

ISSN: 2219-8229

E-ISSN: 2224-0136

Founder: Academic Publishing House *Researcher*

DOI: 10.13187/issn.2219-8229

Has been issued since 2010.



European Researcher. International Multidisciplinary Journal

Engineering Science

Технические науки

UDC 622.416.4

Analysis of the Ventilation System in the Ushkatyn-3 Mine while Accounting for the Impact of the Natural Draft

¹ Yevgeniya V. Komleva

² Zhorzh G. Levickiy

³ Mira O. Baituganova

⁴ Olzhas M. Koshmagambetov

⁵ Meruert Z. Kakenova

¹ Karaganda State Technical University, Kazakhstan
100027, Karaganda city, Bulvar Mira St., 56
PhD student, teacher
E-mail: pafnutii_19@mail.ru

² Karaganda State Technical University, Kazakhstan
100027, Karaganda city, Bulvar Mira St., 56
Doctor of Technical Sciences, professor
E-mail: LG@mail.ru

³ Karaganda State Technical University, Kazakhstan
100027, Karaganda city, Bulvar Mira St., 56
Senior teacher
E-mail: bomira@mail.ru

⁴ Karaganda State Technical University, Kazakhstan
100027, Karaganda city, Bulvar Mira St., 56
Engineer of the Chair
E-mail: olzhas_777@mail.ru

⁵ Karaganda State Technical University, Kazakhstan
100027, Karaganda city, Bulvar Mira St., 56
PhD student, teacher
E-mail: meruertkakenova@mail.ru

Abstract. The study provides various combinations of installing the main fans within a mining system and evaluates the effectiveness of the chosen ventilation system. To block or to decrease the negative impact of the natural draft within extreme winter conditions, the article proposes to use local area fans which are installed in the adit without crosspieces and which work according to the principle of the cross-interaction of the ventilation flows.

Keywords: ventilation network; re-circulation; natural draft; depression; resistance; crosspiece; shaft; speed.

Введение. Применительно к горнотехническим условиям месторождения Ушкатын-III выбранная совместная открыто-подземная разработка накладывает ряд особенностей на организацию проветривания при отработке прилегающей к карьере части массива подземным способом. Выход ряда выработок непосредственно на борта карьера усложняет вентиляцию рудника из-за влияния естественной тяги, которая в реальных условиях не всегда учитывается.

Вентиляционная сеть представляет собой систему, состоящую из вентиляторов и связанных друг с другом горных выработок разной формы, сечения и длины, основное назначение которых, помимо решения технологических задач, обеспечить требуемый обмен воздушной среды в подземных горных выработках с наружным атмосферным воздухом.

Материалы и методы. Способность вентиляционной системы обеспечить необходимый режим проветривания в нормальных и аварийных условиях характеризует степень её надежности и зависит от умения находить правильные решения при управлении распределением воздушных потоков в условиях производства.

В связи с прохождением новым горных выработок в расчетную схему (рис.1) были внесены изменения, а именно, добавлены новые ветви и узлы.

Расчет сопротивлений новой скважины-ствола был произведен согласно ниже приведенных формул [1]:

$$L_{ск} = L_{см}, \quad (1)$$

где L – длина, м.

Определить сопротивление скважины и ствола [2] можно используя формулы 2 и 3.

$$R_{ск} = \lambda \frac{\rho}{8} \frac{L\Pi}{S^3}, \quad (2)$$

$$R_{см} = \alpha_{см} \frac{L\Pi}{S^3}, \quad (3)$$

Для того, чтобы рассчитать сопротивление всей выработки воспользуемся выражением

$$4. \quad R_{об} = R'_{ск} + R'_{см}, \quad (4)$$

$$\text{где } R'_{см} = L'r_{см}$$

$$R'_{ск} = L'r_{ск}$$

$$r_{см} = \frac{R_{см}}{L_{см}}, \quad (5)$$

$$r_{ск} = \frac{R_{ск}}{L_{ск}}, \quad (6)$$

Таким образом, с учетом что вся ветвь 98-1 ствол ее сопротивление составит $0,012467 \text{ Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$, если скважина $R = 0,8584 \text{ Па} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6$.

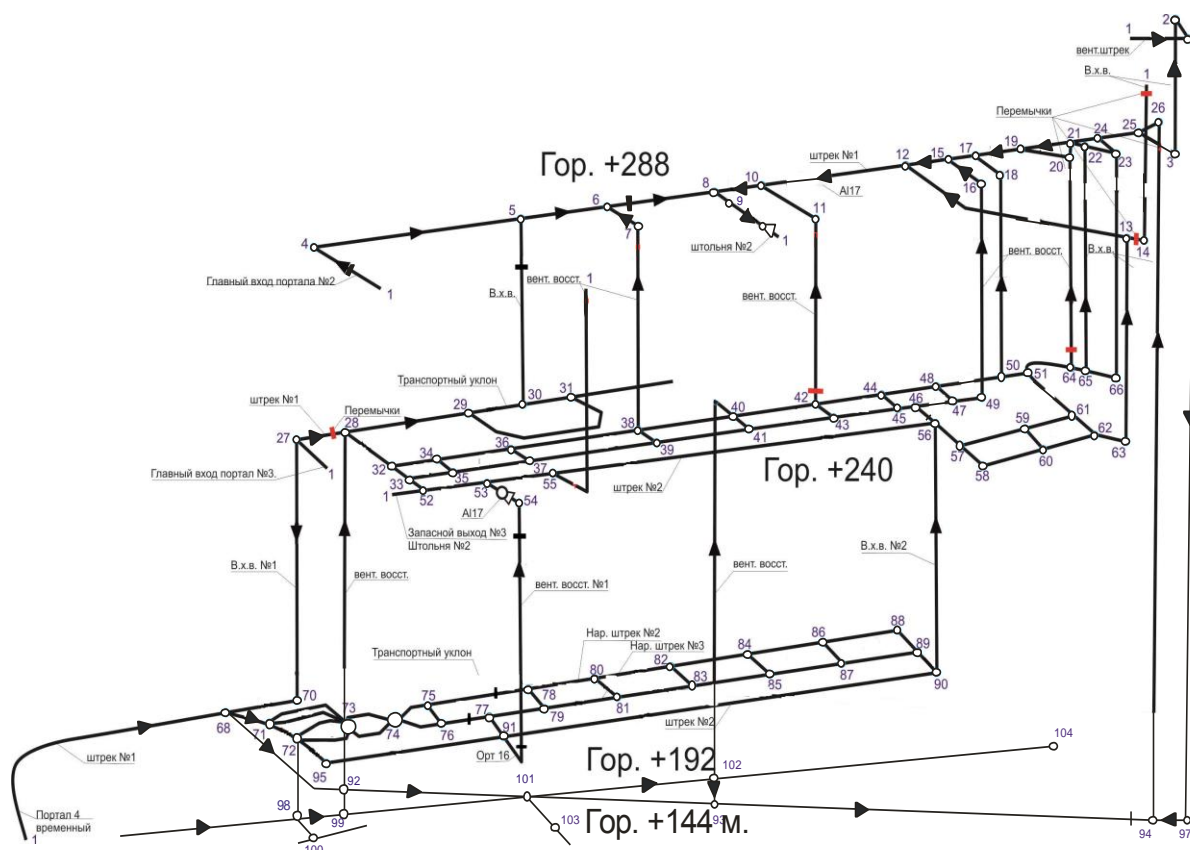


Рис. 1. Расчетная схема

При условии установки ВГП в ветви 9-1, ВМП в ветви 25-26 и перемычек в ветвях 1-4,13-14,5-30,14-1,27-28,52-53,56-46,51-94,76-77,75-78 из шахты выдается $78,4 \text{ м}^3/\text{с}$ воздуха. В рециркуляции занято 17 % от производительности вентилятора, что допустимо при данной схеме проветривания. Нагор.+288м воздух с поверхности в объеме $9,6 \text{ м}^3/\text{с}$ поступает по вентиляционному штреку, главному входу в портал №2 и вхв на поверхность гор.+288м. На гор.+240м воздух в рудник поступает по ветвям 1-27,1-52,1-55 в количестве $40,6 \text{ м}^3/\text{с}$; на гор.+192м воздух движется с портала №4 (ветвь 1-68) в объеме равном $7,82 \text{ м}^3/\text{с}$. Транспортный уклон проветривается за счет поступления воздуха по стволу 1-97, а также с гор.+192м и с гор.+144м, скорость движения по транспортному уклону соответствует правилам безопасности.

Обсуждение. Перемещение воздушных потоков, обусловленное природными факторами, в условиях экстремального изменения температурных параметров атмосферного воздуха, как правило, приводит к негативным последствиям в организации проветривания подземных выработок. В зависимости от способа вентиляции действие естественной тяги может быть различным. Например, в зимний период при отрицательных температурах и всасывающем способе проветривания естественная тяга будет увеличивать количество поступающего воздуха в рудник, что в конечном итоге приводит к переохлаждению и обмерзанию выработок и к возможному разрушению гидравлических систем.

При нагнетательном способе подачи воздуха естественная тяга будет препятствовать работе главных вентиляторов, уменьшая количество поступающего воздуха в систему подземных выработок. В летний период при высоких положительных температурах воздуха поступающего в рудник картина обратная [4].

В зимний период на пути поступления холодного воздуха предусматривается установка калориферов. Наряду с положительным эффектом, воздух с отрицательной температурой прогревается до требуемых по ПБ норм, наблюдается отрицательный эффект. Любое повышение температуры исходящего из рудника потока воздуха автоматически усиливает действие естественной тяги. Увеличивается поступление холодных воздушных масс в систему подземных выработок. Это необходимо учитывать при выборе калориферов, а в условиях очень низких экстремальных температурных изменений наружного воздуха

предусматривать частичное или полное блокирование естественной тяги с целью уменьшения отрицательных последствий.

Предупреждение или ограничение негативного влияния естественной тяги может быть обеспечено устройством воздушных завес или установкой и работой вентилятора местного проветривания. Последний вариант предпочтительнее, поскольку полное или частичное ограничение действия естественной тяги в экстремальных условиях может осуществляться на основе встречного взаимодействия потока воздуха в выработке с потоком вытекающим из вентилятора воздушной струи.

Величина депрессии естественной тяги h_e определяется как разность сопоставимых весов столбов воздуха в поступающей и исходящей струях. Особенности вскрытия жайремского рудника штольнями приводит к тому, что проявление естественной тяги в основном зависит от атмосферного воздушного столба, условно проведенного от уровня воздухоподающей выработки до уровня воздуховыдающего вентиляционного канала. Отсюда следует, что величина и направление действия естественной тяги зависит от температуры наружного воздуха [5]. На (рис.2) представлена принципиальная схема организации проветривания рудника по всасывающему способу подачи воздуха в подземные выработки. Действие естественной тяги для рассматриваемого варианта будет проявляться как на первом, так и на втором горизонтах. Однако ее влияние в силу разности высотных отметок будет различным. Так, например, для горизонта 1-2 депрессия естественной тяги определяется как разность давлений в точках 1 и 2, то есть $h_e = P_1 - P_2$. Соответственно, для горизонта 3-4 будем иметь $h_e = P_3 - P_4$.

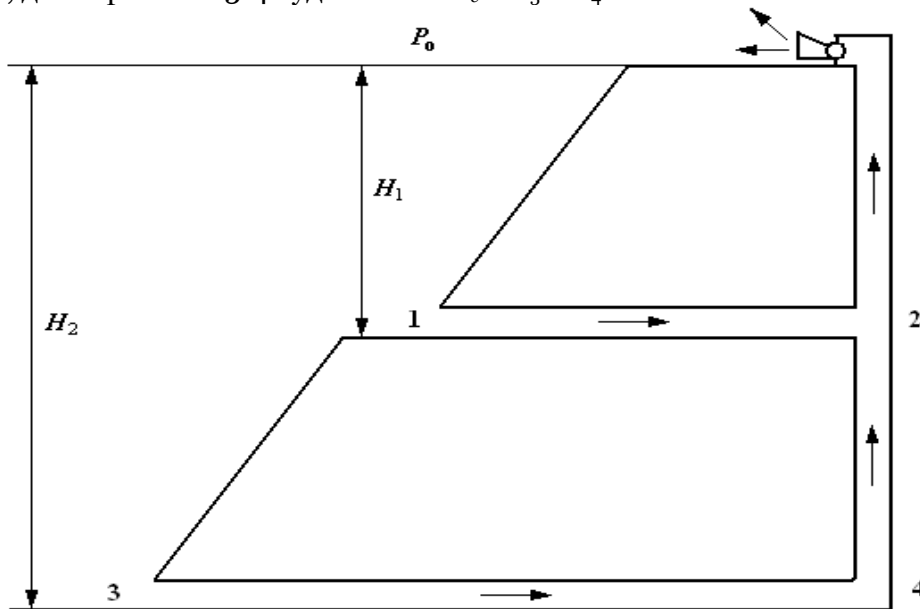


Рис. 2. Принципиальная схема к оценке влияния естественной тяги

Расчёт депрессии естественной тяги основан на разности равновеликих по высоте столбов воздуха в поступающей и исходящей струях и может быть осуществлён на основе следующих подходов.

1. Полагая, что плотность воздуха $\rho = \rho_{cp} = const$ (изохорический процесс) депрессия естественной тяги вычисляется по формуле

$$h_e = H(\rho_n - \rho_{cp,исх})g, \quad (7)$$

где ρ_n и $\rho_{cp,исх}$ – средняя по высоте H плотность воздуха в поступающей и исходящих струях, кг/м³;

g – ускорение силы тяжести, м/с².

Средняя по высоте плотность воздуха для каждого столба находится из выражения

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \dots + \rho_n}{n}, \quad (8)$$

где $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$ – плотность воздуха в соответствующих точках замера, кг/м³;
 n – число точек замера.

В каждой точке плотность воздуха вычисляется по формуле

$$\rho_i = 0,00347 \frac{P_i}{273 + t_i}, \quad (9)$$

где P_i – атмосферное давление в i -й точке, Па;

t_i – температура воздуха в i -й точке, °С.

В практических расчетах в виду небольшого перепада высот между горизонтами температуру по высоте столба наружного воздуха можно принять равномерно распределенной и соответствующей температуре, замеренной у устья штольни соответствующего горизонта.

2. Второй метод расчёта депрессии естественной тяги основан на постоянстве средней температуры воздуха для поступающей и исходящей струй воздуха (изотермический процесс). Выполняется расчёт по формуле

$$h_e = P_o \left(e^{\frac{gH}{R_z(273 + t_n)}} - e^{\frac{gH}{R_z(273 + t_{cp,ucx})}} \right), \quad (10)$$

где h_e – депрессия естественной тяги, Па;

H – высота сопоставимых столбов воздуха с поступающими и исходящими струями, м;

P_o – атмосферное давление, Па;

R_z – газовая постоянная ($R_z = 287$ Дж /кг·К);

t_n и $t_{cp,ucx}$ – средняя по высоте столбов температура воздуха в поступающей и исходящей струях, °С.

Перевод атмосферного давления P замеренного в мм. вод. ст. в Па производится по формуле

$$P_o = 13,6 \cdot 9,81 \cdot P, \quad (11)$$

Оба изложенных метода примерно равноценны по получению конечных результатов. Однако, оценивая их применительно к решению поставленной задачи по определению влияния естественной тяги на состояние проветривания подземных выработок рудника, следует отметить, что второй метод предпочтительнее по отношению к первому.

Если в первом методе для определения средней по высоте плотности воздуха необходимо в каждой точке измерять два параметра атмосферное давление и температуру воздуха, то во втором только температуру воздуха, которая в явном виде входит в расчётную формулу. В свою очередь, уменьшение числа измеряемых параметров позволяет повысить точность выполняемых расчётов.

Результаты. Для блокирования или уменьшения отрицательного влияния естественной тяги в экстремальных условиях зимнего периода предлагается использовать вентиляторы местного проветривания (ВМП), устанавливаемые в штольне без перемычки и работающие по принципу встречного взаимодействия вентиляционных потоков (рис. 3).

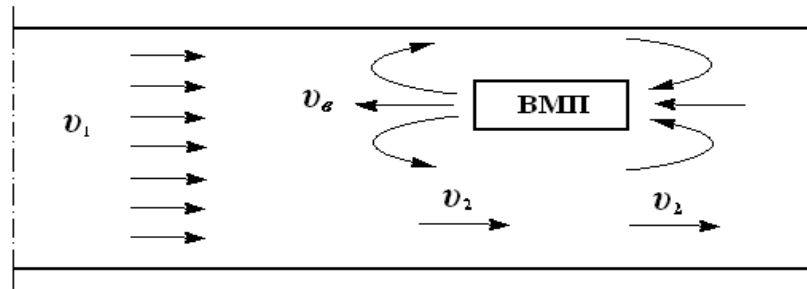


Рис. 3. Расчетная схема к оценке влияния ВМП на ограничение естественной тяги

Величина динамического давления, развиваемого ВМП при встречном взаимодействии потоков воздуха, определяется из зависимости вида [1]

$$h_e = \frac{\rho}{2} \left[2v_2^2 \frac{S_e}{S} - (1,06 - 94\alpha)(v_1^2 - v_2^2) \right], \quad (12)$$

где h_e – депрессия, создаваемая в выработке активным потоком на выходе из вентилятора, Па;

v_1 и v_2 – средняя скорость потока воздуха в зоне работы вентилятора местного проветривания, м/с;

v_e – средняя скорость потока воздуха на выходе из вентилятора, м/с;

S – поперечное сечение выработки в месте установки вентилятора, м²;

S_e – поперечное сечение выходного отверстия вентилятора, м²;

α – коэффициент аэродинамического сопротивления, Па·с²/м²;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Так как скорость потока на выходе из вентилятора $v_e \gg v_1$ и $v_e \gg v_2$, то формулу (12) можно упростить и к дальнейшему анализу принять, что

$$h_e = \rho_n \frac{S_e}{S} v_e^2, \quad (13)$$

Имея в виду, что $S_e = \frac{\pi d_e^2}{4}$, после подстановки формула (13) примет вид

$$h_e = 0,785 \rho_n \frac{d_e^2}{S} v_e^2. \quad (14)$$

Для нейтрализации отрицательного влияния естественной тяги или управления ее величиной необходимо, чтобы величина динамического давления, создаваемого ВМП, соответствовала величине естественной тяги, то- есть

$$h_e - h_e = 0, \quad (15)$$

При гидростатическом (изохорическом) методе расчета уравнение энергетического баланса (13) с учетом (7) и (14) примет вид

$$0,785 n \rho_n \frac{d_e^2}{S} v_e^2 = H(\rho_n - \rho_{ср.исх})g, \quad (16)$$

Из условия (16) находим необходимую скорость воздушного потока на выходе из вентилятора при заданном его диаметре.

$$v_6 = \sqrt{\frac{g(\rho_n - \rho_{cp.учx})HS}{0,785n\rho_n d_6^2}}, \quad (17)$$

При заданной скорости движения воздушного потока на выходе из вентилятора необходимый диаметр выходного отверстия определяется по формуле

$$d_6 = \sqrt{\frac{g(\rho_n - \rho_{cp.учx})HS}{0,785n\rho_n v_6^2}}, \quad (18)$$

Для условий термодинамического (изотермического) метода расчета уравнение энергетического баланса с учетом (10) примет вид

$$0,785n\rho_n \frac{d_6^2}{S} v_6^2 = P_o \left(e^{\frac{gH}{287(273+t_n)}} - e^{\frac{gH}{287(273+t_{cp.учx})}} \right), \quad (19)$$

откуда находим необходимую скорость воздушного потока на выходе из вентилятора при заданном его диаметре.

$$v_6 = \sqrt{\frac{P_o \left(e^{\frac{gH}{287(273+t_n)}} - e^{\frac{gH}{287(273+t_{cp.учx})}} \right) S}{0,785n\rho_n d_6^2}}, \quad (20)$$

Соответственно, при заданной скорости, требуемый диаметр выходного отверстия находится по формуле

$$d_6 = \sqrt{\frac{P_o \left(e^{\frac{gH}{287(273+t_n)}} - e^{\frac{gH}{287(273+t_{cp.учx})}} \right) S}{0,785n\rho_n v_6^2}}, \quad (21)$$

где n – количество одновременно задействованных вентиляторов по уменьшению влияния естественной тяги. Определяются, если расчетная скорость на выходе из вентилятора превышает возможности принятого к установке ВМП. В этом случае для достижения положительного эффекта следует устанавливать на параллельную работу несколько вентиляторов. При фиксированных значениях диаметра выходного сечения

вентилятора $d_в$ и скорости воздушного потока $v_в$, требуемое число вентиляторов n может быть найдено из условия (16) или (19):

а) при гидростатическом методе расчета

$$n = \frac{g(\rho_n - \rho_{cp.учх})HS}{0,785\rho_n d_в^2 v_в^2}; \quad (22)$$

б) при термодинамическом методе расчета

$$n = \frac{P_o \left(e^{\frac{gH}{287(273+t_n)}} - e^{\frac{gH}{287(273+t_{cp.учх})}} \right) S}{0,785\rho_n d_в^2 v_в^2}, \quad (23)$$

При наличии исходных данных определение необходимых параметров для выбора вентилятора можно осуществлять по любым из приведенных выше зависимостей [6]. При этом следует иметь в виду, что наиболее эффективным средством уменьшения негативного воздействия естественной тяги на вентиляционную сеть является скорость истечения потока воздуха на выходе из вентилятора при встречном взаимодействии с основным потоком воздуха, поступающим в рудник. Как показал анализ, величина изменения естественной тяги зависит не только от температурных параметров поступающей и исходящих струй, но и от высоты сопоставимых столбов воздуха над соответствующими порталами рабочих горизонтов. Например, для штольни № 2 горизонта при перепаде высоты в 50 м для заданного диапазона изменения температур наружного атмосферного воздуха и исходящей из рудника струи естественная тяга изменяется от 74 Па до 149 Па. Аналогично для штольни № 1 горизонта при изменении тех же температурных параметров и перепаде высоты в 100 м депрессия естественной тяги изменяется от 149 Па до 300 Па. Что касается атмосферного давления, то влияние его на величину депрессии естественной тяги не существенное. Поэтому все расчеты выполнялись для усредненной величины в 740 мм рт. ст., что в системе СИ составляет 98800 Па.

Рост депрессии естественной тяги при всасывающей способе проветривания будет способствовать в экстремальных условиях дополнительному притоку низко температурного воздуха в систему подземных выработок, что может сказаться негативно на организацию ведения технологического процесса. Для этих условий предлагается, с целью блокирования или уменьшения негативного влияния естественной тяги на проветривание рудника, устанавливать в местах поступления холодных воздушных масс малогабаритные вентиляторы, работающие по схеме встречного взаимодействия струй. При этом выбор вентиляторной установки производится таким образом, чтобы при его работе не уменьшался общий расход воздуха и в тоже время блокировались негативные последствия влияния естественной тяги.

Принятый всасывающий способ проветривания рудника на летний период обеспечивает требуемую подачу воздуха на рабочие горизонты в заданном количестве. При этом на горизонт нагор.+288м воздух с поверхности в объеме 9,6 м³/с поступает по вентиляционному штреку, главному входу в портал №2 и вхв на поверхность гор.+288м. На гор.+240м атмосферный воздух поступает по ветвям 1-27,1-52,1-55 в количестве 40,6 м³/с; на гор.+192м воздух движется с портала №4 (ветвь 1-68) в объеме равном 7,82 м³/с. Транспортный уклон проветривается за счет поступления воздуха по стволу 1-97, а также с гор.+192м и с гор.+144м, скорость движения по транспортному уклону соответствует правилам безопасности.

При всасывающей схеме проветривания, когда основная масса воздуха проходит по системе подземных выработок, не следует ожидать особого прогрева воздушной среды и окружающего массива на вышележащий горизонт. Поэтому накопления тепла, как в

атмосфере рудника, так и в породном массиве будет происходить медленно. При переходе на нагнетательную схему проветривания в зимних условиях накопленного тепла может оказаться недостаточно для обеспечения требуемых температурных параметров на рабочих горизонтах. В условиях низких отрицательных температур возможно поступление холодных масс воздуха и на ниже лежащие горизонты.

Переход на нагнетательную схему проветривания в условиях низких отрицательных температур атмосферного воздуха возможно негативное влияния естественной тяги на изменение направления движения воздушного потока на выходе из порталов, с опрокидыванием воздушных струй.

При условии установки ВГП в ветви 1-9 гор.+288м и 1-106 гор.+192м и перемычек в ветвях 1-4,6-8,13-14,5-30,14-1,27-28,52-53,56-46,54-91,76-77,75-78, 94-97, 1-105, 99-101 в шахту нагнетается 191 м³/с воздуха, на утечки составляют 34,697 м³/с, таким образом, в рудник воздух поступает в количестве 156,4 м³/с. По ветвям 1-4,1-2,1-14,1-97,1-98,1-105,1-52,1-27,55-1 из рудника выдается воздух в объеме 156,4 м³/с, что говорит об отсутствии рециркуляционных процессов (рис.4). На горизонт +144м воздух поступает в количестве 69 м³/с по скважине (ветвь 26-94), а так же по ветвям 72-98 и вхв. нагор +144м (ветвь 92-99) и выдается с этого горизонта в объеме 64 м³/с (ветви 98-1, 97-1,93-102). Такая схема установки вентиляторов позволит осуществлять проветривание гор.+144м, с гор.+192м через портал №4 (ветвь 1-105) выдается 3,39 м³/с. Нагнетая холодный воздух в шахту будет происходить охлаждение горизонтов +288м и +240 м.

При всасывающей схеме проветривания, когда основная масса воздуха проходит по системе подземных выработок, не следует ожидать особого прогрева воздушной среды и окружающего массива на вышележащий горизонт. Поэтому накопления тепла, как в атмосфере рудника, так и в породном массиве будет происходить медленно.

При переходе на нагнетательную схему проветривания в зимних условиях накопленного тепла может оказаться недостаточно для обеспечения требуемых температурных параметров на рабочих горизонтах. В условиях низких отрицательных температур возможно поступление холодных масс воздуха и на ниже лежащие горизонты.

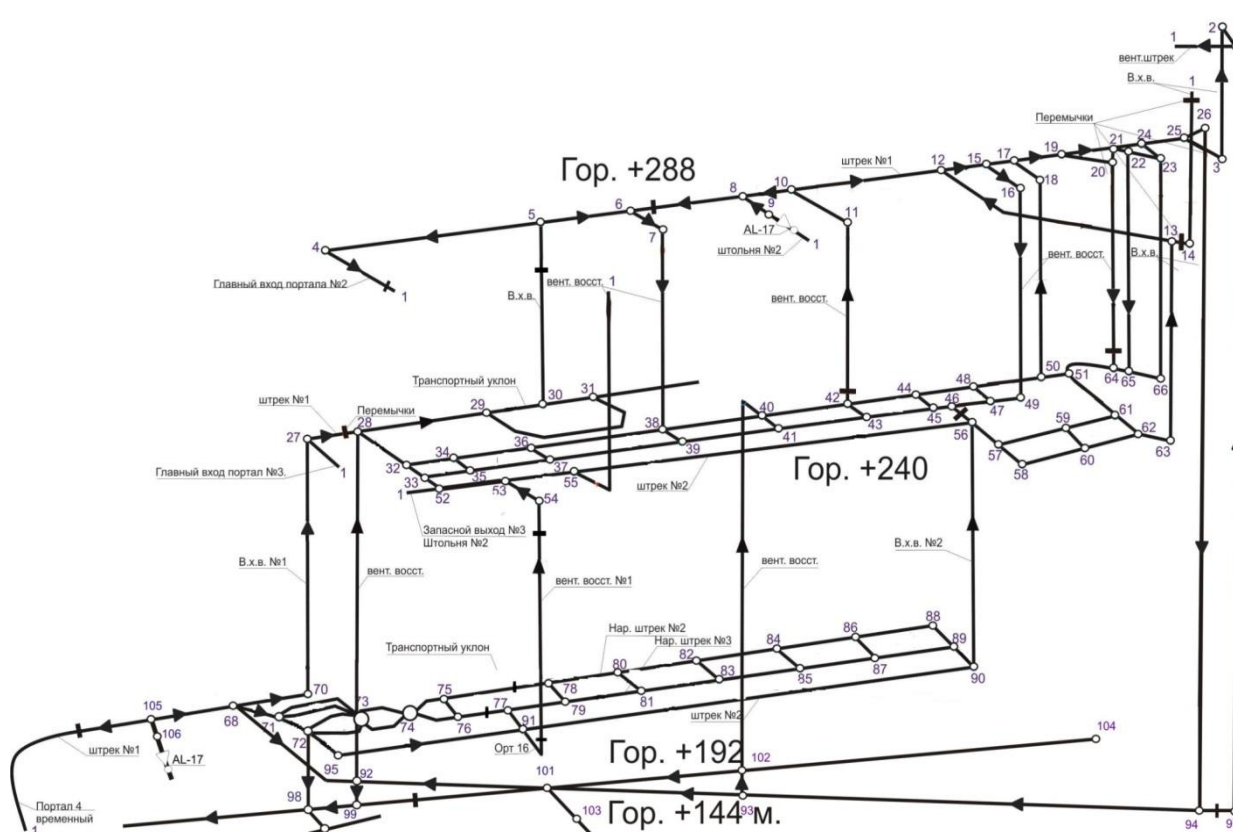


Рис. 4. Расчетная схема с учетом пройденного ствола

Заклучение. Переход на нагнетательную схему проветривания в условиях низких отрицательных температур атмосферного воздуха возможно негативное влияния естественной тяги на изменение направления движения воздушного потока на выходе из порталов, с опрокидыванием воздушных струй.

Для повышения эффективности проветривания гор. +144 предлагается вентиляторы главного проветривания установить в штольне №2 гор. +288 и в стволе (ветви 1-9 и 1-97). В этом случае в систему подземных выработок будет поступать всего 165,69 м³/с. При этом по стволу (ветвь 1-97) будет поступать на гор.+144 м 51,7 м³/с. За вычетом воздуха в количестве 7,9 м³/с, выдаваемого по скважине (ветвь 26-94) на гор.+288 м, на транспортный уклон поступит 43,8 м³/с воздуха.

Для более точного решения поставленных задач по совершенствованию проветривания гор.+144 м необходимо дать более развернутую схему плана горных работ с обозначением аэродинамических связей между проектируемыми горными выработками.

При условии установки вентиляторов главного проветривания на гор.+ 192м в ветвях 110-90 и 108-109 и перемычек в ветвях 5-30, 14-1, 28-29, 55-56, 27-70, 28-92, 71-73, 77-91, 97-1, 92-99, 92-101, 93-101, 89-105 всего вырабатывается воздуха 192.47 м³/с, внутренние утечки на вентиляторах равны 25.625 м³/с. По ветвям 1-68 гор.+ 192м, 1-27, 1-52, 1-55 гор.+240м в рудник поступает 13, 97 м³/с. По ветвям 1-2 1-8, 1-4, 14-1 гор.+ 288м, по стволу ветвь 1-97, входу в портал ветвь 1-98 гор. + 144м из рудник выдается 13.97 м³/с; в рециркуляционных процессах занято 166.85 м³/с. На гор.+ 144м воздух нагнетается ВГП, установленном в ветви 108-109 в объеме 83.14 м³/с и по вентиляционному восстающему (ветвь 102-93) в количестве 47.42 м³/с, всего по гор.+144м перемещается 130.56 м³/с (рис. 5).

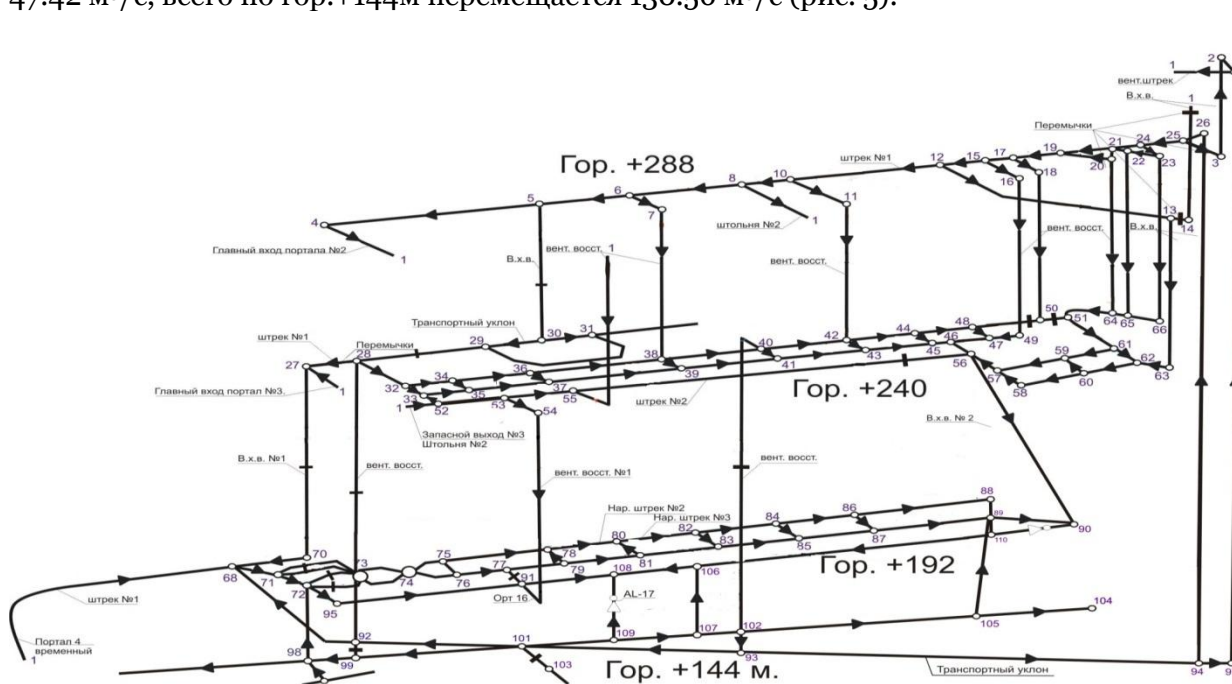


Рис. 5. Схема движения воздуха по системе горных выработок рудника Ушкатын -3 с учетом установки вентиляторов на гор.+192 м

С проведением работ на более низких горизонтах система проветривания будет усложняться и такое количество воздуха, занятое в рециркуляции, не будет соответствовать правилам безопасности, поэтому при проведении работ в будущем, необходимо прохождение ствола и организация проветривания с учетом установки ВГП в стволе.

Примечания:

1. Абрамов Ф.А. Воздухораспределение в вентиляционных сетях шахт / Ф.А. Абрамов, Р. Б.Тян, В.Я. Потемкин. Киев: Наукова думка, 1971. 136 с.

2. Абрамов Ф.А., Моделирование вентиляционных сетей шахт / Ф.А. Абрамов, В.А.Бойко, Н. А.Фролов М.: Госгортехиздат, 1961. 220 с.

3. Карташев В. М. Составление схем вентиляционных соединений рудничной сети горных выработок / Труды ЦНИИПП. Свердловск, 1975. Выпуск 12. С. 79-83.
4. Справочник по рудничной вентиляции / под ред. проф. К. З. Ушакова. М.: Недра, 1988. 440 с.
5. Левицкий Ж.Г. Аэромеханика вентиляционных потоков. Караганда: КарГТУ, 2003. 228 с.
6. Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. 209 с.

УДК 622.416.4

Анализ системы проветривания рудника Ушкатын-3 с учетом влияния естественной тяги

¹ Евгения Владимировна Комлева

² Жорж Георгиевич Левицкий

³ Мира Олжатаевна Байтуганова

⁴ Олжас Маратович Кошмагамбетов

⁵ Меруерт Жамбуловна Какенова

¹ Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
100027, г. Караганда, Бульвар Мира 56

Магистр, преподаватель
E-mail: pafnutii_19@mail.ru

² Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
Доктор технических наук, профессор

E-mail: LG@mail.ru

³ Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
Старший преподаватель

E-mail: bomira@mail.ru

⁴ Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
Инженер

E-mail: olzhas_777@mail.ru

⁵ Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
Магистр

E-mail: meruertkakenova@mail.ru

Аннотация. Приведены различные комбинации установки вентиляторов главного проветривания в системе горных выработок и оценена эффективность выбранной системы проветривания. Для блокирования или уменьшения отрицательного влияния естественной тяги в экстремальных условиях зимнего периода предлагается использовать вентиляторы местного проветривания (ВМП), устанавливаемые в штольне без перемычки и работающие по принципу встречного взаимодействия вентиляционных потоков.

Ключевые слова: вентиляционная сеть; рециркуляция; естественная тяга; депрессия; сопротивление; перемычка; ствол; скорость.