

ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ АЭРОДИНАМИКИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ САМОХОДНЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

И. А. Баран

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Зерноуборочный комбайн представляет сложную техническую систему, важную роль в которой играет система очистки, включающая вентилятор и механизм очистки, состоящий из стрясной доски и двух решетных станов. Поступающий на стрясную доску зерновой ворох (рис. 1) передается на верхний решетный стан, придающий зерновому вороху колебательные движения, а воздушный поток вентилятора при этом выдувает из него легкие примеси.

Тяжелые фракции попадают на нижний решетный стан, где сепарируются и проходят сквозь решетный стан, попадая в зерновой шнек. Крупные фракции (невымолоченные колосья) продвигаются до конца нижнего решетного стана и попадают в колосовой шнек. Из зернового шнека по элеватору и загрузному шнеку зерно попадает в бункер, а невымолоченные колосья по элеватору домолота в молотильный барабан.

От качества работы системы очистки зависят такие важные показатели зерноуборочного комбайна, как производительность, чистота бункерного зерна и его потери.

В классической компоновке технологического тракта самоходной молотилки зерно из системы очистки транспортируется с помощью систем шнеков и элеваторов в бункер находящийся сверху над очисткой (рис. 1). Модернизированная компоновка (рис. 2) от классической отличается смещенным вниз расположением зернового бункера. Преимуществом такого расположения бункера является отсутствие потребляющих дополнительную мощность элеватора и шнека.

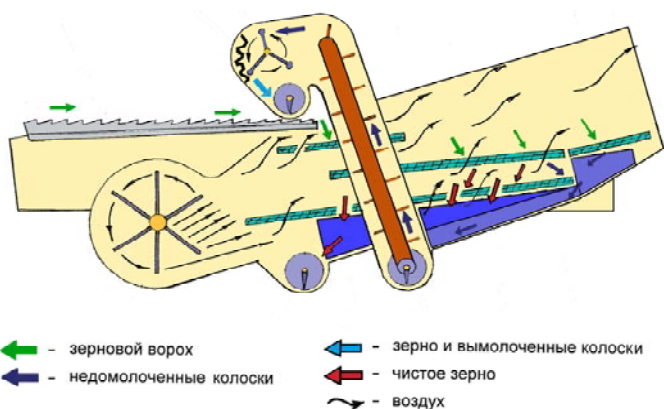
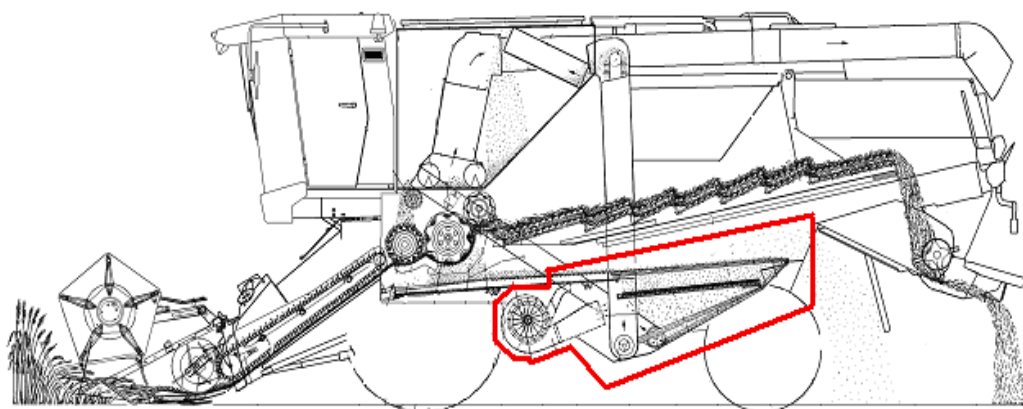


Рис. 1. Схема технологического тракта системы очистки зерноуборочного комбайна

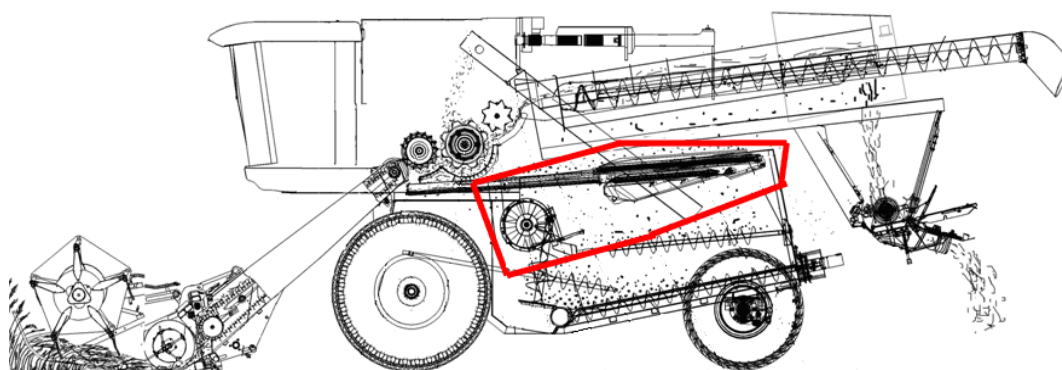


Рис. 2. Модернизированный технологический тракт зерноуборочного комбайна

В новой компоновке вместо одного центробежного применены два осевых вентилятора. Такое техническое решение связано тем, что вентилятор находится внутри бункера. Так как осевые вентиляторы имеют значительно меньшие массоинерционные характеристики по сравнению с центробежным вентилятором, то это позволяет уменьшить потребляемую вентиляторами мощность, уменьшить сопутствующие вибрацию и шум, а также снизить металлоемкость и себестоимость как самих вентиляторов.

Попытки использования осевых вентиляторов предпринимались в зарубежных комбайнах (модель Case 7088), однако широкого применения данный тип вентилятора в системе очистки зерноуборочных комбайнов не нашел. Воздушные потоки, формирующиеся по центру системы очистки, существенно увеличивали неравномерность скорости воздуха по ширине очистки, что негативно отражалось на работе системы очистки в целом: в средней части решет возникал сильный воздушный поток, который мог выдуть зерно из очистки, увеличивая потери, а к краям решет скорость воздуха резко уменьшалась, что вело к загрязненности бункерного зерна.

Решить задачу более равномерного распределения скоростей воздушного потока по ширине очистки возможно за счет применения различного рода дефлекторов и делителей, которые позволяют сформировать поток с нужными характеристиками. Решение этой задачи требует проведения множества экспериментальных работ по оценке влияния на распределение скоростей воздушного потока геометрических параметров дефлекторов в сочетании с изменением геометрической формы корпуса самого вентилятора. Кроме того, для адекватной оценки полученных экспериментальных значений для одного значения влияющего параметра необходим статистический набор массива данных, так как течение воздуха носит неустановившийся характер и может значительно измениться при незначительном изменении условий эксперимента.

Применение методики компьютерного моделирования воздушных потоков позволило провести не только анализ воздушных потоков в системе очистки проектируемого комбайна, но и оптимально подобрать расположение, форму дефлекторов и делителей потока, а также форму корпуса вентилятора. Для этого нами была создана геометрическая модель и конечно-элементная сетка проточных областей очистки и заданы граничные условия.

В качестве исходных данных для проведения численного моделирования в проточной части вентилятора была принята скорость, которая задавалась на границе входа в вентилятор. В частности, было принято значение входной скорости, соответствующее рабочим частотам вращения вентилятора, при этом поток предварительно закручивался под углом, соответствующим углу наклона лопастей вентилятора. На границе выхода из системы очистки было задано относительное давление $p = 0$ Па. В качестве модели турбулентности была принята стандартная для таких случаев $k-\epsilon$ модель.

В результате были получены распределения скоростей воздушных потоков в проточных областях системы очистки (рис. 3), скорости воздушного потока над верхним и нижним решетным станом, совместно с этим были проведены экспериментальные замеры воздушных потоков с помощью измерительных зондов типа «крыльчатка».

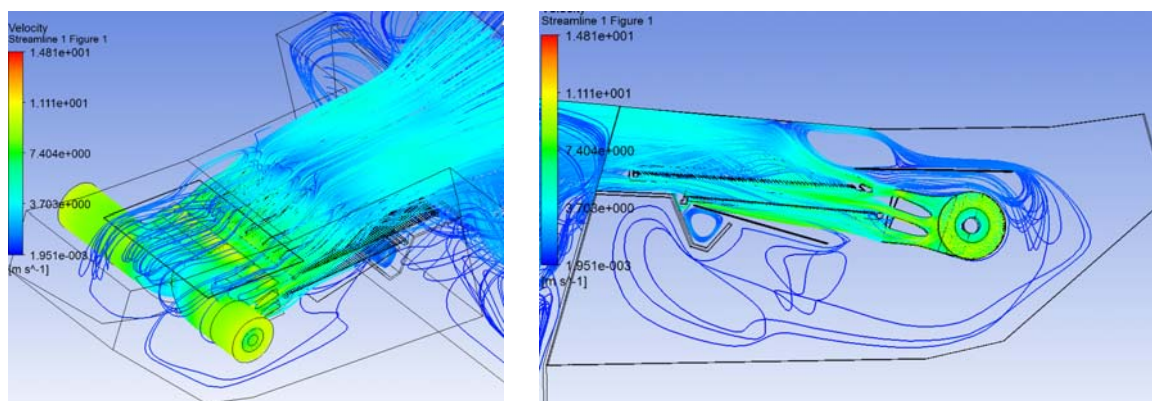


Рис. 3. Распределение воздушных потоков в перспективном зерноуборочном комбайне

Были выполнены расчеты геометрических параметров осевого вентилятора, при этом удалось добиться существенной равномерности скорости воздушного потока как по высоте, так и по ширине системы очистки. Оптимизируемые параметры (рис. 4): положение дефлекторов по ширине очистки и по длине очистки (параметры $K1$, $K2$, $K3$, $M1$, $M2$, $M3$), а также положение по высоте и углы наклона делителей потока (параметры $H1$, $H2$, $A1$, $A2$ – всего 10 параметров).

Критерии оптимизации: равномерность скорости по ширине очистки в зоне схода технологической массы со стрястной доски на верхний решетный стан ($\Delta V1$), равномерность скорости по ширине очистки в области между верхним и нижним решетным станом на выходе из вентилятора ($\Delta V2$), равномерность по всей площади верхнего решетного стана ($\Delta V3$), равномерность по площади нижнего решетного стана ($\Delta V4$).

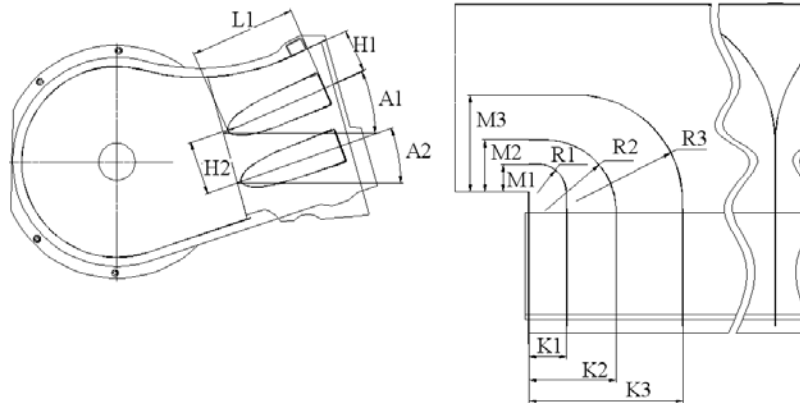


Рис. 4. Оптимизируемые параметры кожуха вентилятора

В результате выполнения оптимизации была достигнута равномерность распределения воздушных потоков на 30–40 % выше по сравнению с аналогичными зарубежными аналогами. Также в результате оптимизации предполагается, что показатели производительности будут превосходить аналогичные показатели комбайнов с классической компоновкой технологического тракта на 20–30 %.