1 м, ниже же залегают маломощные ольховые или тростниковые торфа—высотой не выше 1 м.

Через большие верховые болота дороги проводят редко в силу дороговизны постройки и ненадежности ее; узкие же языки сфагновых болот шириною 100—300 м избежать трудно, да и нет необходимости, так как большей частью они очень мелки. Самое главное на таких участках произвести правильную осушку их. При этом полезно принять во внимание рассуждение Я. Я. Гетманова, приведенное нами выше, о большой водопропускающей способности верхней части сфагнового торфа. Так как эти языки приходится рассматривать как место стока воды с вышележащих болот, необходимо делать хорошую изоляцию дорожных участков от верхового болота и правильный спуск воды¹.

Порастают такие языки сфагновых болот редким мелким сосновым лесом с кустами одноколосковой пушицы или с шейхцерией.

Заболачивание суши

Заболачивание суши сфагнумом является не всегда результатом стока воды из вышележащих болот, а может появляться самостоятельно. Укажем целый ряд причин, вызывающих такие заболачивания: в еловых лесах, по мнению Флерова, заболачиванию способствует тенистость, уменьшающая испарение с поверхности почвы; густые дернинки кукушкина льна также способствуют заболачиванию, задерживая выпадающие осадки и образуя соответствующий торф (черный, сильно минерализованный, с блестящими стебельками этого мха), подготавливая таким образом почву для появления сфагноума. В некоторых случаях сфагнум поселяется в лесу самостоятельно, но такие случаи возможны только на сильно выщелоченных почвах.

Таким образом леса, хотя и являются мощными испарителями, заболачиваются очень часто, так как выпадающая

¹ Вопрос о способах оканавливания болотных дорог крайне важен и требует особого изучения, предполагаемого нами в будущем, почему мы его в данной работе не затрагиваем.

атмосферная влага перехватывается мхом и торфом, не достигая древесных корней, и не потребляется последними

Заболачивание лесосек и пожарищ основывается также на нарушении водного режима местности: расход выпадающей влаги уменьшается после уничтожения деревьев, испаряющих значительно больше влаги, нежели травяной покров. На километры тянутся иногда заболоченные леса из крупной сосны по сплошному сфагновому ковру, поросшие кустарниками касандры, багульника да голубики.

Благодаря молодости этих болот глубина их также мелка—от 80 см до 1 м, а микрорельеф дна совершенно ровный (см. фиг. 18. «Сфагновое болото в лесу»).

Из всего сказанного выше о типах болот мы видим, что по способу питания они разделяются на:

1. Болота грунтового питания.
2. Болота атмосферного питания.

1. Болота грунтового питания.	2. Болота атмосферного питания
а) Низинные { травяные { гипновые { лесные б) Переходные { травяно-пе- { реходные { лесные пе- { реходные	Верховые болота

Эта классификация принадлежит проф. В. Н. Сукачеву и является наиболее распространенной.

Способ питания характеризует водный режим болота и как мы видели, отражается на свойствах торфа, почему в дорожном деле классификация В. И. Сукачева может быть признана вполне удобной.

Как бы ни было важно дорожнику ориентироваться в водном режиме болота и знать хотя бы в общих чертах различное отношение видов торфа к осушке и осадке, тем не менее

вопрос о глубине торфяника является наиболее важным и наиболее существенным.

Поэтому, несмотря на то, что имеющихся у нас данных, собранных на основании 40 сделанных переходов через болота (при общем протяжении болот в 25 км), конечно, не достаточно для окончательных выводов, тем более, что они находятся еще в стадии обработки, мы все же попробуем дать намечающуюся схему зависимости глубины и микро-рельефа дна от происхождения болота.¹

Изучение деформации насыпей нам показало, что для дорожных целей необходимо тщательное изучение микро-рельефа дна болот. В самом деле, изменение рельефа дна и углубление его на протяжении 100—300 м с 2-метровой глубины до 6 метровой мало отразится на емкости торфяника и на оценке его, производимой в целях разработки торфа на топливо. Но деформация насыпи, совершившаяся на том же протяжении 100—300 м и вызвавшая ее опускание или перекосившая к тому же сваи моста, делает дорогу не проезжей, нарушает правильное движение по ней, вызывает обход опасного места и влечет за собой целый ряд довольно крупных расходов.

В силу этого микро-рельеф дна нами изучался тщательно и зондировка его производилась через 10 м вдоль всей линии дороги, а иногда и по обе стороны ее.

При взгляде на полученные профили болот бросается в глаза резкая разница между ними. Некоторые болота обнаруживают крайне капризный микро-рельеф дна: то перед нами возвышаются погрузившиеся в торф гряды или острова, то крутые ямы или ложбины с 6—10 м глубиной. В других же случаях мы встречаем микро-рельеф удивительно ровным с плавными колебаниями дна, не превышающими 1 м. Такая же разница и между глубинами болот. То мы встречаем торфяники с 10-метровой глубиной, то глубина болота на всем его протяжении около 1 км едва достигает 1 м.

¹ Мы надеемся осветить в дальнейшем этот вопрос более полно после ботанического анализа торфов, который сможет дать нам более точные указания на возраст рассматриваемых торфяников.

Конечно, между этими крайне резкими типами существует ряд переходных форм.

Микрорельеф дна торфяников сформировался под влиянием тех же процессов, по которым формировался весь ландшафт БССР. Отложения, нагроможденные ледником, разравнивались и сглаживались все послеледниковое время процессами денудации (процессы размывания). Этот процесс сглаживания рельефа продолжается и в настоящее время.

Наибольшей высоты отложения ледника достигали в области конечной морены. Высокие холмы и глубокие извилистые озера характеризуют ее ландшафт. Здесь залегают наиболее возвышенные точки рельефа; здесь же наиболее глубокие озера. Многие из озер уже превратились в торфяники. Вполне понятно, что в области конечной морены торфяники озерного происхождения обладают наибольшими глубинами.

Примечание. Гряды конечной морены образовались на месте стоянки ледника. Они отличаются пестротой отложенных материалов, залегают перпендикулярно движению ледника.

Но микрорельеф дна у торфяников озерного происхождения все же не одинаковый.

Бурные потоки воды, стекающие с конечной морены, вырывали у ее подножия извилистые котловины (зон-размыва по Афанасьеву) с крутыми глубокими ямами. В котловинах образовались озера. Отдельные отроги морены, очутившись в ниже расположенном озере, погружались постепенно при его заторфовывании в болото. На дне торфяников сохранился таким образом причудливый рельеф дна послеледниковых озер; поверхность же торфяников в настоящее время ровная, благодаря заполнению озерной котловины торфом, и покрыта низинными болотами. См. оценка и профиль болота у подножья конечной морены. Стр. 86 и фиг. 37.

Такой же капризный микрорельеф дна наблюдается часто у поемных торфяников, засыпанных речным аллювием. Эти торфяники также озерного происхождения, но рельеф

дна у них более сложный, так как в нем принимали участие часто наносы диллювиальных потоков (влияние речного аллювия на рельеф и на строение торфяника уже рассмотрено выше (Профиль р. Друти, фиг. 13).

О глубокой древности этих торфяников можно судить по тому, что центральные части их погребены под наносами лесовидных суглинков, постепенно уменьшая свою



Фиг. 17. Болта в зоне размыва (глуб. 7 м).

мощность и совершенно исчезающих у коренных берегов торфяника. На лесовидных суглинках залегают ископаемые почвы; последние в свою очередь погребены под современным речным аллювием.

Описываемый тип торфяников выполнен торфом со дна до поверхности; на дне их в большинстве случаев залегают сапропелиты. Последними заполнены глубокие ямы дна.

В дорожном деле крайне важно не натолкнуться на такие ямы с сапропелитом (об отношении сапропелитов к нагрузке насыпи см. выше стр. 19).

Изучение микрорельефа указывает, что часто достаточно отклонить линию дороги вправо или влево метров на 10, и деформация насыпи была бы избегнута.

Необходимо отметить, что присутствие ям в торфяниках обуславливается геологическим строением местности, в частности выходами ленточных глин. По краям торфяника, по обеим сторонам его в районе реки Дриссы, мы встречаем обнажение ленточных глин на выемках дороги в виде бугров. Пласты ленточных глин, залегающие обычно горизонтально, в данном случае сильно изогнуты и круто падают вниз. Такие поставленные на голову пласты заставляют исследователя быть осторожным при определении глубины болота и тщательно его зондировать, так как на основании крутизны падения пластов ленточных глин можно ожидать большой глубины котловины, заключенной между буграми (котловина имеет глубину 14 м, торфяник имеет глубину 8,5 м).

Другая форма дна наблюдается у торфяников озерного происхождения заторфовывающихся нарастанием сплавины. Глубина их также очень значительна—до 10 м, но остается более или менее постоянной на всем протяжении; падение дна совершается равномерно, но круто; микрорельеф его сглажен, (см. фиг. 11).

Необходимо заметить, что сглаживающая рельеф деятельность сказалась сильнее в узких, чем в широких частях болота. Узкие протоки заносились материалом, смываемым со склонов берега скорее, так как смываемый материал распределялся по меньшей площади. Это одна из причин, почему дно болот в узких частях его в большинстве случаев заметно повышается.

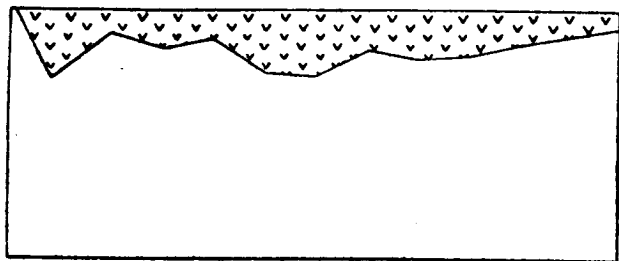
Такие торфяники покрыты низинными болотами, кое-где поросшими сфагнумом. Строение подобных торфяников иное: выполнение торфом происходит со дна к поверхности сплавины и одновременно с этим с поверхности ко дну, отчего в торфянике под сплавинной остается слой воды. Чем больше была глубина озера, тем дольше сохраняется этот слой воды и тем мощнее он.

Такие болота желательно или совершенно обойти или пересекать их вблизи берега в наиболее узких частях, где дно

их повышается. Сглаженность дна и незаконченный процесс заторфовывания, совершающиеся на наших глазах, дают косвенное указание на более молодой ¹ возраст данных торфяников в сравнении с торфяниками, погребенными под лесовидным суглинком и речным аллювием. Так как зарастание озер началось в данном случае позже, то и микро-рельеф дна успел сгладиться более значительно, чем в первом случае.

Совершенно другим микрорельефом обладают болота, образовавшиеся благодаря заболачиванию суши. Особенно ярко выступает эта разница у мелких сфагновых болот, появившихся в заболачиваемых лесах. Общая глубина их колеблется на всем протяжении от 0,5 м и до 1,5 м;

oo°o°



Масштаб:

верт. в 1 см 100 м,

гориз. в 1 см 100 м.

Фиг. 18. Сфагновое болото в лесу.

понижение дна плавны и незначительны. Часто процесс заболачивания происходит на наших глазах. Борьба мхов кукушкина льна и сфагнума еще не закончилась, и темно-зеленые пятна кукушкиного льна четко выделяются на кочках болота. Вполне естественно, что микрорельеф дна здесь хорошо сглажен и ничем не отличается от микро-рельефа окружающей местности, не занятой болотом (фиг. 18).

В том случае если небольшой навык указывает, что в данном случае имеется молодое сфагновое болото,

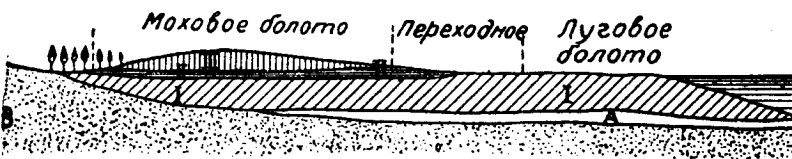
¹ Дважды нами был встречен на дне таких торфяников лесной орех, который указывает, что отложения торфа начались в них по времени не ранее фазы Литоринова моря.

надвигающееся на лес, а также рельеф дна и глубина болот подтверждают это предположение, то тщательная зондировка дна через 10 м является излишней и промежутки между скважинами можно увеличить до 50 м.

Мы рассмотрели крайние типы: очень глубокие и очень мелкие болота. Между этими крайними типами можно встретить все переходные стадии (фиг. 19). Часто их можно наблюдать на одном и том же болотном массиве.

В. Г. Касаткин¹ характеризует заболоченные пространства Белорусского Полесья следующим образом: «Всма- триваясь в расположение глубин болотного района, нужно отметить, что дно этих болот представляет обширные впа-

Распределение болот по рельефу.



А—озерные глины
I—луговое болото;

Фиг. 19.

II—переходное
III—моховое болото.

дины; глубина впадин наибольшая в центральных частях и уменьшается к периферии. Происхождение описываемых болот связано с зарастанием послеледниковых озер. Однотипность строения болот говорит за одновременность их образования; отсутствие пограничного горизонта указывает на отсутствие перерывов в развитии торфяников, а травяно-осоковый состав растительности указывает на молодость болот. Большое распространение травяных болот, по мнению Доктуровского, говорит о том, что болота Полесья проходят еще раннюю стадию своего развития. Строение болот указывает, что в развитии местных болот отчетливо выделяются две стадии: первая—накопления тростниково-осокового торфа, давшая главную массу торфяного материала более глубоких болотных массивов.

¹ В. Г. К а с а т к и н. «Почвенная характеристика заболоченных пространств Белорусского Полесья».

Можно полагать, что в эту стадию существования болота раньше занимали меньшую площадь.

За период развития тростниково-осокового торфа болота переживали некоторые колебания в характере развития, на что указывает, с одной стороны, появление в береговых частях болот лесной растительности, давшей прослойки торфа с остатками древесины, и, с другой стороны, чередование более или менее разложившихся прослоек тростниково-осокового торфа.

Вторая стадия развития болот характеризуется накоплением гипново-осокового торфа. Эта стадия в большинстве случаев соответствует современному характеру растительности болот. Отложения торфа, соответствующие ей, маломощны.

Аналогичное строение болота приводится нами ниже при изыскании дорог на болотах. Глубины его вполне подтверждают намеченную Касаткиным схему; резкие падения дна в нем отсутствуют. Понижение рельефа дна совершается плавно, что вполне соответствует указаниям на возраст таких болот.

Все то разнообразие, которое мы встречаем при обзоре болот, является следствием того, что каждое болото есть вечно изменяющийся живой организм, последовательно и постепенно переживающий фазы своего развития, различные моменты которых мы наблюдаем. Находясь в полной зависимости от внешней среды, эти фазы протекают то более ускоренным, то более замедленным темпом, смотря потому, насколько внешняя среда им благоприятствует.

ВЛИЯНИЕ БОЛОТА НА ХАРАКТЕР ОСЕДАНИЯ НАСЫПИ

К факторам, влияющим на жизнь болота нужно отнести проводимые через него дорожные насыпи. Влияние насыпи сказывается: 1) на перемещении под влиянием нагрузки торфяных слоев и 2) на дальнейшем развитии болота.

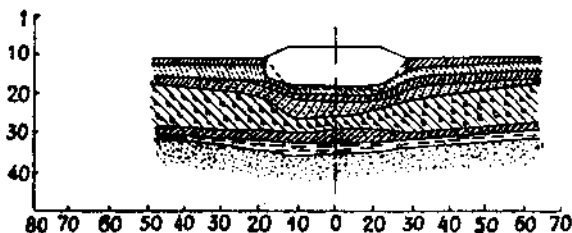
Перемещение торфяных слоев под влиянием нагрузки насыпи вызывает опускание последней. Опускание насыпей на дорогах, проведенных через болото, которое наблюдалось нами в этом году в БССР, сводится к приведенным ниже типам.

а) Опускание является следствием прессовки торфяного слоя между насыпью и минеральным дном болота. Насыпь давит на слои торфа сверху; торф, который должен был бы опускаться под действием ее тяжести, встречает сопротивление со стороны минерального дна и начинает прессоваться между ними. Передвижения торфяных частиц при этом столь незначительно, что ими можно игнорировать. Наблюдаемая нами осадка на низинных торфяниках (с осоковым и осоково-древесными торфами) подтверждает это, так как достигала только 20%, т. е. такой маленькой величины, которая может происходить только при сжатии торфа, за счет выдавливания воды из пор. Чем суше торф и чем больше он минерализован, тем меньше его сжатие от прессовки.

Если расстояние между минеральным дном и насыпью увеличивается, сопротивление дна уменьшается, давление насыпи на торф сказывается сильнее и она глубже врежется в него своим основанием. В этом сказывается влияние глубины на оседание насыпи.

Результатом такого воздействия насыпи на торф является: перемещение торфяных частиц в нем, описываемое В. Р. Бертоном,¹ которое мы и приводим: «Представим себе, что происходит в торфяном слое, когда над ним воздвигается насыпь.

Верхняя корка торфа под центральной частью насыпи подвергается сжатию, а затем по краям ее происходят скалывание и растяжение торфа. Сопротивление торфа перемещению, или его внутреннее трение, противодействует передаче сжатия внутренним слоям торфа. Вода выжимается из ближайшего к насыпи материала—из частиц



Фиг. 20 поперечный разрез насыпи по В. Бертону.
(размеры в футах).

торфа, оставшихся неподвижными. Материал при этом делается компактным. Процесс распространяется в стороны, затухая постепенно по мере увеличения расстояния от насыпи до тех пор, пока торф фактически оказывается им незатронутым.

Фиг. 20. показывает насыпь нормального поперечного профиля с глубиной от поверхности до ила в 6,7 м: Теоретическая форма насыпи показана пунктиром. Слой торфа одинаковой глубины по обе стороны ее, и поэтому форма насыпи совершенно правильная».

б) Опускание насыпи является следствием выдавливания из-под нее торфяных масс и вызывается боковым передвижением торфяных частиц. Это явле-

¹ «Оседание насыпи на торфяных болотах» В. Р. Б е р т о н и ж. по специальн. сооружениям Мичиганск. государств. департамента шоссейных дорог.

ние наблюдается на торфяниках, подстилаемых сапропелитами или разжиженным сапропелевым торфом и может происходить при достаточной увлажненности торфов, уменьшающей силу сцепления последних. Нежно-слоистая структура сапропелитов способствует скольжению их в горизонтальном направлении.

Давление на торфяные слои насыпи сверху не встречает сопротивления минерального дна снизу. Минеральное дно заменяется в данном случае сапропелитами. Последние в силу своей малой связности оказывают очень слабое сопротивление давлению насыпи и начинают передвигаться в стороны.

В. Р. Бертон пишет, что «боковое перемещение торфа начинается раньше во время воздвигания насыпи, и вызвано горизонтальным давлением, составляемым в свою очередь из внутреннего трения материала (торфа) и наклонного положения оседающего груза. Торф вытесняется наружу и кверху до тех пор, пока с течением времени не наступает равновесие.

Если слои торфа пропорционально их ширине оказываются относительно глубокими, значительное вертикальное движение может проявиться раньше, чем минеральная подпочва окажет на них какое-либо заметное воздействие. В этом случае боковое перемещение (торфа) сравнительно невелико и значительное оседание наступает прежде, чем ему будет оказано заметное сопротивление: эластичная корка ломается от напряжения и скалывается. Таким образом весь груз насыпи сразу оказывается сброшенным на мягкий материал нижележащих слоев.

Внезапное применение тяжести делает торф нижележащих слоев очень быстро до такой степени компактным, что начинается значительное боковое перемещение, и мы имеем «сточную яму». Порция торфа, перемещаемого из-под центральной части земляного груза вытеснена кверху в стороны. Поднятое количество торфа должно быть соответственно больше в сравнении с материалом насыпи, в зависимости от более легкого веса его, чтобы уравновесить более тяжелую насыпь. Последующая нагрузка увеличивает эту тяжесть до тех пор, пока вес поднятого торфа не создаст приблизительных условий равновесия».

Образующиеся по бокам насыпи торфяные бугры описаны выше на стр. 19. Пример такого опускания мы видим на фиг. 21 и 22 на разрезе болота.



Фиг. 21. Выпучивание торфяных бугров.

Протяжение болота—700 м. Опускание, вызвавшее провал насыпи в левой половине болота, произошло благодаря

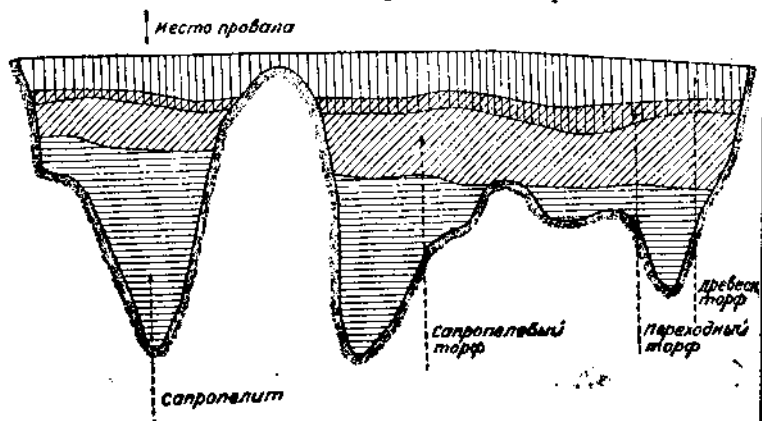


Фиг. 22. Опускание насыпи между торфяными буграми.

выдавливанию и скольжению сапропелитов над ямой. Крутые склоны ямы способствовали скольжению верхних слоев насыпи по сапропелитам косо вниз

и одновременно с этим выдавливанием их косо вверх как с левой, так и правой стороны. Поэтому опускание насыпи над ямой совершилось очень быстро и повлекло за собою провал, в то время как в правой половине болота под влиянием одного только выдавливания оно совершалось равномернее и провала не произошло (см. фиг. 23).

В. Р. Бертон приводит поперечные профили насыпей, полученные им на основании тщательного бурения, для подобного типа торфяников. Опускание насыпи зависит не от длины болота, а от пересечения дорогой ям.



Фиг. 23. Профиль болота вдоль насыпи, составил С. Миценгендлер.

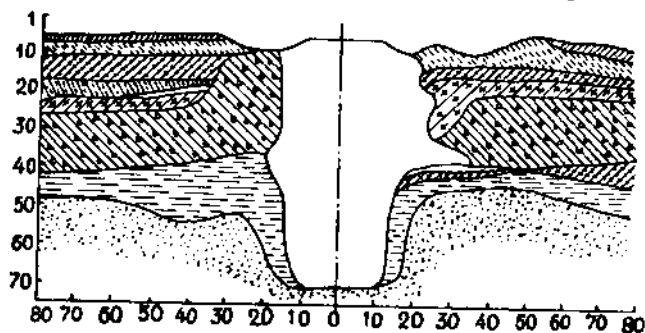
Масштаб:

гориз. в 1 см—100 м
вертик. в 1 см—100 м.

«Фиг. 24 показывает наиболее глубокий поперечный профиль, встреченный во время исследования, где насыпь имеет глубину около 20 м. Болото, над которым эта насыпь была сделана, тянется между двумя довольно большими озерами, с которыми оно теперь соединено маленьким протоком. Очевидно, что местоположение большой дороги в данном случае было очень неблагоприятно, потому что центральная линия дороги в поперечном профиле приходится на центральной линии старого высохшего протока ледникового периода, проходившего между озерами в ран-

ний период их образования. Отклонение центральной линии направо на 10 м от ее настоящего положения, что было возможно, могло бы сократить около 8 м насыпи. Общее количество озерного ила, который, вероятно, почти наполнил старый проток, под тяжестью насыпи должен переместиться на одну сторону. Неправильная форма поперечного профиля направо, вероятно, обязана наполнению ямы, из которой торф во время постройки был вынут и сложен на высоты 2,5—3 м в стороне.

Скорость погружения прогрессивно уменьшается до тех пор, пока в конце-концов после долгого промежутка



Фиг. 24. Поперечный разрез насыпи по В. Бертоу (размеры в футах).

времени не наступает равновесия. Период времени, требующийся для достижения устойчивости насыпи, во многих случаях был больше 5 лет. Мы установили произвольно, что быстрота оседания, при которой сооружение насыпи может (должно) быть остановлено, равно 152 м в 30 дней.

Когда быстрота опускания начинает нормально прогрессивно уменьшаться, она достигает менее 15 см в год.

Случается, что первоначальное оседание, протекавшее сначала медленно, может под влиянием новых факторов ускориться. Так известны случаи когда насыпи, остановившие свое опускание в первый период, были склонны к быстрому оседанию в следующую весну. Сотрясение от проезда ведет за собою увеличение быстроты оседания, наблюдаемое после того, как дорога только что

открыта. Большие каналы, переkreшивающие старую дорогу, способствуют началу значительного оседания. Может показаться странным, что склоны насыпи, погрузившейся в торф, наклонены к центру дороги (см. фиг. 20), что объясняется тем, что груз насыпи варьирует от нуля у подошвы нижнего конца склона до его максимума под бровкой. Отчего форма насыпи должна соответствовать нагрузке.

в) Скольжение насыпи возможно при наличии наклона минерального ложа. Боковое передвижение торфяных масс из-под насыпи увеличивается благодаря вертикальному воздействию силы тяжести самого торфа и способствует передвижению торфа вниз по склону. Поэтому опускание насыпи увеличивается параллельно склону дна и форма ее получается однобокая.

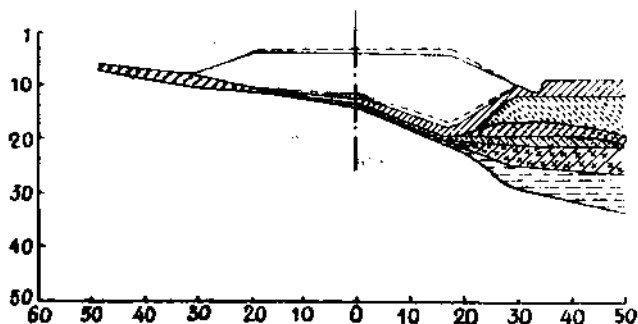
На приведенном выше примере (см. стр. 19) описана насыпь в первый год своего существования, скольжение которой остановилось под влиянием противодействия торфяных бугров. Кюветы по бокам насыпи еще не вырыты, бугры не перерезаны и верхние, наиболее крепкие, связные слои торфа остановили растекание сапропелита. Какова ее дальнейшая участь—неизвестно.

Наклон земной поверхности под торфяным ложем влияет на форму оседающей насыпи, что хорошо видно на приведенном ниже поперечном профиле, заимствованном из той же статьи Бертон.

Фиг. 25 показывает насыпь, которая расположена частично на земле и частично на торфяном болоте. Нужно заметить, что минеральная подпочва имеет крутой наклон по направлению к слоям торфа, и поэтому насыпь под поверхностью торфа значительно больше, чем это показано на нормальном профиле. Следует заметить, что благодаря перемещению материала, только очень небольшое количество торфа остается под насыпью; слои торфа вправо от насыпи значительно утолщаются, благодаря их выдавливанию из-под нее, а затем постепенно уменьшаются, благодаря уменьшению давления.

г) Разрыв торфяного слоя наблюдается на плавающих торфяниках. Он вызывается увеличением веса плавающего торфяного слоя,

прибавлением к нему нагрузки насыпи и наступает в том случае, когда слой торфа, подвергающийся давлению насыпи, лишен твердого минерального ложа, вместо которого под торфом находится вода или жидкий торф. При разрыве такого торфяного слоя материал насыпи тонет в воде и смешивается с разжиженным торфом, залегающим на дне болота (мутта, сапропелевый торф или сапропелит), распределяясь по законам сыпучего тела, погруженного в воду. На подобных торфяниках важно знать несущую способность верхнего слоя, сопротивление его разрыву, если предполагается устройство насыпи на плаву;



Фиг. 25. Поперечный разрез насыпи по В. Бертову
(размеры в футах).

необходимо точно знать глубину болота, чтобы учесть заранее, во что обойдется сооружение насыпи, устроенной на дне торфяника, и необходимо принимать во внимание наличие подводного течения в торфянике и его размывающую деятельность. Толщина слоя воды никакой роли, конечно, играть не может, так как при ее наличии торфяной слой все равно разорвется.

Необходимо отметить, что дороги через такие торфяники будут, видимо, самыми дорогими и наименее надежными.

д) Построенные на болоте насыпи продолжают оседать после окончания постройки. «Очень важно, что несмотря на ускорение оседания насыпи во время постройки, при которой оно было ускорено, чтобы гарантировать его окончание,

некоторое опускание безусловно будет иметь место и позднее», пишет В. Р. Бертон. Это опускание вызывается, видимо, оседанием торфяника под влиянием осушительной работы кюветов и совершается по законам, описанным Дубахом. Осушение болотного массива, которое производится во время его мелиорации и влияющее на оседание торфа в болоте, несомненно должно сказываться и на проводимых по такому болоту дорогах. Поэтому совершенно необходимо при сооружении и выборе дорог через болото быть в курсе дела проектов и мероприятий, предполагаемых отделом мелиорации.



Фиг. 26.

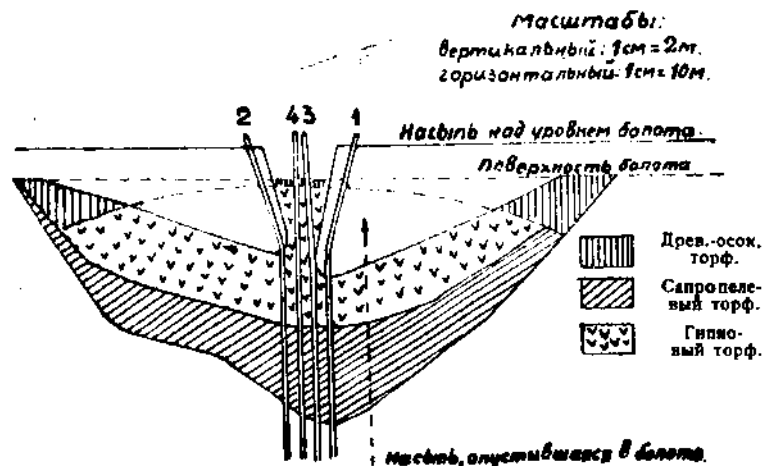
е) Опускание насыпи может происходить не только за счет перемещения частиц торфяных слоев, но может явиться следствием перемещения минеральных частиц в теле самой насыпи, если она сооружена из несоответствующего материала. Так, например, насыпь, сооруженная из суглинки, при условии подтопления ее водой, стекающей с болота, взбухает и начинает размываться. Легкие глинистые частицы ее вымываются и окрашивают воды в кирпично-красные тона глины, а песок остается на месте, и в природе происходит процесс «отмучивания» глины от песка (фиг. 26).

Необходимо хотя бы вкратце упомянуть о том значении, которое имеет передвижение торфяных частиц в болоте

на деформации мостов. По этому поводу В. Р. Бертон пишет:

«Силы сжатия и перемещения торфа во время возведения насыпи бывали причинами многочисленных ошибок при постройке мостов.

В одном случае в Мичигане в 1916 г, был засосан 12 метровый мост, поддерживаемый 15-м сваями, через некоторое время после того, как на вышеуказанном болоте



Фиг. 27. Деформация свай моста в опускающейся насыпи (продольный профиль).

была воздвигнута насыпь, мост начал двигаться, скользить вдоль оси дороги и в течение недели целиком скрылся с глаз.

В другом случае в торфяном слое приблизительно в 12 м глубины, 12 метровый мост закрутился приблизительно о на 5° на одном конце, и начавшееся затем оседание стало в значительной степени разрушать мост. Если бы описанные нами выше насыпи были сооружены заранее, этих несчастий не случилось бы».

Остановимся в качестве примера на следующем случае из нашей практики (фиг. 27).

Строящаяся дорога проходила по краю болота, образовавшегося из озера, на протяжении 85 м. Внешний вид болота не внушал никаких опасений, так как растительность его, сильно видоизмененная пастьбою скота, напоминала выгон, почему глубина болота не была достаточно тщательно исследована. Болото находится между двумя озерами и вытянуто с ними в одну линию, напоминая цепь. Заращение озера происходило путем нарастания сплавнины. Ковер ее сильно утоньшается к центру болота, достигая на расстоянии 60 м от насыпи едва 1,5 м толщины. Падение дна крутое, равномерное. Сделанные по бокам насыпи два разреза указывают, что построенный мост расположен в самой глубокой части болота. Начавшееся оседание насыпи совершалось более энергично в правой половине профиля, и погрузившаяся в торф часть ее вполне соответствует своей формой глубинам болота. Опускаясь в торф, насыпь стала давить на сваи моста, который был возведен одновременно с нею. Сваи стали перекашиваться в порядке, указанном на чертеже. В результате продолжавшегося оседания мост пришлось совершенно разобрать и вытащить сваи.

Остановимся на некоторых выводах, касающихся методов исследования, к которым приходит инженер Бертон.

А. «Одной из поражающих характерных черт исследования была неправильность, показанная топографией дна болота. В большом количестве примеров незначительное исправление линии могло бы спасти тысячи ярдов при возведении насыпей. Поэтому необходимо, когда месторасположение дороги требует перехода торфяного болота, как следует нанести на карту топографию дна болота. Это важнее, чем в гористой местности, потому что в данном случае невозможны наблюдения простым глазом; определение места для дороги должно быть сделано на основании топографических данных и с помощью бурения.

Б. Даже незначительное оседание на маленьких болотах возбуждает гораздо больше опасений, чем оседание на больших протяжениях, благодаря наклону осевший поверхности. Продолжительное постепенное оседание заметно значительно менее для глаз и для проездных качеств мо-

товой. Конечно, оседание и на длинных и на коротких болотах возбуждает опасение, если степень его достаточно велика, чтобы помещать дренажу. Оседание, могущее причинить беспокойство в этом смысле, вряд ли встречается в болотах глубиною меньше чем 2 м».

Мы вполне присоединяемся к первому положению, высказанному инженером Бертоном, так как в нашей практике на каждом шагу мы наталкивались на несовершенство тех методов, с которыми производилось определение глубин болота у нас.

Практикуемый способ определения глубины болота вешкой должен быть окончательно оставлен. Во-первых, вешка слишком коротка для зондировки болот, так как частенько мы не могли достигнуть дна болота не только 4-м, но даже и 6-м зондом; временами случалось, что даже 10-м бур не достигал его. Во-вторых, при зондировке болот вешкой неизвестно, что заставило ее остановиться: минеральное дно или пень? Необходимо заметить, что в большинстве болот мы встречаемся с прослойкой древесного торфа, которая соответствовала образованию пограничного горизонта (см. стр. 45), богатого пнями. В-третьих, при зондировке жидких болот вешкой последняя с такой силой засасывается жидким торфом, что после непродолжительной остановки становится трудно сдвинуть ее с места, и можно легко ошибиться, подумав, что она уже достигла дна. Сильно минерализованные низинные торфа подчас с трудом пробиваются зондом и тем более трудно проходимы вешкой. Этот способ зондировки приводил к целому ряду ошибок. То определяемая вешкой глубина равнялась 2,5 м, на основании чего намечалась линия дороги через болото, в то время как при зондировке буром глубина оказывалась 8-м, и направление дороги приходилось изменять, то проведенная через болото дорога наталкивалась на глубочайшие ямы, вызвавшие на ней серьезные деформации, в то время как в 20 м вправо или влево была полная возможность эти ямы обойти.

Поэтому мы в дальнейшем изложении рекомендуем изыскателям широкое применение зонда Сытина, которым легко можно брать до 50 скважин в день и дать подробную

топографию дна, обрисовывающую микрорельеф его. Этот способ хорош тем, что дает возможность работать быстро, выявить топографию дна подробно и доступен каждому.

Из рассуждения В. Р. Бертонa, когда он говорит, что короткое болото опаснее для строительства, чем длинное, благодаря наклону поверхности, все же не следует, что нужно избегать короткие переходы на болоте.

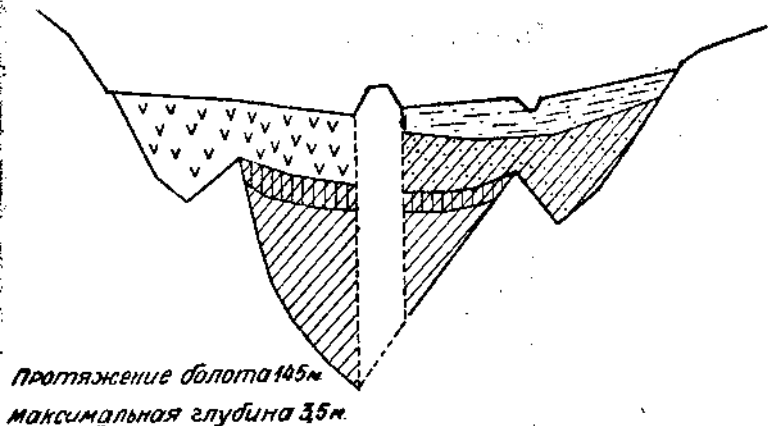
Опасность заключается в крутизне падения дна в тех ямах, на которые легко натолкнуться; она зависит от плавающего типа торфяника или от типа торфяника, покоящегося на разжиженных сапропелитах, но протяжение болота не играет при этом никакой роли. Пересекаемые дорогой короткие изгибы болота бывают то мелкими, то глубокими, имеют то равномерное падение дна, то капризный рельеф, испещренный ямами. Глубина и микрорельеф дна его зависит главным образом от его происхождения и возраста, как уже указывалось нами выше (см. стр. 51 и черт. 13, 15, и 18).

Совершенно очевидно, что при одинаковой глубине болота его выгоднее пересекать в более короткой части, так как количество земляных работ потребуется меньшее, тем более, что узкие части часто значительно мельче.

Наблюдения, сделанные дорожными строителями над передвижением торфяных масс под влиянием нагрузки насыпи, привели нас к заключению, что передвижение торфяных частиц в слоях торфа происходит в природе под влиянием нагрузки речного аллювия.

Разбираясь подробнее в напластованиях торфа, на сделанных профилях можно заключить что слои древесного торфа погружаются зачастую в нижележащие слои сапропелевого торфа или сапропелита. Это заставляет предполагать, что древесный покров болота действует на нижележащие разжиженные слои торфа как тяжесть и вызывает перемещение торфяных частиц в них. Часто наблюдаемое расположение сапропелитов по склонам ям также может являться следствием такого перемещения. Первоначальное залегание их правильнее себе представить в горизонтальной плоскости, так как они оседают в воде озера.

Влияние насыпи на развитие болота. В тех случаях, когда насыпь, погружаясь в болото, становится поперек движения воды как поверхностной, так и грунтовой, она уподобляется плотине и задерживает, сначала совершенно незаметно для глаза, движение воды в болоте, запруживая его. В результате в запруженной стороне болота начинают развиваться сильно влаголюбивые растительные сообщества, способные поглощать и удерживать своим моховым покровом (из гипнума или



Фиг. 28. Влияние насыпи на развитие болота.

еще значительнее из сфагнума) большое количество воды. Дорога резкой чертой отграничивает их от растительных сообществ, расположенных по другую сторону насыпи, поросших или смешанным лесом или умеренно увлажненным лугом, и ярко подчеркивает свое влияние на развитие болота. В результате в запруженной части скопляется влаги так много, что она начинает портить и подмывать насыпь. Увеличивая разжиженность торфов и уменьшая тем их несущую способность, она способствует новому опусканию насыпи в торф. Пример такого воздействия насыпи на болото и запруживание болота скопившейся водой можно видеть на прилагаемом профиле (фиг. 28).

В левой половине болота развился мощный гипновый ковер, насыщенный водою; в правой половине болот хорошо дренировано протекающим ручьем и занесено илом смываемым весенними водами с правого суглинистого берега. Излишек скопившейся в левой стороне болота воды стал размывать и вызвал оседание насыпи.

Пришлось снабдить насыпь необходимыми в данном случае сооружениями для пропуска воды.

ФОРМЕ НАСЫПИ И ВЕЛИЧИНЕ ПОГРУЖЕНИЯ ЕЕ В ТОРФ

Изучение болот с дорожной точки зрения, предпринятое Дорожно-Исследовательским Бюро БССР, указало на целый ряд трудностей, с которыми встречается изыскание и постройка дорог на болотах. Указанное выше разнообразие болот, отражавшееся на строении торфяной залежи, на водном режиме, на глубинах и микрорельефе дна болот, приводило к различному передвижению торфяных масс под влиянием нагрузки насыпи. Характер передвижения этих масс, как мы уже видели, обуславливает величину погружения насыпи в торф. Оценка профиля болота, производимая на данном принципе, и деление болот на участки, различные по своим качествам, является несомненно шагом вперед при изучении данного вопроса, но все же это только отдаленное приближение к разрешению его. Ближайшей же задачей, которую необходимо решать как можно скорее и тщательней является конкретное указание на то: 1) какую форму примет погрузившаяся в торф насыпь и 2) как меняется величина ее погружения в торф на различных участках болота. На этих двух величинах основан подсчет земляных работ на болоте. Проверка существующих в литературе воззрений по данному вопросу на постройке и конкретизации величины погружения в торф и формы приобретаемой в нем насыпью, совершенно необходима для уточнения этого подсчета.

На основании чисто теоретических соображений мы указывали в начале нашей статьи на то, что принцип определения величины осадки насыпи в торфе не может основываться на одном только изучении глубины болота.

Посмотрим же теперь, что дало нам изучение данного вопроса в природной обстановке, и приведем те факты, которые нам удалось собрать за лето 1930 г. во время наших работ с изыскательскими отрядами и на производстве.

Характер работ при изыскательских отрядах, связанный с постоянным и быстрым передвижением работников с места на место, дал нам возможность изучать данный вопрос только полевым методом, отдалив временно его лабораторную проработку. Но, как мы увидим ниже, полевой метод, широко практикуемый во всех экспедициях, несомненно может давать целый ряд ценных выводов. Он основан на собирании фактов и приведении их в систему. Поэтому мы решили изучать данный вопрос на фактическом материале, изучая величину погружения насыпи в торф на поперечных профилях ее и определяя в полевой обстановке степень разжиженности и разложимости каждого вида торфа. Поперечные профили составлялись на основании буровых скважин, сделанных сплошными шурфами до дна болота. Число скважин колебалось от 3-х до 12-ти в зависимости от характера оседания и строения болота. Бурение производилось как на самой насыпи, так и на прилегающих к ней участках болота с целью выяснения, каким изменениям подверглись под ее давлением спокойно лежащие в болоте слои торфа. Для того чтобы оказаться беспристрастными, мы старались бурить без разбора как деформированные, так и прочно стоящие насыпи. Всех бурений нами произведено в общей сложности двадцать. Из них десять тщательно проработаны пом. почвоведом Е. П. Бурцевой.

Полученные данные мы расположили так же, как и в В. Р. Бертон, на приводимом ниже чертеже, отложив на оси абсцисс глубину торфяного слоя, а на оси координат величину погружения насыпи в торф (фиг. 29). Сравним кривые на чертеже 29. Резкое расхождение кривых совершенно очевидно.

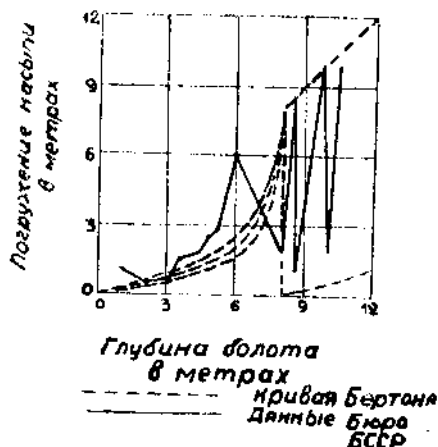
Таким образом, несмотря на то, что двадцати профилей конечно слишком мало для составления новой кривой погружения, тем не менее их оказалось совершенно достаточно для до-

казательства того, 1) что наши данные не совпадают с американскими и 2) что величина погружения не находится в прямой зависимости от глубины болота. На приведенном графике мы видим, что при девятиметровой глубине в одном случае насыпь сидит на дне болота, а в другом погрузилась в него только на 1 м; на шестиметровой глубине насыпь вместо того, чтобы погрузиться в болото соответственно американской кривой на 2,5 м, села на дно его; на четырехметровой глубине она погрузилась вместо 1,5 м на 2, а на трехметровой глубине всего на 0,6 м.

Несомненно, что вопрос нельзя решать статистическим методом, определяя только величину погружения, не вдаваясь в анализ явления и не задаваясь вопросом: почему один и тот же вид торфа оказывает то более сильное, то более слабое сопротивление нагрузке?

Остановимся подробнее на более ярких примерах и попробуем дать объяснение происшедшему.

Почему на девятиметровом болоте насыпь села на дно его? Возьмем описанный нами выше случай на стр. 20 Бурение производилось В. А. Судковым на дороге, проведенной по плавающему типу торфяника и сопровождалось разрывом торфяного слоя под обочинами. Насыпь воздвигалась на плотках, благодаря чему откосы у погружившейся в торф части ее отсутствовали. Но насыпанной непосредственно по поверхности болота песок обочин ложился в жидком торфе не одинаково: в стороне подверженной размыванию на загрузку провала потребовалось большее количество песка, чем на противоположной. Это свидетельствует о том, что

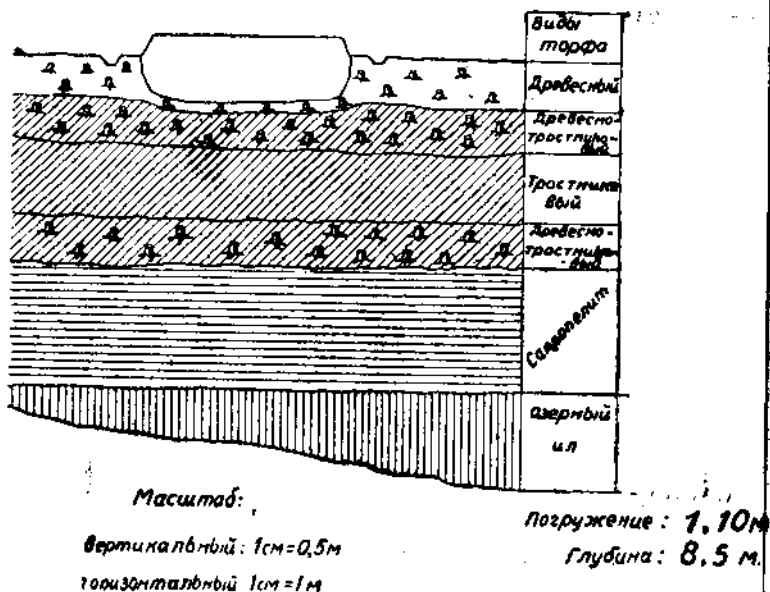


Фиг. 29. Кривые опускания насыпей.

песок располагался отлого, образуя откосы и приобретая в жидком торфе форму трапеции. К сожалению, величину откоса определить не удалось за недостатком времени.

Почему насыпь на болоте глубиною 8,5 м погрузилась в него только на 1 м?

Исследуя одно из болот озерного происхождения в зоне размыва конечной морены, мы наталкнулись на глубокое 8,5 м



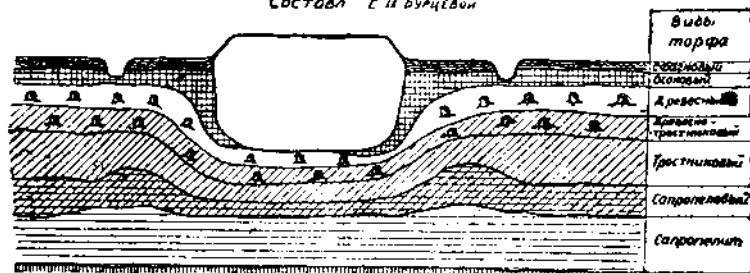
Фиг. 30. Поперечный разрез насыпи на болоте 8,5 м.

болото, выстланное с глубиной 4 м очень плотными сапропелитами, с трудом поддававшимся бурению. Предположить осадку насыпи до дна болота на таком плотном торфе казалось нам не основательным. Чтобы выяснить какую величину погружения насыпи в торф нужно ожидать в данном случае, пом. почвовед Е. Бурцева была отправлена пробурить в ближайшую насыпь на аналогичном же болоте. Приведенная выше фигура 30 указывает нам, что в данном случае мы имеем болото озерного происхождения, подстилае-

мое с глубин 4,5 м сапропелитами. Сапропелиты плотны и увлажнены слабо. Насыпь погрузилась только в верхние слои древесного и тростникового торфа. Последние в момент ее постройки были, по словам строящего дорогу прораба, сильно увлажнены. Эти торфа спрессовались на 1,10 м, остальные же слои торфа остались лежать совершенно спокойно. Форма, приобретенная насыпью в поперечном сечении, шестигранная. Часть ее, погрузившаяся в торф, отразилась как в зеркале верхнюю, находящуюся над болотом половину. Это вполне соответствует указаниям В. Р. Бертонна на форму насыпи.

Прессовка торфа под насыпью.

Состав Е. П. Бурцевой



Фиг. 31.

Полученные данные о строении насыпи указали, что опасаться перехода через болота подстилаемое плотными сапропелитами, нет основания, несмотря на значительную глубину болота.

Как реагировали на четырехметровом болоте различные слои торфа на давление насыпи?

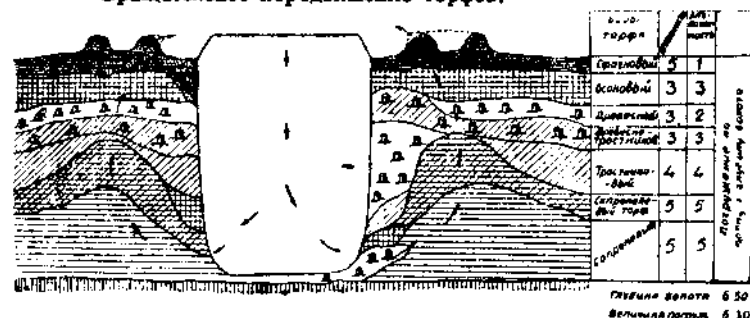
Рассмотрим фигуру 31. На ней изображен профиль насыпи, погрузившейся на четырехметровом болоте на глубину 2,10 м. Рядом с профилем приведена таблица, по которой видно, что влажные сфагновый и осоковый торф, не смотря на различную степень разложимости, выдавлились из под насыпи совершенно. Более минерализованный, а следовательно и более плотный осоковый торф скопился по бокам насыпи. Древесный и древесно-тростниковый торфа

средней увлажненности спрессовались почти на одинаковую величину. Увеличивающаяся влажность тростникового торфа отразилась на увеличении его прессовки. Сапропелевый торф средней увлажненности передвинулся в стороны на 50% от общей толщины слоя, сапропелит на 10%, но так как в данном случае физические свойства их близки, правильное объединить оба слоя вместе, вычислив растекание в 26%.

Складывая прессовку всех слоев торфа, мы получим общую величину погружения ее.

Из приведенного описания вырисовывается, что отношение к давлению насыпи у торфов было далеко не одинако-

Вращательное передвижение торфов.



Фиг. 32. Поперечный разрез насыпи (состав. Е. Бурцевой).

вое и что увлажненность их играла при этом несомненную роль. Форма насыпи также как и в первом случае в сечении шестигранная, но погружившаяся в торф часть ее более вытянута, чем надземная.

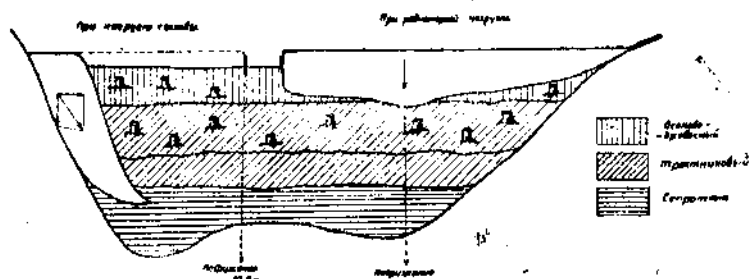
Почему насыпь на шестиметровом болоте погрузилась на дно его?

Приведенная фигура 32 рисует нам неправильное и замечательно пестрое на первый взгляд залегание торфов. Разобраться в нем удалось только после непосредственного наблюдения аналогичной же деформации. Обследуя совместно с С. Ф. Миценгендлером деформацию насыпи на глубоком, но небольшом болоте, мы оказались свидетелями следующей картины (см. фиг. 33). Тяжелая глинистая насыпь погрузилась у крутого левого берега болота на 10 м до дна

его. В центре насыпи образовалась глубокая яма в 2 м глубины, заполненная водою. По обеим сторонам насыпи возвышались высокие черные торфяные бугры, заметно изогнувшиеся к центру дороги и зловеще нависшие над водою, куда впоследствии они и обвалились. Весь торфяной покров от начала болота до конца бугров был прорезан поперечными трещинами, располагающимися перпендикулярно к оси дороги. Из распросов очевидцев, строящих дорогу, выяснилось, что материал для насыпи брался из выемки на крутом берегу болота и грузился у берега до требуемой высоты насыпи. По мере продвижения насыпи

(СХЕМА РАБОТЫ НАСЫПИ

Насыпь
продолжительной - 5 м и более
кратковременной - 10 м и более



Фиг. 33. Продольный профиль.

к центру болота, строители стали замечать, что сгруженные на болото глины начали заметно для глаз скользить, оказываясь впереди того места, на которое их сбрасывали, и быстро опускались в торф. Картина поперечного скольжения насыпи в левой половине болота была налицо.

Согласно положению В. Р. Бертон, в котором указывается, что форма насыпи соответствует форме дна, мы получили и в данном случае насыпь, имеющую в продольном сечении форму треугольника. Нагрузка материала сразу же до требуемой высоты насыпи способствовала этому. Работа выстроенной таким образом насыпи складывалась из двух моментов: 1) вертикального давления груза на торф и 2) отжимания торфа от берега погружившейся в болото частью насыпи, в горизонтальном направлении. В силу этого дви-

жение насыпи совершалось по диагонали параллелограмма, построенного на указанных силах, и началось поперечное скольжение ее по склону дна. По мере погружения в болото насыпь беспрерывно досыпали; она превратилась в гигантский клин из мокрой глины, слившейся в болоте в сплошную массу. Этот клин, беспрерывно увеличивающийся благодаря постоянной досыпке и скользящий по склону дна, передвигался по мере роста постройки к центру болота и выпаливал толщу торфа на всю глубину.

Поперечное скольжение насыпи по склону дна вызывало своеобразное передвижение торфяных масс. Началось сперва горизонтальное растекание сапропелитов в стороны от насыпи, затем происходило поднятие их косо вверх и, наконец, начиналось скольжение верхних слоев торфа в обратном направлении к центру дороги. Поступательное движение земляного клина (насыпи) вызывало вращательное передвижение торфяных масс по бокам насыпи, совершавшееся по двум спиральям и получивших движение одна по часовой стрелке, а другая против. Это вращательное движение и вызывает изогнутые и обвалы торфяных бугров на дороге. Так как вода вращающаяся с торфом легче его, то она в своем движении опередила торфяные массы и вылилась из него в яму посредине насыпи. Такое вращательное передвижение ясно выражено на фиг. 32. Нижние слои осокового древесного и тростникового торфа, соскользнувшие на дно болота, стали подыматься под влиянием вращения, стремясь притти в вертикальное положение.

Опускание насыпи на глубину 6 м явилось, таким образом следствием той формы, которую она приобрела в торфе у берега и последовавшего поперечного скольжения ее, а не только следствием слабого сопротивления торфов нагрузке. Причина скольжения заключалась в наклоне дна болота и способе нагрузки насыпи.

Оседание насыпи на правой половине болота подтверждает наши выводы. В этой половине нагрузка материала на болото производилась равномерно и постепенно, так как материал возился с более пологого берега исподволь. В связи с этим погружение совершалось постепенно и продольная форма спускающейся в торф части увеличивалась плавно.

Работа насыпи в болоте заключалась только в вертикальном давлении тяжести, а момент отжимания торфа от берега был исключен.

Необходимо указать, что глинистый материал насыпи также способствует ее скольжению. Тяжелые мокрые скользкие глины, достигнув дна болота, передвигаются по склону легче, чем песок, благодаря своей пластичности, уменьшающей трение их о дно болота.

При скольжении, погружающаяся в торф часть насыпи приобретает в поперечном сечении форму четырехгранника и бока ее совершенно отвесны. Бурение болота в 0,5 м от дороги производилось с большим трудом, так как торфа оказались сильно уплотненными. Торфяные бугры выпячивающиеся на болоте во время скольжения (высота 2,5 м, ширина 10 м) заметно меньше, чем масса насыпи опустившаяся в торф (глуб. 10 м, ширина 10 м), а следовательно и масса выдавленного ею торфа (поверхностное натяжение верхних слоев торфяной залежи в болоте сдерживает их выпячивание). Таким образом, объем, занимаемый торфом в буграх, меньше объема, занимаемого им ранее в болоте до воздвигания насыпи. Уменьшение объема происходит за счет выдавливания воды из пор во время вращения, отчего плотность торфа возрастает во всей толще затронутой этим передвижением. Поэтому часть насыпи опустившаяся в болото, упирается в плотный торф не образуя никаких откосов. Засыпка деформации в таких условиях вполне возможна и практикуется американцами (см. черт. В. Р. Бертона). Точный подсчет земляных работ, рассчитанный на полную глубину болота и отвесные склоны насыпи, укажет рациональней ли делать обход ее и удлинять дорогу или выгоднее засыпать провал.

Сравнивая американскую кривую погружения насыпи и данные Дор.-Иссл. Бюро БССР, мы видим, что некоторые из наших точек в правой половине графика совпадают с их кривой, другие же располагаются значительно ниже ее. Совпадение касается насыпей, севших на дно болота. Как мы указывали, они садятся на дно болота, на плавающих торфяниках и при поперечном скольжении насыпи по крутым склонам болота. Опускание на дно зависит от строения

торфяника и частично от способа нагрузки. Глубина болота при этом роли не играет.

Точки расположенные ниже американской кривой отмечены нами на торфяниках, подвергающихся прессовке торфа. Чтобы познакомиться с величиной прессовки различных слоев торфа, мы измеряли циркулем на поперечных профилях насыпей, сделанных Е. П. Бурцевой, мощность слоя в залежи и под насыпью, определяя процент прессовки его. При этом отмечались увлажненность и разложимость торфа.

Произведенные нами тридцать измерений можно разбить на пять групп, положив в основу принцип разжиженности торфа.

Степень увлажненности	Вид торфа и степень его разложения	Прессовка торфа в %/о
Слабое увлажнение	Осоковый средне-разложившийся. Древесный значительно разложившийся. Древесно-осоковый значительно разложившийся	20%
Средне-увлажненные	Древесный, значительно разложившийся Осоковый средне-разложившийся Тростниковый мало-разложившийся	25%
Увлажненные.	Древесный, значительно разложившийся. Древесно-осоковый средне-разложившийся Тростниковый как сильно, так и мало разложившийся	30-50%
Сильно-увлажненные.	Сфагновый, мало разложившийся Осоковый значительно разложившийся. Древесный средне-разложившийся	80-200%

Сапропелиты и сапропелевые торфа

Слабо увлажненные, сильно разложившиеся	0%
Средне-увлажненные > >	30-40%
Сильно-увлажненные > >	100%

В этой табличке мы попытались зафиксировать то, что мы наблюдали в жизни.

Влияние глубины болота на прессовку отдельных слоев торфа нами пока не затрагивалось. Необходимо отметить, что при наличии разжиженности верхних слоев болота погружение насыпи происходит за счет прессовки и уплотнения главным образом этих слоев. Осадка нижележащих умеренно увлажненных торфов меняется с изменением глубины болота очень незначительно. При наличии разжиженности нижних слоев сапропелита она резко возрастает на участках болота, подстилаемых сапропелитом, и наоборот—значительно уменьшается на участках, не подстилаемых им. С увеличением глубины слоя сапропелита увеличивается иногда и его увлажненность, если на дне болота имеется движение грунтовых вод. Поэтому и расползание сапропелита под насыпью увеличивается в более глубоких местах болота.

Вот основные принципы, на которых должно строиться изучение величины прессовки торфа. Число сделанных измерений должно отсчитываться для этого не десятками, а сотнями; свойства торфа необходимо прорабатывать в лабораториях, не ограничиваясь полевыми определениями их. Результатом этой проработки должна появиться таблица для определения величины прессовки торфа, в зависимости от влажности, вида и разложимости его. Это даст нам возможность уточнить подсчет земляных работ, предвидеть где и какие затраты нас ожидают и сократить расходы при постройке дорог на болотах.

НЕКОТОРЫЕ УКАЗАНИЯ НА МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ БОЛОТ

Ниже мы приводим 1) пример оценки болот, указывая на характер оседания насыпей; 2) пример изыскания дороги через болото; 3) порядок, в котором производится обследование и 4) описание производства работ.

1. Оценка болот

Оценка болот приводится на стр. 85—85.

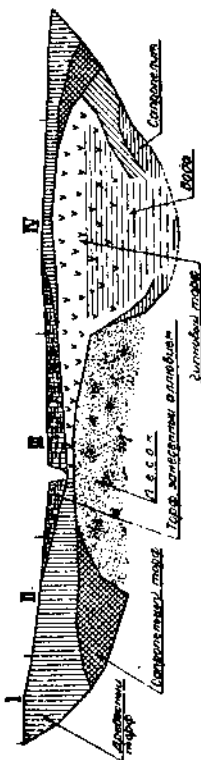
2. Изыскание дорог

Попробуем применить на практике рассмотренные нами свойства болот и торфов при изыскании дороги на болотах.

Воздушная линия изыскательского отряда, с которым я работала в качестве почвовед, пролегла на протяжении 3 км по верховому болоту (см. схематичный план болота фиг. 35).

Рекогносцировочное обследование установило, что рассматриваемое болото разделяется на 3 главных части. Первая—северная часть занята верховым сфагновым болотом, вторая—центральная часть занята низинным ольховым болотом и третья—южная—занята осоково-березовым низинным болотом.

Верховое сфагновое болото, по которому пролегает воздушная линия А—Б, в центральной части заметно выпукло и поросло редким низкорослым сосновым лесом с кустами одноголовой пушицы и клюквы. Магистральная канава, пересекающая его, мало сказала на осушке болота, и вода стоит в ней высоко. Моховый покров насыщен водою.



Масштаб:
вертик. в 1 см—4 м.
горизонт. в 1 см—100 м.

Фиг. 34.

Оценка и профиль болота, глубина которого определена вешкой в 2,5 м

Участки, обозначенные на фиг. 34.

I	II	III	IV
Оседание торфа произойдет вследствие его прессовки.	Увеличившаяся глубина болота увеличит соответственно оседание насыпи. Склоны будут способствовать атому еще больше, и произойдет 6 ковое перемещение торфяных масс.	Участок вблизи реки, подстилаемый древними наносами дилuviальных потоков, наиболее мелкий, наиболее минерализованный. Слои торфа сильно перемешаны с аллювиальными наносами современной реки. Под влиянием этих наносов осадка торфа уже в значительной мере произойшла. Поэтому данный участок является належащим и осадку в нем нужно ожидать незначительную.	Участок 4-й плавает над ямой, заполненной жидким торфом. Падение дна очень крутое, особенно с левой стороны. Глубина превышает 10 м. Участок относится к типу плавающих торфяников, подверженных разрыву торфяного слоя.

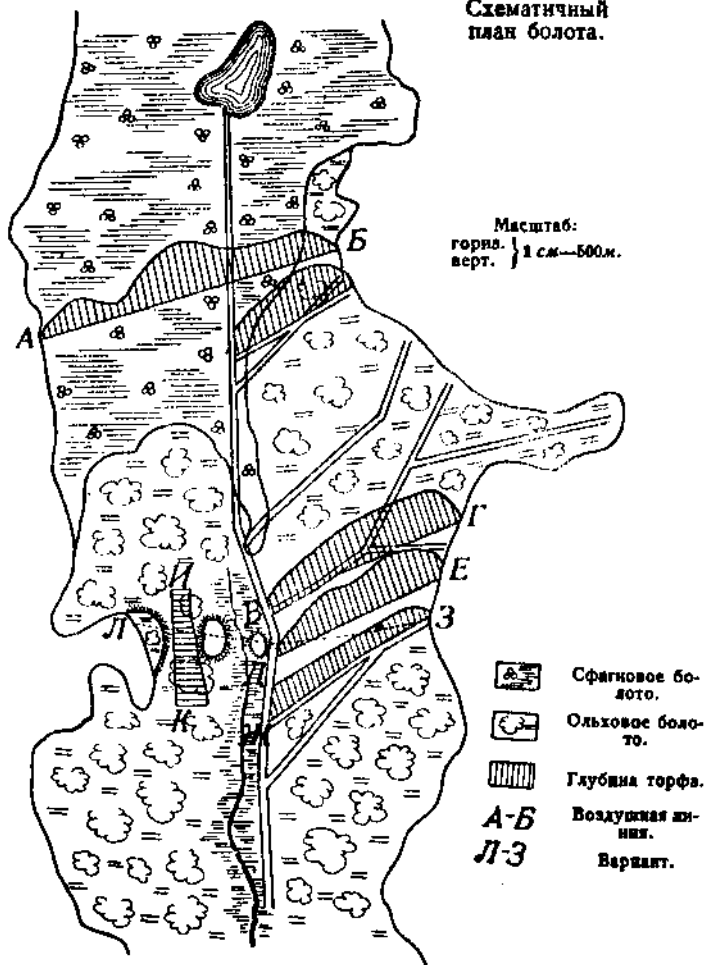
Оценка и профиль болота у подножья конечной морены
Участки, обозначенные на фиг. 35.

I	II	III	IV
Тип болота—плавающий торфяник. Толщина сплавов очень значительна и она неминуемо разорвется под тяжестью насыпи. Слой сапропелита совершенно жидкий. Чрезмерная увлажненность их зависит от замедленного стока воды в реке. Сток затруднен завалами, следящими рыбаками.	Глубокая, но сравнительно широкая яма наполнена торфом, подстилаемым сапропелитом. Опускание слоев древесного торфа в слои сапропелита ясно заметно на профиле болота. Оно вызвано передвижением частиц последнего под влиянием нагрузки древесного полога. Такого же перемещения частиц торфа нужно ожидать и под насыпью, выраженного более ярко. Но провалов ожидать не следует, так как увлажненность сапропелитов и озерных глин—умеренная. Глубокая часть болота является таким образом равномерной мелкой части и скорее даже превышает последнюю.	Вполне надежный участок—мелкий и выстильный структурными торфами. Под влиянием нагрузки должен прессоваться. Внешний вид участка введен строителей в заблуждение: он был оценен как наиболее опасный, так как среди кустарника, которым покрыто болото, встречаются дысье поляны, поросшие пушицей. Оказалось, что поляны образовались под влиянием деятельности человека, о чем говорилось выше.	Аналогичен по своему строению с участком II.
Несмотря на то, что глина болота не очень болотная, эта часть его на худшую. Насыль будет повреждаться весенними разливами реки. Матернал насыпи, опустившийся на дно болота, будет размываться подводными течениями, которых здесь нужно ожидать. Болото может обладать очень плохими качествами для строительств при значительной глубине			

Глубина торфа 3—5 м; из них верхние 2 м состоят из сосново-сфагнового и пушице-сфагнового торфа; нижние же 2—3 м состоят из низинного гипново-тростникового торфа.

Схематичный
план болота.

Масштаб:
гориз. } 1 см—500 м.
верт. }



Фиг. 35.

Края сфагнового болота заметно понижены. Они поросли березово-сосновым леском, который ниже и значительно реже предыдущего. На сфагновом ковре растет тростник и местами шейхцерия. Сфагновый ковер крайне рыхлый, очень сильно насыщен водою; тяжести человека не выносит; глубина торфа от 1,5—2,5 м, причем верхний метр состоит из молодого сфагнового торфа, а нижние слои из осоково-тростникового.

По мере продвижения к югу, количество березы увеличивается, к ней примешивается черная ольха, а сфагнум исчезает. Вместе с этим в понижениях по краям болота ясно вырисовывается сток воды в ключах к реке, расположенной на юге. Таким образом центральная часть сфагнового болота неблагоприятна для дороги, во-первых, благодаря значительной глубине—до 5 м; во-вторых, из-за значительной влагоемкости сфагнового покрова. Но особенно плохим для проведения дороги нужно считать пониженные края болота. В эти понижения вода стекает из центральной возвышенной части. Кюветы, которые пойдут по бокам дороги, не смогут осушить ее (см. выше мнение Гетманова,) так как сток воды с главного массива значительный, и только планомерная осушка всего массива изменит и урегулирует сток воды и в кюветах.

Необходимо отметить, что нижние слои торфа значительно разжижены и заставляют опасаться подземного стока воды из нижележащего озера к югу по направлению уклона местности и движения воды в ключах.

Значительное протяжение дороги через болото в 3 км—также нежелательно в силу дороговизны постройки и постоянных ремонтов, которые требует дорога на болоте. Поэтому нам было предложено разыскать более удобный вариант перехода. При этом желательно было соблюдать следующие условия: 1) чтобы намеченная через болото дорога была возможно ближе к намеченной через него воздушной линии, 2) чтобы дорога проходила через него по кратчайшему расстоянию, 3) чтобы высота воздвигаемой насыпи была наименьшая.

Разыскивание варианта дороги к северу от воздушной линии отпадало, так как по мере приближения к озеру

Профиль болота у подножья конечной морены.



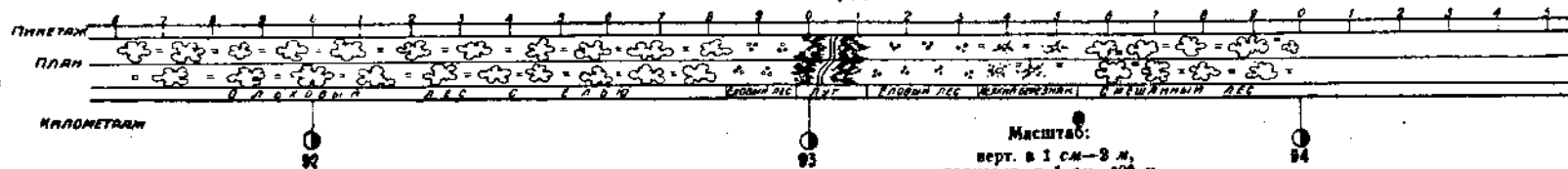
Фиг. 35.

Масштаб:
верт. 1 см—2 м.
горизонт, 1 см—100 м.

Глубины болота под вариантом и воздушной линией.

А Б В Г Д

Глубина варианта.
Глубина воздушной линии.



Масштаб:
верт. в 1 см—3 м,
горизонт. в 1 см—100 м.

Фиг. 37.

качество болота ухудшалось, насыщенность торфа водою увеличивалась.

Проведение дороги в южной части осоково-березового болота было не рационально за дальностью расстояния ее от воздушной линии. Существующий обход болота пересекает эту часть болота, но отстоит от воздушной линии на 7,5 км.

Таким образом мы остановились на центральной части, занятой ольховым болотом. Рассмотрим ее подробнее.

Северная часть ольхового болота очень широка и удлиняет переход на $\frac{3}{4}$ км. Глубина ее мало отличается от глубины верхового болота (см. план и профиля глубин по линиям зондировки).

Поэтому мы остановились на средней части, наиболее короткой и наиболее мелкой, как указала предварительная зондировка.

Водный режим ольхового болота оказался очень благоприятным. Осушка восточной, более глубокой части, была произведена в 1914 году и дала очень хорошие результаты. Торф сильно осел и разложился. Он сделался настолько плотен, что зонд пробивает его с трудом после ударов. Уровень воды в канаве и в болоте низкий. Верхний слой болота состоит из ольхового торфа 1 м глубиной; ниже залегает осоково-тростниковый торф.

В этой части ольхового болота нами были прозондированы к востоку от магистральной канавы три линии (В—Г, Д—Е и Ж—З, см. план) в направлении с запада на восток, глубина которых изображена на плане.

Таким образом мы установили рельеф дна ее и выявили линию наименьшей глубины.

К западу от магистральной канавы было установлено по группам высокого елового леса существование двух островов, которые сократили дорогу по болоту. Между островами зондировка производилась в направлении с севера на юг (по линии И—К) с целью установить падение дна и глубины. Оказалось, что падение дна совершается к югу.

Сведения, полученные о болоте, были использованы начальником изыскательской партии при проведении через

него линии дороги. Сравним вариант дороги по воздушной линии на сфагновом болоте с вариантом в ольховом болоте.

1. Водный режим сфагнового болота значительно хуже в данном случае, чем у ольхового. Нужно ожидать, что канавы на сфагновом болоте будут переполнены водою, так как вода в них будет поддерживаться благодаря значительной влагоемкости сфагноума и значительной водопроводимости его верхних слоев. 2. Осадка торфа благодаря высокой степени разложенности ольхового торфа, малой его влагоемкости, быстрой и легкой осушаемости—окажется значительно меньше, чем на сфагновых болотах. 3. Глубина (фиг. 35) ольхового болота значительно меньше сфагнового. 4. Протяжение дороги по ольховому болоту сократится на целый километр.

Порядок обследования

В заключение укажем на порядок, в котором следует производить обследование болот, и дадим некоторые практические указания для работ на болоте.

1. Первое знакомство с болотом состоит в *рекогносцировочном обследовании* его, с целью установить, в какой части его пойдет дорога.

2. После того как установлена ориентировочно часть болота, по которой пойдет дорога, необходимо установить рельеф дна на ней и линию наименьших глубин.

3. Когда линия дороги установлена окончательно, производится тщательная зондировка ее для выявления микро-рельефа дна и берутся образцы торфа для анализов.

Рекогносцировочное обследование. Для общего ознакомления¹ с болотом и окружающей местностью производится осмотр болота; при наличии планов и картографических материалов устанавливается соответствие их с местностью. В случае отсутствия последних производится глазомерная съемка границ болота с при-

¹ Практические указания для работ на болоте составлены по И. И. Вихляеву: «Техническая инструкция по исследованию торфяных болот».

менением компаса и составляется схематический план болота. Описание составляется по следующей программе:

1. Название болота.
2. Географическое положение (округ).
3. Топографическое положение (на водоразделе, на склоне, в долине реки и т. д.).
4. Составляется схематический профиль местности и выясняется геологическое его строение.

5. Описывается водный режим:

а) источник питания болота (атмосферные осадки, сток с вышележащего болотного массива, полая речная вода, озеро, ключи). Желательно отмечать уровень воды в ближайших колодцах;

б) наличие осушительной сети или ее отсутствие, а также состояние осушительных канав;

в) краткое указание на водоприемник и на направление стока воды с болота;

г) количество и состояние воды в отдельных частях торфяной залежи.

6. Тип болота (верховые, переходные, низинные) и краткое описание растительности для более полной характеристики водного режима.

7. Ориентировочное ознакомление с глубинами каждого типа болота или наиболее распространенной растительной ассоциации.

8. Качество торфа по отдельным слоям (растительный состав или вид торфа, степень разложения, естественная влажность, связность—подробности см. ниже).

На основании полученных данных устанавливается та часть болота, через которую пойдет дорога, и приступают к более детальному обследованию ее.

Установление рельефов дна и линии наименьших глубин. На той части болота, которая подлежит более детальному обследованию, необходимо прозондировать 3—4 линии параллельно предполагаемой дороге, закладывая буровые скважины не реже, чем через 1 пикет друг от друга. Полученные глубины наносятся на план по зондировочной линии и заштриховываются.

Таким образом обрисовывается рельеф дна на плане и намечаются более возвышенные его части.

Микрорельеф дна и взятие образцов. Полученные данные служат материалом в руках начальника изыскательной партии для окончательного выбора линии под дорогу, после чего прорубается просека и производится разбивка пикетажа.

Дно болота под дорогой исследуется тщательно во избежание глубоких ям и для того, чтобы уточнить стоимость земляных работ.

Зондировка производится с расчетом, чтобы падение дна между двумя соседними скважинами ни в коем случае не превышало 1 м. Это расстояние сильно колеблется от 10—50 м и более, почему устанавливается для каждого болота на месте. Первые 5 скважин следует закладывать близко друг от друга на расстоянии 10 м. Если же обнаруживается, что дно болота ровное и падение дна незначительно, расстояние увеличивается до 15, до 25 и до 50 м.

4. Производство работ

Зондировка производится зондом Сытина. Преимущество этого зонда заключается в быстрой зондировке, чему способствует навинчивание штанги одной на другую. Быстрота работы дает возможность тщательней выявить микрорельеф дна, так как при быстрой работе можно чаще закладывать скважины. Недостаток зонда состоит в том, что он не может точно характеризовать залеж торфа, так как берет нечистые пробы. При опускании открытого челнока, последний наполняется еще сверху торфяной массой, особенно, если последняя имеет жидкую консистенцию.

Челнок зонда Сытина представляет собой соединение двух конусов с концами цилиндра диаметром 5 см. Центральная часть челнока (цилиндр) полая. Часть стенки челнока вырезана, причем нижняя часть стенки под прорезью несколько оттянута к наружной стороне. Верхняя часть челнока оканчивается штифтом с резьбой, на которую навинчиваются штанги. Каждая штанга имеет длину 1 м и разделена на доли в 0,2 м. Во время работы по мере

пускания челнока в торфяной пласт штанги последовательно свинчиваются друг с другом. Когда зонд вынимается из торфяника, штанги последовательно одна за другою развинчиваются, чтобы не портить муфты и не кривить штанги.

Для взятия образцов нужно пользоваться торфяным уром. Бур Гиллера имеет то преимущество, что заканчивается винтом, почему может дать образцы дна болота.

Камера Гиллера состоит из двух вращающихся один другом цилиндров. Внутренний цилиндр имеет диаметр 1 см и плотно входит в наружный. Длина цилиндра 33 см, толщина стенок каждого 1,5 мм. Одна треть передней стенки внутреннего цилиндра на протяжении 27 см удалена. Во внешнем цилиндре имеется прорез с отогнутой стенкой цилиндра под углом в 45° к его поверхности. Внутренний цилиндр с нижней стороны заканчивается привинченным сверлом длиной 4,8 см. Верхний конец соединен со штангой. Для взятия пробы с желаемой глубины необходимо опустить закрытый челнок на эту глубину. Вращением бура слева направо открывают камеру бура, которая наполняется торфом. Вращением в обратную сторону закрывают камеру и вынимают бур с пробой на поверхность.

Штанги бура делают из прочных металлических трубок длиной в 1 м и разделяют по длине на доли в 0,2 м. Штанги крепятся между собою с помощью ниппеля, ввинчиваемого ключом в отверстия на концах штанги. К верхней штанге прикрепляется также при помощи ниппеля ручка.

Взятие образцов нужно производить значительно реже, чем зондировку. Достаточно закладывать в каждом типе болота по одной скважине и брать образцы торфа через каждые 50 см до дна торфяника. Вынутые образцы нужно сперва отжать рукою, чтобы удалить воду, а затем завертывать в пергамент.

Всем образцам, взятым на данном болоте, дается нумерация по скважинам или ямам. В каждой яме образцы переenumerовываются в свою очередь сверху вниз, по порядку. Таким образом каждый образец имеет два номера в виде дроби. Числитель обозначает номер ямы; знаменатель — номер пробы в этой яме. Все образцы, взятые из одной ямы, завертываются в один свер-

ток. Этикетка завертывается в пергаментную бумагу и кладется в каждую пробу. На пробе нумерация отмечается сверху чернильным карандашом второй раз.

При описании образцов торфа в журнале указывается:

а) Определяемый на-глаз ботанический состав торфа и встречающиеся в нем минеральные и другие включения и делается морфологическое описание образца с указанием его цвета, структуры, как описано в тексте.

б) Степень разложения торфа: почти неразложившийся—1-я степень, мало разложившийся—2-я степень, средне разложившийся—3-я степень, хорошо разложившийся—4-я степень и сильно разложившийся—5-я степень.

Почти неразложившийся торф (1-я степень) содержит до $\frac{4}{5}$ объема ясно различимых на-глаз растительных остатков и не более $\frac{1}{5}$ гумусового (разложившегося) вещества, которое при сжатии образца в руке между пальцами почти не продавливается; образец руки почти не пачкает.

Малоразложившийся торф (2-я степень) содержит от $\frac{3}{5}$ до $\frac{4}{5}$ объема образца растительных остатков различной величины и от $\frac{1}{5}$ до $\frac{2}{5}$ гумусового, разложившегося вещества. При сжатии образца небольшая часть разложившейся массы имеет шероховатую поверхность, руку пачкает, но не сильно.

Средне-разложившийся торф (3-я степень) содержит гумусового (разложившегося) вещества свыше $\frac{2}{5}$, но не более $\frac{3}{5}$ объема образца, а остальное количество объема составляет растительные остатки. Масса обладает заметной пластичностью; при сжатии образца в руке значительная часть разложившегося вещества продавливается между пальцами; образец руки пачкает.

Хорошо разложившийся торф (4-я степень) содержит от $\frac{3}{5}$ до $\frac{4}{5}$ объема образца гумусового разложившегося вещества. Остальная часть—растительные остатки, которые можно различить на-глаз. Масса пластична. При сжатии образца в руке разложившаяся часть его легко и почти вся продавливается между пальцами, образец руки пачкает.

Сильно разложившийся торф (5-я степень) содержит не более $\frac{1}{5}$ объема образца растительных остатков, которые часто едва различимы простым глазом. Вся масса образца

овершенно пластична и легко продавливается между пальцами; руку сильно пачкает и размазывается по руке тонким слоем.

в) Степень влажности отдельных горизонтов торфяной залежи определяется по количеству воды, выделяющейся из образцов при отжимании их в руке.

Малая степень отмечается, когда образцы торфа при отжимании в руке не выделяют воды.

Средняя—когда образцы торфа выделяют небольшое количество воды.

Большая—когда образцы торфа выделяют много воды.

Если вынутый из болота челнок бура не содержит торфяной массы и имеет хотя бы в небольшом количестве воду, то в этом случае следует отметить «водянистый слой».

Необходимо, однако, проверить нахождение водянистого слоя, заложив рядом скважину и опустив бур до соответствующей глубины, так как скважина может заполниться водой из вышележащих слоев или с поверхности болота.

При зондировке дна болота, С. Ф. Миценгендлер удачно пользовался наконечником плотничного бура, прикрепляя его муфтой к существующим штангам торфяного бура. Бурение дна болота желательно производить до водоупорного слоя.

г) Степень связности торфа можно определить по принципу, указанному К. К. Блохером. Из сырой массы торфа скатываются шарики, которые затем заставляют падать с высоты 1 м (или штанги бура) на ровную пластинку. Вполне связные шарики отскакивают; менее связные—прилипают; мало связные—в известной степени расплываются.



ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ

▶ „РАБОЧАЯ БИБЛИОТЕКА ВОДНИКА“ ◀

ВАСИЛЬЕВ, М.

Памятка матроса-боцмана морского торгового флота

Под ред. Д. Лухманова. Стр. 120, ц. 40 к.

ВАСИЛЬЕВ, П.

Памятка пристанского работника

Стр. 211, ц. 60 к.

ВЕКЕНТЬЕВ, А.

Памятка матроса-боцмана речного торгового флота

Одобрено центральным управлением внутренних водных путей. Стр. 54, ц. 35 к.

ВЕКЕНТЬЕВ, А.

Памятка штурвального речного торгового флота

Стр. 67, ц. 20 к.

МАЛЫШЕВ, П.

Памятка бакенщика

Одобрено центральным управлением внутренних водных путей. Стр. 45, ц. 15 к.

ОРЛОВ, В.

Буксирный флот и его работа

Стр. 91, ц. 40 к.

С заказами обращаться в отделения и магазины Книгоцентра на местах. Высылку единичных экземпляров наложенным платежом производит „КНИГА—ПОЧТОЙ“, — Москва, 64.

-305616-

70 к.

RLST



0000000049022



1931

Издания Гострансиз-
дата продаются в ма-
газинах Книгоцентра
ОГИЗа

Единичные экземпля-
ры высылает нало-
женным платежом
„Книга почтой“.

Москва, 64.