

# Том 9

## Безпека праці

УДК 614.89

**Шашель К.В., студент гр. гр. 184-16-6с****Науковий керівник: Радчук Д.І., к.т.н., доцент кафедри аерології та охорони праці  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)**

## ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ЗАХИСТУ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ РЕСПІРАТОРІВ

Діючими нормативними документами з охорони праці встановлюється санітарно-гігієнічні норми, а при неможливості їх забезпечення – рівні пилового навантаження працюючих. Також для захисту гірників передбачено видачу засобів індивідуального захисту органів дихання [1]. Вважається, що при правильному виборі фільтрувального респіратора він надійно захищає людину від захворювання на пневмоконіози.

Фільтрувальні респіратори широко використовуються для захисту органів дихання від шкідливих домішок у повітрі. Їх ефективність оцінюють шляхом підтвердження відповідності у лабораторних умовах за певними стандартами. Важливим елементом перевірки є встановлення величини коефіцієнта захисту респіраторів виходячи з умов експлуатації. Вказаний показник може розраховуватись тільки за коефіцієнтом проникнення.

Більшість фахівців стверджують, що саме нецілості між обличчям і півмаскою й визначають захисні властивості респіратора. Існують два основних способи їх перевірки – кількісний і якісний. Результатом першого є численний результат коефіцієнта ізолювання. При ідеальному приляганні півмасок проникнення через зазори просто відсутнє і коефіцієнт підсмоктування наближається до нуля. В протилежному випадку, він дорівнює одиниці. Тому, останні дослідження направлені на розробку кількісних методів, які були б досить прості і дозволяли відтворити лабораторну перевірку на виробництві. Одним із таких напрямів є дослідження взаємозв'язку між коефіцієнтом підсмоктування і захисту у виробничих умовах.

Значення коефіцієнтів підсмоктування і проникнення розраховуються за результатами замірів за формулами [2]

$$K_{nc} = 100 \frac{C'_1}{C_0}, K_n = 100 \frac{C_1}{C_0}$$

де  $K_{nc}$ ,  $K_n$  – коефіцієнти підсмоктування і проникнення, відповідно, %;  $C'_1$  – концентрація випробувальної речовини у підмасковому просторі з використанням імітаторів фільтрів, мг/м<sup>3</sup>;  $C_1$  – концентрація випробувальної речовини у підмасковому просторі з використанням звичайних фільтрів, мг/м<sup>3</sup>;  $C_0$  – концентрація випробувальної речовини у випробувальній камері, мг/м<sup>3</sup>.

Коефіцієнт захисту визначається за формулою [3]

$$K_z = \frac{100}{K_n}$$

Для виміру концентрації під маскою використовується спеціальний пробовідбірник, який засмоктує повітря між носом і губами. У камері проби повітря з аерозолем відбираються одночасно із забором з підмаскового простору респіратора. Забірник знаходиться на рівні обличчя випробувача. Швидкість відсмоктування повітря і в першому і в другому випадку складає 15 дм<sup>3</sup>/хв.

Отримані результати говорять про те, що є поступове збільшення кількості пониклих аерозольних частинок у підмасковий простір з часом. Цей факт можна пояснити наявністю «мертвої» зони, де накопичуються залишки аерозолю, що не були видалені через клапан під час фази видиху. Встановлено, чим більший цей простір, тим швидше зростає підмаскова концентрація аерозолю. Особливо при глибокому диханні та нахилах тулуба, коли збільшується час фази вдихання і змінюються отвори за смугою обтюрації. В цьому випадку об'єму видиху недостатньо для забезпечення

видалення проникних частинок з простору під респіратором. Відомо, що об'єм видиху дещо менший за об'єм вдиху [4].

Наявність додаткового ущільнювача на обтюраторі зменшує ймовірність виникнення нещільностей під час рухів голови, тулуба або розмові,

На отриманий результат значно впливає типорозмір півмасок. В той же час, півмаски з надувним обтюратором і з додатковим ущільнювачем характеризуються незначною величиною підсмоктування незалежно від розмірів обличчя. Найбільш прийнятні результати отримані для півмасок третього типорозміру, що дозволяють глибше занурення обличчя у підмасковий простір, чим збільшують площу смуги обтюраторії і зменшують мертвий простір.

Коефіцієнт підсмоктування респіратора майже не відрізняється від коефіцієнта підсмоктування півмасок, адже сучасні фільтри характеризуються мінімальним проникненням аерозолію.

Отже, проведені дослідження дозволяють встановити зв'язок між коефіцієнтом підсмоктування і ступенем захисту півмасок. Тож, чим менша величина підсмоктування, тим більший коефіцієнт захисту респіратора в цілому.

Проведені дослідження показують, що є можливість покращити захисну ефективність багаторазових респіраторів, за рахунок більш жорстких вимог до коефіцієнта підсмоктування відповідно до класу захисту. Виконати ці вимоги можна і за рахунок введення додаткових ущільнювачів і за допомогою рівномірного розподілу притискних зусиль за смугою обтюраторії, також зменшенням «мертвої» зони та інших.

Визначення коефіцієнту підсмоктування різних півмасок дозволило встановити:

1. У підмасковому просторі деяких півмасок через великий «мертвий простір» накопичуються аерозольні частинки, які з часом призводять до погіршення захисних властивостей.

2. При виконанні глибокого дихання, розмови або нахилів тулуба коефіцієнт підсмоктування збільшується.

3. Коефіцієнт захисту респіраторів можна визначати за коефіцієнтом підсмоктування, оскільки фільтри мають незначну величину коефіцієнта проникнення.

### Перелік посилань

1. ДНАОП 0.00-1.04-07 «Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання», виданий Державним комітетом України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду за наказом № 331 від 28.12.2007 р.

2. Лепесток (Легкие респираторы) / Петрянов И.В., Кощев В.С., Басманов П.И. и др. - М.: Наука, 1984. - 218 с.

3. Средства индивидуальной защиты органов дыхания: Справочное руководство / П.И. Басманов, С.Л. Каминський, А.В. Коробейников, М.Е. Трубицына. – СПб.: ГИПП «Искусство России», 2002. – 399 с.

4. Шик Л.Л. Биомеханика дыхания/ Л.Л. Шик// В кн. Физиология дыхания. – М.: Наука, 1973. – С. 19–39.

УДК [622.831.325.3 + 622.451].004.15

**Новиков Л.А., младший научный сотрудник****Научный руководитель: Бунько Т.В., д.т.н., старший научный сотрудник***(Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепр, Украина)***СОВМЕСТНЫЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И ДЕГАЗАЦИИ**

Шахтная вентиляционная система обеспечивает перераспределение метана в пределах выемочного участка, а система дегазации обеспечивает снижение концентрации метана в вентиляционной струе путем удаления части газовой смеси из системы проветривания участка. При этом выбор рациональных схем проветривания и дегазации необходим для повышения эффективности добычи и утилизации шахтного метана, а также обеспечения экологической безопасности горного предприятия [1].

В большинстве случаев при расчете систем вентиляции и дегазации каждая из них рассматривается отдельно. При этом не в полной мере учитываются особенности совместной работы этих систем. По этой причине актуальной задачей при проведении газодинамических расчетов является учет взаимосвязи схем проветривания и дегазации.

При расчете шахтной вентиляционной сети, широко используется квадратичный закон аэродинамического сопротивления [2]

$$h = R_t Q_v^2, \quad (1)$$

где  $h$  – депрессия, действующая на участке вентиляционной сети, Па;  $R_t$  – турбулентное аэродинамическое сопротивление, Па·с<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>;  $Q_v$  – объемный расход воздуха, м<sup>3</sup>/с.

Более точные результаты получаются при использовании обобщенного квадратичного закона [2]

$$h = R_l Q_v + R_t Q_v^2, \quad (2)$$

где  $R_l$  – ламинарная составляющая аэродинамического сопротивления, Па·с/м<sup>3</sup>.

В участковых и магистральных трубопроводах шахтной дегазационной системы движения газовой смеси, как правило, носит турбулентный характер. Поэтому здесь используется квадратичный закон (1). При этом при расчете режимов работы дегазационных скважин и вакуум-насосов используется степенной закон сопротивления [2]

$$h = R Q^n, \quad (3)$$

где  $n$  – показатель степени;  $R$  – аэродинамическое сопротивление скважины или вакуум-насоса при переходном или турбулентном режиме течения газовой смеси;  $Q$  – объемный расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/с.

Установлено [3], что показатель степени  $n$  в степенном законе сопротивления изменяется в диапазоне от 1,6 до 1,9, а результаты расчетов, полученные по формулам (2), (3) имеют высокую сходимость. Это позволяет вместо степенного закона сопротивления, не имеющего физического смысла использовать обобщенный квадратичный закон.

С учетом (2) для величины депрессии на участке вентиляционной или газопроводной сети можно записать

$$h = h_0 + R_l Q + R_t Q^2, \quad (4)$$

где  $h_0$  – депрессия, создаваемая источником тяги (вентилятором или вакуум-насосом), Па.

Турбулентное аэродинамическое сопротивление участка вентиляционной сети можно представить в виде функциональной зависимости

$$R_t = f(\rho_v, \zeta, S) \quad (5)$$

где  $S$  – средняя площадь проходного сечения на участке сети,  $\text{м}^2$ ;  $\xi$  – коэффициент сопротивления трения;  $\rho_v$  – плотности воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Плотность газовой смеси можно определить по упрощенной формуле

$$\rho = \rho_m C + \rho_v (1 - C), \quad (6)$$

где  $\rho_m$  – плотность метана,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $C$  – концентрация метана, д.е.

Согласно закону Бойля-Мариотта при постоянном объеме и температуре газа связь между его плотностью и давлением имеет вид

$$\rho_1 p_1^{-1} = \rho_2 p_2^{-1}, \quad (7)$$

где  $\rho_1, \rho_2$  – плотности газа,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $p_1, p_2$  – давления газа, Па.

Если рассматривать изменение плотности газового потока на участке вентиляционной или дегазационной сети, то с учетом (5) – (7) выражение (4) примет вид [3]

$$h = p_n - p_k = h_0 + R_l Q + [1 - (1 - \rho_m \rho_v^{-1}) C] p_a p^{-1} R_t Q^2, \quad (8)$$

где  $p_a$  – атмосферное давление, Па;  $p_n, p_k$  – давления газовой смеси, соответственно в начальном и конечном сечениях рассматриваемого участка сети, Па;  $p$  – среднее давление на участке сети, Па, определяемое как

$$p = 0,5(p_n + p_k) = 0,5(2p_k + h). \quad (9)$$

Подставляя (9) в (8) получим

$$h = h_0 + R_l Q + \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho_v} \right) C \right] \frac{2p_a}{2p_k + h} R_t Q^2, \quad (10)$$

В выражении (10) при  $h < 2p_k$  имеет место турбулентный режим движения газовой смеси, а при  $h > 2p_k$  – ламинарный.

### Перечень ссылок

1. Вопросы обеспечения экологической безопасности при функционировании высокопроизводительных угольных шахт / А.Ф. Булат, Т.В., Бунько, И.Е. Кокоулин, Л.А. Новиков, А.Ш. Жалилов, А.Б. Бокий // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 125. – С. 4-14.

2. Новиков, Л.А. Газодинамика обводненных участков дегазационного трубопровода и методы расчета их параметров / Л.А. Новиков // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 120. – С. 234-243.

3. Шкундин, С. З. Единый подход к расчету вентиляционных и дегазационных сетей угольных шахт / С. З. Шкундин, А. Л. Иванников // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2011. – № 6. – С. 428-436.

УДК 622.451:533.6:622.414.002.56

**Дудник М.М., молодший науковий співробітник****Науковий керівник: Бунько Т.В., д.т.н., ст.. наук. співробітник відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах***(Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна)***ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРУ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

В ИГТМ НАН Украины разработан для целей совершенствования средств измерения аэродинамических параметров вентиляционных систем анемометр переносной рудничный АПР-2 (самой новой и совершенной является его третья модификация). Он применяется как основное средство измерений скорости движения и количества воздуха в горных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу или пыли, газопроводах, для контроля состояния промышленной вентиляции, систем кондиционирования и т.д.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНЕМОМЕТРА**

Диапазон измерений, м/с	0,15 – 20,0
Погрешность измерений, м/с, не более:	
- в диапазоне от 0,15 до 1,20	$\pm(0,03+0,02V)$
- в диапазоне свыше 1,20 до 20,0	$\pm(0,10+0,05V)$
Предельная скорость измерений, м/с	50
Диапазон определения количества воздуха (дебита), м <sup>3</sup> /с	0 - 655
Измерения объемного расхода допускаются в выработках (трубопроводах) сечением, м <sup>2</sup>	от 1,00 до 49,9
Габаритные размеры, мм	310x70x55
Масса, кг, не более	0,6

В современной третьей модификации анемометра АПР-2 существенно улучшены метрологические характеристики, которые были получены за счет оптимизации конструктивных составных частей штатного чувствительного первичного преобразователя. Для чего потребовалось разработать комплект рабочих эталонов, воспроизводящих скорости воздушных потоков с высокой точностью в диапазоне малых скоростей до 1,2 м/с. Добавлена возможность оперативного определения расхода воздушного потока в горной выработке шахты непосредственно на замерном участке по методикам, принятым для проведения депрессионных съемок. Разработан малогабаритный взаимозаменяемый экспериментальный чувствительный элемент габаритным диаметром до 18 мм, позволяющий производить определение расхода газозадушной смеси в дегазационном трубопроводе в составе штатного анемометра АПР-2, выпускаемого ИГТМ НАН Украины. В результате это позволило впервые выполнить п.3, гл.1, разд.VI «Правил безопасности в угольных шахтах», в которых требуется производить измерения особо малых скоростей воздушного потока, начиная с 0,15 м/с. В третьей модификации АПР-2 диапазон измерений начинается с 0,15 м/с, и в диапазоне до 1,2 м/с, обеспечивается утроение точности измерений. Предельная скорость воздействия потока была повышена с 25 м/с до 50 м/с. Получены метрологические характеристики на уровне лучших мировых производителей тахометрических крыльчатых анемометров, но при этом замена первичного преобразователя в АПР-2 не требуется.

После улучшения основных метрологических характеристик АПР-2 были внесены соответствующие изменения в государственном реестре средств

измерительной техники № У1285-13. На новое техническое решение «Крыльчатка анемометра» был получен патент Украины.

На основе анемометра АПР-2 в ИГТМ НАН Украины разработан микроанометр дифференциальный рудничный МДР-6. Микроанометр МДР-6 предназначен для высокоточных измерений перепадов (разности) давлений и определения их суммарного значения при определении депрессии протяженных объектов с помощью резиновых или полимерных шлангов, а также для измерений относительной влажности и температуры воздуха в шахтах и рудниках всех категорий взрывоопасности. Отличительной особенностью микроанометра является наличие пневмокоммутатора, входящего непосредственно в измерительную схему и осуществляющего автоматическую калибровку прибора при нулевом перепаде давления при каждом измерении. На это способ и устройство получены патенты Украины. Также отличительной особенностью микроанометра является оригинальное решение линеаризации его метрологической характеристики, которая в общем случае описывается многочленом третьей степени.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОАНОМЕТРА МДР-6

Диапазон измерений:	
- дифференциального давления, Па	0 – 6000
- температуры, °С	0 – 60
- относительной влажности, %	10 – 90
Цена единицы младшего разряда:	
- дифференциального давления, Па	1
- температуры, °С	0,1
- относительной влажности, %	0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, не более:	
- дифференциального давления, Па	$\pm(2 + 0,002\Delta P)$ ,
где $\Delta P$ – измеренный перепад давлений;	
- температуры, °С в диапазоне от 8 до 25 °С и свыше 25 до 42 °С,	$\pm 1,0$
- относительной влажности, % в диапазоне 20 – 80 %,	$\pm 4,5$
Предельная допускаемая величина, не более:	
- дифференциального давления, кПа	600
- температуры, воздействующей на выносной датчик, °С	от - 40 до 120
- относительной влажности, %	0 – 100
Длительность одного измерения, не больше, с:	
- дифференциального давления	30
- температуры	120
- относительной влажности	60
Потребляемый ток от напряжения питания 5 В, мА, не более	
- дифференциального давления	20
- температуры	2,0
- относительной влажности	2,0

Источник питания - четыре гальванических элемента типа АА (А316), обеспечивающие питание с уровнем взрывозащиты РО, Иа.

При необходимости погрешности измерений в режиме температуры и относительной влажности могут быть уменьшены.

Использование разработанных приборов в практике работы участков ВТБ угольных шахт позволит усовершенствовать методы получения информации о состоянии вентиляционной сети шахты и, тем самым, повысить точность вырабатываемых решений по проведению структурной и параметрической идентификации ее элементов и управления вентиляционной сетью шахты в нормальных и аварийных режимах функционирования.

УДК 622.451:622.44:621.63

**Жалілов О.Ш., інженер****Науковий керівник: Бунько Т.В., д.т.н., ст.. наук. співробітник відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах***(Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна)*

## **МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «ВЕНТИЛЯТОР ГОЛОВНОГО ПРОВІТРЮВАННЯ – ШАХТНА ВЕНТИЛЯЦІЙНА МЕРЕЖА»**

Проблема создания адекватной математической модели системы «вентиляторные установки – шахтная вентиляционная сеть» весьма актуальна еще на стадии проектирования совместной работы вентиляторов главного проветривания (ВГП), для разработки планов ликвидации аварий, для исследования последствий замены на шахте отдельных установок на более мощные, а также для решения задач автоматизации управления проветриванием горных выработок.

На проветривание каждой шахты расходуется до 30% всей расходуемой ею электроэнергии. Если задачу создания адекватной математической модели шахтной вентиляционной сети (ШВС) и программ расчета и управления ею на ПЭВМ можно считать практически решенной (известны работы ИГТМ НАН Украины, НИИГД, ДонНТУ и т.д.), то проблема создания адекватной математической модели ВГП еще не решена. Сдерживающими факторами являются отсутствие аналитического описания регулировочных характеристик ВГП и традиционный подход к исследованию аэродинамических характеристик вентиляторов только на рабочем участке, в то время как при совместной работе в экстремальных условиях отдельные установки могут работать на характеристике в трех остальных квадрантах.

К настоящему времени имеется возможность анализировать и рассчитывать вентиляционные сети практически любой сложности и можно утверждать, что топологическая сложность и размерность ШВС не являются сдерживающим фактором для расчетов современных ШВС. Проблема состоит в другом. Широко применяемые на угольных предприятиях, в научно-исследовательских, проектных институтах и ГВГСС программы расчетов с помощью ПЭВМ воздухораспределения во всех выработках шахты по данным воздушно-депресссионной съемки на главных направлениях предполагают абсолютную достоверность данных замеров подачи и давления, развиваемых ВГП и транспортируемых по горным выработкам, что не всегда соответствует действительности. Реальная ШВС имеет значительное количество участков, замеры аэродинамических параметров в которых невозможны, недостаточны, неопределены и недостоверны. Для преодоления этих недостатков необходима разработка новых математических методов, использование имитационного моделирования ШВС и создание единой программы для расчета системы «вентиляторные установки главного проветривания – шахтная вентиляционная сеть».

Украина имеет самый старый среди стран Европы шахтный фонд, что приводит к отрицательному балансу производственных мощностей. Очень часто возникают вопросы эффективности замены старых вентиляторных установок новыми на отдельных вентиляционных стволах шахт, требующие от энергомеханических служб горных предприятий оперативного решения, которое подчас бывает затруднено несовершенством существующих методик выбора ВГП. Необходима также регулярная проверка надежности реверсирования вентиляционных потоков в аварийном режиме функционирования, для чего также отсутствует эффективное методическое и программное обеспечение. Актуальным остается вопрос утечек воздуха, подаваемого в ШВС для проветривания. В результате обследования большого количества шахт было



установлено, що внутрішахтні утечки воздуха колеблються від 22,7% до 66,2% від об'єму поступаючого в шахту воздуха. Установлено, що показателі рівня безпеки системи «ВГП-ШВС» характеризуються критеріями надійності функціонування даної системи з урахуванням зовнішніх витоків воздуха через поверхневий комплекс вентиляційного ствола, утворюючих паралельну гілку, аеродинамічне опір, котрою можна технологічно змінювати. Якщо збільшуються зовнішні витки воздуха, то продуктивність ВГП значно зростає, а кількість воздуха, поступаючого в шахту, різко зменшується. Це не тільки погіршує провітрювання шахт, але і викликає нерациональний витрат електроенергії.

В зв'язі з цим двома основними завданнями оптимізації шахтного провітрювання є:

- розробка методики і алгоритму визначення режимів спільної роботи ВГП на ШВС. Ця задача є пріоритетною, оскільки практично всі шахти обладнані декількома ВГП. В ШВС виникають ділянки їх взаємного впливу, т.е. сукупності виробок, в яких два, іноді і більше, ВГП працюють «на розрив» вентиляційної струї, перешкоджають одне одному. Збільшення депресії одного з них не дасть бажаного результату – зона взаємного впливу просто зміститься в бік ВГП з більшою депресією, а в критичному випадку – навіть зупинить, або перекине, повітряний потік в напрямку ВГП з меншою депресією. Зона взаємного впливу ВГП розповсюджується до межових вузлів, в яких депресія ВГП вирівнюється і далі по шляху вентиляційної струї здійснюється вплив тільки одного вентиляторів. Підсистема основної ШВС стає адекватною одновентиляторній мережі, і для неї вентиляційні розрахунки значно спрощуються;

- формалізоване представлення блочної системи провітрювання шахти. Як випливає з попереднього пункту, в ШВС існує велика кількість вузлів розділення повітряних потоків на підсистеми окремих ВГП. Установка в цих місцях засобів місцевого регулювання сприяла б вирішенню завдання організації секційного провітрювання, однак в цьому питанні існують певні складності. По-перше, здійснення регулювання повітряних потоків в місцях їх розділення не завжди здійснимо технічно (місця можуть знаходитися на межі або всередині області з невизначеною структурою і аеродинамічними параметрами). По-друге, проти ходу газифікованої вентиляційної струї від точки злиття потоків існує, іноді значна, ділянка взаємного впливу ВГП. Регулювання повітряних потоків повинно бути перенесено в її межі, а якщо і такий варіант неприйнятний – на чисту струю за точкою злиття. Це вимагатиме зміни конфігурації підсистем провітрювання ВГП і потребує проведення додаткових розрахунків.

Адекватність математичної моделі системи «ВГП - ШВС» перевірялась автором на прикладі шахти «1/3 Новогородська» ГП «Селидовуголь». На шахті здійснено комплексну роботу двох раніше функціонуючих шахт, що призвело до ускладнення схеми її провітрювання: при відносно невеликій глибині розробки і невисокої топологічній розмірності ШВС провітрюється чотирима ВГП. Вони мають значні зони взаємного впливу на вихідній струї, а місцеве регулювання не завжди здійснимо: шахти з'єднані на вихідній струї єдиною транспортною виробкою, по якій здійснюється транспортування корисного копалини однією з шахт до головного ствола іншої. Це призводить до зменшення підсистем трьох вентиляторів і напрямку більшої частини вихідних до найбільш потужного сучасного вентиляторів, який має зони взаємного впливу з усіма трьома іншими ВГП. Секціонування провітрювання практично неможливо, і доводиться обмежитися перерозподілом депресії ВГП в зонах їх промислового використання.

УДК 622.691.4.053

**Мацук З.М., інженер****Науковий керівник: Сафонов В.В., к.т.н., професор кафедри «Безпека життєдіяльності»***(Державний ВНЗ «Придніпровська академія будівництва та архітектури», м. Дніпро, Україна)***АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЩОДО БЕЗПЕКИ ДАЛЕКОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ**

Газотранспортна система України складається з газопроводів різного призначення та продуктивності протяжністю 38,55 тис. кілометрів (пропускна здатність на вході 287 млрд. м<sup>3</sup>/ рік; на виході 187 млрд. м<sup>3</sup>/ рік), 72 компресорних станцій (загальною потужністю перекачувального парку 5443МВт), понад 1455 газорозподільних станцій, 12 підземних сховищ газу (активною ємністю 30,8 млрд.м<sup>3</sup> газу) та інших об'єктів інфраструктури, які забезпечують функціонування системи. Єдиним оператором газотранспортної системи України є компанія ПАТ «УКРТРАНСГАЗ».

Основні принципи реалізації державної політики щодо функціонування газотранспортної системи України, підтримання її в належному технічному стані та забезпечення надійності та безпечного функціонування визначені Конституцією України, Законом України "Про трубопровідний транспорт" (192/96ВР), Законом України "Про нафту і газ" (266514), Законом України "Про ринок природного газу" (329-19), Законом України "Про правовий режим земель охоронних зон об'єктів магістральних трубопроводів" (3041-17), Законом України "Про регулювання містобудівної діяльності" (3038-VI), Законом України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" (2245-III), "Кодексом газотранспортної системи" (z1378-15), «Правилами безпечної експлуатації магістральних газопроводів» (zareestrovano: Мін'юст України від 19.04.2010 № 292/17587), "Правилами постачання природного газу" (z1382-15) та Енергетичною стратегією України на період до 2030 року, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. N 145 (1452006р), державними будівельними нормами та Державними стандартами України.

Закони України «Про охорону праці», «Про трубопровідний транспорт», «Про будівельні норми», «Про об'єкти підвищеної небезпеки» та «Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів» декларують:

- повну відповідальність оператора газотранспортної системи України за безпечний та справний технічний стан магістрального газопроводу;
- неможливість застосування будь-якого обладнання на об'єктах магістральних газопроводів (МГ), якщо воно не відповідає вимогам безпеки та не передбачене проектним рішенням;
- обов'язковість дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки і будівельних норм під час проектування об'єктів трубопровідного транспорту;
- заборону експлуатації та фінансування будівництва та реконструкції виробничих об'єктів МГ без отримання результатів їх обстежень та експертизи проектів.

Однак всі ці закони є декларативними. Вони лише викладають вимоги до організації функціонування трубопровідного транспорту; поза увагою залишаються питання виконання цих вимог. Дотепер загальна оцінка стану безпеки МГ в Україні відсутня, існує лише практика оцінки небезпеки дефектів магістральних газопроводів. Експертно-технічні центри та експлуатуючі організації досі користуються нормами, які регламентують якість виготовлення труб, або нормами допуску дефектів під час будівництва

трубопроводів. Такі документи жодним чином не пов'язані з реальним станом конструкційних матеріалів МГ і рівнем навантаженості конструкції. На етапі експлуатації використання таких документів призводить до прийняття необґрунтованих рішень щодо обирання виду ремонту МГ та, як наслідок, появи невиправданих затрат на ремонтні роботи.

Сьогодні Україна немає цілісно відпрацьованої методології застосування ризик-інформованих підходів взагалі. Аналіз сучасних тенденцій в галузі забезпечення надійності високонавантажених конструкцій свідчить про те, що в розвинутих країнах світу впроваджується принципово новий підхід до забезпечення безаварійного супроводу об'єктів і трубопровідного транспорту зокрема. Методологія, що покладена в його основу, отримала назву «Система управління цілісністю». Суттю «Системи управління цілісністю» є регламентування процедур оцінки технічного стану і довговічності конструкцій, так звані норми «Придатності до експлуатації» (fitness-for-service) чи «Придатності за призначенням» (fitness-for-purpose). «Система управління цілісністю» є не тільки засобом підвищення безпеки, подовження ресурсу, покращення виробничої культури і взаємозв'язку операторів газотранспортної системи і суспільства, але однією з ланок системи оптимізації видатків на діагностування і ремонт МГ. Починаючи з 2007 року у закордонних документах все частіше декларується перехід від обмежуючих і забороняючих вимог до цільових (goalsetting), якими є показники надійності.

Єдиним реалізованим намаганням України у площині стандартизації, на Державному рівні, організувати підхід до визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів є Державний стандарт України ДСТУ-Н Б В.2.3-21-2008 «Настанова. Визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів з дефектами». Однак ДСТУ-Н Б В.2.3-21-2008 не націлений на визначення ризиків, хоча і має значно ширші межі застосування у порівнянні з ВБН В.2.3-00018201.04-2000 «Розрахунки на міцність діючих магістральних трубопроводів з дефектами». ДСТУ-Н Б В.2.3-21-2008, безумовно, сприяє більш якісній оцінці залишкової міцності дефектомістких ділянок магістральних трубопроводів, але без його постійної актуалізації та без впровадження на Державному рівні «Системи управління цілісністю трубопроводів» або тотожної системи цей стандарт залишається лише однією з методичних ланок цієї неіснуючої системи. На пізній стадії експлуатації магістральних газопроводів з ряду особливо актуальних науково-технічних та правових проблем особо виділяються проблеми відсутності в Україні Закону України «Про промислову безпеку» та Державного стандарту з питань подовження терміну безпечної експлуатації магістральних газопроводів.

Виходячи з вищевикладеного, необхідним є:

- затвердити відсутній в Україні Закон «Про промислову безпеку». Його необхідно впровадити з метою реалізації вимог, встановлених Законами України «Про охорону праці», про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про трубопровідний транспорт»;
- підготувати нову редакцію «Правил безпечної експлуатації магістральних газопроводів» та «Правил безпеки в нафтодобувній промисловості України»;
- розробити проект Державного стандарту України «Система управління цілісністю трубопроводів. Порядок продовження терміну безпечної експлуатації магістральних трубопроводів».

Нами розроблено основні вимоги до складу останнього документу. Він, на наш погляд, буде вміщувати конкретні відомості щодо продовження терміну подальшої безпечної експлуатації магістральних трубопроводів в межах амортизаційного терміну або терміну, встановленого в нормативній, конструкторській та експлуатаційній документації.

УДК 614.894

**Зіборова М.О.** аспірант кафедри АОП, **Волошко А.Р.**, ст. гр. СііТ-13-1**Наукові керівники:** **Чеберячко С.І.**, д.т.н., професор, **Чеберячко Ю.І.**, к.т.н., доцент*(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)*

## РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НОВОГО ПРОТИПИЛОВОГО РЕСПІРАТОРА

Умови праці на вугільних підприємствах здебільшого визначаються пиловим фактором, тобто залежать від вмісту пилу в повітрі робочої зони, типу його утворення та пилівідкладення поблизу джерел пилу. При цьому властивості пилу обумовлюють вибір відповідних заходів для боротьби з ним. Найбільш перспективними засобами боротьби із запиленістю є використання сучасних технічних засобів колективного захисту (вентиляції; місцевих відсмоктувачів, вбудованих у комбайн; повітряних душів; дистанційного керування комбайном та ін.). У перспективі перехід на такі технології необхідний і неминучий. На жаль, поліпшення умов праці станеться не відразу і не повсюдно, оскільки впровадження новітніх і ефективних засобів колективного захисту потребує значних витрат на реконструкцію гірничого обладнання та технології видобутку. Тому на даному етапі важливо покращити захист працівників при використанні респіраторів завдяки:

– збільшенню терміну захисної дії за рахунок розробки нових фільтрувальних елементів з низьким опором дихання та високою пиломісткістю з урахуванням основних закономірностей накопичення пилового осаду при змінній швидкості фільтрування;

– підвищенню надійності ізолювання органів дихання від навколишнього середовища за рахунок удосконалення смуги обтюрації півмасок, елементів кріплення півмасок на голові працівників;



Рисунок 1 – Загальний вигляд респіратора Шахтар

Передбачені задачі були вирішені при виготовлені нового протипилового респіратора «Шахтар» (рис. 1), у якого використовуються фільтри з низьким опором дихання, а півмаска оснащена гігієнічним обтюратором, що значно покращує її герметичні властивості. Респіратор має два фільтрувальних елемента, які встановлено послідовно, що дозволяє в процесі праці при високій запиленості значно збільшити термін захисної двойний, за рахунок виймання попереднього фільтрувального елемента. Даний респіратор пройшов лабораторні випробування для визначення коефіцієнт проникнення і опору диханню. Методики випробувань відповідали ДСТУ EN 143:2002 «Протиаерозольні фільтри. Вимоги, випробування маркування», ДСТУ EN 140:2004 «Півмаски і четвертьмаски. Вимоги, випробування маркування»

Результати проведених лабораторних випробувань наведені в табл. 1.

Таблиця 1

## Перепад тиску на фільтрах і респіраторах

Тип півмаски	Перепад тиску на респіраторі з фільтрами, Па, при витраті 95 дм <sup>3</sup> /хв. на манекені голови	Середній коефіцієнт проникнення за тест-аерозолем хлорид натрію, на випробувачах	Значення коефіцієнт проникнення для півмаски другого класу за ДСТУ EN 140
Шахер	48	4,9	до 11 %

Аналіз одержаних результатів показав, що коефіцієнт проникнення за хлоридом натрію складає від 1,75 % до 15,1. При цьому коефіцієнт захисту знаходиться у діапазоні від, що значно перевищує вимоги нормативних документів для респіраторів друго класу захисту.

УДК 614.894

Леник В. О., ст. гр. ГРг-13-6

Наукові керівники: Чеберячко С.І., к.т.н., доцент кафедри аерології та охорони праці

Чеберячко Ю.І., к.т.н., доцент кафедри аерології та охорони праці

(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Україна)

## РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТ ОРГАНІВ СЛУХУ І ДИХАННЯ ДЛЯ ПРАЦІВНИКІВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

Розповсюдженими шкідливими виробничими факторами на робочих місцях гірничо-металургійних комбінатів, які впливають і на працездатність людини є шум (84,1%), та запиленість (65,9%). Найчастіше для зменшення ризику виникнення захворювань рекомендується використання засобів індивідуального захисту. При цьому часто їх захисні властивості у виробничих умовах не відповідають заявленим виробниками показникам. Причин цьому декілька: неправильне використання (невміння одягати, сповзання під час роботи) та конструктивні недоліки (наприклад, слабка смуга обтюрації, незручне наголів'є у респіраторів та швидке зношення амбушурів, неможливість використання з шапкою або капюшоном у навушників).



Рисунок 1 – Комплексний засіб індивідуального захисту слуху та органів дихання (виробник ФХІОНСіЛ): 1 – корпус півмаски від газів і аерозолів; 2 – балаклава з еластичних матеріалів; 3 – елементи захисту слуху; 4 – вузол клапана видиху

Так, реальна ефективність антифонів зі зниження рівня шуму може досягати 2-13 дБ, а при непостійному використанні – може зовсім бути відсутня. Теж саме відноситься і до фільтрувальних респіраторів ефективність яких може знижуватись, навіть до 1 ПДК. Це призводить до необхідності комплексного вирішення питання забезпечення захисту працівників від шуму і пилу, а також розробки нових засобів індивідуального захисту, які б були простими в експлуатації і не вимагали значних зусиль для їх обслуговування. В цьому випадку використання саме комплексних засобів захисту (рис. 1) кардинально змінює ситуацію. Саме, до їх переваг необхідно віднести відсутність різниці між коефіцієнтами зниження шуму і запиленості повітря за лабораторними і натурними випробуваннями. Цьому сприяє відсутність підсмоктувань

нефільтрованого повітря за смугою обтюрації респіратору та зменшення впливу як оклюзійного ефекту так і ефекту Ломбарда, що покращує акустичний захист.

Результати перевірки ефективності запропонованого комплексного засобу захисту наведені на рис. 2 і 3. Проведені дослідження показали, що комплексний захисний засіб (КЗЗ) органів слуху і дихання є досить ефективним для захисту працівників від шуму і пилу.

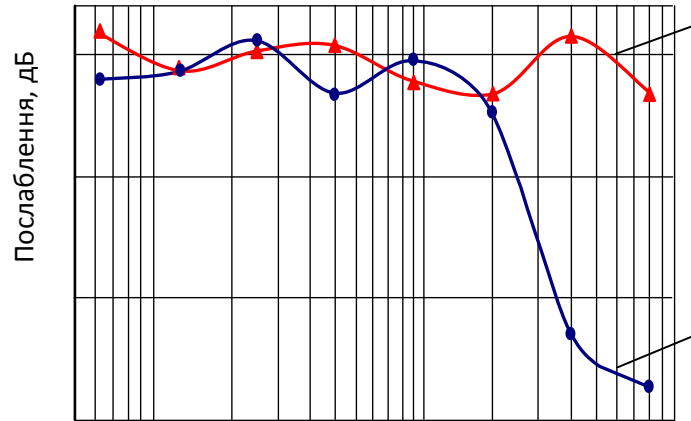


Рисунок 2 – Акустична ефективність: 1–звичайної балаклави; 2 – комплексного засобу захисту (КЗЗ)

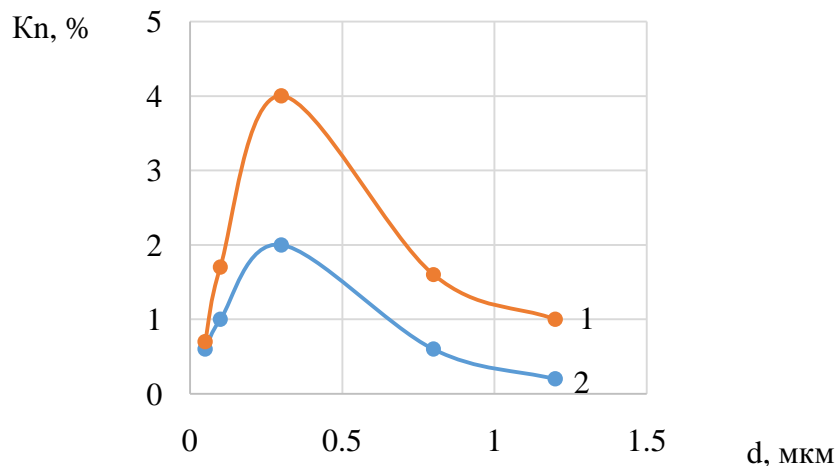


Рисунок 3 – Захисна ефективність від пилу: 1 – звичайної півмаски; 2 – комплексного засобу захисту (КЗЗ) у вигляді балаклави, суміщеної з респіратором

Запропонована для цього балаклава з вмонтованим протипиловим респіратором забезпечує зниження шуму на 14 дБ у діапазоні частот 2000–8000 Гц, а коефіцієнт його протипилового захисту складає до 50 ПДК за найбільш небезпечними аерозолями.

УДК 614.89

Івашенко С.І., ст. гр. ГРг-13-6

Наукові керівники: Фрундін В.Ю., к.т.н., доцент, Наумов М.М., к.т.н., доцент  
(Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", м. Дніпро, Україна)**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КЛАПАНУ ВДИХАННЯ У РЕСПІРАТОРІ ШАХТАР**

Для оцінки впливу вологості повітря на зростання опору дихання фільтрувального патрону до респіратору Шахтар скористались методикою описаною у ДСТУ EN 149 (п. 8.3 вплив вологи). Дослідження проводили на спеціальному стенді, який імітує процес дихання людини (рис. 1). Він складається із зволожувача, блоку індикації датчика вологості, манекена голови, камери з оргскла, датчика вологості повітря, дихальної машини. При дослідженнях встановлювали наступний режим: температура повітря у випробувальній камері 37 °С і вологість 95 %.



Рисунок 1 – Стенд для визначення опору півмасок: 1 – пробовідбірник з підмаскового простору ЗІЗОД; 2 – шеффілдський муляж голови; 3 – пневмоциліндр

Дихальна машина була відрегульована на 25 циклів за хвилину з двома дм<sup>3</sup> за хід. Час експерименту складав один час. Процедура випробування включала підготовку до випробування, коли в камері забезпечували задану температуру і вологість повітря. Розміщення респіратору на манекені голови, та визначення опору дихання перед початком випробування за допомогою приладу testo 512 та після однієї години моделювання процесу дихання.

На рис. 2. Наведений респіратор Шахтар на манекені голови. В першому випадку на фільтрувальній коробці не було клапану вдихання (рис. 3), у другому випадку на корпус фільтрувальної коробки встановили клапан вдихання (рис. 4), який закріплено гвинтом.

Результати випробувань наведені в таблиці

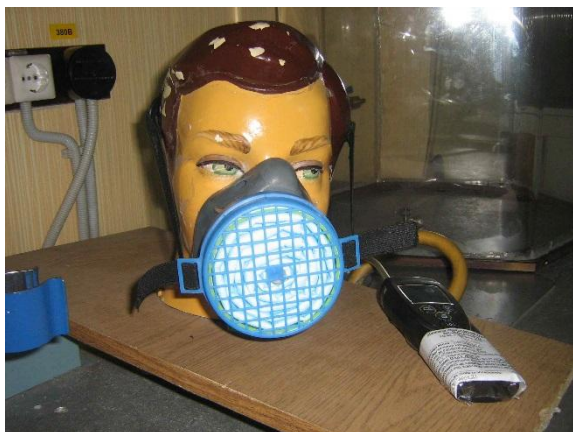


Рисунок 2 – Загальний вигляд респіратору Шахтар



Рисунок 3 – Зворотня сторона респіратору Шахтар





Рисунок 4 – Клапан видихання респіратору Шахтар

Таблиця 1

## Результати дослідження

Номер зразка	Витрата повітря	Початковий опір дихання, Па	Кінцевий опір дихання, Па	Маса фільтра, до і після іспиту, / г
без клапану	50 л/хв	77	132	3,66/5,02
З клапаном		73	78	3,56/3,67

**Висновок.** В результаті проведеної перевірки встановлено, що наявність клапану вдихання, значно зменшує потрапляння вологи на фільтри, тим самим забезпечую мінімальний приріст опору дихання

УДК 622.45

**Гаркуша О.О. ст. гр. ГРг-13-6****Науковий керівник: Столбченко О.В. к.т.н., Марченко В.Г., асистент**  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

### ДО ПИТАННЯ АТЕСТАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ

Коли роботодавець чує фразу «атестація робочих місць за умовами праці», то першою думкою є гора нудної та незрозумілої документації та виникає бажання не займатись цим питанням чи перекласти його вирішення на потім.

Тому часто виникають питання: кому потрібна атестація? В яких випадках? Що ж це насправді: «бюрократизм» правових норм чи виробнича необхідність? Навіщо потрібно проводити таку атестацію?

Але не все залежить від керівника. Сама специфіка виробництва може бути пов'язана з факторами підвищеної небезпеки, шкідливості і т. д. У таких випадках роботодавець повинен компенсувати працівникові «шкідливість» його роботи виходячи з норм чинного законодавства, наприклад: надати йому додаткову відпустку; встановити підвищену оплату праці; забезпечити видачу спецодягу і засобів індивідуального захисту; видавати молоко та лікувально-профілактичне харчування. Працівник може отримати право на пенсію за віком на пільгових умовах, якщо це буде підтверджено результатами атестації.

Як же виявити шкідливі і небезпечні фактори виробничого середовища що дозволяють працівникам претендувати на пільги та компенсації? Відповідь очевидна: провести атестацію робочих місць за умовами праці?

Як на практиці визначити, чи потрібно підприємству проводити атестацію?

Роботодавець повинен організувати та провести на своєму підприємстві атестацію робочих місць, якщо його виробництво (техпроцеси, обладнання, сировина, продукція) є потенційним джерелом шкідливих і небезпечних факторів, які можуть несприятливо впливати на здоров'я працівників зараз чи в майбутньому.

Для того щоб з'ясувати, чи потрібно проводити атестацію, підприємство вивчає норми охорони та гігієни праці щодо свого виробництва, а також: Списки № 1 і № 2 виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах, Списки виробництв, цехів, професій і посад, зайнятість працівників в яких дає право на щорічні додаткові відпустки за роботу із шкідливими і важкими умовами праці та за особливий характер праці та Списки виробництв, цехів, професій і посад, зайнятість працівників в яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня.

Основними діючими нормативними документами, що регулюють процес проведення атестації на підприємстві продовжують залишатися постанова КМУ № 442 від 01.08.92 року та Методичні рекомендації № 41 від 01.09.1992 р. Враховуючи Постанову КМУ від 10 вересня 2014 р. № 442 та постанову КМУ від 11 лютого 2015 року № 100 та № 96 від 11.02.2015 року якими створено та надано повноваження Державній службі України з питань праці, у т. ч. щодо здійснення державного контролю за якістю проведення атестації робочих місць за умовами праці та віднесенням їх до категорії з шкідливими умовами праці, а також участі в організації проведення державної експертизи умов праці із залученням Держсанепідслужби. Тому найближчим часом є очікуваними зміни як і в постанову КМУ № 442 від 01.08.92 року та Методичні рекомендації № 41 від 01.09.1992 р.

Атестація робочих місць проводиться не рідше одного разу на 5 років. Позачергова атестація може бути проведена в тому випадку, якщо умови праці на підприємстві істотно змінилися.

Якщо атестацію не проводити, які можуть бути наслідки?

По-перше, якщо атестація не проводилася, але підприємство несе затрати на виплату компенсацій і надання гарантій працівникам (додаткові відпустки, підвищена оплата праці, спецодяг і т. д.), при перевірці можуть виникнути питання з приводу правомірності таких виплат (якщо роботодавець перебуває на бюджетному фінансуванні), а також проблеми з оподаткуванням таких виплат.

По-друге, якщо підприємство не проведе атестацію і не надаватиме працівникам належні гарантії та компенсації, то кожний «шкідливий» працівник може звернутися до суду і вимагати відшкодування матеріального і морального збитку. У такому разі непроведення атестації не тільки не врятує роботодавця від відповідальності, але, навпаки, стане доказом його провини.

По-третє, непроведення атестації робочих місць є порушенням законодавства про охорону праці, зокрема вищевказаної постанови КМУ № 442. Порушник — керівник підприємства, може бути притягнений до адміністративної відповідальності у вигляді сплати штрафу (ч. 1 ст. 41 КУпАП (в редакції від 28 грудня 2014 року № 77-VIII (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 11, ст.75) {Із змінами, внесеними згідно із Законом № 219-VIII від 02.03.2015, ВВР, 2015, № 17, ст.123}) передбачають відповідальність за порушення терміну проведення атестації робочих місць за умовами праці та порядку її проведення).

Кому потрібна атестація робочих місць?

Керівнику, оскільки відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації робочих місць покладається саме на керівника підприємства.

Працівнику, тому що атестація робочих місць є правовою підставою надання на підприємстві компенсацій та гарантій для працівників із шкідливими і небезпечними умовами праці (доплат до заробітної плати, додаткових оплачуваних відпусток, спеціального харчування та ін...).

Однак, що робити підприємствам, перелік професій на яких не зазначений в списках професій з небезпечними або шкідливими умовами праці? Здавалось би, законодавець врегулював дане питання, навівши визначення шкідливих і небезпечних умов праці в п. 4 Гігієнічної класифікації за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої наказом МОЗ від 27.12.2001 р. № 528.

Відповідно до чинного законодавства атестація робочих місць за умовами праці проводиться у порядку, визначеному згідно з постановою КМУ від 01.08.92 р. № 442 «Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці» та Методичними рекомендаціями для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженими постановою Мінпраці від 01.09.92 р. № 41.

Атестацію проводить атестаційна комісія, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству, організації в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на п'ять років, за умови, якщо впродовж цього часу на підприємстві не змінювалися докорінно умови і характер праці.

Атестація робочих місць є обов'язковою лише за наявності шкідливих та небезпечних умов. У всіх інших випадках це право роботодавця, а не обов'язок. Однак проводити атестацію рекомендовано в будь-якому випадку, оскільки:

- 1) роботодавець не володіє спеціальними знаннями для самостійного визначення шкідливості та небезпечності умов праці;
- 2) не проведення атестації робочих місць може спричинити штрафи, призупинення роботи підприємства до усунення порушень у сфері охорони праці та кримінальну відповідальність.

УДК 622.45

**Нестерук В. М. ст. гр. ГРг-13-6****Науковий керівник: Кривцун Г.П. к.т.н., доцент, Столбченко О.В. к.т.н., доцент**  
(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

## **МЕРОПРИЯТТЯ ПО БОРЬБЕ С ПНЕВМОКОНИОЗАМИ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТАХ**

Многолетний опыт борьбы с пылью на горнорудных предприятиях показывает, что для успешной профилактики пневмокониозов необходимо систематическое применение комплекса инженерно-технических, медико-санитарных, социально-бытовых и организационных мероприятий. При этом основными являются инженерно-технические мероприятия, включающие эффективную вентиляцию, гидрообеспыливание при взрывных и погрузочно-транспортных работах, применение систем разработки с минимальным объемом работ по проходке выработок и вторичному дроблению руды взрывным способом, бурение шпуров и скважин с промывкой пылесмачивающими растворами и др.

В соответствии с Правилами безопасности весь комплекс противопылевых мероприятий входит специальным разделом в проекты разработки рудных месторождений, а также реконструкции отдельных шахт и горизонтов. При проектировании блоков или лав в каждом проекте должны предусматриваться схема водоснабжения, размещение оборудования по борьбе с пылью а также перечень обязательных средств пылеподавления и режим их работы.

В целях предотвращения запыления подаваемого в горные выработки воздуха запрещается на вновь строящихся рудниках использовать для подачи в шахту свежей струи воздуха стволы, оборудованным скиповым подъемом, опрокидными клетями, а также наклонные стволы с конвейерами. При проектировании рудников в настоящее время, наряду с другими методами, предусмотрен ряд расчет количества воздуха, необходимого для проветривания рудных шахт, по фактору выноса пыли, а также установлены нижние пределы скоростей движения воздуха: 0,5 м/с – в очистных забоях и 0,25 м/с – в подготовительных и нарезных выработках.

Содержание соединений железа в находящейся в воздухе пыли колеблется от 40 до 70% и более, а кварца - от 7 до 28%. Из других примесей наиболее часто присутствуют различные силикаты. При использовании на подземных рудниках самоходных машин с дизельным приводом воздух загрязняется, помимо пыли, токсическими и канцерогенными веществами. Широкое использование буровзрывного способа добычи железной руды ведет к выделению в рабочую зону газов взрывчатых веществ.

Таким образом, условия труда современных производств по добыче железной руды характеризуются комплексом факторов производственной среды, оказывающих неблагоприятное действие на органы дыхания, способствующих более быстрому развитию патологического процесса. Фиброгенность смешанной пыли зависит главным образом от содержания в ней свободной двуокиси кремния, которая практически постоянно присутствует во вдыхаемой пыли и откладывается в легких. Чистого сидероза в условиях производства почти не наблюдается. Описаны отдельные случаи сидероза у рабочих суриковых заводов. Клиническими и экспериментальными исследованиями показано, что при небольшом содержании в пыли кремнезема (менее 10%) патологический процесс в легких характеризуется доброкачественным течением, а при высоком (например, буровзрывные и проходческие работы) может развиваться типичная клинко-рентгенологическая картина прогрессирующего силикоза. Ввиду смешанного характера пыли и особенностей течения пневмокониозов на предприятиях

железородной промышленности и черной металлургии патологический процесс в легких таких рабочих справедливо был назван сидеросиликозом. Сидеросиликоз относится к группе пневмокониозов, развивающихся от воздействия смешанной пыли, главными составляющими которой являются соединения железа и двуокись кремния

При бурении шпуров и скважин наиболее распространенным средством борьбы с пылью является их промывка водой, а там, где невозможно использовать воду, – сухое пылеулавливание. Для промывки шпуров и скважин применяют осевую и боковую подачу воды.

При осевой промывке вода по трубке подается через перфоратор к забою шпура. Боковой способ подачи воды состоит в том, что вода подается в бур, минуя перфоратор, через боковые отверстия в хвостовике бура при помощи муфты, надеваемой на бур.

Расход воды при бурении шпуров должен быть постоянным и составлять для ручных перфораторов не менее 3 л/мин., для колонковых и телескопных – 5 л/мин.

Наиболее эффективным мероприятием по борьбе с пылью при взрывных и погрузочно-разгрузочных работах, позволяющим снизить содержание пыли в воздухе на 80-58%, является орошение. Распыление воды при орошении достигается при помощи оросителей с механическим дроблением воды сжатым воздухом (оросители комбинированного действия – туманообразователи).

Для обеспыливания воздуха при разгрузке горной массы в бункер при помощи опрокидывателей применяют орошение и отсасывание запыленного воздуха из-под аспирационных укрытий с последующей его очисткой в рукавных или ударно-компенсационных фильтрах.

Подземные дробильные установки обеспыливаются при помощи местной аспирации, герметизирующих укрытий и очистки аспирационного воздуха в фильтрах.

Заболеванию пневмокониозами наиболее подвержены лица в молодом возрасте и женщины, поэтому в шахтах, в опасных по силикозу, запрещен труд лиц моложе 20 лет, а также женщин. Для рабочих, занятых на местах, опасных по силикозу, введены дополнительный отпуск, периодическое оздоровление и профилакториях санаторного типа, сокращенный рабочий день.

### Перечень ссылок

1. Бурлаков В.Н., Вексельман В.М. Техника безопасности в горнорудной промышленности, Издательство «Техніка», 1976., 221 стр.

УДК 622.45

**Трифан О.С. ст. гр. ГРг-13-6****Науковий керівник: Кривцун Г.П., к.т.н., доцент, Столбченко О.В. к.т.н., доцент (Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)****ПИЛОВИБУХОБЕЗПЕКА ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Небезпеку вибуху зумовлює вугільний пил, що відклався на поверхні підземної виробки. В осілому стані він вибухнути не може, але через різке збурення повітря, викликане, наприклад, відносно слабким вибухом метану, осіла пилова маса здійснюється і створює вибухо небезпечну ситуацію. Таким чином, запобігати вибухам вугільного пилу можливо шляхом своєчасного проведення заходів, спрямованих на боротьбу з осілим пилом.

Вибух вугільного пилу становлять близько 25% від загальної кількості вибухів на вугільних шахтах України. За своєю потужністю та вагою наслідків вони значно перевищують більш часті вибухи та спалахи метану. За останні 10 років, незважаючи на комплекс заходів, спрямованих на зниження запиленості гірничих виробок, кількість великих аварій на вугільних підприємствах за участю вибухів пилу зросло. Як наслідок, рівень травматизму від вибухів значно перевищив відповідні показники в індустріально розвинутих країнах.

Стан гірничих виробок, що оцінюється в аспекті можливих вибухів вугільного, сульфідної, сірчаного пилу. Необхідність оцінки пилових вибухо безпеки обумовленатим, що пиловий аерогель здатний за певних умов (вибух метану, заряду вибухових речовин і т.д.) перейти у зважений стані спільно з пиловим аерозолем досягти вибухо небезпечної концентрації, стати причиною вибуху. Одним з основних факторів, що обумовлюють пилових вибухо безпеки, є пиловідкладення.

Основним джерелом займання сульфідного пилу є нагріті газоподібні продукти, що утворюються при вибухових роботах. Вибуховість сульфідного пилу залежить від вмісту сірки, розміру часток і вологості. Зі збільшенням вмісту сірки вибуховість пилу підвищується. До категорії вибухо небезпечних віднесені всі шахти, що розробляють руди з вмістом сірки більше 35%.

Всі шахти, небезпечні щодо вибуху сірчаного пилу, поділяються на 2 групи в залежності від середнього вмісту сірки в руді: I група - від 12 до 18%; II група - понад 18%. При вмісті сірки в рудах менш 12% шахти відносяться до групи безпечних по газу і пилу.

Сірчаний пил більш небезпечний, ніж сульфідний і вугільний, тому що температура займання і нижня межа вибухо небезпечної концентрації значно нижче, ніж вугільного та сульфідного пилу. Мінімальна температура займання і вибуху комової сірчаного пилу відповідно 290 і 340 °С, кристалічної - 275 і 320 °С. Нижня межа вибуховості сірчаного пилу становить від 5 (комовесірка) до 15 г / м<sup>3</sup> (кристалічна сірка), верхня межа досягає 600-1000 г / м<sup>3</sup>.

Верхня межа концентрації пилу в повітрі, вище якої горіння і вибух не розповсюджуються, 2000–3000 г/м<sup>3</sup>, найбільша сила вибуху досягається при концентрації 300–400 г/м<sup>3</sup>. Основним джерелом займання сульфідного пилу є нагріті газоподібні продукти, що утворюються під час вибухових робіт. Найнебезпечніший сульфідний пил, що має в своєму складі фракції від 10–100 мкм. Пил з дисперсністю вищою 250 мкм практично вибухо безпечний. При вологості 9–9,5% сульфідний пил також стає вибухо безпечним. Сірчаний пил небезпечніший, ніж сульфідний і вугільний. Мінімальна температура займання і вибуху грудку ватого сірчаного пилу відповідно 290 і 340 °С, кристалічного – 275 і 320 °С. Нижня межа вибуховості сірчаного пилу становить 5–15 г/м<sup>3</sup>. Верхня межа 600–1000

г/м<sup>3</sup>. Всі шахти, небезпечні за вибухом сірчаного пилу, розділяються на 2 групи в залежності від вмісту сірки в руді: 1 група – 12–18%; 2 група – понад 18%.

Порівняльний стан в Україні та інших країнах Європи. В Україні до небезпечних за пилом відносять пласти вугілля (горючих сланців) з виходом летких речовин 15% та більше, а також пласти вугілля (крім антрацитів) з меншим виходом летких речовин, вибуховість пилу яких встановлена лабораторними випробуваннями.

У Польщі, Чехії, Нідерландах небезпечними за пилом вважаються пласти вугілля з виходом летких речовин понад 12-14%, у Великобританії 20%, в США 3,1-7,9% (для вугілля всіх марок, крім антрацитів).

УДК 622.45

Касьяненко В. С. ст. гр. 121м-16-1

Науковий керівник: Пугач С. І., асист.

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна)

### ВПЛИВ УГЛА ПАДІННЯ ПЛАСТУ НА ПЕРЕМІШУВАННЯ МЕТАНУ З ПОВІТРЯМ У ВИРОБЛЕНОМУ ПРОСТОРИ.

З метою безпеки робіт в газових шахтах з управлінням покрівлі повним обваленням порід необхідно знати, як впливають зміни концентрації метану під час посадки покрівлі та виникнення куполів у виробленому просторі.

За рахунок ущільнення порід при обваленні змінюється кількість повітря, яке проходить через вироблений простір, що призводить до так званих, перехідних процесів в газодинаміці виїмкових ділянок. Була поставлена мета, з'ясувати, як впливає зміна дебіту повітря на виїмковій ділянці на перемішування метану у виробленому просторі залежно від кута падіння пласта.

Дослідження даного питання в свій час проводилося у МГІ [1], та КГІ [2] і в ДГІ. В МГІ досліджувалися питання співвідношення сил плавучості і турбулентного перемішування метану з повітрям в гірських виробках по її висоті від ґрунту до покрівлі.

Исследование данного вопроса в своё время проводилось в МГИ [1], в Комунарском горнометаллургическом институте [2] и в ДГИ. В МГИ исследовались вопросы соотношения сил плавучести и турбулентного перемешивания метана с воздухом в горных выработках по её высоте от почвы до кровли. С учётом числа  $Ri$ , яке характеризує ці процеси [3].

У ДГІ на великомасштабній моделі виїмкової ділянки шахти з довжиною лави 120 м і потужністю пласта 1,1 м та довжиною виробленого простору 120 м. Вся модель могла підніматися спеціальними пристроями від 0 до 80° падіння пласта і різного режиму подачі повітря від спеціальної вентиляційної установки, яка могла подавати різну кількість повітря на виїмкову ділянку [2]. мал. 1.

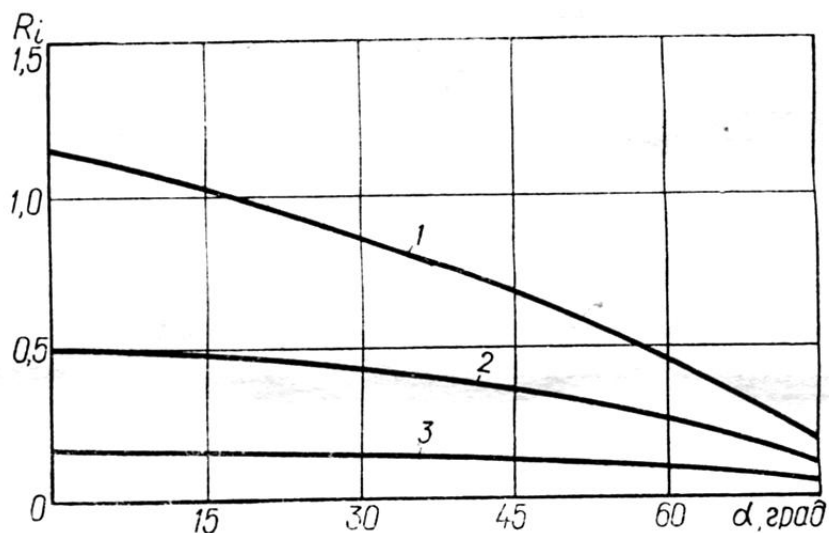


Рисунок 1 – Залежність числа  $Ri$  від кута падіння пласта

Знаючи, як ведуть себе обвалені породи у виробленому просторі і за допомогою теорії статистичних даних проф. Савостьянова А.В. і Клочкова В.Г. [4] і за його теорії можна визначити обсяг куполів зі скупченням в них метану. За допомогою числа  $Ri$



можна буде визначити співвідношення сил плавучості і турбулентного перемішування метану з повітрям і знати концентрацію метану в цих куполах і його кількість, що надходить у вихідну струю виїмкової дільниці.

Якщо швидкість руху повітряного потоку зменшується (що має місце у вироблених просторах видобувних дільниць), залежність  $Ri$  від кута падіння пласта стає дедалі очевиднішим. Таким чином, із збільшенням кута падіння пласта умови накопичення метану в виробленому просторі погіршуються. Цим, очевидно і пояснюється незначне збільшення вмісту метану на вентиляційних штреках при змінах вентиляційного режиму на виїмкових дільницях крутих пластів[5].

Короткочасність протікання перехідних газодинамічних процесів можна пояснити тим, що зі збільшенням кута падіння зменшується обсяг порожнеч у виробленому просторі (за рахунок забутовки нижній частині лави). Крім того, зона порожнеч зміщується до верхнього штреку, завдяки чому і скорочується тривалість протікання перехідного газодинамічного процесу.

Дослідження перехідних процесів на виїмкових дільницях крутих пластів із застосуванням автоматичної апаратури безперервної дії.

Методи і засоби управління газовиділенням на виїмальних ділянках шахт в період нетрадиційних процесів.

### Перелік посилань

1. Ушаков К. В., Бурчаков А. С., Медведєв І. І. Руднична аерологія. Вид. 2 М. Недра 1978. 440 с.
2. Ігнатенко І. П., Горбунов Н. І., Карпенко А. І., Клочков В. Г. Дослідження перехідних процесів на виїмкових дільницях крутих пластів із застосуванням автоматичної апаратури безперервної дії // Уголь України. – 1974. - №2. – С. 45-46.
3. Шлихтінг Г. Теорія пограничного шару. «Іноземна література», М., 1965.
4. Савостьянов А. В., Клочков В. Г. Управління станом масиву гірських порід. Київ, УМК ВО 1992.
5. Абрамов Ф. А. та ін. Методи і засоби управління газовиділенням на виїмальних ділянках шахт в період нетрадиційних процесів. Київ, «Наукова думка», 1973.

УДК 622.8.313.1

**Шахрай М.П.** студент гр. ГРг-14-6,**Научный руководитель: Яворская Е.А.,** к.т.н., доцент кафедры АОТ*(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)*

## **АНАЛИЗ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ И ПРИЧИН НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ НА ШАХТНОМ ТРАНСПОРТЕ В ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»**

Ежедневно на угольных предприятиях рабочие получают травмы. Иногда эти травмы приводят летальному исходу.

По статистике в Украине основными причинами несчастных случаев со смертельным исходом на угольных предприятиях являются: организационные – 50,6% от общего числа случаев, технические – 32,5%, психофизиологические – 16,9%. Несчастные случаи в большинстве случаев происходят в результате падения пострадавших, обрушения горных пород, грунта, падения предметов, воздействия движущихся машин, механизмов, вращающихся частей оборудования, поражения электрическим током [1].

Чаще всего это случается из-за неосторожности и нарушения правил техники безопасности самими рабочими. В июле 2016 года на одной из шахт Западного Донбасса произошёл несчастный случай со смертельным исходом.

По словам очевидцев происшествия, несчастный случай произошел в первую смену, когда инженеры по горным работам технологической службы опустились в шахту, с целью проведения авторского надзора за ведением горных работ. Примерно в 13 час. 00 мин., после обследования объектов ведения горных работ, они пришли к верхней приемной площадке восточного откаточного квершлага горизонта 260 м. Отправление пассажирского поезда ожидалось в 14 час. 40 мин.

Не желая ожидать пассажирский поезд, инженеры попросили машиниста электровоза подвести их по восточному откаточному штреку №2 электровозом АМ-8Д до гараж-зарядной, на что машинист электровоза дал согласие.

Инженеры зашли в кабину электровоза АМ-8Д. При этом машинист стал возле контроллера, один из инженеров села на сидение машиниста, вторая стала по центру кабины, а третья - с левой стороны кабины, возле входа.

После начала движения и проезда около 10м, одна из инженерных работников была зажата между аккумуляторной батареей электровоза и рамой арочной крепи выработки, по причине того, что ее тело выступало за габариты электровоза, а зазоры с неходовой стороны выработки не соответствовали требованиям правил безопасности. Машинист немедленно остановил электровоз и, отъехав назад, освободил пострадавшую. Из видимых повреждений у пострадавшей была только ссадина в районе височной области головы слева.

Машинист электровоза сообщил по телефону горному диспетчеру о том, что содним из инженеров произошел несчастный случай, во время падения при передвижении пешком по горной выработке. Горный диспетчер вызвал реанимационно-противошоковую группу ВГСО и направил навстречу пострадавшей медсестру подземного здравпункта.

Пострадавшая была доставлена электровозом на нижнюю приемную площадку канатно-кресельной дороги №2, откуда самостоятельно выехала на верхнюю приемную площадку. Здесь ей была оказана первая медицинская помощь медсестрой подземного здравпункта. В процессе перевозки в рудвор гор.180м, состояние пострадавшей значительно ухудшилось (потеря сознания), в связи, с чем медицинская сестра дала

команду машинисту електровоза на остановку електровоза і приступила к выполнению необходимых реанимационных мероприятий.

Врач-реаниматолог ВГСО, который прибыл к месту нахождения пострадавшей через несколько минут после ухудшения ее состояния, после проведения реанимационных мероприятий констатировал смерть пострадавшей.

Как было установлено позже, у пострадавшей был сильный травматический шок, вследствие полученной травмы: множественные переломы ребер и грудины.

После получения заключения судебно-медицинской экспертизы о причинах смерти и характере полученных повреждений, очевидцы несчастного случая дали правдивые показания об обстоятельствах происшествия.

В ходе проведения расследования по данному несчастному случаю был выявлен ряд нарушений:

1. Перевозка машинистом электровоза троих работников в кабине электровоза, что является нарушением правил безопасности (езда на транспортных средствах, не предназначенных для перевозки людей).

2. Отсутствие допустимых зазоров в горной выработке, где производится электровозная откатка (расстояние с неходовой стороны между подвижным составом и крепью составляло 0,16 м при допустимых зазорах – не менее 0,25м). [2]

3. Фальсификация очевидцами истинных обстоятельств и причин несчастного случая.

**ВЫВОДЫ.** Исходя, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что на первый взгляд незначительные нарушения правил безопасности и халатность могут привести к смертельному исходу. В результате повышаются показатели травматизма и количество несчастных случаев на горных предприятиях. Поэтому усиление контроля за соблюдением правил безопасности, является первоочередной задачей для служб ораны труда шахт Украины.

Необходимые мероприятия для снижения уровня травматизма и несчастных случаев на производстве могут быть следующие:

1. разрабатывать организационно-технических мероприятия, направленные на исправление недостатков, выявленных при проведении ведомственных проверок состояния охраны труда на производстве, проводить профотбор, повышение квалификации, усилить обучение и подготовку ИТР по вопросам охраны труда и техники безопасности;

2. изменить подход к охране труда, а именно изучать причины возникновения нарушений, тщательно анализировать их и разрабатывать меры по предотвращению несчастных случаев, проводить профилактические мероприятия;

3. увеличить штрафы за нарушение требований правил безопасности и охраны труда

4. постоянно вести контроль за безопасной эксплуатации шахтного оборудования, транспорта, состоянием противоаварийной и противопожарной защитой, ведением взрывных работ;

5. обеспечивать нормальное проветривание и пылегазовый режим, выполнять комплексную дегазацию шахт и повышать ее эффективность, обеспечивать безопасную эксплуатацию высокопроизводительных очистных забоев при отработке газообильных угольных пластов, выполнять комплекс мер по борьбе с внезапными выбросами угля и газа.

#### **Перелік посилань**

1. Кузьменко Н. С. Состояние охраны труда на угольных шахтах Украины в 2012 г. / Н. С. Кузьменко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр.– 2013.– № 56.– С. 177–191.

2. Правила безпеки у вугільних шахтах/НПАОП 10.0-1.01-10.-К.: «Редакція журналу «Охорона праці», 2010. –430 с.

УДК 620.92

**Коротков П.Р.** студент гр. ГРг-14-7,**Научный руководитель: Яворская Е.А.,** к.т.н., доцент кафедры АОТ*(Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина)*

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ТОПЛИВА НА ОАО «ПОЛТАВСКИЙ ГОК»**

Все проекты замещения газа в нашей стране сейчас фактически осуществляются согласно постановлениям Кабмина. По мнению экспертов, отсутствие единого закона, который регулировал бы эту сферу, приводит к отсутствию максимально продуктивно сотрудничества власти и бизнеса, а также – полной незаинтересованности коммунального сектора в проектах газозамещения. [1] Таким предприятием выгоднее получать от государства дотации, чем работать над модернизацией производства. У Государственного агентства фактически нет полномочий совершать газозамещение. А Нацкомисия, которая формирует тарифы, откровенно заявляя, что у них не стоит задача экономить потребление природного газа. У них стоит задача уменьшить издержки государственного бюджета, поэтому они замораживают проблему замещения потребления газа.

В связи с этим руководители предприятий, имеющие собственное энергохозяйство, изыскивают все возможности по экономии тепловой и электрической энергии, принимают решения о замене угля, газа или мазута, используемых в качестве топлива на предприятиях, на дешевые низкокалорийные виды топлива и всевозможные отходы производства. Однако перевод энергоисточников на сжигание твердого низкокалорийного топлива – проблема достаточно сложная. В данном случае требуется применение принципиально новых технологий сжигания, которые должны обеспечивать современные экологические требования, быть более экономичными и менее чувствительными к качеству сжигаемого топлива. В качестве яркого примера перехода на альтернативный вид топлива можно рассмотреть ОАО «Полтавский ГОК».

Полтавский ГОК (ПГОК, входящий в группу Ferruhro, Горишние Плавни Полтавской обл.) за 8 месяцев 2016 года использовал 98,9 млн куб. метров природного газа, что на 22% ниже аналогичного показателя за 2015 год (126,6 млн куб. метров). Экономия средств превысила 100 млн грн. [2]

Предприятие смогло достичь таких результатов благодаря переходу на альтернативный вид топлива — шелуху семечек подсолнуха. С 1 августа 2016 года все 4 линии в цеху производства окатышей переведены на использование такого биологического топлива. Также на Полтавском ГОКе тепловые котлы устанавливаются в непосредственной близости к объектам потребления энергии, что дает возможность снижать потери тепловой энергии при транспортировке.

Использование альтернативного вида топлива в августе 2016 года по сравнению с аналогичным месяцем 2015 года дало возможность сэкономить более 3,5 млн. куб. метров природного газа, в среднем же этот показатель достигает 5 млн. куб. метров газа ежемесячно. По результатам года такая экономия составит до 60 млн куб.метров.

Предложение производить обжиг готовой продукции посредством сжигания шелухи семян подсолнуха Полтавский ГОК получил от группы украинских компаний. Они же установили необходимое технологическое оборудование для использования такого вида топлива.

При кажущейся простоте применения в качестве топлива местного сырья, возникают серьезные проблемы. Попытка их сжигания в типовых котлах, топочные устройства которых спроектированы на конкретный класс твердого топлива, приводит к химическому и механическому недожогу, и в результате – к снижению КПД котлов,

превышению в разы допустимых норм вредных выбросов CO, NOx, количества твердых частиц.

При утилизации такого специфического топлива как лузга подсолнечника оказалось эффективным применение вихревого способа сжигания. При этом упрощается система топливоподготовки, которая не требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

**ВЫВОДЫ.** Применение подобных технологий на энергоемких предприятиях Украины позволит повысить энергетическую независимость страны. Положительным моментом является и то, что снижается отток валюты на закупку импортного газа у внешних поставщиков. Конечно, решается и экологическая проблема эффективной утилизации отходов сельского хозяйства.

#### **Перелік посилань**

1. <http://www.istochnik.info/ekonomika/item/9497-v-ukraine-net-zakona-kotoryj-pozvolyal-by-napryamuyu-investirovat-v-gazozameshchenie-ekspert.html>
2. <http://delo.ua/business/poltaskij-gok-za-schet-sheluhi-semechek-sekonomil-100-mln-griven-322808/>