

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОЦЕССОВ В ТОРФЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ  
ФИЛЬТРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

С. И. СМОЛЬЯНИНОВ, Г. Г. КРИНИЦЫН, В. А. ЛЮДОМИР

(Представлена научно-методическим семинаром  
химико-технологического факультета)

Начальным периодом формирования структуры торфа является образование системы коагуляционных контактов, происходящее в торфе, подвергнутом диспергированию и еще не потерявшем влаги. Степень развития коагуляционной структуры определяет поведение материала в процессе сушки и его физико-механические свойства после потери влаги. Введение в торфомассу тонкодисперсных окислов железа оказывает влияние на свойства и структуру торфяного материала, и эти изменения должны быть ощутимы на первом этапе—во время формирования коагуляционной структуры. Наиболее распространенным методом оценки структурных характеристик вязко-пластичных материалов является фильтрационный.

Приняв торфяной материал за систему вертикальных капилляров, величины, характеризующие пористость и кинетическую удельную поверхность, могут быть определены по формуле Козени-Кармана [1]:

$$V = \frac{m^3}{\beta \eta S} \frac{\Delta P}{\Delta x},$$

где  $V$  — скорость фильтрации;  
 $m$  — значение активной пористости;  
 $\beta$  — коэффициент формы пор;  
 $\eta$  — вязкость жидкости;  
 $\frac{\Delta P}{\Delta x}$  — градиент напора.

Основными величинами, измеряемыми в зоне фильтрации, являются изменения концентрации индикатора в фильтрате и количество фильтрата, отнесенное ко времени.

Индикатором могут служить радиоактивные изотопы [1—3] или растворы веществ, обладающих малой сорбционной способностью по отношению к торфу. Согласно данным ряда авторов [4—6], хорошим индикатором для исследования торфа является сахароза.

Исследования проводились на приборе ФП-1 конструкции М. П. Воларовича и Н. В. Чураева [1]. Кассета для фильтрования строго соответствовала описанию. Отбор проб фильтрата осуществлялся через равные промежутки времени с помощью автоматического коллектора фракций марки 301В. Индикатором служила сахароза в концентрации 11%.

Исследованию были подвергнуты осоковый низинный торф Таганского месторождения Томской области, имеющий степень разложения

30—35%, содержание зольных компонентов 8,7%, рабочую влажность перед опытом 83,7%, и верховой пушице-сфагновый торф месторождения Песчаного со степенью разложения 15—20%, влажностью 86%, зольностью 4,7%. Минеральными добавками служили окись железа  $Fe_2O_3$  ч. д. а., закись железа  $FeO$  ч. д. а. и магнетитовый концентрат Абагурской аглофабрики [7]. Гранулометрический состав минеральных компонентов соответствовал данным, сведенным в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика гранулометрического состава окислов железа, использованных в работе**

Объект исследования	Количество материала % ушедшего под сито		
	0,075	0,063	0,044
Магнетитовый концентрат	15,5	36,1	48,4
Окись железа	41,6	33,2	25,2

Первоначально были исследованы образцы торфа без добавок с различной степенью переработки. Результаты приведены в табл. 2.

Увеличение степени дисперсности торфа приводит к увеличению количества пор малого радиуса, наблюдается рост кинетической удельной поверхности. Сравнение однократно и трехкратно диспергированного

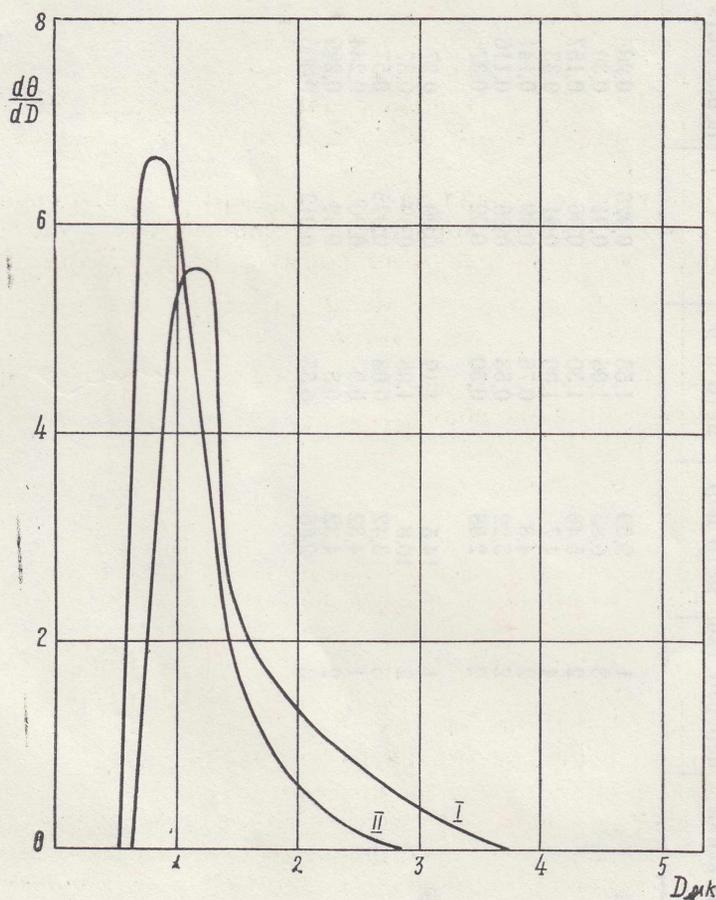


Рис. 1. Кривые распределения пор по размерам низинного торфа (I) и торфа с добавкой 5% окислов железа (магнетитовый концентрат) (II)

Таблица 2

## Характеристика структуры торфа и торфорудных материалов

Объект исследования	Степень переработки	Максимальный диаметр пор	Минимальный диаметр пор	$\pi$	Активная пористость	S	Гидравлический радиус пор	Расход Фильтрата	Количество добавки в %	Тип добавки
Верховой торф	1	9,59	1,56	0,928	0,20	2289	0,87	0,037	—	—
	3	6,85	1,06	0,91	0,30	4712	0,63	0,038	—	—
	2	5,48	1,30	0,96	0,157	2405	0,65	0,021	5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	4	4,7	1,00	0,91	0,33	6072	0,49	0,032	5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	2	4,8	0,76	0,89	0,141	3463	0,389	0,035	10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	2	3,22	0,53	0,86	0,116	4194	0,270	0,030	15	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	2	2,98	0,50	0,92	0,37	11640	0,210	0,020	10	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Низинный торф	1	14,5	1,19	0,90	0,27	3850	0,714	—	—	—
	2	10,8	1,08	0,89	0,37	6693	0,550	—	—	—
	3	3,42	0,68	0,925	0,57	14433	0,395	—	—	—
	1	4,32	0,9	0,90	0,244	3800	0,64	—	5	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
	2	4,32	0,8	0,88	0,289	6460	0,445	—	5	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
	3	2,85	0,55	0,912	0,300	8100	0,372	—	5	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

торфа показывает, что активная пористость у последнего возросла на 25%, а кинетическая удельная поверхность увеличилась более чем вдвое.

Введение в торфомассу окислов железа отражается на фильтрационных характеристиках. Характер кривых распределения пор по размерам указывает на смещение преобладающего радиуса в сторону понижения. Если преобладающим размером пор в торфе без добавок является 1,2 мк, то добавка 5% доводит эту величину до 0,84 мк (рис. 1).

При внесении добавок в верховой торф изменение пористой структуры характеризуется следующими значениями преобладающего размера пор. При внесении 5% добавки — 1,5 мк, 10% — 1 мк, 15% — 0,6 мк. Причиной изменения диаметра пор в сторону уменьшения может быть как интенсификация структурообразования в присутствии окислов железа, так и внедрение тонкодисперсных частиц минеральных добавок в поры, приводящее к уменьшению объема порового пространства (табл. 2, рис. 3).

Проведение фильтрационных опытов с выдержкой в течение 48 и 84 часов (рис. 2) показало, что в образцах, не подвергающихся каким-либо

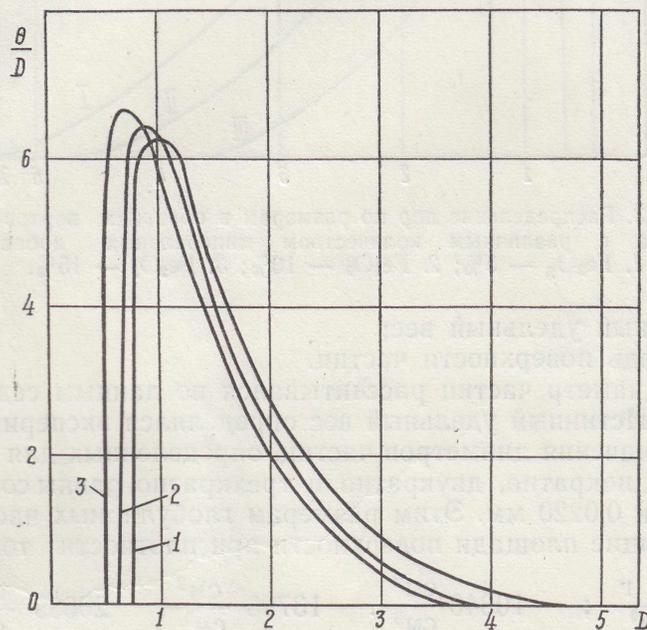


Рис. 2. Изменение характера распределения пор по размерам при выдержке торфорудной смеси (10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): 1 — смесь после приготовления; 2 — выдержка 48 часов; 3 — выдержка 84 часа.

воздействиям, происходит изменение пористой структуры. Это обстоятельство указывает на протекание в образце торфа структурообразовательных процессов, сущность которых, по-видимому, сводится к увеличению числа контактов в коагуляционной сетке.

Вероятно, количество контактов может быть оценено через величину площади их поверхности, пропорциональную числу контактных взаимодействий. Величина площади поверхности частиц систем может быть определена при известном среднем радиусе частиц и истинном удельном весе материала по формуле [8]

$$d = \frac{6 \cdot 10^4}{DS},$$

где  $d$  — диаметр частиц;

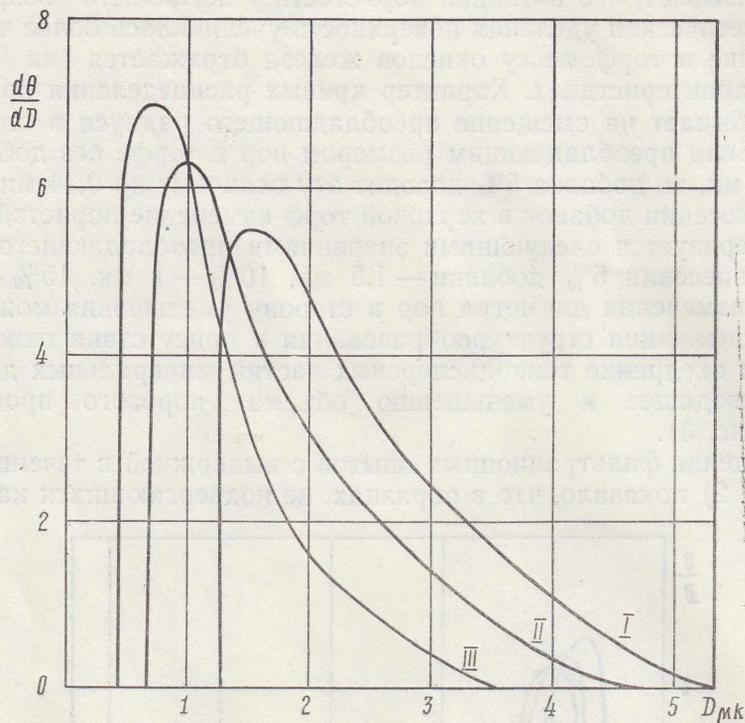


Рис. 3. Распределение пор по размерам в образцах верхового торфа с различным количеством минеральных добавок: 1.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 5%; 2.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 10%; 3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 15%.

$D$  — истинный удельный вес;  
 $S$  — площадь поверхности частиц.

Средний диаметр частиц рассчитывался по данным седиментационного анализа. Истинный удельный вес определялся экспериментально.

Средние значения диаметров частиц, определенных для торфа, переработанного однократно, двукратно и трехкратно, равны соответственно 0,0423; 0,0313 и 0,0220 мм. Этим размерам глобулярных частиц соответствуют следующие площади поверхности при плотности торфа равной

$$1,45 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}; \quad 10340 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 13793 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 20689 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3};$$

Значения кинетической удельной поверхности, полученные при фильтрационных опытах, соответственно равны:

$$4336 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 5015 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 9849 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}.$$

Площадь контактов, равная разности между значениями поверхности, определенными различными способами, составляет соответственно

$$6000 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 8800 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 9849 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}.$$

Добавка окислов железа приводит к тому, что средний диаметр частиц торфа изменяется. Площадь контактов, подсчитанная с учетом поверхности минеральных частиц, внесенных в систему, составляет

$$6500 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 10540 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}; \quad 11767 \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3}.$$

Согласно этим данным, минеральные добавки интенсифицируют процесс образования контактов между частицами. Результаты фильтра-

ционных испытаний образцов с различным содержанием добавок  $Fe_2O_3$  (рис. 3) подтверждают это. Наличие роста площади контакта, согласно представлениям Г. И. Кужмана [9] и С. Г. Солопова [9, 10], благоприятно отражается на физико-механических свойствах материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воларович, М. П., Чураев Н. В. Исследование свойств торфа и протекающих в нем процессов при помощи радиоактивных изотопов. М., «Наука», 1960.
2. Чураев Н. В. Методы исследования водных свойств и структуры торфа с помощью радиоактивных индикаторов. В кн.: «Новые физические методы исследования торфа». М.—Л., Госэнергоиздат, 1960, с. 125.
3. Воларович М. П., Чураев Н. В., Минков Б. Я. Исследование свойств торфа при помощи радиоактивных изотопов. ДАН СССР, т. 114, № 5, 1957.
4. Житецкая Ф. Д. Методы определения связанной воды в торфе. В кн.: «Новые физические методы исследования торфа». М.—Л., Госэнергоиздат, 1960, с. 138.
5. Кужман Г. И. Теоретические основы и процесс получения мелкокускового торфяного топлива для энергохимического использования. М., Госэнергоиздат, 1961.
6. Житецкая Ф. Д. Сопоставление результатов определения связанной воды в торфе различными методами. Труды Калининского торфяного института. Вып. 11, 1960, с. 183—190.
7. Справочник доменщика. М., «Металлургия», т. 2, 1967.
8. Карнаухов Л. П. Глобулярная модель пористых тел. «Кинетика и катализ», т. XII, вып. 5, 1971, с. 1235.
9. Кужман Г. И., Новичков С. Н. Исследование процесса сушки и увлажнения мелкокускового торфа. «Инженерно-физический журнал», т. 5, № 3, 1962, с. 33—38.
10. Солопов С. Г. Технологические принципы производства качественного кускового топлива при разработке торфяных месторождений пониженной эксплуатационной влажности. Научные доклады высшей школы. «Горное дело», 1958, № 1, с. 41—49.