

В. И. Барышев, М. А. Столов

*(Белорусский филиал Энергетического института
им. Г. М. Кржижановского — «Белремналадка»)*

ЗАВИСИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА ОТ СТЕПЕНИ ЕГО РАЗЛОЖЕНИЯ

На ряд торфяных электростанций в течение последних лет поставляется фрезерный торф низкой степени разложения (15—20% и менее) с насыпным весом примерно $0,2 \text{ т/м}^3$ вместо нормальной расчетной степени разложения более 20—25% и насыпным весом $0,3—0,4 \text{ т/м}^3$.

При поступлении на электростанции торфа низкой степени разложения имеют место ограничения на 30% максимальной нагрузки котлоагрегатов, увеличение пульсаций в топках, застревание фрезерного торфа в бункерах и течках, повышается взрыво- и пожароопасность. Для выяснения причин неудовлетворительной работы котлоагрегатов при сжигании фрезерного торфа низкой степени разложения была определена зависимость насыпного веса, теплотворной способности, динамики сушки, размалываемости и скорости витания частиц от степени разложения. Теплотворная способность находилась по ГОСТ 147—64.

Насыпной вес определялся по пробам торфа разной степени разложения, имеющим влажность примерно 50%. Динамика сушки определялась путем помещения навесок торфа (10 г) в разогретый до 105—110°C сушильный шкаф. В начале сушки дважды через 15 мин, а в последующем через 30—60 мин бюксы с навесками извлекались из сушильного шкафа. В начале сушки, пока влажность навесок была выше гигроскопической (для торфа 12—16%), они охлаждались в течение 0,5 ч на воздухе. После того как их влажность становилась меньше гигроскопической, они охлаждались в течение 5 мин на воздухе, а в последующие 0,5 ч — в эксикаторе.

Размалываемость определялась по пробам исходного фрезерного торфа разной степени разложения, от которых предварительно отбирались фракции 0—90 мк, ибо при сушке и размоле в молотковых мельницах с шахтными сепараторами фракции указанного размера выносятся в топку практически без размола. Навеска каждой пробы торфа (40 г) помещалась в один и тот же стакан виброистирателя конструкции МЕХАНОБР с одним и тем же истирающим пальцем. Стакан в сборе всегда помещался в одно и то же гнездо виброистирателя, благодаря чему обеспечивалось идентичное механическое воздействие.

Была выбрана следующая методика определения скорости витания частиц торфа: при скоростях по оси цилиндров аппарата Гоннеля, равных 4,3; 12,9; 21,5; 30,1 см/сек, осуществлялся отбор выносов из суживающейся выходной части цилиндров на стеклянную чистую пластинку, смоченную раствором метилметакрилата. Производилось визуальное определение размеров вынесенных частиц по сетке микроскопа и фотографирование их в проходящем свете при увеличении 300 (скорости витания 4,3 и 12,9 см/сек) и 100 (скорости витания 21,5 и 30,1 см/сек). При визуальном определении зарисовывалась также форма частиц и давалась оценка степени разложения данной частицы.

На рис. 1 представлена зависимость насыпного веса фрезерного торфа от степени его разложения. Из рисунка следует, что с уменьшением степени разложения торфа насыпной вес уменьшается. Торф со степенью разложения 40—50% имеет насыпной вес примерно $0,4 \text{ т/м}^3$, т. е. примерно в два раза выше, чем торф со степенью разложения 15—20%. Указанную зависимость целесообразно использовать для определения (оценки) степени разложения фрезерного торфа по его насыпному весу.

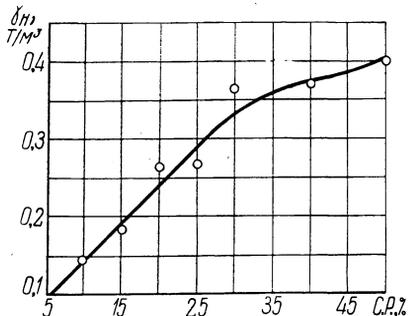


Рис. 1. Зависимость насыпного веса δ_n фрезерного торфа от степени его разложения (С. Р.).

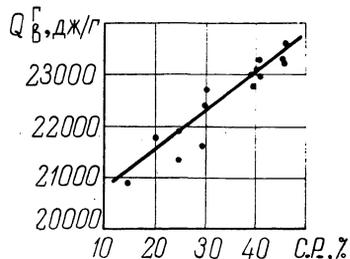


Рис. 2. Зависимость теплотворной способности фрезерного торфа от степени разложения.

Из рис. 2 следует, что высшая теплотворная способность на горючую массу также является функцией степени разложения и увеличивается с увеличением степени разложения торфа. Торф со степенью разложения 40—50% имеет теплотворную способность примерно на 10% выше, чем торф со степенью разложения 15—20%.

Так как на торфяные тепловые электростанции поступает торф разной степени разложения, целесообразно ввести понятия *объемной теплотворной способности фрезерного торфа* (кДж/м^3) и *объемной производительности размалывающих и подсушивающих устройств* (м^3), которые должны являться также основными параметрами для расчета и проектирования систем топливоподачи и пылеприготовления.

Из сопоставления рис. 1 и 2 следует, что объемная теплотворная способность фрезерного торфа со степенью разложения 40—50% в 2—2,5 раза выше, чем торфа со степенью разложения 15—20%. Даже без учета влияния рабочей влаги, которая, как правило, больше у торфа с низкой степенью разложения [1, 2], для обеспечения заданной тепловой нагрузки котлоагрегатов необходимо подать, размолоть и сжечь в 2—2,5 раза больший объем торфа со степенью разложения 15—20%, чем торфа со степенью разложения 40—50%. В то же время элементы топливоподачи и пылеприготовительные системы для большинства торфяных электростанций рассчитаны на сжигание высокоразложившихся торфов (с насыпным весом примерно $0,4 \text{ т/м}^3$). Таким образом, резкое уменьшение объемной теплотворной способности фрезерного торфа низкой степени разложения является одной из главных причин ограничения нагрузки котлоагрегатов из-за недостаточной объемной производительности размалывающих устройств.

На рис. 3 показано изменение влажности фрезерного торфа разной степени разложения в зависимости от продолжительности сушки.

На рис. 4 представлена зависимость средней скорости потери влаги с $W^p \approx 50\%$ до $W^n \approx 0,5\%$ от степени разложения фрезерного торфа. Средняя скорость потери влаги определялась по формуле

$$\frac{\Delta W}{\Delta \tau} = \frac{W_{50}^p - W_{0,5}^n}{\Delta \tau},$$

где $\Delta W = W_{50}^p - W_{0,5}^n$ — количество потерянной влаги как разность между влажностью, ближайшей к 50%, и влажностью пыли, ближайшей к 0,5%, %; Δt — время, за которое имела место потеря этой влаги, мин.

Из зависимостей, приведенных на рис. 3 и 4, следует, что чем выше степень разложения торфа, тем более он лиофобный, т. е. более легко теряет влагу. Таким образом, и для торфа, являющегося начальной стадией углеобразования, справедливо положение, выявленное для углей. Торф со степенью разложения 40—50% способен терять свою влагу при

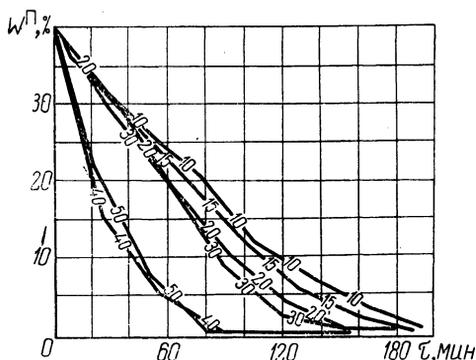


Рис. 3. Зависимость изменения влажности фрезерного торфа разной степени разложения от продолжительности сушки:

10 — степень разложения 10%; 15 — 15% и т. д.

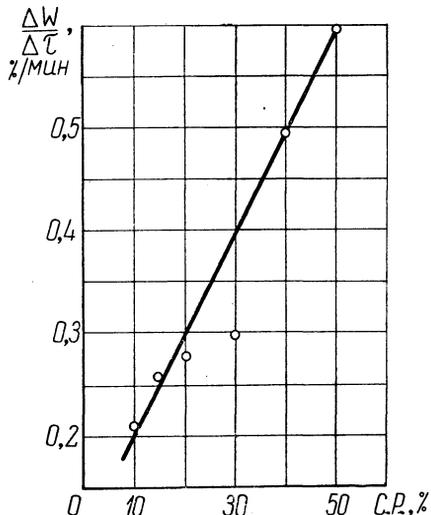


Рис. 4. Средняя скорость потери влаги торфом разной степени разложения.

мерно в два раза быстрее, чем торф со степенью разложения 15—20%. При размоле и сушке фрезерного торфа в молотковых мельницах с шахтными сепараторами это может привести к повышенной влажности пыли фрезерного торфа низкой степени разложения и, следовательно, к ухудшению процесса воспламенения и горения пыли указанного торфа в топках паровых котлов.

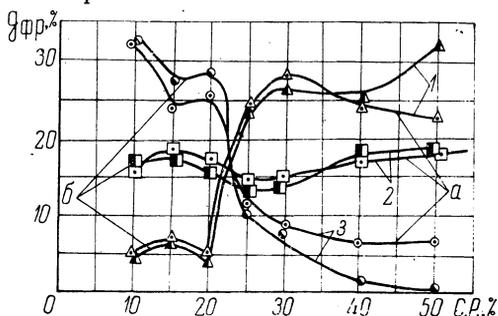


Рис. 5. Содержание в пыли торфа различных фракций g_{fr} % в зависимости от степени его разложения и влажности:

1 — фракция более 3 мм; 2 — фракция 0,2—0,5 мм; 3 — фракция менее 0,09 мм; а — влажность 30%; б — влажность 40%.

На рис. 5 показано изменение содержания в пыли торфа различных фракций в зависимости от степени его разложения и влажности при одинаковой продолжительности размолы — 10 сек.

Прослеживается наличие двух групп торфа — со степенью разложения 10—20 и 30—50%. В первой группе преобладают частицы более 3 мм, во второй — частицы менее 0,09 мм. Колебание по содержанию средних

фракций 0,2—0,5 мм выражено менее значительно. Обращает на себя внимание зависимость истираемости торфа от его влажности. Торф низкой степени разложения (10—20%) влажностью 40% (рис. 5, кривые б) истирается несколько хуже, чем тот же торф влажностью 30% (рис. 5, кривые а), так как количество фракций крупнее 3 мм в нем больше, а тонких фракций менее 0,09 мм меньше.

Торф со степенью разложения более 30% показывает другую зависимость. Размалываемость его при влажности 40% выше, чем при влажности 30%, причем чем выше степень разложения фрезерного торфа, тем сильнее влияет увеличение влажности на улучшение размалываемости. На первый взгляд кажется, что это плохо согласовывается с закономерностями, характерными для углей [3], для которых размалываемость тем хуже, чем выше влажность. По-видимому, в более сухом хорошо разложившемся торфе коллоидная (полностью разложившаяся) часть подвержена большому синерезису — старению, связанному со сворачиванием мицелл, их уплотнением и возрастанием механической прочности [4]. На торфе со степенью разложения 20% и менее это явление еще не сказывается, вероятно, в связи с абсолютным преобладанием неразложившейся части. Наоборот, его прочность несколько возрастает за счет возрастающего внутриклеточного давления воды в слабаразложившихся структурированных частицах.

Таблица 1

Степень разложения, %		10		20		30		40		50	
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Размер фракций, мм	Более 3	32,24	32,30	25,28	13,0	8,90	8,20	6,68	0,06	6,80	0,3
	2—3	10,86	10,38	12,10	7,5	7,75	8,30	6,90	0,92	8,72	1,9
	0,5—2	25,68	23,50	29,30	24,0	21,00	19,00	26,60	22,86	25,64	25,0
	0,2—0,5	16,10	15,82	17,50	23,5	14,64	14,40	17,54	17,88	18,36	19,1
	0,09—0,2	6,50	7,30	6,00	14,1	14,00	14,22	13,50	15,20	14,04	15,8
	0—0,09	5,00	6,40	5,00	12,5	28,50	33,00	24,10	36,74	23,08	34,5

В табл. 1 приводится зависимость изменения фракционного состава пыли фрезерного торфа влажностью 30% от степени его разложения при разной продолжительности размалывания. Сравнивая фракционный состав, особенно по фракциям больше 2 мм и меньше 0,09 мм, при одинаковой продолжительности размола 10—20 сек, можно заметить, что торф со степенью разложения 30% гораздо легче истирается, чем торф со степенью разложения 20%. Торф со степенью разложения 10% незначительно изменяет свой фракционный состав при увеличении продолжительности размола в два раза. По всем остальным видам торфа имеет место существенное изменение содержания наиболее крупных (более 2 мм) и наиболее тонких (0—0,09 мм) фракций.

В табл. 2 представлена зависимость площади выносимых частиц пыли ($мм^2 \cdot 10^{-2}$) от степени разложения торфа и от характера частиц (хорошо разложившиеся, плохо разложившиеся). Вынесенные частицы сравнивались с расчетными частицами — полученными по номограмме [6] в случае принятия кажущегося веса частиц равным $1000 кг/м^3$ (частицы, подчиняющиеся закону Стокса). Как следует из табл. 2, поведение хорошо разложившихся частиц в потоке удовлетворительно описывается законом Стокса в том случае, когда их кажущийся вес принят равным $1000 кг/м^3$.

Из табл. 2 видно, что при одинаковых скоростях витания имеет место вынос слабаразложившихся частиц гораздо большего сечения по сравнению с хорошо разложившимися частицами, что обуславливает значительно большую реагирующую поверхность пыли по сравнению с поверхностью выносимых хорошо разложившихся частиц. Это указывает на

Таблица 2

Скорость витания, см/сек	Расчетный размер частиц, мк (площадь, мм ² · 10 ⁻²)	Степень разложения, %				
		10	20	30	40	50
Хорошо разложившиеся частицы	4,3 40 (0,16)	—	—	0,125	0,09	0,20
	12,9 70 (0,49)	0,12	—	0,225	0,38	0,56
	21,5 95 (0,89)	—	—	0,560	0,64	0,81
	30,1 125 (1,56)	2,43*	—	2,88*	1,20	1,20
Слаборазложившиеся частицы	4,3 40 (0,16)	0,56	1,80	0,90	0,27	0,81
	12,9 70 (0,49)	2,02	4,50	0,99	3,30	1,08
	21,5 95 (0,89)	50,60	10,62	4,73	6,74	4,05
	30,1 125 (1,56)	25,00	12,15	18,40	7,20	8,10

* Смешанные частицы, в которых среди черной хорошо разложившейся массы видны светло-коричневые ленты слаборазложившейся массы.

возможность значительного угрубления помола при сжигании слаборазложившихся торфов.

Большая парусность пластинчатых частиц может приводить к избыточному их накоплению в потоке аэросмеси, а сильно развитая их поверхность и незначительная толщина могут быть причиной резкого увеличения скорости горения («взрыва»). Указанные особенности структур частиц фрезерного торфа низкой степени разложения являются причиной возникновения пульсаций, имеющих место при сжигании фрезерного торфа. Это указывает на нецелесообразность применения унифицированных молотковых мельниц для размола фрезерного торфа низкой степени разложения.

Учитывая имеющийся опыт сжигания фрезерного торфа без размола и подсушки в топках Шершнева [5], на основании проведенных исследований можно рекомендовать сжигание фрезерного торфа низкой степени разложения с предварительной подсушкой без размола.

Исследования подтверждают, что выпускаемые серийные котлоагрегаты для сжигания фрезерного торфа с применением молотковых мельниц обеспечивают надежное и экономичное сжигание фрезерного торфа со степенью разложения более 20—25%.

Фрезерный торф со степенью разложения ниже 20—25%, используемый в качестве энергетического топлива, следует считать другой маркой топлива в отличие от общепринятого топливного фрезерного торфа со степенью разложения выше 30—35%, в связи с чем следует внести в ГОСТ на торф топливный нижний предел степени разложения 20—25%.

Литература

1. Торф в народном хозяйстве. Под общ. ред. А. М. Матвеева. М., 1968.
2. Подопличко А. А. Торфяные месторождения Белоруссии. Минск, 1961.
3. Лебедев А. Н. Подготовка и размол топлива на электростанциях. М., 1969.
4. Писаренко А. П., Поспелова И. А., Яковлев А. Т. Курс коллоидной химии. М., 1964.
5. Шершнев А. А. Пневматические топки. М., 1949.
6. Русанов А. А., Урбах И. И., Анастасиади А. П. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике. М., 1969.