

5. Машенко Т.В. Использование древесины в строительном комплексе в зависимости от условий их произрастания на радиоактивно-загрязненных территориях: дис. ... канд. с/х наук: 03.00.16 защищена 1999 г. – Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 1999. – 159 с.
6. Пат. РФ на полезную модель № 105854, МПК В27В1/00. Устройство для получения обрезных пиломатериалов из необрезных / А.А. Лукаш; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО БГИТА. – №2010122400/21; заявл. 01.06.2010; опубл. 27.06.2011. Бюл. №18. – 3 с.
7. Симонов А.С., Меркелов В.М. Исследование динамики. Пути использования древесины, зараженной радионуклидами // Чернобыль 10 лет спустя. Итоги и перспективы: матер. Всерос. науч.-практ. конф. Ч.2. – Брянск, 1996. – С. 18–80.
8. Фрейдин А.С. Действие ионизирующей радиации на древесину и ее компоненты. – М.: Гослесбумиздат, 1990. – 118 с.

УДК 674.8

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА В ДРЕВЕСНОМ БИОТОПЛИВЕ

**А.О. Сафонов,**

д-р техн. наук, профессор, декан лесопромышленного факультета ФГБОУ ВО «ВГЛУ», г. Воронеж, РФ  
aosafonov@gmail.com

*В статье рассмотрена методика определения содержания азота в биотопливе. Содержание этого химического элемента практически постоянно в различных древесных породах, следовательно, может служить оценкой применения производителем искусственных добавок.*

Процентное содержание азота в твердом биотопливе без искусственных добавок обычно находится в пределах 0,3...0,5 %. Процентное содержание азота повышается при производстве биотоплива с применением искусственных связующих, стабилизаторов и других функциональных компонентов, улучшающих свойства этого энергоносителя. Следовательно, содержание азота может служить показателем, определяющим наличие компонентов, искусственно вводимых при изготовлении пеллет, брикетов из возобновляемого сырья. Повышение содержания азота приводит к уменьшению теплотворной способности твердого биотоплива и негативно сказывается на функционировании топливного оборудования. При этом увеличивается опасность риска заболеваний человека и появления коррозии при появлении оксида и диоксида азота. Разрабатываемые технологии переработки отходов древесины в биотопливо должны учитывать этот факт и предотвращать случаи ухудшения экологической ситуации автоматически или в диалоговом режиме [1].

С целью определения содержания азота пробу сжигают в присутствии кислорода или в смеси кислорода с газом-носителем гелием или другим газом, указанным в инструкции по эксплуатации прибора с образованием золы и газообразных продуктов горения, состоящие преимущественно из CO<sub>2</sub>, паров H<sub>2</sub>O, элементарного азота и оксидов азота, газообразных соединений серы и галогенидов водорода.

Эти продукты горения обрабатывают для восстановления оксидов азота до элементарного азота, а также для удаления соединений, мешающих дальнейшему проведению анализа. Далее азот в газовом потоке количественно определяют подходящими инструментальными методами.

При проведении испытаний необходимо использовать химические реактивы, со степенью чистоты которых не ниже ч.д.а. (чистый для анализа).

Также требуется осторожно обращаться с реактивами, которые могут быть токсичными и обладать коррозионными свойствами.

Для градуировки используют следующие чистые органические соединения: ацетанилид C<sub>8</sub>H<sub>9</sub>NO, атропин C<sub>17</sub>H<sub>23</sub>NO<sub>3</sub>, цистин C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>, дифениламин C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>N, ЭДТА C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>, фенилаланин C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>, сульфаниловая кислота C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>3</sub>S, ТРИС {три(гидроксиметил)аминометан} C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>3</sub>, сульфаниламид C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S

Также применяются аттестованные стандартные образцы твердого биотоплива с азота и других химических элементов.

В качестве оборудования для определения азота инструментальными методами используют приборы, выпускаемые промышленностью. Тип прибора проходит обязательную процедуру сертификации и регистрации в Государственном реестре средств измерений для получения допуска к применению в России. По особенностям функционирования приборы должны выполнять следующие требования:

- условия сжигания пробы биотоплива должны обеспечивать полное превращение азота в газообразный азот и/или оксиды азота;
- газообразные продукты горения должны быть обработаны для удаления или отделения всех компонентов, мешающим определению и измерению содержания азота в газовом потоке;
- оксиды азота, образовавшиеся при сжигании пробы, восстанавливаются до элементарного азота перед измерением;

- сигнал детектора должен быть линейно пропорционален концентрации определяемого газа в пределах измеряемых концентраций;
- при нелинейности зависимости между сигналом детектора и концентрацией аппаратура дополнительно снабжается системой, проводящей корреляцию между сигналом детектора и концентрацией исследуемого продукта;
- аппаратура должна иметь дисплей для отображения сигналов детектора или систему, рассчитывающую и визуально показывающую концентрацию азота в пробе.

При этом система оценки и расчета сигнала детектора может соединяться с контрольно-измерительной аппаратурой или представлять собой дополнительный вспомогательный блок.

Проба твердого биотоплива для испытаний с размером частиц не более 1 мм, подготавливается по стандартной методике. Одновременно с определением азота из отдельной навески пробы определяют содержание в ней влаги также стандартным методом.

Имеется оборудование, требующее для проведения испытаний использование пробы с максимальным размером частиц менее 1 мм для достижения заданной прецизионности. При необходимости оценки содержания азота в ранее не подвергнутому анализу биотопливе размер опытных частиц аналитической пробы подбирают эмпирическим путем.

Величину навески регламентируют инструкцией по эксплуатации прибора. Точность взвешивания навески пробы – 0,1 % от ее величины.

При применении аппаратуры для микро- или полумикроанализа, навеску взвешивают прямо в капсуле. Либо навеску взвешивают в капсуле или в сосуде для взятия навесок и затем переносят в капсулу.

Градуировку прибора выполняют так. Предварительно осуществляют анализ двух навесок проб с содержаниями азота, находящимися в интервале ожидаемых концентраций. Полученные результаты далее не учитывают. Затем определяют вещества для градуировки или государственные стандартные образцы с концентрацией азота аналогичной концентрации в исследуемом образце. Проводят по 5 измерений для каждого выбранного стандартного образца в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. Качество полученных результатов измерений проверяют сравнением расхождений между ними с максимально допустимыми расхождениями.

Расхождение между максимальным и минимальным результатами не должно превышать показатель повторяемости более чем в 1,4 раза. Иначе требуется наладка прибора и последующие градуировочные определения. Используя средние значения концентраций, рассчитанные по пяти результатам, градуируют прибор по инструкции. С целью определения правильности градуировки выполняется анализ вещества для градуировки аналогично проведению испытания проб. Градуировка удовлетворительна, если результат испытания стандартного образца отличен от значения, указанного в паспорте, на величину, не превышающую величину повторяемости для данного метода. Иначе требуется повторение градуировки.

Для проведения и проверки градуировки необходимо применять разные стандартные образцы. Градуировку проводят в случаях его первоначальной настройки, после ремонта, замены какой-либо части или если в процессе рутинного анализа проб обнаруживают большее расхождение между измеренным и паспортным значениями концентрации, чем величина повторяемости для данного метода.

Анализ навески производят по инструкции эксплуатации прибора. Периодически между сериями испытаний проб проводят испытание вещества для градуировки или стандартного образца. При отличии результата этих испытаний от паспортного значения на величину, превышающую градуировку прибора повторяют по указанной выше методике, а результаты последней серии испытаний проб не учитывают.

В случае если при проведении короткой серии испытаний пробы не проводили градуировку прибора с использованием вещества для градуировки или стандартных образцов, то проводят анализ вещества для градуировки или стандартного образца в начале и в конце серии испытаний пробы для получения подтверждения и внесения в протокол точности результатов испытаний.

Массовую долю общего азота  $N^d$  в сухой пробе твердого биотоплива, выраженную в процентах, вычисляют по формуле:

$$N^d = N^a \frac{100}{100 - W^a}$$

где  $N^a$  – массовая доля общего азота в аналитической пробе, %;

$W^a$  – массовая доля влаги в аналитической пробе, определяемая по ГОСТ Р 54211, %.

Результаты испытаний, представляют среднеарифметические значения результатов параллельных испытаний, их округляют до 0,05 %. Они могут быть пересчитаны на другие состояния биотоплива.

Условия повторяемости и воспроизводимости должны соответствовать действующему на момент определения массовой доли азота стандарту [2]. Прецизионность метода при определении содержания азота по условию повторяемости: 0,05 % абс. (при  $N < 0,5$  %), 10 % отн. (при  $N > 0,5$  %). Также должно соблюдаться условие воспроизводимости опытов: 0,1 % абс. (при  $N < 0,5$  %), 20% отн. (при  $N > 0,5$  %).

Протокол испытаний должен содержать информацию о ссылке на настоящий стандарт, результатах испытаний с указанием, на какое состояние биотоплива они выражены, наименовании лаборатории и дату проведения испытания, идентификации пробы, любых особенностях, отмеченные в ходе испытаний.

Таким образом, зная содержание азота в твердом биотопливе можно судить об экологичности этой продукции и возможном влиянии на работу топливного оборудования, планировать изменение его эксплуатационных характеристик и прогнозировать профилактическое обследование и ремонт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафонов А.О. Новые методы управления технологиями переработки отходов древесины в биотопливо [Электронный ресурс] / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №84 (10). – С. 348–357. – URL:<http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/28.pdf> (дата обращения 29.04.2014).
2. ГОСТ Р 54216–2010 (CEN/TS 15104:2005). Биотопливо твердое. Определение углерода, водорода и азота инструментальными методами. М., 2010, 13 с.

УДК 614.842.4

### ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**И.В. Сусоева,**

канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ  
[i.susoeva@yandex.ru](mailto:i.susoeva@yandex.ru)

**Г.К. Букалов**

д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ

*В статье выполнена оценка индивидуального пожарного риска для деревообрабатывающего предприятия ООО «Ресурс». Индивидуальный пожарный риск на ООО «Ресурс» отвечает нормативному уровню.*

Известно, что одной из отраслей лесопромышленного комплекса является деревообрабатывающая промышленность. Предприятия деревообрабатывающей промышленности производят из древесины широкий ассортимент материалов, полуфабрикатов и готовых изделий для народного хозяйства.

Деревообрабатывающие предприятия относятся к пожароопасным производствам. Статистика показывает, что в России ежегодно на предприятиях деревообработки происходит около 1000–1200 пожаров, учитывая, что число зарегистрированных деревообрабатывающих предприятий составляет 1193. Оценка пожарного риска может выполняться на основе метода [1] и с помощью компьютерных программ СИТИС и др. [2, 3].

Стружка, опилки, всевозможные легковоспламеняющиеся лаки и краски, неисправное электрооборудование может послужить причиной возгорания. Именно поэтому для предприятий деревообработки разработаны весьма жесткие требования пожарной безопасности [4].

В соответствии п.6 ст.6 Федерального закона от 2 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ-123) расчеты по оценке пожарного риска являются составной частью декларации пожарной безопасности или декларации промышленной безопасности.

Существующие методики оценки пожарного риска позволяют выполнить прогнозирование пожарной опасности предприятия.

Расчет оценки пожарного риска на примере деревообрабатывающего предприятия ООО «Ресурс» производился по известному методу [5].

Расчет времени эвакуации был произведен в здании производственного корпуса [6].

Анализ результатов расчета времени эвакуации работающих  $t_p$  по двум вариантам показал, что по первому варианту  $t_p = 0,337$  мин, по второму варианту  $t_p = 0,276$  мин [6].

Исходные данные для расчета пожарного риска на ООО «Ресурс» представлены в табл. 1.

Предварительно перед расчетом выбирают возможные расчетные схемы развития пожара, которые могут быть реализованы при пожаре на защищаемом объекте. Для каждой схемы вычисляют комплексы  $A, n, B, z$ .

Каждая расчетная схема характеризуется значениями комплекса  $A$  и  $n$ , которые зависят от формы поверхности горения, характеристик горючих веществ и материалов и определяются следующим образом:  $A$  – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-\text{n}}$ ;  $n$  – расчетный параметр (показатель степени), учитывающий изменение массы выгоревшего материала во времени; для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала при  $n = 3$ :

$$A = 1,05 \cdot \Psi_{\text{уд}} V_{\text{л}}^2 = 1,05 \cdot 0,0014 \cdot 0,083^2 = 0,0000101 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}.$$