

СОЗДАНИЕ НОВОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО  
ВЕНТИЛЯТОРА

Лелека В.В., инженер, Донгипроуглемаш

*О создании вентилятора специального назначения ВЦ13 для проветривания шахт, работающих в режиме сухой консервации.**On development of the ВЦ13 special purpose fan for ventilation of mines operating in dry preservation condition.*

В последние годы в ходе реструктуризации угольной промышленности многие шахты резко снизили добычу. Нерентабельные шахты, в которых нельзя остановить водоотлив, переводятся в режим сухой консервации, при котором должна продолжаться вентиляция подземных выработок для обеспечения безопасных условий работы обслуживающего персонала и снижения количества метана в шахтном воздухе во избежание взрыва или самовозгорания.

На таких шахтах в связи с приостановкой работ и изоляцией горных выработок увеличивается сопротивление шахтной сети примерно в 8 – 10 раз и резко снижается потребность в больших подачах воздуха. Существующие вентиляторные установки не могут обеспечить экономичное проветривание, т.к. работают при закрытых направляющих аппаратах и коэффициенте полезного действия (КПД) 0,15 – 0,3.

Ряд шахт, работающих в режиме сухой консервации, как показал опыт эксплуатации, может проветриваться вентилятором, имеющим подачу 10 – 30 м<sup>3</sup>/с воздуха, зимой при наличии естественной тяги потребность ниже, чем летом.

При анализе известных аэродинамических схем с листовыми лопатками рабочих колес оказалось, что требующиеся параметры должны составить:

$$\text{коэффициент подачи } \varphi = 0,22 \left( \varphi = \frac{Q}{FU_2} \right),$$

$$\text{коэффициент статического давления } \Psi_s = 0,8 - 0,85 \left( \Psi_s = \frac{2P_s}{\rho U_2^2} \right),$$

$$\text{коэффициент мощности } \lambda = 0,21 \left( \lambda = \frac{2N}{\rho F U_2^3} \right),$$

где Q – подача вентилятора;

F – площадь рабочего колеса;

$U_2$  - окружная скорость по концам лопаток;

$P_s$  - статическое давление;

$\rho$  - плотность воздуха;

$N$  - мощность на валу вентилятора.

Благодаря теоретическим и экспериментальным исследованиям, Донгипроуглемашем совместно с Донецким государственным техническим университетом разработаны высокоэффективная аэродинамическая схема, новые компоновочные и конструктивные решения, которые явились основой создания нового вентилятора для проветривания шахт, работающих в режиме сухой консервации ВЦ13.

Расчет схемы вентилятора производился по известной методике [2]. При режимах работы больших номинального, угол натекания потока  $\beta_1$  больше угла входа лопатки  $\beta_1$ , поэтому с ее острой передней кромки (листовая лопатка) происходит отрыв потока от рабочей стороны. Важно, чтобы отрывная зона замыкалась (локализовалась) на поверхности лопатки (рисунок 1) и воспринималась как крыловидный профиль и, следовательно, не приводила к большим потерям.

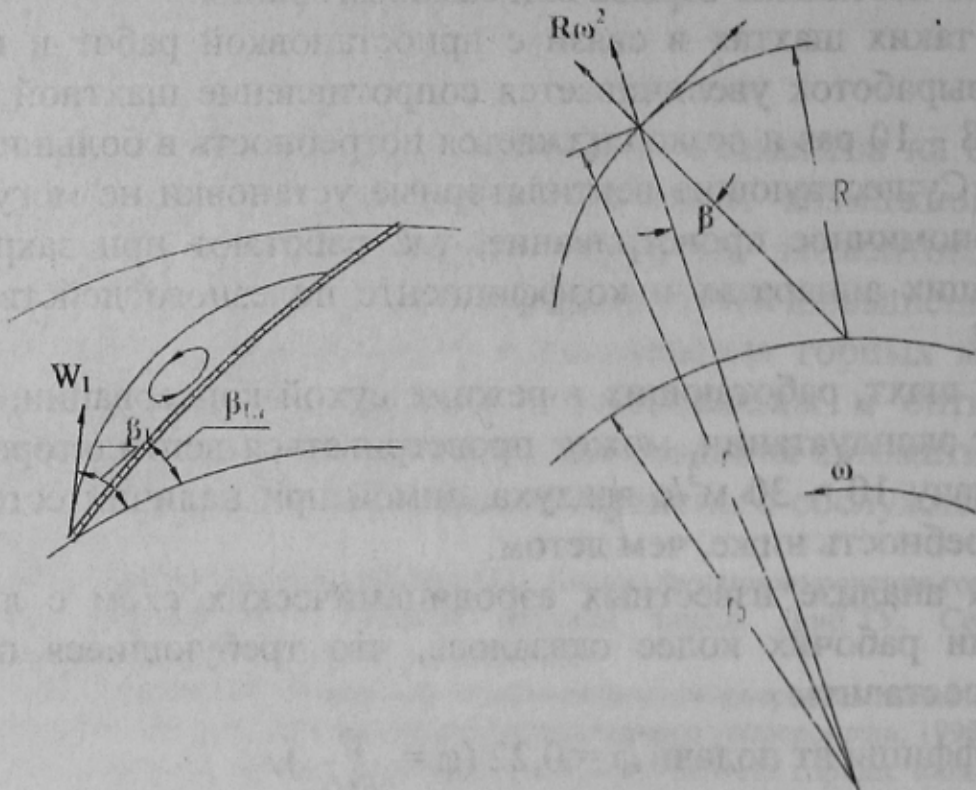


Рисунок 1 - Расчетная схема

Для этой цели необходимо определить форму границы области отрыва. Это можно сделать, исходя из того, что на свободной границе внешние силы, а таковыми являются силы инерции  $mR\omega^2$ ,  $mW^2/R$  и

кориолисова сила  $2\omega Wm$ , действующие на частицу жидкости, уравновешиваются.

Проецируя все силы на ось  $N$  имеем ( $m$  сократилась):

$$\frac{W^2}{R} + r\omega^2 \sin \beta - 2\omega W = 0$$

или в безразмерных величинах

$$\frac{1}{4R} + \bar{r} \cos \beta + \bar{W} = 0$$

Уравнение (1) является уравнением границы области отрыва. Подставляя в него выражения для радиуса кривизны

$$\frac{1}{R} = \frac{r^2 + 2r'^2 - r \cdot r''}{(r^2 + r'^2)^{3/2}}$$

И тангенса угла наклона касательной к линии тока

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r'}{r}$$

Получим нелинейное уравнение II порядка относительно  $r=r(\theta)$ , решение которого весьма проблематично. Поэтому решим его графоаналитическим методом. Из (1) найдем  $\bar{R}$

$$\bar{R} = \frac{0,5\bar{r} \cdot \bar{W}^2}{\bar{r}\bar{W} - 2\bar{r}^2 \sin \beta}$$

Во входном сечении межлопаточного канала ( $r=r_1$ ) имеем

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{\varphi}{16\bar{r}_1^2 \bar{b}_1},$$

$$\bar{W}_1 = \frac{\varphi}{8\bar{r}_1 \bar{b}_1 \sin \beta_1}.$$

По найденным значениям  $\beta_1=19.6$  и  $W_1=0.78$  определяем радиус кривизны  $R$  границы отрыва на входе в межлопаточный канал.

Затем, откладывая отрезок  $\Delta r$ , находим  $\beta_2$  и  $r_2$  графически и на основании полученных данных можно вычислить

$$\bar{W}_2 = \frac{\varphi}{8\bar{r}_2 \bar{b}_2 \sin \beta_2}$$

Из (2) находим  $R_2$

$$\bar{R}_2 = \frac{0,5\bar{r}_2 \cdot \bar{W}_2^2}{\bar{r}_2 \bar{W}_2 - 2\bar{r}_2^2 \cos\beta_2}$$

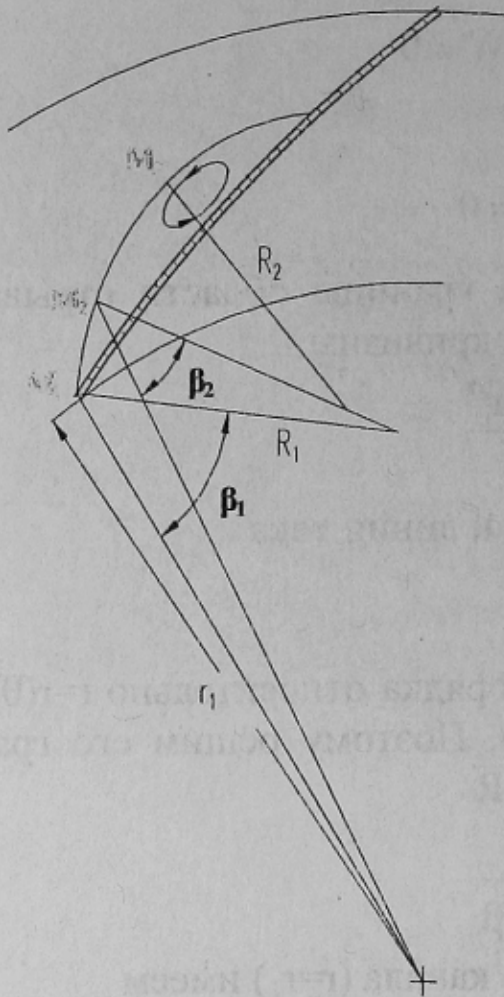


Рисунок 2 - Граница области отрыва

Таким образом определяется граница области отрыва для ВЦ13 при  $\varphi_{\max} = 0,3$  (см. рисунок 2). Как видно из рисунка, зона отрыва замыкается на лопатке, т.е. выбранная длина лопатки обеспечивает минимальные потери в межлопаточном канале при работе даже на максимальной подаче, что подтверждается при испытаниях.

Испытания и отработка аэродинамической схемы производились на модели, изготовленной при соблюдении принципа автомодельности ( $D_2 = 500$  мм). Давление и подача измерялись по разрежению в камере и коллекторе при работе аэродинамического стенда на всасывание в соответствии с ГОСТ 10921-90 "Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний".

Безразмерная аэродинамическая характеристика вентилятора показана на рисунке 3. Вентилятор ВЦ13 имеет колесо с листовыми назад загнутыми лопатками, диаметром по их концам  $D = 1300$  мм и приводится электродвигателем мощностью 75 кВт. Может работать автономно и в составе вентиляторной установки.

Вентиляторная установка ВЦ13 обеспечивает резервирование и реверс воздушной, устанавливается вблизи существующих вентиляционных каналов и подсоединяется к ним с помощью патрубка площадью поперечного сечения не менее  $1,1 \text{ м}^2$ .

Кроме вентилятора специального назначения ВЦ13 выпускается вентилятор ВЦ15, который обеспечивает эффективное проветривание проходческих стволов.

Учитывая специфику работы, такие вентиляторы должны обеспечивать глубокое регулирование рабочих параметров при высокой

надежности и простоте исполнения. Для этого в конструкции вентилятора имеется вихревой направляющий аппарат, который не имеет аналогов в вентиляторостроении.

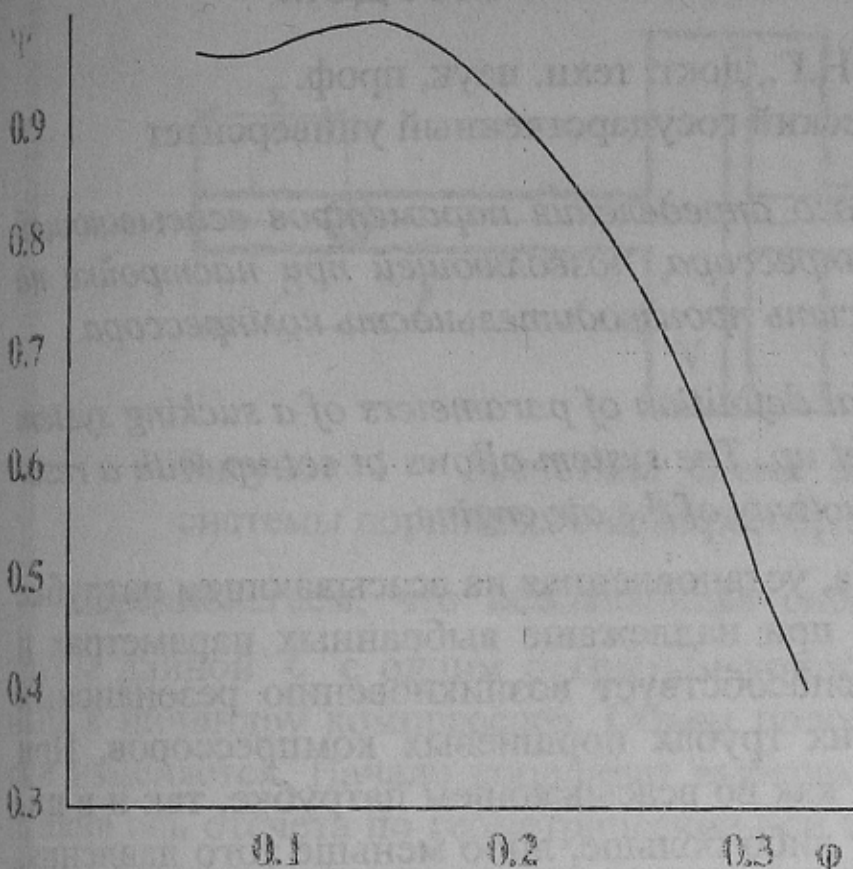


Рисунок 3 – Аэродинамические характеристики обуславливает отсутствие потерь.

Подкрутка потока производится регулятором, расположенным во входной коробке вентилятора. В отличие от традиционных направляющих аппаратов в вихревом направляющем аппарате подшипниковые опоры вынесены вне потока и не подвергаются воздействию агрессивной среды. При открытом положении аппарата сечение коробки не загромождается, это

Использование вентиляторов специального назначения позволяет снизить потребление электроэнергии, расходуемой на проветривание. Так, при использовании вентиляторной установки ВЦ13 на шахте им. Изотова на проветривание необходимо затрачивать 55 кВтч, что существенно ниже в сравнении с энергопотреблением существующего вентилятора ВРЦД 4,5 (с рабочим колесом ВЦД 47,5У), составляющим 900 кВтч.

Экономия электроэнергии составит 7400 тыс кВтч в год.

Список источников

1. Пак В.В. Расчет аэродинамических характеристик шахтных центробежных вентиляторов // Гірничя електромеханіка та автоматика. –1999.- №2 (61).
2. Ковалевская В.И., Бабак Г.А., Пак В.В. Шахтные центробежные вентиляторы. М., «Недра», 1976, 320 с.
3. Ковалевская В.И., Лелека В.В., Пак В.В. Регулировочное устройство вентилятора для сухой консервации шахт//Изв. Горного института – 2000. - № 2 (11).
4. Патент Российской Федерации № 1301053 «Входной патрубок вентилятора» от 06.12.99 г.