

### 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 630\*431:614.841

Доц. А.Д. Кузик, *д-р с.-г. наук* –  
Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

#### ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІСОВИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Описано результати лабораторних досліджень пожежонебезпечних властивостей найпоширеніших видів лісових горючих матеріалів. У лабораторії за стандартною методикою визначено температуру займання хвої сосни звичайної, листя дуба звичайного, граба звичайного та вільхи чорної (свіжозірваного і сухого) та сухих фрагментів наземної частини деяких трав'яних рослин і чагарників. Виявлено, що температура займання свіжозірваної хвої є нижчою, ніж сухої. Для листя дерев спостерігається зворотна залежність, а найнижчою є температура займання листя вільхи чорної. Температура займання досліджених сухих трав'яних рослин і чагарників перебуває у межах 220-264 °С. Визначено і температуру полум'я під час горіння лісових горючих матеріалів, яка для деревних рослин є найбільшою для хвої сосни звичайної, а найменшою – для листя вільхи чорної.

**Ключові слова:** лісовий горючий матеріал, температура займання, температура полум'я.

**Постановка проблеми.** Лісовий масив характерний великим різноманіттям видів горючого матеріалу, кожен з яких може перебувати у двох станах: живому і мертвому (сухому). Лісове середовище у взаємодії з довкіллям продукує горючий матеріал, впливаючи на динаміку його властивостей внаслідок розвитку рослин, їх взаємодії у фітоценозі, періодичного та випадкового впливу навколишнього середовища, а також антропогенного впливу. Основні види горючого матеріалу зображено на схемі (рис. 1). Кожен з них займає певне місце в горизонтальній і вертикальній структурі лісу та бере участь у пожежі відповідного виду. Займання і поширення горіння зумовлюється видом горючого матеріалу, його фізичними властивостями, зокрема геометричними розмірами, щільністю, вологістю, а також запасом і особливостями просторового розміщення. Найбільшу частку горючого матеріалу в лісовому насадженні становить деревина (стовбури та гілки). Горючі та теплофізичні властивості деревини є неоднаковими для різних порід [1, 5, с. 324]. Дослідження пожежної небезпеки цього виду горючого матеріалу описано в [2]. Одним з найважливіших пожежонебезпечних параметрів горючого матеріалу є температура займання [5]. Для деревини різних порід цей показник незначно відрізняється і становить: дуб – 230 °С, ялина – 240 °С, сосна – 250 °С [5]. Але займання стовбурів і гілок є вторинним та відбувається від полум'я інших видів горючого матеріалу. Найшвидше займаються невеликі сухі фрагменти, зокрема, хвоя, листя і представники наземного ярусу рослин.

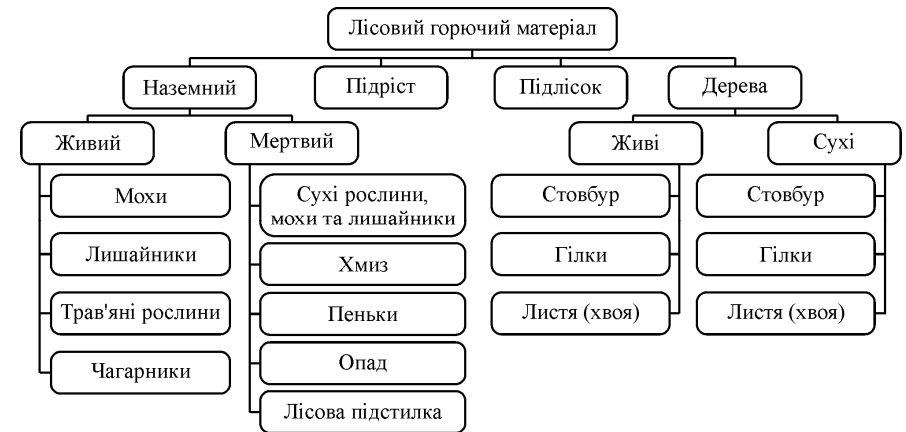


Рис. 1. Схема основних видів лісового горючого матеріалу

Нестеров В.Г. [7] досліджував займистість підстилки підпалюванням. У роботах [3, 4] наведено результати лабораторних досліджень процесів займання сухої хвої частинками, нагрітими до температур 1153-1293 К. Але в цих та інших роботах не визначають температури займання підстилки та її компонентів – листя, хвої і фрагментів рослин.

**Метою роботи** є дослідження пожежонебезпечних властивостей хвої, листя дерев та фрагментів трав'яних рослин і чагарників наземного ярусу лісу.

**Прилади і методи.** Дослідження проводили в лабораторії пожежної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Пожежну небезпеку лісових горючих матеріалів досліджено за ДСТУ Б В.2.7-19-95 [6]. Температуру визначено за допомогою термоперетворювача ТХА – хромель-алюмель, підключеного до персонального комп'ютера за допомогою вторинного приладу – регулятора-вимірювача РТ 0102 (розробник НВО "Термоприлад").

**Виклад основного матеріалу.** Найбільшу небезпеку під час низової пожежі становить наземний мертвий горючий матеріал, який складається з тонких сухих фрагментів, легко займається та є провідником горіння. У переважній більшості випадків низова пожежа починається зі займання лісового опаду та підстилки, основними компонентами якого є листя і хвоя. Займання та поширення пожежі цього виду залежить від температури займання горючого матеріалу. Верхова пожежа виникає внаслідок займання крон, а саме: гілок, вкритих листям або хвоєю. Тому температура займання живого листя (хвої) зумовлює процеси виникнення та поширення верхової пожежі.

З метою оцінювання пожежної небезпеки листя і хвої визначено температуру займання цих горючих матеріалів у сухому та свіжозірваному станах для найпоширеніших порід дерев у лісах Заходу України: сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) і вільхи чорної (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.). Результати досліджень наведені на рис. 2.

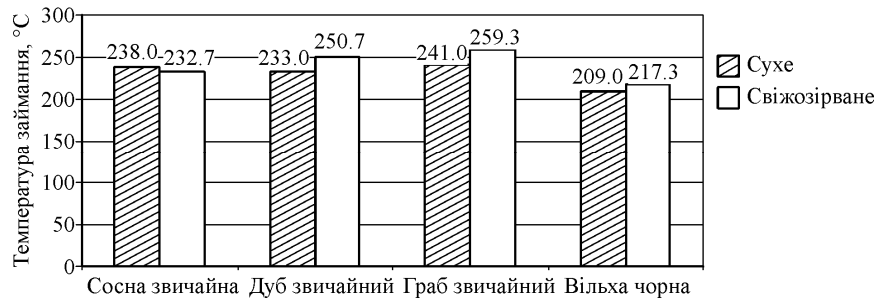


Рис. 2. Температури займання сухого та свіжозірваного листя (хвої) найпоширеніших порід дерев Малоого Полісся

Температури займання свіжозірваного листя досліджених порід є вищими за відповідні показники в сухому стані, що зумовлено сповільненими процесами висушування та піролізу, а також додатковою витратою енергії на руйнування білкової структури клітин. Для хвої спостережено протилежний ефект, який пояснюємо більшим вмістом у свіжозірваній хвої горючих речовин – живиці та скипидару. На нашу думку, відносно низька температура займання живої хвої є причиною інтенсивного розвитку верхових пожеж у хвойних лісах. Відносно низька температура займання сухого листя вільхи чорної сприяє виникненню низової пожежі в чорновільхових деревостанах за умов тривалої посухи, проте такі пожежі спостерігаються рідко через інтенсивні процеси мінералізації листяного опадку, густу трав'яну рослинність і високу вологість підстилки, зумовлену несприятливими для горіння мікрокліматичними умовами під наметом чорновільхових деревостанів навіть за умов високого рівня пожежної небезпеки за умовами погоди. Верховна пожежа у чорновільхових насадженнях виникає також рідко, оскільки вона є наслідком низової. Окрім того, температура полум'я під час горіння сухого листя вільхи чорної становить 604,7 °C і є нижчою від температури полум'я сухого листя дуба звичайного (679,3 °C) та сухої хвої сосни звичайної (696,7 °C), що погіршує умови поширення пожежі підстилкою в чорновільхових лісах.

Окрім листя та хвої, наземний горючий матеріал складається з фрагментів трав'яних рослин і невеликих чагарників, які в сухому стані також становлять пожежну небезпеку. У лабораторних умовах визначено температуру займання деяких поширених у Малому Поліссі видів рослин у сухому стані (рис. 3).

Низькі температури займання (до 230 °C) властиві ожині сизій (*Rubus caesius* L.), щитнику чоловічому (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott), чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.) і плауну річному (*Lycopodium annotinum* L.). Середні температури займання (230-250 °C) виявлено у представників тонконогових (куничник очеретяний (*Calamagrostis arundinacea* Roth.), пирій повзучий (*Agropyrum repens* P.B.) та зонтичних (кмин (*Carum carvi* L.)). Високі температури займання (понад 250 °C) характерні для осоки лісової (*Carex sylvatica* Huds.) і розрив-трави звичайної (*Impatiens noli-tangere* L.).

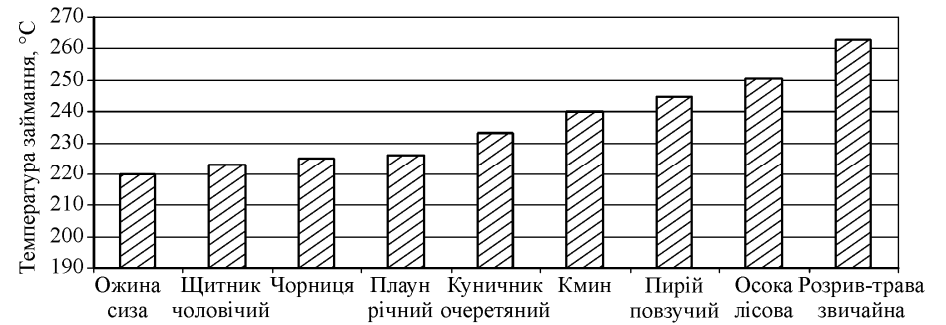


Рис. 3. Температури займання деяких трав'яних рослин та чагарників у сухому стані

Температури полум'я під час горіння сухих трав'яних рослин і чагарників розподілені дещо інакше (рис. 4).

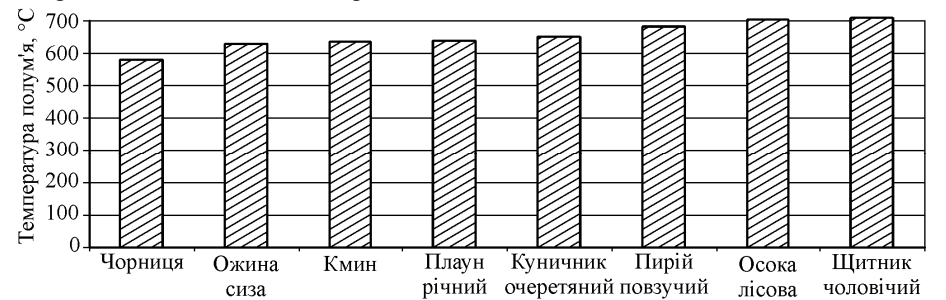


Рис. 4. Температури полум'я під час горіння деяких трав'яних рослин і чагарників у сухому стані

Низькою (до 600 °C) є температура полум'я чорниці, середніми (600-700 °C) – температури полум'я ожини сизої, кмину, плауна річного, куничника очеретяного та пирію повзучого, а високими (понад 700 °C) – осоки лісової і щитника чоловічого. Але незначні (до 150 °C) різниці між температурами полум'я під час горіння лісових горючих матеріалів наземного ярусу свідчать про те, що у разі займання в сухому стані будь-який з них є пожежонебезпечним і становить загрозу для лісу.

**Висновки.** На відміну від листя, температура займання свіжозірваної хвої сосни звичайної є меншою, ніж сухої внаслідок вмісту горючих речовин – скипидару і живиці, що підвищує небезпеку виникнення та поширення верхових пожеж у соснових насадженнях. Незважаючи на те, що температура займання сухого листя вільхи чорної є меншою, ніж хвої та листя інших порід, пожежна небезпека чорновільхових лісів не є надто високою, оскільки мікрокліматичні умови під наметом зумовлюють підвищену вологість опадку і підстилки, яка швидко мінералізується, а температура полум'я під час горіння сухого листя вільхи чорної є нижчою за відповідні температури для листя інших порід більш як на 70 °C, а хвої сосни звичайної – на 90 °C.

## Література

1. Асеева Р.М. Горение и пожарная опасность древесины / Р.М. Асеева, Б.Б. Серков, А. Б. Сивенков // Пожаровзрывобезопасность. – М. : Изд-во "Брансбойт". – 2012. – Т. 21, № 1. – С. 19-32.
2. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров / Д. Драйздейл. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1990. – 424 с.
3. Захаревич А.В. Зажигание лесных горючих материалов одиночными, нагретыми до высоких температур частицами / А.В. Захаревич, Н.В. Барановский, В.И. Максимов // Пожаровзрывобезопасность. – М. : Изд-во "Брансбойт", 2012. – Т. 21, № 4. – С. 13-16.
4. Захаревич А.В. Зажигание типичных лесных горючих материалов опада листовых пород локальным источником энергии / А.В. Захаревич, Н.В. Барановский, В.И. Максимов // Пожаровзрывобезопасность. – М. : Изд-во "Брансбойт", 2012. – Т. 21, № 6. – С. 23-28.
5. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник. – В 2-х ч. / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во Асс. "Пож"Наука", 2004. – Ч. 1. – 713 с.
6. Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість: ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). – К. : Вид-во "Держбуд України", 1996. – 33 с. – (Національний стандарт України).
7. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы ее определения / В.Г. Нестеров. – М. : Изд-во Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.
8. Баратов А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд. – В 2 кн. / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М. : Изд-во "Химия", 1990. – кн. 1. – 496 с.

**Кузык А.Д. Пожароопасные свойства лесных горючих материалов**

Описаны результаты лабораторных исследований пожароопасных свойств распространенных видов лесных горючих материалов. В лаборатории по стандартной методике определена температура воспламенения хвои сосны обыкновенной, листья дуба обыкновенного, граба обыкновенного и ольхи черной (свежесорванного и сухого) и сухих фрагментов надземной части некоторых травянистых растений и кустарников. Обнаружено, что температура воспламенения свежесорванной хвои ниже, чем сухой. Для листьев деревьев наблюдается обратная зависимость, а самой низкой является температура воспламенения листьев ольхи черной. Температура воспламенения исследованных сухих травянистых растений и кустарников находится в пределах 220-264 °С. Определена и температура пламени при горении лесных горючих материалов, которая для древесных растений является наибольшей для хвои сосны обыкновенной, а наименьшей – для листьев ольхи черной.

**Ключевые слова:** лесной горючий материал, температура воспламенения, температура пламени.

**Kuzyk A.D. The Forest Fire Behaviour of Combustible Materials**

The results of laboratory tests on flammable properties of the most common types of forest combustible materials are described. The ignition temperature of pine needles, leaves of oak, hornbeam and alder usual black (live and dry) and dried aerial parts of some fragments of herbaceous plants and shrubs is defined in the laboratory using the standard method. The ignition temperature of live needles is found to be lower than dry ones. For the leaves of the trees there is an inverse relationship, and the lowest ignition temperature is for black alder leaves. Flashpoint investigated dry herbaceous plants and shrubs is in the range 220-264 °C. The flame temperature during combustion of forest combustible materials is defined, concerning woody plants it is the highest for pine needles, and the least – for black alder leaves.

**Key words:** forest combustible material, ignition temperature, flame temperature, needles, leaves.

УДК 677.1:658.589+574

Проф. Л.В. Пелик, д-р техн. наук – Львівська КА

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ У РИНКОВИХ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ**

Досліджено фільтрувальну здатність тканих і нетканих фільтрувальних текстильних матеріалів на основі термостійких волокон. Методика дослідження полягала у дослідженні фільтрувальної здатності та дослідній експлуатації рукавних фільтрів із тканих та нетканих фільтрувальних матеріалів на основі термостійких волокон на феросплавних заводах. Випробування рукавних фільтрів із тканих матеріалів проведено на фільтрах рукавного відкритого типу з системою регенерації – зворотна продувка, а для нетканих матеріалів – з імпульсною системою регенерації. Проаналізовано вплив фільтрувальних текстильних матеріалів на фільтрувальну здатність в умовах високих температур та вперше запропоновано методологічні підходи, які дають змогу максимально приблизити процес їх термостаріння до реальних умов експлуатації в рукавних фільтрах. Наукова новизна полягає в тому, що вперше в умовах реальної експлуатації створено і спроектовано найефективніші фільтрувальні термостійкі матеріали з урахуванням термічної стійкості за високих температур. Практична значимість полягає в тому, що внаслідок проведених досліджень створено нові види матеріалів технічного призначення на основі арселенового волокна для виробництва рукавних фільтрів для пилогазоочисних систем.

**Ключові слова:** рукавні фільтри, фільтрувальна арселенова тканина, волокно номекс, волокно келар.

**Вступ.** Проблема переходу до принципів сталого розвитку тісно пов'язана із функціонуванням еколого-економічних систем, які базуються на тому, що економічні, соціальні, технологічні та екологічні процеси в довкіллі тісно пов'язані і взаємозалежні. Тому і потрібно розглядати сучасну цивілізацію з точки зору функціонування єдиної еколого-економічної системи, яка на базі доступних ресурсів спроможна забезпечити високий рівень економічного розвитку і відповідні екологічні умови функціонування соціуму та природних екосистем загалом. Розроблення великої кількості інновацій у текстильній галузі впродовж останніх років не знизилася актуальності питань якості, безпечності, економічної доцільності технічних матеріалів. Збільшення у текстильній промисловості сегмента матеріалів технічного призначення пов'язане із зростаючою потребою у фільтрувальних матеріалах для пилогазоочисних систем. Останніми роками в Україні висувуються більш суворі законодавчі вимоги до промислових викидів в атмосферу, і тому появилася потреба в розробленні нового покоління вітчизняних фільтрувальних текстильних матеріалів для очищення технологічних газів із вимогою до вихідної концентрації в очищеному газі не більше 20 мг/м<sup>3</sup> за умов експлуатації фільтрів з температурою до 200 °С. Проблема екологічної безпеки довкілля набула особливої важливості за умов ринкової економіки. Сьогодні сформувалося декілька основних напрямів охорони біосфери, а саме: переробка відходів виробництва і споживання як вторинної сировини; розроблення і впровадження нових технологічних процесів і систем, які працюють за замкнутим циклом і не утворюють основної кількості відходів; створення нових структур фільтрувальних текстильних матеріалів.

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження фільтрувальної здатності текстильних матеріалів із термостійких волокон у реальних умовах, при експлуатації рукавних фільтрів на газоочисних спорудах феросплавних заводів.