

для даного підприємства 2582,1 м³ круглої деревини та 136702 кг карбамідо-формальдегідної смоли в рік загальною вартістю 369095 грн.

Збільшити загальний ресурс роботи абразивних циліндрів першого проходу до 1171079 п.м та загальний ресурс роботи абразивних циліндрів другого проходу до 485209 п.м.

УДК 697.685.8

Доц. Л.К. Гліненко, канд. техн. наук;
асист. В.М. Фаст – НУ "Львівська політехніка"

ЕВОЛЮЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИМУСОВОЇ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ

Здійснено аналіз сучасного стану розвитку локальних систем подачі повітря та визначені основні напрямки їх потенційного розвитку.

Doc. L.K. Glinenko, assist. V.M. Fast – NU "Lvivs'ka Politekhnikha"

Evolution Potential of Local Systems of Air Supply

The spike-off-art of local systems of air supply is analyzed. The main direction of their potential evolution are determined.

Системи примусової подачі повітря знаходять широке застосування при створенні примусового газообміну (системи вентиляції) та перерозподілі теплових полів в об'ємах конструкції (локальні системи повітроподчі, ЛСПП).

Метою роботи є дослідження актуальності робіт з розроблення та проектування ЛСПП, визначення пріоритетних напрямків робіт у цій галузі та способів їх реалізації. За методологічну основу дослідження були прийняті методи еволюційних кривих та еволюційного потенціалу розвитку; емпіричну базу дослідження створили дані патентного фонду США [1] та Росії [2], дані публікацій у періодичній літературі та результати власних досліджень авторів.

1. Метод еволюційних кривих розвитку

Цей метод визначення етапу і перспективних напрямків розвитку ТС визначенням положення ТС на основній еволюційній s-кривій (рис. 1): кожному положенню ТС на еволюційній кривій відповідають певні типи пріоритетних завдань вдосконалення ТС і певний набір параметрів ТС, на покращенні яких зосереджуються зусилля розробників.

Положення ТС на основній еволюційній кривій визначають порівнянням динаміки зміни чотирьох основних метрик: комбінації параметрів, прийнятої за показник ідеальності; кількості та рівня винаходів по ТС, економічної ефективності системи [3]. Кожен з цих показників має чітко окреслений характер зміни в межах кожного з етапів розвитку і при переході з етапу на етап (рис. 1, 2), що дозволяє при наявності даних по кількох показниках вирішити зворотну задачу: за характером зміни у певний проміжок часу визначити етап розвитку ТС і конкретизувати певну ділянку в межах цього етапу.



Рис. 1. Типова S-крива розвитку ТС з виділеними пріоритетними напрямками вдосконалень (сфери патентування нових технічних рішень). [4]

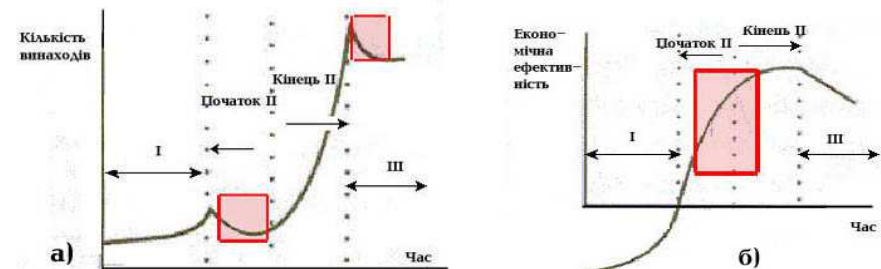


Рис. 2. Динаміка кількості винаходів ТС та економічної ефективності від неї на різних етапах розвитку ТС.

Частина з цих метрик важко піддається визначенню, тому було запропоновано застосування додаткових ідентифікаторів, динаміка яких також корелює з положенням ТС на основній кривій розвитку. До них можуть бути віднесені наступні параметри: параметри, на покращенні яких зосереджуються зусилля у даний момент часу (рис. 1) [5]; кількість (частка) винаходів "на здешевлення" та "на виправлення" [5, 6], спрямованих на зменшення вартості ТС та усунення недоліків, які виникають як наслідок попередніх винаходів по вдосконаленню системи, без усунення їх реальної причини (рис. 3); тип усунених недоліків та способи їх усунення згідно до наявних винаходів [5]; реалізованість тенденції на згортання ТС та динаміка розвитку структурної складності системи (рис. 3 б) [7]; динаміку обсягу ринку даної ТС, яка корелює з показником економічної ефективності.

Результати аналізу. Для визначення положення ТС "повітропровід систем повітроподачі (охолодження)" в межах методу еволюційного прогнозування нами були досліджені наступні метрики: кількість винаходів по ТС; розподіл винаходів за тематикою (параметри, які вдосконалювалися; способи вдосконалення); частка винаходів на здешевлення і виправлення; динаміка складності системи, реалізованість тенденції на згортання.

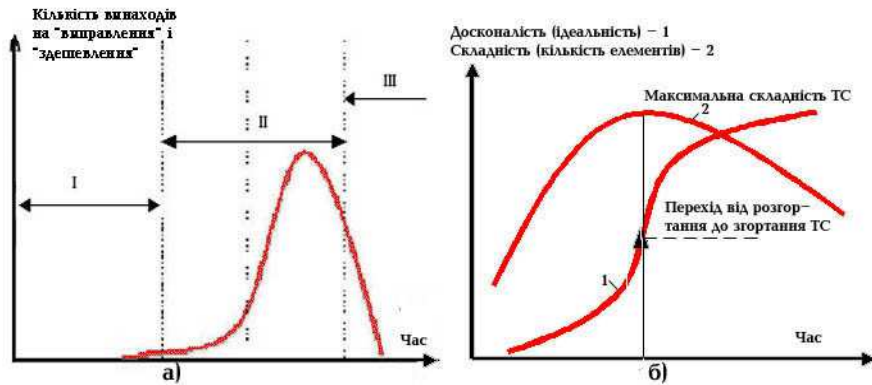


Рис. 3. Залежність кількості винаходів "на виправлення" та "на здешевлення" (а) та складності ТС від положення ТС на еволюційній кривій розвитку (б) (I – стадія народження, II – розвитку і зрілості; III – старіння і смерті).

Аналіз патентного фонду США та Росії показав, що протягом останнього десятиріччя вдосконалення ТС "повітропровід" йшло в наступних основних напрямках. (табл. 1).

Табл. 1. Запатентовані технічні рішення в області систем примусової подачі повітря

Тенденція	Суть технічного рішення.	Частка, %
1	Збільшення тепловіддачі шляхом розвитку внутрішнього об'єму повітроводу (ребра, штирі і т.ін.), зміною властивостей матеріалу, або створенням додаткового повітряного потоку	24 %
2	Автономізація системи (суміщення вентилятора з повітроводом, або введення охолоджуючого чи підігрівального пристрою).	19 %
3	Регулювання роздачі або відводу повітря (поділ на частини, використання заслінок, отворів та ін.).	24 %
4	Відвід надлишкового тепла від теплонавантажених елементів у повітровід з використанням теплопровідних труб, шин, систем рідинного охолодження.	12 %
5	Використання повітроводу як елемента корпусу апарата.	10 %
6	Використання звукопоглинальних матеріалів короба повітроводу для зменшення акустичного шуму.	7 %
7	Очищення повітря, що подається у короб повітроводу	2 %
8	Регулювання температури повітря, що подається, за рахунок введення у повітровід датчика і зворотного зв'язку	2 %

Результати дослідження патентного фонду за електронними базами даних патентних відомств США та Росії [1,2] за 10 років наведені в табл. 2.

Наведена в табл. 2 динаміка кількості винаходів може відповідати або першій половині II-го, або початку III-го етапу. Для уточнення значення цього показника проаналізуємо решту метрик.

Табл. 2. Динаміка зміни кількості патентів США та РФ з 1995 по 2002 роки в області систем примусової подачі повітря

Рік	Кількість патентів	Номер патенту та країна патентування (у дужках вказано тенденція вдосконалення, згідно з табл.1)
1995	1	5061056/10 РФ (1,2)
1996	1	5,519,574 США (4) ТС
1997	1	5,592,363 США (4)
1998	2	5,742,063 США (1); 5,828,549 США (7)
1999	6	5,931,002 США (2,6); 5,969,942 США (2,3); 5,966,286 США (1); 5,950,712 США (5); 97111639/09 РФ (1,6); 961122958/09 РФ (1,2);
2000	9	6,024,165 США (4); 6,064,571 США (3,5); 6,104,608 США (8,6); 6,130,818 США (3,4); 6,137,682 США (4,5); 6,155,920 США (3); 6,157,104 США (2); 97111639/12 РФ (1,6); 98106561/06; РФ (2,3)
2001	5	6,169,850 США (8); 6,227,189 США (2,3); 6,253,834 США (1); 6,270,313 США (2,3); 99108196/06 РФ (3)
2002	5	6,397,930 США (1); 6,400,567 США (3); 6,431,268 США (3); 6,435,267 США (1); 2000110574/09; РФ (1)

Розподіл винаходів за спрямованістю (останні роки) наведений на рис. 4. Як видно з рис. 1, такий розподіл характерний для середини II етапу розвитку ТС. Динаміка зміни розподілу винаходів за тематикою і тенденція зміни кількості винаходів, побудована на основі апроксимації даних табл. 2 поліноміальною залежністю наведені на рис. 5.

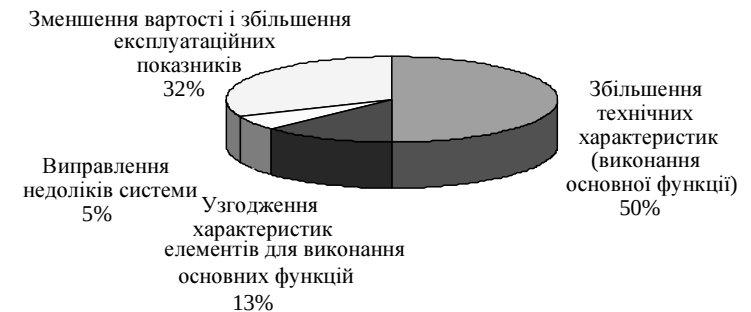


Рис. 4. Розподіл винаходів за спрямованістю у 1996-2002 р.

Як видно з рис. 5, кількість винаходів на "виправлення" і "здешевлення" незначна і зростає повільно, що характерно для 1-ої половини II-го етапу (рис. 3, б).

На основі аналізу способів реалізації винаходів різної спрямованості та даних рис. 4, 5 та табл. 2 можна зробити висновок, що домінуюча частина винаходів спрямована на збільшення технічних характеристик (50 %) і експлуатаційних показників (32 %) методом розгортання системи. Технічні характеристики зростають, особливо сильно – експлуатаційні. Оскільки практично всі винаходи реалізуються розгортанням, то весь час зростає структурна складність системи, хоча в останні роки намічається тенденція до сповільнення розгортання і введення елементів згортання, що характерно для кінця першої половини II-го етапу розвитку (рис. 3 б).

Табл. 3. Значення градації шкал полярних діаграм розвитку ТС на основі аналізу патентного фонду США та РФ в області повітророзподільних пристроїв

Етап	Досягнута стадія по кожній з обраних ліній розвитку
2	Лінія розділення (структуризації) об'єкту (object segmentation)
Об'єкт з частковими внутрішніми перегородками	пат. США №6,155,920 – секціонування внутрішнього об'єму ко- робу для досягнення більшої рівномірності роздачі повітря
3	Лінія розділення поверхні (surface segmentation)
Структурована ребриста поверхня	пат. РФ №5061056/10 – поверхня грані має розвинуті ребра для збільшення тепловіддачі – пат. США №5,966,286 -
5	Лінія розділення внутрішнього простору системи ((space segmentation)
Тіло з багатьма порожнинами, перфороване	пат. США №5,969,942 – проведена неперервна перфорація грані коробу з метою отримання ефекту "розпилення" повітря по об'- єму конструкції
1	Лінія посилення застосування кольору (use of colour)
	Колір взагалі не застосовується (монохром)
6	Лінія застосування внутрішнього простору системи (geometry evolution)
2 D	пат. США №5,828,549, №6,137,682 – одна площина поглинає тепло, друга – віддає
2-3	Лінія згортання (trimming)
Мінімальне згортання вилучен- ням елемента	пат. США №5,950,712, №6,137,682 – корпус пристрою є части- ною повітроводу
1	Лінія застосування "розумних матеріалів" (smart materials)
Максимальне узгодження влас- тливостей матеріалів для узгод- ження дій	пат. США №5,828,549, №5,966,286 –короб повітроводу з теп- лопровідного матеріалу для інтенсифікації теплообміну; пат. США №5,932,002; №6,104,608; пат.РФ №97111639/09 застосу- вання шумопоглинальних матеріалів.
2	Лінія асиметричності внутрішнього простору системи (asymmetry)
	Симетричний об'єкт
5	Лінія збільшення ступеня дисперсності об'єкту (fragmentation, density decreasing)
	Потік газу
5	Лінія переходу на мікрорівень і до застосування полів (лінія макро – нано)
	Система на молекулярному рівні (рідина, газ)
1	Лінія динамізації у просторі ((dynamization, space)
	Суцільне тіло (нединамічна система) (частини не рух. одна відносно другої)
2-3	Лінія динамізації у часі ((dynamization, time)
Система з механічно змінювани- ми елементами робочих органів	пат. США №6,155,920 – поворотні заслінки для регулювання витоку повітря; пат. РФ №98106561/06 – повітрозабірний отвір що регулюється заслінкою
3	Лінія розділення в часі (відбиває закони динамізації)
Режим роботи може змінювати- ся примусово	пат. США №6,155,920 – поворотні заслінки для регулювання витоку повітря під час роботи
5-6	Лінія збільшення керованості системи (controllability)
Система, керована посередником	пат. США №5,592,3634; №6,137,682 – теплопровідні шини для передачі надлишкового тепла до повітроводу; пат. США №6,253,834, №6,397,930, №6,435,267 – трубка Вентурі
1	Лінія нелінійності (non-linearity)
	Статична ТС – режим роботи системи незмінний, робоче поле постійне
3	Лінія витіснення людини з системи (Human involvement, information saturation)
	Витіснення людини з джерела, з перетворювача
	Лінія узгодження взаємодії інструменту і виробу (action coordination, time)
5-7	Інструмент діє на виріб по площині, проста кінематика
8-10	Об'ємна дія
2	Лінія розвитку моно-бі-полі
Багатофункціональна бісистема	пат. США №5,969,942; №5,931,002; №6,064,571; №6,157,104; пат. РФ №961122958/09 – об'єднана система вентилятор – повітро- від.
4	Лінія узгодження дій (action coordination, space)
3 буферним частковим узгод- женням/розузгодженням	пат. США №5,592,3634; №6,137,682 – теплопровідні шини для передачі надлишкового тепла до повітроводу;



Рис. 5. Динаміка розподілу винаходів за тематикою та тенденція динаміки загальної кількості винаходів

Загальний висновок. Ступінь розвинутої системи відповідає приблизно II чверті II етапу. Це означає, що практично вичерпані можливості розгортання, необхідно шукати можливості структуризації системи за рахунок внутрішніх ресурсів та згортання. Основний напрямок найближчого майбутнього – максимізація ефективності роботи.

2. Еволюційний потенціал розвитку системи

Метод еволюційного потенціалу полягає у реалізації можливості виявити стан і перспективи розвитку (розвинутої) системи шляхом порівняння її характеристик чи характеристик її компонентів з основними етапами відомих ліній розвитку ТС і відбити цей стан графічно на полярних діаграмах, осі яких відповідають основним тенденціям розвитку ТС даного класу, а шкали – основним етапам в межах кожного з цих напрямків. Співставлення характеристик досліджуваної системи з етапами ліній розвитку дозволяє спочатку установлювати відносну зрілість нині існуючих систем, і, відповідно, виявляти напрямки, в яких існує так званий "еволюційний потенціал" ТС, визначений у [6] як різниця між відносною зрілістю поточної системи, і точками, в яких досягаються межі по кожній з тенденцій розвитку.

Практичне застосування методу вимагає вибору з усієї множини потенціальних осей діаграми – ліній розвитку ТС – сукупності саме тих ліній, які характеризують еволюцію ТС даного класу, та співрозмірного градування кожної з осей діаграми. Нами була проведена параметризація ліній розвитку у формі градування всіх осей розвитку за десятибальною шкалою, і обрані лінії розвитку, що найкоректніше відбивають еволюцію систем класу ЛСПП. Кількісне значення параметру розвинутої досліджуваної ТС відбиває етап, на якому знаходиться об'єкт у кожному з напрямків (осей) розвитку. За результатами аналізу патентного фонду за останні 10 років та іншими даними про досліджувану систему нами отримані наступні значення (табл. 3), по кожній з проградуваних за розробленою нами методикою осей:

За даними табл. 3 побудована діаграма розвинутості системи (рис. 7). Необхідно зазначити, що при градуванні лінії керованості не враховано винахід на повітровід з датчиком температури та зворотним зв'язком (пат. США №6,169,850), оскільки він стосується тільки варіанту нагрівання. Якщо цей патент врахувати, то керованість сягне значення 7 балів.

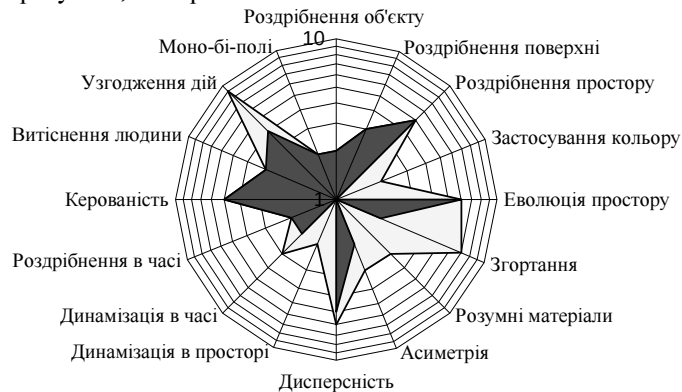


Рис. 7. Діаграма розвитку технічної системи "повітровід"

З діаграми видно, що найбільший еволюційний потенціал ЛСПП зосереджений в трьох основних напрямках: динамізація у просторі, застосування кольору, застосування "розумних матеріалів". Застосування кольору в ЛСПП може забезпечити збільшення зручності експлуатації, розробки, керування параметрами ЛСПП завдяки можливості візуалізації розподілу теплового поля у повітроводі за допомогою різновиду "розумних речовин" – термохромів, рідких кристалів тощо, індикації виходу режимів за встановлені межі та ініціалізації зворотних зв'язків для приведення режиму до норми, що автоматично потягне за собою збільшення керованості системи та ефективізацію її роботи за рахунок координації (узгодження) окремих дій у системі. Застосування "розумних матеріалів", здатних змінювати свої теплофізичні властивості, наприклад, теплову провідність геометричні розміри зі зміною температури (розвивати ребра на поверхні, змінювати площу поперечного перерізу тощо) могло б збільшити корисну тепловіддачу системи, адаптацію властивостей системи до змінних умов експлуатації, і як, наслідок, динамічність та керованість системи, ефективність задоволення потреб споживача.

Оцінка виявлених напрямків пріоритетного розвитку ЛСПП та способів їх реалізації за критерієм корисний результат/витрати дозволяє визнати найбільш перспективними на найближчі роки роботи по динамізації системи за рахунок застосування "розумних матеріалів" та внутрішніх просторових ресурсів системи, збільшення її дисперсності та рівня структурованості (структуризація перфорованих отворів по стінках повітроводу як засіб здійснення основної функції ЛСПП – керування параметрами перерозподілу теплового поля в об'ємах конструкцій). Останнє потребує створення математичних моделей відповідних структурованих систем та алгоритмів розрахунку таких моделей.

Література

1. Інформаційно-пошукова система Patent Office of USA – www.uspto.gov.
2. Інформаційно-пошукова система РФ Роспатент – www.fips.ru.
3. Slocum M.S. Technology Maturity Using S-curve Descriptors// Journal of TRIZ. – December, 1998. – www.triz-journal.com.
4. Darrell Mann. Evolutionary-Potential™ in Technical and Business Systems// Journal of TRIZ, July, 2002. – www.triz-journal.com.
5. Гліненко Л.К., Дайновський Ю.А. Оцінка еволюційної доцільності інвестування інновацій// Науковий вісник: Збірн. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ, 2002, вип. 12.5.
6. Mann D. Using S-Curves and Trends of Evolution in R&D Strategy Planning// Journal of TRIZ. – July, 1999. – www.triz-journal.com.
7. Mann D.L. Trimming Evolution Patterns For Complex Systems. – www.ideationtriz.com; Mann, D.L., 'Using S-Curves and Trends Of Evolution In R&D Strategy Planning', TRIZ Journal, July 1999 – www.triz-journal.co.

УДК 621.825

Доц. Б.І. Кіндрацький, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРИВОДУ ІЗ ЗАПОБІЖНОЮ МУФТОЮ З ПРОФІЛЬНИМ ЗАМИКАННЯМ У СТОПОРНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ

Наведені результати експериментального дослідження динаміки запобіжних муфт з профільним замиканням при пробуксовуванні у стопорному режимі роботи. Встановлено, що такі муфти залежно від конструктивних параметрів створюють динамічні навантаження, які у 1,5–2,0 рази можуть перевищувати номінальні. Підбираючи спеціальним чином профіль на півмуфтах кулькових запобіжних муфт, можна суттєво зменшити динамічні навантаження у приводі, звівши їх практично до статичних.

Doc. B.I. Kindracki – NU "L'viv'ka Politecnika"

Experimental research of dynamic of a drive with a safety clutches of profile closure in lock operational mode

The outcomes of an experimental research of dynamic of safety clutches with profile closure in lock operational mode are stated. It is established, that such clutches depending on design parameters create dynamic loads, which one in 1,5 – 2 times can exceed rated. Having selected the special profile on half of the clutch, it is possible essentially to reduce dynamic loads in links of a drive.

Запобіжні муфти з профільним замиканням (кулачкові, кулькові) широко застосовують для захисту приводів машин від перевантажень [1]. Одним з недоліків таких муфт є залишковий динамічний момент, який вони створюють при пробуксовуванні у стопорному режимі роботи [2, 3]. Величина такого моменту, за інших однакових умов, визначається кутом нахилу кулачків або профілем лунок під кульки.

З метою встановлення характеру зміни й величини залишкового динамічного моменту у валопроводах приводу після спрацювання таких муфт нами було проведено експериментальне дослідження на спеціально сконструйованому стенді (рис. 1).