

UDC 621.634

Krasnova M.N., Startsev A.S. Development of a slipway for assembling the guide apparatus of axial ventilation equipment

Разработка стапеля для сборки направляющего аппарата осевого
вентиляционного оборудования

Krasnova Marina Nikolaevna

Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology

Startsev Artyom Sergeevich

Master's student of the MTM-241 group

Voronezh state technical university, PhD in technical science,

Краснова Марина Николаевна

Доцент кафедры технологии машиностроения Воронежского государственного технического
университета, к. т. н.

Старцев Артем Сергеевич

Магистрант группы мТМ-241

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский государственный технический университет"

Abstract. *The article discusses the design of a welded slipway (process equipment) intended for the assembly and welding of the guide apparatus of axial industrial ventilation equipment. The designed slipway ensures the correct positioning of the guide apparatus structure elements and their mutual arrangement during the welding process. The solid assembly model of the slipway was developed in the KOMPAS-3D CAD system.*

Keywords: *solid model, guide apparatus, axial fan, slipway, KOMPAS-3D*

Аннотация. *В статье рассматривается проектирование сварного стапеля (технологической оснастки), предназначенного для сборки-сварки направляющего аппарата осевого промышленного вентиляционного оборудования. Спроектированный стапель обеспечивает правильное позиционирование элементов конструкции направляющего аппарата и их взаимное расположение в процессе сварки. Твердотельная сборочная модель стапеля разработана в САПР КОМПАС -3D*

Ключевые слова: *твердотельная модель, направляющий аппарат, осевой вентилятор, стапель, КОМПАС-3D*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Введение

Направляющий аппарат (рис.1) является важной составляющей конструкции осевых промышленных вентиляционных вентиляторов, применяемых в горнодобывающей промышленности (для проветривания шахт и карьеров). Конструктивно он представляет собой сборочный узел, включающий неподвижно установленные профильные лопатки (данный вариант рассматривается в статье) либо профильные лопатки с регулируемым углом наклона относительно оси вращения рабочего колеса. Направляющий аппарат устанавливается перед рабочим колесом и

предназначается для подачи в него воздушного потока в определенном направлении и преобразования значительной части кинетической энергии потока (динамического давления) в потенциальную (статическое давление) [1], [2], [3]. В данной статье рассматривается процесс разработки стапеля – технологической оснастки для сборки направляющего аппарата.

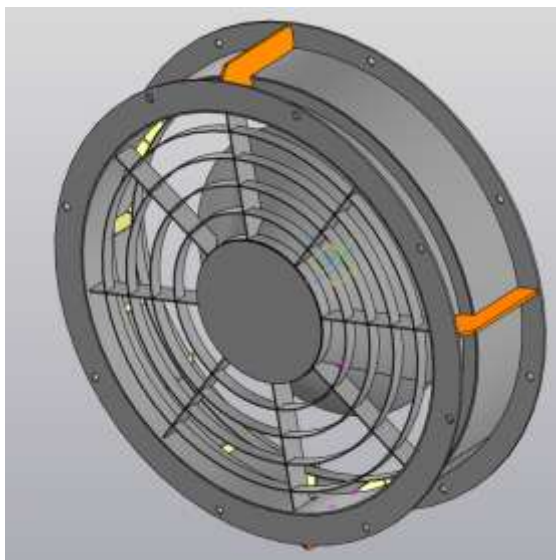


Рис. 1. Твёрдотельная модель сборки направляющего аппарата, выполненная в Компас-3D

Разработка стапеля

Стапель (рис. 3) представляет собой сборную сварную платформу, состоящую из плиты-основания и пластин-упоров, обеспечивающих закрепление и правильное взаимное расположение элементов конструкции направляющего аппарата (показано на рис. 2, б) [4], [5]. Стапель спроектирован таким образом, чтобы сборка и сварка производилась на специальном столе, при этом правильное позиционирование элементов направляющего аппарата обеспечивается болтовым соединением его фланца с соответствующими отверстиями в плите-основании стапеля и рядом пластин-упоров, служащих для закрепления обечаек, рёбер, лопаток и других элементов направляющего аппарата .

На начальном этапе разработки стапеля производится проектирование Основания 1 (рис. 3), которое является основным элементом конструкции, на котором устанавливаются все остальные детали. В целях обеспечения удобного, быстрого и более точного позиционирования всех деталей на Основании стапеля на этапе его сборки, в нём проделываются отверстия, в которые будут устанавливаться шипы всех деталей, размещённых на нём. Также в Основании проделываются отверстия, число и диаметр которых соответствует отверстиям во «Фланце обечайки Б» направляющего

аппарата, через которые будет осуществляться болтовое соединение стапеля с направляющим аппаратом

Следующим этапом является проектирование пластин-упоров, устанавливаемых на Основании стапеля и предназначенных для закрепления и обеспечения правильного взаимного расположения деталей направляющего аппарата при его сборке. Каждая такая пластина-упор несёт функцию позиционирования определённого элемента конструкции направляющего аппарата. В конструкции данного стапеля имеется 5 различных упоров. Нужно учитывать, что ряд деталей направляющего аппарата (рис. 2) – Фланец обечайки А 3, Обечайка А 1, Фланец соединяющий обечайки 4, Обечайка Б 2, Фланец Обечайки Б 16, поступают на этап сборки на стапеле в уже сваренном между собой виде. Также уже сваренными на стапель устанавливаются детали Конус обтекателя 6, Кольцо А решётки 9, Заглушка 14.

Рассмотрим назначение и принципы проектирования каждого из упоров стапеля (рис. 4). Пластина А 2 выполняет функцию закрепления и позиционирования деталей «Луч» направляющего аппарата относительно друг друга, обеспечивая их правильное радиальное распределение с шагом 45 градусов. В Пластине А проделан паз, в который до упора вставляется «Луч», при этом длина пластины А и глубина паза подобраны так, чтобы обеспечивалось необходимое положение детали «Луч» относительно деталей «Конус обтекателя» и «Кольцо А решётки». Для закрепления каждой детали «Луч» требуется не менее двух Пластин А. Чтобы повысить прочность соединения Пластин А с основанием стапеля и снизить нагрузки, действующие на них, между ними расположена Пластина Б 3, являющаяся по сути ребром жёсткости, связующим две пластины А в один более прочный блок. Пластина Б приваривается как к основанию, так и к каждой из двух Пластин А.

Важным моментом при сборке направляющего аппарата является обеспечение соосности деталей «Обечайка А», «Обечайка Б» с деталью «Конус обтекателя». Для достижения этого условия на Основание 1 стапеля устанавливаются следующие радиально расположенные в количестве 8 штук каждый упоры – Пластина В 4 и Пластина Г 6. При этом Пластины В предназначены для правильной установки и закрепления детали «Конус обтекателя», который входит в блок уже сваренных деталей вместе с деталями «Кольцо А решётки» и «Заклушка». А Пластины Г в свою очередь выполняют функции правильной установки детали «Обечайка Б». Стоит отметить, что Пластины В имеют выступ, в который своей задней частью упирается Конус обтекателя. Высота этого выступа обусловлена заданием необходимого вылета задней части «Конуса обтекателя» относительно задней части «Обечайки Б», либо же, что равнозначно, задней поверхности «Фланца обечайки Б» направляющего аппарата.

Для закрепления и правильного позиционирования деталей «Лопатка противосрывная» направляющего аппарата в конструкцию стапеля (рис. 3) входят

детали Упор лопатки 7. Они представляет собой пластины, с выступом, задающим вылет детали «Лопатка противосрывная» относительно задней части детали «Обечайка Б» и пазом, повторяющим форму изогнутого профиля лопатки, в который они и устанавливаются. Для более точного и надёжного закрепления детали «Лопатка противосрывная» на каждую такую лопатку приходится по два Упора лопатки 7. Так как сама лопатка является довольно узкой, между упорами остаётся слишком мало места, для того чтобы разместить там ребро жёсткости, связавшее бы их в один блок и уменьшившее нагрузку, как сделано с пластинами А 2. По этой причине было принято решение снабдить Упоры лопаток 7 значительным расширением в их задней части, чтобы увеличить площадь контакта с Основанием 1.

В процессе сварки стапеля (рис. 3) Основание 1 испытывает значительные напряжения, вызванные температурными изменениями, что может стать причиной его коробления, приводящим в негодность всю конструкцию. Кольцо жёсткости 7 выполняет функцию укрепления стапеля, делает всю конструкцию более жёсткой, менее подверженной перемещениям (короблению).

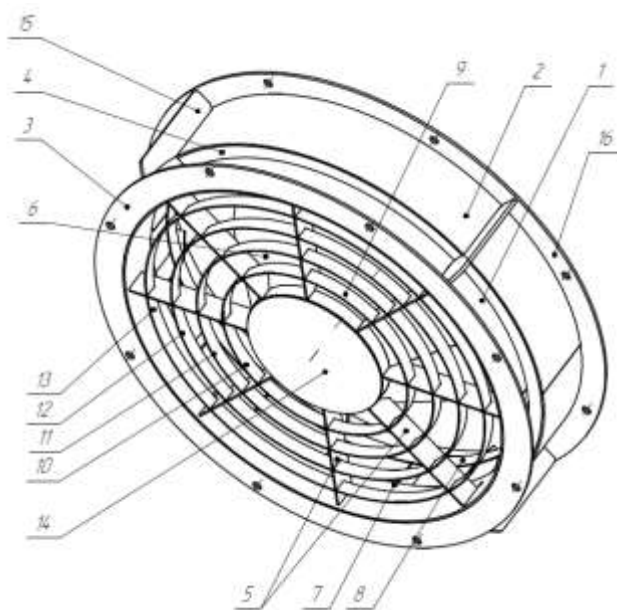


Рис. 2. Элементы конструкции направляющего аппарата

1 – Обечайка А; 2 – Обечайка Б; 3 – Фланец обечайки А; 4 – Фланец соединяющий обечайки; 5 – Луч; 6 – Конус обтекателя; 7 – Лопатка противосрывная ; 8 – Кольцо лопаток; 9 – Кольцо А решётки; 10 – Кольцо Б решётки; 11 – Кольцо В решётки; 12 – Кольцо Г решётки; 13 – Кольцо Д решётки; 14 – Заглушка; 15 – Ребро усиления; 16 – Фланец обечайки Б

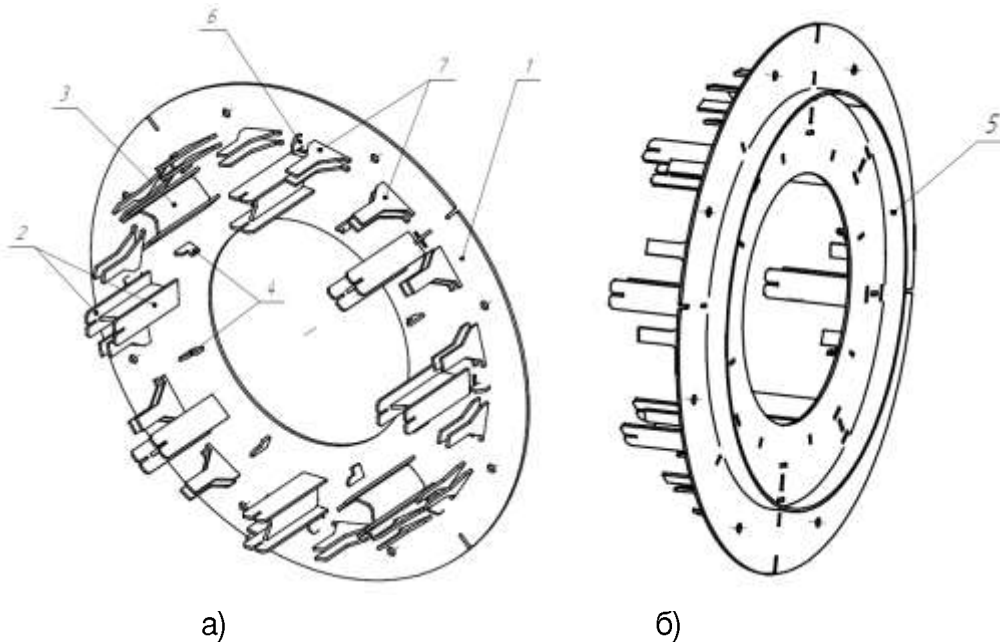


Рис. 3. Конструктивные элементы стапеля направляющего аппарата
а) – вид с передней стороны; б) – вид с задней стороны
1 – Основание; 2 – Пластина А; 3 – Пластина Б; 4 – Пластина В; 5 – Кольцо жёсткости;
6 – Пластина Г; 7 – Упор лопатки

Для изготовления всех деталей, входящих в конструкцию стапеля применяется следующее оборудование:

- Станок плазменной резки металла с ЧПУ Giperplasma START



Рис. 4. Внешний вид станка Giperplasma START

Таблица 1

Основные технические характеристики станка Giperplasma START [7]

Входное напряжение / частота	220 ± 10% В / 50/60Гц
Потребляемая мощность	до 3 кВт
Точность резки по ГОСТ 14792-80 – П1110	1 класс точности
Точность позиционирования / вычерчивания контур	± 0,2 мм/1000 мм / ± 0,2 мм/∅ 500 мм
Максим. размеры раскраиваемого листа	3000 x 1500 мм
Диапазон рабочих скоростей	от 50 до 15000 мм/минуту
Габариты оборудования (ШхДхВ), мм / Вес	2300x4000x2000 / 1800 кг
Тип раскройного стола/Управление	Вентиляционный/Управление с ЧПУ

- Вальцы гидравлические Акуарак АНС 20-06



Рис. 5. Внешний вид вальцов гидравлических Акуарак АНС 20-06

Таблица 2

Основные технические характеристики вальцов гидравлических
 Акуарак АНС 20-06 [6]

Рабочая длина гибки, мм	2100
Максимальная толщина листа, мм	8
Диаметр верхнего вала, мм	190
Диаметр боковых валов, мм	150
Диаметр нижнего вала, мм	170
Мощность двигателя, кВт	3
Габаритные размеры ДхВхШ, мм	4042x1254x1380
Вес, кг	3290

Разработанная конструкция стапеля для сборки направляющего аппарата осевого промышленного вентилятора отвечает возложенным на неё функциям (задание взаимного положения деталей в процессе сборки) и является довольно удачной с точки зрения технологичности, так как для изготовления не требует специального сложного оборудования и больших затрат времени.

References

1. Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы: Учеб. пособие.— Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 196 с. илл. 86, табл. 7
2. Калинушкин М.П. Вентиляторные установки: Учеб, пособие для строит, вузов.— 7-е изд. перераб. и доп. — М.: Высш, школа, 1979.—223 с., ил.
3. Семидуберский М. С. Насосы, компрессоры, вентиляторы. Учебник для техникумов, Изд. 4-е, перераб. и доп. М., «Высш. школа», 1974. 232 с. с ил.
4. Толстых, А. В. *Насосы, вентиляторы и компрессоры: учебное пособие* / А. В. Толстых, Ю. Н. Дорошенко, В. В. Пенявский. - Томск : ТГАСУ, 2018. - 160 с.
5. Степанов А.И. Центробежные и осевые компрессоры, воздуходувки и вентиляторы Теория, конструкция и применение / Пер. с англ. инж. И.И. Резника. — Москва : Машгиз, 1960. — 347 с. ил.; 23.
6. Вальцы гидравлические Акырак AHS 20-06 // ENERGOSTAN. – URL: https://www.energostan.ru/stanki/valtsyi_valtsovochnyie_stanki/valtsyi_gidravlicheskie_Akyrak_AHS_20-06/ (дата обращения: 19.05.2026). – Текст: электронный
7. Станок плазменной резки металла с ЧПУ Giperplasma START // RIATECH20. – URL: https://riatech.pro/catalog/stanki_plazmennoy_rezki_s_chpu/10252/ (дата обращения: 19.05.2026). – Текст: электронный