

ИНЖ. ЛЕОНАРДО СТОЯНОВ



ДИХАТЕЛНА  
ЗАЩИТА

2011 г.

## СЪЩНОСТ НА ДИХАТЕЛНАТА ЗАЩИТА

Опасните вещества (пари, газове, прахове, микроорганизми, радиоактивни частици и др.) отделящи се при инциденти, ликвидирането на които изисква осъществяване на пожарогасителни и спасителни дейности, могат да причинят значително увреждане на човешкото здраве или да доведат до смърт, ако не са взети адекватни мерки за ограничаване на възможността за попадането им в дихателните органи на работещите в контаминирания или задимен периметър.

В допълнение на вредното въздействие при вдишване, при попадане върху незащитени участъци на кожата или при поглъщане, опасните вещества също могат да окажат негативно въздействие като доведат до локални поражения и алергични реакции засягащи целия човешки организъм.

Колективните средства за защита, които предпазват всички пребиваващи на определеното работно място, са неприложими в условията на пожарогасителните и спасителни действия. При тези условия на помощ на пожарните и спасителни служби идват индивидуалните средства за защита, основна част от които са средствата за защита на дихателните органи (СЗДО).

Средствата за защита на дихателните органи са проектирани да бъдат носени в атмосфера, непосредствено опасна за живота и здравето<sup>1</sup> на пребиваващите. Тяхната

---

<sup>1</sup> - Атмосфера, в която концентрациите на опасните вещества, включително токсините при вдишване, или наличното ниво на концентрация на кислорода (O<sub>2</sub>) поражда едно или повече от следните състояния: непосредствена заплата за живота; може да причини с известно закъснение заплата за живота; може непосредствено да причини остри последици за здравето; може да попречи на носещия средството за защита на дихателните органи, в случай че то се повреди, да се евакуира без чужда помощ (дефиницията е съгласно EN 529:2005 "Respiratory protective devices. Recommendations for selection, use, care and maintenance. Guidance document").

основна задача е да осигурят надеждна защита на използващите СЗДО, достатъчно количество годеи за дишане въздух за определено време, а при използване на специални защитни облекла - и защита на цялото тяло от попадане на опасни вещества.

Тези средства трябва да бъдат използвани само след оценка на риска и правилна преценка за приложимост в конкретните условия на задимяване или контаминация. При погрешен избор или при неправилна употреба на СЗДО могат да настъпят фатални и сериозни злополуки. До същите последствия може да се стигне и когато СЗДО не са поддържани в изправно техническо състояние или персоналът, който ги използва, не притежава необходимата квалификация и подготовка.

Първата мярка за свеждане до минимум на неблагоприятното въздействие на опасните вещества е прилагането на подходящи и адекватни на обстановката защитни мерки във възможно най-ранния етап от пристигане на местопроизшествието. Ролята на ръководител на оперативните действия (РОД), която може да се наложи да бъде изпълнявана от ръководители с по-висок ранг и със сравнително малко практически опит, изисква от ръководителите и на най-малките тактически единици (групи, екипи, дежурни смени) познания не само в областта на пожарогасенето и спасяването, но и за правилното организиране и осъществяване на дихателната защита.



Никога не подценявайте рисковете при работа в атмосферна среда, непосредствено опасна за живота и здравето на хората! По-добре да разпоредите прилагането на мерки с по-горно ниво на сигурност, отколкото да рискувате ненужно живота и здравето на пребиваващите в зоната на оперативна намеса!

## ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИХАТЕЛНАТА ЗАЩИТА

Основната цел на дихателната защита е да постигне високо ниво на готовност на силите и средствата на пожарните и спасителни служби за ефективни действия при гасене на пожари и спасителни операции в атмосфера, непосредствено опасна за живота и здравето.

Основните задачи на дихателната защита могат да се разделят на превантивни и оперативни задачи само условно, тъй като се намират във взаимна връзка.

Превантивните задачи на дихателната защита са насочени към формиране на необходимата правно-организационна среда, изграждане, поддържане и усъвършенстване на техническа базисна инфраструктура и развитие на достатъчен административен капацитет за изпълнение на основните функции и задачи, възложени на пожарните и спасителни служби от Закона за МВР и подзаконовите нормативни актове в областта на пожарната безопасност и защитата на населението. Това изисква изпълнението на следните процедури (фиг.1):

- разработване на вътрешноевропейски правила по дихателна защита, на програма за дихателна защита<sup>2</sup> и на процедури за одит и оптимизация на програмата;

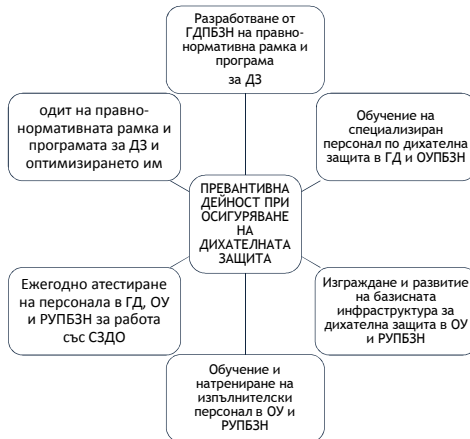
- набор, подбор и обучение на персонал, пряко ангажиран с дейностите по организация и осъществяване на дихателна защита: технически надзор, ръководители на центровете за дихателна защита и техници по дихателна защита със съответните им компетентности<sup>3</sup>;

---

2 - Работодателите имат юридическата отговорност за правилният избор, поддържане и снабдяване със СЗДО и управлението на тяхната правилна употреба. Те трябва да определят и документират подходяща политика относно целите и съдържанието на програма за СЗДО (съгласно EN 529:2005). Отговорностите на работодателя са подробно разписани в Директива 89/656/ЕЕС.

3 - Лицата, които упражняват надзор и тези, които пряко са ангажирани с поддръжката на СЗДО трябва да преминават периодично опреснително обучение, което трябва да се извършва не по-рядко от един път в годината, с изключение на

- изграждане на центрове по дихателна защита, оборудването им с необходимата материална база за експлоатация на средствата за дихателна защита (в т.ч. оборудване и сертифициране на изпитвателни центрове) и за съхранение на оперативния резерв от СЗДО;
- избор на места за дислокация, устройване и оборудване с необходимата материална база на пълначни пунктове, сертифицирането им съгласно правно-нормативната уредба;
- водене на пълноценен учебен процес и натрениране на персонала от специално обучени лица, притежаващи необходимата компетентност (обучители);
- ежегодно атестиране на персонала, преглед и оптимизиране на учебните програми и програмата за дихателна защита (при необходимост).



фиг.1 Процедури на превантивната дейност при организиране и осъществяване на дихателната защита в ГДПБЗН и структурните ѝ звена

случаите, когато при индивидуалното атестиране не се установи необходимост от по-кратък срок (съгласно EN 529:2005).

Оперативните задачи на дихателната защита (фиг.2) са насочени към успешното гасене на пожари, провеждане на спасителни операции и осигуряването на безопасността на труда на работещите в атмосфера, непосредствено опасна за живота и здравето. Успешното решаване на оперативните задачи изисква изпълнението на определен набор от последователни процедури:

- безопасно разполагане на силите и средствата в района на произшествието;
- идентификация на опасностите в наблюдавания периметър;
- анализ и оценка на риска;
- избор на адекватни на оперативната обстановка СЗДО;
- организация на дихателната защита на терен (на мястото на произшествието), назначаване на длъжностни лица и групиране (ешалониране) на силите и средствата;
- организация на пропускателен режим (работа със СЗДО само на квалифициран и правоспособен персонал);
- създаване на условия за безопасен труд в района на произшествието: правилно използване на СЗДО, спазване на здравословните и безопасните условия на труд (ЗБУТ) по време на работа, контрол и документиране на употребата на СЗДО;
- организация на долекарска помощ на пострадали граждани, пожарникари и спасители и транспортиране до болнични заведения;
- логистично осигуряване на дихателната защита;
- деконтаминация на техниката и персонала;
- възстановяване на оперативната готовност.

Нивото на дихателна защита, което на практика се очаква да бъде постигнато след изпълнение на превантивните и оперативни задачи на дихателната защита,

трябва да съответства на АРР - минималния защитен фактор по предназначение<sup>4</sup>.

За гарантиране безопасността на потребителите, средствата за дихателна защита е необходимо да съответстват на изискванията на Директива 89/686/ЕЕС за личните предпазни средства и на изискванията на конкретните европейски стандарти за отделните продукти. СЗДО трябва да са изпитани, сертифицирани от нотифициращ орган и маркирани с СЕ-маркировка за съответствие с Директива 89/686/ЕЕС (от типа СЕ ХХХХ, където ХХХХ е идентификационен номер на нотифициращия орган).

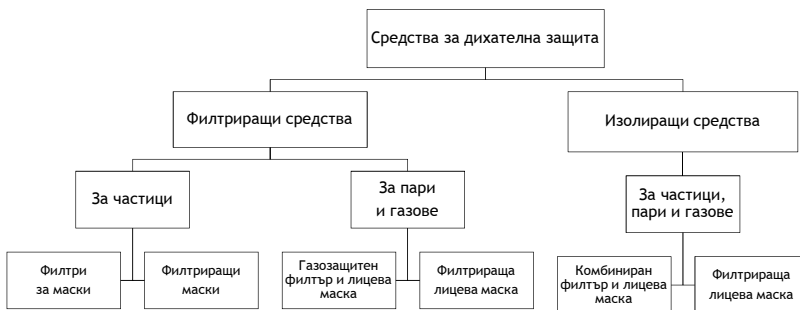


фиг.2 Процедури на оперативната дейност при организиране и осъществяване на дихателната защита при ликвидиране на произшествия

4 - АРР (Assigned Protection Factor) - очакванията са, че при поне 95% от персонала да е достигнато необходимото ниво на обучение и практически умения по дихателна защита (съгласно EN 529:2005);

## КЛАСИФИКАЦИЯ НА СРЕДСТВАТА ЗА ДИХАТЕЛНА ЗАЩИТА

Средствата, които осигуряват защита на дихателните органи в атмосфера непосредствено опасна за живота и здравето, се подразделят<sup>5</sup> на два основни вида (фиг.3): **филтриращи средства** (за почистване на въздуха) - осигуряващи защита на дихателните органи чрез филтър, който задържа замърсителите от преминаващия през филтъра въздух и **изолиращи средства** - за снабдяване с въздух или кислород от незамърсен източник.



фиг.3 Класификация на средствата за дихателна защита

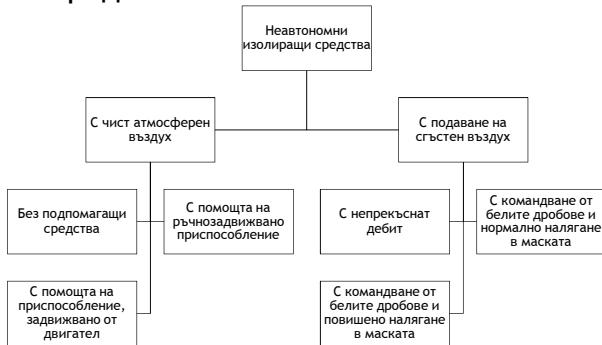
Изолиращите средства осигуряват комбинирана защита на дихателните органи и от своя страна се подразделят на **неавтономни изолиращи средства** (фиг.4) и **автономни изолиращи средства** (фиг.5).

Пожарните и спасителни служби най-често използват автономни изолиращи ВДА, с отворена система (при тях издишаният въздух постъпва в околната среда), със сгъстен въздух и автоматика, командвана от белите дробове, с нормално или с положително налягане в

5 - Всички класификации в този раздел са в съответствие с EN 133 „Respiratory protective devices. Classification“.



лицевата маска (фиг.6). За произшествия, които изискват по-продължителна оперативна намеса или при такива, възникнали в сложни подземни комуникации (тунели, метрополитен, трюмове на кораби и др.), службите за извънредни ситуации използват и автономни изолиращи средства със затворена система, като най-често те са със съгъстен кислород.



фиг.4 Класификация на неавтономните изолиращи средства



фиг.5 Класификация на автономните изолиращи средства



фиг.6 Видове автономни изолиращи въздушни дихателни апарати с отворена система

## ТИПОВЕ И СЪСТАВНИ ЧАСТИ НА СРЕДСТВАТА ЗА ЗАЩИТА НА ДИХАТЕЛНИТЕ ОРГАНИ

### ЛИЦЕВИ МАСКИ

Лицевите маски (по-популярни у нас под наименованието „лицеви части“) насочват незамърсения въздух или газ годен за дишане, към областта на дихателните органи (носа и устата) на потребителя. В зависимост от степента на прилягане към лицето, респ. към дихателните органи, лицевите маски се разделят на лицеви маски с херметично прилягане към лицето (филтриращи лицеви маски, четвърт маски, полумаски, целолицеви маски) и лицеви маски с нехерметично (хлабаво) прилягане към лицето (качулки, шлемове и др.).

При херметичните маски (фиг.5) е особено важно доброто прилягане на уплътнителния контур на маската към лицето на потребителя, като от това в голяма степен зависи дали маската ще изпълни предназначението си или ще бъде реализирана нехерметичност с посока отвън-навътре. При тези маски характеристиката на лицето на потребителя (като белези от рани, необръсната брада, силна несиметричност на лицето и др.) може значително да влоши наличната възможност за защита. Това е особено важно при целолицевите маски, които са предназначени изцяло за професионална употреба, т.е. предполага се, че

ще се използват в условия с най-голям риск. В този контекст, „небръсната брада“ означава брада, която не е била обръсната поне 8 часа преди началото на работната смяна<sup>6</sup>. Тези маски няма да осигурят очакваната степен на защита и когато не са нагласени правилно или пристегнати с необходимия натиск към лицето.



фиг.7 Примери за херметични маски

1) - филтърна четвърт маска; 2) - филтърна полумаска със сменяем филтър; 3)- целолицева маска с филтър

Под наименованието „четвърт маска“ се разбира лицева маска, която покрива и обхваща само носа и устата и се закрепва към главата с ластични или регулируеми ленти. Тези маски е необходимо да съответстват на изискванията на EN 140<sup>7</sup>.

При „полумаската“ е обхваната и брадата на потребителя, като единствената незащитена част от лицето са очите. Когато полумаската няма клапани за вдишване, тя е необходимо да съответства на изискванията на EN 1827<sup>8</sup>. При наличие на такива клапани, изискванията към полумаската се предявяват от EN 140.

Целолицевите маски обхващат цялото лице на потребителя. Те се закрепват към главата и пристягат към лицето с регулируеми ленти. Тези маски могат да се използват както с филтри, така и с въздушни дихателни апарати. Целолицевите маски имат втора, вътрешна маска, снабдена с клапани за издишване, чиято задача е да се

6 - съгласно EN 529:2005

7 - EN 140 “Respiratory protective devices. Half masks and quarter masks. Requirements, testing, marking“;

8 - EN 1827 “Respiratory protective devices. Half masks without inhalation valves and with separable filters to protect against gases or vapours and particles or particles only. Requirements, testing, marking“;

намали до минимум възможността от вдишване на вече издишан и богат на въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>) въздух, както и да се осигури обдухване на визъора на маската срещу изпотяване. Целолицевите маски са снабдени с разговорни мембрани, а при някои модели е налично и устройство за носене на очила. Изискванията към целолицевите маски са определени в EN 136<sup>9</sup>.

При лицевите части с хлабаво прилягане към лицето се разчита на достатъчното количество подаван въздух, който да предпази потребителя от проникване на замърсявания под маската. Те се използват само при филтриращите средства с подпомагане или като приставка към някои модели въздушни дихателни апарати.

## ФИЛТРИ

В зависимост от вида на вредностите, които филтрите са способни да усвоят, те се разделят на газови филтри, филтри за частици и комбинирани филтри. Те трябва да съответстват на Европейските стандарти за съответните видове филтри: за газови и комбинирани филтри<sup>10</sup>; за филтри за частици<sup>11</sup>, за филтри на газови АХ маски<sup>12</sup> и за филтри за еднократна употреба<sup>13</sup>.

Газовите филтри имат абсорбиращи способности за органични и неорганични газове и пари на течности, като в зависимост на по-тясната им „специализация“, се подразделят на:

---

9 - EN 136 "Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking".

10 - EN 141 „Respiratory protective devices. Gas filters and combined filters. Requirements, testing, marking“ или EN 14387 "Respiratory protective devices. Gas filter(s) and combined filter(s). Requirements, testing, marking";

11 - EN 143 "Respiratory protective devices. Particle filters. Requirements, testing, marking";

12 - EN 371 "Specification for AX gas filters and combined filters against low boiling organic compounds used in respiratory protection equipment";

13 - EN 149 "Respiratory protective devices. Filtering half masks to protect against particles. Requirements, testing, marking".

- Филтри тип „А“. Основно предназначение: за работа в атмосферна среда с наличие на слаби изпарения на органични газове. Цвят - кафяв;
- Филтри тип „В“. Основно предназначение: за работа в атмосферна среда с наличие на неорганични пари и газове, като хлор (Cl), сероводород (H<sub>2</sub>S) и циановодород (HCN). Цвят - сив;
- Филтри тип „Е“. Основно предназначение: за работа в атмосферна среда с наличие на серен двуокис (SO<sub>2</sub>) и хлороводород (HCl). Цвят - жълт;
- Филтри тип „D“. Основно предназначение: за работа в атмосферна среда с наличие на амоняк (NH<sub>3</sub>). Цвят - зелен.

В зависимост от количествата на вредностите, които газовите филтри са способни да усвоят, те се подразделят на:

- Филтри клас 1. Филтри с малка абсорбираща способност - до 0,1 об.% или 1 000 ml/m<sup>3</sup> (ppm<sup>14</sup>);
- Филтри клас 2. Филтри със средна абсорбираща способност - до 0,5 об.% или 5 000 ml/m<sup>3</sup> (ppm);
- Филтри клас 3. Филтри с висока абсорбираща способност - до 1 об.% или 10 000 ml/m<sup>3</sup> (ppm).

Вредните за човешкото здраве частици най-общо се класифицират на три типа:

- **Прахове**, появили се в резултат на разграждане на твърди материали на малки частици, които витаят във въздуха и се натрупват в помеженията и оборудването им в резултат на гравитацията. Обикновено тази прах

---

14 - parts-per-million (ppm) - частици за 1 милион. Превръщането от ml/m<sup>3</sup> в ppm се извършва по формулата: ppm = (mg/m<sup>3</sup> x 24.45)/MW, където MW=Molecular Weight - молекулно тегло (моларна маса) на газ или пара. Това превръщане се отнася за следните условия: t<sub>оc</sub>=25°C и 760 mm Hg†.

съпровожда производствените процеси „смилане“ и „рязане“.

- **Капчици мъгла**, получени при кондензация на пари или атомизиране на течности. В капките могат да се съдържат разтворени вещества или суспензирани частици. Обикновено такива мъгли могат да бъдат генерирани при процесите „пръскане“ или „смесване“.

- **Изпарения** от суспензирани във въздуха частици, които са причинени от нагриване на твърди вещества до такава степен, че те се изпаряват и след това кондензират на малки частици в околния въздух. Тези изпарения са термично генерирани от производствени процеси, като „заваряване“ и „леене на разтопен метал“.

Филтрите за частици<sup>15</sup> се разделят на три класа, в зависимост от вида на абсорбираните вредности, включени в списъците „MAC“<sup>16</sup> на ЕС:

- **Филтър за частици „P-1“**. За инертни вещества (в т.ч. SiO<sub>2</sub>). При стойности на вредностите надвишаващи до 4 пъти максимално допустимата концентрация на работното място (МДК);

- **Филтър за частици „P-2“**. За вредни и токсични частици, включително азбест. При стойности на вредностите надвишаващи до 10 пъти МДК;

- **Филтър за частици „P-3“**. За силно токсични частици, радиоактивни субстанции, канцерогенни частици (в т.ч. спори), бактерии, вируси и протеолитични ензими. При стойности на вредностите надвишаващи до 30 пъти МДК. Филтрите „P-3“ задължително се използват само с целолицеви маски<sup>17</sup>!

15 - Както са описани и класифицирани в „Respiration Protection Code of Practice“, edition 10.1981;

16 - MAC (maximum concentration of toxic substances) - Максимално допустима концентрация на работното място [mg / m<sup>3</sup>] за вдишани частици за 8 часа на ден и за една седмица (5 работни дни);

17 - Целолицеви маски Клас 2, както са описани в EN 136 “Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking”.



Никога не използвайте филтърни полумаски като лично предпазно средство при пожарогасителни операции! Съдържанието на кислород в средата където ще работите с филтърна маска или целолицева маска с филтър не трябва да е по-малко от 17 об.%!

За улеснение на потребителите е въведена цветова и буквена кодофикация на филтрите, показана в табл.1.

**Комбинираните филтри** осигуряват защита както срещу пари и газове, така и срещу частици, съчетавайки функциите на описаните до тук филтри. Те се използват, когато и двете опасности са налице едновременно. Комбинираните филтри са лесно достъпни в търговската мрежа и най-използвани от тях са A2P3, B2P3, A2B2P3, E2P3, HgP3, AXP3 и др.

Размерът на резбата на комбинираните филтри е универсален и стандартен<sup>18</sup> - Rd 40x1/7 и те могат да се използват с всички видове целолицеви маски, съответстващи на EN 136 клас 2, които са оборудвани с аналогичен куплунг.

В германските и австрийски пожарни служби, като лично предпазно средство за пожарникари, на които не се налага да работят непосредствено в задимената среда, се използват комбинирани филтри **A2B2E2K2P3**, поставени на целолицеви маски, съответстващи на EN 136 клас 2. По този начин се осигурява дихателната защита на водачите на автомобили и пожарникарите, работещи с шланговите линии до разклонителя. Евтино и ефикасно.

---

18 - Съответстващо на EN 148-1:1999 "Respiratory protective devices: threads for facepieces. Standard thread connection".

Таблица 1

Цветен код	Буквен код	Стандарт	Основно предназначение на филтъра
	A	EN 141 или EN 14387	Пари на органични вещества и разтворители с точка на кипене над 65 °C
	AX	EN 371	Пари на органични вещества и разтворители с точка на кипене под 65 °C
	B	EN 141 или EN 14387	Киселинни газове
	E	EN 141 или EN 14387	Серен двуокис
	K	EN 141 или EN 14387	Амоняк
	CO	DIN 3181 <sup>19</sup>	Въглероден монооксид (CO)
	HG	EN 141 или EN 14387	Живачни пари (Hg)
	NO	EN 141 или EN 14387	Азотен окис
	REACTOR FILTER	DIN 3181	Радиоактивни йони
	P	EN 141 или EN 14387	Прахови частици



фиг.8 Филтър за частици P-3 и комбиниран филтър A2B2E2K2P3

Филтрите трябва да се съхраняват в защитени от слънчева светлина и влага проветриви помещения с нормална температура. Сроковете за съхранение в заводските им опаковки са различните за отделните типове филтри и са не по-дълги от:

- 5 години за филтри от тип „А“;
- 4 години за филтри от тип „В“ и „СО“;
- 3 години за филтри от тип „Е“ и тип „К“.

---

19 - DIN 3181 “Respiratory protective devices; CO and reactor filters; classification, marking”;



При всички случаи, валидният срок на съхранение е този, който е определен от производителя и е маркиран върху опаковката на филтъра и неговият корпус.

При маските за еднократна употреба (FFP<sup>20</sup>) в съответствие с EN 149<sup>21</sup> съществува класификация, определена при въздушен поток 95 l/min: **FFP1** - пречистващи най-малко 80% от съдържащите се частици; **FFP2** - пречистващи най-малко 94 % от съдържащите се частици и **FFP3** - пречистващи най-малко 99 % от съдържащите се частици.

## ИЗОЛИРАЩИ СРЕДСТВА ЗА ДИХАТЕЛНА ЗАЩИТА. УСТРОЙСТВО НА ВЪЗДУШЕН ДИХАТЕЛЕН АПАРАТ. ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ.

Автономните изолиращи въздушни дихателни апарати с отворена система<sup>22</sup> (в техническата литература тези апарати са по-известни със съкращението „**SCBA**“ - от английски **Self Contained Breathing Apparatus**) позволяват на служителите, които ги използват, да бъдат независими за определено време от околната атмосфера и от отделяните вредности на мястото на провеждане на оперативните действия. За по-краткото им записване в текста, ще използваме придобитото от практиката в България съкращение „**ВДА**“.

---

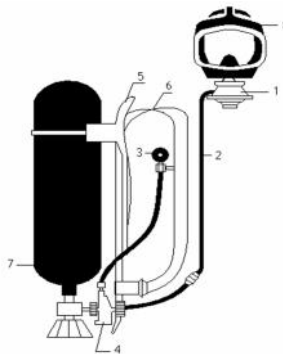
20 - FFP - Filtering Face Piece = дихателна маска за еднократна употреба, която не изисква поддръжка и се сменя не по-късно от края на един работен ден.

21 - EN 149 “Respiratory protective devices. Filtering half masks to protect against particles. Requirements, testing, marking”.

22 - Съответстващи на EN 137:2006 “Respiratory protective devices. Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask. Requirements, testing, marking”.

При тези ВДА вдишваният въздух се черпи от резервиран сгъстен въздух, който се съхранява в бутилка (бутилки), като количеството на сгъстения въздух и потреблението му определят времето на престой в опасната среда. ВДА се използват както при оперативна намеса криеща сериозен риск (напр. спасяване на хора или пожарогасителни дейности), така и в планирани операции (напр. ремонтни или контролни дейности в индустрията). Разликата между тези две приложения на ВДА е описана в EN 137:2006, като нормата разделя ВДА на два типа: тип 1 - за индустриални цели и тип 2 - за пожарните служби.

Принципната конструкция е еднаква при всички ВДА и е показана на фиг.9:



фиг.9 Принципно устройство на въздушен дихателен апарат с отворена система

1. Белодробен автомат, командван от белия дроб;
2. Делим шланг на средното налягане;
3. Манометър с шланг за високо налягане;
4. Редуцирвентил със сигнализатор и пружинен предпазен клапан;
5. Носеща рама (самар);
6. Ремъци на самара;
7. Бутилка със сгъстен въздух за дишане;

## 8. Целолицева маска.

При ВДА сгъстеният въздух се намира в една бутилка (7) (или в две - при необходимост от по-голям запас от сгъстен въздух), прикрепена към носещата рама (5), посредством която потребителят носи ВДА на гръба си. С помощта на редуцирвентил (4) високото налягане на въздуха (200-300 bar) се понижава до средно налягане (5-11bar) и въздухът постъпва в шланга на средното налягане (2). Шлангът на средното налягане захранва с въздух белодробния автомат (1), който се управлява от дишането на потребителя. В белодробният автомат, средното налягане се редуцира до нормалното за дишане налягане и въздухът постъпва към целолицевата маска (8), в количества, в зависимост от потреблението на ползващия ВДА. За контрол на налягането на въздуха в бутилката, ВДА е снабден с манометър, който е изведен от високото налягане на редуцирвентила. От високото налягане на редуцирвентила е захранено и сигналното устройство (въздушната свирка), което се задейства при остатъчно налягане на сгъстения въздух в бутилката от  $55 \pm 5$  bar.

Носещата рама (самарът) е изработена от висококачествени температуроустойчиви материали и е с анатомичен дизайн, позволяващ удобно прилягане на ВДА към тялото (гръба). На носещата рама са прикрепени редуцирвентилът и бутилката. За укрепване на носещата рама към тялото, към нея са прикрепени раменни и поясен регулируеми ремъци.

Манометърът за високо налягане дава постоянна информация за налягането в бутилката. Той е свързан с редуцирвентила посредством шланг за високо налягане, устойчив на интензивни натоварвания. При съвременните ВДА, в мястото на присъединяване към редуктора, в

съединителния накрайник на тръбопровода на манометъра е монтирана дроселна клапа, която при повреда (скъсване) на шланга за високо налягане или счупване на манометъра ограничава количество на изтичащият под високо налягане въздух до 25 l/min.

Дозиращото устройство (белодробният автомат) на ВДА с нормално налягане се състои от мембранна кутия с разположена в нея мембрана и дозиращ клапан (най-често иглен шарнирен клапан). При вдишване, в мембранната кутия се създава подналягане (вакуум), което придърпва мембраната, тя се извива дъгообразно, дозиращият клапан се задейства и освобождава пътя на въздуха от средно налягане към вътрешността на маската. Подналягането на задействане на белодробния автомат обичайно е около -3,5 mbar. След вдишването, мембраната преминава обратно в изходно положение и дозиращият клапан се затваря. При някои марки ВДА на белодробния автомат е монтирано допълнително устройство за ръчно задействане на шарнирния клапан, посредством което се извършва принудително подаване на въздух към маската при необходимост от по-голямо количество въздух.

Целолицевата маска защитава лицето, очите и дихателните пътища. Посредством маската потребителят вдишва въздух от белодробния автомат и го издишва през изпускателния клапан на маската в околната среда. Маската е снабдена с ремъци за пристягане към главата и разговорна мембрана, улесняваща комуникацията между потребителите и използването на комуникационни средства. Връзката между маската и белодробния автомат при ВДА с нормално налягане се осъществява със стандартно<sup>23</sup> резбово съединение Rd 40 X 1/7.

---

23 - Съответстващо на EN 148-1:1999 "Respiratory protective devices: threads for facepieces. Standard thread connection".

При ВДА с нормално налягане, по време на вдишване в маската се създава подналягане, а при издишване - свръхналягане (повишено налягане), което задейства изпускателния клапан. За разлика от тях, при ВДА с повишено налягане, по време на всички фази на дишане и издишане, във вътрешността на маската се поддържа повишено налягане. По този начин се възпрепятства попадането на опасни вещества във вътрешността на лицевата маска, т.е. маската може да реализира нехерметичност само в посока отвътре-навън.

При ВДА с повишено налягане белодробният автомат се активира с първото вдишване на автоматичен режим „повишено налягане“. Максималното създавано повишено налягане е +3,9 mbar. Белодробният автомат при този тип ВДА е конструиран така, че при достигане на тази стойност дозирацията клапан се връща обратно в изходно положение и прекъсва въздушния поток от средното налягане. При следващото вдишване, белодробният автомат сработва отново и освобождава пътя на въздуха за дишане. При вдишване на въздуха, повишеното налягане в лицевата част и в белодробния автомат спада до + 2,0 mbar.

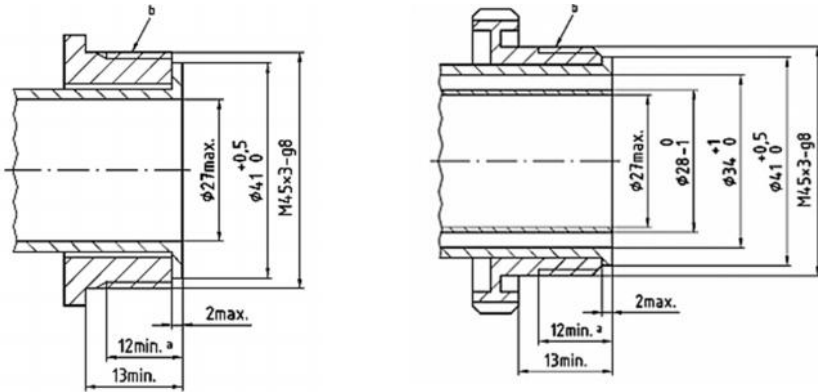
Целолицевата маска при ВДА с повишено налягане се различава от тази на апаратите с нормално налягане. За поддържане на повишеното налягане, целолицевата маска е оборудвана с пружинен изпускателен клапан, който сработва при издишване и обикновено е настроен в интервала от +4,2 до +6,5 mbar.

Връзката меду белодробния автомат и маската при ВДА с повишено налягане е със стандартна<sup>24</sup> резба М 45х3,

---

24 - Съответстващо на EN 148-3:1998 "Respiratory protective devices: threads for facepieces. Thread connection M 45 x 3".

със съединител с бърза връзка тип ESA<sup>25</sup> или със съединител с бърза връзка, разработка на конкретния производител (напр. куплунг тип AS при MSA или тип „байонетна“ връзка при Dräger).



фиг.10 Размери на стандартна резба М 45х3



фиг.11 Белодробни автомати на фирма Dräger

- 1) PSS за нормално налягане с кръгла резба Rd 40x1/7" по EN 144-1 ; 2) PSS за положително налягане със съединител с бърза връзка тип „байонет“; 3) ) PSS за положително налягане със съединител ESA

25 - Съответстващо на E DIN 58 600:2002 „ Atemschutzgeräte - Steckverbindung zwischen Lungenautomat für Pressluftatmer in Überdruck-Ausführung und Atemanschluss für die deutschen Feuerwehren“.



фиг.12 Белодробни автомати на фирма MSA

1) за нормално налягане AUTOMAXX N с кръгла резба Rd 40x1/7 по EN 144-1; 2) за положително налягане AUTOMAXX AE със съединител с резба M 45x3; 3) AUTOMAXX AS за положително налягане със съединител тип „байонет“; 4) LA 96 N за нормално налягане с кръгла резба Rd 40x1/7 по EN 144-1; 5) LA 96 AE за положително налягане със съединител с резба M 45x3; 6) LA 96 ESA за положително налягане със съединител ESA;

Един от световните лидери в областта на дихателната защита INTERSPIRO използва нетрадиционен подход, като вражда (интегрира) белодробния автомат в маската. Това има положителен ефект с оглед подобрената хигиена (маската е индивидуално защитно средство, но при повечето ВДА белодробният автомат е колективен), но това от своя страна значително увеличава цената на маската.



1)



2)

фиг. 13 Вградени (интегрирани) в маската белодробни автомати на фирма INTERSPIRO

- 1) QS S-Mask за положително налягане с обезопасена връзка към средното налягане; 2) QS SPIROMATIC FFM за положително налягане и байонетна връзка със средното налягане



фиг. 14 Белодробен автомат в разглобен вид



фиг. 15 Разрез на белодробен автомат на Interspiro, серия 400



## БУТИЛКА ЗА СГЪСТЕН ВЪЗДУХ

Бутилката за сгъстен въздух съхранява резерва от сгъстен атмосферен въздух. Налягането на въздухът в бутилката е 200 или 300 bar. При ВДА се използват три вида бутилки: стоманени (а), метало-композитни (б) и изцяло композитни бутилки (в), показани на фиг.12:



фиг.12 Видове бутилки за въздушни дихателни апарати

Запасът от сгъстен въздух в бутилката, при работно налягане до 200 bar, се изчислява по формулата:

$$C_{\text{въздуха}}^{200 \text{ bar}} = V_{\text{бутилката}} \times P_{\text{въздуха}} \quad [1]$$

където:

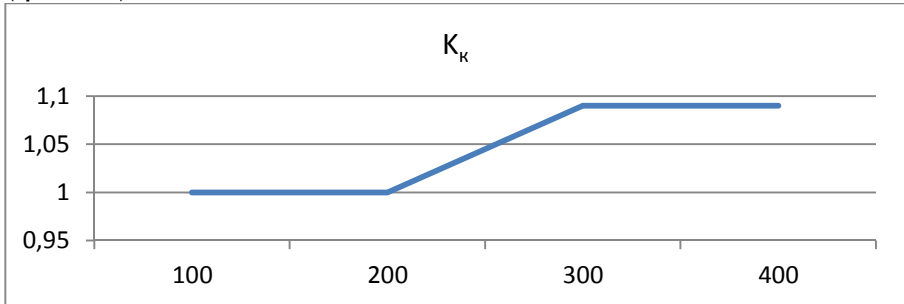
$C_{\text{въздуха}}^{200 \text{ bar}}$  - количество на въздуха в бутилката при налягане до 200 bar(l);

$V_{\text{бутилката}}$  - воден обем на бутилката (l);

$P_{\text{въздуха}}$  - налягане на въздуха в бутилката (bar).

☞ ПРИМЕР: Определете количеството на въздуха в една 6 l бутилка при отчетено налягане на манометъра от 150 bar. ОТГОВОР: 6 x 150 = 900 l.

При бутилки с работно налягане над 200 bar във формулата [1] се въвежда коефициент на компресия  $K_k$ , тъй като при наляганя по-големи от 200 bar факторът на компресия на въздуха се изменя от 1:1 към 1:1,0917 (фиг.15):



фиг.15 Изменение на факторът на компресия на въздуха  $K_k$ , в зависимост от налягането на сгъстения въздух в бутилката

При изчисления се приема, че  $K_k = 1,09$ . Така формулата [1] добива вида:

$$C_{\text{въздуха}}^{300 \text{ bar}} = (V_{\text{бутилката}} \times P_{\text{въздуха}}) / K_k \quad [2]$$

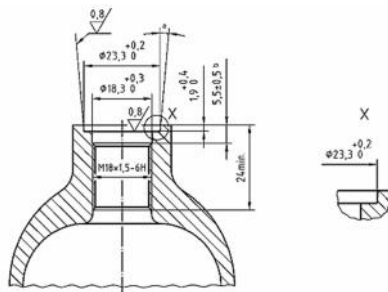
☞ ПРИМЕР: Определете количеството на въздуха в една 6 l бутилка при отчетено налягане на манометъра от 250 bar. ОТГОВОР:  $(6 \times 250) / 1,09 = 1376 \text{ l}$ .

Независимо от материала от който е изработена, бутилката за сгъстен въздух се състои от корпус с гърловина и допълнителни елементи, показани на фиг.16:



фиг.16 Основни елементи и маркировки на бутилка за ВДА

Гърловината на бутилката е с вътрешна цилиндрична резба М 18х1,5 и трябва да съответства на изискванията на EN 144-1<sup>26</sup>. Посредством тази резба (фиг.17) към бутилката се присъединява нейният вентил. При по-старите бутилки, които не съответстват на европейската норма, тази резба е конусна и за да се оборудват с нови вентили е необходимо да се изработва специална преходна втулка. Тази процедура обаче е забранена в повечето от страните на ЕС.



фиг.17 Размери на резбата на гърловината на стандартна бутилка за ВДА

Металните (стоманени) бутилки за сгъстен въздух са се наложили от практиката като много надеждни и непретенциозни. Те имат сравнително дълъг нормативно

26 - EN 144-1 „Respiratory protective devices. Gas cylinder valves. Part 1: Thread connections for insert connector“

определен живот (за някои страни до 40 години, а в Германия използването им е безсрочно), превишаващ с над 50% живота на останалите видове бутилки за ВДА. Стоманените бутилки е необходимо да бъдат периодично проверявани и тествани в съответствие с изискванията на EN 1968<sup>27</sup>.

Проблем при експлоатация на стоманените бутилки е голямото им тегло (около 55-60% по-тежки от композитните) и появата на корозия както отвън, така и вътре в бутилката. Вътрешната корозия при тези бутилки се появява след около 8-12 години експлоатация и се дължи най-вече на некачествената очистка и недоброто изсушаване на атмосферния въздух в процеса на компресирането му. Това се наблюдава особено при бутилки запълвани със сгъстен атмосферен въздух посредством двустепенни компресорни инсталации. Тези инсталации не са оборудвани с автоматични дренажни системи и изпускането на кондензата от сепаратора на втората степен на компресора се извършва по преценка на оператора. Често той просрочва максималното време между две източвания на конденз (което не трябва да превишава 15 min) и част от влагата, макар и в минимално количество, постъпва във вътрешността на бутилката. Влагата, която се натрупва в бутилката при всяко пълнене, играе лоша шега на използващите ВДА в условия на отрицателни температури (под -10 °C). Влагата се увлича от потока на изтичащия от бутилката въздух, натрупва се в редуктора на ВДА и постепенно замръзва в процеса на редуциране на налягането. За замръзването (обледяването) на редуктора допълнително влияние оказва понижаването на налягането, тъй като този процес е свързан с поглъщане на топлина.

---

27 - EN 1968 "Transportable gas cylinders. Periodic inspection and testing of seamless steel gas cylinders".

Някои производители на бутилки за ВДА вече лансират метални бутилки, изработени изцяло от алуминиева сплав<sup>28</sup>. Такива бутилки все по-трайно се налагат на пазара за водолазно оборудване и за медицински нужди и уверено „настъпват“ към ВДА.

В последните 10 години (най-вече след 2003 г.), пожарните и спасителни служби от ЕС все по-често избират за своите ВДА бутилки изработени от карбонови влакна и термореактивни полимери (напр. епоксидна смола), познати на Запад като „CFC-бутилки“, а у нас под името „композитни бутилки“. При тях, за по-голяма здравина се използва още една, вътрешна бутилка, върху която се изгражда самата композитна бутилка. Най-често вътрешната бутилка е от алуминий и именно това са т.н. метал-композитни бутилки. Конструкцията им е необходимо да съответства на изискванията на EN 12245<sup>29</sup> и пример за нея е показан на фиг.18:

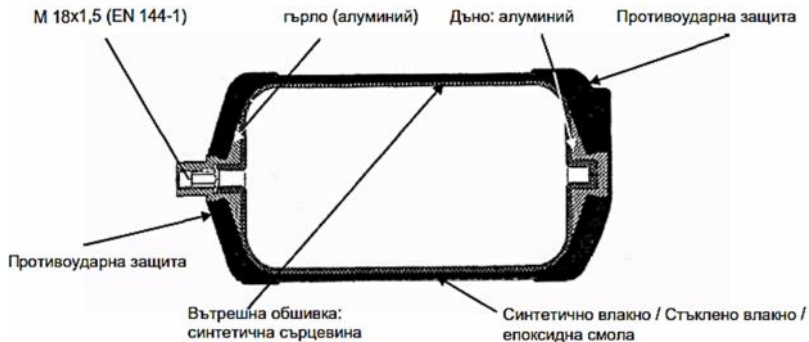


фиг.18 Устройство на композитна бутилка със сърцевина от алуминий.

28 - посочват се в търговските каталози на английски език като „All metal“;  
29 - EN 12245 “Transportable gas cylinders. Fully wrapped composite cylinders”;

Вътрешната алуминиева бутилка е изработена от Al-Si-Mg (алуминий-силиций-магнезиева) сплав, позната като сплав Al 6061 или сплав Al 7000. В последните 2-3 години като материал за външната обвивка на бутилките постепенно се налага органичният полимер Kevlar®, който е до 5 пъти по здрав от стоманата.

Когато вътрешната бутилка е заменена със синтетична бутилка, а алуминиева вложка има само в областта на дъното и гърлото, тези бутилки са познати под името изцяло (или напълно) композитни бутилки<sup>30</sup>. Тяхната конструкция също трябва да е изработена в съответствие с EN 12245. Примерна схема за устройството на една изцяло композитна бутилка е показан на фиг. 19:



фиг. 19 Устройство на изцяло композитна бутилка със синтетична сърцевина и алуминиеви гърло и дъно

Максималният експлоатационен срок на композитни бутилки се определя от производителите и обикновено е 15-20 години. Фирма INTERSPIRO лансира идеята си за NLL-

30 - На английски език: Full wrap carbon.

бутилки<sup>31</sup>, които според тях нямат ограничение в срока на употреба, но според повечето експерти в областта на дихателната защита най-вероятно става въпрос за метал-композитна бутилка със сърцевина от алуминиева сплав и максимален срок на живот от 48 години.

Най-използваните в практиката стоманени бутилки са с воден обем 6 l за работно налягане 200 или 300 bar, а при композитните най-предпочитани са 6,8 и 6,9 l бутилки с работно налягане 300 bar.

Основните производители на композитни бутилки са фирмите *Luxfer Gas Cylinders* (произвеждащи бутилките за ВДА на MSA Safety, SCOTT и Dräger) и *ABB* (произвеждащи бутилки за ВДА на Interspiro). Възможна е употребата на композитни бутилки с воден обем 9 l, но тъй като при тях разстоянието от остта на гърловината на бутилката до външният ѝ диаметър е по-голямо, присъединяването към редуктора за налягане изисква специален преходен конектор.

Специален Т-образен конектор (фиг.20) се изисква и когато за увеличаване времето на престой в атмосфера, вредна за живота и здравето ще се използва „двойка“ композитни бутилки.



фиг.20 Т-образен конектор за две бутилки

При някои модели ВДА намиращи се все още на въоръжение в Областните управления за пожарна безопасност и защита на населението (ОУПБЗН) у нас се

---

31 - NLL - от англ. No Limited Life.

използват две стоманени 4 l бутилки, съединени с Т-образен конектор, който се свързва с редуктора за налягане. Такива модели ВДА са „БР 16215“ ( производство на бившата държава ГДР, в употреба от 1988 г.) и „АГА 224“ (получени от Академията на МВР като дарение от Конфедерация Швейцария през 2002/2003 г). При ВДА Saturn S- 71 (производство на чешката фирма Мewa, модел 1971 г., в употреба у нас от началото на 80-те години на ХХ в) стоманената бутилка е 7 l, характеризира се с голямата си дължина, причиняваща неудобство при работа, особено при гасене на пожари в сутерени и мазета, когато обстановката изисква струярите да са приклекли или седнали.

Все по-рядко производителите на ВДА прибегват до услугите на изцяло композитните бутилки. Причината за това е не само по-високата им цена (550-650 €) спрямо метал-композитните (300-400 €), но и чисто конструктивни проблеми с гърлото на бутилката и вложката от алуминий. Голяма част от тези бутилки не са херметизирани добре и след около 3 седмици се изпразват сами без употреба!

За по-добра топлоизолация и предпазване на ламинатния слой на метал-композитните бутилки, производителите на ВДА препоръчват използването на калъфи от Nomex® (фиг.21), но това не е задължително изискване в нито една страна от ЕС.



фиг.21 Защитни калъфи от Nomex® за композитни бутилки



Върху всяка композитна бутилка трябва да е поставен етикет съответстващ на изискванията на EN 1089-2<sup>32</sup> и EN 1089-3<sup>33</sup>, от който да можем да получим основна информация за нея (при стоманените бутилки най-важната част от тази информация се щемпелована върху бутилката, съгласно изискванията на EN 1089-1<sup>34</sup> и на българските подзаконовни нормативни актове, отнасящи се до съдове под налягане).

Пример, за това каква информация трябва да съдържа етикета на една композитна бутилка е показан в табл.2, а етикета за опасност на фиг.22.

Таблица 2

Маркировка на етикета	Значение
EN 144-1 M18x1,5	Идентификация и размер на резбата на гърловината
x, x kg	Тегло на празна бутилка, без вентил, килограми
V: x, x l	Воден обем на бутилката, литри
FP xxx при xx°C	Сервизно налягане при температура xx°C
TS - xx°C/+ xx°C	Температурен диапазон на употреба от - xx°C до + xx°C
PS xxx bar xx°C	Максимално допустимо налягане в бара при температура xx°C
PT xxx bar	Изпитвателно налягане (1,5 пъти над работното)
FIN xxxx/xx	Максимален срок на експлоатация, година и месец
e.g. AA 6061	Марка на сплавта на алуминиевата вложка
	Маркировка за съдове под налягане <sup>35</sup>
CE xxxx	Маркировка на производителя на бутилката <sup>36</sup>
EN 12245	Стандарт за конструкция на бутилката
MSAAUER (примерно)	Производител на модула бутилка/вентил
XXXX/XX	Година и месец на последваща проверка
XXXXXXXXXX-X	Сериен номер на бутилката
Място за баркод	Позволява прочитането на данните на бутилката с баркод четец
Място за символ	Символ за опасност съгласно ADR (маркировка за шосеен и ЖП транспорт на опасни материали)
LUXFER	Наименование на производителя на бутилката

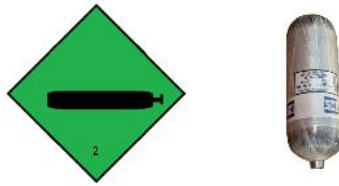
32 - EN 1089-2 "Transportable gas cylinders - Gas cylinder identification (excluding LPG) - Part 2: Precautionary Labels";

33 - EN 1089-3 "Transportable gas cylinders - Gas cylinder identification (excluding LPG) - Part 3: Colour coding";

34 - EN 1089-1 Transportable gas cylinders - Gas cylinder identification (excluding LPG) - Part 1: Stamping";

35 - съгласно Директива 97/23/ЕС за екипировка, работеща под налягане;

36 - съгласно Директива 97/23/ЕС за екипировка, работеща под налягане;



фиг.22 Етикет на бутилка за сгъстен въздух, годен за дишане, съгласно EN 1089-2 и пример за етиктиране с баркод

## ПЕРИОДИЧНИ ПРОВЕРКИ НА БУТИЛКИТЕ

За гарантиране на безопасната експлоатация на ВДА е необходимо бутилките за сгъстен въздух (третиран като съдове под налягане, съгласно действащото национално законодателство<sup>37</sup>) да преминават периодични проверки и изпитания.

**⚠ ВНИМАНИЕ!** Тези процедури се извършват само от правоспособни техници в оторизирани от производителите на ВДА сервиси или от специално обучен за целта персонал на потребителя, притежаващ необходимата правоспособност за работа със съдове под налягане!

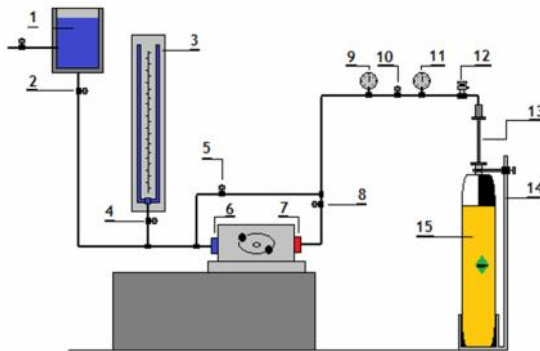
Изпитанията се провеждат с помощта на специализирани стендове (фиг.23), като бутилките се подлагат на хидростатично налягане 1,5 пъти по-голямо от работното им налягане: 300 bar за бутилките с работно налягане 200 bar и 450 bar за бутилките с работно налягане 300 bar. След изпитанията върху бутилките се поставя щемпел за най-късен срок на последваща проверка (стикер на композитните бутилки). Композитните бутилки преминават и допълнителен тест за разширение (фиг.24),

---

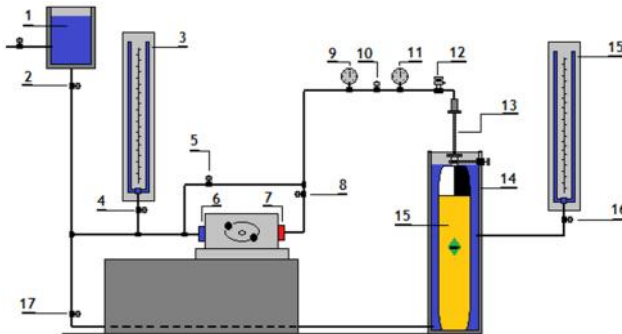
37 - Наредба за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане, ДВ бр.64/2008 г.

който се провежда в тариран съд, запълнен с вода. Допустимото разширение на композитните бутилки се определя от производителя.

Стендът за хидростатичен тест на стоманените бутилки за ВДА се състои от воден резервоар (1), спирателни вентили (2,4,5,8,10), измервателен уред - нивомер (3), хидравлична помпа със смукателна (6) и нагнетателна (7) част, работен манометър (9), образцов манометър (11), напорно-обезвъздушителен вентил (10), предпазен клапан (12), конектор (13), статив за закрепване на бутилката (14) и стоманената бутилка (15), която е подложена на изпитанията. При стенда за хидростатичен тест на композитни бутилки за ВДА са прибавени воден резервоар за измерване разширението на бутилката (14) и измервателен прибор (15). Допълнително са монтирани спирателни кранове (16 и 17) за целите на изпитанията.



фиг. 23 Принципна схема на стенд за хидростатичен тест на стоманени бутилки за ВДА



фиг. 24 Принципна схема на стенд за хидростатичен тест на композитни бутилки за ВДА

Преди да бъдат подложени на хидростатична проверка, бутилките се обработват с деконтаминиращ разтвор, напълно се изпуска сгъстения въздух от тях и се демонтират вентилите им. С помощта на специален осветителен прибор, спуснат във вътрешността, на всяка бутылка се извършва вътрешен оглед на стените. За огледа може да се използва и микрокамера с вградено осветление и монитор.

Вентилите на бутилките се разглобяват и деконтаминират. Извършва се проверка на всичките им компоненти, след което се сглобяват и изпитват на работното налягане (200 или 300 bar).

След запълване на системата за хидростатичен тест с вода и обезвъздушаване посредством отварянето на вентила (10), с помощта на хидравличната помпа се създава необходимото изпитвателно налягане (300 или 450 bar). Достигнатото изпитвателно налягане се поддържа в продължение на 5 min и постепенно се намалява до работното, посредством отварянето на вентила (10). Работното налягане (200 или 300 bar) се задържа в продължение на не по-малко от 3 min. За времето, през

което бутилката е подложена на двете налягания, се следи за появата на външни признаци за разхерметизиране, пукнатини, локални изпотявания и капчици вода. След изтичане на времето за изпитания, системата се разхерметизира и се източва водата от бутилката. След изплакване, бутилката се изсушава с топъл въздух. В зависимост от резултатите от изпитанията бутилката се маркира като годна и върху нея се нанасят данните за последващо изпитание или се маркира като негодна и се предлага за брак.

## ПЪЛНЕНЕ НА БУТИЛКИТЕ

Пълненето на бутилките за сгъстен въздух се извършва с помощта на компресорни инсталации, които трябва да осигуряват въздух за дишане съответстващ на изискванията на EN 12021. Бутилките трябва да се пълнят с въздух единствено, ако съответстват на Директива 97/23 ЕС и имат вентил съответстващ на Директива 97/23 ЕС. Те трябва да имат маркировка за изпитване и обозначение на периода на тестване; не са надвишили периода за изпитване, маркиран на бутилката; нямат дефекти, които биха могли да предизвикат какъвто и да било риск; присъединяването с резба към вентила не е видимо влажно; двете противоударни защиты на изцяло композитните бутилки (със синтетична вътрешна обшивка) са на мястото си (отгоре и отдолу).

За предпазване от недопустимо съдържание на влага във въздуха за дишане, бутилките със сгъстен въздух не трябва да се изпразват напълно (разхерметизират). Вентилите на бутилките трябва да се затварят незабавно след употреба на дихателния апарат със сгъстен въздух. Незабавно след пълнене и демонтиране от дихателния

апарат вентилите на бутилките трябва да се затворят с уплътнителните тапи. Използвайте само сгъстен въздух, съответстващ на изискванията за въздух за дишане по EN 12021.



В резултат на сгъстяването на въздуха бутилките стават горещи по време на цикъла на пълнене. Тъй като композитните материали са добър изолатор, генерираната топлина се нуждае от повече време, за да се разсее по повърхността на бутилката. Температурите могат да достигнат около 70°C. След достигане на околната температура проверете, дали максималното налягане на пълнене е достигнато, ако е необходимо, увеличете налягането. След пълнене бутилките трябва да се проверят за херметичност.

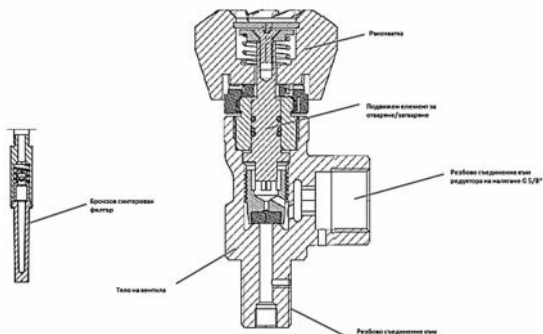
## СЪХРАНЕНИЕ НА БУТИЛКИТЕ

Бутилките за сгъстен въздух трябва да са под постоянен контрол и да са защитени от механично въздействие и замърсявания. Никога не оставяйте необезопасени, без контрол и наблюдение бутилките за сгъстен въздух. Ако са в склад, те трябва да са защитени от падане. Ако се складираат и съхраняват в хоризонтално положение, те трябва да бъдат обезопасени така, че да не се търкалят. Бутилките за сгъстен въздух трябва да се съхраняват и складираат на сухо и проветриво място. Изходното съединение на вентила на бутилката винаги трябва да е затворено с уплътнителна тапа, съответстваща на налягането на тестване на бутилката. Това предпазва от навлизане на чужди тела и вещества във вентила на бутилката и подпомага предпазването от инциденти, ако вентилът на бутилката се отвори неволно. Бутилките за сгъстен въздух не трябва да се складираат и съхраняват в зони, където са изложени на неблагоприятни въздействия

(напр. близо до уреди за електрическо заваряване/запояване при композитните бутилки). Избягвайте слънчевите лъчи и в частност излагането на топлина и UV-лъчите. Избягвайте складиране и съхранение до корозивни/разяждащи вещества.

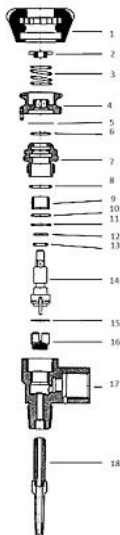
## ВЕНТИЛ НА БУТИЛКА ЗА СГЪСТЕН ВЪЗДУХ

Вентилът на бутилката на ВДА служи за пускане и спиране притока на сгъстен въздух към редуктора на налягане. Неговите основни елементи са показани на фиг.23.



фиг.23 Основни елементи на вентил за бутилка на ВДА

Пълното разглобяване на вентил, предлаган от фирма MSA,



1. Гумирана капачка;
2. Гайка на ръкохватката;
3. Пружина;
4. Ръкохватка;
5. Плъзгащ пръстен;
6. О-пръстен 10,7x2,6;
7. Винтова капачка;
8. О-пръстен 13x2,6;
9. Втулка;
10. Месингов опорен пръстен;
11. Шайба;

12. Шлицов пръстен;
13. О-пръстен 6,3x2,4;
14. Горно вретено;
15. Шайба;
16. Долно вретено;
17. Тяло на вентила;
18. Защитна тръба с метален филтър.

## МОНТИРАНЕ (ДЕМОНТИРАНЕ) НА ВЕНТИЛА

Вентилите трябва да се монтират (демонтират) на бутилките на ВДА единствено и само от правоспособен персонал! За да сте сигурни, че зоната е свободна от нечистотии и остатъци, преди монтирането на вентила проверете уплътнителната повърхност и О-пръстена между бутилката и вентила (за цепнатини и дефекти). Резбите в гърлото на бутилката и на вентила трябва да се проверят за повреди. Проверете гладкото и плавно отваряне и затваряне на вентила. По време на монтажа използвайте единствено задържащи инструменти, които са предназначени да предпазват от каквато и да е повреда по повърхността на композитната бутилка и които не упражняват недопустим натиск и сила!

☞ Използвайте скоби за стягане, с гумено покритие с дебелина 10 mm. Компресивният натиск не трябва да надвишава 10 MPa. Вентилът на бутилката трябва да се затегне с въртящ момент 60 + 20 Nm.

Изцяло композитните бутилки (със синтетична вътрешна обшивка) имат завит конус в гърленото свързване. Този конус не трябва да се отделя и отстранява! За монтиране на вентил на изцяло композитна бутилка (със синтетична вътрешна обшивка) поставете гаечен ключ на гърлото на бутилката за застопоряване. Това се прави с цел

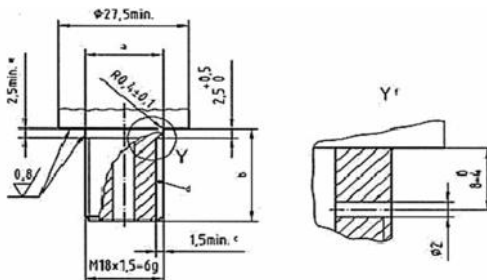


избягване на предаване на въртящ момент на гърлото на бутилката по време на затягане на вентила (фиг.25).



фиг.25 Монтиране (демонтиране) на вентила на изцяло композитна бутилка

Вентилите на бутилките (респективно и на редукторите на налягане) имат паралелна резба (M 18x1,5) съгласно изискванията на EN 144-1<sup>38</sup>. Съединението на изхода на вентила трябва да съответства на EN 144-2<sup>39</sup>.



фиг.26 Размери на резбата на вентила на бутилка за ВДА (M 18x1,5)

Вентилите на бутилките трябва да са изпитани, сертифицирани и маркирани от производителя с маркировка "CE XXXX" съгласно Директива 97/23 ЕС<sup>40</sup>. Вентилът трябва да се използва изключително за

38 - EN 144-1 "Respiratory protective devices – Gas cylinder valves – Part 1: Thread connections for insert connector";

39 - EN 144-2 "Respiratory protective devices. Gas cylinder valves. Part 2: Outlet connections".

40 - Директива 97/23/ЕО на Европейския парламент от 29 май 1997 г., относно сближаване на законодателствата на държавите-членки във връзка със съоръженията под налягане;

упоменатия газ (в случая въздух за дишане по EN 12021<sup>41</sup>) и да е съоръжен с предпазител за вода и метален филтър.

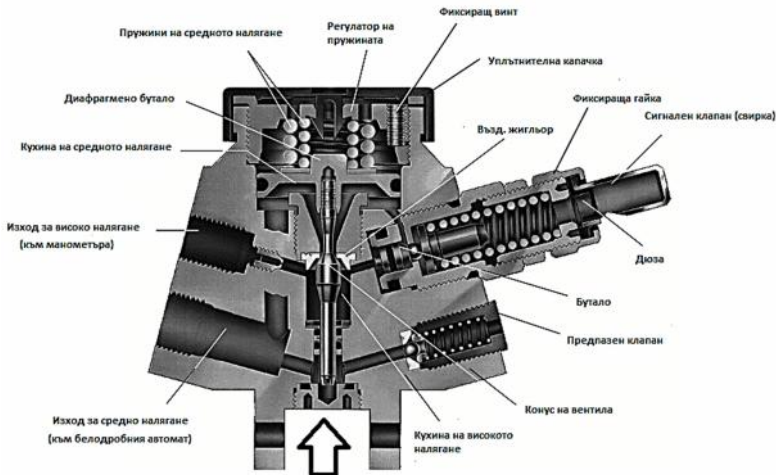
Ръчните кранове на вентилите на бутилките се монтират с гумени тапи, предпазвайки вентилите от удар. В зависимост от видът си, някои вентили имат допълнителна защита, предпазваща ги от презатягане при затваряне. Вентилите на бутилките с ограничител на дебита доставят ограничено количество сгъстен въздух само в случай на счупване на вентила, за да предпазят от опасен рикошет. Тези вентили са с маркировка "120 J F" на външния корпус.

### **РЕДУКТОР НА НАЛЯГАНЕ (РЕДУЦИРВЕНТИЛ)**

Редукторът на налягане (редуцирвентилът) е предназначен да понижи налягането на сгъстения атмосферен въздух, постъпващ от бутилката на ВДА (с налягане 300 или 200 bar - в зависимост от работното налягане на бутилката) до работното средно налягане на ВДА, което за различните производители на ВДА е в диапазона от 6 до 9 bar. На фиг.27 е показан разрез на редуктор, предлаган от фирма MSA Auer.

---

41 - EN 12021 "Respiratory protective devices. Compressed air for breathing apparatus".



фиг.27 Разрез на редуктор (редуцирвентил) за ВДА

Редукторите на ВДА, при които съществува възможност за захранване на допълнителна маска за евакуация, се проектират и оразмеряват за въздушен дебит на средното налягане  $\geq 1000$  l/min. Пружинният предпазен клапан, монтиран на редуцирвентила от страната на средното налягане се отваря в случаите, когато средно налягане с недопустими стойности (над 10 bar) постъпи в кухнята на средното налягане и по този начин застраши от разрушаване елементите, работещи на средно налягане - захранващият гъвкав шланг на белодробния автомат и самият белодробен автомат, които се захранват с въздух от изхода за средно налягане. Към изходът за високо налягане, посредством гъвкав шланг се присъединява манометъра за високо налягане.

При понижаване на налягането в бутилката, в диапазона  $55 \pm 5$  bar се задейства звуковият сигнализатор. Той има за задача да информира ползвателя за изтегляне към безопасна атмосферна среда и подмяна на бутилката.

Разходът на сгъстен въздух за захранване на звуковият сигнализатор е около 6 l/min, а силата на звука  $\geq 90$  dBA.

Някои редуктори притежават защита с ограничител на дебита, която сработва при нерегламентирано голям въздушен поток по посока на манометъра или средното налягане, като по този начин намалява риска от бързото изпразване на бутилката при скъсване на гъвките тръбопроводи.

Редукторът на налягане е необходимо да преминава периодични прегледи и обслужване в обем и периодичност, които се поределят от производителите на ВДА. Обикновено периодът между две сервизни обслужвания е от 5 до 9 години.

Резбата на входното отворение на редуктора, към която се присъединява бутилката на ВДА (други опции са бърза връзка или Т-образен конектор за работа с две бутилки) е необходимо да съответства на резбата на вентила на бутилката (паралелна резба M18x1,5), както и наизискванията на EN 144-1<sup>42</sup>.

От няколко години част от производителите на ВДА (например MSA и Dräger) предлагат т.нар. „бърза връзка“ между бутилката и редуктора. Това позволява много лесно и бързо подмяне на празната бутилка с пълна (фиг.28).



1)



2)

фиг.28 Конектори за бърза връзка между бутилката и редуктора  
1) Система „Alpha click“ на MSA; 2) Система „QC SCS“ при ВДА Dräger PSS® 7000

42 - EN 144-1 “Respiratory protective devices – Gas cylinder valves – Part 1: Thread connections for insert connector”.

## ЦЕЛОЛИЦЕВИ МАСКИ ЗА ВЪЗДУШНИ ДИХАТЕЛНИ АПАРАТИ

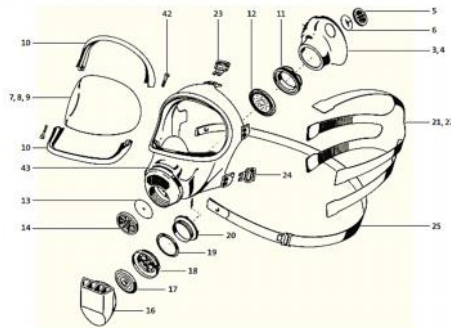
Целолицевата маска за ВДА осигурява връзката между дихателния апарат и потребителя. Нейното предназначение е да изолира от неблагоприятното въздействие на околната среда дихателните органи и очите на потребителя, като същевременно му позволява да вдишва чист въздух от белодробния автомат и да го издишва в околната среда през изпускателния клапан. За да улесни комуникацията при работа с ВДА, маската е снабдена с разговорна мембрана.

Маските за ВДА се различават както по своята конструкция (с панорамен визьор или с два отделни визьора), така и от налягането за което са предназначени (за нормално и положително налягане), но общото между всички тях е, че трябва да съответства на изискванията на EN 136<sup>43</sup> клас 3. На фиг.29 са показани основните елементи на маска модел „3S“ на фирма MSA, като по-важните от тях са показани на фиг.29.

Маската трябва да е снабдена с конектор, аналогичен с конектора на белодробния атомат, като различните видове от тях вече бяха описани в раздела за белодробните автомати: кръгла цилиндрична резба Rd 40x1/7, резба M 45x3, съединител с бърза връзка тип ESA или съединител с бърза връзка тип „байонет“.

---

43 - EN 136 "Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking".



фиг.29 Главни съставни части на маска 3S на MSA

1) - основно тяло на маската; 3) носна кухина (чаша); 5 - клапан на носната кухина; 6 - мембрана на клапана на носната кухина; 7 - панорамен визьор; 10 - държачи на визьора; 11 - закрепващ пръстен на разговорната мембрана; 12 - разговорна мембрана; 13 - мембрана на клапана за вдишване; 14 - легло на клапана за вдишване; 16 - защитен корпус; 17 - клапан за издишване; 18 - легло на клапана за издишване; 19 - уплътнение; 20 - закрепващ пръстен на клапана за издишване; 21 - укрепващи ремъци; 23, 24 - обтегачи за укрепващите ремъци; 25 - ремък за носене.

Целолицевите маски трябва да се подлагат на периодични проверки, обслужвания и изпитания за удостоверяване на годността им, съобразно препоръките на производителя. За комплексна проверка на целолицевите маски се използват стендове тип „изкуствен бял дроб“ или компютърни стендове за динамичен тест на комплекта ВДА (фиг.30).



фиг.30 Стендове за тестване на целолицеви маски за ВДА

## РАМА (САМАР) НА ВЪЗДУШЕН ДИХАТЕЛЕН АПАРАТ

Рамата (или самарът) на ВДА е негова основна част, върху която се комплектова апарата. На смара са трайно монтирани редукторът за налягане, фиксаторът на бутилката, раменните и поясният ремък.

В зависимост от конструкцията си и съществуването на възможност за регулиране на смара според височината на потребителя, те се подразделят на регулируеми и нерегулируеми.

Самарите за ВДА се изработват от високо температуро устойчиви материали, притежаващи добри якостни показатели.

При различните модели ВДА, усъвършенстването на конструкцията е различно, но при най-новите модели смари на водещите производители се предлагат различни екстри: разполагане на шланговете за високо и средно налягане в канали (улеи), регулиране на височината на самара, универсални ленти за закрепване на 1 или 2 бутилки, сменяеми раменни и поясни ремъци с удебелени подплънки, шарнирно закрепване на поясния ремък за по-голяма свобода на движение и др.

Обичайно, на единият раменен ремък е закрепен шлангът за високо налягане с манометър за следене на налягането на сгъстения въздух в бутилката на ВДА, а на другият раменен ремък - средното налягане (фиг.31).

Поясният и раменните ремъци са снабдени с регулиращи устройства, позволяващи различни варианти на дължина, които са осигурени срещу самоволно разхлабване.

При съвременните модели ВДА, традиционният манометър за високо налягане е заменен с електронен сигнален модул (фиг.32), контролиращ работата на

отделните системи на ВДА. Този модул позволява на потребителя да извърши свой персонални настройки на ВДА (напр. алармен сигнал при 200 и при 100 bar), има вграден интегриран сензор за движение и бутон за аларма при опасност (фиг.33). Захранването на електронните модули се извършва посредством батерии, вградени в самара.



1)



2)



3)

Фиг.32 Конструктивни решения на самари за ВДА  
1) MSA AirMaxx; 2) Dräger; 3) SCOTT



1)



2)



3)

Фиг.33 Електронни модули за безопасност за ВДА

1) MSA серия Alpha; 2) Dräger PSS 7000 Bodyguard; 3) SCOTT Air Pack



Фиг.34 Електронни модули за безопасност за ВДА със светлинна индикация в лицевата маска (Interspiro)



## ИЗОЛИРАЩИ ВЪЗДУШНИ ДИХАТЕЛНИ АПАРАТИ СЪС ЗАТВОРЕНА СИСТЕМА

Изолиращите въздушни дихателни апарати (познати в техническата литература като ССВА - Closed Circuit Breathing Apparatus<sup>44</sup>, а у нас като КИП-ове<sup>45</sup>) са предназначени за индивидуална защита на дихателните органи и зрението на потребителя от вредното въздействие на атмосфера, непосредствено опасна за живота и здравето при гасене на пожари и ликвидиране последствията от химически аварии и други извънредни ситуации.

Основната идея при тяхното конструиране е да се увеличи в максимална степен времето за работа в деконтаминираната атмосферна среда, като се избегне ограничението, което поставя количеството резервиран въздух за дишане в бутилките със сгъстен въздух на ВДА.

Благодарение на съвременните технологии, времето за работа с тези апарати днес е увеличено на над 4 h, като в зависимост от натоварването и потреблението може да достигне до 6 h! Основните „играчи“ на пазара с дихателни апарати от типа „ССВА“ са добре познати фирми: американската MSA Safety (с модел „AirElite 4 h“) и германската Dräger (с модел „PSS<sup>®</sup> BG 4 plus“). Производител за американския пазар е и фирма „Biomarine - Ntron Inc“, със своя апарат „Biorac 240 Revolution“, предлаган до скоро и от фирма „SCOTT“.

На руския пазар 4-часови апарати се предлагат от „Завод Горноспасателного Оборудования“ (ЗГСО) гр.Екатеринбург, като модела е наречен скромно „Урал-10“.

---

44 - от англ. Closed Circuit Breathing Apparatus - дихателни апарат със затворена система

45 - през 60-те и 70-те години на XX в. на въоръжение в българската пожарна са се намирали кислородни изолиращи апарати (КИП-5), произвеждани в бившия СССР. Такива апарати, но вече модел КИП-8, все още се предлагат и днес на руския пазар.

Производители, които също предлагат ССВА, но с значително по-кратко време за работа, са френската групировка „Sperian“ (модел “Fenzy Biomix ССВА”, с максимално време за работа от 2 h) и руската фирма „Респиратор“ (с апарата си „КИП-8“, с максимално време за работа от 100 min).

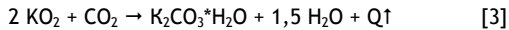
Основните елементи на един апарат тип ССВА са показани на фиг.36:



фиг.36 Разрез на изолиращ въздушен дихателен апарат със затворена система Dräger PSS® BG 4 plus

Принципът на действие при апаратите ССВА се основава на абсорбиране в химически активен патрон на въглеродния диоксид ( $\text{CO}_2$ ) от издишания въздух, обогатяването му в дихателната торба на апарата с чист кислород ( $\text{O}_2$ ) и повторното му вдишване от потребителя. Повечето производители използват пълнители с калиев супероксид ( $\text{KO}_2$ )<sup>46</sup>, като протича следната химична реакция:

46 - Теоретично, 1 kg  $\text{KO}_2$  е способен да усвои 0,309 kg  $\text{CO}_2$ .



Както е видно от формулата [3], основният проблем е отделяната топлина, което изисква допълнителни мерки за охлаждане на вдишвания въздух. Най-често това се извършва посредством топлообменник с въздушно охлаждане и пълнители с хладилни агенти.

Сгъстеният кислород се съхранява в една 2 l/200 bar бутилка (или две еднолитрови бутилки - метални, металкомполитни или алуминиеви).

Полезният обем на дихателната торба е от 5 до 6 dm<sup>3</sup> (от 5 до 6 l), а работното ѝ налягане е от 2,5 до 4 bar. Торбата е снабдена с максимално действащ предпазен клапан.

Редукторът понижава налягането на сгъстения кислород до работното налягане на дихателната торба, а минималният клапан осигурява непрекъснатото подаване на кислород в торбата с дебит 1,3 - 1,5 l/min. Допълнително, байпасното устройство позволява този дебит да бъде увеличен до 60 - 150 l/min при свръхнатоварване на потребителя.

Автоматиката на апарата сработва, когато разреждането в дихателната торба достигне стойности от - 2,5 до -3,5 mbar.

Апаратите са снабдени с автоматични алармени системи, като при повечето модели те са дублирани със светлинна сигнализация, в т.ч. при някои модели изведени на дисплеи в маската. Алармената система се задейства в случаите на използване на апарата при затворена кислородна бутилка или при спадане на налягането на кислорода в бутилката под  $55 \pm 5$  bar.

За разлика от ВДА, при този тип апарати грижите по тяхната експлоатационна поддръжка са значително повече и е препоръчително закупуването им да е съпроводено с

доставката на пълен комплект инструменти и стендове за диагностика. Въпреки високата им цена (около 5000 €, т.е. 3-4 пъти по-скъпи от ВДА) тези апарати са незаменим помощник на спасителите в минната промишленост и при производствата в сложни подземни комуникации и трюмове на кораби.

На фиг.37 са показани повечето от разглежданите модели апарати тип „ССВА“.



Фиг.37 Апарати тип „ССВА“

1) Biopac 240 Revolution; 2) PSS® BG 4 plus; 3) AirElite 4 h; 4) Fenzy Biomix CCBA.

В заключение, този тип апарати е необходимо да съответстват на изискванията на Директивата за лични предпазни средства<sup>47</sup> и в частност, на EN 145<sup>48</sup>. Техните елементи, работещи под високо налягане (бутилка за сгъстен кислород и редуктор), е необходимо да съответстват на изискванията на Директивата за екипировка, работеща под налягане<sup>49</sup>, а маската им - на EN 136<sup>50</sup> клас 3.

47 - Директива 89/686/ЕЕС;

48 - EN 145 "Respiratory protective devices. Self-contained closed-circuit breathing apparatus compressed oxygen or compressed oxygen-nitrogen type. Requirements, testing, marking";

49 - Директива 97/23/ЕС;

50 - EN 136 "Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking".