

К.И.КРЫМСКИЙ, студент, *liuhuramu@bk.ru*

О.М.БОЛЬШУНОВА, канд. техн. наук, доцент, *olgabolshunova@rambler.ru*

Санкт-Петербургский государственный горный университет

K.I.KRYMSKIY, student, *liuhuramu@bk.ru*

O.M.BOLSHUNOVA, PhD in eng.sc., associate professor, *olgabolshunova@rambler.ru*

Saint Petersburg State Mining University

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ТОРФА

Рассмотрены методы, получившие наиболее широкое распространение при измерении влажности торфа, а также реализующие эти методы влагомеры, предлагаемые в настоящее время на российском рынке ведущими фирмами-изготовителями. Определены основные направления дальнейшего развития современной влагометрии торфа.

Ключевые слова: влажность, торф, метод измерения, влагомер, контроль качества.

OVERVIEW OF MODERN METHODS AND TECHNICAL TOOLS OF MEASURING PEAT MOISTURE

The most widely spread methods of measuring peat moisture are considered. Moisture-meters based on these methods and currently offered on the Russian market of the leading manufacturers are described. The main directions of further development of modern peat moisture measuring are determined.

Key words: moisture, peat, method of measurement, moisture meter, quality control.

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция повышения интереса к расширению добычи и использования торфа в Российской Федерации, что выразилось при разработке «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» (Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2003 г. № 1234-р) и «Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.» (Распоряжение Правительства РФ от 22.02.2008 г. № 215-р).

Торф является возобновляемым природным топливно-энергетическим ресурсом, запасы которого имеются практически на территории всех субъектов Российской Федерации. В настоящее время [4, 5] стоимость 1 Гкал тепла, вырабатываемого торфяным топливом, обходится потребителю примерно в 2 раза дешевле, чем при использовании других видов энергоносителей, в том числе угля, мазута, горючих сланцев, электроэнергии. В связи с этим применение относительно дешевого, экологически чистого, не тре-

бующего дополнительных транспортных расходов местного торфяного топлива весьма востребовано на муниципальных котельных и электростанциях малой мощности.

Торф можно широко использовать не только как вид топлива, но и как органоминеральное удобрение в сельском хозяйстве, а также в виде материала для производства лечебных препаратов и грязей в медицинских целях, сорбентов в пищевой промышленности [4].

Влажность является основной физической и качественной характеристикой добываемого торфа и продуктов его переработки [1, 3], измерение которой необходимо осуществлять на всех стадиях производства, начиная от оценки рентабельности разработки месторождения и заканчивая контролем качества готовой продукции. Авторы статьи поставили перед собой задачу на основе анализа публикаций в отечественных научно-практических периодических изданиях и об-

зора российского рынка влагомеров оценить современное состояние и наметить перспективные направления развития влагометрии торфа в нашей стране. Учитывая необходимость достижения многократного увеличения использования торфа, предусмотренного «Энергетической стратегией России на период до 2020 года», поставленная задача представляется весьма актуальной.

Влагометрия – одна из наиболее сложных областей измерений и приборостроения. Это объясняется тем, что содержащие влагу материалы представляют собой многокомпонентные гетерогенные системы, поэтому при измерении влажности необходимо принимать во внимание физико-химические свойства всей системы, которые определяются свойствами твердого скелета материала, количеством и формами связи влаги [2]. Кроме того, торф с точки зрения измерения влажности является весьма непростым материалом, состоящим из растительных остатков, продуктов их разложения и минеральных включений [1, 3], относящимся (согласно градации, предложенной А.В. Лыковым) к коллоидным капиллярно-пористым телам.

В зависимости от условий эксплуатации и целей применения все влагомеры торфа можно разделить на три группы: лабораторные установки, применяемые для контроля качества готовой продукции или наиболее точного измерения влажности отдельных проб; влагомеры, предназначенные для экспресс-анализов в полевых условиях; поточные приборы, используемые в системах автоматического управления технологическими процессами.

В большинстве эксплуатируемых в настоящее время лабораторных установках реализуется термогравиметрический метод, основанный на потере массы пробы влажного материала при ее высушивании, для ускорения сушки используется ИК-излучение. Подобные установки обладают широким диапазоном и высокой точностью измерения. В качестве примера можно привести влагомер MA100 фирмы «Sartorius» (Германия), наиболее крупного на данный момент производителя инфракрасных тер-

могравиметрических влагомеров. MA100 обладает диапазоном измерения влажности 0,01-99,98 % и точностью считывания содержания влаги 0,001 %, температура сушки 30-200 °С.

Современные полевые экспресс-влагомеры торфа построены преимущественно на базе электрического метода измерения, основанном на зависимости диэлектрической проницаемости материала от влажности. Основным недостатком указанного метода является зависимость результатов измерения от плотности и температуры материала. Исключение влияния температуры на результат измерения в современных приборах осуществляется за счет температурной коррекции с использованием дополнительного сенсора. Для исключения влияния плотности применяются два подхода: принудительное механическое уплотнение и использование двухкомпонентных диэлькометрических преобразователей, позволяющих одновременно определять и плотность, и влажность материала. Сравнительный анализ полевых влагомеров торфа, представленных на российском рынке, осуществлялся в табличной форме (табл.1).

Проведенный сравнительный анализ показал следующее: на российском рынке отсутствуют востребованные отечественные полевые влагомеры; наибольшей популярностью пользуется влагомер WILE-36 «FARMCOMP» (Финляндия), однако при использовании этого влагомера необходимо осуществлять отбор пробы, поэтому он не может применяться для оценки влажности по всей толщине торфяной залежи на месторождении.

Современные поточные влагомеры, использующиеся в системах автоматического управления технологическими процессами изготовления торфяной продукции, строятся на базе бесконтактных методов измерения: микроволновом (сверхвысокочастотном) и инфракрасном. Инфракрасные влагомеры используются реже из-за дорогостоящей оптики и ограниченности применения в запыленных помещениях.

Наибольшее распространение получили микроволновые влагомеры, в которых ис-

пользуются различные подходы к выделению измерительной информации (табл.2).

В табл. 2 предложены результаты сравнения представленных на российском рынке поточных микроволновых влагомеров. Наилучшими метрологическими характеристиками обладает влагомер MOISTSCAN MA-500 фирмы «Calliban Instruments PtyLtd» (Авст-

ралия), следует также отметить, что он содержит два измерительных канала.

Проведенный обзор позволил наметить перспективные направления дальнейшего развития влагометрии торфа, которые будут определяться, прежде всего, появлением новых технологий в области обработки измерительной информации и совершенст-

Таблица 1

Сравнение полевых влагомеров торфа

Влагомер	Тип	Диапазон измерения, %	Предел допускаемой погрешности, %	Температура окружающей среды, °С	Толщина слоя материала, мм	Принцип действия	Изготовитель
WILE-36	Высокочастотный, контактный	10-70	1,5	Автоматическая температурная компенсация	Измеряемый, сжимается в измерительном цилиндре	Зависимость диэлектрической постоянной от влажности материала	«FARMCOMP», Финляндия
DELTA-T	—«—	5-85 (в зависимости от датчика)	1-3	От 0 до 60	Длина игл датчиков от 30 мм	—«—	«Delta-T Devices Ltd», Англия
Decagon ProCheck	—«—	В зависимости от датчика	1	От -50 до +50	Зависит от длины игл датчика	—«—	«Decagon Devices», США
GMH 3850	—«—	3-100	0,2-3	От -25 до +50	Длина электрода 106 см	—«—	«Greisinger electronic GmbH», Германия

Таблица 2

Сравнение поточных влагомеров торфа

Влагомер	Тип	Диапазон измерения, %	Предел допускаемой погрешности, %	Температура окружающей среды, °С	Толщина слоя материала, мм	Принцип действия	Изготовитель
Микрорадар 113А	Микроволновый, бесконтактный/контактный	0,5-60	0,15-2,0	От -10 до +50	Не менее 50	Зависимость величины поглощения микроволновой энергии от влажности материала	ОАО «Микрорадар», Белоруссия
Moistscan MA-500	Микроволновый, бесконтактный	0-90	0,1-0,5	От -5 до +60	20-500	Детектирование комбинации фазового сдвига и ослабления сигнала в зависимости от влажности	«Calliban Instruments PtyLtd», Австралия
M-Sens 2	—«—	0-85	0,1	От 0 до +80 – сенсор, От -10 до +45 – модуль обработки сигнала	Не менее 100 от стенки	Зависимость напряженности высокочастотного поля от влажности материала	«SWR Engineering», Германия

вованием микропроцессорной техники. Среди основных направлений можно выделить следующие:

- использование новых подходов для выделения измерительной информации, которые ранее не могли быть практически реализованы из-за отсутствия достаточных вычислительных ресурсов;

- реализация в одном влагомере нескольких методов измерений, при этом выбор метода или комбинации методов осуществляется самим прибором в зависимости от диапазона влажности, физических и структурных характеристик материала;

- использование новых интеллектуальных технологий, например для создания нейросетевых моделей влажных материалов, с возможностью прогнозирования значений измеряемой величины;

- создание единой системы мониторинга влажности торфа, охватывающей все этапы производства – от разработки месторождения до контроля качества готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев А.Е.* Физические процессы торфяного производства. Тверь, 2005. 208 с.
2. *Берлинер М.А.* Измерения влажности. М., 1973. 400 с.
3. *Гатих М.А.* Влагометрия торфа / М.А.Гатих, Л.С.Лис. Минск, 1986. 238 с.
4. *Косов В.И.* Проблемы и перспективы добычи топливного торфа / В.И.Косов, Ю.В.Шувалов // Горный журнал. 2009. № 11. С. 85-87.
5. *Михайлов А.В.* Торфяная промышленность России / А.В.Михайлов, В.Г.Селеннов // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 9. С. 22-28.

REFERENCES

1. *Afanasyev A.E.* Physical processes of peat production. Tver, 2005. 208 p.
2. *Berliner M.A.* Moisture measuring. Moscow, 1973. 400 p.
3. *Gatih M.A.* Moisture measuring of peat / M.A.Gatih, L.S.Lis. Minsk, 1986. 238 p.
4. *Kosov V.I.* Problems and prospects of fuel peat extraction / V.I.Kosov, Y.V.Shuvalov // Mining Journal. 2009. N 11. P. 85-87.
5. *Mikhailov A.V.* Peat industry in Russia / A.V.Mikhailov, V.G.Selennov // Mining equipment and electromechanics. 2009. N 9. P.22-28.