

венно-временной закономерности функционирования различных структурных систем в критических ситуациях.

#### Литература

1. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. М.: Недра, 1990.- 220 с.
2. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф., Епишев А.И. Инварианты предельных состояний в задачах геомеханики. Тенденции и современные подходы // Горный информационно-аналитический бюллетень.- 2006.- №12.- 39 с.
3. Прогнозирование предельных состояний в нелинейной геомеханике / Б.А. Богатов, В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов. Мн.: Изд-во ОО БГА, 2000. 340 с.
4. Шемякин Е.Н., Тутурин С.В., Короткина М.Р. Разрушение древесины при сжатию // Вестник Московского государственного университета леса.– М.: 2005.- №3 (39).- С. 56-71.

УДК 662.641.033

### **КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Иванов В.А., Королев И.О., Пухова О.В.**

*Тверской государственный технический университет*

*Дана характеристика критериев качества формованного топлива из торфяного сырья. Проведены исследования и описан механизм влияния механической переработки торфяного сырья на прочностные свойства готовой продукции, построены графики зависимости и выведено уравнение зависимости прочности формованного топлива от степени переработки при различных значениях влагосодержания.*

При производстве [1] формованного топлива из торфяного сырья необходимо получение прочного продукта, так как прочность куска косвенно определяет его крошимость, которая влияет на потери при сушке, уборке и транспортировке. Малопрочные куски при одинаковых механических воздействиях дают большее количество мелочи, чем более прочные куски. Поэтому зная только прочностные показатели конечного продукта, можно воспользоваться ими для контроля крошимости [2]. Причем, за крошимость ответственна не столько прочность куска, сколько неоднородность в распределении пор, влаги, плотности.

Наиболее важным критерием качества формованного топлива из торфяного сырья является влажность. Он считается качественным, если имеет влажность менее 45 % [3].

К технологическим факторам, влияющим на прочность, относятся дисперсность и начальное влагосодержание при формировании торфяного сырья. Дисперсность – степень измельченности вещества на частицы, выраженная в процентах, которую порой отождествляют с условной удельной поверхностью частиц  $S$  ( $\text{м}^2/\text{кг}$ ). Определение степени дисперсности необходимо для характеристики торфа как сырья для промышленности,

исследования его физико-химических и механических свойств, а также для изучения различных производственных процессов.

В процессе механической переработки изменяются физические свойства торфа и его макроструктура, частично разрушаются растительные остатки. В работе С.Г. Солопова [4] рекомендуется для получения кускового торфа повышенного качества перерабатывать его до  $S = 600 \dots 700 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Помимо измельчения торфа в результате переработки, происходит равномерное распределение фракций во всем объеме формуемой массы. При исследовании дисперсность оценивалась показателем условной удельной поверхности  $S, \text{ м}^2/\text{кг}$ , которая вычисляется по эмпирической формуле:  $S = \Delta m_c (1 + k) \cdot 10^4$ , где  $\Delta m_c$  – содержание фракций размером менее 4 мкм;  $k$  – коэффициент:  $k = 0,2$ , если  $\Delta m_c = 0,2 \dots 0,3$ ;  $k = 0,15$ , если  $\Delta m_c = 0,3 \dots 0,5$ ;  $k = 0,1$ , если  $\Delta m_c > 0,5$ .

При формовочном влагосодержании торфяные куски представляют собой структурированные системы преимущественно с коагуляционным типом контактов и широким спектром энергии связи между частицами. Процесс сушки является одним из способов повышения концентрации твердой фазы, происходящих в торфяной системе. Обратимся к зависимости прочности от влагосодержания в виде  $\ln R = f(W)$  (рис. 1).

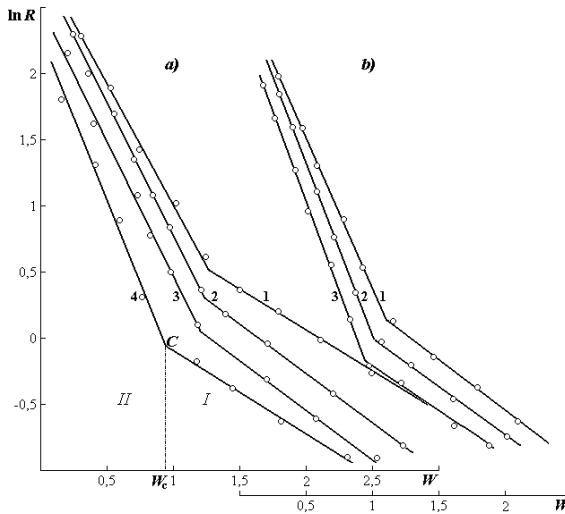


Рис. 1. Изменение прочности  $R$  (МПа) в зависимости от влагосодержания  $W$  (кг/кг):  
 а) – верхового магелланикум  $R = 25\%$   $S = 580$  (1), 450 (2), 390 (3), 309 (4)  $\text{ м}^2/\text{кг}$ ; б)  
 — пушицевого торфа  $R = 35\%$   $S = 570$  (1), 445 (2) и 370 (3)  $\text{ м}^2/\text{кг}$

Она представляет собой для торфа ломаную линию, состоящую из двух прямолинейных участков с точкой перегиба в области  $W = W_c$ . Каждый из отрезков характеризует свой период структурообразования, обусловленный изменением энергии межмолекулярных взаимодействий дисперсных частиц между собой и, следовательно, с дисперсионной средой.

При этом характер изменения энергетического уровня приводит к четкой фиксации отдельных периодов структурообразования. Каждому из периодов соответствует определенное взаиморасположение твердой и жидкой фаз, а также органического и минерального вещества между собой. Приращение прочности торфа обусловлено изменением природы, числа связей между элементами структуры при переходе от большего влагосодержания к меньшему и дефектности структуры [5].

Первый период определяет структурообразование торфяной системы, которая переходит из жидкообразной в твердообразную условнопластичную, преобладают молекулярные связи. Второй участок характеризует временную стабилизацию коагуляционной структуры, когда система переходит из вязкопластичного в твердое состояние, преобладают водородные межмолекулярные связи. Для каждого из периодов структурообразования зависимость прочности от влагосодержания торфа при постоянной температуре представляется в виде экспоненциальной формулы

$$R = R_{0W} \exp(-\lambda W),$$

где  $\lambda = (\rho \cdot k_V) / (c \cdot \gamma_0)$  – коэффициент упрочнения структуры, определяемый  $\rho$  – плотностью твердой фазы,  $\gamma_0$  – плотностью сухого вещества торфа, коэффициентом усадки  $k_V$  и уплотнения  $c$ , определяемого по компрессионной кривой. Как следует из рис. нарастание прочности во втором периоде выше, чем в первом.

Переход структуры торфа различной степени разложения на новый энергетический уровень при обезвоживании подчиняется одним и тем же физическим закономерностям. Это позволяет при определенных влажностных состояниях рассматривать универсальные зависимости для систем с различными типами контактов использовать свои физические константы при различных периодах структурообразования.

Для верхового магелланикум торфа  $R = 25$  % с начальной дисперсностью  $S = 309$  м<sup>2</sup>/кг торфяного сырья точка перегиба  $S$  приходится на влагосодержание  $W_c = 0,9$  кг/кг. Относительно невысокое значение прочности кусков торфа при  $W = 0,49$  кг/кг определяется характером распределения усадочных давлений, которые в центре куска выше, чем на поверхности [4]. Это вызывает изменение прочности формованного торфа. С увеличением дисперсности до  $S = 450$  м<sup>2</sup>/кг распределение усадочных давле-

ний равномернее, это приводит к более равномерной упаковке частиц по всему объему куска и росту прочности. Значение влагосодержания, соответствующего точке перегиба, составило уже 1,3 кг/кг. При дальнейшем увеличении степени дисперсности до  $S = 580 \text{ м}^2/\text{кг}$  растет плотность упаковки частиц и поэтому прочность возрастает и достигает  $R = 9,3 \text{ МПа}$  ( $W = 0,49 \text{ кг/кг}$ ),  $W_c = 1,4 \text{ кг/кг}$ . Второй период структурообразования начинается не одновременно для всей исследованной дисперсности торфяного сырья.

В процессе сушке от формовочной влаги до влаги точки перегиба коагуляционная структура торфяных кусков упрочняется в результате сближения и уплотнения надмолекулярных образований, что объясняет их интенсивную усадку. В этом интервале влагосодержаний удаляется влага физико-химической связи. Обезвоживание происходит вследствие потока влаги из крупных пространств. При этом растет число элементарных актов взаимодействия, что обеспечивает развитие внутренних давлений неодинаковых в верхних и центральных слоях куска. Во втором периоде удаляется преимущественно физико-химическая форма связи влаги с материалом.

В процессах структурообразования необходимо учитывать склеивание растений-торфообразователей гуминовыми и легкогидролизуемыми веществами в единую систему, то есть от относительной доли грубодисперсных и высокодисперсных фракций зависит целостность куска формованного торфа.

Анализ рис. показывает, что повышение степени дисперсности торфа приводит к увеличению прочности формованного торфа, так как помимо измельчения торфа при переработке происходит равномерное распределение грубодисперсных и высокодисперсных фракций в объеме формируемой массы. Причем высокодисперсная фракция склеивает крупные отдельные частицы в одно целое.

В процессе структурообразования торфа число водородных связей невелико, хотя наряду с силами Ван-дер-Ваальса они обеспечивают рост прочности в первом периоде, соединяя элементы структуры материала через молекулы воды. Во втором периоде в системе начинают преобладать непосредственные точечные контакты [5]. Эти контакты соответствуют площадкам в один или несколько атомов, или в одну ячейку кристаллической решетки. Кроме того, между частицами остаются открытые пространства, которые не способствуют повышению прочности формованного торфа.

В результате обработки зависимостей (рис.1) выведено уравнение зависимости прочности формованного топлива от степени переработки  $R = f(S)$  при различных значениях влагосодержания:

$$R_i = R_{0S} \exp(\lambda_s S),$$

где  $\lambda_s$  – коэффициент, характеризующий изменение прочности при колебании дисперсности на  $1 \text{ м}^2/\text{кг}$ . В табл. представлены значения коэффициентов уравнения.

Таблица. Значения коэффициентов уравнения (1)  
для верхового магелланикум торфа  $R = 25 \%$

W, кг/кг	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
$\lambda_s$	0,0039	0,0049	0,0056	0,0058	0,004	0,003

Итак, в связи с особой значимостью величины условной удельной поверхности при производстве формованного топлива из торфяного сырья необходимо определять дисперсные характеристики торфа в залежи, ибо, зная ее и оптимальную условную удельную поверхность, соответствующую критериям качества формованного топлива, можно управлять процессом механической переработки путем регулирования работы перерабатывающих машин и механизмов.

#### Литература

1. Яблонев А.Л., Пухова О.В. Современные направления использования торфа. – Вестник ТГТУ, 2010. – Вып. 17. – с. 104 – 107.
2. Костюк Н.С., Яцевич Ф.С. Производство мелкокускового торфа. – Минск: Наука и техника, 1975. – 135 с.
3. Технический анализ торфа / Е.Т. Базин, В.Д. Копенкин, В.И. Косов и др. – М.: Недра, 1992. – 431 с.
4. Солопов С.Г. Влияние дисперсности на структуру и физико-механические свойства торфа в связи с задачей получения качественного кускового топлива из залежей с пониженной влажностью // Труды МТИ. М., 1958, Вып. 8. С. 40-168.
5. Пухова, О.В. Закономерности изменения физических свойств торфа при его переработке и сушке: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.05 / О.В. Пухова; Тверской государственный технический университет. – Тверь, 1998. – 20 с.

УДК 666.96.15

### **МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОФОБНО-МОДИФИЦИРУЮЩИХ ПЛЕНОК НА МИНЕРАЛЬНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Мисников О.С.**

*ФГБОУ ВПО «Тверской государственной технический университет», г. Тверь*

*Приведен метод гидрофобной модификации гидрофильных дисперсных материалов на примере портландцемента. Он основан на образовании на поверхности минеральных частиц битумной нанопленки, извлекаемой из торфа. Взаимодействие между дисперсной фазой цемента и органической добавкой осуществляется*