

УДК 697.92

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ СВАРОЧНО-СБОРОЧНОГО ЦЕХА ПРИМЕНЕНИЕМ ВИХРЕВОЙ ВОЗДУХОРАЗДАЧИ

**А. В. Ворончихин<sup>1</sup>, А. С. Колпаков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> voronchikhin\_aleshenka@mail.ru

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ энергоэффективности применения вихревой вентиляции в сварочно-сборочном цехе крупногабаритных изделий по сравнению с общеобменной вентиляцией. Разработана геометрическая модель вихревой воздухоораздачи в среде ANSYS.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, воздухоораздача, вихревая вентиляция, производственные здания

## IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE WELDING AND ASSEMBLY SHOP VENTILATION SYSTEM USING VORTEX AIR DISTRIBUTION

**A. V. Voronchihin<sup>1</sup>, A. S. Kolpakov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> voronchikhin\_aleshenka@mail.ru

**Abstract.** A comparative analysis of the energy efficiency of using vortex ventilation in the welding and Assembly shop of large-sized products in comparison with General exchange ventilation is carried out. A geometric model of vortex air distribution in the ANSYS environment is developed.

**Keywords:** energy efficiency, air distribution, vortex ventilation, industrial buildings

Строительство многопролетных производственных зданий большого объема, оснащенных сварочным оборудованием, требует создания энергоэффективных способов организации воздухообмена, отвечающих при этом требованиям СанПиН и ГОСТ 12.1.005–88.

Всероссийским центральным научно-исследовательским институтом охраны труда (ВЦНИИОТ) разработан способ вентиляции помещений производственного назначения с вихревой воздухоораздачей [1], которая по сравнению с общеобменной вентиляцией позволяет значительно сократить расходы воздуха (на 20–50 %) [2] и, соответственно, расход электроэнергии на привод вентиляторов вентиляционных установок, повышая энергоэффективность [3].

Вентиляцию с вихревой воздухоораздачей организуют посредством подачи воздуха тангенциально по контуру вентилируемого объема горизонтальными плоскими или компактными струями из воздухоораспределительных устройств (ВРУ), установленных на колоннах или иных строительных конструкциях. Отработавший воздух удаляют механически воздуховытяжным устройством (ВВУ), расположенным на оси вихря в покрытии или ниже его (рис. 1).

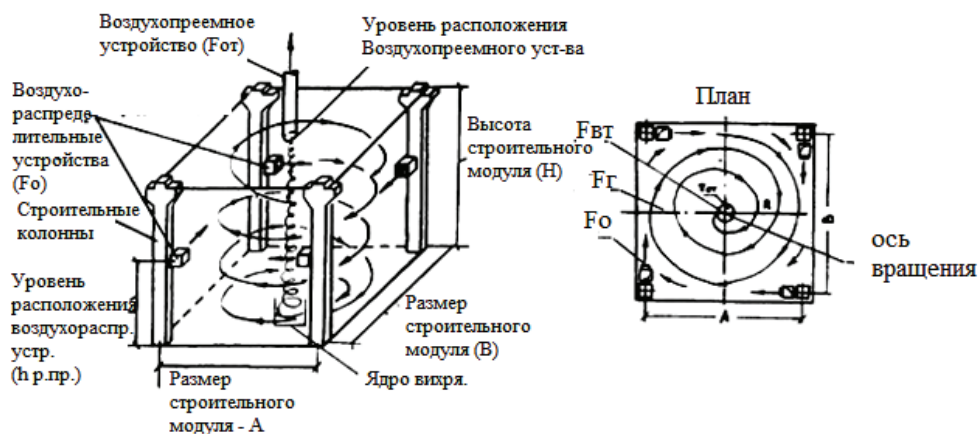


Рис. 1. Схема организации вихревой воздухоораздачи в строительном модуле [2]

Вблизи оси вихря создается разрежение [4], способствующее движению загрязненного воздуха от периферии к оси и выносу вредных

выделений вертикальным потоком вверх к воздуховытяжному устройству [2]. При организованном вихревом течении воздуха в выделенном строительном объеме температура воздуха и концентрации вредных веществ распределяются с минимальным значением по периметру объема и с максимальным вблизи его вертикальной оси (на поверхности ядра вихря) независимо от расстановки оборудования и занимаемой им площади, что весьма существенно в сварочно-сборочных цехах при производстве крупногабаритных изделий (например, трубных пучков котлов). В этом случае использование местных отсосов невозможно, т. к. персонал при выполнении работ перемещается по большой площади, а общеобменная вентиляция неэффективна и энергозатратна.

Согласно «Методическим указаниям по проектированию вихревой вентиляции» помещение, вентилируемое одним вихрем, должно иметь форму квадрата (отношение сторон 1 : 1) или прямоугольника с отношением сторон 1,0: 1,5, что соответствует проектным решениям сварочно-сборочных цехов [2]. В многопролетных зданиях большой длины рекомендуется организовывать несколько вихрей, что также выполнимо на таких объектах [2]. При этом приточный воздух подается выше рабочей зоны, а ВРУ устанавливаются на одном уровне от пола по контуру вентилируемого объема на колоннах и формируют при истечении воздуха компактные или плоские струи.

Геометрия моделируемого помещения сварочно-сборочного цеха соответствует следующим параметрам: ширина — 18 м, длина — 90 м, высота — 6 м, вентилируемый объем —  $9720 \text{ м}^3$ , площадь пола —  $1620 \text{ м}^2$ . В соответствии с унифицированными размерами производственных зданий (пролет — 18 м, шаг колонн — 6 м) при отношении сторон 1 : 1 требуемое количество вихрей — 5.

Расчеты по методике, указанной в вышеупомянутой работе [2], показывают, что эффективность применения вихревой воздухоподдачи по сравнению с общеобменной вентиляцией при использовании компактных струй составляет 13,6 %, плоских — 48,6 %.

С целью верификации той же методики [2] численным экспериментом в пакете ANSYS построена геометрическая модель вентилируемого объема с размерами  $18 \times 18 \times 6$  (рис. 2). Построенная конечно-элементная сетка состоит из 94 000 узлов, 513 958 элементов.

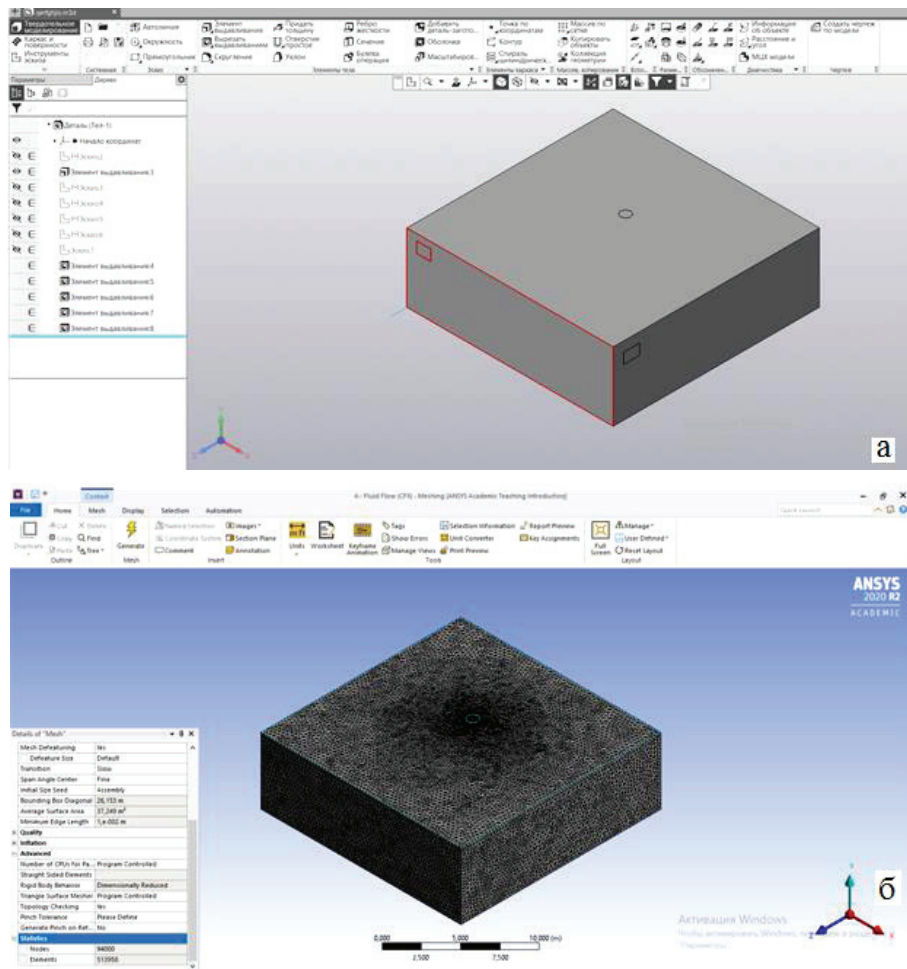


Рис. 2. Геометрическая модель (а) строительного модуля и конечно-элементная сетка (б)

Моделирование в пакете ANSYS позволяет: 1) детализировать картину вихревого течения в исследуемом строительном объеме; 2) оптимизировать размещение воздухораспределительных устройств разных типов и воздухоприемного устройства.

### Список источников

1. СП 60.13330.2016. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс]. URL: <http://sniprf.ru/sp60-13330-2016> (дата обращения: 27.11.2020).

2. Методические указания по проектированию вихревой вентиляции / отв. ред. Л. В. Кузьмина. М. : ВЦНИИОТ, 1984. 52 с.
3. Велькин В. И., Щелоков Я. М., Щеклеин С. Е. Возобновляемая энергетика и энергосбережение. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. 312 с.
4. Алексеенко С. В., Куйбин П. А., Окулов В. Л. Введение в теорию концентрированных вихрей. Новосибирск : Ин-т теплофизики СО РАН, 2003. 504 с.