

5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 681.3+674.047

*Проф. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук;
доц. М.В. Дендюк, канд. техн. наук; асист. М.С. Варениця;
магістр Ю.В. Прусак – НЛТУ України, м. Львів*

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СУШИЛЬНИХ КАМЕР ЗАСОБАМИ COSMOSFLOWWORKS

Здійснено математичне моделювання та аналіз фізичних потоків у лісосушильних камерах з використанням інформаційних технологій проектування COSMOSFloWorks. Для твердотілого моделювання лісосушильної камери та створення тривимірних моделей її компонентів використано систему автоматизованого проектування SolidWorks.

Актуальність проблеми. Комп'ютерне моделювання запроваджують у всі сфери практичної діяльності. Воно є необхідним інструментом для проектування та створення сучасних енергоощадних технологічних об'єктів, зокрема у деревообробній галузі – сушильних камер для осушування деревини та й інших капілярно-пористих матеріалів.

Одним із можливих шляхів математичного моделювання фізичних процесів у камерах сушіння деревини є використання систем автоматизованого проектування та інженерного аналізу – САЕ-систем (Computer Aided Engineering). У цьому аспекті важливими є програмні системи, які інтегруються у геометричні САПР (системи автоматизованого проектування), а також дають змогу досліджувати складні теплофізичні та аеродинамічні процеси в багатокомпонентних анізотропних середовищах. До класу таких систем належить COSMOSFloWorks, який базується на сучасних досягненнях обчислювальних методів та інтегрується із автоматизованою системою геометричного проектування SolidWorks.

Тому пошук ефективних шляхів щодо проектування лісосушильних камер безпосередньо пов'язаний з розробленням систем автоматизованого проектування на основі комп'ютерного моделювання та прийняття оптимальних проектних рішень.

Аналіз результатів досліджень. Аналіз літературних джерел [2-4] та практика проектування лісосушильних камер (ЛК) свідчить про те, що дослідження ЛК як об'єктів проектування та їхнє комп'ютерне моделювання вимагає подальшого істотного вдосконалення. Наявні математичні моделі тепломасообмінних полів у ЛК базуються на рівняннях матеріального та теплового балансів [2, 4], які визначають змінні потоки маси і тепла теплоносія. На основі такого підходу комп'ютерне моделювання камер сушіння здійснюється переважно з точки зору систем керування [3]. Треба зазначити, що комп'ютерні моделі інженерного аналізу тепломасообміну у ЛК є досить рідкісними.

Останніми роками, у зв'язку з інтенсивним розвитком комп'ютерної техніки та програмного забезпечення, істотно розширилися можливості числового аналізу завдяки CAE (Computer Aided Engineering) технологіям, тобто технологіям інженерного аналізу. У межах CAE існує такий клас програм, як CFD (Computational Fluid Dynamics), що призначені для комп'ютерного аналізу фізичних полів [7, 8]. До цього класу належать такі програми, як COSMOSFloWorks, Fluent, Flowvision та ін. CFD-програми добре себе зарекомендували для наукових досліджень тепломасообмінних полів у різноманітних галузях промисловості. У цьому дослідженні наведено можливості та доцільність використання COSMOSFloWorks у поєднанні з SolidWorks для проектування конструкцій й аналізу тепломасообмінних процесів у камерах сушіння.

Геометричне моделювання об'єкту ЛК засобами SolidWorks. Для створення тривимірної моделі лісосушильної камери періодичної дії використано систему автоматизованого проектування SolidWorks. Її середовище та інструменти добре пристосовані до побудови складних поверхонь та збірок. До комплексу цього програмного забезпечення входить система автоматизованого розрахунку COSMOSFloWorks, що інтегрується у середовище проектування [1, 6].

Для побудови експериментальної моделі було вибрано конвективну камеру з поперечним потоком повітря. Камера такого типу містить калорифери та вентилятори, кількість яких розраховується за відповідними формулами [5], залежно від розмірів та об'єму камери.

Спочатку засобами SolidWorks побудовано 3D-модель складових ЛК як калорифера та вентилятора. Схему побудови зображено відповідно на рис. 1 і 2.

Далі побудовано 3D-модель камери та штабелю пиломатеріалів (рис. 3). Ці елементи здійснені без деталізації, а лише для зображення наочної моделі укомплектованої сушильної камери.

Наступним етапом є комплектування описаних вище елементів та створення завершеної конструкції камери сушіння деревини (рис. 4).

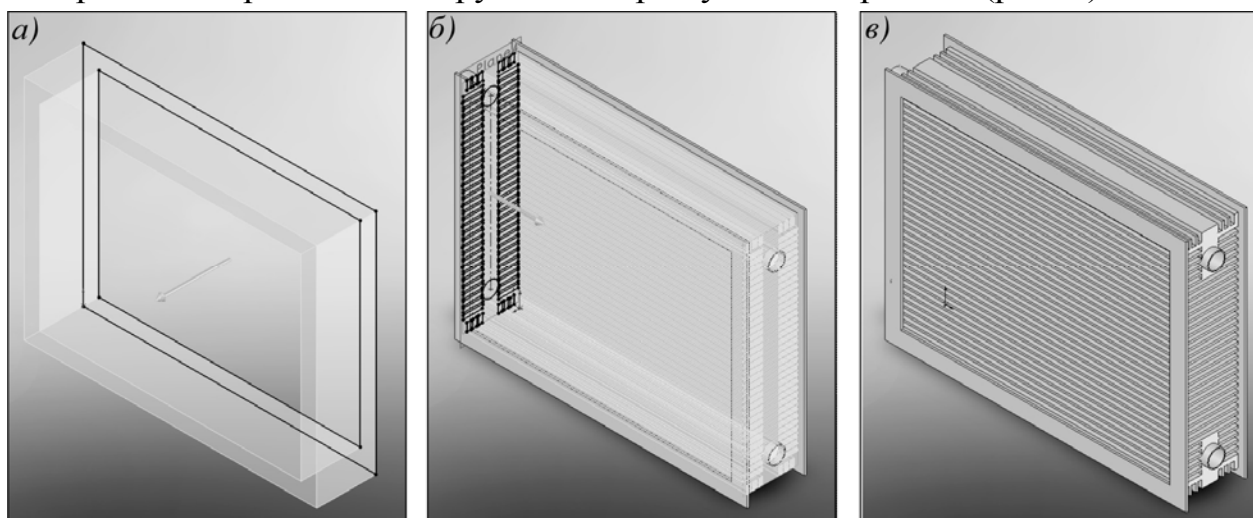


Рис. 1. Побудова калорифера: а) побудова основи калорифера; б) побудова водяних труб та ребер радіатора; в) тривимірна модель калорифера

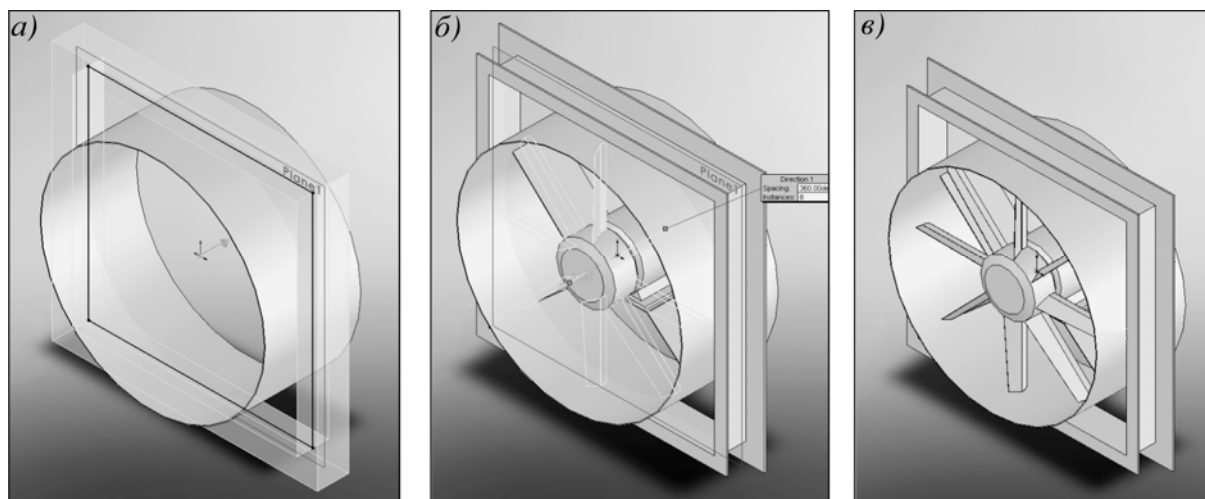


Рис. 2. Побудова осевого вентилятора: а) побудова корпусу та основи кріплення вентилятора; б) побудова двигуна та лопатей вентилятора; в) тривимірна модель вентилятора

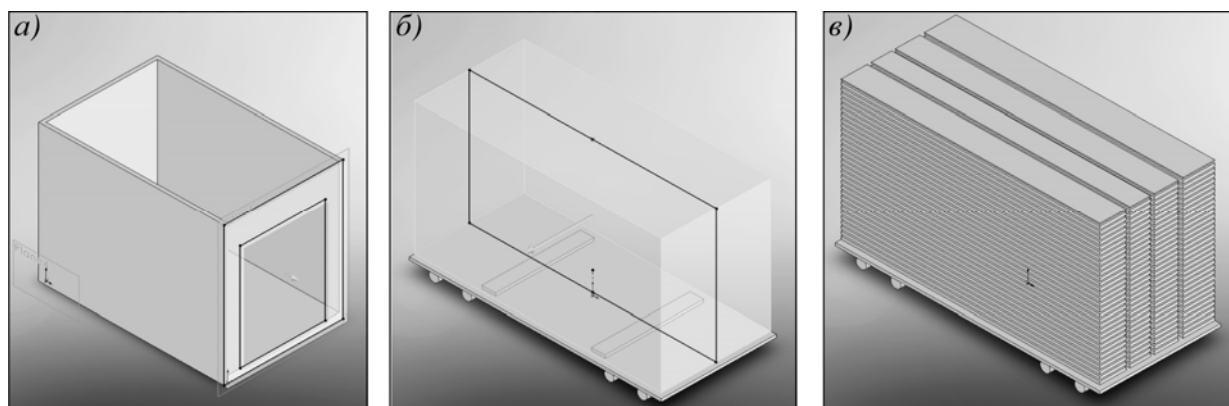


Рис. 3. Побудова камери та штабелю: а) побудова конструкції ЛК з вхідними воротами; б) побудова штабелю пиломатеріалів на підштабельному візку; в) штабель пиломатеріалів на підштабельному візку

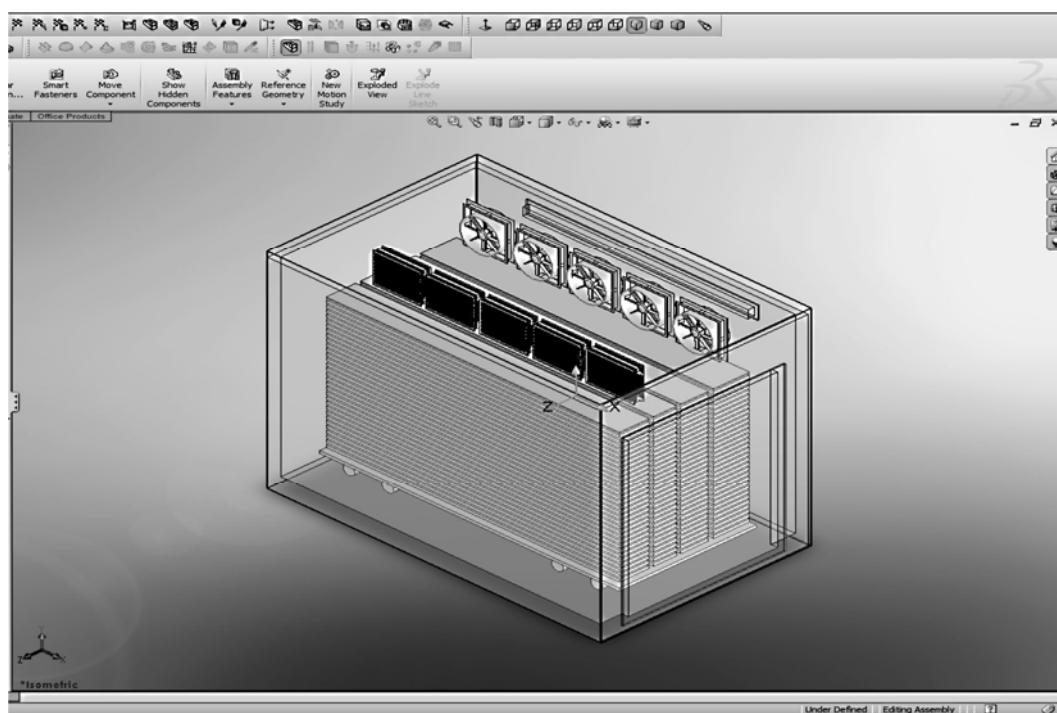


Рис. 4. Твердотіла 3D-модель лісосушильної камери конвективної дії у збірці, виконаній засобами SolidWorks

Отож, збірка складається: з п'яти вентиляторів, п'яти калориферів, фальш-стелі, штабелю на підштабельному візку, самої камери та стелі камери, а також вентиляційних заглушок.

Математичне моделювання об'єкта ЛК засобами COSMOSFloWorks. Після того, як ми повністю спроектували 3D-модель камери у середовищі SolidWorks, можемо приступати до процесу автоматизованого розрахунку фізичних полів у ЛК. Однак, чим більше в області розрахунку поверхонь та об'єктів, тим більше часу та апаратних ресурсів доведеться затратити на розрахунок. З метою економії цих факторів, побудовано спрощену модель камери, на якій проводились розрахунки.

Для початку автоматизованого розрахунку необхідно створити проект в COSMOSFloWorks, задати вхідні дані та початкові і граничні умови. Для цього у COSMOSFloWorks виконано такі етапи:

- як зазвичай, спочатку задаємо ім'я проекту;
- обираємо систему одиниць вимірювання. У нашому випадку – це система *SI*;
- обираємо тип задачі – внутрішня чи зовнішня. Внутрішня задача, це коли обчислюються зміни в середині моделі (як у нашому випадку), а зовнішня – це коли модель поміщена у рідину або обчислюються зовнішні чинники, котрі впливають на зміну параметрів моделі. Отже, обираємо тип задачі *Internal (Внутрішній)*;
- вибираємо тип речовини в середині моделі, в нашому випадку – це *Air (Повітря)*;
- наступним кроком задаємо теплофізичні параметри поверхонь моделі. Наприклад, коефіцієнти теплопровідності, температури зовнішнього повітря та інші характеристики;
- задаємо теплофізичні та аеродинамічні параметри калориферів та вентиляторів;
- визначаємо точність отримуваних результатів, тобто наскільки точними вони будуть, але тут варто пам'ятати, що чим більша точність результатів, тим більший час та апаратний ресурс затрачається на обчислення моделі.

Коли проект створено, необхідно ввести відповідні **вхідні дані** у панелі керування FloWorks, зокрема: тиск (статичний) – 101325 Pa, початкову температуру повітря у камері – 20 °C та інші параметри. Нагрівання повітря у камері здійснюється нагрівними елементами – калориферами, встановлюємо їхню потужність близько 2 КВт. У напрямку калориферів подаються потоки повітря під дією осьових вентиляторів із кутовою швидкістю 100 рад /с. Також необхідно задати фізичні параметри елементів камери: матеріал та теплопровідність.

Зазначимо, що для такого підходу досягається необхідна інтегрованість COSMOSFloWorks із SolidWorks. Це дає змогу здійснювати автоматизований розрахунок досліджуваних фізичних полів у ЛК без додаткових магістралей передавання даних між програмними оболонками геометричного проектування об'єкта і математичного моделювання та розрахунку. Також задання вхідних даних та візуалізація здійснюється безпосередньо у середовищі SolidWorks.

Аналіз отриманих результатів. Автоматизована система розрахунку COSMOSFloWorks має змогу отримувати результати у графічному вигляді, що робить їх більш доступними та зрозумілими.

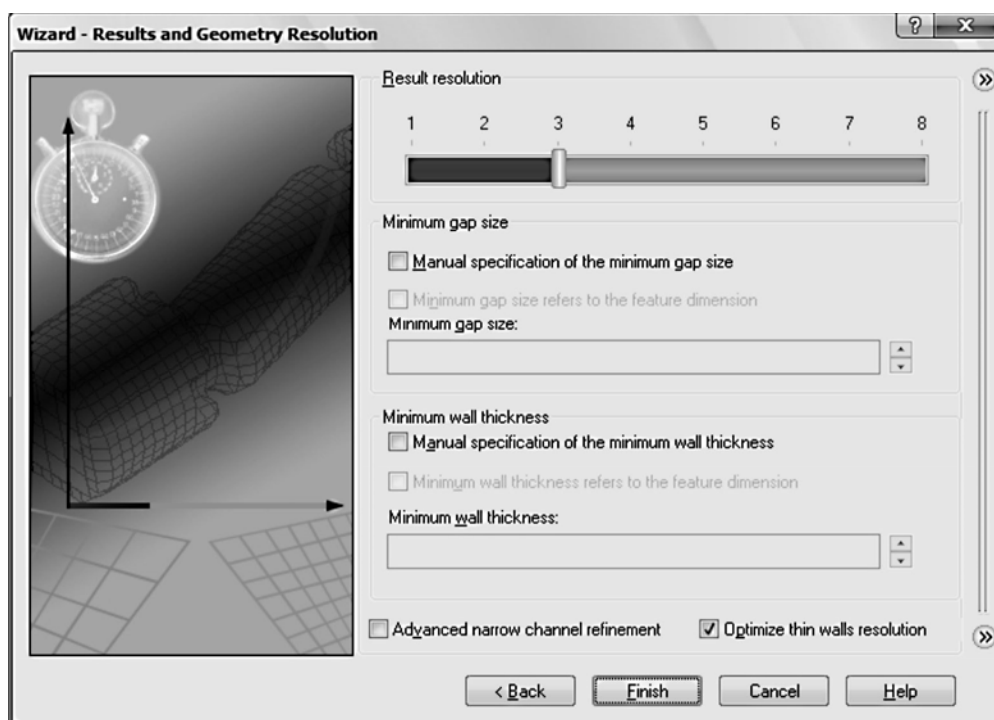


Рис. 5. Фінальний етап створення проекту в COSMOSFloWorks

Під час процесу моделювання роботи елементів лісосушильної камери можемо в реальному часі спостерігати за зміною температури у камері із кожною ітерацією обчислень.

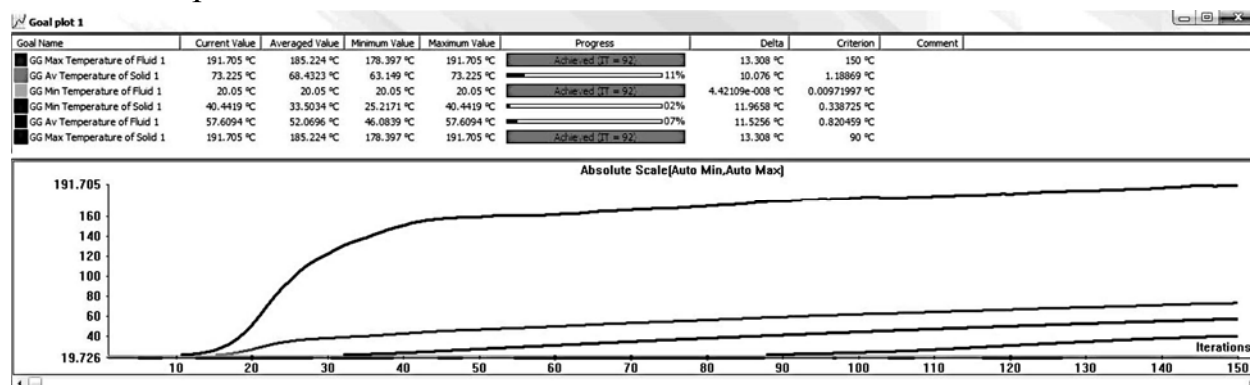
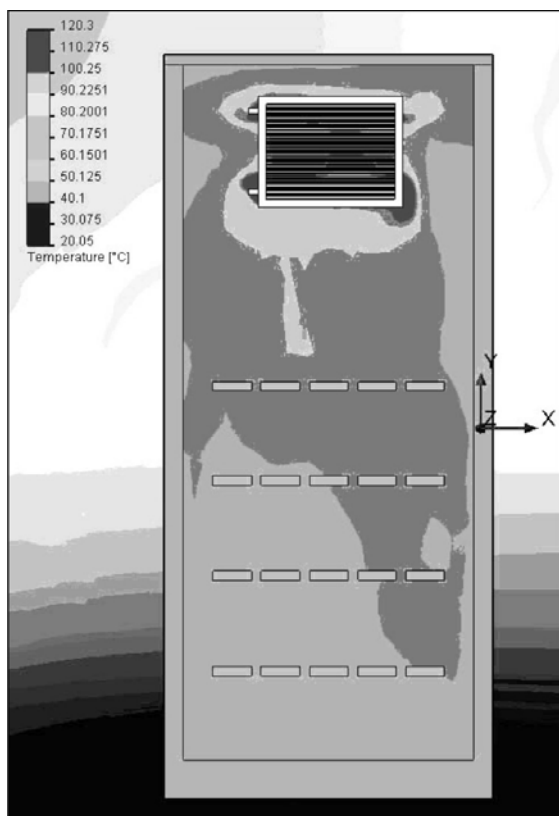


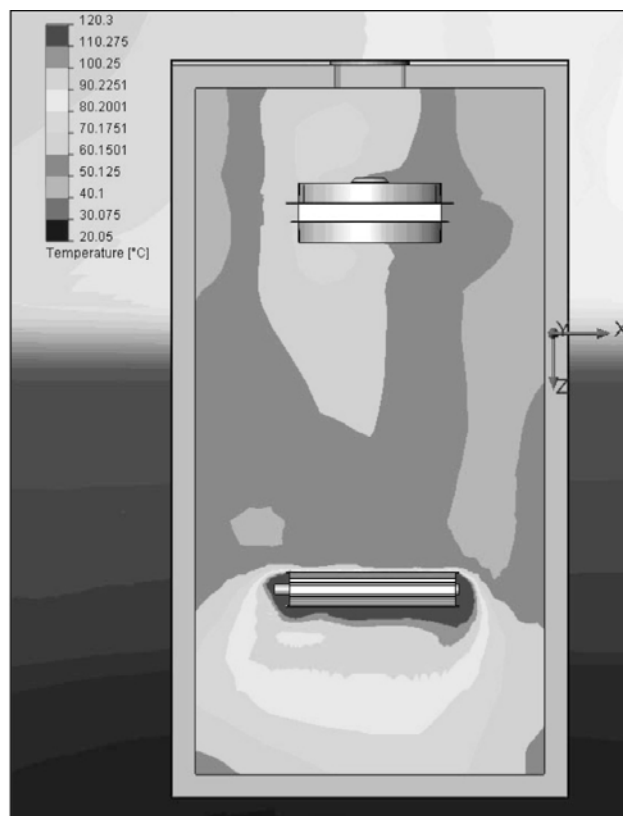
Рис. 6. Графік розподілу температур відносно часу

У верхній частині рис. 6 показані значення усіх параметрів, котрі ми задавали як цілі розрахунку, а у нижній – вони зображені у вигляді графіка. На графіку ми бачимо, як змінюється температура повітря і поверхонь камери у зв'язку із нагріванням калорифера. Початкова температура повітря у середині камери становить 20 °C. З часом вона починає зростати, а за нею і температури поверхонь. Після позначки у 20 одиниць часу спостерігаємо, як температура повітря стрімко піднімається вгору (це пов'язано із змішуванням нагрітих потоків та повітря, що поступило до камери), а температура поверхні штабеля теж піднімається, але плавно і поступово.

На час завершення експерименту маємо такі результати: температура повітря становить приблизно 191 °C, середня температура поверхні штабеля близько 73 °C. На рис. 7, 8 представлено графічні зображення тепломасообмінних розподілів потоків повітря у камері. На шкалі (ліворуч зображень) різними кольорами відзначено відповідні значення температури.



(вид з переду)



(вид зверху)

Рис. 7. Розподіл температур у камері

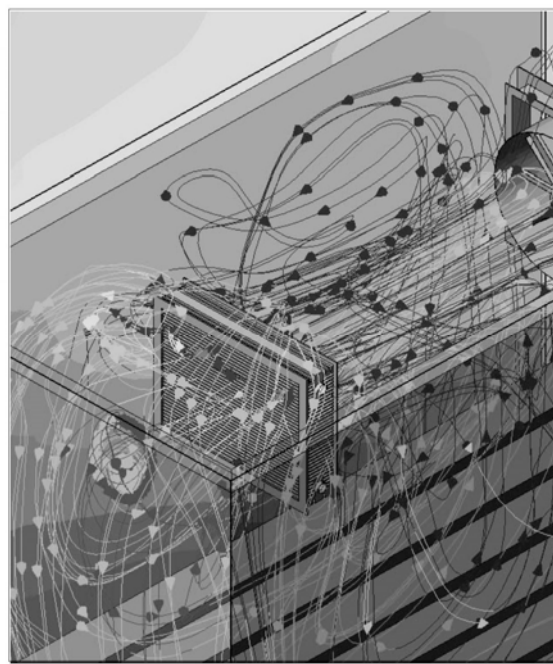
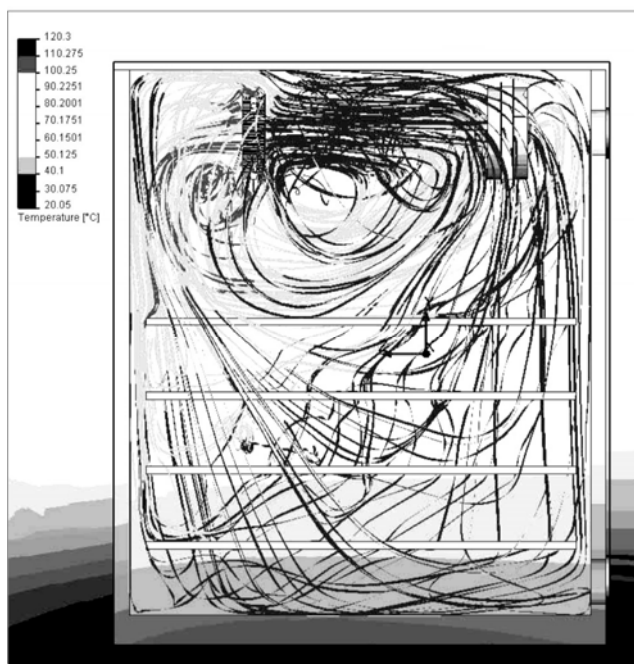


Рис. 8. Траєкторія руху потоків повітря у камері

COSMOSFloWorks дає змогу досліджувати відповідні параметри у потрібних точках камери та в будь-які моменти часу. Система видає результати і для інших досліджуваних параметрів, наприклад, швидкість, тиск, густину, інтенсивність та багато інших.

Висновки. Таким чином, засобами SolidWorks /COSMOSFloWorks запроектовано підхід для розроблення системи автоматизованого проектування лісосушильних камер конвективної дії.

У цьому аспекті комплексне використання SolidWorks та COSMOSFloWorks дало нам змогу:

- побудувати 3D-моделі вентилятора і калорифера;
- побудувати 3D-модель камери із розміщенням у ній необхідних компонентів;
- задати вхідні параметри: параметри калориферів і вентиляторів, температуру повітря у камері та назовні, тиск повітря, характеристики матеріалів камери та об'єктів у ній;
- ввести чи змінити потрібні параметри процесу імітаційного моделювання;
- змодельовати процес сушіння деревини, зокрема розподіл повітряних та теплових потоків у камері;
- отримати та проаналізувати вихідні дані, як у числовому, так і графічному вигляді.

Література

1. **Алямовський А.А.** SolidWorks /COSMOSFloWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М. : Изд-во ДМК Пресс, 2004.
2. **Білей П.В.** Теоретичні основи теплової оброблення і сушіння деревини. – К. : Вид-во "ВІК", 2005.
3. **Гірник М.Л.** Автоматизація процесів сушіння деревини у будівельній індустрії: структурний синтез САК / Гірник М.Л., Воронов В.Г., Сафарок В.О. та ін. – К. : Вид-во "Будівельник", 1992.
4. **Озарків І.** Діагностика властивостей деревини в технологічних процесах деревообробки / Озарків І., Басалига Є., Соколовський І., Кобринович М. – Львів : Вид-во "Панорама", 2003.
5. **Копинець З.П.** Методичні вказівки для виконання курсових проектів з дисципліни "Технологія сушіння і захисту деревини" / Копинець З.П., Губер Ю.М. – Львів : Вид-во "Панорама", 2005.
6. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.solidworks.ru/>.
7. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.pro-technologies.ru/>.
8. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.fsapr2000.ru/>.

Соколовский Я.И., Дендюк М.В., Вареница М.С., Прусак Ю.В. Разработка системы автоматизированного проектирования сушильных камер средствами COSMOSFloWorks

Осуществлены математическое моделирование и анализ физических потоков в лесосушильных камерах с использованием информационных технологий проектирования COSMOSFloWorks. Для твердотельного моделирования лесосушильной камеры и создания трехмерных моделей ее компонентов использована система автоматизированного проектирования SolidWorks.

Sokolowsky Ya.I.; Dendyuk M.V., Varenycya M.S., Prusak Yu.V. Development of computer-aided system of dryings chambers design by facilities of COSMOSFloWorks.

Mathematical modeling and analysis of physical streams carried out in forest drying chambers with the use of information technologies of COSMOSFloWorks planning are made in the article. A computer-aided of SolidWorks design is used for the 3D modeling of forest drying chamber and creation of three-dimensional models of it's components.