

## УПРАВЛЕНИЕ НА ПРАХОВИТЕ ОПАСНОСТИ В ГАЛЕРИЯ ПОД ПРИЕМНИ БУНКЕРИ НА ТЕЦ

**Захари Динчев, Елена Власева, Александър Крилчев, Михаил Михайлов**

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София*

**РЕЗЮМЕ:** Техническите решения за намаляване на праховата опасност, предлагани в тази статия, се базират на измерванията и изводите за източниците на прах, начина на разпространение, количествени параметри на отложен и витаещ прах, техническите и експлозивни характеристики на праха, в [1]. Предлаганият комплекс от взаимно допълващи се мероприятия за управление на праховата опасност включва - намаляване на интензивността на прахоотделяне, улавяне на праха при източника, намаляване на експозицията върху операторите в галерията и безопасно събиране на отложения прах.

### DUST RISK MANAGEMENT IN UNDERGROUND GALLERY UNDER RECEPTION SILO OF THERMAL POWER PLANT.

**Zahari Dinchev, Elena Vlasseva, Alexandar Krilchev, Michael Michaylov**

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia*

**ABSTRACT:** First part of this paper presented dust sources, distribution mechanics, quantitative characteristics for settled and dispersed dust, other characteristics (particle size distribution, exclusivity). Technical measures to combat dust hazard, object to this part of paper, are based on measurements and analysis, presented in [1]. They include complex of mutually complementary solutions which lead toward control of dust hazard – dust intensity decreasing; capture of dust at source of liberation, personnel exposure reduction during operation and rest, safety collection of settled dust.

### Въведение

Подземната галерия под приемни бункери за въглища [1] е сложно за проветряване съоръжение, поради наличието на източници на прах с различни динамика във времето и пространството, променлива интензивност и начин на разпространение на праха. Аспирационна система, която да се справи с осигуряване на здравословна и безопасна работна среда се сблъсква с противоречиви изисквания. От една страна изнасянето на залпово отделени прахови емисии при питателите предполага по-високи скорости на въздушния поток. Те обаче от своя страна вдигат утаения прах и увеличават емисията на прах във въздушната среда. Ефективното намаляване на праховата опасност изисква комплекс от технически решения, съобразени с изследванията на запрашеността и прахоотлагането [1] в галерия под приемни бункери, който включва:

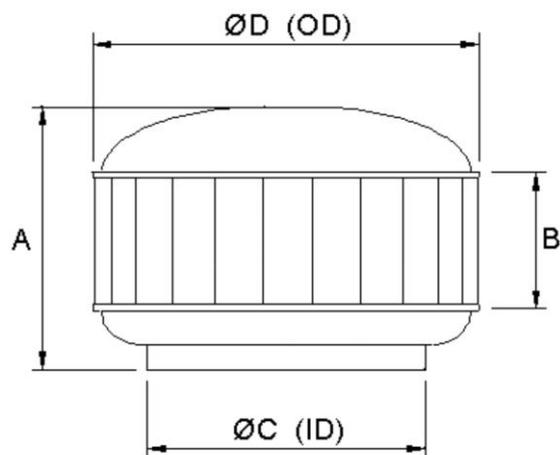
- *Постъпване на чист атмосферен въздух в галерията;*
- *Улавяне на праха в зоната на източниците;*
- *Почистване на отложения прах в галерията и от съоръженията в нея;*
- *Осигуряване на очистен от прах въздух при управление на питателите и отдиш на операторите в галерията.*

### Доставка на чист атмосферен въздух в галерията.

Положението на галерията под приемни бункери определя неблагоприятни условия за нейното естествено проветряване. Проектно предвидената механична смукателна вентилация е била изключена, поради високото ниво на шума, който се експонира както върху персонала по разтоварване на вагони, така и върху операторите на питателите. Вентилаторите на системата са демонтирани, а смукателните им канали се нуждаят от ремонт за ефективно използване.

Отсъствието на механична вентилация в една подземна транспортна галерия по която се доставят въглища в централата поставя въпроса за нейната категоризация – като помещение с повишена прахова опасност или като подземна минна изработка. Независимо от начина на категоризиране обаче, галерията трябва да има осигурени възможности за:

- *аварийна вентилация и вентилационно секциониране, които не позволяват проникване на пожарни газове при пожар към свързаните с нея помещения и*
- *автоматични уредби [2,3] за гасене на пожар на двата транспортъора.*



Фиг. 1

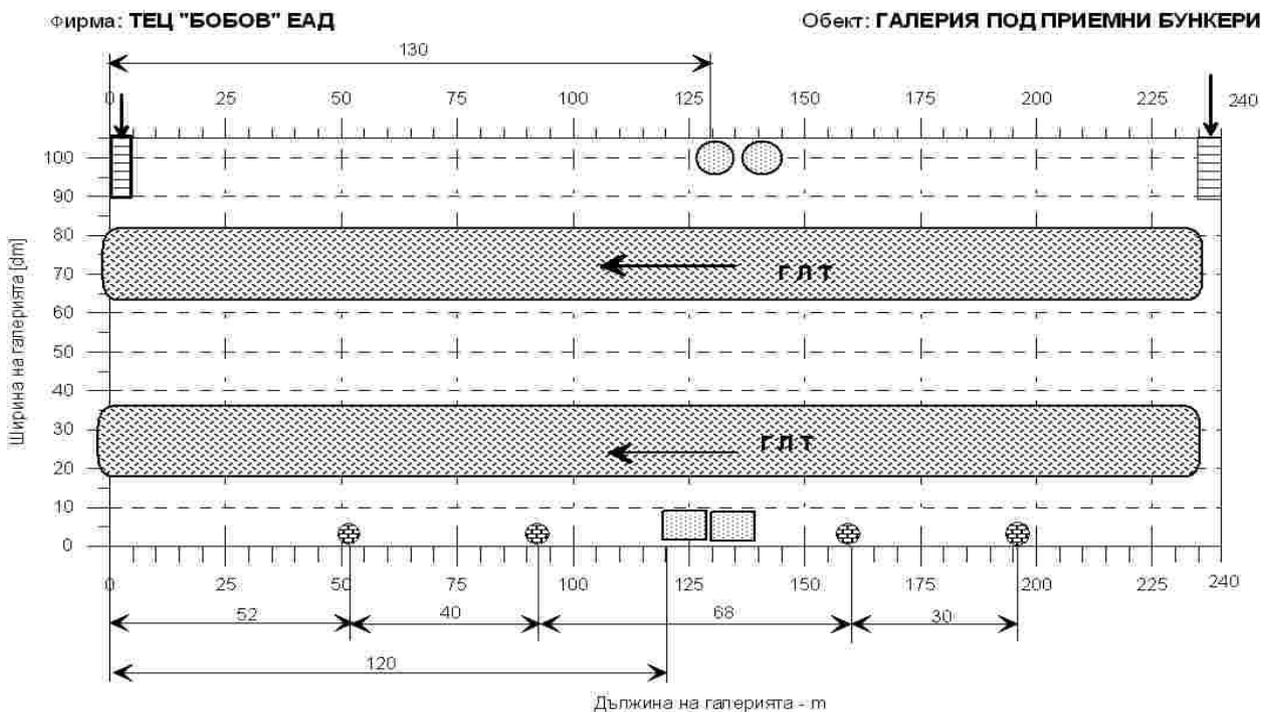
Непрекъсната доставка на чист въздух в галерията може да бъде осигурена с помощта на ветровентилатори (ветрови вентилатори), общият вид на които е показан на фиг.1.

От технологични съображения, с отчитане на положението на съществуващите отвори в тавана на галерията и на склада на въглища (фиг.2) се предвижда монтирането на 8 ветровентилатора, както е показано на фиг.3. Инсталирането на вентилаторите ще се извърши на два етапа. Най-напред ще се монтират четири вентилатора на съществуващите отвори в галерията (фиг.2), а по-късно

при благоприятни атмосферни условия ще се направят допълнителни пробиви за инсталирането на останалите 4 ветровентилатора, както е показано на фиг. 3. Техническите характеристики на вентилаторите са показани в табл.1. Осемте проектни вентилатора ще осигуряват обмен на въздуха в галерията за 49 - 24 min, и кратност на въздухообмена от 1.2 h<sup>-1</sup> до 2.5 h<sup>-1</sup>, при скорост



вентилационни тръби  
2 x  $\Phi 410$  mm

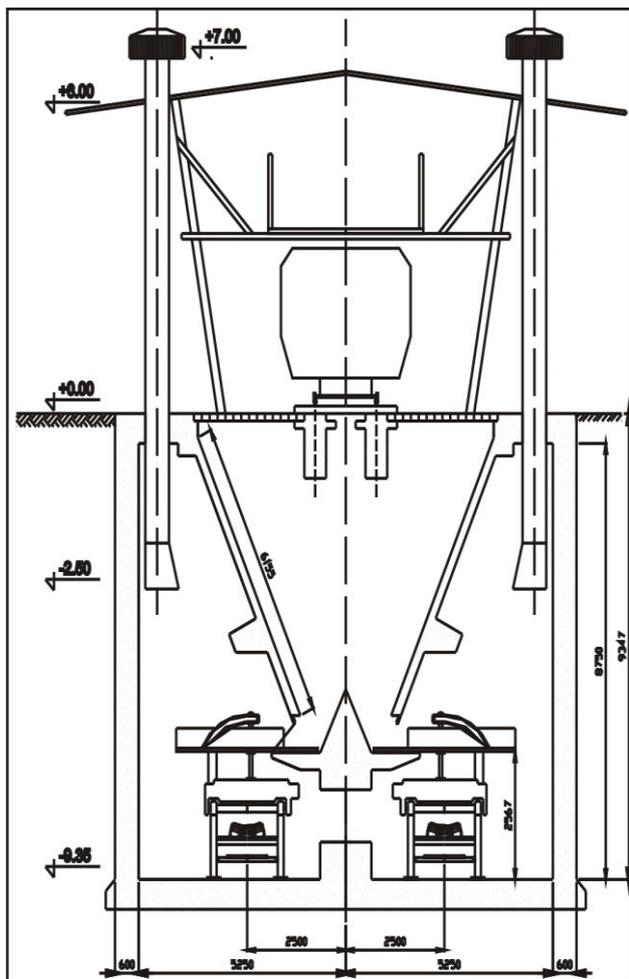


вентилационни отвори  
2 x  $\Phi 810$  mm

Фиг. 2

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА	Дименсия	Стойност		Пояснение
		тип А	тип Б	
Диаметър на смукателя	mm	602	705	ID на фиг. 1
Външен (габаритен) диаметър на турбината	mm	766	876	OD на фиг. 1
Височина на вентилатора	mm	724	796	A на фиг. 1
Тегло	kg	12.8	15.8	на вентилатора
Дебит на вентилатора при скорост $W_a$ на вятъра	6 km/h	$m^3/min$	37.2	$W_{wind} = 1.6 m/s$
	12 km/h	$m^3/min$	66.24	$W_{wind} = 3.3 m/s$
	16 km/h	$m^3/min$	85.2	$W_{wind} = 4.4 m/s$



Фиг. 3

на вятъра от 1.6 m/s до 4.5 m/s и височина на монтирането им над билото на покрива на навеса над бункерите в границите от 0.8 до 1.2 m. Важен момент във форсиране на естественото проветряване на галерията е посоката на движение на постъпващия в нея чист въздух. При предлаганата схема на монтиране на вентилаторите (фиг.2 и фиг.3) въздушните потоци ще се движат от крайните по дължината на галерията отвори към средата ѝ, и по точно към устието на тръбопроводите на вентилаторите (фиг. 3). При тази схема разпространението на праха в галерията вече няма да се определя само от движението на питателите и транспортната лента.

Въздуховодите на ветровентилаторите са спуснати до кота  $-2,5$  m (фиг.3), което осигурява ефективно изсмукване на витаещия прах от запрашения въздух над зоната на разпрашаването. Вентилаторите се монтират на кота  $+7,0$  m на 1 m над билото на покрива. Скоростта на движение

на въздуха в галерията остава достатъчно ниска под границата от 1 m/s, за да не предизвиква допълнително запрашаване, изсмукване и вдигане на отложен прах. При предвидената височина на засмукване само фин витаещ прах с аеродинамичен диаметър под  $15-10 \mu m$  може да попадне в смукателния тръбопровод на вентилатора и да бъде изнесен в атмосферата в незначително от екологични съображения количество.

Ефективността на проветряването с ветровентилаторите се влияе и от наличните отвори в тавана на галерията,



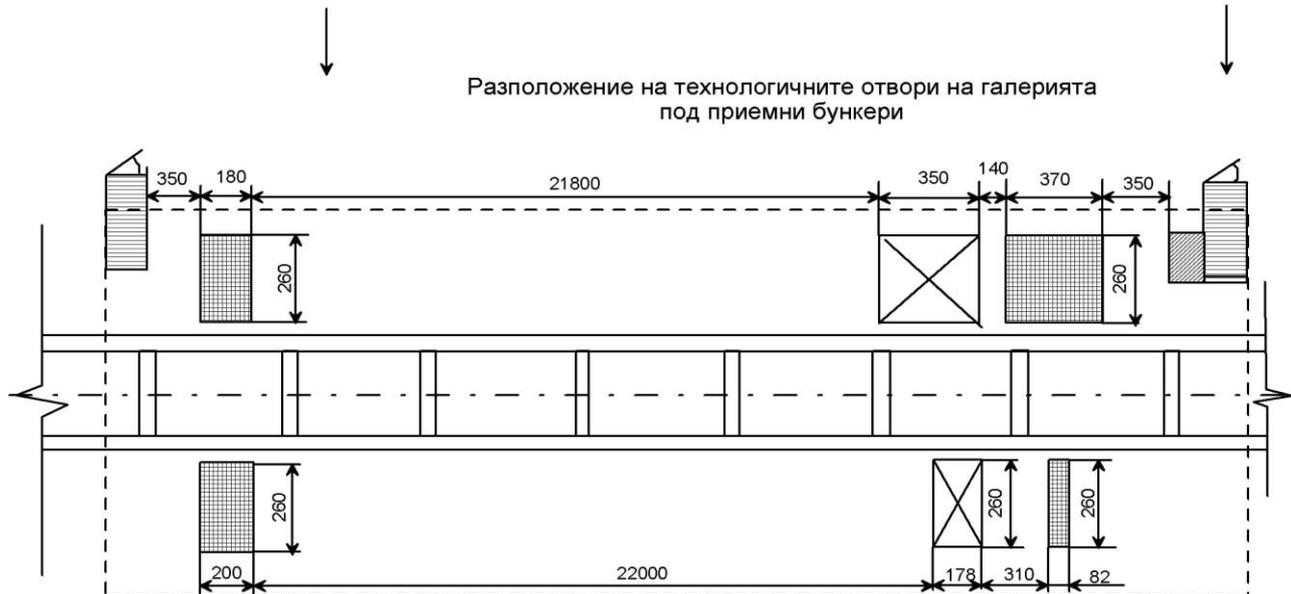
Фиг. 4

представа за които дават снимките на фиг.4. Някои от тях не могат да бъдат затворени от технологични съображения, но за други - това е възможно. На фиг. 5 е показана схема на отворите и са маркирани с кръст тези от тях, които следва да бъдат изолирани.

Отворите, които останат отворени, застриховани на фиг.5, трябва да се осигурят срещу ветрово навяване на прах от

склада за въглища и ръсене на прах през тях от кога терен в галерията.

**Прахоулавяне в зоната на перковите питатели.** При изтичане на въглища от разтоварвания вагон в бункера те ежектират въздух, който се увлича от течението на въглищата. Количеството на ежектирания въздух зависи от непроменяеми конструктивни параметри на приемните



Фиг. 5

бункери и от височината на свободно падане на въглищата, мерена до дънната плоча на бункера.

При удар в дънната плоча на бункера съществена част от ежектирания въздух напуска бункера през дънния захранващ отвор и изнася съществено количество прах в галерията. Този механизъм на издухване на прах може да бъде затормозен по три начина:

□ с намаляване на скоростта с която въглищата срещат дънната плоча. Технически това предполага инсталиране на отклонители на потока, които да намалят скоростта на движението му. Зърнометричния състав на въглищата и наличието на значителни количества глини в минералния им остатък правят такова решение опасно по отношение режима на разтоварване на приемния бункер;

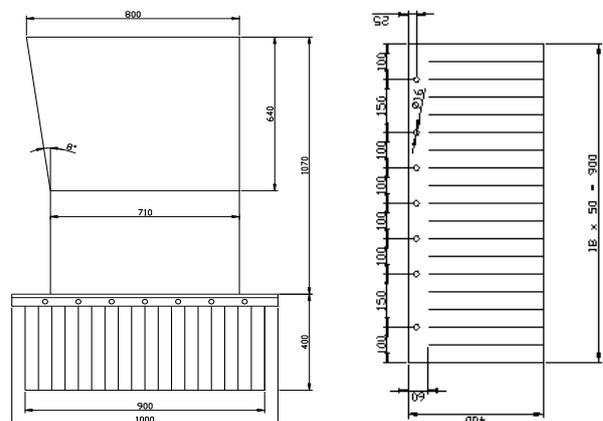
□ с промяна на посоката на движение на запрашения ежектиран въздух, чрез създаване на подналягане над бункерите. Подобно решение се прилага с успех при единично разтоварване на вагони, когато е възможно оформянето на помещение от което се изсмуква запрашения въздух само в момента на разтоварването – дънно или с обрщател. За приемните бункери на ТЕЦ “Бобов дол” такова решение е технологично и мащабно неприложимо;

□ с капсуловане на изхода на бункера и пресипката на транспортна лента. Нашето предложение е най-близко до този подход, който ние считаме за частично приложим към изградените съоръжения и технология за разтоварване на вагоните и претоварване на лентовия транспортьор.

За намаляване на запрашеността при източниците са възможни четири конструктивни решения:

➤ Ограничаване издухването на прах през дънния отвор на приемен бункер, чрез монтиране на еластични гумени клапи, които в нормално затворено положение следват ъгъла на естествения откос на въглищата. Клапите се повдигат от транспортната количка на перковия питател с помощта на неподвижен водач по цялата дължина на количката и се затварят след нейното преминаване.

➤ Подобрено капсуловане на течките на перковия питател. Необходимо е да се монтират еластични ресновидно срязани пердета (фиг.6) в двата края на питателя, които да следват натоварения на нея материал, без да променят формата на купа, като затрудняват издухването на запрашен въздух по посока на движение на лентата при падане на материала върху нейната повърхност.



Фиг. 6



Останалите технически характеристики на прахосмукачката [5], които имат значение за избора и експлоатацията ѝ, са дадени в таблица 2.

Таблица 2

#	Характеристика	Дименсия	Стойност
1.	Работно напрежение	V	230/400
2	Мощност	kW	2,2
3	Максимален вакуум (фиг. 9)	hPa mmH <sub>2</sub> O	314 3 200
4	Максимален дебит на засмуквания прах (фиг.9)	m <sup>3</sup> /min	5,1
5	Площ на филтъра	cm <sup>2</sup>	19 500
6	Капацитет на съда за прах	dm <sup>3</sup>	100
7	Смукателен шланг	mm Ø	70
8	Тегло	kg	115
9	Размери – дължина L - ширина W - височина H	mm mm mm	1 160 680 1 520
10	Ниво на шума	dB	71
11	Степен на влаго- и прахозащита експлозивна защита	IP Ex	55

Една близо два пъти по-лека конструкция с пневматично задвижване (фиг.8б) може да се прилага при наличие на съгъстен въздух. Ежедневно почистване на прахосмукачката, чрез връщане на уловения прах в процеса, може да осигури нормалната ѝ работа, дори и при максимално натоварване. Прахосмукачката може да бъде модифицирана да събира уловения прах в найлонова торба поставена в резервоара за прах. Разтоварването се осъществява, като се освобождава съда за прах от основната носеща конструкция. Цилиндричният съд пада върху собствени колела, както е показано на фиг. 8в.

**Почистване на отложения прах.** Почистването на отложения върху пода, съоръженията, тръбопроводите и стените на галерията прах ще се извършва с промишлена прахосмукачка [5], показана на фиг.8. Следвайки получените данни за отложения прах и прогнозното моделиране в [1], почистването трябва да се извършва всяка смяна - при голямо натоварване на бункерите и до един път в денонощие – при малко натоварване. Безопасността изисква да се приеме режим на почистване два пъти в денонощието – т.е. всяка смяна за установения сменен режим.

**Прахова защита при работа и почивка на операторите.** Праховата защита на операторите на перковите питатели обхваща двата технологични етапа от тяхната ангажираност през 12-часовата работна смяна :

- работа в зоната на питателите – с ползване на прахови маски за дихателна защита с минимален дискомфорт;
- пребиваване в кабината за отдых – с апарат почистващ от прах въздуха в помещението.

**Подходящи противопрахови маски.** Изборът на противопрахова маска за защита на дихателните органи на операторите в подобни условия следва последователността:

- избор на ефективен по вида, размера на замърсителя и големината на замърсяването на въздуха апарат;

- оценка на допълнителните фактори, свързани с режима и микроклиматичните условия на използване на вече подобрите алтернативни апарати

За операторите на питателите в галерията най-значимото допълнително условие е технологично определената голяма продължителност на работа с апарата за дихателна защита през време на работната смяна. За конкретните условия на приложение избрания апарат за дихателна защита трябва да създава в оператора усещане за комфорт при ползване. Такъв експлоатационен комфорт осигуряват противопраховите филтриращи апарати с принудително подаване на въздух под маската на апарата. Режим на движение на оператора изключва възможността за ползване на обичайните шлангови апарати, поради ограничената им област на действие, свързана с положението на източника на въздух под налягане.

Изискването за повишен комфорт и режим на движение на оператора свежда възможностите за избор до апаратите със собствен източник на въздух под налягане по-високо от атмосферното. Два апарата от серията OptimAir на фирмата MSA (Mine Safety Appliances) са подходящи за защита на операторите в галерията на приемни бункери - MM2kPARP(фиг.10) и 6APARP(фиг.11). Апаратите от този вид осигуряват под маската дебит на въздух по-голям от необходимостите на белодробната вентилация. По този начин през евентуалните неплътности на контакта на маската с лицето на оператора изтича в заобикалящата го атмосфера пречистен въздух. При продължителна работа този ефект създава допълнително усещане за комфорт и избягване на изпотяване в зоната на контакта, което обикновено е причина за сваляне на маската. Безспорно най-голям комфорт и при двете конструкции се постига за сметка на вдишване без съпротивление, зависещо от замърсяването на филтъра.



Фиг. 10. OptimAir® MM 2K PAPR

**OptimAir® MM 2K PAPR с HE OptiFilter** е малка, по-лека и по-евтина от стандартните апарати от този вид, благодарение на новия тип NiMH батерия и двойно зареждащо устройство. Ниско профилната NiMH (никелова хибридна батерия) е лека (около 345 g), приляга добре до тялото и е достатъчно малка, за да се побере в джоб.

Батерията осигурява 8 часова непрекъсната употреба на маската. Друго предимство е, че NiMH батерии могат да се дозареждат, без да се разреждат напълно, каквото е изискването на NiCd батерии.. Двойно зареждащото устройство зарежда батерията за по-малко от три часа. Индикатор показва състоянието на батерията: бързо зареждане; напълно заредена, грешка.

Олекотения дизайн на **OptimAir® MM 2K PAPP** [6] е подходящ за използване в опасни производства с вредна работна среда, тъй като водно-устойчивия филтър имо опция за включване на пред-филтър и обвивка. Пълната конфигурация включва: мотор-въздуходувка, NiMH батерия, двойно зареждащо устройство, HE OptiFilter® XL патрон, промазани найлонови ленти за задържане към тила и по желание – предпазен шлем против лъчения. Устройството филтрира замърсения въздух и подава чист въздух директно до предпазния шлем. Тъй като съоръжението няма дихателна тръба, то е по-компактно от другите маски и осигурява по-голяма подвижност на работника и по-лесно почистване

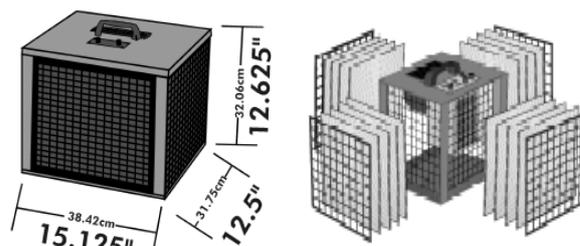


Фиг. 11 .OptimAir 6A PAPP с OptiFilter

OptimAir 6A въздухоочистващ дихателен апарат с мотор (PAPP) може да се използва с комбинация от филтри за прахови частици с различен състав, токсични газове, пари. Изисква два еднакви филтъра. Въздуходувката на апарата има високо ефективен 4.6 волтов мотор с продължително действие. Филтрите на апарат се сменят когато въздушния дебит стане по-малък от 115 dm<sup>3</sup>/min при плътно прилепваща маска или когато оператора усети вкуса на замърсителите.

**Пречистване на въздуха в кабината на операторите.** Въздухът в кабината (с обем 24 m<sup>3</sup>) на операторите ще се пречиства до хигиенните норми чрез показаното на фиг.12. въздухоочистващ апарат. Замърсеният въздух преминава през страничните 4 стени на въздухоочистващия апарат. На тях са монтирани филтърни конфигурации, които се сменят лесно и бързо Най-същественото предимство на апарата е, че той работи

независимо от другите вентилационни системи, за проветряване и аспирация в галерията.



Фигура 12

Филтрите могат да очистят от частици с размер до 1 микрон, да отстраняват неприятни миризми и други вредности. Апарата има възможност да се конфигурира с антибактериална лампа, чрез която се унищожават вируси и бактерии. Параметрите на устройството са показани в таблица 3.

Таблица 3

Характеристика	Дименсия	Стойност
Максимален дебит на пречиствания въздух	m <sup>3</sup> /min	5,7
Регулиране на дебита	безстепенно	
Мощност при максимален дебит	W	180
Работно напрежение - мотор	V	220
Размери – дължина L	mm	384
- ширина W	mm	317
- височина H	mm	320
Тегло	kg	12,25

Ефективността на защита на филтрите на предлаганите в тази част решения се движи от 95% до 99%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Галериите под приемни бункери на ТЕЦ представляват подземни съоръжения с всички опасности на транспортна минна изработка с лентов извоз и те трябва да бъдат нормативно третирани като такива по отношение на пожарната, взривна и хигиенни опасности.

Едно тотално решение на минимизиране на двете прахови опасности в галериите под приемни бункери на ТЕЦ все още не е намерено. Това изисква конкретни изследвания за характеризирани на източниците на прах във всеки отделен обект. Характеристиките на витаещия и отложения прах зависят от въглищата, които постъпват в централите, което определя изменчивост на тези характеристики, както при постъпването им от различни басейни, така и при смяна на доставчика. Тази изменчивост предполага по-регулярни изследвания на определящите опасностите характеристики на праха. На основата на тези изследвания трябва да се определят и зоните по експлозивна прахова опасност [4] за да се изясни изпълнението на електрическите машини и апарати е адекватно на риска от прахови експлозии.

Липсата на универсално решение налага прилагането на комплекс от технически решения за управление на праховите опасности. Този комплекс може да бъде ефективно избран на основата на достатъчно изследвания за характеризирани на източниците и на праха за конкретния обект. Съществуват няколко

конструктивни решения, които могат да намалят прахоотделянето в галериите под приемни бункери.

Проветряването и аспирацията в галерията могат да ползват богатия минен опит в борбата с праха при подземния добив на въглища, както при проектирането на нови, така и в реконструкцията на съществуващите обекти от този вид.

Когато в една подземна изработка, каквато е галерията под приемни бункери, се търси постигане на граничните съдържания на прах само за двама оператори в работна смяна, съвременните високо ефективни лични предпазни средства могат да бъдат достатъчно добро решение, което е икономически поносимо за незабавно приложение.

Съществуващата практика за измиване на праха в галериите не е ефективна, особено през студения период. Почистването с експлозивно безопасни прахосмукачки с достатъчен капацитет ще се наложи в ТЕЦ, когато риска от прахови експлозии в галериите бъде оценен, осъзнат и управляван.

Пожарната опасност на лентовите транспортъри в подземните галерии под приемни бункери на ТЕЦ не е оценена и не са предприети адекватни мерки за управление на риска. Огромния поток въглища, който преминава през галерията предполага, при организирана вентилация, подходяща пожарна сигнализация, включително и за откриване на огнища на самозапалване във въглищния поток. Най-подходящи за тази цел, както и за ранно откриване на запалване на лентовите платна са локални сигнализатори на въглероден оксид. Защитата от

запалвания на лентовите платна може да се осигури с автоматични инсталации за пожарогасене с разпръснати водни струи на двигателната и обръщателната станция на всеки транспортъор или с дренчерни системи по трасето на транспортъорите.

## Литература

- [1] Крилчев А., З.Динчев, Е.Власева, М.Михайлов. Оценка на праховите опасности в галия под приемни бункери на ТЕЦ. Годишник на МГУ, т. 50, 2007. Св.ІІ: Добив и преработка на минерални суровини.
- [2] М.Михайлов. Автоматична пожарогасителна система УПА-1м. Минно дело 4,1985, стр.24-27.
- [3] М.Михайлов. Изпитвания на автоматична пожарогасителна система УПА-1м. Минно дело 5,1985, стр.25-28.
- [4] EN - 61241. Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 10 Classification of areas where combustible dust are or may be present.
- [5] CFM Industrial Vacuums UK - part of the Nilfisk-Advance group. [www.cfm-ivac.co.uk/sez\\_aspiratori\\_lista.html](http://www.cfm-ivac.co.uk/sez_aspiratori_lista.html)
- [6] MSA OptimAir 6A Instruction Manual – 490883.

Препоръчана за публикуване от катедра  
„Руднична вентилация и техническа безопасност”, МТФ