

## ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ПНЕВМОСИСТЕМІ СІВАЛКИ ДЛЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

**Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський О.П. аспірант,  
Зеленський А.П., аспірант**  
*(Харківський державний біотехнологічний університет)*

Якість проведення польових робіт залежить від удосконалення сільськогосподарської техніки, досконалості сівалок точного висіву з пневматичними системами, в яких покращені характеристики генераторів вакууму, широко застосовуються відцентрові радіальні вентилятори (ВРВ) високого тиску, які є одним із найважливіших вузлів пневматичної системи сучасних сівалок точного висіву.

Часто ВРВ працюють у широкому інтервалі значень витрат повітря, що впливає на їх продуктивність і, відповідно, на стійкість роботи пневматичних систем сівалок загалом. Тому, все це буде позначатися на якості роботи та продуктивності посівних машин та, як наслідок, це відобразиться на швидкості та якості проведення посівних робіт. Отже створення надійного та ефективно працюючого ВРВ, це є основою пневмосистеми сівалки точного висіву, саме це забезпечує подальше підвищення якісних показників її роботи. Тому основним завданням є детальне вивчення та глибоке опрацювання робочого процесу, що протікає у міжлопаткових каналах ВРВ. Саме отриманні данні, під час числового моделювання, дозволить при проектуванні ВРВ уникнути значну кількість помилок та, з рештою, призведе до побудови такої конструкції, яка б дала змогу отримати підвищену газодинамічну стійкість, коефіцієнт корисної дії (ККД) та загальну ефективність розробленої пневматичної системи. Тому було прийнято рішення, використати численні методи засновані на розв'язуванні рівнянь Нав'є-Стокса, при розгляді досліджень повітряних потоків у системі. Розглядаючи ВРВ як агрегат у складі пневматичної системи сівалки, було розглянуто методологію чисельного моделювання газодинамічних процесів, що відбуваються в міжлопаткових каналах вентилятора, а також було визначено його оптимальну конструкцію та характеристику. **[Ошибка! Источник ссылки не найден.,1,3]**

Чисельне моделювання процесів, які відбуваються у ВРВ складаються :

1) проведення аналіз існуючих моделей пневматичних сівалок точного висіву та їх газогенераторів;

- 2) формування технічного завдання на розробку моделі вентилятора;
- 3) постановка математичної задачі проектування;
- 4) попереднє визначення геометричних параметрів та створення геометричної схеми, а також профілю робочого колеса вентилятора;
- 5) створення 3D-моделі вентилятора;
- 6) обґрунтування вибору математичної моделі, що описує течії повітря та методу розв'язання;
- 7) вирішення рівнянь обраної математичної моделі повітряного потоку [3];
- 8) проведення аналізу отриманих результатів газодинамічного проектування та оптимізація геометричних параметрів проточної частини ВРВ.

Також було розглянуто процес моделювання потоків повітря у ВРВ. Після того як було створено модель процесів, що відбуваються у ВРВ, так і в трубопроводах пневматичної системи, далі виробляється сіткова апроксимація розрахункової області. Можливо створити як неструктуровану розрахункову сітку так і блочно-структуровану. Потім потрібно вибрати моделі суцільного середовища (в даному випадку, повітря). Середовище може бути таким, яке стискається і таким, що не стискається. Обґрунтовуються граничні умови, в даному випадку для рухомих та нерухомих елементів, а також описуються пристінні течії потоку модельного середовища (процесу виникнення турбулентності). У ході виконання цих рішень оцінюється точність. При цьому проводиться оцінка математична та фізична, дається оцінка похибки під час моделювання та дискретизація ітераційного рішення. Далі проводиться аналіз одержаних результатів ВРВ. Такий аналіз може бути графічним чи чисельним.[5] Описуються кореляційні зв'язки між змінними, що вивчаються. Також проводиться аналіз, використовуючи метод статистичного аналізу, кореляційний, дисперсійний чи факторний. На їх основі робляться висновки про подальші дії при проектуванні моделі: відправляється у виробництво чи доопрацювання.

Під час вивчення газових потоків, які виникають у пневматичній системі, велика увага приділяється вивченню зон та областей, в яких виникає турбулентність та зони збурень (вихроутворень) потоку повітря, що негативно впливають на характер течій, сприяючи втратам швидкості, тиску та витрат повітря. Далі проводиться газодинамічне моделювання різних моделей вентиляторів шляхом множинного повторення розрахунків з різними заданими граничними умовами для подальшого опосередкування [1,3].

Моделювання робочого процесу ВРВ проводиться для чотирьох типів вентиляторів, у яких є відмінності це: кути входу потоку та кількість лопаток. Частота обертання ротора прийнята 5000 об/хв, та використовується модель турбулентності – k-ε. Також проводились дослідження над вентилятором із загнутими лопатками проти годинникової стрілки та за годинниковою стрілкою. Проаналізувавши параметри, які були отримані в ході моделювання, встановлено, що найбільший ККД та витрати повітря відбуваються у вентилятора (модель №03400Z24R50), де розглядається вдосконалений профіль лопатки з кутом входу на 34°.

Розглядаючи представлені методики розрахунку газодинамічних параметрів була реалізована можливість оцінювати характер перебігу повітря у проточній частині ВРВ, зробити висновки щодо форми та розмірів трубопроводів, оцінювати якість проектування самого відцентрового радіального колеса, знаходити, кут установки, геометричні розміри, товщину та кількості лопаток, та оцінювати показники шуму та фактори безпеки.[4]

Проведені дослідження дали можливість, при здійсненні проектування досягати бажаних режимів перебігу повітря, отримувати високі показники параметрів потоку в міжлопаткових каналах ВРВ та зробити висновок, що високі значення параметрів, може бути досягнуто шляхом ретельного підходу до профілювання і впровадження нових змін до досліджуваної конструкції. Тому використання САЕ – пакетів програм на основі CFD – методів дає можливість ефективно проводити моделювання газодинамічних характеристик перебігу газів у проточній частині ВРВ та в трубопроводах пневматичної системи. Такий підхід дає можливість займатися прогнозуванням кінцевих параметрів та зменшити витрати часу та ресурсів під час роботи з удосконалення конструкції. Тому бажано провести порівняльний аналіз різних математичних моделей, які описують турбулентність при розрахунках повітряних потоків при проектуванні відцентрових радіальних вентиляторів, а також провести порівняльний аналіз з експериментальними даними. Такий підхід, суттєво дає можливість при чисельному моделюванні скоротити кількість натурних експериментів, що дасть можливість більш раціонально отримати облік ВРВ. Як результат, такий спосіб є актуальним і дає можливість до широкого застосуванню.

#### **Список використаної літератури.**

1. Kalinkevich, N.V., & Gusak, A.G. (2011). *Theory of turbochargers*. Sumy: SSU.

2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1991. – Ч. 1. – 597 с
3. Солодов В.Г. Применение пакета прикладных программ ANSYS для решения задач гидрогазодинамики. учеб. пособие. Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2017. 167 с.
4. Schlichting H., Gersten K. Boundary-Layer Theory. Ninth Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017-805 p.
5. Starodubtsev Yu.V., Solodov V.G. Numerical Model Of Viscous Turbulent Flow In One Stage Gas Turbine//SYMKOM-05, Lodz, Poland, September, 2005, 8p.//also: Journal of Turbomachinery, No 128 Anderson, John D., Jr.: *Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications*, McGraw-Hill, New York, 1995.

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ**

**Іванченко М. Д. студ.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

Аналіз існуючих технологій та техніки для очищення зерна від домішок показав поширення у агропідприємств пневмосепараторів. Існуючі серійні пневмосепаратори мають недостатню продуктивність і якість очищення зерна, при цьому мають високу металоємність і значну витрату повітря, що призводить до збільшення витрат на електроенергію та експлуатацію. Невеликі фермерські господарства та агропідприємства потребують машин з низькими енерговитратами та високою якістю очищення зерна.

Процес виробництва насіння включає важливий етап – післязбиральну обробку. Втрати на обробку становлять невелику частину від загального виробництва, що підтверджує відповідний пункт в технологічній карті підготовки насіння. Однак неякісне та неефективне проведення даного обробітку викликає збитки, які перевищують в рази вартість цієї обробки.

Очищення зерна полягає в можливості поділу компонентів суміші, мають різні значення однієї чи кількох параметрів. До таких властивостей відносяться геометричні розміри, форма зерна, густина, тип поверхні, пружність і т. д.

Поділ насінневої суміші за аеродинамічними показниками має ряд істотних переваг: простота конструкції сепараторів та їх низька матеріаломісткість, низька травмованість насіння основної культури,