

УДК 551.508.53.001.5:533.6

Т.В. Бунько, д-р техн. наук, ст. научн. сотр.,
М.Н. Дудник, мл. научн. сотр.,
В.Н. Веретенник, мл. научн. сотр.,
А.И. Вишницкий, мл. научн. сотр
(ИГТМ НАН Украины)
А.Ш. Жалилов, инженер
(ГП «Селидовуголь»)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
КРЫЛЬЧАТКИ ТАХОМЕТРИЧЕСКОГО АНЕМОМЕТРА ПРИ
ВОЗДЕЙСТВИИ МАКСИМАЛЬНОГО СКОРОСТНОГО ПОТОКА
ВОЗДУХА**

Т.В. Бунько, д-р техн. наук, ст. науч. співр.,
М.Н. Дуднік, мол. науч. співр.,
В.М. Веретеннік, мол. науч. співр.,
О.І. Вишницький, мол. науч. співр.
(ІГТМ НАН України)
А.Ш. Жалілов, інженер
(ДП «Селідоввугілля»)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ
КРИЛЬЧАТКИ ТАХОМЕТРИЧНОГО АНЕМОМЕТРА ПІД ЧАС ДІЇ
МАКСИМАЛЬНОГО ШВИДКІСНОГО ПОТОКУ ПОВІТРЯ**

T.V. Bunko, D.Sc. (Tech.), Senior Researcher,
M.N. Dudnik, M.S. (Tech.),
V.N. Veretennik, M.S. (Tech.),
A.I. Vishnitskiy, M.S. (Tech.)
(IGTM NAS of Ukraine)
A.Sh. Zhalilov, M.S. (Tech.)
(SE «Selidovugol»)

**SPECIFICITY OF TACHMETER ANEMOMETER IMPELLER
OPERATION UNDER THE ACTION OF MAXIMAL VELOCITY FLOW**

Аннотация. В статье проанализированы особенности функционирования крыльчаток современных тахометрических приборов, изготавливаемых из различных материалов в мировой горнотехнической практике. Отмечено, что основным показателем их эффективной работы является механическая прочность при воздействии различных скоростных потоков воздуха при сохранении необходимой точности измерений при их предельно возможных значениях. Приведен метод расчета напряжений, вызывающих изгибающие моменты в крыльчатке от скоростного напора набегающего на нее воздушного потока, позволяющий выбрать оптимальный материал для ее изготовления с учетом всех влияющих на качество измерений факторов. Также изложены основные положения метода измерения сечений горных выработок произвольной формы. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании существующей модели АПР-2, а также при создании опытного образца прибора контроля расхода воздуха и депрессии горных выработок.

Ключевые слова: тахометрический преобразователь, воздушный поток, анемометр, материалы для изготовления крыльчатки, скоростной напор, диапазон измерений, надежность

Основным элементом тахометрического преобразователя АПР-2, разработанного в ИГТМ НАН Украины и успешно применяемого при аэродинамических съемках шахт Украины, России и Республики Казахстан, является крыльчатка, обработка результатов вращения которой позволяет определить скорость воздушного потока в горных выработках в широком ее диапазоне. Точность получаемых результатов зависит от качества ее изготовления и установки в измерительном блоке прибора, легкости и физической прочности, что зависит выбора необходимого для ее изготовления материала. Целью статьи является изложение результатов, полученных путем экспериментальных и теоретических исследований по определению влияния скоростного напора на характеристики измерений (с точностью, требуемой [1]), что позволит определить прочностные и эксплуатационные характеристики крыльчатки и выбрать оптимальный материал для ее изготовления.

Крыльчатки современных тахометрических преобразователей обычно выполняют из пластмассы, титана или алюминиевых сплавов.

Пластмассовая крыльчатка обладает сравнительно высокими качественными и эксплуатационными показателями: легкостью, упругостью и стабильностью характеристик, однако требует для изготовления использования дорогостоящего оборудования, а также армирования металлом концов лопастей, что необходимо для преобразования угловой скорости ее вращения в электрический сигнал. Поэтому пластмассовые крыльчатки обычно используют в сочетании с оптоэлектронными преобразователями, применение которых в запыленной атмосфере нецелесообразно.

Крыльчатки из титана зарубежные фирмы, например, «Höntsch», применяют в преобразователях, рассчитанных на работу при температуре воздуха до 400 °С. В преобразователях анемометров, которые должны эксплуатироваться при температурах до 100 °С, обычно применяются крыльчатки из алюминиевых сплавов, которые значительно дешевле, имеют меньшую массу и, как будет показано ниже, более чем достаточную прочность. В таких условиях исключительно высокие свойства титана остаются нереализуемыми.

Крыльчатка разрабатываемого тахометрического преобразователя изготовлена из алюминиевого сплава Д16АТ, отличающегося высокой прочностью и упругостью, а также вполне достаточной коррозионной стойкостью при эксплуатации анемометра в агрессивной среде, например, в шахтной атмосфере. Это доказано многолетним опытом применения для контроля проветривания горных выработок шахт анемометров АСО-3, АП-1 и АПР-2, имеющих крыльчатки из сплава Д16АТ. Его плотность составляет 2,75 г/см³, а условный предел текучести $\sigma_{0,2}=275 - 294$ Н/мм² [2].

Момент трения в опорах вращения оси крыльчатки является основным фактором, который противодействует началу ее вращения при воздействии малых скоростей воздушного потока, т. е. ограничивает чувствительность первичного преобразователя. Как видно из (3), одним из путей снижения величины момента

трения является уменьшение массы крыльчатки. При этом также уменьшается и ее момент инерции. Таким образом, достигается не только повышение чувствительности преобразователя, но и существенное улучшение его динамических свойств.

Чрезмерное облегчение крыльчатки из-за уменьшения ее прочности приводит к ограничению возможностей преобразователя при измерениях больших скоростей воздушных потоков.

Чтобы избежать снижения верхней границы диапазона измерений по указанной причине, разработана оригинальная технология химического фрезерования лопастей крыльчатки, изготовленной из листа алюминиевого сплава Д16АТ толщиной 0,3 мм, в результате которого убирается лишняя масса металла из периферийной зоны лопастей таким образом, что обеспечивается их равнопрочность в опасных сечениях без снижения прочности конструкции. В процессе фрезерования центральная часть крыльчатки диаметром 9 мм не затрагивается и остается равной 0,3 мм, а остальная часть площади лопастей уменьшается до толщины 0,15 мм. При этом также сохраняется толщина консолей лопастей, по которым производится разворот их плоскостей до требуемого угла установки 45° . Эта операция позволила уменьшить массу крыльчатки в сборе с осью с 0,83 г до $0,50 \pm 0,05$ г, т.е. в 1,66 раза, вследствие чего при прочих равных условиях ее чувствительность выросла на 40 % и составила около 0,1 м/с.

Для оценки механической прочности крыльчатки вычислим значения максимальных напряжений в ее материале, возникающие при воздействии максимального скоростного напора набегающего воздушного потока, которому она может подвергаться в процессе эксплуатации, т.е. при скорости 50 м/с.

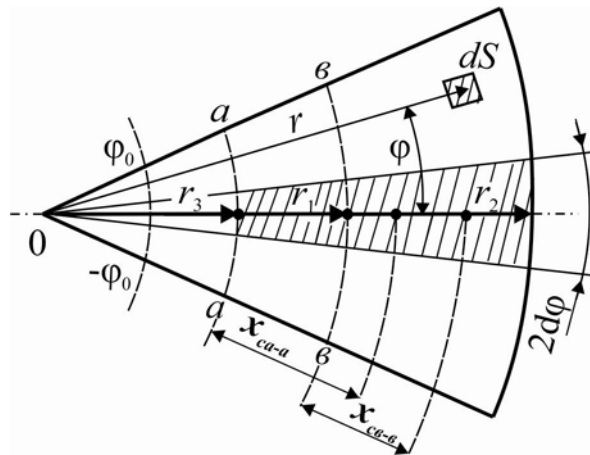


Рисунок 1 – К определению величины отрывающей силы, действующей на развернутую лопасть крыльчатки, лежащую в плоскости вращения

Определим величину отрывающей силы, действующей на развернутую лопасть, лежащую в плоскости вращения (рис. 1), в наиболее опасном сечении $b-b$ по линии окружности радиусом r_1 . Очевидно, что центробежная сила F_y , действующая на лопасть, равна

$$F_y = \omega^2 \iint_S r \cos \phi dm, \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi n$ – угловая скорость вращения крыльчатки, рад/с; r , ϕ – текущее значение радиуса и угла; dm – элемент массы материала крыльчатки, г/мм³.

Учитывая, что $dm = \rho \delta dS$, где ρ – плотность материала крыльчатки, кг/м³; δ – толщина лопасти, м; dS – элемент площади лопасти, м², выражение (4) можно записать в виде

$$F_y = \rho \delta \omega^2 \iint_S r \cos \phi dS.$$

Переходя к полярным координатам, получим

$$F_y = \rho \delta \omega^2 \int_{r_1}^{r_2} \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} r^2 \cos \phi dr d\varphi = \frac{8\pi^2 n^2}{3} \rho \delta (r_2^3 - r_1^3) \sin \varphi_0. \quad (5)$$

Чтобы определить величину напряжения σ_u в опасном сечении лопасти $b-b$, выделим узкий сектор с углом $d\varphi$. Дифференцируя выражение (5), получим значение силы

$$dF = \frac{8\pi^2 n^2}{3} \rho \delta (r_2^3 - r_1^3) d\varphi, \quad (6)$$

действующей в сечении $dS = 2 \delta r_1 d\varphi$.

Тогда напряжение в сечении $b-b$, вызванное центробежной силой F_u , будет

$$F_u = \frac{dF}{dS} = \frac{8\pi^2 n^2}{3} \rho \left(\frac{r_2^3 - r_1^3}{r_1} \right). \quad (7)$$

Подставив в (5) и (7) числовые значения параметров лопасти: $\varphi_0 = 24^\circ$; $\rho = 2,8 \times 10^3$ кг/м³; $r_1 = 9 \times 10^{-3}$ м; $r_2 = 17,5 \times 10^{-3}$ м; $n = 500$ об/с; (при скорости воздушного потока $V = 50$ м/с). Сечение $b-b$, отстоящее от оси вращения на расстоянии r_1 , расположено по дуге, разделяющей части лопасти, имеющие разную толщину: 0,3 мм и 0,15 мм. Примем $\delta = 0,15 \times 10^{-3}$ м. Тогда получим:

- центробежная сила, растягивающая лопасть при скорости набегающего воздушного потока 50 м/с

$$F_u = \frac{8\pi^2 \cdot 500^2}{3} 2,8 \cdot 10^3 - 0,15 \cdot 10^{-3} (1,75^3 - 0,9^3) 10^{-6} \cdot 0,407 = 5,21H ;$$

- напряжение в сечении *b-b* при скорости набегающего воздушного потока 50 м/с, вызванное центробежной силой

$$G_u = \frac{4\pi^2 \cdot 500^2}{3} 2,8 \cdot 10^3 \frac{1,75^3 - 0,9^3}{9} 10^{-3} = 4,74 \text{ Н/мм}^2.$$

Полученное значение напряжения много меньше условного предела текучести материала крыльчатки – алюминиевого сплава Д16АТ, для которого $\sigma_{0,2} = 275 - 294 \text{ Н/мм}^2$.

Определим величины напряжений в наиболее опасных сечениях лопасти, вызванных изгибающими моментами от воздействия скоростного напора набегающего воздушного потока. Его максимальное значение при заданной скорости потока соответствует случаю, когда вектор скорости потока направлен нормально плоскости лопасти неподвижной крыльчатки. Тогда изгибающий момент будет

$$M = C_x S_x \frac{\rho V^2}{2} x_c , \quad (8)$$

где C_x – коэффициент лобового сопротивления лопасти малого относительного удлинения, расположенной нормально вектору скорости набегающего воздушного потока, равный 1,2 [3]; S_x – расчетная площадь лопасти, м^2 ; ρ – плотность воздуха, равная $1,22 \text{ кг/м}^3$; V – скорость набегающего потока, м/с; x_c – расстояние от опасного сечения до центра тяжести расчетной площади лопасти. мм.

Положение центра тяжести найдем по известному методу [4]

$$x_{c_i} = \frac{\iint_S r \cos \varphi dS}{S} - r_i . \quad (9)$$

Переходя к полярным координатам и в соответствии с рисунком 2.1, перепишем выражение (9)

$$x_{c_i} = \int_{r_i}^{r_2} \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} \frac{r \cos \varphi \cdot 2drd\varphi}{S} = \frac{2}{3} \frac{r_2^3 - r_i^3}{r_2^2 - r_i^2} \frac{\sin \varphi_0}{\varphi_0} - r_i. \quad (10)$$

Представим выражение (10) в форме, более удобной для вычислений

$$x_{c_i} = \frac{2}{3} \frac{r_2^2 + r_i r_2 + r_i^2}{r_2 + r_i} \frac{\sin \varphi_0}{\varphi_0} - r_i. \quad (11)$$

Наиболее опасными сечениями лопасти, подверженной воздействию набегающего воздушного потока, являются (см. рис.1):

- сечение *a-a*, расположенное в самом узком месте лопасти по линии сочленения ее основания с центральной звездочкой, на расстоянии $r_3=4,5$ мм; толщина лопасти $h=0,03$ мм;

- сечение *b-b*, расположенное по окружности радиусом $r_1=9$ мм, которая разделяет части лопасти толщиной 0,3 мм и 0,15 мм.

Определим положения центров тяжести сечений *a-a* и *b-b*

$$x_{c_{a-a}} = \frac{2}{3} \frac{r_2^2 + r_2 r_3 + r_3^2}{r_2 + r_3} \frac{\sin \varphi_0}{\varphi_0} - r_3 = \frac{2}{3} \frac{17,5^2 + 17,5 \cdot 4,5 + 4,5^2}{17,5 + 4,5} \frac{0,407}{0,133\pi} - 4,5 = 7,46 \text{ мм},$$

$$x_{c_{b-b}} = \frac{2}{3} \frac{r_2^2 + r_1 r_2 + r_1^2}{r_2 + r_1} \frac{\sin \varphi_0}{\varphi_0} - r_1 = \frac{2}{3} \frac{17,5^2 + 17,5 \cdot 9 + 9^2}{17,5 + 9} \frac{0,407}{0,133\pi} - 9 = 4,35 \text{ мм},$$

Вычислим площади лопасти, прилегающие к сечениям *a-a* и *b-b*

$$S_{a-a} = \varphi_0 (r_2^2 - r_3^2) = 0,133\pi (17,5^2 - 4,5^2) = 116,8 \text{ мм}^2;$$

$$S_{b-b} = \varphi_0 (r_2^2 - r_1^2) = 0,133\pi (17,5^2 - 9^2) = 94,1 \text{ мм}^2,$$

а также величины моментов сил, действующих в этих сечениях, в соответствии с выражением (8)

$$M_{a-a} = 1,2 \cdot 1,17 \cdot 10^{-4} \frac{1,22 \cdot 50^2}{2} 7,46 = 1,64 \text{ Нмм};$$

$$M_{b-b} = 1,2 \cdot 0,94 \cdot 10^{-4} \frac{1,22 \cdot 50^2}{2} 4,35 = 0,74 \text{ Нмм.}$$

Значения напряжений в опасных сечениях $a-a$ и $b-b$ определяются выражением

$$\sigma = \frac{M}{I} y_{max}, \quad (12)$$

где $I = bh^3/12$ – момент инерции лопасти прямоугольного сечения шириной b и толщиной h .

Поскольку сечение симметрично относительно нейтральной оси и, следовательно, $y_{max} = h/2$, получим для нашего случая нагружения

$$\sigma = \frac{6M}{bh^2}. \quad (13)$$

Тогда значения напряжений в опасных сечениях $a-a$ и $b-b$, вызванные изгибающими моментами от скоростного напора набегающего воздушного потока скоростью 50 м/с, будут

$$\sigma_{a-a} = \frac{6 \cdot 1,64}{3,8 \cdot 0,3^2} = 29 \text{ Н/мм}^2,$$

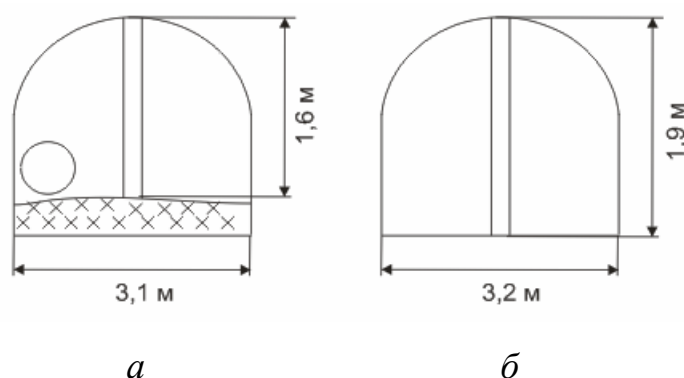
$$\sigma_{b-b} = \frac{6 \cdot 0,72}{7,5 \cdot 0,15^2} = 26 \text{ Н/мм}^2;$$

т.е. на порядок меньше условного предела текучести материала крыльчатки, равного 275-294 Н/мм².

Комплексный подход к оценке состояния вентиляционных систем предъявляет повышенные требования к достоверности исходной аэродинамической информации. Повышение точности определения аэродинамического сопротивления выработок, в первую очередь, связано с увеличением точности замера расхода воздуха, которая зависит от точности замера площади поперечного сечения выработки. Использование существующих высокоточных приборов для измерения сечений выработки неприемлемо из-за отсутствия замерных станций и наличия неподдерживаемых выработок с сечением сложной конфигурации. Существующие фотопланометрические способы измерения сечений выработки недостаточно эффективны для применения в автоматизированных системах расчета и управления ШВС. Следует отметить, что применение вычисли-

тельной техники дает возможность получать более точный результат как при использовании простых мерных линеек, так и при помощи методов распознавания образов.

Поэтому совершенствование методов расчета площади поперечного сечения горных выработок представляет собой актуальную научно-практическую задачу. Для иллюстрации предлагаемого метода определения сечений неподдерживаемых горных выработок рассмотрим наиболее сложный случай их изменения (наблюдается одновременно опускание кровли и пучение почвы выработки (рис. 2). Участки деформации отмечены косой штриховкой. На рис. 3 видно, что сечение выработки делится на две части: одна, светлая, представляет собой реальное сечение выработки «в свету», вторая, заштрихованная, - область деформации по сравнению с проектным значением.



a – позади очистного забоя на 6,0 м, от разрезной печи – 1322,0 м, ПК50+4

б – позади очистного забоя на 8,5 м, от разрезной печи – 1413,0 м, ПК41+5

Рисунок 2. - Изменения поперечного сечения неконтролируемой воздухоотводящей выработки позади фронта очистных работ (у места возведения опорной полосы)

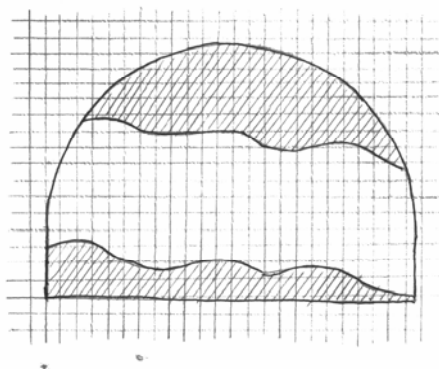


Рисунок 3.- Сечение деформированной выработки

Применим к решению задачи определения сечения выработки произвольной формы методы распознавания образов [5, 6]. С этой целью нанесем на графическое изображение сечения горной выработки разрядную сетку с координатами

$(x_1, x_2, \dots, x_n); (y_1, y_2, \dots, y_n)$. В этом случае сечение выработки представит собой фигуру, площадь которой определяется суммой светлых прямоугольников ($p(i,j)=1$), и темных прямоугольников $p(i,j)=0$, которые в расчете сечения не участвуют. Сечение определится как

$$F = \sum_1^n S(i, j) \quad p(i, j) = 1$$

Определение площади любого многоугольника по координатам можно выполнить по формулам, известным из аналитической геометрии

$$F = \sum_{i=1}^{n-2} F_i^{np}$$

Меняя формат координатной сетки (уменьшая площадь элементарных прямоугольников), можно добиться любой точности определения площади поперечного сечения выработки в разумных пределах (когда проведение замеров не будет слишком затруднительным).

Таким образом, в статье изложен комплексный подход к оценке состояния вентиляционных систем, основанный на повышении точности определения аэродинамического сопротивления выработок, включающий:

метод расчета напряжений, вызывающих изгибающие моменты в крыльчатке от скоростного напора набегающего на нее воздушного потока, позволяющие выбрать оптимальный материал для ее изготовления с учетом всех влияющих на качество измерений факторов;

метод определения площади поперечного сечения горной выработки для случая, если периметр выработки ограничен ломаной произвольной формы, т.е. когда ширину выработки нельзя указать однозначно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: затв. наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62. – Київ: 2010 – 2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
2. Горлин, С.М. Экспериментальная аэромеханика / С.М. Горлин. – М.: Высшая школа, 1970. – 365 с.
3. Справочник конструктора точного приборостроения. – Л.: Машиностроение, 1989. – 226 с.
4. Ицкович, Г. М. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1986. – 340 с.
5. Белозерский, Л.А. Анализ и обработка априорной информации в конструировании систем автоматического распознавания (САРС) / Л.А. Белозерский, А.И. Шевченко - Днепропетровск: ИПШ «Наука і освіта», 2008. – 180 с.
6. Ту, Дж. Математические принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. - Москва, "Мир" :1978 – 414 с.

REFERENCES

1. State committee of Ukraine on industrial safety, labour protection and mining supervision (2010), *NPAOP 10.0-1.01-10: Pravila bezpeki u vugilnirh shakhtakh* [NPAOP 10.0-1.01-10 Rules of safety in coal mines], Kiev, Ukraine
2. Gorlin, S.M. (1970), *Eksperimentalnaya aeromekhanika* [Experimental air-mechanic], High school, Moscow, SU
3. *Spravochnik konstruktora tochnogo priborostroyeniya* [Designer's reference book of exact instru-

ment-making] (1989), Mechanical engineering, Leningrad, SU.

4. Itskovich, G.M. (1986), *Soprotivleniye materialov* [Resistance of materials], High school, Moscow, SU.

5. Belozerskiy, L.A. and Shevchenko, A.I. (2008), *Analysis and treatment of apriori information in constructing of the systems of automatic recognition (SARS)*, PIPP «Science and education», Dnepropetrovsk, Ukraine.

6. Tu, Dzh. and Gonsales, P. (1978), *Matematicheskiye principy raspoznavaniya obrazov* [Mathematical principles of pattern recognition], "World", Moscow, SU.

Об авторах

Бунько Татьяна Викторовна, доктор технических наук, старший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, bunko2007@mail.ru

Дудник Михаил Николаевич, инженер в отделе горной термоаэродинамики и автоматизированных систем Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, dudnik1953@gmail.com

Веретенник Виктор Николаевич, инженер в отделе горной термоаэродинамики и автоматизированных систем Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, dudnik1953@gmail.com

Вишницкий Александр Иванович, инженер в отделе горной термоаэродинамики и автоматизированных систем Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина.

Жалилов Александр Шамильевич, инженер, главный механик ГП «Селидовуголь», Селидово, Украина, alnat01@mail.ru

About the authors

Bunko Tatjana Viktorovna, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of problems of underground mines in great depths, M.S. Poljakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, bunko2007@mail.ru

Dudnik Michail Nikolayevich, Master of Science in the Department of Rock Thermoatrodynamics and Automated Systems N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, dudnik1953@gmail.com

Veretennik Victor Nikolayevich, Master of Science in the Department of Rock Thermoatrodynamics and Automated Systems N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, dudnik1953@gmail.com

Vishnitskiy Aleksandr Ivanovich, Master of Science in the Department of Rock Thermoatrodynamics and Automated Systems N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine,

Zhalilov Aleksandr Shamilyevich, Master of Science, Chief Mechanician of SP «Selidovugol», Seli-dovo, Ukraine, alnat01@mail.ru

Анотація. В статті проаналізовані особливості функціонування крильчаток сучасних тахометричних приладів, що виготовляються з різних матеріалів у світовій гірничотехнічній практиці. Відзначено, що основним показником їх ефективної роботи є механічна міцність під впливом дії різних швидкісних потоків повітря при збереженні необхідної точності вимірювань при їх гранично можливих значеннях. Приведений метод розрахунку напруг, що викликають згинаючі моменти в крильчатці від швидкісного натиску набігаючого на неї повітряного потоку, який дозволяє вибрати оптимальний матеріал для її виготовлення з урахуванням всіх впливаючих на якість вимірювань чинників. Одержані результати можуть бути використані при вдосконаленні існуючої моделі АПР-2, а також при створенні дослідного зразка приладу контролю витрати повітря і депресії гірничих виробок

Ключові слова: тахометричний перетворювач, повітряний потік, анемометр, матеріали для виготовлення крильчатки, швидкісний натиск, діапазон вимірювань, надійність

Abstract. Specificity of operation of the up-to-date tachometric device impellers made of different materials and applied in the world mining practices is analyzed in the article. It is noted that mechanical durability of the impeller is a basic indication of their effective operation at different speed of the air flow with maintained accuracy of measurements and maximally possible values. A method is proposed for calculating tensions which cause bending moments in the impeller due to the speed pressure of the air flowing onto the impeller. This method makes possible to choose optimal material for the impeller making with taking into account all measurable factors which can impact the impeller quality. The article also presents basic principles of the method for measuring sections of the mine tunnels of arbitrary shape. The findings can be used for improving the existing model APR-2 and for designing a pre-production model of a device for controlling air consumption and tunnel depression.

Keywords: tachometric converter, air flow, anemometer, materials for making of kryl'chatky, speed pressure, range of measurings, reliability

Статья поступила в редакцию 20.02.2013

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук А.П. Круковским

УДК 622.012: 502.3

Н.Н. Беляев, д-р техн. наук, профессор,
Н.В. Росточило, инженер
(ГВУЗ «ДНУЖТ им. В. Лазаряна»)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЗАВЕСЫ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ ПРИ МИГРАЦИИ В АТМОСФЕРЕ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

М.М. Біляєв, д-р техн. наук, профессор,
Н.В. Розточило, інженер
(ДВНЗ «ДНУЗТ ім. В. Лазаряна»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНОЇ ЗАВІСИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ПРИ МІГРАЦІЇ В АТМОСФЕРІ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН

N.N. Belyayev, D.Sc. (Tech.), Professor,
N.V. Rostochilo, Master of Science
(SHEE «DNURT named after V. Lazaryan»)

STUDY OF THE AIR CURTAIN EFFICIENCY WHEN IT IS USED FOR THE BUILDING LOCAL PROTECTION AGAINST TOXIC AGENTS MIGRATED IN THE ATMOSPHERE

Аннотация. Актуальной задачей является защита зданий от попадания в них опасных веществ, мигрирующих в атмосфере. Для решения этой задачи может использоваться воздушная завеса, представляющая собой вертикальный поток воздуха, который создает гидродинамический барьер на пути мигрирующего в атмосфере опасного вещества. При использовании данного метода защиты необходимо заранее определить его эффективность с учетом конкретных метеоусловий и формы здания. В работе представлена численная модель, позволяющая решить эту задачу. В основу модели положено уравнение движения идеальной жидкости и уравнение массопереноса. Для численного моделирования моделирующих уравнений используются разностные схемы.