

**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. Воляровича 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

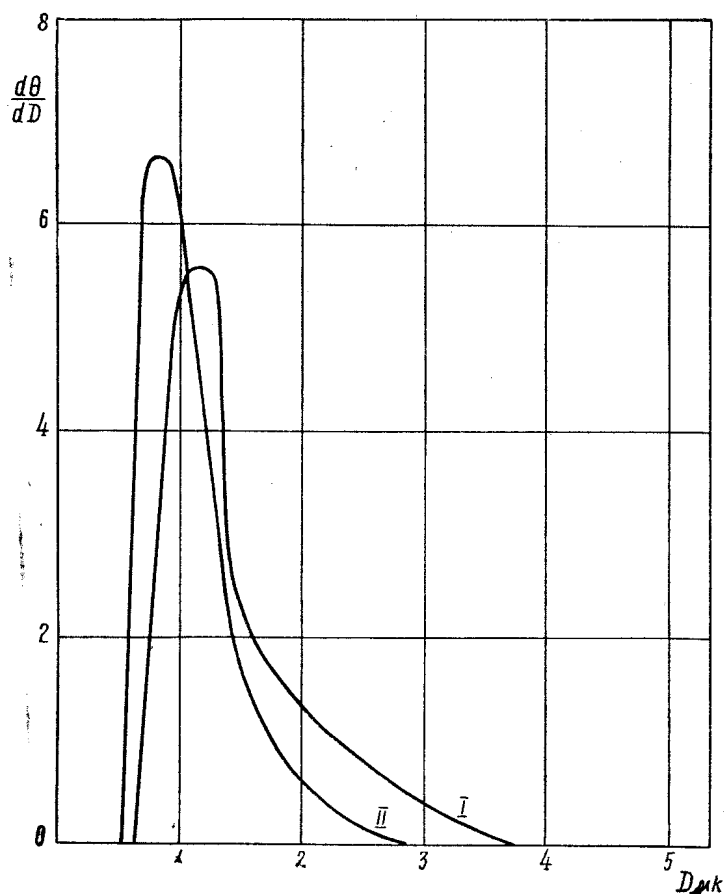


Рис. 1. Кривые распределения пор по размерам низинного торфа (I) и торфа с добавкой 5% окислов железа (магнетитовый концентрат) (II)

Таблица 2

## Характеристика структуры торфа и торфорудных материалов

Объект исследования	Степень переработки	Максимальный диаметр метр пор	Минимальный диаметр метр пор	п	Активная пористость	S	Гидравлический радиус пор	Расход фильтрата	Количество до-бавки в %	Тип до-бавки	
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

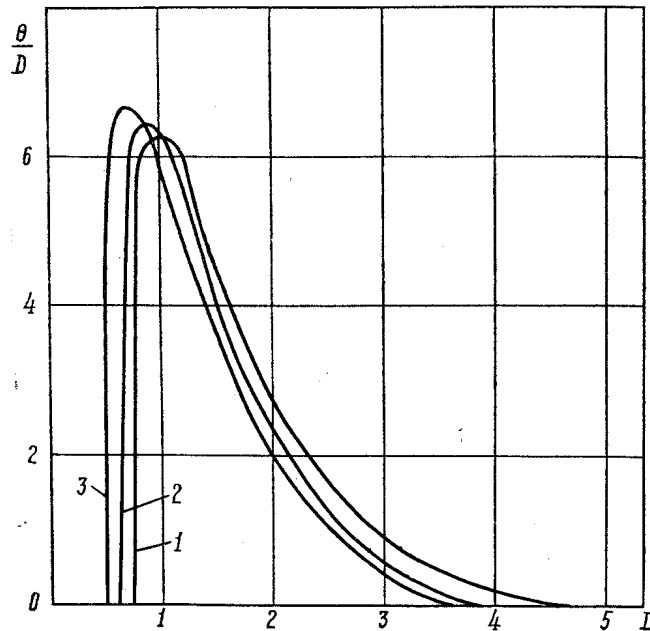


Рис. 2. Изменение характера распределения пор по размерам при выдержке торфорудной смеси (10%  $Fe_3O_4$ ): 1 — смесь после приготовления; 2 — выдержка 48 часов; 3 — выдержка 84 часа.

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;

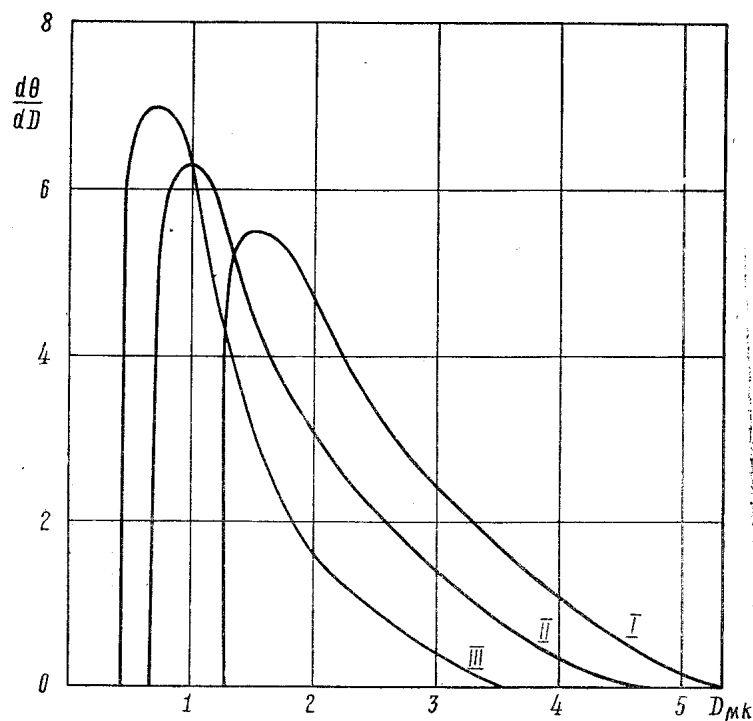


Рис. 3. Распределение пор по размерам в образцах верхового торфа с различным количеством минеральных добавок: 1.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 5%; 2.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 10%; 3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 15%.

$D$  — 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. Во л а р о в и ч, М. П., Ч у р а е в Н. В. Исследование свойств торфа и протекающих в нем процессов при помощи радиоактивных изотопов. М., «Наука», 1960.
  2. Ч у р а е в 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. Во л а р о в и ч М. П., Ч у р а е в Н. В., М и н к о в Б. Я. Исследование свойств торфа при помощи радиоактивных изотопов. ДАН СССР, т. 114, № 5, 1957.
  4. Ж и т е ц к а я Ф. Д. Методы определения связанной воды в торфе. В кн.: «Новые физические методы исследования торфа». М. — Л., Госэнергоиздат, 1960, с. 138.
  5. К у ж м а н Г. И. Теоретические основы и процесс получения мелкокускового торфяного топлива для энергохимического использования. М., Госэнергоиздат, 1961.
  6. Ж и т е ц к а я Ф. Д. Сопоставление результатов определения связанной воды в торфе различными методами. Труды Калининского торфяного института. Вып. 11, 1960, с. 183—190.
  7. С п р а в о ч н и к доменщика. М., «Металлургия», т. 2, 1967.
  8. К а р н а у х о в Л. П. Глобулярная модель пористых тел. «Кинетика и катализ», т. XII, вып. 5, 1971, с. 1235.
  9. К у ж м а н Г. И., Н о в и ч к о в С. Н. Исследование процесса сушки и увлажнения мелкокускового торфа. «Инженерно-физический журнал», т. 5, № 3, 1962, с. 33—38.
  10. С о л о п о в 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.
-