

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГNETУШАЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОСТАВОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ТОРФА

The laboratory test data of a new method determination fire extinguishing properties of compositions for quenching a divot have been given.

Среди наиболее перспективных способов тушения лесных пожаров до сих пор остается применение специально разработанных огнетушащих химических средств (ОХС). Широкое распространение получили ОХС на основе обычной воды и поверхностно активных веществ (ПАВ) [1, 2]. Присутствие ПАВ значительно повышают смачивающую способность воды. Это дает возможность эффективно тушить пожары с участием различных природных трудносмачиваемых материалов (лесная подстилка, мох, торф и т. д.). В последнее время ведется активная разработка таких ОХС. Однако до сих пор не разработана общая методология оценки эффективности ОХС. Более того, существующие методики оценки эффективности ОХС имеют целый ряд недостатков и требуют доработки.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время применяются две методики определения эффективности огнетушащих химических средств (ОХС) для торфа [3]. В их основу положено измерение зольности торфа, предварительно пропитанного различными огнетушащими составами.

Первая методика была разработана на основе ГОСТ 11306–83 и заключается в следующем. Торф, обработанный ОХС, высушивают в термощкафу при температуре 80 °С. Затем 1–2 г модифицированного таким образом торфа прокалывают в фарфоровых тиглях при температуре примерно 380 °С в течение двух часов до постоянного веса. Зольность определяют по формуле

$$A_{\text{зольн}} = \frac{P_2}{P_1} 100\%,$$

где P_1 – вес торфа до прокалывания, г; P_2 – вес торфа после прокалывания, г.

В итоге сравнивается зольность исходного и модифицированного ОХС торфа. По результатам судят об эффективности применяемого ОХС.

Другая методика связана с определением и анализом сравнительных показателей горимости и времени тления торфа, обработанного и необработанного ОХС. Для того, чтобы смоделировать процесс горения торфа, поступают следующим образом. Навеску торфа в количестве 3 г, обработанного составом и высушенного до постоянного веса при 80–100 °С, помещают в фарфоровую чашку, пропитывают 5 мл ацетона и поджигают. После выгорания ацетона ведутся наблюдения за характером тления, определяется время тления и потеря массы. Горимость торфа определяют по формуле

$$\Delta M = \frac{M - M_1}{M} 100\%,$$

где M – начальная масса торфа, пропитанного и непропитанного ОХС, г; M_1 – масса торфа после сжигания, г.

В обеих методиках считается, что чем выше зольность торфа, тем эффективнее средство для его тушения. Существенным недостатком здесь будет то, что данные методики не моделируют процесс тушения торфяного пожара. По результатам испытаний можно судить лишь о профилактическом действии ОХС. Дело в том, что многие ОХС легко смачивают торф в его обычном состоянии, но в условиях пожара, причем глубинного, присутствие золы и высокая температура значительно уменьшают их проникающую способность.

Существует методика оценки огнетушащей эффективности составов при тушении

лесной подстилки, суть которой состоит в следующем. На съемной решетке, закрепленной на высоте 2 см металлического противня, раскладывается 10 г лесного горючего материала, который затем поджигается с помощью ватного фитиля, смоченного ацетоном, с двух диагональных концов под решеткой. Тушение производится через 6 секунд после поджигания с помощью лабораторного огнетушителя. После тушения измеряется неизрасходованный объем состава и вычисляется его расход на тушение. Эта методика имеет один существенный недостаток – она позволяет определить расход ОХС только на тушение тонкого слоя лесной подстилки и является непригодной для оценки расхода ОХС на тушение глубинного пожара.

Учитывая недостатки представленных выше методик в данной исследовательской работе, мы поставили задачу разработать лабораторную методику определения эффективности ОХС для торфа, учитывающую фактор горения в глубину и моделирующую условия тушения торфяного пожара.

Сущность новой методики заключается в определении расхода ОХС на тушение торфа, горение которого инициировано в полном цилиндре из термостойкого стекла, а регистрация затухания осуществляется с помощью предварительно установленной внутри цилиндра термопары.

Была изготовлена установка, представленная на рис. 1. Она состоит из полого цилиндра 1 из термостойкого стекла, который установлен на основании 3 из металлической сетки с размером ячейки 0,3 x 0,3 мм. На наружной поверхности цилиндра нанесена шкала для замера глубины прогорания торфа 2. Принцип работы установки следующий. Внутри цилиндра на определенной высоте и расстоянии от центра размещают термопару 4. Для придания необходимой устойчивости ее помещают в керамическую трубку и продевают через сетчатое основание. Торф засыпается через верхнюю часть цилиндра. Для обеспечения равномерной плотности по высоте его послойно утрамбовывают. Горение торфа инициируют поджиганием распыленного по его поверхности ацетона в количестве 5 мл или от навески предварительно подожженного в пламени газовой горелки торфа.

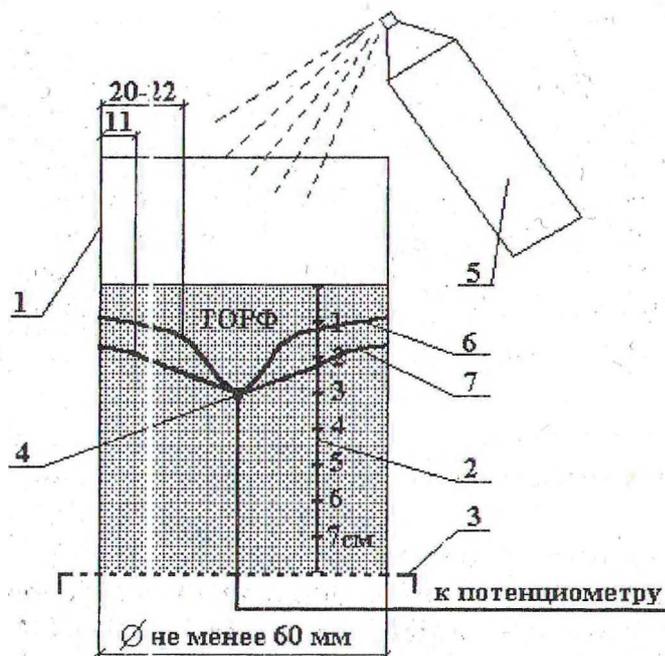


Рис. 1. Установка для испытаний огнетушащей эффективности составов:

1 – полый цилиндр из термостойкого стекла; 2 – шкала глубины; 3 – металлическая сетка с размером ячейки 0,3x0,3 мм; 4 – термопара ТХА; 5 – распылительный баллон с ОХС; 6 и 7 – фронт тления торфа в глубину

Перед испытаниями определяют влажность торфа по стандартной методике. После этого торф подвергают сушке в термощкафу при температуре 110–120 °С в течение 2–6 ч в зависимости от начальной влажности. Подсушенный торф кондиционируют в эксикаторе в течение 7–15 суток до постоянной влажности 10–12%.

Тушение торфа производят с помощью лабораторного распылителя. Момент начала тушения определяется достижением в месте закладки термопары температуры 300–310 °С.

Перед тушением баллон распылителя заполняют определенным количеством ОХС и взвешивают. Тушение производят распылением огнетушащего средства по внешней поверхности горящего торфа. До и после распыления баллон взвешивают. О затухании судят по температурной кривой. Если после распыления ОХС наблюдается устойчивое снижение температуры на протяжении не менее 1 ч, то использованного количества ОХС достаточно для тушения. Если температура превысит значение 320–340 °С, то есть вероятность повторного возгорания. Первоначально распыляют 20 г огнетушащего средства. В зависимости от результата расход либо уменьшают, либо увеличивают на 3–5 г.

Расход огнетушащего химического средства на тушение 1 м² горящего торфа (M_p) вычисляют по формуле

$$M_p = \frac{M_1 - M_2}{F_{n.m.}},$$

где M_1 – масса баллона с огнетушащим средством до тушения, г; M_2 – масса баллона с огнетушащим средством после тушения, г; $F_{n.m.}$ – площадь горячей поверхности торфа, м².

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Допустимое расхождение между результатами повторных испытаний, полученных одним оператором при постоянных условиях испытания с доверительной вероятностью 0,90, не должно превышать 200 г/м².

Фронт прогорания торфа в глубину имеет различную форму и зависит от его влажности. На рис. 1 показана форма фронта тления торфа с влажностью 60–65% (кривая 6) и 10–12% (кривая 7). Надо отметить, что чем выше влажность торфа, тем шире боковые зоны, горение которых несколько отстает по времени. Так, при влажности 60–65% ширина таких зон составляет 20–22 мм, а при влажности 10–12% – 10–11 мм. Это послужило основанием для выбора диаметра цилиндра. Он не должен быть меньше 60 мм, поскольку в ином случае погрешность измерения расхода ОХС может быть слишком большой.

Торф высокой влажности трудно поджечь и обычно он довольно быстро затухает. Для того, чтобы добиться длительного тления торфа повышенной влажности, необходимо формировать над ним слой сухого торфа такой же толщины. В данном случае влажный торф под действием поступающего тепла успевает высохнуть. Зона высыхания торфа всегда идет перед фронтом тления. Ее ширина зависит от влажности торфа и составляет около 5–12 мм. Фактически горит только сухой торф. Повышенная влажность лишь замедляет продвижение фронта тления. По этой причине нами было решено использовать при испытаниях только сухой торф с влажностью 10–30%. Такой торф хуже смачивается и дает возможность определить расход ОХС в наиболее жестких условиях торфяного пожара.

Изучение скорости прогорания торфа в вышеприведенном примере позволило оценить, что верховой торф влажностью 10–12% способен прогорать в глубину со скоростью, примерно равной 0,1 мм/мин. Расход воды, достаточный для тушения верхового торфа, горящего на глубине 5, 10, 20 и 30 мм, составляет соответственно 2,3; 3,2; 4,6 и 9,1 кг/м². Как видим из рис. 2, при глубине прогорания от 5 до 20 мм расход воды на тушение увеличивается пропорционально. При дальнейшем увеличении глубины прогорания с 20 до 30 мм расход воды увеличивается уже по параболическому закону. Если спрогнозировать расход воды на тушение торфа с помощью аппроксимирующего полинома, то окажется, что при глубине прогорания 40 мм расход составит 22 кг/м². Такой результат говорит о низкой эффективности воды как огнетушащего средства для борьбы с торфяными пожарами.

В научно-исследовательской лаборатории огнезащиты строительных конструкций и материалов БГТУ в соответствии с приведенной выше методикой проведены испытания различных ОХС для тушения торфа. На рис. 3 представлены кривые, позволяющие прогнозировать расход ОХС в зависимости от глубины прогорания торфа. Наилучшие результаты показали составы с условным названием «Ж» и «З», содержащие ПАВы (сульфанол, сульфонат) и антипирены. При глубине прогорания торфа 50 мм их прогнозируемый расход не превышает 13 кг/м². Если использовать воду с до бавлением ПАВ, то прогнозируемый расход в данном случае составит около 17 кг/м². Тушение водой потребует расхода около 40 кг/м².

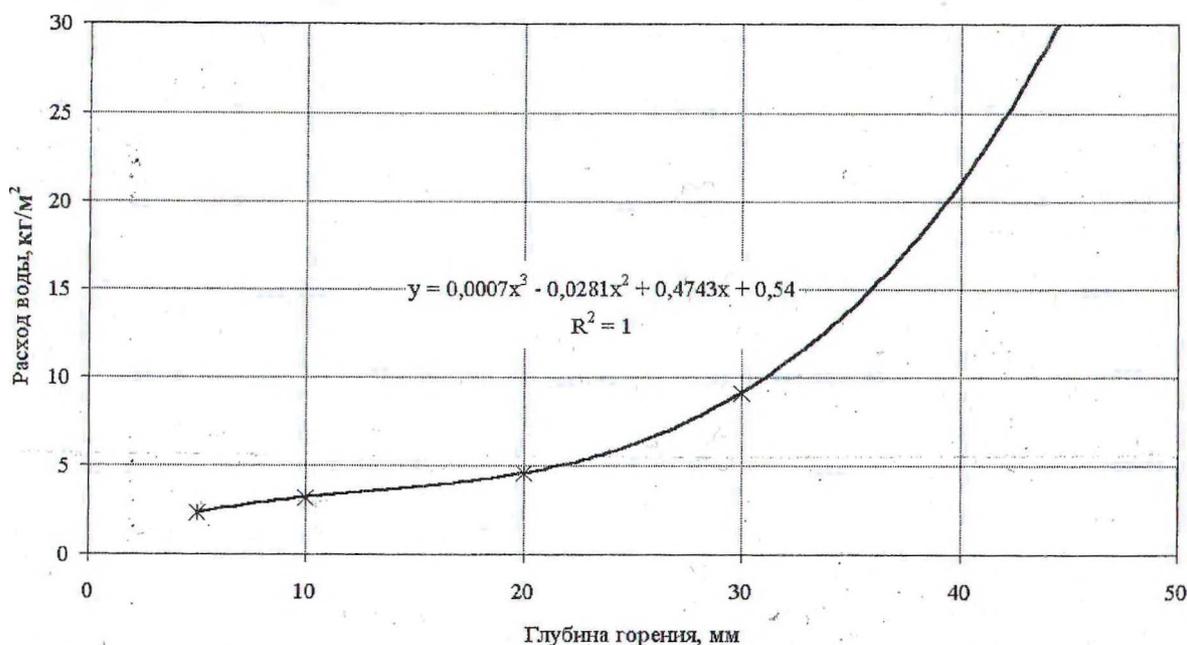


Рис. 2. Изменение расхода воды на тушение торфа в зависимости от глубины горения

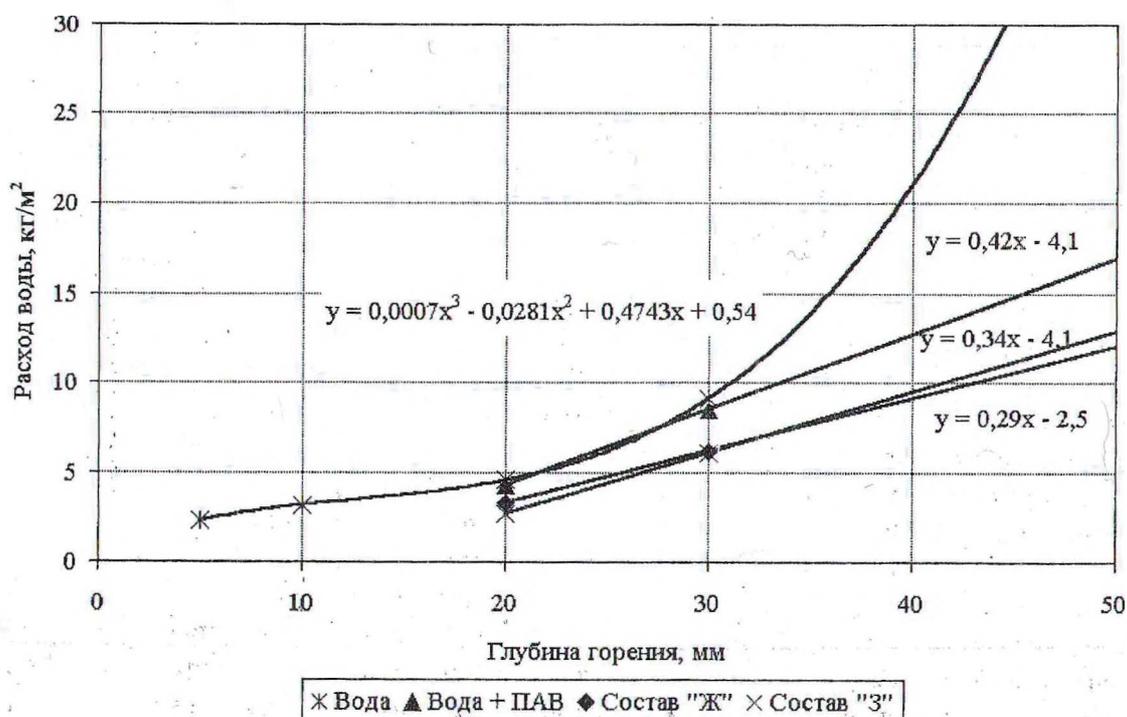


Рис. 3. Изменение расхода различных ОХС на тушение торфа в зависимости от глубины горения

На основании полученных данных можно сделать заключение о том, что предложенная выше методика, во-первых, позволяет оценивать эффективность ОХС для торфа с учетом фактора глубинного горения, во-вторых – определять расход ОХС на тушение торфа при разной глубине прогорания. Поскольку она приближена к условиям тушения реального торфяного пожара, полученные результаты испытаний будут иметь несомненный практический интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арцыбашев Е.С., Акакиев Ф.И., Васильев О.А. Пирогова Т.Г. Об эффективности огнетушащих химических веществ // Лесн. хоз-во. – 1981. – № 6. – С. 68–69.
2. Усеня В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – 206 с.
3. Разработать и внедрить огнетушащие химические средства для борьбы с лесными и торфяными пожарами: Отчет о НИР (заключит.) / Институт Леса НАНБ; Руководитель Богданова В.В., № г/р 20003180. – Гомель, 2001.