

Ю.Є. Шелюх, канд. техн. наук, А.П. Половко, канд. техн. наук (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИХРОВИХ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНОГО ПИЛУ ПРИ ОБРОБЦІ ДЕРЕВИНИ

В статті наведено результати дослідження ефективності впровадження модифікованих моделей вихрових пиловловлювачів для зниження концентрації пожежонебезпечного пилу на деревообробних підприємствах. Описано експериментальне визначення інтенсивності пиловиділення під час роботи деревообробного обладнання. Авторам вдалося створити нову модель пиловловлювача ефективність пиловловлення якого перевищує ефективність найпоширеніших моделей до 18 %. Це дає змогу знизити концентрацію та накопичення горючого пилу, що в свою чергу обмежує поширення пожеж в повітроводах вентиляції і створює умови для успішного гасіння.

Ключові слова: пиловловлювач, горюче навантаження, пожежонебезпечний пил, розповсюдження полум'я.

Стан проблеми. На сьогодні найбільш поширені пиловловлювачі, які призначені для відбору пилу під час роботи деревообробного обладнання, не забезпечують якісної очистки повітря від пожежонебезпечного пилу. Накопичення пилу на поверхні обладнання, у повітроводах систем вентиляції призводить до утворення горючого навантаження і при загорянні сприяє швидкому розповсюдженню полум'я по усій будівлі.

Постановка завдання. Найбільшу кількість відходів, які утворюються під час роботи верстата КМ-40 вдається вловити у випадку оснащення його вбудованим місцевим відсмоктувачем, розташованим безпосередньо в місці небезпечних виділень, який далі під'єднаний до вентиляційної установки. Цей приймач є конструктивним елементом деревообробного верстата, і має прилади автоматичного контролю за його роботою.

Найважливішим елементом цієї системи пиловловлення є апарат для очистки повітря, завданням якого є зниження концентрації пожежонебезпечного пилу. Встановлений в існуючій установці циклон ЦН-11 не в змозі задовольнити ті завдання, які стоять перед нею сьогодні – знизити викиди пилу до норм ГДК, ГДВ, тому нагальним є питання створення принципово нової конструкції пиловловлювача, здатного покращити ефективність пиловловлення.

Завданням нашого дослідження є доведення викидів, які утворюються під час роботи деревообробного комбінованого верстата, до граничнодопустимих норм.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення цього завдання необхідно визначити в промислових умовах параметри пилу: інтенсивність, пиловміст і дисперсний склад.

Комбінований верстат К40М призначений для виконання у різних комбінаціях операцій повздовжнього стругання, пиляння, фрезерування, свердління, пазування і шліфування. Верстат укомплектований пристосуванням для заточування ножів.

Інтенсивність (кількість пилу, що утворюється за одиницю часу) при різних операціях деревообробки різна. В таблиці 1. наведені результати нашого експериментального визначення інтенсивності пиловиділення під час роботи деревообробного комбінованого верстата К40М.

Деревообробка на комбінованому верстаті К40М містить велику кількість технологічних операцій під час яких утворюється пил різних розмірів, у табл. 2. наведений дисперсний склад пилу, що утворюється при різних процесах деревообробки на наведеному верстаті.

Таблиця 1

Інтенсивність пилоутворення під час роботи деревообробних верстатів

Назва операції	Інтенсивність утворення пилу, кг/год	
	Загальна	Розміром меншим за $2 \cdot 10^{-4}$ м
Стругання	650-330	165-85
Фрезерування	52-25	10-6
Свердління	35-25	7,2-5,1
Торцювання	83-85	31-12
Пиляння	72-31	25-10,5
Шліфування	53-19	51-17
Фугування	108-45	26-11

Таблиця 2

Дисперсний склад пилу, що утворюється під час деревообробки.

Технологічний процес	Матеріал, що обробляється	Вміст пилу, %, при його дисперсному складі, 10^{-6} м				
		200-100	100-75	75-53	53-40	<40
Пиляння	ДСП	16,48	68,32	10,37	2,66	2,17
	Ясен	16,42	68,31	10,44	2,67	2,16
	Береза	17,74	67,04	10,56	2,42	2,24
Фрезерування	ДСП	39,86	53,14	4,09	2,23	0,58
	Ясен	40,77	52,40	4,10	2,13	0,6
	Береза	39,15	53,88	4,08	2,32	0,57
Фугування	ДСП	18,72	19,37	7,45	24,54	32
Шліфування	Ясен	10,73	24,28	20,26	13,54	31,19
	Береза	17,54	42,72	19,08	8,23	12,48
	Червоне дерево	36,21	17,25	14,5	11,38	20,67
Свердління	ДСП	46,26	45,08	4,79	2,34	1,56
	Ясен	48,92	44,57	3,23	2	1,28
	Береза	41,34	47,64	6,58	2,4	2,04

Таблиця 3

Дисперсний склад експериментального пилу деревини

Тип пилу	Порода деревини	Операція	Дисперсний склад пилу, 10^{-6} м				
			200-100	100-75	75-53	53-40	<40
A	Ясен	Шліфування	10,73	24,28	20,26	13,54	31,19
B		Пиляння	16,42	68,31	10,44	2,67	2,16
C		Фрезерування	40,77	52,40	4,10	2,13	0,6
D		Свердління	48,92	44,57	3,23	2	1,28
E		Фугування	56,04	36,66	3,93	1,96	1,41

Схема системи знепилення верстата наведена на рис. 1. Принцип дії цієї схеми такий: пил, який утворюється під час роботи верстата, забирається місцевими відсмоктувачами 2 безпосередньо з місць надходження і подається по трубопроводах 3 до пиловловлювача 4,

звідки збирається в бункері (на рис.1. не показаний). Система працює в режимі нагнітання, яке здійснюється за допомогою відцентрового вентилятора високого тиску 5.

Нами прийнято рішення замінити в існуючій схемі системи пиловловлення циклон ЦН-11 на модифікований вихровий пиловловлювач третього типу, не змінюючи при цьому схему знепилення (рис.1). Схема встановлення вихрового пиловловлювача наведена на рис. 2. [3]

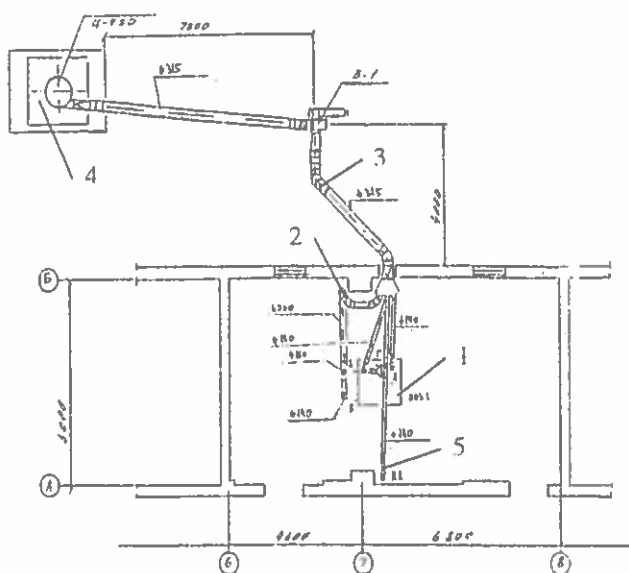


Рис. 1. Схема системи знепилювання верстата

1 – верстат К40М; 2 – місцеві відсмоктувачі; 3 – трубопровід; 4 – вихровий пиловловлювач; 5 – генератор

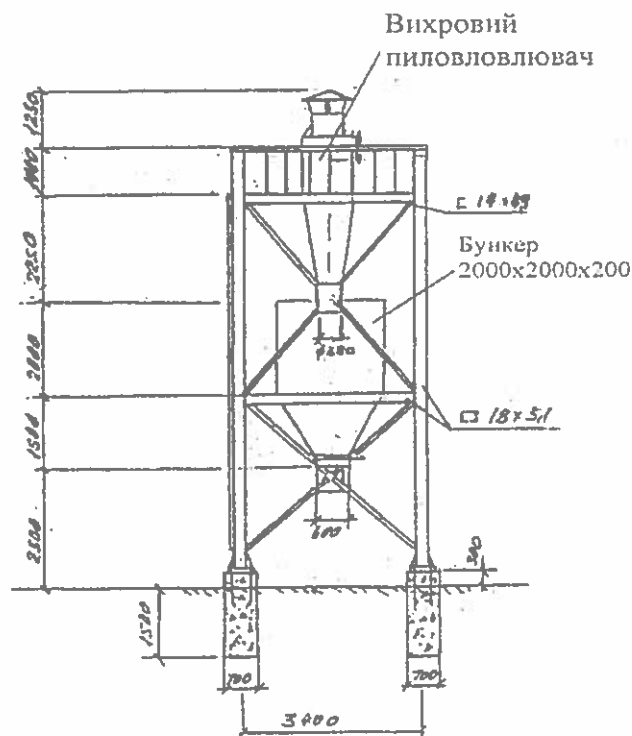


Рис. 2. Схема встановлення вихрового пиловловлювача

На рис. 3- 4 наведено залежність ефективності пиловловлення від витрат повітря, для дисперсного складу пилю ясеня типу А, В, С (табл.3) які отримані на дослідно-промисловій установці деревообробного комбінованого верстата К40М.

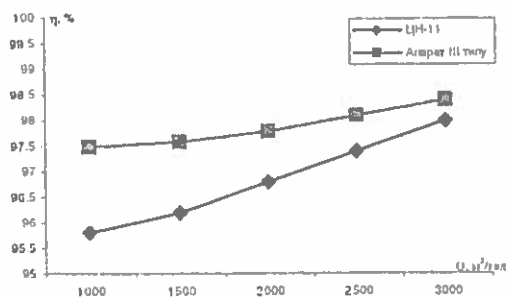


Рис. 3. Залежність ефективності вловлення від витрат повітря для пилю типу А ($\delta_{50}=50 \cdot 10^{-6} \text{ м}$)

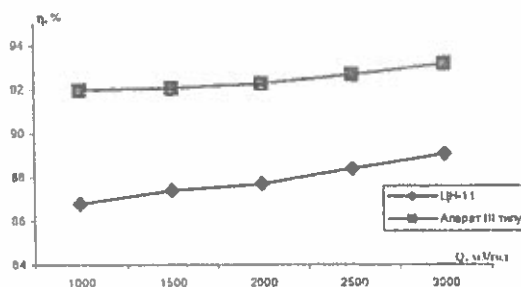


Рис. 4. Залежність ефективності вловлення від витрат повітря для пилю типу В ($\delta_{50}=16 \cdot 10^{-6} \text{ м}$)

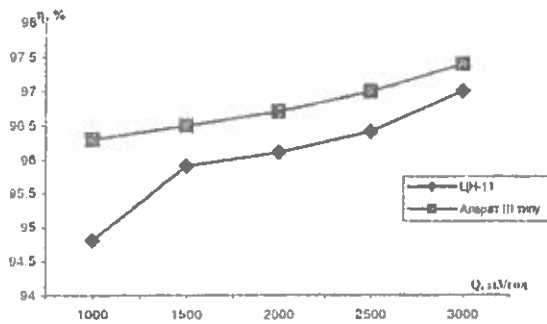


Рис. 5. Залежність ефективності вловлення від витрат повітря для пилу типу С ($\delta_{50}=32 \cdot 10^{-6} \text{ м}$)

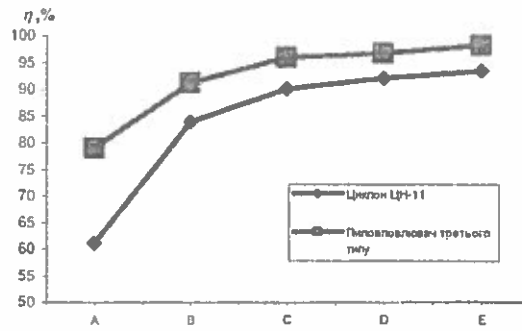


Рис. 6. Залежність ефективності пиловловлення від дисперсного складу пилу при оптимальній швидкості руху потоку у входному патрубку

Ефективність пиловловлювачів визначається за формулою:

$$\eta = \frac{C_1 Q_1 - C_2 Q_2}{C_1 Q_1} \cdot 100, \quad (1)$$

де C_1, C_2 – кількість пилу, який був вловлений фільтрами зовнішньої фільтрації, відповідно на вході та виході з пиловловлювача, $\text{м}^3/\text{год}$;
 Q_1, Q_2 – кількість повітря, яке пройшло через забірні трубки до і після пиловловлювача, $\text{м}^3/\text{год}$.

Кількість пилу в повітроводі визначається за формулою:

$$\eta = \frac{q_1 - q_2}{Q_{\phi} t}, \text{ кг} / \text{ м}^3 \quad (2)$$

де q_1, q_2 – вага фільтра з пилом і чистого, кг ;
 Q_{ϕ} – об'ємна швидкість (витрати) прокачування пилоповітряної суміші через фільтр, $\text{м}^3/\text{год}$;

t – час відбору проб, год .

Точність аналітичної ваги – $0,01 \text{ мг}$.

Час проведення дослідів визначається за формулою:

$$t = \frac{a_p - 1000}{C_0 Q}, \text{ год} \quad (3)$$

де a_p – мінімально необхідна наважка пилу на фільтрі, кг ;

C_0 – концентрація пилу, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Q – витрати повітря в стенді, $\text{м}^3/\text{год}$.

Розрахункову концентрацію пилу C_p визначили за формулою:

$$C_p = \frac{M_n}{Q_t}, \text{ кг} / \text{ м}^3 \quad (4)$$

де M_n – маса пилу, яку засипали в бункер, кг ;

Q – витрати повітря через пиловловлювач, $\text{м}^3/\text{год}$;

T – час дослідів, год .

Якщо показники концентрації пилу, визначені за формулами (2) та (3) відрізнялися більше ніж на 5% , дослідів повторювали.

Ефективність роботи пиловловлювача збільшується при збільшенні витрат повітря у дослідно промисловій установці, причому її різке підвищення відбувається при значних ви-

тратах повітря 2500-3000 м³/год, що відповідає швидкості входу пилоповітряної суміші в апарат рівній 20-25 м/с. Подальше підвищення витрат повітря економічно невиправдано, оскільки при цьому значно зростають енерго- та металовитрати, а ефективність роботи апарата практично збільшується незначно. Для вихрового пиловловлювача ця швидкість є оптимальною, яка визначена дослідно-промислові дослідження пиловловлювача третього типу [4].

На рис.6. показано залежності ефективності пиловловлювача третього типу для пилу різного дисперсного складу, який утворився під час різних процесів обробки деревини при оптимальній швидкості входу потоку в апарат (20-25 м/с). Наведені залежності доводять, що циклон ЦН-11 має суттєво низьку ефективність роботи при очищенні дрібнодисперсного пилу.

Висока ефективність роботи запропонованої конструкції пиловловлювача пояснюється такими факторами:

1. Завдяки наявності жалюзійного відокремлювача частина кінетичної енергії, яка виникає в циклонах ЦН-11 внаслідок удару частинки пилу до поверхні жалюзі, гаситься.

2. Турбулізація пристінного шару пилу зменшує аеродинамічні сили, що пов'язані з захопленням частинок пилу з приповерхневого шару, швидкість якого близька до нуля, шарами потоку ближчими до осі апарата. Доведено, що поблизу стінки корпусу апарата існує вертикальна складова пульсаційних швидкостей, внаслідок дії якої частинки захоплюються потоками повітря, що підіймається, одержуючи при цьому більший імпульс, ніж частинки які рухаються до стінки корпусу. Таким чином встановлюється процес турбулентного переносу (дифузія), який переміщує (здуває) частинки від стінки корпусу у напрямку до відокремлювача.

3. Поблизу зовнішньої частини корпусу апарата виникає радіальний потік, спрямований в бік жалюзійного відокремлювача, який направляє дрібнодисперсні частинки пилу просто на площину жалюзі відокремлювача.

4. Підсмоктування повітря через жалюзійний відокремлювач призводить до виникнення радіального стоку, спрямованого до осі апарата, який руйнує вихрові потоки та турбулентні завихрення, що заважають ефективній роботі апарата на дрібнодисперсному пилу.

Результати експериментальних досліджень довели, що при низькому гідравлічному опорі запропонований пиловловлювач здатний ефективно (рис. 2) очищувати повітря від пилу деревини при швидкості повітря у вхідному патрубку 20-25 м/с, що дозволяє використовувати його в аспіраційно-повітроочисних системах з регульованою продуктивністю. Тому ми розробили новий тип такої системи з широким діапазоном регулювання продуктивності, де в якості апарата пиловловлення використаний запропонований пиловловлювач [6].

Для оцінки ефективності очищення повітря у впровадженого вихрового пиловловлювача використовуємо рівняння: [4]

$$d = \sqrt[3]{\frac{\mu ab}{\pi \rho Q (1-q)} \left(\frac{R_1 - R_2}{n_{об}} - \frac{qab}{H(1-q)} \right)} \quad (5)$$

де d – діаметр частинок пилу вловлений в апараті, м;

a, b – висота та ширина вхідного патрубка апарата, м;

ρ – густина частинок пилу, кг/м³;

Q – продуктивність циклона м³/год;

R_1 – радіус корпусу апарату, м;

R_2 – радіус вихлопної труби виходу очищеного повітря, м;

μ – динамічна в'язкість повітря, ;

H – висота циліндричної частини апарата, м;

q – продуктивність очищення ($=Q_1$)

$n_{об}$ – кількість обертів, що здійснює частинка в апараті (приймається 2-3 оберти);

$D_{рч}$ – середній діаметр траєкторії руху частинки, $D_{рч} = R_1 + R_2$

Як показують практичні дослідження, реальні значення діаметрів частинок пилу вловлені в апараті є дещо збільшеними, що пов'язане з явищами турбулентності потоку, формою

частинок пилю тощо. Тому наведене рівняння ми використовували не для оцінки ефективності роботи апарата, а для оцінки конструкції апарата при його конструюванні. Тобто результати дослідження доводять, що ефективність роботи впровадженого вихрового пиловловлювача дозволяє знизити викиди столярного відділення [5].

Висновки:

1. Аналіз стану вивчення проблеми вловлення пилю деревини під час роботи деревообробного комбінованого верстата К40М довів, щона сьгодні не існує системи пиловловлення, здатної високоефективно вловити дрібнодисперсний пил і довести його викиди до граничнодопустимих норм. Тому запропонована пиловловлююча система у якій в якості апарата для очистки повітря від пилю використаний вихровий апарат третього типу, розроблений автором замість встановленого в існуючій установці циклону ЦН-11.

2. Експериментальні дослідження реконструйованої установки дозволяють говорити про значне (до 18%) підвищення ефективності вловлення дрібнодисперсного пилю (тип А) у запропонованій системі пилоочистки при тому, що вловлення грубодисперсного пилю (В, С, D, E) виросло на 4-7%, а це відкриває широкі перспективи для впровадження запропонованої конструкції для деревообробного комбінованого верстата К40М.

Список літератури:

1. Пожарная профилактика в строительном деле / Е.П. Комиссаров – М. Стройздат. - С. 232 – 256.
2. Пневматический транспорт деревообрабатывающих предприятий / Г.Ф. Козориз – М. Машиностроение, 1968 – 122с.
3. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения деревообрабатывающих предприятий / А.И. Александров – М. Лесная промышленность 1988 – 248с.
4. Структура потоков прямоочных вихревых аппаратов / Б.С. Якуба – Гидравлические машины и аппараты – Киев. ИСНУ – 1994. – 299.
5. Очистка промышленных газов от пыли / А.Ю. Вальдберг – М. Химия, 1981 – 390с.
6. Вихровий пиловловлювач. Деклараційний патент на винахід №53864А Ю.Є. Шелюх, ОБУБЛ. 17.02.2003. – Бюл. №1.

Ю.Є. Шелюх, канд. техн. наук, А.П. Половко, канд. техн. наук (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ВИХРЕВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЖАРООПАСНОЙ ПЫЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

В статье наведены результаты исследований эффективности внедрения модифицированных моделей вихревых пылеуловителей для снижения концентрации пыли на деревообрабатывающих предприятиях. Описано экспериментальное определение интенсивности пылевыделения при работе деревообрабатывающего оборудования. Авторам удалось создать новую модель пылеуловителя эффективность пылеулавливания которого превышает эффективность наиболее распространенных до 18 %. Это дает возможность снизить концентрации и накопление пыли что дает возможность ограничить распространение пожаров по воздуховодах систем вентиляции и создаёт условие для успешного их тушения.

Ключевые слова: пылеуловитель, горючая нагрузка, пожароопасная пыль, распространение пламени

частинок пилю тощо. Тому наведене рівняння ми використовували не для оцінки ефективності роботи апарата, а для оцінки конструкції апарата при його конструюванні. Тобто результати дослідження доводять, що ефективність роботи впровадженого вихрового пиловловлювача дозволяє знизити викиди столярного відділення [5].

Висновки:

1. Аналіз стану вивчення проблеми вловлення пилю деревини під час роботи деревообробного комбінованого верстата К40М довів, щона сьогодні не існує системи пиловловлення, здатної високоефективно вловити дрібнодисперсний пилю і довести його викиди до граничнодопустимих норм. Тому запропонована пиловловлююча система у якій в якості апарата для очистки повітря від пилю використаний вихровий апарат третього типу, розроблений автором замість встановленого в існуючій установці циклону ЦН-11.

2. Експериментальні дослідження реконструйованої установки дозволяють говорити про значне (до 18%) підвищення ефективності вловлення дрібнодисперсного пилю (тип А) у запропонованій системі пилоочистки при тому, що вловлення грубодисперсного пилю (В, С, D, E) виросло на 4-7%, а це відкриває широкі перспективи для впровадження запропонованої конструкції для деревообробного комбінованого верстата К40М.

Список літератури:

1. Пожарная профилактика в строительном деле / Е.П. Комиссаров – М. Стройздат. - С. 232 – 256.
2. Пневматический транспорт деревообрабатывающих предприятий / Г.Ф. Козориз – М. Машиностроение, 1968 – 122с.
3. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения деревообрабатывающих предприятий / А.И. Александров – М. Лесная промышленность 1988 – 248с.
4. Структура потоков прямоочных вихревых аппаратов / Б.С. Якуба – Гидравлические машины и аппараты – Киев. ИСНУ – 1994. – 299.
5. Очистка промышленных газов от пыли / А.Ю. Вальдберг – М. Химия, 1981 – 390с.
6. Вихровий пиловловлювач. Деклараційний патент на винахід №53864А Ю.Є. Шелюх, ОБУБЛ. 17.02.2003. – Бюл. №1.

Ю.Е. Шелюх, канд. техн. наук, А.П. Половко, канд. техн. наук (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ВИХРЕВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЖАРООПАСНОЙ ПЫЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ

В статье наведены результаты исследований эффективности внедрения модифицированных моделей вихревых пылеуловителей для снижения концентрации пыли на деревообрабатывающих предприятиях. Описано экспериментальное определение интенсивности пылевыделения при работе деревообрабатывающего оборудования. Авторам удалось создать новую модель пылеуловителя эффективность пылеулавливания которого превышает эффективность наиболее распространенных до 18 %. Это дает возможность снизить концентрации и накопление пыли что дает возможность ограничить распространение пожаров по воздуховодах систем вентиляции и создаёт условие для успешного их тушения.

Ключевые слова: пылеуловитель, горючая нагрузка, пожароопасная пыль, распространение пламени

Yu.Ye. Shelukh, Candidate of Science (engineering), A.P. Polovko, Candidate of Science (Engineering) (Lviv State University of Life Safety)

EFFICIENCY OF INTRODUCTION OF MODIFIED DUST-CATCHING MODELS FOR DUST CONCENTRATION DECREASE IN LUMBER-SAWING INDUSTRY

The article deals with the results of efficiency' research of introduction of the modified models of vortical dust-catching resulted for the decline of concentration of fire-dangerous dust on woodworking enterprises. Experimental determination of intensity of dust selection is described during the work of woodworking equipment. The authors created a new model of dust-catching, where efficiency of dust selection is more than 18 %. It enables to reduce a concentration and accumulation of combustible dust.

Key words: dust-catcher, combustible loading, fire dangerous dust, flame spreading

УДК 622.323:622.692.4.053

О.Ф. Бабаджанова, канд. техн. наук, доцент, Ю.Е. Павлюк, канд. техн. наук, доцент, Ю.Г. Сукач (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНІ АВАРІЙНІ ВИЛИВИ НАФТИ З ЛІНІЙНОЇ ЧАСТИНИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

Магістральні нафтопроводи є об'єктами державного значення. Виникнення надзвичайної ситуації на будь-якій ділянці трубопроводу може призвести до великих матеріальних втрат. Нафтові фракції є джерелом підвищеної пожежовибухонебезпеки та небезпеки для довкілля. Ця потенційна небезпека виявляється при виливах нафти і нафтопродуктів з пошкоджених трубопроводів.

Проведено розрахунки аварійного витоку нафти для трьох характерних розмірів дефектних отворів, які можуть утворитися з відносною імовірністю 0,55, 0,35 і 0,10 на лінійній частині перегону Броди - Куровичі магістрального нафтопроводу "Дружба".

Ключові слова: нафта, магістральний нафтопровід, аварія

Постановка проблеми. Найбільш економічно та технічно вигідним для транспортування нафти і нафтопродуктів серед всіх видів транспорту є трубопровідний транспорт, оскільки він в порівнянні з іншими видами транспорту має ряд суттєвих переваг: низька собівартість транспортування, невеликі питомі капітальні витрати на одиницю транспортної операції і швидка окупність витрат, безперервний хід технологічного процесу транспортування, який практично не залежить від кліматичних умов, незначні втрати нафтопродукту при транспортуванні. Саме ці переваги зумовили як в Україні, так і в більшості промислово розвинених країнах світу широке застосування трубопровідних систем для транспортування нафти та нафтопродуктів. Нафтопровідний транспорт, відіграючи велику роль у вирішенні важливих економічних питань, є стратегічною галуззю промисловості, атрибутом енергетичної залежності держав [1].

Нафтопровід – це комплекс споруд для транспортування нафти і продуктів її переробки від місця їх видобування або виробництва до пунктів споживання або перевалювання на залізничний або водний транспорт. До складу нафтопроводу входять підземні і підводні трубопроводи, лінійна арматура, головні і проміжні нафтоперекачувальні насосні станції, нафтоосховища, лінійні і допоміжні споруди [2].