

УДК 631.331

**МЕХАНІКА ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ
ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СІВАЛКИ.**

Зеленський О. П.

Державний біотехнологічний університет,

Анотація: дослідження повітряного потоку в пневматичній системі сівалки та його опис за допомогою термодинамічних та статичних параметрів.

Аналізуючи рух повітряного потоку, коли всі елементи відцентрового радіального вентилятора ВРВ працюють при незмінній частоті обертання валу відбору потужності ВВП та швидкості руху агрегату (ВРВ), приймаємо, що потік робочого тіла є стаціонарним (тобто не залежить від часу), рівномірним по перерізу, внаслідок швидкоплинності процесів, які відбуваються, теплообмін між робочим тілом і стінками лопаток не враховується.

Весь аналіз, що стосується руху повітряного потоку, який стискається, ґрунтується безпосередньо або опосередковано на чотирьох основних фізичних законах, які описують цей рух. Це закони: закон збереження маси, другий закон руху Ньютона, перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки [1].

Крім цих основних принципів зазвичай використовують допоміжні співвідношення. Прикладом цього можуть бути рівняння стану ідеального газу, закон пропорційності між тілами, що стикаються, напругами і швидкістю деформації зміщення, рівняння теплообміну та т.і.

Стан повітряного потоку може бути описаний змінними: тиском p , температурою T , густиною повітряного потоку ρ_v , швидкістю c (розкладена на величину та напрямок).

Стан може бути виражена у вигляді функціональної залежності, яка називається термічним рівнянням стану:

$$f(p, T, \rho_v, c) = F, \quad (1)$$

Вид функції F різний та залежить від природи і агрегатного стану тіла та є записом законів збереження маси, імпульсу або моменту кількості руху, енергія та рівняння Менделєєва — Клапейрона.

$$p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T, \quad (2)$$

де p – Абсолютний тиск, Па; V – обсяг газу, м³; ν – кількість речовини, моль; R – універсальна газова стала, $R \approx 8,314$ Дж/(моль · К), T – термодинамічна температура газу, що розглядається, К. У разі постійної маси газу рівняння (1.02) можна записати у такому вигляді:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \nu \cdot R = const. \quad (3)$$

При роботі вентилятора кількість вхідного та вихідного повітряного потоку величина постійна (зробивши припущення, що втрат повітряного потоку в процесі руху немає), тобто рівняння (1.03) для нашого випадку справедливе. Зв'язок між тиском, щільністю та абсолютною температурою встановлюється рівнянням стану:

$$\frac{p}{g \cdot \rho_v} = T \cdot R_n, \quad (4)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; R_n – питома газова стала ($R_n = 288$ Дж/(кг · К)). Говорячи про процеси, які відбуваються всередині ЦРВ ми вважаємо, що робоче тіло (повітряний потік) є ідеальним, тобто. у нас відсутні міжмолекулярні сили взаємодії, а сам об'єм молекул дорівнює нулю та вони взаємодіють між собою як абсолютні пружні тіла [2]. Слід зазначити, що ознакою підведення роботи до системи є наявність фізичного руху. Таким чином, у ВРВ робота здійснюється РК, нерухомі елементи роботи не здійснюють, тому до них не підводиться робота. Закон зміни основних параметрів повітряного потоку описується рівнянням процесу:

$$\frac{p}{\rho_B^n} = p \cdot v_B^n = const, \quad (5)$$

де n - показник політропи. Залежно від того яке значення набуває n такий процес ми й розглядаємо. Знаючи рівняння процесу досить легко знайти зв'язок між параметрами повітряного потоку:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_{B2}}{\rho_{B1}}\right)^n, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}. \quad (6)$$

У ВРВ тепло не підводиться і не відводиться тому процес у машині виділяється адіабатним (вважається ідеальним) та описується рівнянням адіабатного процесу:

$$\frac{p}{\rho_B^k} = p \cdot v^k = const, \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_{B2}}{\rho_{B1}}\right)^k, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}, \quad (7)$$

де k – показник ізоентропи, $k = \frac{c_p}{c_v}$. Та відповідно до рівняння Маєра:

$$c_p = c_v + R. \quad (8)$$

Величини c_p , c_v , а відповідно і k в розрахунках ВРВ будуть використовуватися, є постійними величинами та залежать від складу речовини і температури T .

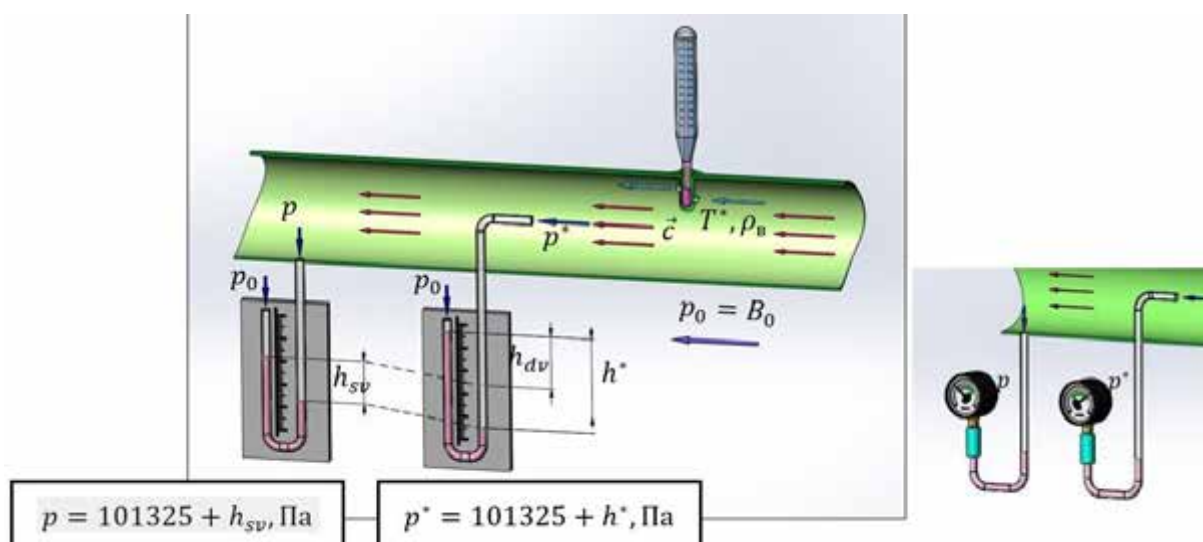


Рис. 1. Схема вимірювання параметрів тиску та температури загальмованого повітряного потоку

Параметри стану нерухомого повітряного потоку, що включають тиск p , температуру T та щільність повітряного потоку ρ_B , називаються

істинними, термодинамічними або статичними параметрами. Якщо повітряний потік рухається, то перед нерухомо встановленими приладами, наприклад, трубкою манометра або термометром він гальмується (рис. 1).

При гальмуванні відбувається стиснення повітряного потоку, у результаті місцеві значення параметрів його стану змінюються (збільшуються) проти їх значеннями в набігаючому повітряному потоці [2]. Такі параметри називають параметрами гальмування або повними параметрами. Термометр покаже у трубопроводі підвищене значення T^* :

$$T^* = T + \frac{c^2}{2 \cdot c_p}, \quad (1.09)$$

де T – статична температура, K , c – швидкість повітряного потоку, м/с; c_p – ізобарна теплоємність робочого тіла (повітряного потоку), $\frac{Дж \cdot кг}{К}$.

Манометр, у свою чергу, покаже підвищене значення тиску p^* :

$$p^* = p + \rho_v \cdot \frac{c^2}{2}, \quad (1.10)$$

де p – статичний тиск, Па; ρ_v – щільність робочого тіла (повітряного потоку), $кг/м^3$. Таке поведінка приладів (завищує показання приладів) пов'язані з законом збереження енергії, тобто потік загальмувавши на трубці Піто перерозподілив кінетичну енергію потоку, перейшовши в потенційну енергію стисненого повітряного потоку.

Ці параметри називають загальмованими p^* та T^* .

Параметри гальмування характеризують енергетику потоку, перетворення енергії потоку.

Отже, вимірювання статичних параметрів є складний процес, засоби вимірювання повинні рухатися з тією швидкістю, що й повітряний потік, тоді вони покажуть справжнє значення параметра, що вимірюється, а це не є дійсним.

Статичний тиск передається через прикордонний шар без спотворень. Тому статичний тиск заміряють за допомогою зондів з отворами, що знаходяться в стінках перпендикулярних потоку, що рухається. Статичну температуру зазвичай не вимірюють.

Список використаної літератури.

1. Ing. Dr. techn. Back O. Ventilatoren entwurf und berechnung. Halle (Saale) 1955-362 p.
2. Hirsch, C. (2007). Numerical computation of internal and external flows (2nd ed.). Oxford: Published by John Wiley & Sons, Ltd.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.