

Симуляционно моделиране на аспирационен модул на семепочистваща машина

Гриша Василев, Иван Петров, Мария Консулова - Бакалова

***Simulation Modeling of an Aspiration Seed Cleaning Machine Module:** The article discusses simulation modelling approach of aspiration seed cleaning machine module using SolidWorks Flow Simulation. It is demonstrated the sequence of working in the software programme and it is done the optimization of the construction from the perspective of the formation of laminar flow. The position of the throttle is optimized for a particular input value of the participating factions. The proposed method allows to optimize the design of the product design level.*

Key words: Flow Simulation, model, aspiration module, seed cleaning machine.

ВЪВЕДЕНИЕ

Flow Simulation е напълно интегриран софтуер в CAD системата SolidWorks за изчисляване на флуидни потоци (газове или течности) вътре и извън тримерни модели, както и за пренос на топлина в тези модели, посредством Computational Fluid Dynamics (CFD) [1]. Чрез метода CFD могат да си симулират реални потоци, при числено решаване на съответните диференциални уравнения. Предимството на Flow Simulation е неговият интуитивно ясен и удобен интерфейс, включително препроцесор за посочване на данни за изчисляване, ко-процесор за наблюдение и контрол на изчисленията и постпроцесор за преглед на получените резултати.

Как работи Flow Simulation: За всеки изчислителен анализ, извършван от Flow Simulation трябва да има поне едно твърдо тяло моделирано в 3D средата на SolidWorks. Ако в създадения твърдотелен модел има части, които не са необходими за анализа, за да се намали времето на изчисляване, е възможно същите да се изключат чрез опцията Component Control. Анализът може да бъде вътрешен или външен. В разглеждания случай анализът е вътрешен, следователно същият се извършва във вътрешните кухини на твърдите тела. Кухината трябва да бъде напълно затворена от твърди тела.

Преди да се пристъпи към анализа с Flow Simulation е необходимо да се дефинират свойствата на участващите в симулацията обекти, като се използва база данни Engineering или същите се дефинират от потребителя.

Аспирационните модули на семепочистващите машини работят на аеродинамичния принцип. Разделянето на материалите по аеродинамичния способ се основава на свойството на материалите да се съпротивляват във въздушен поток. Различните материали попаднали във въздушен поток се издигат толкова по-ниско, колкото е по-голяма силата на тежестта им или колкото е по-малка аеродинамичната сила. Разделянето по аеродинамичния способ става чрез въздушни системи с вертикален, хоризонтален и наклонен въздушен поток и същите са конфигурирани от вентилатори, въздушни канали, въздушни камери и утаители. Във въздушните канали се извършва само разделяне на изходната смес и същите са съединени с входния или изходен отвор на вентилатора. В първия случай вентилаторът нагнетява въздушен поток, а във втория случай се създава поток на засмукване. В утаителите се отделят леките примеси от въздушния поток.

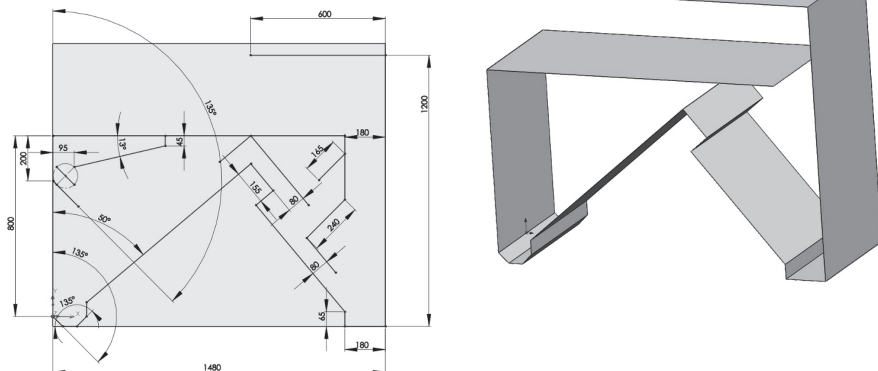
ИЗЛОЖЕНИЕ

Формулираният по-горе проблем се решава чрез създаването на следната методика:

1. Подготвяне на модел отговарящ на изискванията за провеждане на анализа.

За да се намали изчислителното време е необходимо моделът да бъде опростен до толкова, че да съдържа всички необходими геометрични елементи,

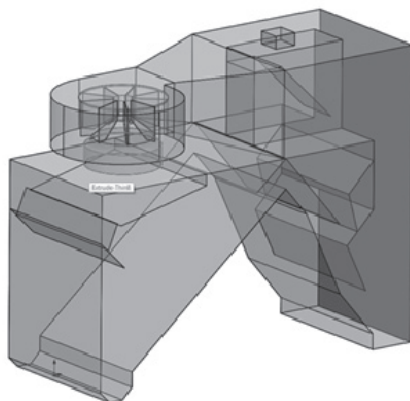
участващи в анализа. За целта във Front равнината се създава скица, която се изтегля като тънкостенен елемент с дебелина 1 mm., на разстояние 600 mm. Постановката е показана на фиг. 1.



Фиг.1 Създаване на тънкостенен елемент

Добавят се всички необходими за анализа елементи, като вътрешни прегради за насочване на въздушния поток, клапа за регулиране, чрез която фино се регулира разделянето на фракциите, входящата точка за постъпване на фракциите за разделяне. В корпуса се оформя смукателния отвор на вентилатора с диаметър 300 mm. Избран е стандартен вентилатор използван в други машини и съоръжения, поради което неговите размери са взети от наготово.

За да се дефинира ротационен регион за провеждане на флуидния анализ е необходимо ротационното тяло да покрива плътно ротора на вентилатора, телата да не бъдат обединени и оста на ротация на двете тела да съвпада. Общият вид на моделираното изделие е показан на фиг.2.



Фиг.2 Общ изглед на моделираното изделие

2. Провеждане на предварителен флуиден анализ и избор на рационална конструкция.

От менюто Add-Ins се стартира модулът за флуиден анализ SolidWorks Flow Simulation [2]. Стартира се помощника за създаване на нов анализ. В прозореца Wizard Project Name се задава потребителска информация за анализа. В прозореца Wizard Unit System се избира системата от мерни единици. По подразбиране се оставя мерна система SI. В прозореца Wizard Analysis Type се избира типът на анализа. За разглеждания случай се избира вътрешен анализ, като ос Y е ос на ротация и силата на гравитация действа обратно на тази ос.

От прозорец Wizard Default Fluid се избира флуидът участващ в анализа. От библиотеката на Flow Simulation се дефинира въздух с неговите физични и термодинамични характеристики.

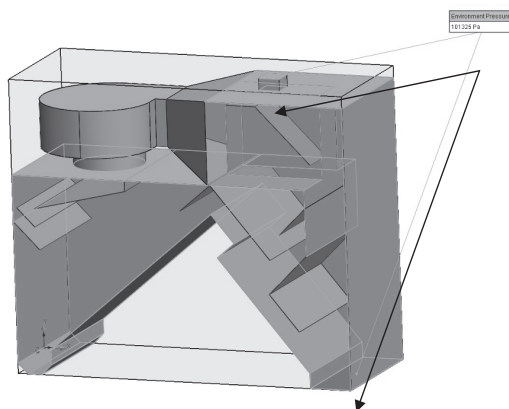
В прозореца Wizard Wall Conditions се задават по подразбиране граничните стени да бъдат адиабатни.

Началните условия за провеждане на анализа се задават в диалоговия прозорец Wizard Initial Conditions. Същите се избират по подразбиране за конкретния случай.

В последния прозорец на помощника Wizard Results and Geometry Resolution се извършват съответните настройки за оптимизиране на времето на изчисление и мрежата от крайни елементи.

В дървовидната структура на елементарния мениджър свързан с анализа се избира компонента Rotating Region, като в полето Selection се задава тялото, което дефинира ротационния регион. Необходимо е ъгловата скорост да се въвежда в rad/s . Двигателят на използваният вентилатор за запрашен въздух работи с обороти 1400 min^{-1} . Конвертираната стойност от обороти в минута към радиани в секунда е 146.607657 . За да се спази посоката на въртене на ротора на вентилатора, стойността се задава с отрицателен знак.

За да се опишат граничните условия, се избират двете лица от модела, които действително са отворени към атмосферата. За налягане на околната среда се избира стойност 101325 Pa . Същите са посочени на фиг.3.



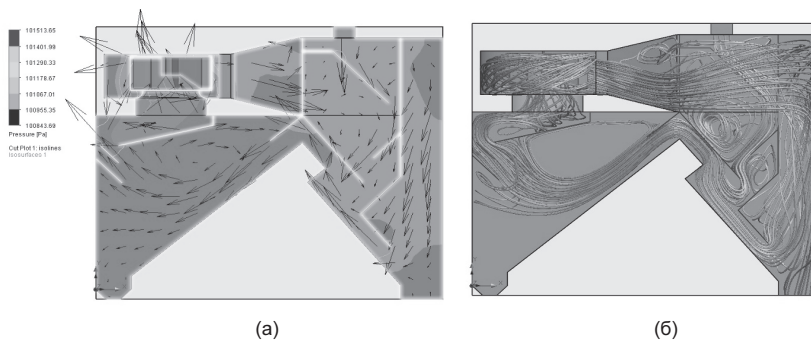
Фиг.3 Дефиниране граничните условия

След приключване описанието на анализа, същия се стартира и посредством функциите Cut Plot и Flow Trajectories се получават резултатите за разпределение на налягането и траекторията на движение на въздушния поток. Резултатите са показани на фиг.4.

Забелязват се участъци със завихряния и турбуленция. Тези региони ще бъдат един от обектите за проектиране на рационална конструкцията.

Въз основа на получените резултати рационална конструкция се получава, като се спазват следните изисквания:

- Намаляване на ъглите за обтичане на потока от изследваните фракции, с цел намаляване на съпротивлението и отскачането на продукта;
- Удължаване на работния канал и промяна на ъгъла за плавно преминаване на въздушния поток от нагнетателната зона в работния канал към утаителната камера.



Фиг.4 Получени резултати от предварителния флуиден анализ.
 (а) разпределение на налягането;
 (б) траектория на движение на въздушния поток

3. Окончателен флуиден анализ при включени конкретни стойности на разделяните фракции.

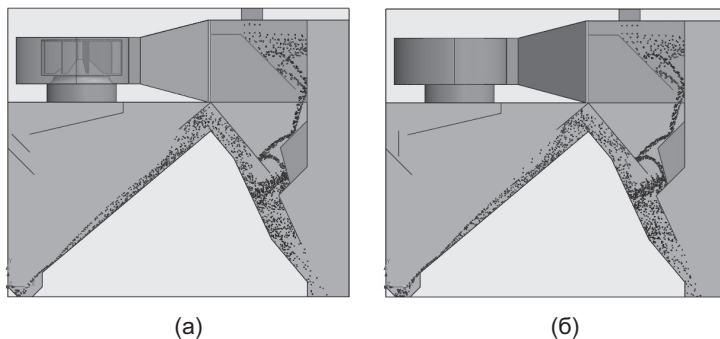
За да се симулира обтичането на реален поток от дискретни елементи се включва опцията Particle Study. Необходимо е да се създадат два вида материали, да се зададе средния размер на частиците и дефинират коефициенти на тангенциално и нормално отскачане на телата [3]. В случая са подбрани за нормалната реакция - коефициент 0,65, а за тангенциалната реакция 0,85.

От лицето, създадено като входяща точка се настройва входящия поток с характеристики отговарящи на слънчогледовите семена с капацитет 2 kg/s и люспа с капацитет 0,83 kg/s.

Анализът се провежда при три конфигурации на клапата за регулиране на въздушния поток, а именно като същата е отворена на: 100%, 50% и 25%.

След стартиране на Particle Study се забелязва, че зоните със завихряне са изчезнали и потокът е ламинарен. Следователно може да се счита, че направеното изменение в конструкцията е оптимално.

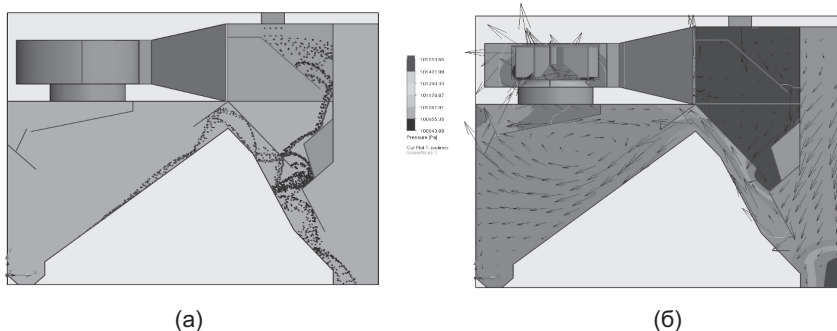
При 100% отворена клапа за регулиране на въздушния поток се наблюдава повличането на тежките фракции към утаителната камера. Поради това е нужно да се намали сечението на смукателния отвор, а именно чрез затваряне на клапата. Резултатът при 100% отворена клапа е показан на фиг.5(а), а при 50% на фиг.5(б).



Фиг.5 Разпределение на фракциите при:

- (а) 100% отворена клапа за регулиране на въздушния поток;
- (б) 50% отворена клапа за регулиране на въздушния поток.

Най-добри резултати се получават при 25% отворена клапа за регулиране на въздушния поток – фиг.6(а). Отчетливо се вижда липса на тежки фракции в леките, а също така не се наблюдава завихряне. На фиг.6(б) е показано разпределението на налягането в зоните на нагнетяване, работната зона и утаителната камера.



Фиг.6 Разпределение на фракциите (а) и налягането (б) при 25% отворена клапа за регулиране на въздушния поток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената методика за флуиден анализ позволява да се направят следните изводи:

1. Посредством интегрирания софтуер Flow Simulation в CAD системата SolidWorks е възможно да се извърши симулационно моделиране на аспирационен модул на семепочистваща машина;
2. Възможен е избор на рационална конструкцията от гледна точка формиране на ламинарен поток;
3. За конкретно въведени стойности на участващите в анализа фракции, може да се определи оптималното положение на клапата регулираща въздушния поток, за правилното им разделяне;
4. Прилагането на симулационното моделиране позволява на конструктора да оптимизира конструкцията на етап конструиране, което от своя страна е предпоставка за бързо внедряване на изделието в производството.

Научните изследвания, представени в настоящата публикация са по проект №НП27 в рамките на научноизследователска дейност на ТУ-Варна, финансиран целево от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Abdulnaser Sayma, Computational fluid dynamics, ISBN 978-87-7681-430-4, 2009, 133-<http://kosalmath.files.wordpress.com/2010/08/computational-fluid-dynamics.pdf>.

[2] <http://www.solidworks.com/sw/products/simulation/flow-simulation.htm>.

[3] J. M. Boac, M. E. Casada, R. G. Maghirang, J. P. Harner III, Material and Interaction Properties of Selected Grains and Oilseeds for Modeling Discrete Particles, Transactions of the ASABE, ISSN 2151-0032, 2010, Vol. 53(4): 1201-1216, - <http://naldc.nal.usda.gov/download/44454/PDF>.

За контакти:

Доц. д-р инж. Гриша Василев, Катедра “Технология на машиностроенето и металорежещи машини”, Технически университет - Варна”, тел.: 052 383388, e-mail: g_vassilev@abv.bg

Докладът е рецензиран.