

**Barylyak W.W. Dynamic efforts in the drives of the suspended cable timbertransporting plants**

The mathematical model of electromechanic drive of timbertransporting plant that takes into account the variable drive drum inertia moment, and also variable external moments from motive forces and forces of resistance is worked out. The dynamic efforts that arise up in the drives of cable plants taking into account inflexibility of lines of transmissions of drives and lifting capacity of timbertransporting plants is investigated.

**Keywords:** drive of the cable timbertransporting plants, the mathematical model, dynamic efforts, inflexibility of lines of transmissions.

УДК 674:621.928.93

Аспір. Л.М. Дорундяк<sup>1</sup> – НЛТУ України, м. Львів

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПИЛОВЛОВЛЕННЯ У ЦИКЛОНІ ДЛЯ СИСТЕМИ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ДЕРЕВНИХ ВІДХОДІВ**

Представлено результати дослідження ефективності процесу очищення повітряного потоку від деревного пилю. Описано конструкцію експериментального стенда та обладнання, яке використовували для проведення дослідів. Вивчено вплив конструктивних параметрів циклона на процес очищення запиленого потоку повітря.

Сучасна деревообробна промисловість, виробництво меблів, фанери, деревостружкових (ДСП) і деревоволокнистих (ДВП) плит мають різноманітні види відходів, що забруднюють навколишнє середовище. Окремі технологічні процеси зазначених виробництв супроводжуються виділенням і викидом в атмосферу забруднюючих речовин, які утворюються як в основних технологічних процесах, так і в допоміжних підрозділах (котельні, зварювальні пости, кузні й ін.).

Важливим на сьогодні завданням є розроблення нових підходів до питань пиловловлення та використання відходів на деревообробних підприємствах. Необхідним є комплексний підхід до питань енергозбереження. У попередніх дослідженнях [1, 2] ми проаналізували доцільність використання різноманітного повітроочищувального обладнання на деревообробному підприємстві. Встановлено, що для очищення аспірованого повітря від деревообробного цеху найбільш доцільно використовувати фільтрувальні станції, оскільки, порівняно з традиційними донедавна циклонами, вони мають менший гідравлічний опір, вищий ступінь очищення повітряного потоку та існує можливість в холодний період року повертати тепле очищене повітря у цех. Циклони теж не можуть бути повністю усунені з сучасного деревообробного виробництва. Їх "ніша" – очищення повітря від станцій перекачування відходів, де концентрація пилю може становити до 60 %. Тому обґрунтування конструкції таких апаратів є актуальним. Теоретично процес очищення запиленого потоку в циклонах ми описали у роботах [3-5]. Також були проведені експериментальні дослідження впливу геометричних розмірів циклона на його гідравлічний опір. У дослідженні [6] запропоновано напрям розроблення нової конструкції циклона для систем перекачування деревних відходів.

<sup>1</sup> Наук. керівник: проф. С.М. Лютий, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

У цій роботі описано результати дослідження ефективності процесу очищення повітряного потоку від деревного пилю в циклоні нової конструкції та стенд, на якому проводили дослідження. Експериментальний стенд (рис. 1) для дослідження ефективності процесу очищення запиленого потоку повітря в циклонах розробляли відповідно до методики [7]. За основу прийнято стенд для випробування сухих циклонів, що встановлені на нагнітальній стороні мережі. Під час проведення досліджень використовували рекомендації, які були описані в роботах [8-10]. Випробування проводилося на штучно запиленому повітрі, яке забиралося з приміщення. Температура повітря знаходилася в межах 15-25°C, відносна вологість – 50-75 % [7].

Основним обладнанням стенда є: пиловловлювач, що досліджується, циклон, який був розроблений для роботи в системах перекачування відходів [5, 6] з фільтрувальним рукавом, який встановлено на бункері для відведення частини повітря в атмосферу; вентилятор ВРП–118-43.1-3.15.1; подавач пилю шнекового типу; вакуум-насос ВН–461 продуктивністю  $8,3 \times 10^4$  м<sup>3</sup>/с для відкачування частини пилогозового потоку – відбору пилових проб; ротаметри типу РМ для вимірювання витрат повітря, що відсмоктується через фільтри; аспіратор; прилад TESTOVENT4000/07.88-1 використовували для замірів швидкості потоку повітря; пилозабірні трубки; ртутний термометр із ціною поділок – 0,2°C; аспіраційний психрометр з вентилятором.

Геометричні розміри циклона представлено у табл. 1. Конструкція циклона передбачала можливість зміни висоти циліндричної частини та глибини занурення вихлопної труби для вивчення їх впливу на ефективність апарата.

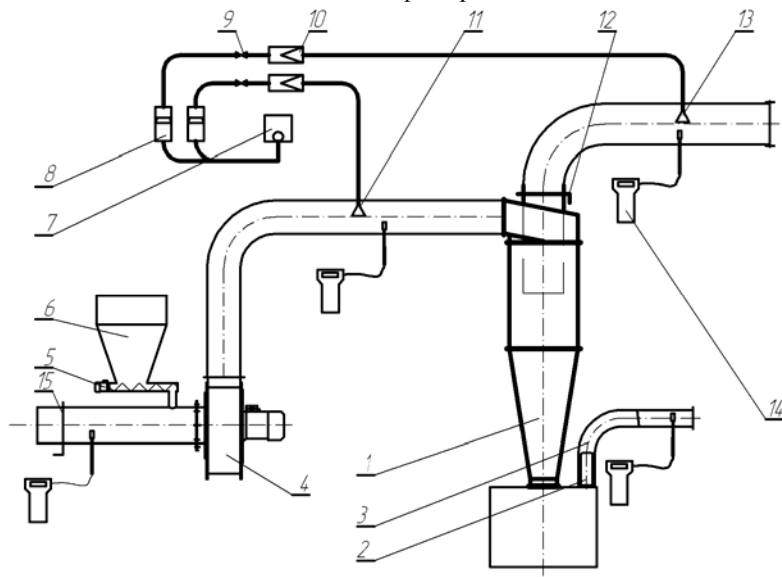
**Табл. 1. Геометричні розміри циклона**

Параметр	Позначення	Од. вимірювання	Значення
Діаметр циклона	D	мм	400
Висота циліндричної частини	H <sub>ц</sub>	мм	650 (250-850)
Висота конічної частини	H <sub>к</sub>	мм	800
Діаметр вихлопної труби	d	мм	240
Глибина занурення вихлопної труби	h <sub>з</sub>	мм	316 (56-716)
Діаметр пиловипускного отвору	d <sub>0</sub>	мм	150
Швидкість потоку повітря у вхідному патрубку	V	м/с	20

Для регулювання витрат повітря через циклон на всмоктувальній вітці вентилятора встановлено шибер 15 (рис. 1).

Відповідно до [7], для подавання пилю в сепаратор необхідно використовувати механічний живильник через повітряний ежектор або через діагломерацийний пристрій конструкції Фізико-хімічного інституту ім. Л.Я. Карпова. Ця методика орієнтована переважно на схеми роботи циклона під розрідженням і прийнятий вибір мотивований тим, що безпосереднє введення струменя пилового концентрату через відкритий отвір трубопроводу стенда приводить до повільного перемішування пилю з газом і компактний струмінь запиленого стисненого повітря зберігається на великій відстані [7]. У випадку використання схеми з розміщенням циклона на нагнітальній вітці мережі

пил вводиться перед вентилятором, під час проходження через який відбувається розподіл пилу по всьому перерізу трубопроводу. Тому на вхід вентилятора шнековим живильником 5 (рис. 1) з бункера 6 подавали пил, дані про дисперсний склад якого наведено в табл. 2. Відповідно до [5], відбір проб повітря на вміст пилу до і після циклону, з метою визначення його ефективності, проводили одночасно за допомогою двох пиловідбірних трубок. Відбір проб здійснювали методом зовнішньої фільтрації.



**Рис. 1.** Схема стенда для випробування циклонів: 1) циклон; 2) фільтрувальний рукав; 3) короб; 4) вентилятор ВРП №3,15; 5) шнековий живильник; 6) бункер для пилу; 7) вакуум – насос ВН-461; 8) ротаметр; 9) вентиля; 10) фільтрувальні патрони з ковпачками; 11,13) місце відбору пилових проб; 12) шибер; 14) прилад TESTOVENT; 15) шибер

Повітропроводи стенда задовольняли вимогам герметичності. Перевірку на герметичність проводили в період налагодження роботи стенду.

Вивчення впливу частки повітря, яке виходить в атмосферу з бункера через фільтрувальний рукав, проводили наступним чином. Навколо фільтрувального рукава 2 (рис. 1) було змонтовано металічний короб 3 круглого перерізу. Кількість повітря, яке виходило в атмосферу через фільтрувальний рукав, визначали, виходячи зі швидкості потоку повітря, у коробі 3, яку заміряли за допомогою пристрою TESTOVENT 4000. Для регулювання частки повітря, яка виходить з бункера, змінювали площу фільтрації рукава 2.

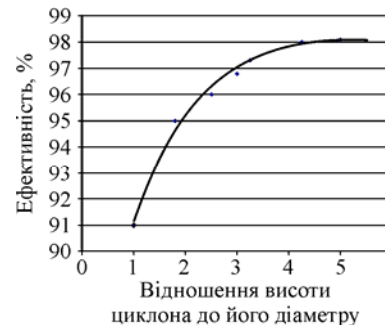
**Табл. 2.** Дані про дисперсний склад пилу

Порода дерева	Операція	Фракції, мкм				
		200-100	100-75	75-53	53-40	<40
Ясен	Фрезерування	40,77	52,40	4,10	2,13	0,6

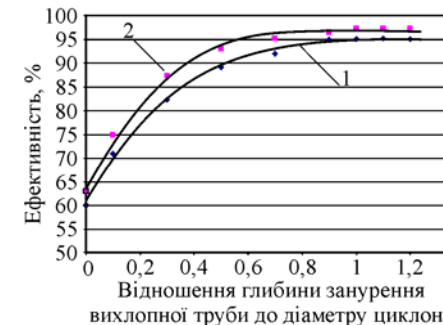
Проводили дослідження впливу глибини занурення вихлопної труби та висоти циліндричної частини циклона на ефективність процесу очищення повітря. На рис. 2 представлено залежність ефективності циклона від висоти його циліндричної частини.

За результатами досліджень бачимо, що при висоті циліндричної частини, яка дорівнює її діаметра ( $H_{цл}=D$ ), ефективність процесу вловлення пилу становить близько 90 %. У випадку зростання значення зазначеного відношення ефективність збільшується. У діапазоні значень від 1 до 3,25 спостерігаємо стрімке зростання ефективності. За умови перевищення значення  $H_{цл}/D > 3,5$  ефективність практично не підвищується.

На ефективність процесу очищення аспіраційного повітря має вплив такий параметр, як глибина занурення вихлопної труби. Графік такої залежності представлено на рис. 3. Крива 1 відповідає висоті циліндричної частини циклона, яка дорівнює 2D, а крива 2-3,5D.



**Рис. 2.** Вплив висоти циліндричної частини на ефективність циклона



**Рис. 3.** Вплив глибини занурення вихлопної труби на ефективність циклона при висоті циліндричної частини

Вивчали питання залежності ефективності циклона від швидкості потоку повітря у вхідному патрубку при різних значеннях частки повітря, що виходить в атмосферу через фільтрувальний рукав, який встановлено на бункері (рис. 4). Заміри проводили при висоті циліндричної частини  $H_{цл}=2D$ , глибині занурення вихлопної труби – 1,2D.



**Рис. 4.** Вплив частки повітря, яке виходить в атмосферу через фільтрувальний рукав, який встановлено на бункері, на ефективність

Отримані результати дають змогу зробити висновок про те, що виведення частини повітря з бункера в атмосферу через фільтрувальний рукав позитивно впливає на процес сепарації. За відсутності явища витікання повітря з бункера (частка продуктивності виходу = 0) ефективність процесу повітроочищення становила 95 %. Зі зростанням частки продуктивності, яка виходить з бункера, ефективність циклона починає зростати. Найбільш доцільно використовувати циклон при виході з бункера від 10 до 17 % загальної продуктивності. Часто у літературі можна прочитати рекомендації щодо необхідності забезпечення герметичності бункера. Проте при цьому мають на увазі необхідність усунення явища "підсмоктування" повітря з атмосфери. У нашому випадку, завдяки встановленню циклона на нагнітальній стороні вентилятора та надлишковому тиску в бункері немає змісту, дотримуватися умов герметичності.

При цьому підвищується ефективність процесу очищення повітряного потоку і, як було встановлено раніше [5], знижується гідравлічний опір апарата. Порівняно з циклоном-прототипом у розробленій конструкції сепаратора потрібно збільшити висоту циліндричної частини до 3,5D. Корисно також буде дослідити вплив діаметра циклона на експлуатаційні характеристики апарата.

### Література

1. Ляшеник А.В. Застосування циклонів на підприємствах деревообробної галузі / А.В. Ляшеник, Л.М. Дорундяк, Ю.Р. Дадак // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЦЛГА. – 2010. – Вип. 20.14. – С. 122-127.
2. Ляшеник А.В. Перспективи застосування циклонів на деревообробних підприємствах та напрями вдосконалення конструкцій таких апаратів / А.В. Ляшеник, Л.О. Тисовський, Л.М. Дорундяк, Ю.Р. Дадак // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2011. – Вип. 37.1. – С. 40-44.
3. Тисовський Л.О. Побудова математичної моделі для задачі про рух повітря в циклоні / Л.О. Тисовський, Л.М. Дорундяк, А.В. Ляшеник, Ю.Р. Дадак // Всеукраїнський науково-технічний журнал ПГП. – 2010. – Вип. 2(28). – С. 57-62.
4. Дорундяк Л.М. Обобщение результатов математического моделирования движения воздушных потоков циклоне / Л.М. Дорундяк, Ю.Р. Дадак, А.В. Ляшеник, Л.О. Тисовський // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. статей студ., аспирантов и молодых ученых по итогам Всерос. научно-практ. конф., 17-18 мая 2011 г. – Красноярск. – 2011. – Т. 1. – С. 191-193.
5. Ляшеник А.В. Обгрунтування конструкції циклона для очищення повітря на підприємствах деревообробної галузі / А.В. Ляшеник, Л.О. Тисовський, Л.М. Дорундяк, Ю.Р. Дадак // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЦЛГА. – 2011. – Вип. 21-09. – С. 119-125.
6. Дорундяк Л.М. Перспективна конструкція циклона для систем перекачування деревних відходів / Л.М. Дорундяк // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДЦЛГА. – 2012. – Вип. 22.7. – С. 76-79.
7. Единая методика сравнительных испытаний пылеуловителей для очистки вентиляционного воздуха. – Л. : Изд-во ВНИИОТ ВЦСПС, 1967. – 103 с.
8. Шилиев А.М. Экспериментальная проверка энергетического принципа сравнения и компоновки пылеулавливающего оборудования на каскаде циклонов НИИОГАЗ / А.М. Шилиев // Нетрадиционные технологии в строительстве : матер. Междунар. научн.-техн. семинара. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2001. – С. 252-256.
9. Шилиев М.И. Критерии выбора и сравнения аппаратов газоочистки / М.И. Шилиев, А.Р. Дорохов // Строительство : Изв. вузов. – 1998. – № 6. – С. 81-84.
10. Ужов В.Н. Подготовка промышленных газов к очистке / В.Н. Ужов, А.Ю. Вальдберг. – М. : Изд-во "Химия", 1975. – 212 с.

### Дорундяк Л.М. Результаты исследования эффективности процесса пылеулавливания в циклонах для системы перекачки древесных отходов

Представлены результаты исследования эффективности процесса очистки воздушного потока от древесной пыли. Описаны конструкции экспериментального стенда и оборудования, которое использовалось для проведения опытов. Изучено влияние конструктивных параметров циклона на процесс очистки запыленного потока воздуха.

### Dorundyak L.M. Findings of investigation of process efficiency dedusting in cyclones for the station of pumping of waste wood

The paper presents the results of the efficiency of cleaning the air flow from the wood dust. We describe the design of an experimental stand and equipment that was used for the experiments. The influence of design parameters on cleaning process cyclone dust-laden air stream.

УДК 675

Аспир. І.З. Пилипів; проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

### РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ГНУТТЯ ДЕРЕВНО-ВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ

Запропоновано методику визначення мінімального та граничного радіусів гнуття волокнистої плити. В її основу покладено метод вільного вигину, який полягає в тому, що сила прикладається тільки до одного з кінців зразка, інший кінець закріплений нерухомо. Для визначення результатів вимірювання використано цифрове планшетне сканування та макрозйомку.

**Ключові слова:** гнуття, волокниста плита, криволінійний елемент, методика дослідження.

**Наукова проблема.** Серед меблів і виробів з деревини постійно зростає частка продукції з криволінійними елементами. У меблевих виробках із застосуванням гнучо-клеєних елементів вдало поєднуються технологічні та експлуатаційні властивості, а саме: простота технології виготовлення, зниження витрат деревини на одиницю продукції, зниження трудомісткості виготовлення, покращення якісних та міцнісних показників, зниження собівартості виробів. Незважаючи на широке застосування гнучо-клеєної продукції із шпону та наявності необхідної розрахункової бази є потреба в дослідженні та розробленні науково обгрунтованих режимів гнуття волокнистої плити як альтернативи використанню шпону.

**Об'єктом дослідження** є визначення пластичності волокнистої плити, а саме мінімальних та граничних радіусів згину. Відома методика випробувань волокнистої плити дає змогу визначити межу міцності при статичному згині (ДЕРЖСТАНДАРТ 19592-80 Плити деревоволокнисті. Методи випробувань). Однак вона не дає змоги отримати мінімальні та граничні радіуси згину. У цьому випадку необхідно з'ясувати не тільки межу міцності, але і пластичність матеріалу, його властивість змінювати лінійну форму, до моменту руйнування взірців.

Тому пропонуємо методику, яка забезпечила б визначення мінімального та граничного радіусів гнуття ВП. В основу дослідження покладено ме-