

Расчеты показали, что КПД лесосушильной камеры по эксергетическому балансу ниже (34,52 %), чем в статьях энергетического баланса (41,62 %).

На рис. 2 и 3 представлены диаграммы потоков энергии и эксергии в соответствии с принципиальной схемой лесосушильной камеры СП-5КМ-3М.

Следовательно, эксергетический метод позволяет проводить более полный и более глубокий анализ энергетических процессов и более оптимально решать задачи рационального расходования энергии в лесосушильных камерах.

УДК 631.62(252.6)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДООТДАЧИ ТОРФА С УЧЕТОМ ЭНЕРГИИ СВЯЗИ ВОДЫ С ЕГО ТВЕРДОЙ ФАЗОЙ

Е. П. КОПТЕЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Современные болота лесотаежной зоны (избыточно увлажненные) образовались в последний геологический период. Площадь торфяных массивов достигает десятков тысяч квадратных километров. В естественных условиях торфяная залежь находится в равновесном состоянии, которое нарушается при проведении лесомелиоративных работ.

Для рассмотрения равновесия и движения твердой и жидкой фаз относительно друг друга можно пользоваться полным потенциалом [3, 4]. Движение влаги определяется как реологическими свойствами жидкости [1, 2], так и энергией связи влаги с твердыми частицами [7]. Для полностью водонасыщенной системы движение влаги может происходить под действием сил тяжести (гравитационного потенциала) или избыточного давления в поровой жидкости P . Полный потенциал влаги Π можно представить как сумму гравитационного Π_g , капиллярного Π_k , осмотического Π_o , пневматического Π_n [4].

При осушении (дренировании) наиболее существенны гравитационный и капиллярный потенциалы, когда скелет торфа получает наибольшие деформации. Осмотический, температурный, пневматический потенциалы проявляются при малой влажности торфов, например в процессе сушки [6].

Гравитационный потенциал зависит от начала отсчета, который может быть совмещен с поверхностью уровня грунтовых вод [4]. В этом случае

$$\Pi = \mu - gH, \quad (1)$$

где μ — полный потенциал;
 g — ускорение силы тяжести;
 H — уровень грунтовых вод.

Капиллярный потенциал связи влаги с твердой фазой характерен для трехфазной системы и определяется радиусом менисков воды (в капиллярах), поверхностным натяжением влаги, а также степенью увлажненности собственных частиц торфа [4]:

$$\Pi_k = \frac{P_k}{\rho}, \quad (2)$$

где P_k — капиллярные силы;
 ρ — плотность жидкости.

Поскольку энергия связи капиллярной воды зависит от диаметра капилляров, то в торфяных грунтах по мере их уплотнения Π_k будет изменяться. Используя методику определения потенциала почвенной влаги для минеральных грунтов [3], можно получить кривые влажности $W(P)$, а также зависимость коэффициентов пористости от давления.

Для жестких грунтовых систем изменением ϵ можно пренебречь, что недопустимо для торфяных структурно-неустойчивых грунтов. Зависимость коэффициента пористости от приложенного внешнего давления устанавливается с помощью компрессионных испытаний. В начальный момент времени всю нагрузку воспринимает поровая вода, а затем нагрузка перераспределяется между поровой водой и скелетом грунта. По количеству отжатой влаги можно оценить энергию связи с ее твердой фазой.

Зависимости $W(P)$ и $\epsilon(P)$ нами исследованы на мембранном прессе, схема которого представлена на рис. 1. Установка состоит из мембранного пресса 1, ростверка с манометром 2, компрессора 3. Днище мембранного пресса перфорированное. Для создания необходимых условий отжатия влаги из образцов торфа 4 на перфорированное днище укладывали металлическую сетку 5, а на нее полиэтиленовую пленку 6.

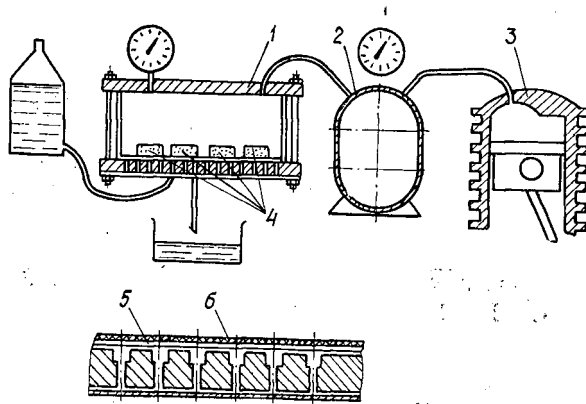


Рис. 1. Установка для испытания образцов торфа давлением

Полиэтиленовая пленка при плотном контакте с образцом под давлением пропускает воду, но задерживает воздух.

В наших опытах давление изменялось от 0,0 до 0,01 МПа с интервалом 0,001 МПа и от 0,01 до 0,45 МПа с интервалом 0,05 МПа. Из-за незначительной устойчивости каркаса торфа, по мере обезвоживания происходит уплотнение образца за счет изменения порового пространства. Кроме влажности определяли также объем образцов, измеряя их высоту h и диаметр d . Это позволило получить зависимость изменения пористости от давления. При $P = 0$ влага стекает под собственным весом и уменьшается только h .

При нагрузках, превышающих гравитационные силы ($P \geq P_g$), начинается объемное сжатие образца, когда изменяется не только высота, но и диаметр.

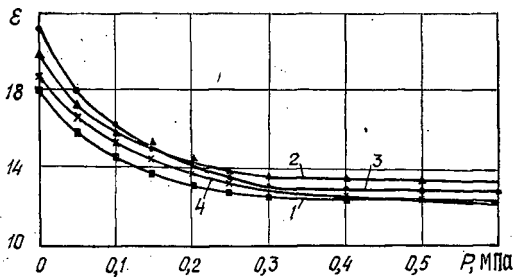


Рис. 2. Зависимости изменения пористости от давления: торф низинный, лесотопяной; 1 — степень разложения торфа $R = 25\%$; 2 — 35; 3 — 14; 4 — $R = 40\%$

На рис. 2 представлены зависимости $\varepsilon(P)$, которые показывают, что при увеличении давления пористость уменьшается. Наибольшее изменение пористости наблюдается для всех исследованных нами торфов в интервале давления 0...0,3 МПа. В дальнейшем частицы твердой фазы занимают более устойчивое положение, скелет становится «жестким» и деформации почти отсутствуют.

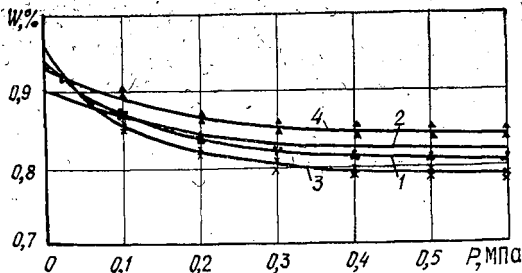


Рис. 3. Зависимость изменения влажности от давления. Обозначения см. на рис. 2

На рис. 3 даны зависимости $W(P)$ для четырех исследуемых видов торфа. Зависимость $\ln W(P)$ (рис. 4) может быть представлена ломаной линией abc , которая в точке b меняет наклон. Отношение $\frac{dW}{dP} = C_p$ называется коэффициентом обезвожи-

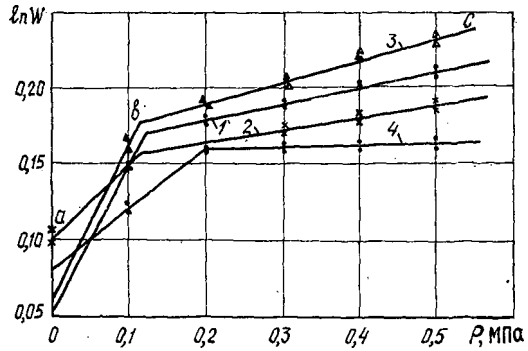


Рис. 4. Зависимость изменения ΔW от давления. Обозначения см. на рис. 2

вания (или коэффициентом удельной влагоемкости [4, 5]) и характеризует степень связи влаги с твердыми частицами [4]. Если на некотором участке от W_1 до W_2 и от P_1 до P_2 кривую $W(P)$ заменить прямой, то:

$$C_p = \frac{W_2 - W_1}{P_2 - P_1} \quad (3)$$

В пределах изменения влажности от W_{max} до W_{min} (двухфазная система) можно считать, что степень связи влаги с твердой фазой весьма незначительна и вода удаляется под действием гравитационного потенциала. В этом случае C_p имеет наибольшее значение C'_p . Согласно данным рис. 3, для кривой 1 $P_T = 0,02$ МПа и наибольший коэффициент удельной влагоемкости

$$C'_p = \frac{0,96 - 0,87}{0,02} = 4,25 \text{ МПа}^{-1}$$

В дальнейшем по мере обезвоживания C_p уменьшается. Чем меньше C_p , тем больше энергия связи влаги с твердой фазой. Очевидно, что показатель C'_p может служить мерой водоотдачи.

Изменение коэффициента обезвоживания в зависимости от давления

Торф топяной; $\gamma_{уд} = 1,55 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{об} = 1,03 \text{ г/см}^3$; $W = 1134 \%$; $\Phi_p < 0,250 = 35 \%$				Торф топяной; $\gamma_{уд} = 1,50 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{об} = 1,03 \text{ г/см}^3$; $W = 1134 \%$; $\Phi_p < 0,250 = 35 \%$			
P , МПа	ΔP , МПа	ΔW , %	$\frac{\Delta W}{\Delta P}$, МПа ⁻¹	P , МПа	ΔP , МПа	ΔW , %	$\frac{\Delta W}{\Delta P}$, МПа ⁻¹
0,001	0,001	0,022	22,3	0,05	0,05	$1 \cdot 10^{-2}$	0,2
0,002		0,020	20,4	0,10		$3 \cdot 10^{-3}$	0,06
0,003		0,014	14,1	0,15		$8 \cdot 10^{-4}$	0,016
0,004		0,012	12,1	0,20		$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$
0,005		0,009	9,4	0,25		$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$
0,006		0,008	8,2	0,30		$4 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$
0,007		0,007	7,8	0,35		$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$
0,008		0,004	4,2	0,40		$9 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-6}$
0,009		0,0038	3,8	0,45		$6 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$
0,010		0,0021	2,1	0,50		$4 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$

Выбрав одинаковые промежутки изменения давления ($\Delta P = 0,001$ МПа) в интервале от 0,0 до 0,01 МПа, можно проследить за изменениями C_p по мере увеличения давления P (см. таблицу). Эти данные показывают, что значение $\frac{\Delta W}{\Delta P}$ изменяется с уменьшением влажности в сотни раз.

Таким образом, коэффициент удельной влагоемкости является комплексной характеристикой водно-физических свойств торфа при расчетах неустановившегося движения влаги в торфяной залежи. Удельная влагоемкость торфа зависит от влажности, температуры, давления на скелет, ботанического состава и его истории.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бондаренко Н. Ф. Физика движения подземных вод.—Л.: Гидрометеоздат, 1973.—164 с. [2]. Бондаренко Н. Ф. Водно-физические свойства торфяников.—Л.: Гидрометеоздат, 1978.—159 с. [3]. Вадюнина А. Ф., Корчагин З. А. Методы исследования физических свойств грунтов.—М.: Высш. школа, 1973.—398 с. [4]. Изучение водного режима осушаемых торфяных залежей / С. С. Корчунов, И. И. Могилевский, О. И. Абакумов, С. М. Дуленина // Тр. / ВНИИТП.—М.; Л.: Госэнерго, 1960.—Вып. 17.—С. 26—32. [5]. Корчунов С. С. Исследование физико-механических свойств торфа // Тр. / ВНИИТП.—М.; Л.: Госэнергоиздат, 1958.—Вып. 12.—С. 8—15. [6]. Лыков А. В. Тепло- и массообмен в процессах сушки.—Л.: Гидрометеоздат, 1956.—318 с. [7]. Роде А. А. Почвенная влага.—М.: АН СССР, 1952.—262 с.
-

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3(630*824)

СЕДЬМОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ДРЕВЕСИНЫ

Седьмой Международный симпозиум по фундаментальным исследованиям древесины, организованный Химическим институтом Словацкой академии наук, проходил в октябре 1988 г. в Смоленице (ЧССР) близ Братиславы. В симпозиуме участвовало около 70 сотрудников академических институтов, высших учебных заведений, научно-исследовательских организаций НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР.

В отличие от предыдущего VI симпозиума, проведенного в НРБ и посвященного в основном вопросам биотехнологии, целью седьмого, как и первых пяти, было ознакомление с новейшими результатами исследований в области химии, биохимии, биологии и физики древесины. Было заслушано три обобщающих пленарных доклада: на секции химии — Я. Гирш, А. Эбрингерова и др. «Некоторые аспекты фундаментальных исследований древесины в Словацкой академии наук»; на секции биохимии — А. Войткова-Лешчикова и др. «Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности для получения микробиальной биомассы»; на секции физики — Б. Н. Уголева «Исследования в области физики древесины в СССР». Результаты конкретных исследований более подробно были освещены в 34 докладах и 28 стендовых сообщениях.

По секции химии древесины можно отметить следующие доклады: В. Суревич (ПНР) «Новые направления в переработке древесины на целлюлозу»; К. Фишер, И. Шмидт (ГДР) «Влияние параметров варки на деградацию целлюлозы при кислотом биосульфитном процессе»; Р. Драганова и др. (НРБ) «Интенсификация процессов сульфатной варки древесины с помощью добавки смеси антрахинона и поверхностно-активных веществ»; А. П. Трейманис и др. (СССР, ИХД) «Формирование капиллярно-пористой структуры целлюлозных волокон в процессе делигнификации древесины»; Н. А. Ведерников и И. М. Розе (СССР, ИХД) «Изменение свойств полисахаридов под действием концентрированной ортофосфорной кислоты в процессе получения фурфурола из древесины березы»; В. И. Рошин (СССР, ЛТА) «Экстрактивные вещества из древесной зелени некоторых пород»; Л. Т. Пурина и А. П. Трейманис (СССР, ИХД) «Особенности структуры волокон технической целлюлозы, выделенной способом «Органосольв» и др.

Среди докладов на секции биохимии и биологии древесины можно указать: К. Гертиг, Д. Майер и др. (ГДР) «Биоконверсия лигнина — исследование первой фазы роста грибов, вызывающих ситовую гниль, и их делигнифицирующего потенциала»; Я. Бучко, К. Варгицова (ЧССР) «Ферментативный гидролиз модифицированных лигноцеллюлозных материалов»; З. Адамски, Т. Гавецки (ПНР) «Биотехнология при переработке древесины»; Ю. Мачке, З. Гюбл и др. (ГДР) «Применение биотехнологических методов при выращивании лесных растений» и др.

В числе докладов на секции физики древесины можно отметить следующие: М. Бабнак, М. Павликова и др. (ЧССР) «Термодинамическая модель воды в древесине»; Ш. Штеллер, В. Мацкуляк (ЧССР) «Нелинейная модель прогрессивной ползучести лигноцеллюлозного материала»; Е. Липтакова, Й. Кудела (ЧССР) «Взаимодействие поверхностных сил системы: древесина — пленкообразующее вещество»; М. Марчак, С. Курятко (ЧССР) «Проникновение древесно-смоляного масла при одновременном действии ультразвуковых волн и давления»; М. Лавничак (ПНР) «Влияние связующих на некоторые свойства композитов: древесина — полимер»; К. Немет (ВНР) «Абиотическая деградация древесины акации»; М. Матеяк, А. Ярчик (ПНР) «Изучение некоторых физических свойств лиофилизированной древесины дуба»; Г. Блыскова «Размеры трахейд ювенильной древесины некоторых хвойных пород» и др.

По нашему предложению на секции физики древесины были обсуждены и приняты представителями всех стран-участниц симпозиума следующие перспективные направления исследований имманентных, т. е. присущих данному материалу, физических свойств древесины, а также тех ее свойств, которые проявляются как отклик на внешнее воздействие:

строение древесины в аспекте его влияния на физико-механические свойства; свойства древесины, проявляющиеся при воздействии влажного воздуха, воды и других жидкостей, тепла, механических нагрузок, электромагнитных и механических колебаний;

реологические и другие релаксационные явления в древесине;