

УДК 574.2:57.03

## **ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЕРЕНЕСНИХ ВОГНЕГАСНИКІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

БАБИЧ О. С. <sup>1\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
ГОДЯЕВ С. Г. <sup>2\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
УЛЕКСИН В. О. <sup>3\*</sup> *к.т.н., доцент*

<sup>1\*</sup>Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет», ул. Ворошилова 25, м. Дніпропетровськ, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

<sup>2\*</sup>Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет», ул. Ворошилова 25, м. Дніпропетровськ, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

<sup>3\*</sup>Кафедра тракторів та автомобілів, Державний вищий навчальний заклад «Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет», ул. Ворошилова 25, м. Дніпропетровськ, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

**Анотація. Мета.** Забезпечення надійної і ефективної роботи переносних і ручних вогнегасних пристроїв в умовах надзвичайних ситуацій пов'язаних з пожежною небезпекою лісів України є однією з актуальних завдань. При всій ефективності існуючих вогнегасників та протипожежних установок використання їх при ліквідації пожеж на території сільського господарювання проблематично. Для їхнього застосування необхідно мати електричну енергію, компресор, що є джерелом стисненого повітря, ряд емностей, що перебувають під високим тиском, з'єднувальну арматуру. **Методика.** Застосування в якості джерела енергії твердих газифікуючих сполук (ТГС) стримується малою вивченістю процесів, що протікають у пристроях такого класу. Створення автономних засобів з газогенеруючими пристроями (ГПП), що споживають енергію ТГС для виконання комплексу захисних і профілактичних заходів в умовах надзвичайних ситуацій вимагає вирішення ряду задач. Однією з них є взаємодія продуктів згоряння ТГС з активною речовиною. **Результати.** Прогрів рідини відбувається теплопровідністю, а наявність струменів продуктів згоряння при спрацьовуванні ГПП викликає інтенсивні конвективні потоки в рідині. Інтенсивність їх залежить від пристрою застосовуваної насадки і її розташування у вільному об'ємі балона. **Наукова новизна.** Для розв'язку поставленої задачі застосовано граничні умови четвертого роду для системи двох напівобмежених тіл, у яких початкові температури різні й у початковий момент часу тіла приведені в зіткнення. Рішення проведено для плоского випадку. В результаті показано, що застосування ТГС для наддування рідинних вогнегасників вимагає додаткових заходів щодо зниження температури газової суміші. **Практична значимість.** Глибину прогріву рідкої речовини при контакті її з газовою сумішшю можна вважати незначною. Проте необхідно знижувати температуру продуктів згоряння у випадку застосування термічно нестійких рідин. Знижувати температуру продуктів згоряння ефективно застосуванням газоохолоджуючих насадків до газогенеруючого пристрою.

**Ключові слова:** Надзвичайні ситуації, пожежна небезпека, автономні засоби пожежогасіння з газогенеруючими пристроями, тверді газифікуючі сполуки, теплообмін, газоохолодження

## **ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПЕРЕНЕСНЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖАРОВ**

БАБИЧ А. С. <sup>1\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
ГОДЯЕВ С. Г. <sup>2\*</sup>, *к.т.н., доцент*  
УЛЕКСИН В. О. <sup>3\*</sup> *к.т.н., доцент*

<sup>1\*</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет», ул. Ворошилова 25, г. Днепропетровск, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

<sup>2\*</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет», ул. Ворошилова 25, г. Днепропетровск, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

<sup>3\*</sup>Кафедра трактора и автомобили, Государственное высшее учебное заведение «Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет», ул. Ворошилова 25, г. Днепропетровск, 49600, тел., +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

**Аннотация. Цель.** Обеспечение надежной и эффективной работы переносных и ручных огнетушащих устройств в условиях чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарной опасностью лесов Украины является одной из актуальных задач. При всей эффективности существующих огнетушителей и противопожарных установок использования их при ликвидации пожаров на территории сельского хозяйства проблематично. Для их применения необходимо иметь электрическую

энергию, компрессор, являющийся источником сжатого воздуха, ряд емкостей, находящихся под высоким давлением, соединительную арматуру. **Методика.** Применение в качестве источника энергии твердых газифицирующих соединений (ТГС) сдерживается малой изученностью процессов, протекающих в устройствах такого класса. Создание автономных средств с газогенерирующими устройствами (ГГУ) сдерживается малой изученностью процессов, протекающих в устройствах такого класса. Создание автономных средств с газогенерирующими устройствами (ГГУ), которые потребляют энергию ТГС для выполнения комплекса защитных и профилактических мероприятий в условиях чрезвычайных ситуаций требует решения ряда задач. Одной из них является взаимодействие продуктов сгорания ТГС с активным веществом. **Результаты** Прогрев жидкости происходит теплопроводностью, а наличие струй продуктов сгорания при срабатывании ГГУ вызывает интенсивные конвективные потоки в жидкости. Интенсивность их зависит от устройства применяемой насадки и ее расположения в свободном объеме баллона. **Научная новизна.** Для решения поставленной задачи применены граничные условия четвертого рода для системы двух полуграничных тел, в которых начальные температуры разные и в начальный момент времени тела приведены в соприкосновение. Решение проведено для плоского случая. В результате показано, что применение ТГС для наддува жидкостных огнетушителей требует дополнительных мероприятий по снижению температуры газовой смеси. **Практическая значимость.** Глубину прогрева жидкой вещества при контакте ее с газовой смесью можно считать незначительной. Однако необходимо снижать температуру продуктов сгорания в случае применения термически неустойчивых жидкостей. Снижать температуру продуктов сгорания эффективно применением газоохладяющих насадок газогенерирующих устройств.

*Ключевые слова:* Чрезвычайные ситуации, пожарная опасность, автономные средства пожаротушения с газогенерирующими устройствами, твердые газифицирующие соединения, теплообмен., газоохлаждение.

## **THE WAYS OF MODERNIZATION OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS FOR EXTINGUISHING FOREST FIRES**

BABICH, A. S. 1\*, *Cand. Sc., associate Professor*

HODYAYEV S. G. 2\*, *Cand. Sc., associate Professor*

ULEKSIN V. O. 3\*, *Cand. Sc., associate Professor*

1\* Department of life safety, State higher educational institution "Dnipropetrovsk state agrarian and economical University", Voroshilova str. 25, m. Dnipropetrovsk, 49600, tel, +38(056) 713-51-42, E-mail: ddau\_selekt@mail.ru

2\*\* Department of safety, State higher educational institution "Dnipropetrovsk state agrarian and economical University", Voroshilova str. 25, M. Dnepropetrovsk, 49600, tel, +38(056) 713-51-42, E-mail: [ddau\\_selekt@mail.ru](mailto:ddau_selekt@mail.ru)

3\* Department of tractors and cars, State higher educational institution "Dnipropetrovsk state agrarian and economical University", Voroshilov str 25, Dnepropetrovsk, 49600, tel, +38(056) 713-51-42, E-mail: ddau\_selekt@mail.ru

**Abstract. Goal.** Ensuring reliable and efficient operation of portable and manual fire extinguishing devices in emergency situations involving fire hazard forests of Ukraine is one of the urgent tasks. While the effectiveness of existing fire extinguishers and fire protection systems for using them in liquidation of fires on the territory of the rural economy is problematic. For their application it is necessary to have electrical energy, the compressor, which is a source of compressed air, a number of vessels under high pressure, the connecting fittings. **Technique.** Use as an energy source solid gasifica compounds (TOC) is constrained by low level of knowledge about the processes occurring in the devices of this class. The creation of an Autonomous funds with hazoheneratsiy devices (GHP) that consume energy CBT for protective and preventive measures in emergency situations requires the solution of several problems. One of them is the interaction of the combustion products of the CBA with the active substance. The results of Heating the liquid thermal conductivity, and the presence of jets of combustion products when triggered, causes intense GHP convective flows in the liquid. The intensity varies with device applicable attachments and its location in the free volume of the cylinder. **Scientific novelty.** For the task applied boundary conditions of the fourth kind for a system of two napavalley bodies, in which different initial temperature and the initial time of the body shown in juxtaposition. The decision held for the plane case. The result shows that the application of CBT to boost liquid fire extinguishers require additional measures to reduce the temperature of the gas mixture. **The practical significance.** The depth of heating of the liquid substance in contact with a gas mixture can be considered negligible. However, it is necessary to reduce the temperature of combustion products in the case of thermally unstable liquids. To reduce the temperature of combustion products effectively using gazokontrolja head to getgenerator device.

*Keywords:* Emergency, fire danger, Autonomous extinguishing with hazoheneratsiy devices, gasifying solid connection, heat transfer., rotor

### **Вступ**

Кожного року в Україні виникає велика кількість лісових пожеж. Для боротьби з осередками пожеж використовуються переносні ранцеві оприскувачі різної конструкції та об'єму які приводяться в дію здебільш мускульною силою, що знижує їх ефективність. Застосування сучасних закачаних

систем пов'язано з значними технічними і організаційними проблемами.

Успішне виконання робіт при ліквідації надзвичайної ситуації багато в чому залежить від наявності необхідних засобів механізації. Для ведення робіт можуть бути використані всі наявні на об'єкті господарювання машини та механізми. Але вони можуть бути застосовані тільки при наявності

енергоносіїв або електричної енергії, що за багатьох причин буває проблематично.

#### **Аналіз досліджень і публікацій.**

Існуючі автономні засоби знезараження можна розділити на два типи. До першого типу відносяться пересувні засоби знезараження, які змонтовані на самохідному шасі або можуть транспортуватися на причепах. До другого типу - засоби знезараження, з якими може рухатися оператор. За видом джерела енергії засоби, що використовуються для знезараження підрозділяються на пристрої, що використовують енергію згоряння нафтопродуктів, ручну механічну енергію і енергію стиснутих або скраплених газів.

Проведений аналіз показує, що існуючі технічні засоби, призначені для проведення захисних заходів у мирний час дозволяють механізувати роботи із рідкими активними речовинами об'ємом до 1л і, далі, починаючи з 400л, а в проміжку зазначених об'ємів така можливість відсутня.

У вітчизняній і закордонній практиці знаходять застосування різні системи витиснення, наддування, подачі активної речовини, які можна об'єднати в наступні групи:

1. Системи із застосуванням ручних гідропультів.
2. Балонні системи закачаного типу на основі ручних насосів і електричних компресорів.
3. Балонні системи ежекторного типу.
4. Витисни системи з використанням хімічних реакцій для створення робочого тиску.
5. Балонні системи з ємністю високого тиску, розміщені усередині або зовні робочої ємності.
6. Аерозольні балони.

Необхідно відзначити, що групи один і два без наявності компресорів перебувають поза конкуренцією в будь-яких умовах, тому що використовують мускульну силу операторів і, таким чином, не залежать від традиційних видів енергії. Основні недоліки: значні фізичні зусилля, які необхідно прикладати для приведення в дію, невисока продуктивність таких систем, наявність великої кількості рухливих сполучених елементів знижують надійність функціонування.

Системи четвертої групи вимагають спеціального вибору хімічних інгредієнтів, які були б хімічно інертні відносно робочих розчинів і стінок робочих корпусів. У цих випадках подача робочої речовини не регулюється. Крім того необхідна періодична заміна хімічних речовин, застосовуваних як заряд.

Системи п'ятої групи містять вмонтовані усередині, або розташовані зовні ємності високого тиску. Наявність таких балонів істотно знижує безпеку роботи із пристроями. Дуже велика металоємність балонів з газом високого тиску. Через можливий витік газів при зберіганні надійність роботи пристроїв у цілому знижується. Крім того, профілактичні перевірки, що проводяться з метою визначення працездатності таких систем у процесі зберігання, вимагають значних матеріальних і

трудова витрат, а перезарядження балонів припускає наявність дорогого й громіздкого парку компресорного господарства.

Особливе місце у витисних системах займають аерозольні балони (упаковки). Вони гарні при невеликих обсягах роботи й застосовуються як пристрої разового використання. Тиск у корпусі балона залежить тільки від температури навколишнього середовища й у процесі витиснення активної речовини залишається постійним. Основні недоліки - складність підбору хімічних речовин (пропелентів), використовуваних для створення тиску в балоні, а також обмежений строк зберігання.

Більшість розглянутих засобів генерування аерозолу вимагають для їхньої експлуатації наявності паливо-мастильних матеріалів. Однак, виходячи з досвіду ліквідації аварій і катастроф, та існуючих прогнозних даних про господарювання в особливий час можна зробити висновок, що будуть проблеми з постачанням енергоносіїв.

Можливість використання для знезараження електричної енергії малоімовірна у зв'язку з можливим порушенням централізованого електропостачання об'єктів господарювання. Зазначені вище особливості технічних систем змушують шукати такі способи одержання робочого тіла, які б не були пов'язані із застосуванням нафтопродуктів і виключали високий тиск, принаймні, у процесі зберігання.

#### **Постановка завдання та його вирішення.**

Задовольнити поставлені вимоги можливо використовуючи енергію газів, що утворюються при згорянні порошу і твердих газифікуючих сполук (ТГС). У цьому випадку їхні переваги очевидні:

газоприхід при згорянні одного кілограма твердопаливних газифікуючих сполук, становить більше 1500л, що значно вище, ніж у будь-яких зкращених або стиснутих газів, що перебувають у балонах під високим тиском;

виключаються ємності, що перебувають під високим тиском при зберіганні на складі й у робочому положенні, а максимальний тиск, що розвивається в камері згоряння може бути обмежений й не перевищувати 2,9...4,9 МПа (30-50 Кг/см<sup>2</sup>);

висока оперативність пристроїв на основі ТГС – вони готові до застосування через 0,5 ... 5с і час готовності можна регулювати;

виключається парк дорогого й енергоємного компресорного господарства;

високий гарантійний строк зберігання ТГС (10-15) років.

У наш час в Україні накопичилися запаси твердих газифікуючих сполук, застосування яких за прямим призначенням неможливо у зв'язку з закінченням ресурсу зберігання, а спалювання їх вимагає значних додаткових витрат.

Створення автономних засобів, що споживають енергію ТГС для виконання комплексу захисних і

профілактичних заходів в умовах надзвичайних ситуацій вимагає вирішення наступних задач:

теоретично дослідити процеси, що відбуваються в балонному аерозольному генераторі;

розробити конструктивні схеми газогенеруючих пристроїв (ГПП) з урахуванням тактико технічних вимог ліквідації надзвичайних ситуацій;

створити методику розрахунку для визначення їх параметрів;

створити й випробувати експериментальний зразок газогенеруючого пристрою для технічних засобів цивільного захисту;

розробити рекомендації із застосування газогенеруючих пристроїв для ефективного їх використання при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Газогенеруючі пристрої повинні задовольняти цілому ряду вимог, які умовно можна розбити на 4 групи: тактичні, балістичні, фізико - хімічні, економічні.

Групу тактичних вимог становить: автономність, мінімальний час підготовки до роботи, мінімальний час перезарядження, кількість операторів, мінімальна вага пристрою, безпечність, максимальна продуктивність, умови зберігання й транспортування, що не вимагають спеціальних засобів.

Балістичні вимоги пов'язані із процесом газифікації ТГС при застосуванні її як палива. Це стійкість горіння, одержання продуктів згорання заданої температури, надійність займання.

Стійкість горіння ТГС визначає мінімальний тиск у камері ГПП при газифікації, а значить і його масу.

Температура продуктів згорання ТГС є важливою характеристикою, що визначає нагрівання конструкції й взаємодію їх з активною речовиною.

Займистість ТГС характеризується мінімальною кількістю енергії, необхідною для надійного займання з найменшим періодом затримки, чим краще займистість, тим менше необхідно матеріалу, що займається й тим вище надійність ГПП.

Фізико-хімічні вимоги включають стійкість фізико-хімічних властивостей і хімічну нейтральність ТГС, активної речовини, пожежобезпечність.

Стійкість фізико-хімічних властивостей ТГС визначають тривалість їхнього зберігання.

Хімічна нейтральність ТГС стосовно конструкційних матеріалів забезпечує відсутність корозії й разом із попередніми вимогами визначають тривалість зберігання споряджених ГПП у змінних зовнішніх умовах - температурі, вологості й тиску навколишнього середовища, інтенсивності освітлення, вібрації.

До групи економічних вимог, які визначають вартість заряду для роботи газогенеруючого пристрою, відносяться, насамперед, наявність дешевої сировинної бази, простоти технології виготовлення компонентів сполуки, механізація й автоматизація її виготовлення.

Існує два найважливіших класи твердих газифікуючих сполук. Основою першого є складні

ефіри азотної кислоти, такі, наприклад, як нітроцелюлоза й нітрогліцерин. Ці сполуки прийнято називати двохосновними або балістичними. Основою другого є неорганічний окислювач, в основному перхлорат амонію або селітри, а також органічне паливо: смоли, каучук або полімери, такі сполуки називаються сумішеві. Сумішеві сполуки мають більш високі енергетичні характеристики, але з погляду економічності й відпрацьовування технології виготовлення балістичні ТГС є кращими та й запаси їх більшими.

Вибір тиску в камері ГПП, часу роботи, необхідного запасу ТГС, оптимізація процесу витікання продуктів згорання повністю визначаються тактико – технічними вимогами до робіт при ліквідації наслідків надзвичайної ситуації (НС).

Застосування в якості джерела енергії твердих газифікуючих сполук стримується малою вивченістю процесів, що протікають у пристроях такого класу, а також відсутністю наукового обґрунтування рекомендацій з вибору їх раціональних енергетичних і конструктивних параметрів.

Таким чином з'явилась необхідність створення автономних засобів генерування аерозолу, що споживають енергію твердих газифікуючих сполук. Такий пристрій було названо балонний аерозольний генератор (БАГ).

Відсутність експериментальних даних про вплив конструктивних і енергетичних параметрів на робочі характеристики БАГів викликало необхідність дослідження процесу наддування БАГа й визначення його оптимальних конструктивних і енергетичних параметрів.

### **Методика**

Експерименти виконувалися на установці, що мала зварний сталевий балон, на горловині якого розміщався газогенеруючий пристрій (ГПП), штуцер для приєднання манометра, запобіжний клапан і вентиль для видачі рідини. Розпилення рідини забезпечувалося форсункою. У ємність балона мірною посудиною заливалася рідина, і після спрацьовування ГПП фіксувався тиск у вільному об'ємі балона. Відкриттям вентиля встановлювалася витрата 0,2л/с. Кінець процесу витиснення фіксувався візуально. З видаткового патрубку проривався газ, і величина тиску різко падала.

Згідно з тактико-технічними вимогами аерозольної обробки назначається діапазон зміни діаметра краплі, який в свою чергу залежить від початкового і кінцевого тиску в об'ємі балона аерозольного генератора.

На величину тиску впливає ряд факторів, що діють сумісно, і визначення їх представляє значні труднощі. Як правило, у таких випадках визначають ефективну роботу спроможність газової суміші, при цьому не розкривається дія тих або інших факторів, а враховується їхній комплексний вплив. Проте можна з достатньою вірогідністю сказати, що найбільший вплив на величину тиску, а значить й на величину

ефективної роботи спроможності, має маса продуктів згоряння, тобто маса твердої газифікуючої сполуки і величина вільного об'єму балона.

В процесі проведення експериментів була визначена залежність тиску в ємності балона аерозольного генератора після спрацьовування ГПП й після витіснення рідкого препарату від величині вільного об'єму балона й маси твердої газифікуючої сполуки

$$P_{\sigma} = f(M_n, V_{\sigma})$$

де  $P_{\sigma}$  - тиск в балоні БАГа,  $M_n$  - маса палива (ТГС),  $V_{\sigma}$  - об'єм балона.

В експериментальних точках факторного простору розраховувалась ефективна роботоспроможність газової суміші й визначалась залежність її від маси ТГС та вільного об'єму балона

$$(RT)_{\sigma} = f(M_n, V_{\sigma})$$

у ємності балона після спрацьовування ГПП й після витіснення рідкої активної речовини й розглядалась можливість застосування цих результатів для БАГів інших об'ємів.

Аналізуючи одержані дані із залученням тактико - технічних вимог можна зробити висновок, що для визначення маси заряду ТГС можна застосувати рівняння стану газу

$$P_{\sigma} V_{\sigma} = M_n (RT)_{\sigma}$$

де  $(RT)_{\sigma}$  варто брати не нижче 41400 Дж/кг, тоді

$$M_n = \frac{P_{\sigma} V_{\sigma}}{41400}, \text{ кг}$$

### Практична цінність

На малюнку наведено експериментальний зразок БАГ.

Зразки БАГів, створених за указаною схемою мають такі технічні характеристики.

- Об'єм балона, л ..... 2 ... 50.
- Діапазон температур використання, °С -3 + 50.
- Маса газифікуючого заряду, кг ..... 0,150;
- Час роботи ГПП, с ..... 0,5...2.
- Тиск в об'ємі балона в процесі роботи, МПа:
- на початку ..... 2,5;
- в кінці ..... 0,6.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Щетікський І. В., Никодімо І. Д. Охорона природи. М: Агрпроміздат. 1989. С. 298.  
 Sexily Th. V., Nikodemus I. D. Protection of nature. М: Agropromizdat. 1989. S. 298.

2. Зінов Г. І. Наземна охорона лісів від пожеж // Охорона лісів від пожеж. М.: Лесн. пром-сть. 1984. С. 43-89.

Діаметр краплі при розпиленні рідкого препарату через форсунку, мкм ..... 60 ... 180.

Час перезарядження балонного аерозольного генератора, хв ..... 6.

При правильно призначеному об'єму БАГа енергія, що витрачається на утворення аерозолю, значно менше енергії, що витрачається установками з двигунами внутрішнього згоряння при розпилі об'ємів до 1 м<sup>3</sup>.

Відповідно до існуючих рекомендацій БАГи найбільш ефективно застосовувати для одержання спрямованих аерозолів для знезараження технічного обладнання до якого немає легкого доступу, приміщень, тварин і для гасіння лісових пожеж.



*Мал. БАГ-30 / BAG-30*

Zines G. I. Terrestrial forest fire protection // Protection of forests from fires. М.: Lesn. NDRA-ness. 1984. P. 43-89.

3. Щетінський ІВ. Авіаційна охорона лісів від пожеж // Охорона лісів від пожеж. М.: Лесн. пром-сть. 1984. С. 130-160.

Sensky ATE. Aviation protection of forests from fires // Protection of forests from fires. М.: Lesn. industry. 1984. S. 130-160.

4. Бабич О.С., Денисова О.О. Балонні аерозольні генератори для знезараження. Харків. Вісник ХНТУСГ. Випуск 59. т.1.2008. с. 474-477

Babich, A. S., Denisov A. A. Balloon aerosol generators for disinfection. Kharkov. Bulletin KNTUA. Issue 59. vol.1.2008. p. 474-477

5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа. 1967.- 600 с.

Lykov A.V. Theory of thermal conductivity. - M.: Higher school. 1967.- 600 S.

6. Щетінський І. В. Основи боротьби із лісовими пожежами. М.:АО "Лесхозмаш". 1993. 18.

Sensky Th. V. the Basics of forest fire. M.:JSC "Leskhoz mash". 1993. 18.

7. Щетінський ІВ. Організація охорони лісів від пожеж. Бібліотека лісного. Вип. 2.М.: Внііцлесресурс. 1993. 36

Sensky ATE. Organization of forest fire protection. The Woodward library. Vol. 2.M.: Vers. 1993. 36

8. Щетінський І. В. Організація охорони лісів від пожеж (навчальний посібник). М.: Мгулеса, 1993. 135

Sensky Th. V. Organization of forest fire protection (manual). M: Mulesa, 1993. 135

9. Шахова Н.А., Лукашев В.К, Исследование массопереноса в струе, истекающей в псевдосжиженный слой, Ж, т. XXXIY, №4, 1978.

Shakhova N. And., Lukashev V., Study of mass transfer in the jet emanating into the fluidizing layer, W, T. XXXIY, No. 4, 1978..

10. Коновалов В.И. Распространение осесимметричной струи в замкнутой цилиндрической ёмкости, изменяющейся длины. Доклад на XI Всесоюзном семинаре по газовым струям, Л, 1978.

Konovarov V. I. Distribution of an axisymmetric jet in a closed cylindrical container, changing length. Report on the XI all-Union seminar on gas jets, L, 1978.

11. Бабич А. С., Улексин В. О., Лукашенко М. І., Годяев С. Г. Дослідження процесів, що відбуваються в порошкових аерозольних генераторах. Строительство, материаловедение, машиностроение. Сборник научных трудов. Вип. №38, Днепропетровск, ПГАСА, 2006. - С. 150-154

Babich, A. S., Uleksin V. A., Lukashenko M. I., Godav S. G. Study of the processes occurring in powder aerosol generators, Construction, material science, mechanical engineering. Collection of scientific works. Vol. No. 38, Dnipropetrovsk, PHASE, 2006. - P. 150-154

*Стаття рекомендована до друку д-ром. техн. наук, проф. А. С. Беликовым (Україна);*

*д-ром. техн. наук, проф. В.І. Дирда (Україна)*

Поступила в редколлегию 5.09.2015