

## **ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООСНОСТИ ВАЛОВ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА МАРКШЕЙДЕРСКИМ СПОСОБОМ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ**

*А.В. Третьяк, Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, Украина*

В статье приведена часть результатов исследования оценки точности определения соосности валов вентиляторов главного проветривания шахт маркшейдерским способом, а именно – вентиляционных установок центробежного типа, и только в горизонтальной плоскости.

Вентиляторы главного проветривания шахт являются объектом повышенного внимания, так как от надёжности их работы зависит безопасность персонала [2]. Качество эксплуатации вентиляторных установок обеспечивается механической службой шахты, в соответствии с руководящими документами [3]. В силу ряда причин [4, 5] возникла необходимость дополнительного контроля соосности валов вентиляторных установок. Данная задача была поставлена перед маркшейдерской службой. В связи с этим, были предложены некоторые способы решения поставленной задачи [6, 7]. Один из предложенных способов был включен в маркшейдерскую инструкцию, изданную в Украине в 2001 году.

В соответствии с требованиями действующей “Инструкции...” [1], маркшейдерская служба угольных шахт систематически должна выполнять комплекс работ по определению соосности валов вентиляторов главного проветривания шахт. Однако производственный опыт показал, что приведенный в указанной инструкции способ имеет ограниченную область применения. Поэтому на кафедре маркшейдерии Государственного ВУЗ “Национальный горный университет” был проведен ряд теоретических и практических исследований по разработке новых способов решения данной производственной задачи [8, 9, 10, 11, 12]. В результате многочисленных производственных экспериментов, выполненных на базе угольных шахт Западного Донбасса и ГП “Львовуголь”, был сделан вывод о целесообразности и возможности применения различных способов определения соосности валов в определённых условиях.

В данной работе рассмотрен случай определения соосности валов в горизонтальной плоскости при маркшейдерском обслуживании главных вентиляторных установок центробежного типа. Для решения задачи определения соосности валов необходимо получить следующие результаты:

1. Разворот осей валов относительно заданной референтной вертикальной плоскости.
2. Разворот осей валов относительно друг друга.
3. Радиальное смещение осей валов в месте их стыковки.

Разворот осей валов относительно заданной референтной вертикальной плоскости является промежуточным результатом для определения разворота осей валов относительно друг друга. Поэтому отдельно для него оценка точности не требует рассмотрения. Референтная вертикальная плоскость – это плоскость, образованная вертикальным штрихом сетки нитей зрительной трубы теодолита, направленной приблизительно параллельно оси главного вала.

Выполненная оценка точности относится к наиболее рациональной и доступной методике определения соосности в горизонтальной плоскости двух стыкующихся между собой валов, выполняемой теодолитами типа Т5 или Т2. В качестве реек в этом способе могут быть использованы: металлическая линейка с ценой деления 1 мм; нивелирная шашечная рейка с укрепленной на ней линейкой или полотном рулетки с ценой деления 1 мм. Точность взятия отсчетов при этом составляет, соответственно 0,1 мм. Отсчеты берутся с одной установки теодолита для двух стыкующихся валов. Если главная вентиляторная установка имеет в своей конструкции три вала, то для второй пары валов измерения выполняются со второй установки теодолита. Это позволяет достичь максимальной точности при измерениях.

Расстояния от теодолита до точек установки реек на поверхности валов находится в диапазоне от 2 м до 5 м, что обусловлено особенностями расположения оборудования в машинном зале, и позволяет минимизировать погрешности взятия отсчётов. Ниже приведена принципиальная схема выполнения полевых измерений.

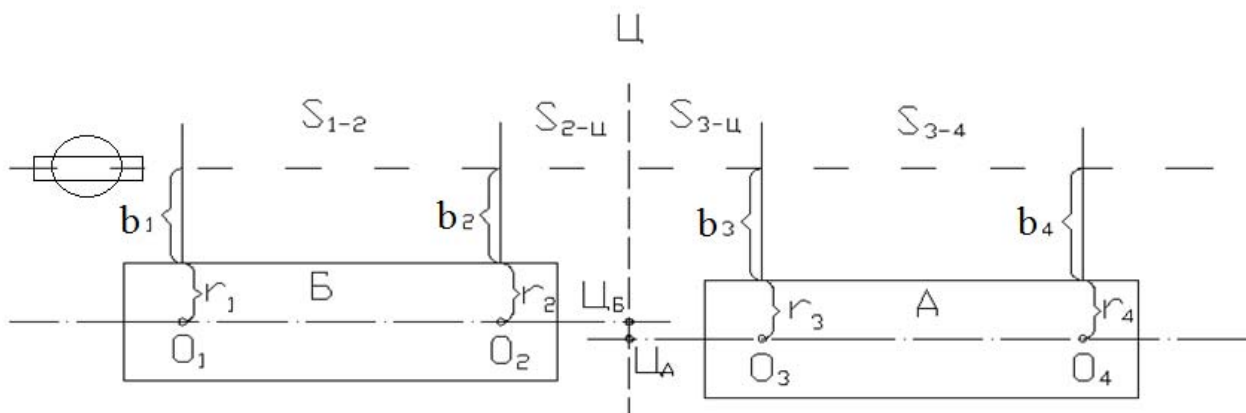


Рис.1. Схема выполнения измерений для определения соосности валов в горизонтальной плоскости (плановый вид).

В соответствии с методикой выполнения полевых работ (рис.1), вычисление геометрических параметров соосности в горизонтальной плоскости может быть выполнено по двум вариантам. Первый вариант является аналогом вычислений в вертикальной плоскости [13]. Формулы в этом случае имеют следующий вид.

Развороты осей валов относительно референтной плоскости  $V_i$  :

$$V_{1-2} = \frac{X_{O2} - X_{O1}}{S_{1-2}} \quad (1)$$

$$V_{3-4} = \frac{X_{O4} - X_{O3}}{S_{3-4}}, \quad (2)$$

где  $X_{O_i}$  – расстояния от  $i$ -ых точек на оси вала до референтной плоскости;

$S_i$  – расстояния между соответствующими  $i$ -ми точками на осях валов.

Значения  $S_i$  непосредственно измеряются при выполнении полевых работ, а  $X_{O_i}$  вычисляются по формулам (3):

$$\left. \begin{aligned} X_{O1} &= N + b_1 + r_1 \\ X_{O2} &= N + b_2 + r_2 \\ X_{O3} &= N + b_3 + r_3 \\ X_{O4} &= N + b_4 + r_4 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где  $b_i$  – отсчёты по горизонтально установленным в  $i$ -ых точках рейкам или линейкам;  
 $N$  – произвольное целое число;

$r_i$  – радиусы валов в  $i$ -ых точках установки реек или линеек.

Учитывая формулы (3), формулы (1) и (2) принимают следующий вид:

$$V_{1-2} = \frac{N + b_2 + r_2 - N - b_1 - r_1}{S_{1-2}} = \frac{b_2 - b_1 + r_2 - r_1}{S_{1-2}} \quad (4)$$

$$V_{3-4} = \frac{N + b_4 + r_4 - N - b_3 - r_3}{S_{3-4}} = \frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}} \quad (5)$$

Тогда разворот осей двух стыкующихся валов относительно друг друга  $\Delta V$  вычисляется по формуле (6):

$$\Delta V = V_{1-2} - V_{3-4} = \frac{b_2 - b_1 + r_2 - r_1}{S_{1-2}} - \frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}} \quad (6)$$

Для вычисления радиального смещения осей валов в горизонтальной плоскости вычисляются координаты  $X_{Oj}$  осей каждого вала в точке соприкосновения их торцов, по формулам (7) и (8):

$$X_{O_2} = X_{O_1} + \Delta X_{O_1-O_2} = X_{O_1} + V_{1-2} \cdot S_{1-2} = N + b_2 + r_2 + \frac{b_2 - b_1 + r_2 - r_1}{S_{1-2}} \cdot S_{1-2} \quad (7)$$

$$X_{O_4} = X_{O_3} + \Delta X_{O_3-O_4} = X_{O_3} + V_{3-4} \cdot S_{3-4} = N + b_3 + r_3 + \frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}} \cdot S_{3-4}, \quad (8)$$

где  $S_{i-ii}$  – расстояния от  $i$ -ых точек установки реек или линеек до точки соприкосновения торцов двух стыкующихся валов;

$V_{4-3}$  – величина, обратная  $V_{3-4}$  и вычисляемая по формуле (9):

$$V_{4-3} = \frac{X_{O_3} - X_{O_4}}{S_{3-4}} = \frac{N + b_3 + r_3 - N - b_4 - r_4}{S_{3-4}} = \frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}} \quad (9)$$

Радиальное смещение осей валов в горизонтальной плоскости  $\Delta X$  вычисляется по формуле (10) или (11):

$$\Delta X = X_{O_2} - X_{O_4} = N + b_2 + r_2 + \frac{b_2 - b_1 + r_2 - r_1}{S_{1-2}} \cdot S_{1-2} - N - b_3 - r_3 - \frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}} \cdot S_{3-4} \quad (10)$$

$$\Delta X = b_2 - b_3 + r_2 - r_3 + \frac{b_2 - b_1 + r_2 - r_1}{S_{1-2}} \cdot S_{1-2} - \frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}} \cdot S_{3-4} \quad (11)$$

Второй вариант вычисления геометрических параметров соосности валов в горизонтальной плоскости основан на применяемом в маркшейдерии и геодезии способе тригонометрических функций. При этом формула (3) вычисления значений  $X_{O_i}$  остаётся неизменной, и вводятся значения  $Y_{O_i}$ , вычисляемые по формулам (12):

$$\left. \begin{aligned} Y_{O_1} &= M \\ Y_{O_2} &= M + S_{1-2} \\ Y_{O_3} &= M + S_{1-2} + S_{2-ii} \\ Y_{O_4} &= M + S_{1-2} + S_{2-ii} + S_{3-ii} \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

где  $M$  – произвольное целое число.

Далее по формулам (13) и (14) вычисляются дирекционные углы относительно референтной прямой, принадлежащей референтной плоскости.

$$\alpha_{1-2} = \arctg \frac{\Delta Y_{O_1-O_2}}{\Delta X_{O_1-O_2}} = \arctg \frac{Y_{O_2} - Y_{O_1}}{X_{O_2} - X_{O_1}} = \arctg \frac{M + S_{1-2} - M}{N + b_2 + r_2 - N - b_1 - r_1} = \arctg \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} \quad (13)$$

$$\begin{aligned}\alpha_{3-4} &= \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{O3-O4}}{\Delta X_{O3-O4}} = \operatorname{arctg} \frac{Y_{O4} - Y_{O3}}{X_{O4} - X_{O3}} = \operatorname{arctg} \frac{M + S_{1-2} + S_{2-II} + S_{3-II} + S_{3-4} - M - S_{1-2} - S_{2-II} - S_{3-II}}{N + b_4 + r_4 - N - b_3 - r_3} = \\ &= \operatorname{arctg} \frac{S_{3-4}}{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}\end{aligned}\quad (14)$$

Угол разворота осей стыкующихся валов вычисляется по формуле (15):

$$\Delta\alpha = \alpha_{1-2} - \alpha_{3-4} = \operatorname{arctg} \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} - \operatorname{arctg} \frac{S_{3-4}}{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}\quad (15)$$

Тогда разворот осей валов вычисляется по формуле (16):

$$\Delta V = \operatorname{tg} \Delta\alpha = \operatorname{tg} \left( \operatorname{arctg} \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} - \operatorname{arctg} \frac{S_{3-4}}{b_4 - b_3 + r_4 - r_3} \right)\quad (16)$$

Координаты  $X_{IIj}$  осей каждого вала в точке соприкосновения их торцов вычисляются по формулам (17), (18), (19):

$$X_{II_B} = X_{O2} + \Delta X_{O2-II} = X_{O2} + S_{2-II} \cdot \cos \alpha_{1-2} = N + b_2 + r_2 + S_{2-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} \right)\quad (17)$$

$$X_{II_A} = X_{O3} + \Delta X_{O3-II} = X_{O3} + S_{3-II} \cdot \cos \alpha_{4-3} = N + b_3 + r_3 + S_{3-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{-S_{3-4}}{b_3 - b_4 + r_3 - r_4} \right)\quad (18)$$

$$\begin{aligned}\alpha_{4-3} &= \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{O4-O3}}{\Delta X_{O4-O3}} = \operatorname{arctg} \frac{Y_{O3} - Y_{O4}}{X_{O3} - X_{O4}} = \operatorname{arctg} \frac{M + S_{1-2} + S_{2-II} + S_{3-II} - M - S_{1-2} - S_{2-II} - S_{3-II} - S_{3-4}}{N + b_3 + r_3 - N - b_4 - r_4} = \\ &= \operatorname{arctg} \frac{-S_{3-4}}{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}\end{aligned}\quad (19)$$

Радиальное смещение осей валов в горизонтальной плоскости  $\Delta X$  вычисляется по формуле (20) или (21):

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_{II_B} - X_{II_A} = N + b_2 + r_2 + S_{2-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} \right) - \\ &- N - b_3 - r_3 - S_{3-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{-S_{3-4}}{b_3 - b_4 + r_3 - r_4} \right)\end{aligned}\quad (20)$$

$$\Delta X = b_2 - b_3 + r_2 - r_3 + S_{2-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{S_{1-2}}{b_2 - b_1 + r_2 - r_1} \right) - S_{3-II} \cdot \cos \left( \operatorname{arctg} \frac{-S_{3-4}}{b_3 - b_4 + r_3 - r_4} \right)\quad (21)$$

Параметры  $\Delta V$  и  $\Delta X$  являются основными характеристиками соосности валов в вертикальной плоскости. Их максимально допустимые значения задаются заводом-изготовителем. Для оценки точности определения этих параметров  $m_{\Delta V}$  и  $m_{\Delta X}$ , окончательный вид формул (6) и (11) – для первого варианта расчётов и формул (16) и (21) был дифференцирован:

$$m_{\Delta V}^2 = \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_1}\right)^2 \cdot m_{b_1}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_2}\right)^2 \cdot m_{b_2}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_3}\right)^2 \cdot m_{b_3}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_4}\right)^2 \cdot m_{b_4}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_1}\right)^2 \cdot m_{r_1}^2 +$$

$$+ \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_2}\right)^2 \cdot m_{r_2}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_3}\right)^2 \cdot m_{r_3}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_4}\right)^2 \cdot m_{r_4}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{S_{1-2}}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{S_{3-4}}^2 \quad (22)$$

$$m_{\Delta X}^2 = \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_1}\right)^2 \cdot m_{b_1}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_2}\right)^2 \cdot m_{b_2}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_3}\right)^2 \cdot m_{b_3}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_4}\right)^2 \cdot m_{b_4}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_1}\right)^2 \cdot m_{r_1}^2 +$$

$$+ \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_2}\right)^2 \cdot m_{r_2}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_3}\right)^2 \cdot m_{r_3}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_4}\right)^2 \cdot m_{r_4}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{S_{1-2}}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{S_{3-4}}^2 +$$

$$+ \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{2-II}}\right)^2 \cdot m_{S_{2-II}}^2 + \left(\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{3-II}}\right)^2 \cdot m_{S_{3-II}}^2 \quad (23)$$

где  $m_{bi}$  – погрешности взятия отсчётов теодолитом по рейкам, установленным на  $i$  – ых точках на поверхности валов;

$m_{ri}$  – погрешности определения радиусов валов в  $i$  – ых точках установки реек на поверхности валов;

$m_{si}$  – погрешности измерения расстояний между точками установки реек на поверхности валов.

Значения погрешностей  $m_{bi}$  зависят от кратности увеличения зрительной трубы теодолита и от расстояния от теодолита до рейки или линейки. Также эти погрешности зависят в разной степени и от других параметров, например, от опытности исполнителей. Фактическая погрешность  $m_{bi}$  неоднократно определялась экспериментальным путём по отклонениям единичных отсчётов от среднего арифметического значения из многократно взятых отсчётов. При этом средняя квадратическая погрешность  $m_{bi} = \pm 0,1$  мм, а предельная погрешность  $m_{bi}^{пред.} \pm 0,2$  мм.

Погрешности  $m_{ri}$  также определялись как аналитически, так и экспериментальным путём, и, в зависимости от диаметра вала в  $i$  – ой точке установки рейки, их значения находятся в пределах от  $\pm 0,05$  мм до  $\pm 0,1$  мм.

Погрешности  $m_{si}$  зависят, в первую очередь, от расстояния между точками установки реек на поверхности валов. Чем больше расстояние между этими точками, тем больше допустимое значение указанной погрешности и оно может достигать  $\pm 10$  мм. При уменьшении измеряемого расстояния требования к точности измерения возрастают и возможно уменьшить погрешность до значения  $\pm 1 \dots 2$  мм.

Степень влияния погрешностей  $m_{bi}$ ,  $m_{ri}$ ,  $m_{si}$  можно оценить по полученным из формул (22) и (23) частным производным. Для формулы (22) результаты дифференцирования следующие:

$$\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_1} = \frac{1}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_2} = -\frac{1}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_3} = -\frac{1}{S_{3-4}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial b_4} = \frac{1}{S_{3-4}};$$

$$\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_1} = \frac{1}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_2} = -\frac{1}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_3} = -\frac{1}{S_{3-4}}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial r_4} = \frac{1}{S_{3-4}};$$

$$\frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial S_{1-2}} = -\frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}^2}; \frac{\partial m_{\Delta V}}{\partial S_{3-4}} = \frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}^2} \quad (24)$$

Для формулы (23) результаты дифференцирования следующие:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_1} &= \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_2} = -1 - \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_3} = 1 + \frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial b_4} = \frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}; \\
\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_1} &= \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_2} = -1 - \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_3} = 1 + \frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial r_4} = -\frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}; \\
\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{2-II}} &= \frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{3-4}} = -\frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}}; \\
\frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{1-2}^2} &= -\frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}^2} S_{2-II}; \frac{\partial m_{\Delta X}}{\partial S_{3-4}^2} = \frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}^2} S_{3-III}
\end{aligned} \tag{25}$$

Результаты дифференцирования (24) и (25) подставлены в соответствующие формулы вычисления погрешностей  $m_{\Delta V}$  и  $m_{\Delta X}$ . Формулы (22) и (23) при этом принимают вид:

$$\begin{aligned}
m_{\Delta V}^2 &= \left(\frac{m_{b_1}}{S_{1-2}}\right)^2 + \left(\frac{m_{b_2}}{S_{1-2}}\right)^2 + \left(\frac{m_{b_3}}{S_{3-4}}\right)^2 + \left(\frac{m_{b_4}}{S_{3-4}}\right)^2 + \left(\frac{m_{r_1}}{S_{1-2}}\right)^2 + \left(\frac{m_{r_2}}{S_{1-2}}\right)^2 + \\
&+ \left(\frac{m_{r_3}}{S_{3-4}}\right)^2 + \left(\frac{m_{r_4}}{S_{3-4}}\right)^2 + \left(\frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}^2}\right)^2 \cdot m_{S_{1-2}}^2 + \left(\frac{b_3 - b_4 + r_3 - r_4}{S_{3-4}^2}\right)^2 \cdot m_{S_{3-4}}^2
\end{aligned} \tag{26}$$

$$\begin{aligned}
m_{\Delta X}^2 &= \left(\frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{b_1}^2 + \left(-1 - \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{b_2}^2 + \left(1 + \frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{b_3}^2 + \left(\frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{b_4}^2 + \\
&+ \left(\frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{r_1}^2 + \left(-1 - \frac{S_{2-II}}{S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{r_2}^2 + \left(1 + \frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{r_3}^2 + \left(\frac{S_{3-III}}{S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{r_4}^2 + \\
&+ \left(\frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}^2} S_{2-II}\right)^2 \cdot m_{S_{1-2}}^2 + \left(\frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}^2} S_{3-III}\right)^2 \cdot m_{S_{3-4}}^2 + \\
&+ \left(\frac{b_1 - b_2 + r_1 - r_2}{S_{1-2}}\right)^2 \cdot m_{S_{2-II}}^2 + \left(\frac{b_4 - b_3 + r_4 - r_3}{S_{3-4}}\right)^2 \cdot m_{S_{3-III}}^2
\end{aligned} \tag{27}$$

Применяя формулы (26) и (27), можно получить расчётные значения погрешности  $m_{\Delta V}$  определения разворота осей валов  $\Delta V$  и погрешности  $m_{\Delta X}$  определения радиального смещения  $\Delta X$  в горизонтальной плоскости. Таким образом можно математически охарактеризовать результаты фактически выполненной работы. Кроме того, эти же формулы можно использовать для выполнения предрасчёта точности планируемой работы, что позволяет планировать применение соответствующих приборов и технологии полевых работ.

Изложенная в данной работе оценка точности относится к общему принципу выполнения подобных работ и может применяться не только при определении соосности валов вентиляторов главного проветривания шахт центробежного типа, но и для некоторых видов установок осевого типа при стыковке вала электродвигателя и промежуточного вала. Также полученные формулы можно применять при определении соосности валов любого оборудования, если условия выполнения измерений позволяют применить рассмотренную методику полевых работ.

#### Список литературы

1. Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Инструкция. – Киев: Минтопэнерго Украины, 2001. – 264 с.
2. ДНАОП 1.1.30-1.01-96. Правила безпеки у вугільних шахтах. – Київ, 1996.
3. Руководство по ревизии и наладке главных вентиляторных установок шахт. – М.: Недра, 1981.

4. Е.Д. Платонов, В.И. Беженцев. “Состояние исследований в области маркшейдерского обеспечения строительства и эксплуатации шахтных вентиляторов главного проветривания”. – Маркшейдерское обеспечение горных работ: Сборник научных трудов. – Л.: ВНИМИ, 1990. – 110с.

5. В.И. Дворников, В.А. Корсун, В.И. Мялковский, Н.А. Чехлатый. – “Определение расхода электроэнергии при перекосе и расцентровке валов в пальцевых муфтах”. – “Уголь Украины”, январь, 2008.

6. Е.Д. Жариков, Е.И.Рыхлюк, В.Б. Лебедев и др. “Новые технологии ведения маркшейдерских работ”. – М.: Недра, 1992. – 302 с.

7. Беженцев В. И., Озеров И. Ф. “Методика маркшейдерского контроля вентиляторных установок”./ Уголь Украины, – 1998. №2, с. 51-52.

8. Ю.М. Халимендик, А.В. Третьяк. “Использование комбинации засечек при строительномонтажных работах”. – Донецк, ДонДТУ, 2001., Выпуск 36.

9. Ю.М. Халимендик, А.В. Третьяк. “Методы определения соосности валов вентиляторных установок” – Науковий вісник Національної гірничої академії України, 2001, №3.

10. А.В. Третьяк, Н.В. Сидельникова. “Применение строгого способа уравнивания при маркшейдерском обеспечении высокоточных монтажных работ”. – Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины, 2002, №11, том 1.

11. Ю.М. Халимендик, А.В. Третьяк. “Метод повышения точности маркшейдерских работ при монтаже вентиляторов главного проветривания”. – Горный информационно-аналитический бюллетень Московского государственного горного университета, 2003, № 1.

12. В.И. Диковенко, Ю.И. Вронский, С.Д. Головкин, А.В. Третьяк. “О проблеме маркшейдерского обслуживания вентиляторов главного проветривания осевого типа”. – Геотехнічна механіка: Міжвідомчий збірник наукових праць/ Інститут геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2003. – Випуск 47.

13. А.В. Третьяк. “Оценка точности определения соосности валов шахтных вентиляторов главного проветривания центробежного типа маркшейдерским способом в вертикальной плоскости”. – Форум гірників. Матеріали міжнародної конференції./ Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”. – Дніпропетровськ, 2014. – Том 2.

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕРМИНА “СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ”**

*А.В. Третьяк, Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”, Украина*

В статье приведена аргументация необходимости введения в действующие инструкции по выполнению маркшейдерских работ термина “Специальные маркшейдерские работы”, приведен перечень некоторых видов работ, которые могут составить категорию специальных маркшейдерских работ.

В настоящее время на территории Украины работа маркшейдеров регламентируется двумя нормативными документами – “Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Инструкция.” – Киев: Минтопэнерго Украины, 2001. – 264 с. [1], и “Инструкция по производству маркшейдерских работ.” – М.: “Недра”, 1987. – 240 с. [2]. Первая из этих инструкций регламентирует работу маркшейдерских служб угледобывающих предприятий, вторая – относится ко всем остальным горным производствам. Кроме названных нормативных документов существуют также ведомственные и межведомственные инструкции для маркшейдерской службы – например, при строительстве и эксплуатации метрополитенов [5]. Ввиду разнообразия полезных ископаемых на территории Украины и благодаря активному их освоению, горная промышленность Украины является высокоразвитой, высокотехнологичной и разнообразной. В зависимости от видов полезных ископаемых, а также от специфики горно-геологических условий различных месторождений и их отдельных участков, применяются разные технологии добычи. Соответственно, виды маркшейдерских работ на различных предприятиях значительно