

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воскресенский П. И. Техника лабораторных работ.— 10-е изд. стер.— М.: Химия, 1973.— 717 с. [2]. Комарова Е. Е., Рошмаков Б. В., Васильев В. В. Плиты и фанера // Отеч. произв. опыт: Экспресс-информация.— 1987.— № 12.— С. 16—19. [3]. Крамер Пол Д., Козловский Теодор Т. Физиология древесных растений / Пер. с англ.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 464 с. [4]. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.— М.: Химия, 1984.— 446 с. [5]. Огородников С. К. Формальдегид.— Л.: Химия, 1984.— 271 с. [6]. Уоккер Д. ж. Ф. Формальдегид.— М.: Гостехиздат, 1952.— 608 с.

УДК 624.131 : 630\*864

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА КАК ТЕХНОГЕННОГО ГРУНТА

А. Л. НЕВЗОРОВ, Д. Д. КОЗМИН, В. Н. ЗВЕЗДИН

Архангельский лесотехнический институт

Отвалы лигнина на гидролизных заводах достигают сотен тысяч кубических метров. Их толщина иногда превышает 10... 20 м. Гидролизный лигнин используют как основание временных и постоянных дорог, зданий и других сооружений. Предложено применять его в качестве теплоизолирующих слоев в теле насыпей, обратной засыпке фундаментов и т. п. [3]. Для прогноза осадок и расчета устойчивости сооружений, возведенных на основаниях с залеганием гидролизного лигнина, необходимо знать физические и деформационно-прочностные свойства этого материала как одного из видов техногенных (искусственных) грунтов.

Объектом изучения служил лигнин Онежского гидролизного завода Архангельской области. Проведенные исследования являются составной частью проектно-изыскательских работ, которые проводятся в настоящее время на заводе различными организациями. Их цель — разработка рекомендаций по утилизации и использованию отходов производства, в том числе и лигнина. Физико-механические свойства лигнина определяли по ГОСТ при помощи стандартных приборов, применяемых в практике инженерно-геологических изысканий [4].

Физические свойства гидролизного лигнина при сухой отсыпке и отсыпке в воду представлены в табл. 1.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что свойства, характеризующие плотность сложения материала (коэффициент пористости, плот-

Таблица 1

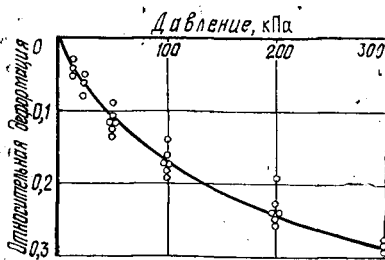
Показатель	Число определений	Значение показателя			Коэффициент вариации
		Минимальное	Максимальное	Среднее	
Плотность, г/см <sup>3</sup> : грунта	9/12	0,63/1,02	0,69/1,07	0,66/1,05	0,031/0,0014
твердых частиц сухого грунта	7/12	1,34/1,36	1,40/1,40	1,37/1,38	0,016/0,011
Влажность, доли ед.	7/12	0,22/0,23	0,23/0,24	0,23/0,23	—/—
Кoeffициент пористости	7/12	1,83/3,32	2,01/3,57	1,92/3,47	0,030/0,021
Степень влажности	7/12	4,95/4,71	5,14/5,04	5,06/4,89	—/—
		0,49/0,95	0,55/1,01	0,52/0,98	—/—

Примечание. В числителе приведены данные для сухой отсыпки; в знаменателе — для отсыпки в воду.

ность сухого грунта), при сухой отсылке и отсылке в воду практически идентичны.

Гранулометрический состав гидролизного лигнина определяли просеиванием на стандартном наборе сит с промывкой водой. Установлено, что содержание лигнина с размерами частиц более 5, 5...3, 3...2, 2...1, 1...0,5, 0,5...0,25, менее 0,25 мм, составлял соответственно 3,5; 3,9; 4,0; 11,9; 6,2; 6,5; 64,0 %. Угол естественного откоса при сухой отсылке (влажность 1,8...2,0) равен  $32^\circ$ , в воде  $-21^\circ$ . Коэффициент фильтрации лигнина изменялся от 0,47...0,53 до 0,03...0,06 м/сут при росте нагрузки на образец от 10 до 100 кПа. Таким образом, в интервале давлений, наиболее характерных для оснований сооружений, материал не является водоупорным.

Для проведения компрессионных испытаний одну половину образцов отбирали после отсыпки лигнина в воду, другую — из «сухого» отвала и перед опытами насыщали водой. Так как существенных отличий в деформативности двух групп образцов не обнаружено, для них построена общая компрессионная зависимость (см. рисунок). Модуль деформации составлял 0,4...0,5 МПа. Это характеризует исследуемый материал как сильнодеформируемый, слабый грунт.



Компрессионная зависимость гидролизного лигнина

Уплотнение гидролизного лигнина трамбованием в стандартном приборе позволило достичь коэффициента пористости 2,78 при влажности 1,93. Динамическое уплотнение не дало значительного эффекта из-за упругих деформаций скелета (твёрдой фазы).

Предельное сопротивление сдвигу исследовали в приборе прямого плоскостного среза по двум методикам испытаний: неконсолидированно-недренированным и консолидированно-дренированным (табл. 2). Предварительное уплотнение образцов в течение 28 сут по второй методике привело к повышению прочностных показателей на 15...19 % по сравнению с «быстрым» срезом (первая методика).

Как видно из гранулометрического состава, исследованный гидролизный лигнин содержит 50...70 % частиц размером менее 0,25 мм, что соответствует торфу средней степени разложения. Его физико-ме-

Таблица 2

Показатель	Значение показателя		
	Нормативное	Расчетное при доверительной вероятности	
		0,85	0,95
*Удельное сцепление, кПа	13,9/16,0	9,5/13,9	6,8/12,6
Угол внутреннего трения, град	22,8/27,1	21,7/26,6	20,9/26,3

Примечание. В числителе — данные, полученные по методике неконсолидированно-недренированных испытаний, в знаменателе — консолидированно-дренированных.

ханические свойства близки к свойствам древних торфов, залегающих на глубине 3...13 м, или современных, пригруженных насыпями. Например, для таких торфов плотность составляет 1...1,2 г/см<sup>3</sup>, плотность частиц — 1,4...1,8 г/см<sup>3</sup>, влажность — 2,2...4,3, пористость — 2...6, относительные деформации под нагрузкой 200 кПа — 0,09...0,25, угол внутреннего трения — 10...22°, удельное сцепление — 20...30 кПа [1, 2, 5]. Практически все характеристики лигнина совпадают с приведенными выше.

Отличительной особенностью гидролизного лигнина является сравнительно высокая водопроницаемость. Коэффициент фильтрации его в 10—100 раз больше, чем уплотненного торфа. Поэтому время консолидации лигнина в несколько раз меньше, чем торфа.

Таким образом, по физико-механическим свойствам гидролизный лигнин близок к торфам, перекрытым естественно сформированными или искусственными отложениями минеральных грунтов. В случае использования данного техногенного грунта в основании зданий или сооружений на него должны распространяться нормы строительства на биогенных грунтах [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Амарян Л. С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения.— М.: Недра, 1990.— 220 с. [2]. Бондаренко Н. Ф., Коваленко Н. П. Водно-физические свойства торфяников.— Л.: Гидрометеиздат, 1979.— 160 с. [3]. Вырко Н. П., Лещенко А. П., Касперов Г. И. Экспериментальные исследования конструкции дорожной одежды с теплоизоляционным слоем // Лесн. журн.— 1991.— № 3.— С. 126—128.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Ломтадзе В. Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований.— Л.: Недра, 1990.— 328 с. [5]. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01—83) / НИИОСП.— М.: Стройиздат, 1986.— 415 с.