

УДК.622.414:528

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗДУШНО-ДЕПРЕССИОННОЙ СЪЕМКИ В ПРОКОПЬЕВСКОМ ФИЛИАЛЕ КУЗГТУ

CREATION STAGES OF THE DEVICE FOR AIR-DEPRESSION SURVEY IN PROKOPYEVSK BRANCH OF KUZSTU

Костюк Светлана Георгиевна,
 канд. техн. наук, директор филиала, e-mail: kostuksg@rambler.ru
Kostyuk Svetlana G., C.Sc. (Engineering), Branch Manager
Бедарев Николай Тимофеевич,
 канд. техн. наук, доцент, e-mail: nt.bedarev@gmail.com
Bedarev Nikolay T., C.Sc. (Engineering), Associate Professor
Любимов Олег Владиславович,
 канд. техн. наук, доцент, e-mail: oleg_lyubimov@mail.ru
Lyubimov Oleg V., C.Sc. (Engineering), Associate Professor
Астафьева Виктория Геннадьевна,
 начальник отдела, e-mail: vgastafyeva@rambler.ru
Astafyeva Victoriya G., Head of Division

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевске, 653033, Россия, Кемеровская область, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а
 T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Prokopyevsk branch, 19a street Nogradskaya, Prokopyevsk, 653033, Russian Federation

Аннотация: В статье обобщен опыт и пути создания устройств для проведения воздушно-депрессионной съемки в лабораторных условиях для получения обучающимися навыков в этой области. Описан модернизированный стенд, устройство которого защищено патентом на полезную модель, позволяющий исследовать воздушные потоки при следующих способах проветривания: нагнетательном, всасывающем и комбинированном движении потока.

Abstract: The article presents the background and the ways to improve the air-bench survey of depression for developing practical skills in this area. There is the description of the upgraded bench, protected by a patent for utility model which allows for the research of air flow in the new modes: the discharge, suction and combined ways of the flow.

Ключевые слова: воздушно-депрессионная съемка, лабораторный стенд, режим проветривания.

Keywords: air depression survey, testing bench, air flow methods

Введение

Воздушно-депрессионная съемка (ВДС) в шахтах производится для установления распределения депрессии по сети выработок и определения аэродинамического сопротивления отдельных выработок (узлов) и всей шахты. Данные, полученные при депрессионной съемке, позволяют обнаружить «узкие места» в вентиляционной сети, выявить резервы и внести поправки в расчетные схемы. [1,2,3].

Комплекс работ по установлению распределения общешахтной депрессии по горным выработкам проводится для решения следующих задач:

- установление распределения депрессии по всем или некоторым (наиболее трудным) направлениям вентиляционных струй;

- определение сопротивления отдельных выработок и сетей;

- определение коэффициента аэродинамического сопротивления (α) для отдельных типов

шахтных выработок;

-внесение поправок в расчетные схемы вентиляционной сети шахты или отдельного участка.

Контроль за обеспечением расчетного расхода воздуха горных выработок шахт является одной из главных задач по созданию безопасных условий ведения горных работ. Решение этой задачи возложено на участки аэробиологии безопасности (ВТБ) шахт и службу депрессионных съемок (СДС) военизированных горно-спасательных частей (ВГСЧ) [4], в соответствии с ПБ [5],

В зависимости от характера решаемой задачи маршруты съемки намечаются либо по всем направлениям движения воздуха, либо по некоторым из этих направлений, с выбором мест и точек измерений согласно ГОСТа [6], при этом количество воздуха для проветривания выработок и депрессия шахты вычисляется в соответствии с руководством [7].

Для определения депрессии горных выработок

практикуют в основном два способа:

- 1) непосредственное измерение депрессии между двумя пунктами с помощью микроманометров (U-образных манометров) и резиновых трубок;
- 2) измерение абсолютных давлений в двух пунктах микробарометрами с последующим вычислением депрессии между ними.

Выбор способа проведения ВДС зависит от сложности вентиляционной сети, характера решаемых задач, наличия приборов и программного обеспечения ЭВМ для обработки материалов съемки.

ВДС предшествуют подготовительные работы, включающие: изучение вентиляционного оборудования шахты, сети горных выработок, схемы вентиляции, выбор маршрутов, пунктов замеров, составление плана проведения съемки, расчет расхода воздуха, проверку приборов, подготовку рабочих журналов для записи результатов замеров, инструктаж персонала по мерам безопасности и т.д. ВДС и газовые съемки проводят на шахте один раз в три года [5], а также при существенном изменении вентиляционной сети.

Максимальная статическая депрессия шахты, как правило, ограничивается 300 мм в.с. Для сверхкатегорийных шахт по газу мощностью 4000 т в сутки и более при соответствующем основании допускается до 450 мм в.с. При депрессии шахты до 150 мм в.с. следует принимать осевые вентиляторы, при 150-300 мм в.с. - осевые и центробежные, а свыше 300мм в.с.- центробежные [5, 7, 8, 9],

Поиск новых технических решений в рассматриваемой области знаний

В связи со сложностью и большим объемом работ при осуществлении ВДС возникла необходимость приобретения навыков проведения депрессионной съемки и построения депрессионной диаграммы в лабораторных условиях.

С этой целью был проведен обширный поиск работ, посвященных проведению депрессионной съемки в лабораторных условиях. В результате поиска обнаружена лишь работа [10], в которой освещался опыт проведения депрессионной съемки в лабораторных условиях на аэродинамической трубе ($L=6\text{-}9\text{ м}$; $d=50\text{-}700\text{ мм}$), в которой депрессия изменялась за счет разных поперечных сечений и материалов крепления горной выработки, при этом депрессия на различных участках выработки изменилась с помощью микроманометра ММН, с наличием пневматических и резиновых трубок.

С учетом критического осмыслиения [10] в 2008 г. в Прокопьевском филиале КузГТУ был создан демонстрационный стенд, в упрощенном варианте позволяющем получить наглядное представление о производстве воздушно-депрессионной съемки с построением депрессионных диаграмм, а также с возможностью определения натурных значений коэффициента аэrodинамического сопротивления каналов стенда с использо-

ванием центробежного вентилятора ВЦ-0,6 при всасывающем способе проветривания [11].

На базе этого стенда были поставлены работы [12,13], с помощью которых стало возможным приобретать навыки определения скорости V , м/сек, количества воздуха Q , м³/сек ($Q=SV$) и коэффициента аэродинамического сопротивления a .

Для измерения скорости движения воздуха и температуры в каналах стенд использовался прибор ТАММ-20 (термоанемометр, микроманометр).

Для измерения депрессии использовали U-образный манометр и микроманометр.

За пределами каналов для измерения скорости движения воздуха использовали анемометры крыльчатый ($V=0\text{-}4$ м/сек) и чашечный($V=4\text{-}20$ м/сек).

Но в данном исполнении на стенде невозможно было демонстрировать нагнетательный и нагнетательно-всасывающий (комбинированный) способы проветривания, а также тепловую депрессию, как это изложено в работе [14].

В этой связи был вновь проведен поиск информации об опыте проведения депрессионной съемки в лабораторных условиях, с учетом работы [14], однако кроме работы тех же авторов [10], датированной 2015 г [15], источников необходимой информации не удалось обнаружить.

Для устранения указанных недостатков была выполнена реконструкция стендса максимальным использованием его конструкции.

В итоге работы получен патент на «Устройство для проведения воздушно-депрессионной съемки в лабораторных условиях» [16].

Предлагаемое новое устройство для проведения воздушно-депрессионной съемки

Модернизированный стенд (рис. 1 а-в) имитирует горные выработки в виде трех каналов, одного длинного 1 и двух коротких 2, 3, для движения воздуха с наличием поворотов воздушного потока на 180 и 90 градусов, включает всасывающий вентилятор 4, отверстия 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 12 – для производства замеров скорости движения воздуха и температуры внутри каналов 1, 2, 3 и отверстие 13 – в диффузоре вентилятора 4, верхние 14, 15 и нижние 16, 17 шиберы, а также шибер 18 под всасывающим вентилятором 4 для создания утечек воздуха, задания различных режимов проветривания и получения депрессиограмм с использованием приборов для измерения скорости и температуры воздуха в каналах, депрессиометров и микроманометров. В процессе модернизации стенд оборудован добавочным объемом 19, связанным с основной конструкцией посредством нижних шиберов 16 и 17, внутри которого оборудовано дополнительное аэродинамическое сопротивление 20 для создания подобия горных выработок, снабженное дополнительными отверстиями 21, 22, 23 для производства замеров, при этом в добавочный объем 19 через дополнительное аэродинамическое сопротивление 20 пропущен вспомога-

тельный канал 24, оборудованный двумя дополнительными шиберами 25, 26 и связанный с добавочным нагнетательным вентилятором 27, также имеющим в диффузоре дополнительное отверстие 28 для замеров, кроме того, добавочный объем снабжен нагревательным элементом 29, а длинный канал 1 над нижними шиберами 16, 17 – дополнительным отсекающим шибераом 30.

В результате реконструкции стенда представляется возможным производить исследования воздушного потока в новых режимах, основными из которых можно считать следующие.

Первый режим – после закрытия шибера 15 и 16, 18, движение воздушной струи осуществляется от отверстия 5 (здесь же шибер 14) по направлению к шиберау 15; после поворота на 90 градусов далее – по направлению отверстий 6, 7, 8; после разворота на 180 градусов далее – по направлению отверстий 9, 10; после разворота на 180 градусов далее – по направлению отверстий 11, 12; а затем, после поворота на 90 градусов – до отверстия 13 (диффузор всасывающего вентилятора 4). Это – самый длинный путь воздушного потока.

Второй режим – после открытия шибера 15 и 30 и закрытия шибера 14, при закрытых шиберах

16, 18 длина воздушного потока уменьшается. На участке между шибераами 14 и 15 происходит некоторое подсасывание и завихрение воздуха.

Третий режим – после открытия шибера 16 (шибера 15, 18, 30 и 14 закрыты) основной поток воздуха устремляется по направлению отверстий 8, 9, 10, 11, 12, 13, дважды поворачивая на 180 градусов и один раз на 90 градусов. На участке отверстий 5, 6, 7 происходит подсасывание и завихрение.

Дополнительные режимы можно задавать, открывая шибера 14, 15, 18 на заданные величины, чтобы исследовать различные режимы проветривания с наличием утечек (подсосов) и получать различные депрессиограммы. После полного открытия шибера 18 вентилятор 4 практически работает вхолостую.

Четвертый режим – нагнетательное проветривание (вариант 1). При включении нагнетательного вентилятора 27 (открыты шибера 14, 26, 17, 30, остальные шибера 15, 18, 25 закрыты) воздушный поток в режиме нагнетания движется по направлению отверстий 28, 23, 22, 21, через шибер 17 по направлению отверстий 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5.

Пятый режим – нагнетательное проветривание

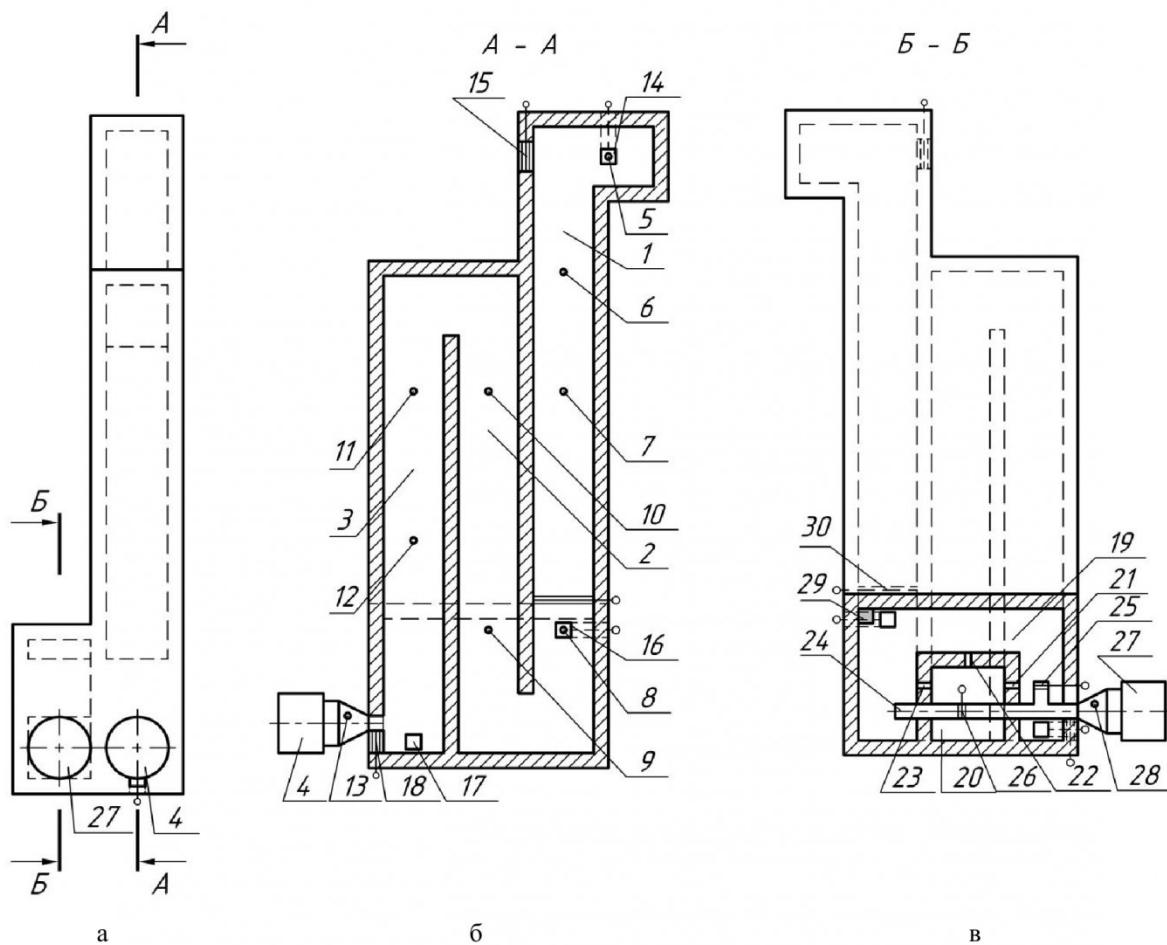


Рис. 1. Модернизированный стенд для воздушно-депрессионной съемки: а - вид спереди, б – вид справа с сечением А-А, в – вид слева с сечением Б-Б.

Fig. 1. Upgraded bench for air-depression survey: a - front view, b - right side view with a cross section A-A, c - left side view with a cross section B-B.

(вариант 2). При включении нагнетательного вентилятора 27 (шиберы 14, 15, 25 открыты, шиберы 15, 18, 17, 26 закрыты) воздушный поток движется по направлению отверстий 28, 21, 22, 23, шибера 16, отверстий 8, 7, 6, 5.

Шестой режим – всасывающий вентилятор 4 выключен, диффузор открыт, шибера 14, 30, 16, 25 открыты, шибера 15, 18, 17, 26 закрыты. Воздушный поток движется по направлениям: 1-е – по направлению отверстий 5, 6, 7, 8. К этому потоку по 2-му направлению примыкает поток по направлению отверстий 28, 21, 22, 23, 8, а далее смешанный поток движется по направлению отверстий 9, 10, 11, 12, 13.

Возможно задавать и другие второстепенные потоки, но приведем лишь смешанный комбинированный нагнетательно - всасывающий способ – седьмой режим проветривания. В этом режиме работают оба вентилятора 27 и 4 (шиберы 18, 17, 26, 30 закрыты, шибера 15, 16, 25, 14 открыты). Воздушный поток в режиме нагнетания движется от нагнетательного вентилятора 27 по направлению отверстий 28, 21, 22, 23, 8. Далее поток движется по направлению отверстий 9, 10, 11, 12, 13.

Для исключения опрокидывания струи в любом из воздушных потоков (депрессия и производительность одного из вентиляторов значительно выше) необходимо уменьшать депрессию и производительность более сильного вентилятора путем частичного закрытия диффузора, открытия некоторых шиберов, создания дополнительных сопротивлений и др.

Восьмой режим – демонстрация тепловой депрессии. В этом случае включают нагревательный элемент 29, и по истечении некоторого времени (зависит от мощности нагревательного устройства) открывают шибера 25, 16, 30, 15, 14 и в отверстиях 28, 21, 22, 23, 8, 7, 6 фиксируют возрастание температуры и начало движения воздушной струи за счет возникновения тепловой депрессии.

Выводы

Таким образом, заявленное и реализованное техническое решение обеспечивает повышение информативности депрессионной съемки в лабораторных условиях путем приближения к реальным условиям исследования воздушного потока в горных выработках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков, К.З. Аэроботика горных предприятий: учебник для вузов / К.З. Ушаков, А.С. Бурчаков, Л.А.Пучков и др. – Москва: Недра, 1987. – 421 с.
2. Рудничная вентиляция: справочник / под ред. К.З. Ушакова. – Москва: Недра, 1988. – 440 с.
3. Ушаков, К.З. Методические указания по составлению раздела «Вентиляция» в дипломных проектах / К.З.Ушаков, О.В. Скопинцева. – Москва.,1999.-57 с.
4. Устав военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности. Утвержден Приказом Минтопэнерго РФ, Гостехнадзора РФ от 27 июня 1997г. № 175/107.
5. Правила безопасности в угольных шахтах. – Москва: НТЦПБ, 2003.
6. ГОСТ 12.3.018-79. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний. Дата введения 1981-01-01.
7. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 1989. – 319 с.
8. Руководство по производству депрессионных и газовых съемок в угольных шахтах. – Донецк: ВНИИГД, 1989.-74 с.
9. Рекомендации по реверсированию вентиляции в условиях противодействия тепловой депрессии пожара. (Утверждено ГВГССМ Минуглепром Украины 27.05.1998г.). – Донецк, НИИГД, 1998. – 16 с.
10. Шибка, Н.В. Методические указания к лабораторной работе «Воздушно-депрессионная съемка шахт». По дисциплине «Аэроботика горных предприятий» / Н.В.Шибка, С.А.Алексеенко. – Днепропетровск, 1992. – 17с.
11. Бедарев, Н.Т. Демонстрационный стенд для производства депрессионной съемки / Н.Т. Бедарев, Г.А. Ситников, В.М. Камалов. – В сб. «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири». Материалы XII Международной научно-практ. конференции 20-21 ноября 2008г. – Кемерово, 2008. – С. 122-124.
12. Бедарев, Н.Т. Производство депрессионной съемки на демонстрационном стенде. Методические указания для лабораторной работы по курсу «Вентиляция шахт» для студентов горных специальностей дневной и заочной форм обучения / Н.Т. Бедарев, Г.А. Ситников, В.М. Камалов. – Прокопьевск, 2009. – 15 с.
13. Бедарев, Н.Т. Расчет депрессии шахты и выбор главного вентилятора. Методические указания к контрольной работе по дисциплинам «Вентиляция шахт» специальности 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» и «Аэроботика горных предприятий» для специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» студентов заочной формы обучения / Н.Т. Бедарев, В.М. Камалов. – Прокопьевск 2012. – 12 с.
14. Мохирев, Н.Н. Эффективные способы вентиляции подземных горнодобывающих предприятий. – Журнал «Горная промышленность», 2004, №5.

15. Шибка, Н.В. Методические рекомендации к лабораторной работе и самостоятельной работе на тему «Воздушно-депрессионная съемка шахт». По дисциплине «Аэрология горных предприятий» / Н.В. Шибка, С.А. Алексеенко. – Днепропетровск, 2013. – 17с.

16. Устройство для проведения воздушно-депрессионной съемки в лабораторных условиях / Бедарев Н.Т., Костюк С.Г., Камалов В.М., Любимов О.В., Семенцов В.В. - Патент на полезную модель RUS 145458 26.05.2014

REFERENCES

1. Ushakov K.Z., Burchakov A.S., Puchkov L.A. Aerologiya gornykh predpriyatiy: uchebnik dlya vuzov [Aerology of mining companies: a textbook for high schools]. Moscow: Nedra, 1987. 421 pp.
2. Rudnichnaya ventilyatsiya: spravochnik [Mining ventilation: a handbook]. Under edition of K.Z. Ushakov. – Moscow: Nedra, 1988. 440 pp.
3. Ushakov K.Z., Skopintseva O.V. Metodicheskie ukazaniya po sostavleniyu razdela «Ventilyatsiya» v diplomnykh proektakh [Guidelines for the preparation of the section «Ventilation» in the diploma projects]. Moscow, 1999.-57 pp.
4. Ustav voenizirovannoy gornospasatel'noy chasti (VGSCh) po organizatsii i vedeniyu gornospasatel'nykh rabot na predpriyatiyakh ugel'noy i slantsyevoy promysh-lennosti. [The Charter of the paramilitary rescue (VGSCH) in organizing and conducting rescue work in the coal and oil shale industry]. Utverzhden Prikazom Mintopenergo RF, Gostekhnadzora RF ot 27 iyunya 1997g. № 175/107.
5. Pravila bezopasnosti v ugel'nykh shakhtakh [Safety rules in coal mines]. – Moscow: NTTsPB, 2003.
6. GOST 12.3.018-79. Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistemy venti-lyatsionnye. Metody aerodinamicheskikh ispytaniy [Safety standards system. Ventilation systems. Methods for aerodynamic testing]. Data of introduction 1981-01-01.
7. Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugel'nykh shakht [Guidelines for the design of ventilation of coal mines]. Makeevka-Donbass: MakNII, 1989. 319 pp.
8. Rukovodstvo po proizvodstvu depressionnykh i gazovykh s"emok v ugel'nykh shakhtakh [Guidelines for the production of gas and depression surveys in coal mines]. Donetsk: VNIIGD, 1989.74 pp.
9. Rekomendatsii po reversirovaniyu ventilyatsii v usloviyakh protivodeystviya teplovoy depressii pozhara [Recommendations for reversing the ventilation in a fire heat counter depression]. (Utverzhdeno GVGSSM Minugleprom Ukrayny 27.05.1998g). Donetsk, NIIGD, 1998. 16 pp.
10. Shibka N.V., Alekseenko S.A. Metodicheskie ukazaniya k laboratornoy rabote «Vozdushno-depressionnaya s"emka shakht» [Methodical instructions to laboratory work «Air depressional survey of mines»]. Po distsipline «Aerologiya gornykh predpriyatiy». Dnepropetrovsk, 1992. 17pp.
11. Bedarev N.T., Sitnikov G.A., Kamalov V.M. Demonstratsionnyy stand dlya proizvodstva depressionnykh s"emok [Demonstration stand for the production of depression survey]. Prirodnye i intellektual'nye resursy Sibiri: Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 20-21 noyabrya 2008 g. [Natural and intellectual resources of Siberia: Proceedings of the XII International scientific-practical conference on November 20-21, 2008]. Kemerovo, 2008. P. 122-124.
12. Bedarev N.T., Sitnikov G.A., Kamalov V.M. Proizvodstvo depressionnykh s"emok na demonstratsionnom stende [Production of depression survey on demonstration stand]. Metodicheskie ukazaniya dlya laboratornoy raboty po kursu «Ventilyatsiya shakht» dlya studentov gornykh spetsial'nostey dnevnoy i zaочnoy form obucheniya. Prokopyevsk, 2009. 15 p.
13. Bedarev, N.T., Kamalov V.M. Raschet depressii shakhty i vybor glavnogo ventilyatora [Calculation and selection of main mine fan depression]. Metodicheskie ukazaniya k kontrol'noy rabote po distsiplinam «Ventilyatsiya shakht» spetsial'nosti 130404 «Podzemnaya razrabotka mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh» i «Aerologiya gornykh predpriyatiy» dlya spetsial'nosti 130405 «Obogashchenie poleznykh iskopaemykh» studentov zaочnoy formy obucheniya. Prokopyevsk, 2012. 12 pp.
14. Mokhirev N.N. Effektivnye sposoby ventilyatsii podzemnykh gornodoby-vayushchikh predpriyatiy [Effective methods of ventilation of underground mining]. – Zhurnal «Gornaya promyshlennost» [Mining Journal], 2004, №5.
15. Shibka N.V., Alekseenko S.A. Metodicheskie rekomendatsii k laboratornoy rabote i samo-stoyatel'noy rabote na temu «Vozdushno-depressionnaya s"emka shakht» [Guidelines for laboratory work and independent work on the theme "Air depressional survey of mines"]. Po distsipline «Aerologiya gornykh predpriyatiy». Dnepropetrovsk, 2013. 17pp.
16. Bedarev N.T., Kostyuk S.G., Kamalov V.M., Lyubimov O.V., Sementsov V.V. Ustroystvo dlya provedeniya vozdushno-depressionnoy s"emki v laboratornykh usloviyakh [Device for air depression survey under laboratory conditions]. Utility model patent RUS 145458 26.05.2014.

Поступило в редакцию 15.03.2016

Received 15 March 2016