

## 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.05.055

*Проф. В.В. Шостак, д-р техн. наук;  
магістр Р.Р. Климаш – НЛТУ України, м. Львів*

### ПЕРСПЕКТИВНА КОНСТРУКЦІЯ АСПІРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПОВІТРООЧИЩЕННЯ НА ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Зроблено спробу розглянути відомі типи конструкцій аспіраційних систем та показано основні їх недоліки. Обґрунтовано перспективність застосування децентралізованої аспіраційної системи з автономними вентиляторами. Окреслено основні напрямки дослідження роботи такої системи.

**Ключові слова:** децентралізована аспіраційна система, повітроочищення, перспективні напрямки, запиленість, кушова система, продуктивність, тиск, станція очищення.

*Prof. V.V. Shostak; master's degree R.R. Klymash – NUFWT of Ukraine, L'viv*

### A perspective construction of the aspiration system of airclearing at woodworking enterprises

The known types of constructions of the aspiration systems was considered and their basic failings were shown. Perspective of application decentralizing aspiration system with autonomous ventilators were grounded. A basic directions of research of work of such system were outlined.

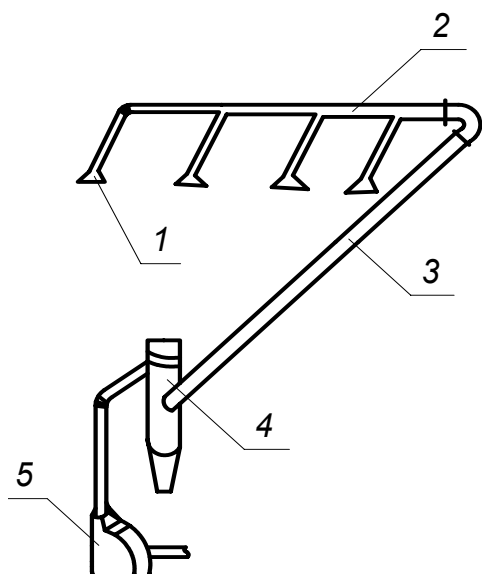
**Keywords:** decentralizing aspiration system, airclearing, perspective directions, a dust content, a sectional system, productivity, pressure, station clearing.

Деревообробне обладнання у процесі роботи виділяє значну кількість тирси та пилу. Так наприклад, максимальні викиди рейсмусового верстата СР-6 становлять 245 кг/год., в тому числі 61,2 кг/год. пилу, викиди круглопильного верстата ЦДК4-2 122 кг/год., в тому числі 9,7 кг/год. пилу. Тому важливою проблемою деревообробного підприємства є своєчасне видалення відходів від технологічного обладнання. Перші конструкції аспіраційно-повітроочисних систем (АПС) відомі ще з минулого століття. Класифікація сучасних конструкцій таких систем наведена в роботі [1]. Незважаючи на широкий спектр розроблених конструкцій на підприємствах деревообробної галузі, використовуються здебільшого найпростіші АПС.

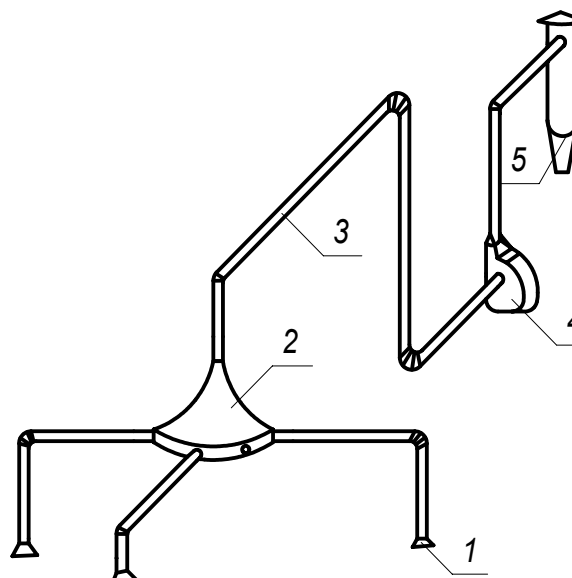
У цій статті зроблено спробу розглянути відомі типи конструкцій аспіраційних систем і вибрати напрями для їх вдосконалення.

Найпростішими АПС, проте й найбільш розповсюдженими є системи з постійними витратами повітря. Основними типами таких систем є аспіраційна система з колектором у вигляді магістрального повітропроводу змінного перерізу (рис. 1) та універсальна (кушова) аспіраційна система (рис. 2). Перша являє собою розгалужену систему повітропроводів від декількох верстатів. У міру під'єднання повітропроводів до магістрального колектора діа-

метр останнього зростає. Надійна робота такого обладнання супроводжується однаковими втратами тиску у всіх повітропроводах. При перестановці, зміні кількості верстатів, чи зміні витрат повітря аспіраційні системи з магістральним повітропроводом змінного діаметра не забезпечують надійної роботи і вимагають реконструкції.



**Рис. 1. Аспіраційна система з олектором змінного перерізу:** 1 – стружкоприймач; 2 – магістральний колектор змінного перерізу; 3 – трубопровід; 4 – циклон; 5 – вентилятор



**Рис. 2. Універсальна аспіраційна система (кущова):** 1 – стружкоприймач; 2 – вертикальний збірник; 3 – повітропровід; 4 – вентилятор; 5 – циклон

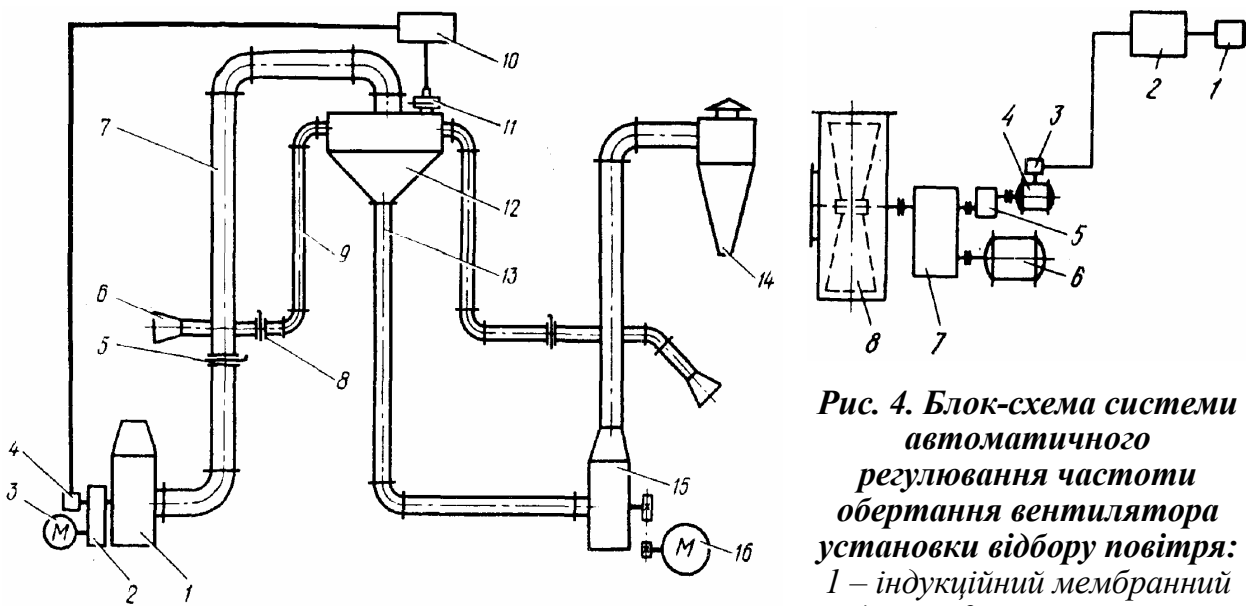
Широкого розповсюдження набули також спрощені універсальні аспіраційні системи (кущові) (рис. 2). Така АПС відрізняється від попередньої конструкції тим, що замість магістрального повітропроводу вона має вертикальний збірник "люстру". Тиск у вертикальному збірнику розраховують за втратами тиску у відгалуженні, що має найбільший гідравлічний опір при мінімально допустимій швидкості повітря. Загальні витрати повітря у системі розраховуються постійними і максимальними на весь термін експлуатації, незалежно від необхідних витрат одночасно працюючих відсмоктувачів.

Основним недоліком описаних вище систем є постійний характер роботи. Їх продуктивність не залежить від кількості працюючого, у даний момент, обладнання. Такий підхід до проектування системи аспірації є причиною значних перевитрат електроенергії на потреби видалення відходів від технологічного обладнання. Основною перевагою таких аспіраційних систем є простота конструкції та надійність.

У роботах [1, 2] обґрунтовано необхідність регулювання продуктивності аспіраційної системи і запропоновані конструкції автоматично регульованих аспіраційних систем (АРАС). Схему однієї з таких АРАС наведено на рис. 3.

Працює АРАС з плавно регульованими витратами повітря таким чином: при включенні (виключенні) верстата одночасно відкривається (закривається) керований його пусковим пристроєм клапан 8 (рис. 3), що встановлений на відгалуженні 9 даного верстату. При відкриванні (закриванні) клапана міняється кількість повітря, що поступає у колектор 12. Незбіг кількості

повітря, що відсмоктується через трубопроводи-відгалуження відсмоктувачів 6 верстатів, приводить до зміни статичного тиску (розрідження) у колекторі. Вентилятор транспортної установки працює у стаціонарному режимі. Індукційний мембранний давач 1 (рис. 4), встановлений у колекторі, сприймає зміну статичного тиску і посилає електричний сигнал, пропорційний цій зміні, в електронний регулятор 2, який вмикає виконавчий механізм 3-5, та змінює передаточне відношення варіатора швидкості 7 залежно від знаку сигналу відповідно в одну чи другу сторону. Таким чином змінюється частота обертання колеса вентилятора, а значить – його продуктивність і тиск. Регулювання частоти обертання колеса вентилятора буде відбуватися до того часу, поки продуктивність його не буде дорівнювати необхідним витратам повітря відсмоктувачів одночасно працюючих верстатів, а тиск у колекторі – рівним заданому. При цьому сигнал від давача не поступить і регулювання припиниться.



**Рис. 3. Автоматично регульована аспіраційна система (АРАС):**

1, 15 – вентилятори; 2 – варіатор швидкості;  
3, 16 – електродвигун; 5 – зворотний клапан;  
6 – відсмоктувачі верстатів; 7 – трубопровід  
установки відбору повітря; 8 – клапани привідні;  
9 – відгалуження до відсмоктувачів верстатів;  
10 – електронний регулятор; 11 – індукційний  
мембранний давач; 12 – колектор; 13 – трубопровід  
транспортної установки; 14 – циклон

**Рис. 4. Блок-схема системи автоматичного регулювання частоти обертання вентилятора установки відбору повітря:**  
1 – індукційний мембранний давач; 2 – електронний регулятор; 3 – універсальний пускач виконавчого механізму; 4 – електродвигун виконавчого механізму; 5 – редуктор виконавчого механізму; 6 – електродвигун; 7 – варіатор швидкості; 8 – вентилятор

Наведена АРАС дає можливість плавного регулювання витрати повітря залежно від інтенсивності роботи обладнання. Проте, зважаючи на необхідність підтримання транспортної швидкості у трубопроводі 13 (рис. 3), діапазон регулювання продуктивності буде незначним. Для розширення діапазону регулювання продуктивності необхідно підвищувати швидкість руху потоку у трубопроводі 13, що призведе до зростання гідравлічного опору системи та перевитрат електричної енергії на аспірацію. Також важливим недоліком таких систем є складність їх конструкцій, малий ККД, а також висока вартість.

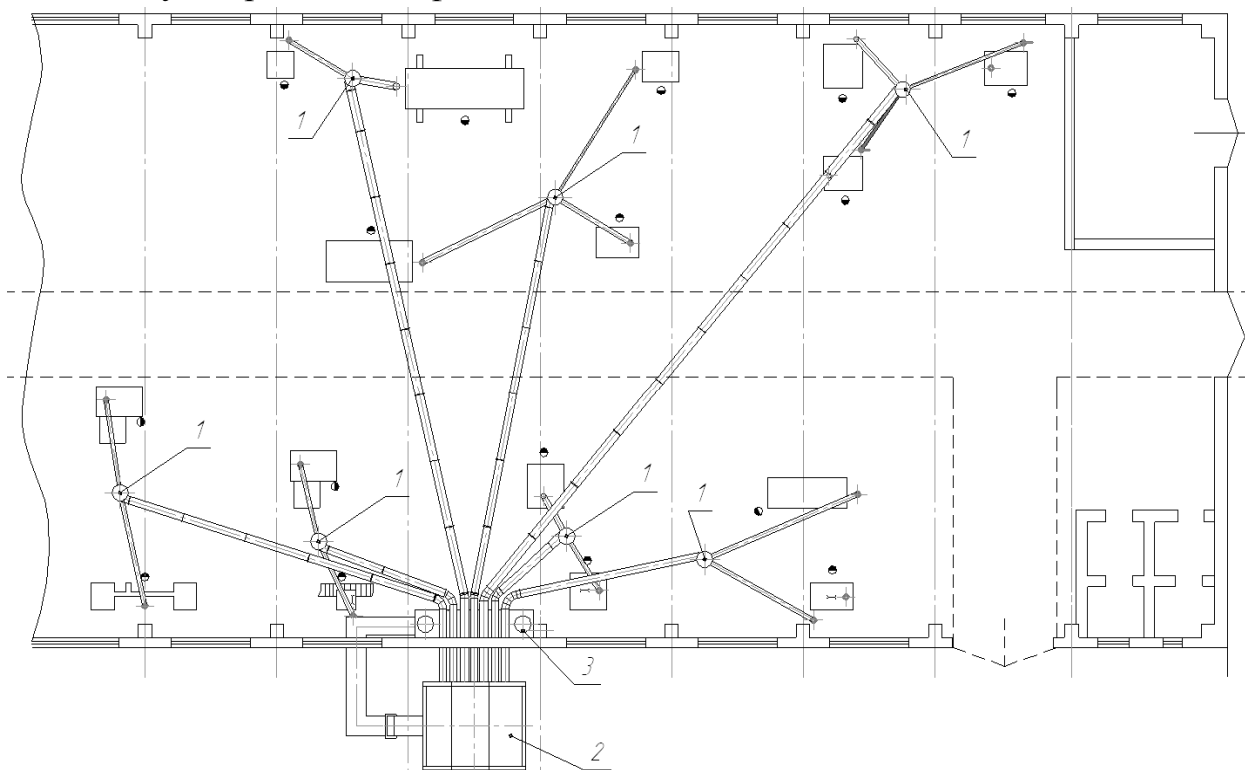
Підсумовуючи наведене вище, доходимо до висновку, що необхідно розробити нову конструкцію аспіраційно-повітроочисної системи, яка б поряд із простотою конструкції володіла широким діапазоном регулювання продуктивності та високою якістю очищення аспіраційного повітря, для повернення його в цех. Роботу з розроблення такої конструкції АПС варто розпочати з узагальнення недоліків відомих конструкцій та окреслення напрямів їх усунення. Загалом основні недоліки більшості відомих конструкцій аспіраційних систем можна описати таким чином.

1. Існуючими конструкціями АПС не передбачено можливості повернення теплого очищеного повітря назад у цех в опалювальний період року. Унаслідок цього близько 80 % загальної кількості тепла, що витрачається на підігрів виробничих цехів, видаляється в атмосферу з аспіраційним повітрям [3].
2. Для більшості впроваджених у виробництво АПС характерним є постійний режим роботи або вузький діапазон регулювання продуктивності. Оскільки коефіцієнт завантаження обладнання коливається в межах  $K_z = 0,38 \dots 0,78$  [1], то у середньому близько половини електроенергії, що споживається для аспірації обладнання, витрачається неефективно.
3. Існуючі системи не допускають переміщення технологічного обладнання, зміни планування цеху, підключення додаткового обладнання, зміни технології виробництва, встановлення нового обладнання з іншими аспіраційними характеристиками [2].
4. Аналіз замірів запиленості пилоповітряної суміші в існуючих системах показав, що ці системи працюють із ваговою концентрацією від 0,38 до 9,79 %. Середня енергоміскість аспірації відходів і очистки повітря становить 328 МДж/тонну. У середньому 97,9 % електроенергії витрачається на переміщення транспортуючого агента (повітря) і тільки 2,1 % – на транспортування власне технологічних відходів [4].

У минулому десятиріччі на деревообробних підприємствах (Коломийський ДОЗ, Дніпропетровський МК та ін.) будували централізовану багатоступеневу станцію очищення аспіраційного повітря, яка обслуговувала кілька цехів одночасно. Світовий досвід (фірми Kramer, Hocker Polytechnik та ін.) свідчить про те, що більш доцільно застосовувати невеликі фільтрувальні станції поблизу кожної окремої групи обладнання (цеху, дільниці тощо). Найбільш перспективною, на наш погляд, є схема двоступеневого очищення "фільтрувальна станція – внутріцехові фільтри доочищення". Така система дає змогу у теплий період року очищувати аспіраційне повітря у фільтрувальній станції, після чого викидати його в атмосферу. У холодний період року, після очищення фільтрувальною станцією, повітря подається на фільтри доочищення, де концентрація пилу доводиться до рівня ГДК, і подається у цех. Саме така схема очищення повинна застосовуватися у сучасних АПС на деревообробних підприємствах.

Аспіраційна система повинна мати широкий спектр регулювання продуктивності для забезпечення ефективної роботи довільної кількості обладнання. Найбільш перспективною, на нашу думку, є децентралізована система з автономними вентиляторами, яка створена за принципом "один верстат – один вентилятор" [5]. Поблизу кожного верстата встановлюється аспірацій-

ний вентилятор, система керування яким є зблокована з системою керування роботи верстату. Таким чином кожен вентилятор вмикається тоді, коли працює верстат, який він обслуговує. З врахуванням того, що очищення відбувається у фільтрувальній станції, то навіть при одному працюючому верстаті система буде працювати ефективно.



**Рис. 5. Схема децентралізованої аспіраційної системи на деревообробному підприємстві ПП. Ткачик: 1 – вентилятори; 2 – очисна установка; 3 – установка повторного очищення**

Загальна схема аспіраційно-повітроочищувальної системи, яка була розроблена на основі наведених вище міркувань була виготовлена для приватного підприємця Ткачика у с. П'ядики, Коломийського району (рис. 5). Як видно з рисунка, вентилятор 1 обслуговує дві-три одиниці технологічного обладнання. Аспіроване повітря очищується в установці з рукавними фільтрами 2 і потрапляє в атмосферу. В опалювальний період року очищене повітря повертається назад у цех, проходячи повторну очистку в очисній установці 3, що знаходиться в цеху. Сумарна споживана потужність електроенергії аспіраційною системою становить близько 9,2 кВт/год. Впровадження такої системи у нашому випадку дало змогу зменшити кількість споживаної електроенергії у 3,5 раза порівняно з універсальною кущовою АПС, яка існувала на підприємстві раніше.

Найбільш близькою за конструкцією є аспіраційна система наведена у публікаціях [3, 5, 6]. Для невеликих цехів застосування пневмомеханічного колектора, як пропонується у таких рішеннях, вважаємо недоцільним. Недоліком таких систем є те, що вони існують в одиничних екземплярах і не проводилися дослідження їх роботи, вивчення впливу окремих елементів на роботу системи загалом. Саме тому, на нашу думку, існує необхідність у дослідженні роботи децентралізованої аспіраційної системи з автономними вентиляторами. Основні напрямки такого дослідження повинні бути такі:

1. Вивчення впливу роботи різних за продуктивністю та тиском вентиляторів на роботу системи.
2. Побудова математичної моделі паралельної роботи кількох вентиляторів.
3. Розроблення та дослідження різних конструкцій елементів системи (зворотні клапани, кріплення вентилятора).
4. Комп'ютерне моделювання роботи аспіраційної системи.
5. Впровадження системи на деревообробних підприємствах та узагальнення побутового досвіду.

### Література

1. Ларионов В.А., Созинов В.П. Регулируемые системы аспирации в деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 240 с.
2. Козориз Г.Ф. Исследование цеховой универсальной пневмотранспортной системы с плавно регулируемой производительностью для деревообрабатывающих производств: Дис. ... канд. техн. наук: 05.06.02. – Львів: ЛЛТУ, 1973.
3. Ляшеник А.В., Ляшеник В.Й., Климаш Р.Ф. Энергосберегающие аспирационно-воздухоочистительные системы// Деревообрабатывающая пром-сть. – 1999, № 5. – С. 30-31.
4. Кононенко В.А., Климаш Р.Ф., Ляшеник А.В., Ляшеник В.Й. Проблеми аспірації і газоочистки// Вісник інж. акад. України. – 1996, № 1. – С. 18-21.
5. Пат. 21148А Україна, МПК6 И65G53/28. Пневмотранспортна установка/ Климаш Р.Ф., Ляшеник А.В., Ляшеник В.Й. N97030909; Заявл. 04.03.1997; Опубл. 04.11.1997.
6. Ляшеник А.В. Обгрунтування параметрів фільтрувального циклона для очищення аспіраційного повітря від деревного пилу: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.07. – Львів: НЛТУУ, 2005.

УДК 634.31      Проф. М.П. Мартинців, д-р техн. наук; аспір. І.В. Бичинюк –  
НЛТУ України, м. Львів; доц. Б.В. Сологуб, канд. техн. наук –  
НУ "Львівська політехніка"

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ТЯГОВО-НЕСНИХ КАНАТІВ ПІДВІСНИХ УСТАНОВОК В ЗОНІ ПРОМІЖНИХ ОПОР

Наведено основні залежності для розрахунку зусиль в тягово-несному канаті та елементах опори. На основі виконаного аналізу сформульовано рекомендації для вибору параметрів проміжної опори та швидкості руху вантажу.

*Prof. M.P. Martynciv; post-doctorate I.V. Bychynyuk – NUFWT of Ukraine, Lviv;  
Assoc. prof. B.V. Solohub – NU "Lvivs'ka Politekhnik"*

### Analysis of features of work of the suspended plants hauling-bearing cables in area of intermediate supports

Basic dependences are resulted for the calculation of efforts in a hauling-bearing cable and elements of support. On the basis of the executed analysis recommendations are formulated for the choice of parameters of intermediate support and velocity of movement of load.

Підвісні канатні установки використовують в різних галузях промисловості, а також для рекреаційного освоєння гірських лісів [1, 2]. Найбільш небезпечними, з точки зору надійності та довговічності основних елементів канатних установок, є проміжні опори [3, 4]. Умови роботи та рекомендації для вибору канатів і конструкцій проміжних опор для установок з нерухомим несним канатом наведено в багатьох роботах [5-7].

Залишається недостатньо досліджена робота тягово-несних канатів підвісних лісотransпортних установок, лижних витягів і крісельних канатних