

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ В ЦИКЛОНІ-УТИЛІЗАТОРІ ПІСЛЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА НА БІОМАСІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано моделювання ефективності очищення димових газів в циклоні-утилізаторі після парогенератора на біомасі у CFD-пакеті SolidWorks Flow Simulation. Отримано залежність ефективності очищення від швидкості та температури димових газів на вході у циклон-утилізатор.

Ключові слова: циклон-утилізатор, зменшення викидів, екологія.

Abstract

The efficiency of flue gas purification in a recycling cyclone after a biomass steam generator was modeled using the CFD package SolidWorks Flow Simulation. The dependence of the cleaning efficiency on the speed and temperature of flue gases at the inlet to the cyclone-utilizer was obtained.

Key words: cyclone recovery, emission reduction, ecology.

Вступ

Багатовікова господарська діяльність людства, інтенсифікація промислового виробництва, зневага до крихкої рівноваги природних екологічних систем приводять навколишнє середовище до стану кризи та виникнення різних аномалій, наприклад, незворотних температурних змін в атмосфері планети, ураганів, повеней тощо. Тому стало досить актуальним завдання раціонального природокористування у поєднанні з ефективним зниженням негативного впливу подібних факторів, зокрема промислового виробництва, на біосферу. Одними з досить напружених з точки зору екологічної безпеки є теплова енергетика. Шкідливі викиди після теплогенераторів на твердому паливі можуть суттєво впливати на навколишнє середовище та стан здоров'я людей. Тенденція до зменшення споживання викопних енергоносіїв призвела до збільшення використання твердої біомаси як палива на котельнях, що викликає необхідність у зменшенні викидів золи у навколишнє середовище. Наразі широко використовують апарати, що поєднують у собі функції очищення димових газів від золи і утилізацію їх теплоти – циклони утилізатори.

Мета роботи – дослідити ефективність очищення димових газів від золи у циклоні-утилізаторі під час його експлуатації.

Результати досліджень

Для виконання поставленої мети виконано такі етапи дослідження: тривимірне моделювання циклона-утилізатора (рис. 1) в системі автоматизованого проектування SolidWorks; розміщення геометричної моделі циклона в розрахунковій області для розв'язання внутрішньої або зовнішньої задачі; введення умов однозначності; формування цілей (рис. 2); вибір типу, розмірів твердих частинок та умов на стінках для розрахунку ефективності циклона; візуалізація результатів через траєкторії потоку, картини в перерізі, поверхневі параметри.

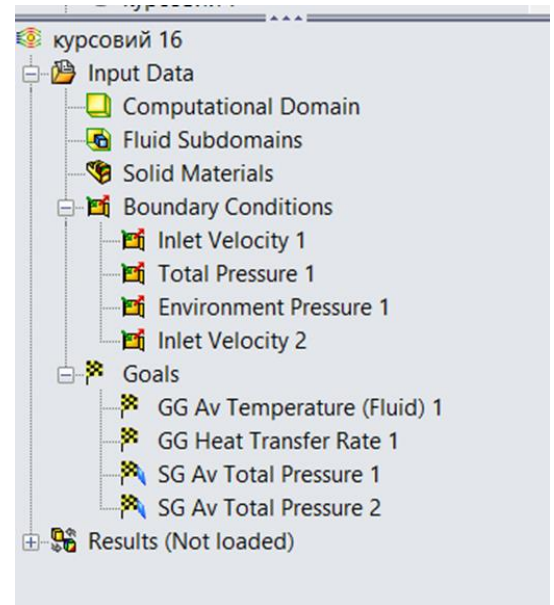
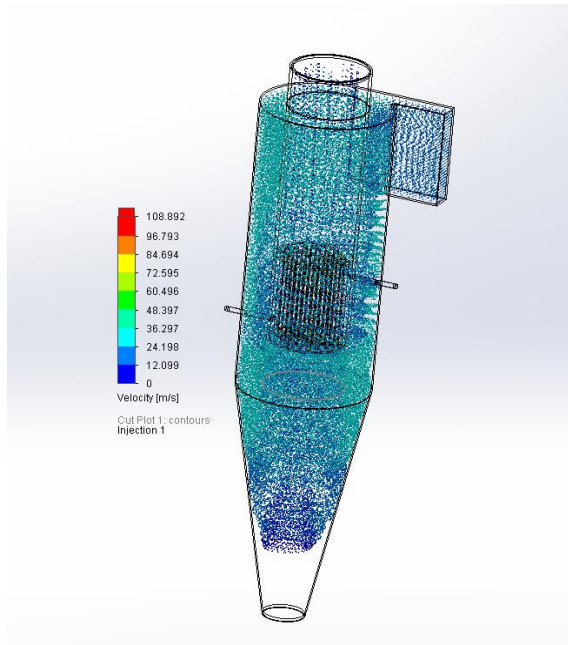


Рисунок 2 – Цілі дослідження в системі Flow Simulation

Рисунок 1 – Траєкторія руху твердих частинок і розподіл швидкостей.

Для проведення комп'ютерного експерименту у Solidworks Flow Simulation вводимо такі умови однозначності: фізичні – середовища дослідження повітря, вода, матеріал стінок – вуглецева сталь; граничні умови: діапазон швидкостей потоку відхідних газів котла на вході в циклон – 21, 17, 12,5, 8 м /с, температура газів на вході в циклон – $t_r = 200, 180, 160, 140$ °С, повний тиск – 101325 Па; масова витрата мережної води на входів теплообмінник – $G_b = 1,5$ кг/с; температура води на вході в теплообмінник – 20 °С.

Основна задача циклона-утилізатора якомога краще очистити димові гази перед тим, як вони потраплять в димову трубу а потім в навколишнє середовище. На даним час основна задача теплоенергетиків забезпечити максимально менший вплив на навколишнє середовище Оцінка ефективності очищення димових газів від твердих частинок проводилася у модулі Flow Simulation (рис. 3, рис. 4).

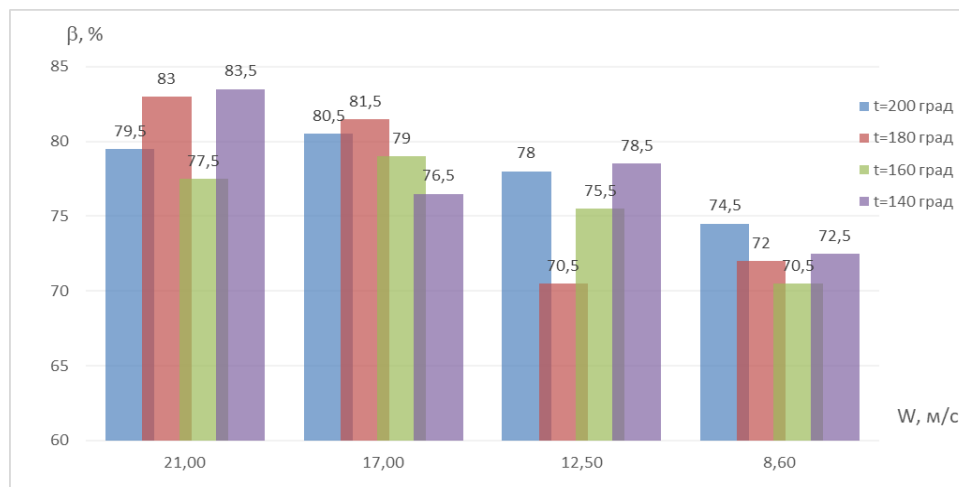


Рисунок 3 – Ступінь очищення від швидкості газів на вході.

Із рис. 3 можна спостерігати тенденцію збільшення ступеня очищення при збільшенні швидкості але при однаковій швидкості трохи різняться показники при 140 і 180 °С порівняно з 200 і 160 °С (83...83,5%) і (79,5...77,5%) відповідно.

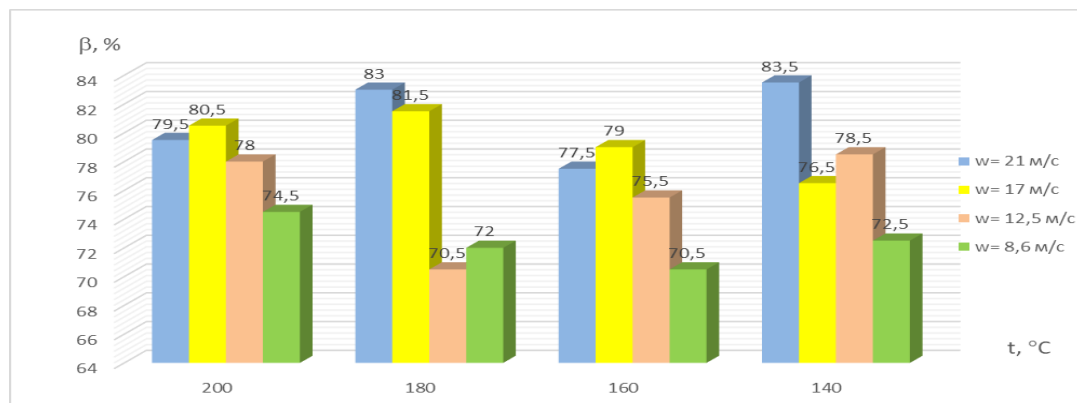


Рисунок 4 – Ступінь очищення від температури газів на вході.

Аналіз рис. 4 показав, що результати дуже різняться між собою однозначної тенденції об'єднавши в групи по температурах не спостерігається. Але наприклад, якщо виділити такі параметри як температура 140, 180 °С і швидкість 21 м/с можна сказати точно, що при цих параметрах ступінь очищення найвищий в межах 83%.

Висновки

Із збільшенням переходу і використання альтернативного виду палива збільшується викиди забруднених димових газів в навколишнє середовище. Циклон-утилізатор застосовується для очищення відхідних газів після теплогенератора на біомасі. Виконано моделювання циклону типу ЦН-15-900 і режимів роботи, в CFD-пакеті SolidWorks Flow Simulation. За результатами моделювання отримано фізичні величини, за якими визначено ступінь очищення димових газів. Встановлено, що ступінь очищення димових газів краще досліджувати залежно від швидкості потоку, оскільки, чим вища швидкість димових газів на вході в циклон-утилізатор, тим краще відбувається закручування потоку і осадження твердих частинок в бункер золи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ляшеник А. В. Обґрунтування конструкції циклона для очищення повітря на підприємствах деревообробної галузі / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Л. М. Дорундяк, Ю. Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.9. – С. 119-125.
2. Батлук В. А. Наукові основи створення високоефективного пиловловлюючого обладнання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.05.02 "Машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій" / Батлук Вікторія Арсеніївна; НУ "Львівська політехніка". – Львів : НУ "Львівська політехніка", 2001. – 40 с.
3. Циклон ЦН-15-900х2УП. URL: <https://ventoprom.com.ua/product/cn-15-900-2up-ciklon/> (дата звернення 18.11.2023)

Степанова Наталія Дмитрівна – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Глеба Ярослав Олександрович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail; yaroslavg1389@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, Stepanovand@i.ua

Gleba Yaroslav Oleksandrovych - student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail; yaroslavg1389@gmail.com