

УДК 697.9(075.8)

**ОЦІНКА ЕНЕРГОЄМНОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ
АЕРОДИНАМІЧНИХ ПОТОКІВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА АСПІРАЦІЇ**

Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк, Р. В. Степанковський

Розглянуто основні фактори впливу на енергоощадність аеродинамічних мереж систем вентиляції та аспірації. Підкреслено, що підвищення енергоощадності системи вентиляції та аспірації можна досягти зменшенням енергоємності аеродинамічних мереж шляхом впровадження вдосконалених конструкцій регулювальних пристроїв витрати аеродинамічних потоків. Енергоємність системи вентиляції та аспірації визначається ефективністю дроселювання, тобто величиною зміни втрати тиску. Визначено змінні параметри, що впливають на енергоємність аеродинамічної мережі при застосуванні вдосконалених конструкцій виконавчих елементів регулювальних пристроїв, а саме масові витрати газового потоку і транспортуючих компонентів, швидкість аеродинамічного потоку, площі дроселювання поперечного перерізу потоку та коефіцієнти місцевих опорів регулювальних пристроїв. Запропоновано структурно-логічну модель управління енергоємністю аеродинамічної мережі при регулюванні витрати в системах вентиляції та аспірації.

Ключові слова: вентиляція, аспірація, енергозбереження, аеродинамічний потік.

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА
АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И АСПИРАЦИИ**

Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк, Р. В. Степанковский

Рассмотрены основные факторы влияния на энергосбережение аэродинамических сетей систем вентиляции и аспирации. Подчеркнуто, что повышение энергосбережения системы вентиляции и аспирации можно достичь уменьшением энергоёмкости аэродинамических сетей с использованием усовершенствованных конструкций регулирующих устройств расхода аэродинамических потоков. Энергоёмкость системы вентиляции и аспирации определяется эффективностью дросселирования, то есть величиной изменения потери давления. Определены переменные параметры, влияющие на энергоёмкость аэродинамической сети при применении усовершенствованных конструкций исполнительных элементов регулирующих устройств, а именно массовые расходы газового потока и транспортируемых компонентов, скорость аэродинамического потока, площади дросселирования поперечного сечения потока и коэффициенты местных сопротивлений регулирующих устройств. Предложена структурно-логическую модель управления энергоёмкостью аэродинамической сети при регулировании расхода в системах вентиляции и аспирации.

Ключевые слова: вентиляция, аспирация, энергосбережения, аэродинамический поток.

**EVALUATION OF ENERGY INTENSITY ADJUSTMENT COSTS
AERODYNAMIC FLOW IN VENTILATION SYSTEMS AND ASPIRATION**

G. Ratushnyak, O. Lyalyuk, R. Stepankovskyy

The main factors influencing the aerodynamic Conservation Energy Networks ventilation and aspiration. Emphasized that increased energy saving ventilation and aspiration can be achieved by decreasing the energy intensity improved aerodynamic networks by implementing structures regulating devices costs aerodynamic flow. Energy intensity of ventilation and aspiration is determined performance throttling, ie the change in pressure loss. Defined variables that influence the aerodynamic energy network in the application of advanced designs actuators regulating devices, such as mass flow gas flow and transport components, speed aerodynamic flow throttling cross-sectional area and the flow coefficients of local resistance regulating devices. A structural-logical model of aerodynamic control power consumption in the regulation of network costs ventilation and aspiration

Keywords: ventilation, aspiration, energy saving, aerodynamic flow.

Вступ

Повітрообмін в системах вентиляції та аспірації забезпечується відповідною сукупністю устаткування для переміщення, розподілення та вилучення забрудненого повітря з метою забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці та технічних процесів виробництва [1,2,3]. Енергоощадність системи вентиляції та аспірації можна підвищити вдосконаленням керування аеродинамічними потоками [4]. Однією із причин суттєвої енергоємності системи забезпечення мікроклімату приміщень та технологічних процесів виробництв є використання в регулювальних пристроях незручних обтічних виконавчих елементів, що сприяє утворенню негативних аеродинамічних явищ [5]. Запропоновано енергоощадні конструкції виконавчих елементів регулювальних пристроїв зі зручнообтічною формою, що забезпечує стабільність аеродинамічної структури потоку та сприяє точному й плавному регулюванню витрати робочого середовища [6,7].

Метою роботи є дослідження факторів, що впливають на енергоємність в системах вентиляції та аспірації та розроблення моделі управління параметрами, що сприяють зменшенню енергоємності аеродинамічних мереж.

Основна частина

Потужності технологічного та енергетичного обладнання, що забезпечує витрату аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації, визначаються конструктивними особливостями виконавчих та регулювальних органів. Енергоощадність аеродинамічних мереж може бути забезпечена зменшенням турбулентності потоку аеродинамічної мережі шляхом використання вдосконалених конструкцій регулювальних пристроїв зі зручнообтічними виконавчими елементами [8, 9]. Конструкція дроселя зі зручнообтічними виконавчими елементами. Наведена на рис. 1 [10]. Звужуюча область, що утворюється в результаті надавлювання регулюючо-запірних елементів 3 на еластичну розтягуючу вставку 2, створює плавний спектр обтікання з невеликою зоною хаотичного вихрового руху за звужуючою областю, що спостерігається у каплеподібного тіла, які в аеродинаміці називають – зручнообтічними. Утворення за тілом невеликої області вихроутворення є однією з основних причин покращення аеродинамічних властивостей протікання струмینی чистого повітря та повітря разом з різного роду домішками. Протікання такого процесу в дросельному пристрої призводить до ефективної роботи вентиляційних систем в цілому.

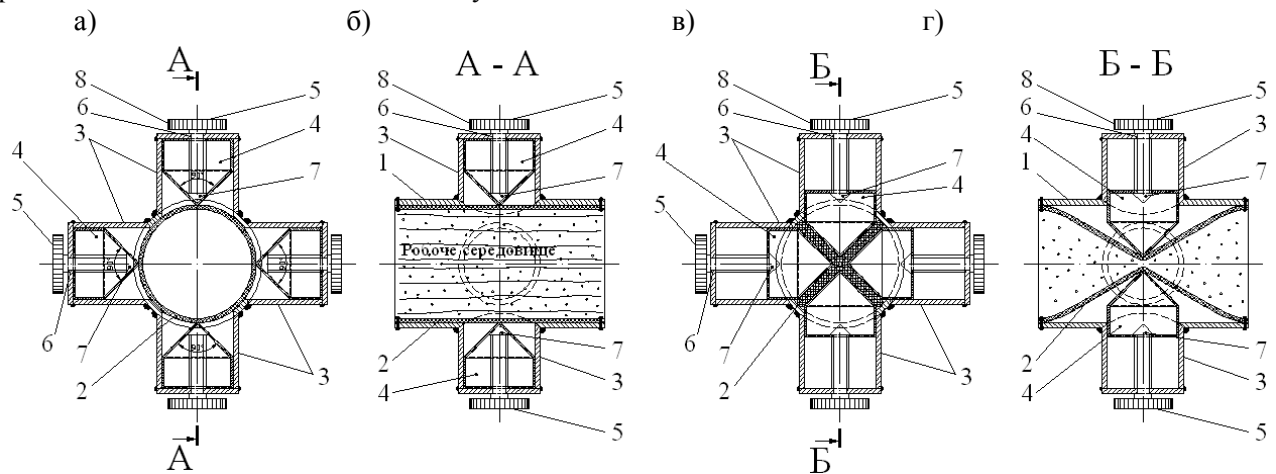


Рисунок 1 – Дросельний пристрій:

- а) конструктивне виконання дросельного пристрою (неробоче положення); б) розріз А-А;
в) конструктивне виконання дросельного пристрою (робоче положення); г) розріз Б-Б

В початковому положенні, при повністю відкритому прохідному перерізі, регулюючі органи 4 знаходяться у верхньому крайньому положенні направляючих елементів 3 (рис. 1, а, б). При необхідності дроселювання витрати робочого середовища здійснюють оберти регулюючих рукояток регулюючих гвинтів 5 за годинниковою стрілкою, що приводять до переміщення регулюючих органів 4 до низу в направляючих елементах 3 по регулюючим гвинтам 5 (рис. 1, в, г). Канавки 6 дозволяють здійснювати обертовий рух тільки навколо своєї осі, при цьому регулюючі гвинти 5 не переміщуються вздовж своєї осі. Заглушки 7 зупиняють (фіксують) рух по різьбі регулюючих органів 4. Насічки 8 (рис. 1, а) на регулюючих рукоятках регулюючих гвинтів 5 дають можливість зорієнтуватися про положення регулюючих органів 4 при роботі дросельного

пристрою. Регулюючі органи 4 переміщуючись до центру корпусу 1 надавлюють на еластичну розтягуючу вставку 2 симетрично з чотирьох сторін. Симетричне розташування чотирьох регулюючих органів 4 та виконання вершин конусів під кутом 90° , що є частиною регулюючих органів 4, дають можливість перекрити поперечний переріз циліндричного корпусу 1 по твірним конусів (рис. 1, в). Еластична розтягуюча вставка 2 звужується з чотирьох сторін до повного її закриття (рис. 1, в, г). Внаслідок неповного стискання еластичної вставки 2, звужуючі області утворюють місцеві опори в дросельному пристрої з чотирьох сторін, здійснюють при цьому регулювання системи. Завдяки поступовому плавному переходу до звужуючих (регулюючих) зон покращуються аеродинамічні властивості протікання струмینی чистого повітря та повітря разом з різного роду домішками. Кожний регулюючий орган 4 працює незалежно один від одного. Така робота дає можливість здійснювати незалежне регулювання з одного чи іншого боку при різному встановленні дросельного пристрою на повітроводі, що приводить до покращення аеродинамічних властивостей повітряного потоку, надійності якісного регулювання, підвищення експлуатаційної надійності системи в цілому.

Зменшення енергоємності аеродинамічної мережі при застосуванні вдосконалених конструкцій регулювальних пристроїв визначається як

$$\Delta E = f(E_T, E_B, G_K), \quad (1)$$

де E_T , E_B - відповідно енергоємність аеродинамічної мережної з традиційним виконанням (E_T) та вдосконаленою конструкцією (E_B) виконавчих елементів регулювальних пристроїв; G_K - масова витрата транспортованих твердих компонентів аеродинамічною мережею з витратою газового потоку Q_a .

Енергоємність систем вентиляції та аспірації при регулюванні витрати визначається енергоефективністю дроселюванням, тобто величиною зміни втрати тиску в аеродинамічній мережі

$$\Delta p = f(V_a, \eta_d), \quad (2)$$

де V_a - швидкість аеродинамічного потоку;

η_d - коефіцієнт місцевого опору регулювального пристрою витрати аеродинамічних потоків.

За результатами експериментальних досліджень впливу регулювальних пристроїв з різними конструкціями виконавчих елементів [9] встановлено залежності величин коефіцієнтів місцевих опорів від зміни площі поперечного перерізу аеродинамічного потоку (F_d). При дроселюванні аеродинамічного потоку зміна площі поперечного перерізу потоку регулювального пристрою суттєво впливає на величину втрати тиску ΔP_d .

Величина зменшення енергоємності аеродинамічної мережі при застосуванні вдосконалених конструкцій виконавчих елементів регулювальних пристроїв визначається як

$$\Delta E = f(Q_a, G_K, V_a, F_d, \eta_d, \Delta P_d) \rightarrow \Delta E_{\max} \quad (3)$$

Впровадження енергоощадних технологій в системах вентиляції та аспірації потребує оцінювання їх ефективності на концептуальній фазі життєвого циклу інвестиційного проекту. Розв'язання цієї задачі можливе за результатами моделювання управління показниками динамічного оточення проекту збільшення енергоощадності, що впливають на енергоємність систем вентиляції та аспірації. Обґрунтування економічної доцільності одного із альтернативних інноваційних проектів енергоощадності в системах вентиляції та аспірації на концептуальній фазі життєвого циклу проекту доцільно здійснювати відповідно до запропонованої структурно-логічної моделі управління енергоємністю аеродинамічної мережі (рис. 2). Вхідними змінними параметрами в структурно-логічній моделі управління енергоємністю аеродинамічної мережі є масові витрати транспортованих твердих компонентів (G_K), витрата газового потоку (Q_a), діаметр

мережі (D_a), швидкість аеродинамічного потоку (V_a), коефіцієнт місцевого опору (η_d), площа поперечного перерізу аеродинамічного потоку (E_d) та величин втрат тиску (ΔP_d).

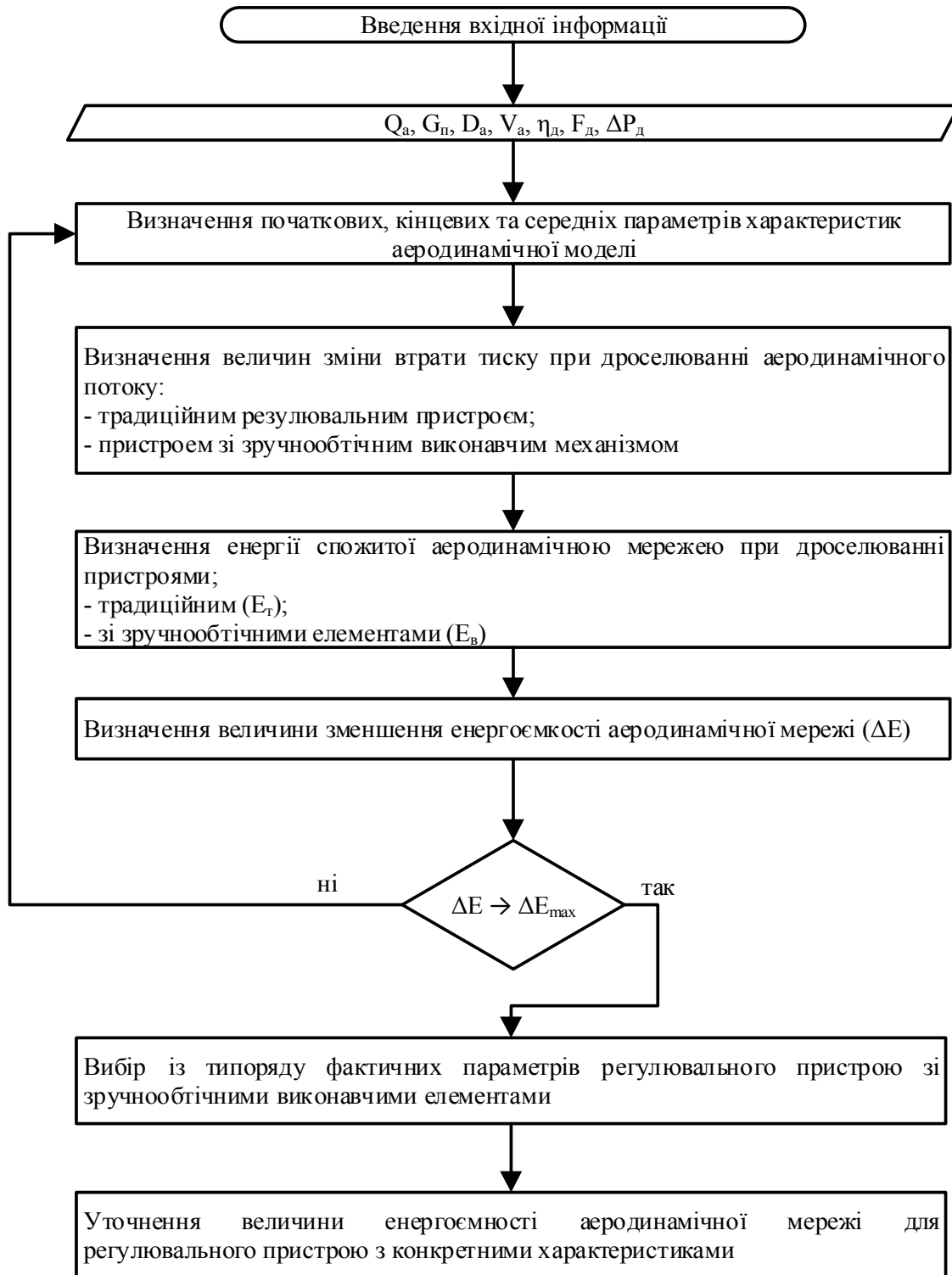


Рисунок 2 – Структурно-логічна модель управління енергоємністю аеродинамічної мережі при регулюванні витрати в системах вентиляції та аспірації

За результатами чисельного моделювання, варіюючи змінними параметрами динамічного оточення інвестиційного проекту оптимізації енергоємності системи вентиляції та аспірації, уточнюються чинники впливу на втрати тиску аеродинамічних потоків при використанні конструкцій регулювальних пристроїв зі зручнообтічною формою.

Висновки

- Визначено основні чинники впливу на енергоємність при регулюванні витрати аеродинамічних потоків систем вентиляції та аспірації, основними з яких є масові витрати газового потоку і транспортуючих компонентів, швидкість та площа дроселювання поперечного перерізу аеродинамічного потоку, коефіцієнти місцевих опорів регулювальних пристроїв.

- Запропоновано структурно-логічну модель управління енергоємністю аеродинамічної мережі при регулюванні витрати в системах вентиляції та аспірації, що дозволить варіюючи змінними параметрами уточнювати чинники впливу на визначальний фактор – втрати тиску аеродинамічних потоків при використанні різних конструкцій регулюючих пристроїв.

Використана література

1. Вентилювання приміщень : навч. посіб. / С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбуш, З. С. Люльчак; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів, 2007. – 476 с.
2. Клименко Г. М. Аналітичні дослідження повітряної струмини при витіканні з перфорованої поверхні / Клименко Г. М., Довгалюк В. Б., Мілейковський В. О. // Вентиляція, освітлення і теплогазопостачання: На-уково-технічний збірник. Випуск 17. Відповідальний редактор Е. С. Малкін.- К. : КНУБА, 2014. - 147 с. - С.10-15.
3. Малкін Е. С. Особливості нерівномірного розподілу в трубному пучку / Е. С. Малкін, Н. В. Чепурна, М. А. Кириченко // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Науково-технічний збірник. Вип. 16. - К. : КНУБА, 2012.- С. 17 - 19.
4. Ратушняк Г. С. Енергоощадні схеми вентиляційних систем з вдосконаленою конструкцією регулюючих пристроїв / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський // Енергоефективність в будівництві та архітектурі, К. : КНУБА, 2013. - Вип. 4.- С. 231 - 235.
5. Ратушняк Г. С. Снижение расхода энергии системами вентиляции путем совершенствования аэродинамических свойств фасонных частей / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология.- Брест.-2013. - № 2(80). – С. 82 – 85.
6. Ратушняк Г. С. Вдосконалення регулювання аеродинамічних потоків трубопровідних систем / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський // Вісник ХНУ. - 2010. - № 4 - С. 26 - 33.
7. Пат. 66911UA, МПК F16K 7/00, B08B 15/00. Дросельний пристрій / Г.С. Ратушняк, Р. В. Степанковський. - № u201107809 ; заявл. 21.06.2011 ; опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.
8. Пат. 82089 UA, МПК F24F 13/02, F24F 13/08. Регулюючий пристрій прямокутного повітроводу / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський. - № u201214134 ; заявл. 11.12.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл. № 14.
9. Ратушняк Г. С. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 112 с.
10. Пат. 57718 UA , МПК F16K 7/00, B08B 15/00. Дросельний пристрій / Г.С. Ратушняк, Р. В. Степанковський.- № u201009851; заявл. 09.08.2010 ; опубл. 10.03.11, Бюл. № 5.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

Лялюк Олена Георгіївна – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Степанковський Роман Володимирович – магістр ВНТУ.

Ратушняк Георгій Сергеевич - к.т.н., професор, декан факультета строительства, теплоэнергетики и газоснабжения Винницкого национального технического университета.

Лялюк Елена Георгиевна - к.т.н., доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

Степанковский Роман Владимирович – магистр ВНТУ.

Ratushniak George - Ph. D., professor, dean of construction, heating and gas Vinnitsa National Technical University.

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction, municipal economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Stepankovsky Roman – Master VNTU.