

## СОЗДАНИЕ ВИХРЕВОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА АДАПТИРОВАННОГО К РАБОТЕ С ОСЕВЫМИ ВЕНТИЛЯТОРАМИ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Хоружий А.Н., Васильев Ю.В., Костенко В.А., Лелека В.В.,  
инженеры, «Донгипроуглемаш»

*Исследование и проведение аэродинамических испытаний вихревого направляющего аппарата в условиях работы с вентиляторами местного проветривания.*

*Investigation and conducting of aerodynamic test of vortex guide vanes under working conditions with local ventilation fans.*

### *Проблема и её связь с научными или практическими задачами.*

Работа в длинных тупиковых выработках сопряжена с возрастающими требованиями безопасности и экологии, что связано с обеспечением надежного и эффективного проветривания. Предполагаемое увеличение минимальной средней скорости потока воздуха в выработках с 0,25 до 0,5 м/с, а также усложняющиеся условия проветривания диктуют необходимость все более широкого применения мощных отечественных вентиляторов типа ВМЭ2-8 и ВМЭ2-10. В связи с этим актуальным является обеспечение экономичной работы вентилятора, т.е. создание устройств для их регулирования.

*Анализ исследований и публикаций.* Известным и применяемым в шахтном вентиляторостроении способом регулирования производительности, давления и потребляемой вентилятором мощности является закрутка потока перед рабочим колесом, достигаемая применением специальных лопаточных входных направляющих аппаратов. Существенными недостатками подобного регулирования являются сложность привода лопаток и загромождение входа в колесо, т.к. лопатки расположены непосредственно в потоке.

*Постановка задачи.* Создание устройства для регулирования рабочих параметров вентиляторов местного проветривания и экономичной их работы.

*Изложение материала и результаты.* В институте «Донгипроуглемаш» был разработан способ регулирования при помощи вихревых направляющих аппаратов (ВНА). В них поток поступает в рабочее колесо и разделяется на осевой и тангенциальный, регулиро-

ванием которых достигается изменение режима работы вентилятора. Отличительной особенностью данной конструкции является отсутствие загромождения входа в колесо в незарегулированном режиме. В соответствии с уравнением Эйлера для рабочего колеса осевого вентилятора теоретическое давление вентилятора в режиме регулирования:

$$P_{tv} = \rho \cdot u \left( C_{2u} - \frac{q^2}{Q \cdot F_{щ}} \left( 1 - \frac{L_{щ}}{D} \right) \right) \quad (1)$$

где:  $u$  – окружная скорость колеса, м/с  
 $C_{2u}$  – скорость закручивания потока за колесом, м/с  
 $q$  – количество воздуха поступающего через щель регулятора тангенциально, м<sup>3</sup>/с  
 $Q$  – количество воздуха поступающего аксиально, м<sup>3</sup>/с  
 $F_{щ}$  – площадь сечения щели, м<sup>2</sup>  
 $L_{щ}$  – размер щели, м  
 $D$  – диаметр вентилятора, м

Как видно из уравнения, эффективность регулирования зависит от квадрата количества воздуха, поступающего тангенциально, что говорит о достаточной перспективности и эффективности данного способа регулирования.

Объектом исследования стала модель ВНА на базе осевого вентилятора диаметром 500 мм.

Испытания проводились на аэродинамическом стенде диаметром 500 мм по схеме В – свободные вход и выход нагнетательного трубопровода в соответствии с [1], в лаборатории шахтных вентиляторов. Регулирование режима работы осуществлялось поворотом лопаток дросселя. Методика и обработка результатов испытаний соответствуют [1], при этом учитывались рекомендации [2, 3].

На рисунке 1 представлены регулировочные аэродинамические характеристики  $P_v(Q)$  и  $N(Q)$  осевого вентилятора, регулируемого ВНА.

Экспериментальные исследования показали, что вентилятор при регулировании ВНА обеспечивает достаточную глубину регулирования по производительности, давлению и мощности. Так глубина регулирования по производительности  $\lambda_Q=0,56$  при этом глубина регулирования по мощности  $\lambda_N=0,32$ , а глубина регулирования по давлению  $\lambda_{Pv}=0,82$ .

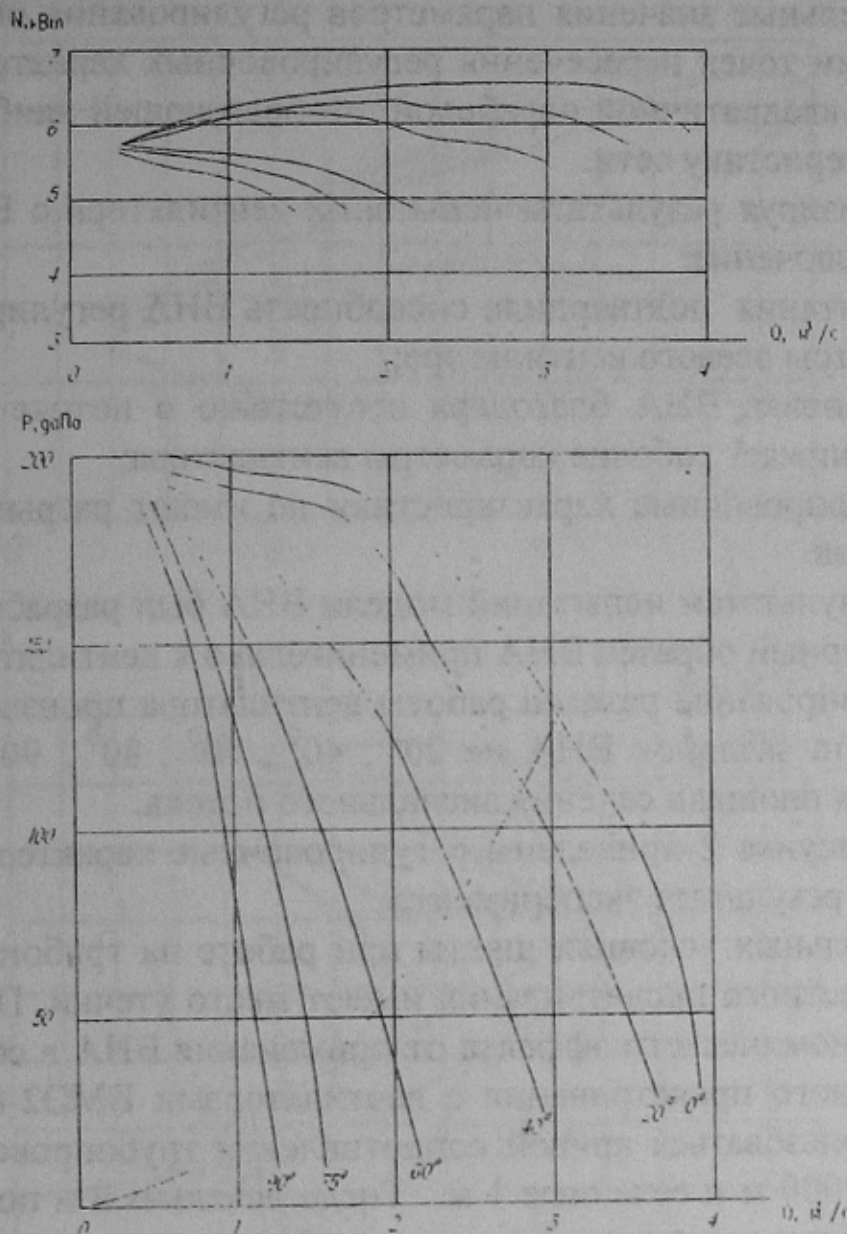


Рисунок 1 -Аэродинамические характеристики осевого вентилятора диаметром 500 мм при регулировании ВНА

Традиционно под глубиной регулирования понимается величина:

по давлению 
$$\lambda_{Pv} = \frac{P_{v \max} - P_{v \min}}{P_{v \max}}, \quad (2)$$

по подаче 
$$\lambda_Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\max}} \quad (3)$$

по мощности 
$$\lambda_N = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{N_{\max}} \quad (4)$$

Предельные значения параметров регулирования определяются параметрами точек пересечения регулировочных характеристик вентилятора с квадратичной параболой, отображающей наиболее типичную характеристику сети.

Анализируя результаты испытаний вентилятора с ВНА, можно сделать заключение:

- испытания подтвердили способность ВНА регулировать рабочие параметры осевого вентилятора;
- установка ВНА благодаря отсутствию в потоке подвижных частей не снижает рабочие параметры вентилятора;
- регулировочные характеристики не имеют разрывов, пульсации и срывов.

По результатам испытаний модели ВНА был разработан и изготовлен натурный образец ВНА применительно к вентилятору ВМЭ 2-8, где регулирование режима работы вентилятора производилось путем поворота заслонок ВНА на  $20^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $80^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ , а также уменьшения площади сечения аксиального потока.

На рисунке 2 приведены регулировочные характеристики, полученные в результате эксперимента.

В реальных условиях шахты при работе на трубопровод вентилятора местного проветривания имеют место утечки. Поэтому при расчете экономического эффекта от применения ВНА в составе установки местного проветривания с вентиляторами ВМЭ2-8 целесообразно воспользоваться кривой сопротивления трубопровода длиной, например, 2000 м и сечением 1 м. Тогда начальный и последующие режимы работы вентилятора можно приближенно определить точками пересечения кривой сопротивления и регулировочными характеристиками вентилятора. Подсчитав среднюю мощность, потребляемую регулируемым ВНА вентилятором, и сравнив с мощностью, потребляемой аналогичным нерегулируемым вентилятором, можно подсчитать экономию электроэнергии:

$$N_{cp} = \frac{\sum N_i}{n} = \frac{28 + 30 + 33 + 36 + 38 + 39 + 44 + 49,2 + 53}{9} = 38,9 \text{ кВт} \quad (5)$$

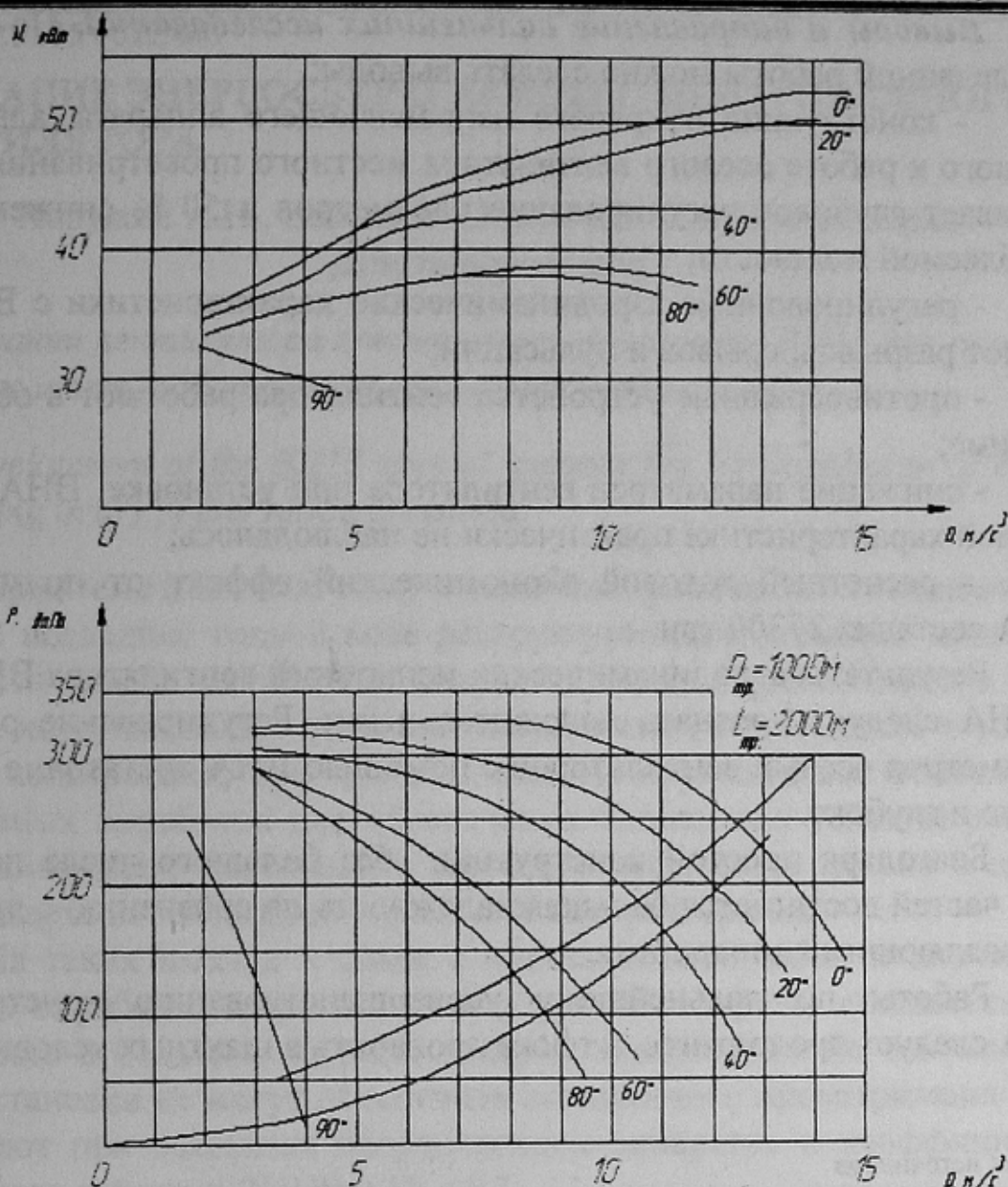


Рисунок 2 – Аэродинамические характеристики вентилятора ВМЭ2-8 при регулировании ВНА.

При этом годовая экономия электроэнергии  $N_{эг}$ , кВт·ч при работе вентилятора ВМЭ2-8 с ВНА составит:  $N_{эг} = 8760 \times (53 - 38,9) = 123516$  кВт·ч, что в финансовом выражении составит:  $\mathcal{E}_г = 0,22 \times 123516 = 27300$  грн.

Поскольку экономия, получаемая при использовании ВНА, сопоставима с ценой вентилятора, другие способы регулирования (более трудоемкие – например, снятие колеса второй ступени со спрямляющим аппаратом) применять нецелесообразно.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** По итогам проделанной работы можно сделать выводы:

- конструкция вихревого направляющего аппарата, адаптированного к работе осевого вентилятора местного проветривания, обеспечивает глубокое регулирование параметров и 50 % снижение потребляемой мощности;

- регулировочные аэродинамические характеристики с ВНА не имеют разрывов, срывов и пульсаций;

- противосрывные устройства вентилятора работают в обычном режиме;

- снижение параметров вентилятора при установке ВНА на исходной характеристике практически не наблюдалось;

- расчетный годовой экономический эффект от применения ВНА составил 27300 грн.

Результаты аэродинамических испытаний вентилятора ВМЭ 2-8 с ВНА следует признать положительными. Регулирование рабочих параметров осевых вентиляторов с помощью ВНА достаточно оперативно и глубоко.

Благодаря простой конструкции без большого числа подвижных частей достигается большая надежность по сравнению с другими направляющими аппаратами.

Работы по дальнейшему усовершенствованию конструкции ВНА следует продолжить, а также проверить в шахтных условиях.

#### Список источников

1. ГОСТ 10921-90. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний - М: изд. стандартов, 1991.
2. Керстен И.О. Аэродинамические испытания шахтных вентиляторных установок. - М: изд. "Недра", 1986 - 194 с.
3. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. - Л: изд. "Машиностроение", 1974 - 480 с.