

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ ВЕНТИЛЯТОРА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-10К НА ОСНОВЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. В. Исаенко

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. Ф. Хиженок

Самоходный зерноуборочный комбайн является наиболее сложной и наукоемкой сельскохозяйственной машиной не только среди всех машин, разрабатываемых в РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике», но, несомненно, и среди всех известных в мировой практике сельскохозяйственных машин. Наиболее важным агрегатом, определяющим производительность комбайна, является система очистки, в которой происходят сложные процессы взаимодействия различных фракций технологического продукта, находящихся под действием гравитационных сил, с воздушным потоком.

Согласно технологической схеме работы самоходного зерноуборочного комбайна (рис. 1) зерно, мякина, сбоина и колоски, просеявшиеся через отверстия подбарабана молотильного аппарата и соломотряса, поступают на ветро-решетную очистку, на которой ворох разделяется в результате совместного действия воздушного потока и решет. При этом решета, которые через системы рычагов связаны с механизмом привода очистки, поддерживают слой вороха и совместно с воздушным потоком взрыхляют его. Следовательно, одним из главных параметров, влияющих на сепарацию зерна в ветро-решетной очистке, являются конструктивные и кинематические параметры механизма привода очистки.

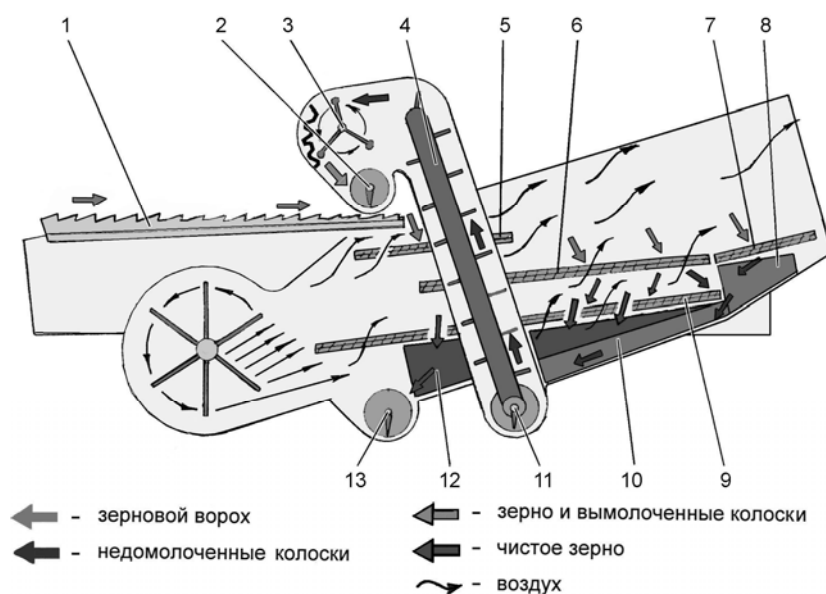


Рис. 1. Технологическая схема механизма очистки.

1 – доска стрясная; 2 – шнек распределительный; 3 – устройство домолачивающее;
 4 – элеватор колосовой; 5 – решето дополнительное; 6 – решето верхнее; 7 – удлинитель;
 8 – поддон удлинителя; 9 – решето нижнее; 10 – поддон колосовой;
 11 – шнек колосовой; 12 – поддон зерновой; 13 – шнек зерновой

Анализ параметров вентилятора производили с использованием современных расчетных компьютерных программ. Одним из таких представителей расчетных программ является SolidWorks/CosmosFlowworks. Для моделирования процессов движения воздушных потоков очистки принято использование объемных конечных элементов, используемых в программном продукте SolidWorks. Целесообразность выбора типа конечного элемента определяется степенью сложности геометрии узла и требуемой точностью решения. Наличие в программе Flowworks конечных элементов для моделирования гидро- и аэродинамики дает возможность применять численные методы для определения параметров потока, давления и температуры жидкости или газа в изучаемой зоне, например, на выходе воздушных потоков из вентилятора очистки. Решение указанных задач выполняется при помощи модуля Flowworks позволяет анализировать движение непрерывной среды, а именно определять градиент давления, распределения скоростей и температур, направление движения потока воздуха и т. д.

Адекватность расчетной модели во многом определяется точностью задания механических характеристик материала и граничных условий. Для проведения данного анализа использовались тетраэдральные и жидкостные элементы. В качестве

граничных условий использовались частота вращения вала вентилятора (75 рад/с для зерновых культур) и атмосферное противодавление на выходе.

Материалы деталей:

1) валы – сталь 40Х: модуль упругости – 214 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,26;

2) лопасти вентилятора – сталь 45: модуль упругости – 204 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,3;

3) втулки – сталь 18 ХГТ: модуль упругости – 203 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,29;

4) корпус – листовая сталь: модуль упругости – 200 ГПа, коэффициент Пуассона – 0,27.

Физические свойства воздуха: плотность – $1,204 \text{ кг/м}^3$, вязкость – $1,51 (\text{м}^2/\text{с})10^{-5}$.

В связи с тем, что вентилятор состоит из двух симметрично расположенных секций, возможен анализ только одной секции, дискретизация которой представлена на рис. 2.

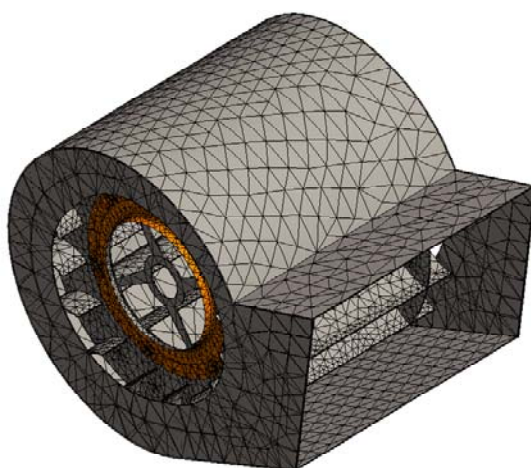


Рис. 2. Конечноэлементная дискретизация твердотельной модели секции вентилятора очистки зерноуборочного комбайна

В результате проведенных расчетов было получено распределение потоков скоростей и давлений в вентиляторе очистки зерноуборочного комбайна.

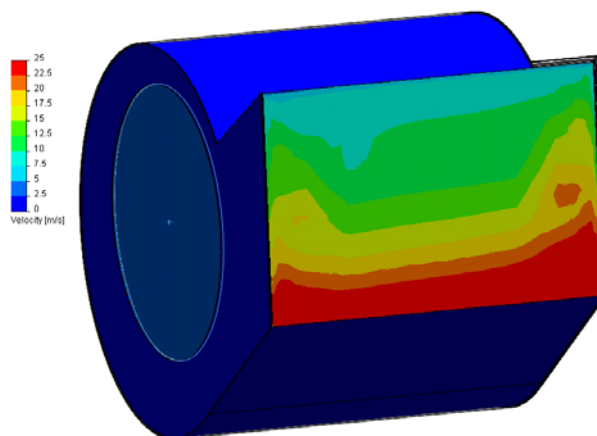


Рис. 3. Визуализация линий тока скоростей полученные во FlowSimulation

Как видно из представленных результатов, скорость потока на выходе вентилятора согласуется с данными, полученными экспериментально. Данный расчет показал адекватность расчетной 3D модели, в связи с чем можно провести дальнейшую оптимизацию размеров и параметров вентилятора очистки зерноуборочного комбайна с целью более равномерного распределения потоков скоростей и давлений воздуха.

При проектировании вентилятора очистки зерноуборочных комбайнов необходимо стремиться к равномерному распределению скоростей воздушных потоков по ширине и длине решет. В рассматриваемой конструкции системы очистки зерноуборочного комбайна КЗС-10К наблюдаются значительные отклонения величин скоростей, что может привести к некачественной очистке от примесей зерна, поступающего после очистки в зерновой бункер.

Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
3. Метод конечных элементов и САПР / Ж. К. Сабоннадьер [и др.] ; пер. с фр. В. А. Соколова ; под ред. Э. К. Стрельбицкого. – М. : Мир, 1989. – 192 с.
4. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide, 2006.