

ИНЖ. М. ВАССЕРМАН

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ  
ПРИБОРЫ  
В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И  
ПОЖАРНОМ  
ДЕЛЕ



ИЗДА  
Н · К · В · Д

ПОСВЯЩАЕТСЯ  
ЛЕНИНГРАДСКОМУ ПОЖАРНОМУ ТЕХНИКУМУ  
АВТОР

## Оглавление

Глава	стр.
<u>1 Процесс дыхания</u>	<u>3</u>
<u>2 Расстройства дыхательного акта</u>	<u>12</u>
<u>3 Коллективная защита от дыма и газов</u>	<u>18</u>
<u>4 Индивидуальная защита. Общие положения. Метод фильтрации</u>	<u>21</u>
<u>5 Конструкция фильтрующих приборов лёгкого типа</u>	<u>30</u>
<u>6 Конструкция фильтрующих приборов типа газовых масок</u>	<u>40</u>
<u>7 Испытание газовых масок</u>	<u>49</u>
<u>8 Применение газовой маски с патроном F в пожарном деле</u>	<u>59</u>
<u>9 Защита против окиси углерода по методу фильтрации</u>	<u>67</u>
<u>10 Конструкция фильтрующих приборов против окиси углерода</u>	<u>73</u>
<u>11 Испытание масок CO</u>	<u>83</u>
<u>12 Применение газовых масок в промышленности</u>	<u>98</u>
<u>13 Индивидуальная защита от дыма и газов по методу изоляции</u>	<u>108</u>
<u>14 Автоматические приборы с регенерацией воздуха</u>	<u>121</u>
<u>15 Конструкции изолирующих приборов регенеративного действия</u>	<u>132</u>
<u>16 Водолазные дыхательные приборы</u>	<u>159</u>
<u>17 Испытание регенеративных приборов</u>	<u>169</u>
<u>18 Субъективные и объективные испытания</u>	<u>182</u>
<u>19 Химический метод получения</u> <u>кислорода в изоляционных дыхательных приборах</u>	<u>189</u>
<u>20 Искусственное дыхание</u>	<u>194</u>
<u>21 Отдельные моменты из организационной практики пожарной команды</u>	<u>205</u>
<u>22 Организация противогазовой</u> <u>защиты в пожарной команде г. Кенигсберга (Германия)</u>	<u>218</u>
<b><u>Приложение</u></b> <u>Сводка условий применения</u> <u>дыхательных приборов в различных отраслях труда</u>	<u>232</u>

## ГЛАВА I

### ПРОЦЕСС ДЫХАНИЯ

Одним из основных и важнейших жизненных процессов у всякого живого организма является процесс дыхания, заключающийся в поглощении кислорода и выделении углекислого газа. У человека и высших животных этот газообмен совершается при посредстве внутренней среды—крови, приносящей к клеткам кислород и удаляющей продукты горения. Аппаратом, в котором происходит поглощение кровью кислорода и выделение углекислого газа, являются легкие, представляющие собою обильно снабженные сосудами перепончатые мешки, сообщающиеся с атмосферой при помощи трубки (bronхи и дыхательное горло). Полость легкого разделена на огромное количество маленьких мешечков, так наз. легочных долек, в свою очередь разделенных перегородками на маленькие участки, называющиеся альвеолами. Внутренняя поверхность долек чрезвычайно богата тончайшими кровеносными сосудами—капиллярами. Весьма разветвленная дыхательная поверхность так велика, что представляет собою площадь в 260 кв. метров. Поверхность капиллярного слоя столь обширна (150 кв. м), что, несмотря на весьма тонкий слой крови в капиллярах, количество крови в легких составляет около литра. Если принять во внимание быстроту кровообращения в легких, то можно заключить о громадном количестве крови, проходящем через дыхательный аппарат.

Мы рассмотрим, прежде всего, тот механический процесс, которым обуславливается дыхательный акт.

При расширении и сужении грудной полости, работающей наподобие меха, воздух периодически то втягивается в легкие, то выталкивается наружу. Это обстоятельство становится возможным благодаря тому, что легочная ткань обладает весьма развитой эластичностью. Если вынуть легкие у животного и надуть их через дыхательное горло, то после прекращения надувания легкие вернуться, изгнав воздух, в свое первоначальное положение. Эта эластичность легких и обуславливает то обстоятельство, что легкие следуют всем движениям грудной клетки. Движение, при котором грудная клетка расширяется и притягивает воздух в легкое, называется в д о х. Выталкивающее воздух движение носит название в ы д ы х а. Вдох представляет собой активную фазу, при которой энергично работают мышечные силы. Выдох же производится пассивно, представляя собой возвращение грудной клетки и легкого в исходное положение. Так

обстоит дело при нормальном дыхании. Что же касается усиленного дыхания, то здесь мышечные силы играют роль и при выдохе, для того, чтобы ускорить выдох воздуха из легкого. Число дыханий в минуту у взрослого человека составляет 16 при спокойном состоянии. Во время мышечной работы это число увеличивается. Чем моложе человек, тем учащенное у него дыхание; новорожденный дышит 44 раза в минуту.

При расширении и спадании грудной клетки происходят также движения придатков дыхательного аппарата. Вдох сопровождается расширением ноздрей, при чем это движение тем сильнее, чем глубже дыхание. Расширение ноздрей необходимо, так как оно противодействует сжатию крыльев носа под действием атмосферного давления. Гортань, трахея и бронхи, будучи укреплены хрящами, всегда остаются открытыми, но во время дыхания совершают незначительные движения.

Наиболее активной частью всего дыхательного аппарата, приводимого в движение грудной клеткой, являются легкие. Механические результаты дыхательных движений проявляются в периодическом расширении и сжатии легких. Эти изменения объема вызывают и изменения условий кровообращения в легких, а также периодическое всасывание и выталкивание воздуха. Легкие заполняют все пространство грудной клетки и при расширении последней во время вдоха наполняются через трахею воздухом, под действием атмосферного давления. Процесс работы легких может быть изображен при помощи следующего прибора (рис. 1).

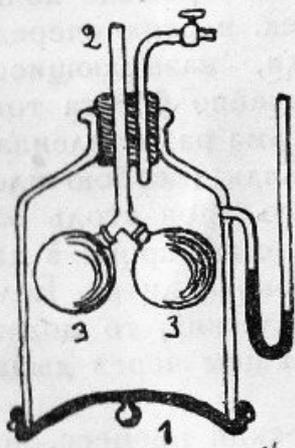


Рис. 1. Схема легочной вентиляции.

Стеклянный колокол, снабженный горлышком с пробкой, имеет внизу резиновую перепонку (1). Колокол изображает грудную клетку, перепонка (1)—диафрагму (грудобрюшную преграду). В горлышке колокола сквозь пробку пропущены две трубки. Одна из них (2), открытая сверху, имеет внизу два колена, к которым привязаны пузыри (3), играющие роль легких. Другая трубка, снабженная краном, служит для выкачивания воздуха из колокола.

При выкачивании воздуха пузыри, изображающие легкие, раздуются, так как давление внутри их (атмосферное) будет больше окружающего, и заполнят все пространство колокола. Перепонка (1) выгнется внутрь колокола. Если мы будем эту перепонку (диафрагму) оттягивать вниз, то будем воспроизводить вдох, а отпускать—выдох. Таким образом наш прибор будет изображать дыхательные движения.

Легочное кровообращение проявляется таким образом, что при расширении грудной клетки одновременно с всасыванием воздуха притягивается к легким и кровь, заполняющая их капилляры. Опыт, доказывающий обильное прохождение крови через легкие при вдохе, ставится следующим порядком<sup>1</sup>. Легкие, вынутые из трупа вместе с сердцем, помещают в стеклянный колокол (рис. 2). При этом верхняя полая вена (3) присоединяется к резервуару с кровью помощью трубки (6), пропущенной сквозь пробку. Из аорты (4) кровь вытекает

<sup>1</sup> Prof. E. Húdon, „Précis de physiologie“.

5

через трубку (7) в стоящую рядом мензурку. Трахея посредством трубки (8) соединяется с наружным воздухом. Полость колокола сообщается с атмосферой через трубку (9). Для герметичности края колокола смазываются салом и колокол притирают к пластине матового стекла. Для начала опыта пропускают кровь через спавшиеся легкие и отмечают количество крови, вытекающей из аорты. Если легкие мы будем раздувать через трубку (8), то тотчас же заметим уменьшение количества крови, вытекающей из аорты. При растягивании легких другим путем, посредством выкачивания воздуха из-под колокола через трубку (9) (т. е. при условиях нормального кровообращения), мы отметим увеличение количества крови, вытекающей из аорты.

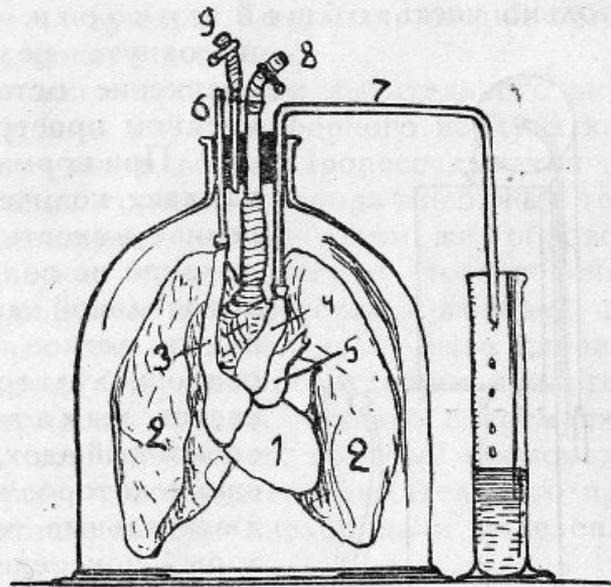


Рис. 2. Опыт, показывающий обильное протекание крови через легкие при вдохе.

Движение воздуха по дыхательным путям зависит так же, как и движение крови по сосудам, от разницы давлений. В данном случае речь идет о разности между атмосферным давлением и давлением

внутри легких. При вдохе, вследствие расширения грудной клетки, давление в легких будет ниже атмосферного. Разность давлений будет здесь тем больше, чем глубже вдыхание. Если к трахее присоединить манометр, то он покажет отрицательное давление (разрежение), не превышающее при нормальном вдохе 1 мм ртутного столба, но при глубоком вдохе могущее достигнуть 55 мм. Получающаяся при вдохе разница давлений вызывает приток воздуха извне, тем более сильный, чем больше эта разница. При выдохе же происходит спадение грудной клетки и легкого, вызывающее поднятие давления воздуха внутри легких выше атмосферного давления, благодаря чему ток воздуха идет из легких наружу. Давление в трахее в это время будет нормально 2—5 мм ртутного столба, при энергичном же выдохе может достигнуть 87 мм. Таким образом, абсолютная величина положительного давления при выдохе будет больше величины отрицательного давления (разрежения) при вдохе. Убедиться в этом можно, высасывая ртом воздух из трубки ртутного манометра и вдувая затем в него воздух. Мы увидим при этом, что сила выдыхания значительно больше силы вдыхания.

Какое же количество воздуха вдыхается и выдыхается человеком? Обыкновенный метод измерения количеств воздуха при дыхании, так наз. спирометрия, пользуется помощью особого прибора—спирометра, представляющего собою подобие газометра, т. е. комбинацию из одного сосуда с водой и опрокинутого над ним второго сосуда (колокола), уравновешенного противовесом. Воздух вгоняется под колокол помощью трубки с мундштуком (рис. 3). Если человек сделает самый глубокий вдох и забранный воздух вгонит затем в спирометр, то последний покажет так наз. жизненную емкость легких. Эта

емкость различна у разных людей, в зависимости от роста и емкости груди, и составляет в среднем для нормального человека 3,5 л. Сколь бы ни был глубок вдох перед выдохом в спирометр, всё же нам не удастся выдохнуть из легких весь воздух без остатка. Всегда в легких остается еще некоторый объем воздуха, называемый остаточным воздухом. Таким образом жизненная емкость составляет только часть общей емкости. Эту последнюю никак невозможно выдохнуть целиком и недаром напрашивается сравнение остаточного воздуха с воздухом во вредном пространстве насоса.

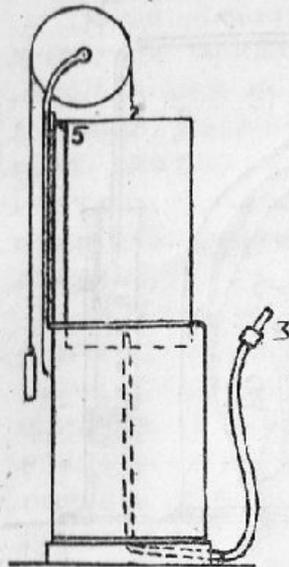


Рис. 3

Спирометр

- 1—колокол для воздуха;
- 2—резервуар с водой;
- 3—трубка для воздуха с муфтишкой;
- 4—поплавок;
- 5—указатель, движущийся вдоль шкалы.

При нормальном, спокойном дыхании человек вдыхает количества воздуха меньшие, чем жизненная емкость, так как, разумеется, нормальное дыхание не сопровождается сильным напряжением дыхательной мускулатуры. При спокойном дыхании в легкие входит и выходит из него всего около полулитра воздуха. Это количество называется дыхательным воздухом. Но, сделав спокойный вдох, мы имеем возможность вдохнуть еще некоторое количество воздуха, если напряжем дыхательные мускулы. Этот объем воздуха, который присоединяется к вдыхательному воздуху, и равен в среднем 1,5 л, называется дополнительным воздухом. Точно таким же образом, путем напряжения мускулов при выдохе, можно выдохнуть еще некоторое количество воздуха (тоже 1,5 л), получившее название резервного воздуха. Итак, все объемы — дыхательный, дополнительный и резервный — входят в состав жизненной емкости легких. Они могут быть измерены спирометром. Остаточный воздух, как следует из вышесказанного, не может быть

измерен этим прибором. Специальное исследование показывает величину объема остаточного воздуха, равную 1 л. Таким образом, общая емкость легких и ее составные части расположатся следующим порядком:

Общая емкость легких 4500 куб. см.	{	Жизненная емкость	{	Дополнит. возд.	1500 куб. см.	
				3500 куб. см	Дыхательн. „	500 „ „
		Остаточный воздух		1000 куб. см	Резервный „	1500 „ „

Задаваясь вопросом о вентиляции легких, т. е. о способе обновления в них воздуха, физиология дыхания устанавливает, что легочный воздух по своему составу отличается от атмосферного воздуха: он содержит и при вдохе и при выдохе значительное количество углекислого газа (ок. 5%). Вдыхаемый воздух используется для дыхания не полностью. Часть его выдыхается тотчас же обратно, другая часть остается в легком и смешивается с легочным воздухом. Отношение объема воздуха, остающегося в легких после выдыха, ко всему объему воздуха в легких в данный момент называют коэффициентом вентиляции. Исследования показали, что на каждые 500 куб. см дыхательного воздуха 170 куб. см выдыхается обратно при выдыхании, а 330 куб. см остаются в легких и смешиваются с легочным воз-

духом. Если разделить 330 куб. см на общий объем (в который входят и резервный и остаточный воздух), то в результате получится коэффициент легочной вентиляции, равный всего 0,13. Величина эта меняется, в зависимости от емкости легких и дыхательного воздуха. Таким образом, полученный результат служит показателем того, насколько важно глубокое дыхание. Так, одно глубокое вдыхание лучше вентилирует легкие, чем два последующих вдыхания, общий объем которых равен объему одного глубокого дыхания.

Переходим теперь к химическим процессам дыхательного акта. Основной принцип здесь — поглощение из атмосферного воздуха кислорода и выделение углекислого газа и воды. Процесс дыхания совершенно схож с процессом горения: горение углерода животного тела за счет кислорода воздуха, происходит точно таким же образом, как горение свечи. Но не одни легкие служат местом этого горения.

Идея о „горении“, происходящем в человеческом организме при окислении углерода тела за счет кислорода воздуха, была впервые высказана знаменитым физиологом Лавуазье, полагавшим при этом, что местом этого окисления является легкое. Однако современная физиология устанавливает, что тот газообмен, который происходит в легких, служит лишь некоторой частью всего дыхательного процесса, исполняя работу по доставке крови кислорода и выделению из нее углекислого газа.

В общем окислительном процессе участвуют все ткани, клетки которых окисляются кислородом, доставляемым кровью, и следовательно играют роль бесчисленных очагов горения.

Вдыхаемый воздух претерпевает в легких физические и химические изменения. К физическим относятся изменения объема, температуры и влажности вдыхаемого воздуха.

Объем выдыхаемого воздуха всегда больше, чем вдыхаемого, вследствие поднятия его температуры и происходящего отсюда расширения. Если же привести выдыхаемый воздух к температуре и давлению окружающего воздуха (атмосферы), то оказывается, что выдыхаемый воздух будет занимать меньший объем, чем вошедший в легкие. Причиной является то обстоятельство, что в выдыхаемых продуктах горения будет меньше кислорода, чем во вдыхаемом воздухе, о чем подробнее будет сказано ниже.

Температура выдыхаемого воздуха будет почти равняться температуре тела, так как вдыхаемый воздух обогревается, приходя в соприкосновение со слизистыми оболочками дыхательных путей (носовой полости, трахеи, бронхов и легочных альвеол). Поэтому выдыхаемый воздух имеет всегда температуру в 35-36°, вне зависимости от температуры окружающего воздуха.

Такою же независимостью от условий внешней среды обладает и влажность выдыхаемого воздуха, оставаясь постоянной при тех больших колебаниях влажности, которые происходят у наружного воздуха. Степень влажности выдыхаемого воздуха соответствует насыщению водяным паром при данной температуре. Объясняется это тем, что воздух приходит в легких в соприкосновение с большой и притом влажной поверхностью. По температуре вдыхаемого и выдыхаемого воздуха можно подсчитать количество водяных паров, выделяемых легкими. Колеблясь в известных пределах, количество влаги, выделяемое с поверхности легких взрослого человека, составляет 500 г в сутки.

Переходя к химическим изменениям атмосферного воздуха при выдыхании, отметим, прежде всего, что этот воздух обладает постоянным, неизменяющимся составом, содержа 20,8 объемных частей кислорода и 79,2 части азота и аргона. Углекислого газа в воздухе содержатся лишь следы. В выдыхаемом же воздухе обнаруживается 16% кислорода и 4,4% углекислого газа. Таким образом, в этом воздухе кислорода становится на 4,8% меньше, чем в атмосферном воздухе, а углекислого газа на 4,4% больше (мы пренебрегаем теми следами углекислого газа, которые содержит атмосферный воздух). Выше указывалось, что объем так наз. дыхательного воздуха, т. е. воздуха, входящего в легкие при вдыхании и выходящего при выдыхании, составляет 500 куб. см. Отсюда легко вычислить, умножая 4,8 куб. см на 5, что количество кислорода, поглощаемое при каждом дыхательном движении, будет равно 24 куб. см. Принимая число дыханий в минуту равным 16, получаем, что человек поглощает в минуту 384 куб. см, а в час 23 литра кислорода. Совершенно таким же образом можно подсчитать, что выделяемое в час количество углекислого газа составляет 21 литр. Азот мы принимаем в процессе дыхания неизменным.

Полученные результаты говорят за то, что объем выдыхаемого воздуха меньше объема вдыхаемого, так как при неизменяемом количестве азота мы выделяем углекислого газа меньше, чем поглощаем кислорода. Следовательно, не весь поглощенный живым организмом кислород выделяется обратно в виде выдыхаемого углекислого газа, а некоторая часть идет на другие окислительные процессы, продуктом коих является не углекислый газ, а иные вещества.

Это соотношение количеств выделяемого углекислого газа и поглощаемого кислорода является характерной величиной, носящей название дыхательного коэффициента. Этот коэффициент будет меньше единицы, так как числитель дроби будет меньше знаменателя:  $\frac{CO_2}{O_2} < 1$ . Если мы подставим в эту дробь найденные для углекислого газа и кислорода величины, то получим:  $\frac{21}{23} = 0,9$ . Это значение дыхательного коэффициента подвергается небольшим колебаниям в зависимости от разных причин, в том числе и от рода пищи. Та убыль кислорода, на которую мы указывали выше, идет на сжигание водорода пищевых продуктов, и большее или меньшее содержание водорода в пище влияет на характер дыхательного коэффициента, то повышая его до 1, при преобладании углеводов в пище, то снижая его до значения 0,55, если пищевые продукты состоят главным образом из жиров.

Как мы уже говорили, в общем процессе дыхания легочный газообмен играет лишь частичную роль. Весьма важное значение имеют здесь те явления, которые происходят в крови и тканях. Изучение газообмена в крови весьма важно для уяснения того влияния, которое оказывает на организм человека ряд отравляющих веществ, как окись углерода и родственные ей газы промышленного характера.

Если, как мы уже знаем, в легких кровь насыщается кислородом и освобождается от углекислого газа, то в процессе прохождения крови по путям кровообращения она отдает тканям кислород и насыщается углекислым газом. Таким образом, как указывает проф. Э. Гедон, кровь является посредником между атмосферой и клетками тканей.

Механизм кровообращения состоит из центральной насосной установки—сердца, и сети трубопроводов, часть из коих (артерии) служит для доставки организму нагнетаемой сердцем крови, другая же часть (вены) для возврата крови обратно к сердцу. Эта сеть является не жесткой, а эластичной и, как доказано изысканиями Гашрека, Гюртле и др., может работать самостоятельно, независимо от сердца, помогая в значительной степени деятельности последнего.

У здорового человека кровь при нормальных условиях обегает все тело приблизительно в 23 сек., иначе говоря, при 16 дыханиях в минуту проходит за одно дыхание не менее шестой части всего пути. Эта высокая скорость движения крови необходима при больших мышечных напряжениях, когда кровь должна быстро снабжать работающие мускулы питательными веществами, в особенности кислородом. С другой стороны, эта скорость делает понятной быстроту действия отравляющих веществ. Доставив для сгорания в тканях питательные материалы и кислород из легких, кровь уносит продукты распада и окисления (углекислый газ) обратно к легким.

Часто сравнивают кислород с питательным или топливным веществом и потребление телом кислорода с процессом горения. В известном смысле это верно. Однако, сравнение это не может быть проводимо слишком далеко. Человек может голодать в течение нескольких дней, однако быть в состоянии выполнять довольно значительную работу и чувствовать себя сравнительно хорошо. Потребность организма в кислороде в течение какой-то минуты должна быть самое позднее в ближайшую минуту удовлетворена кровью и ее важной составной частью—красными кровяными шариками. Всякие нарушения этого принципа приводят к болезненному состоянию.

Роль крови в общем процессе дыхания, как посредника между атмосферой и клетками тканей, стала ясна лишь с тех пор, как Магнус открыл в 1838 году характер газообмена в крови и извлек содержащиеся в ней газы. Мы рассмотрим сначала, какие газы заключаются в крови, а затем вопрос о газообмене между кровью и легочным воздухом.

Газы, заключающиеся в крови, извлекаются для анализа при помощи вакуума, созданного ртутным насосом, после чего определяется количество углекислого газа поглощением едким калием, а содержание кислорода—путем поглощения фосфором или пирогаллом. Остаток будет состоять из азота. Содержание этих трех газов в артериальной и венозной крови получается в таком виде:

	O <sub>2</sub> (кислород)	CO <sub>2</sub> (углекислый газ)	N <sub>2</sub> (азот)
100 куб. см артериальной крови содержат . . .	20—24 куб. см	39 куб. см	1,5 куб. см
100 куб. см венозной крови состоят из . . . . .	8—12 куб. см	46 куб. см	1,5 куб. см

Из приведенных данных видно, что кислород и углекислый газ содержатся в обоих видах крови. Однако, содержание кислорода гораздо выше в артериальной крови, чем в венозной. Наоборот, углекислого газа содержится больше в венозной крови, чем в артериальной. Малое количество азота заключается в одинаковой степени и в той и другой крови. Венозная кровь в капиллярах легких распространяется на большую поверхность, которая, как было выше указано,

достигает 150 кв. м, и на этой поверхности соприкасается с вдыхаемым воздухом. Процесс газообмена между кровью и воздухом происходит через тонкую стенку капилляров по закону взаимного проникновения газов через пористую перегородку (диффузия). Вследствие того, что давление кислорода в легких гораздо выше, чем в венозной крови, переход кислорода из воздуха в кровь весьма облегчается. При этом важную роль играет красящее вещество крови, так наз. гемоглобин, о котором необходимо сделать несколько замечаний.

Гемоглобин отличается способностью поглощать кислород, при чем 100 г чистого гемоглобина поглощают 140 куб. см кислорода. В результате этого поглощения получается очень нестойкое соединение — оксигемоглобин. С окисью углерода, напротив, гемоглобин образует очень прочное соединение, так наз. карбоксигемоглобин, которое, к несчастью для человека, отличается большой устойчивостью и не поддается разрушению при помощи восстанавливающих веществ. Соединение это, вследствие своей прочности, ядовито, и с этим вопросом мы вплотную столкнемся при ознакомлении с отравляющим действием окиси углерода.

Итак, вследствие повышенного давления кислорода в легочном воздухе, по сравнению с давлением кислорода в венозной крови, и по причине химического сродства гемоглобина с кислородом, последний переходит из вдыхаемого воздуха в кровь.

В процессе выделения углекислого газа из крови также играет роль разность давлений этого газа в крови и в легочном воздухе. Так как в атмосферном воздухе углекислого газа имеются лишь следы, а в легочном воздухе незначительный процент, то всегда существует превышение давления в крови, и газ этот постоянно имеет тенденцию выделяться из крови, где давление его выше, и переходить в легочный воздух, где давление незначительно. Этот переход углекислого газа происходит в момент вдоха, при поступлении в легкие атмосферного воздуха. При этом обмене уравниваются давления газа в крови и воздухе и оттекающая от легких кровь (артериальная) содержит углекислый газ ровно под таким же давлением, как и легочный воздух.

Как уже было указано, главная работа окислительного процесса, того процесса горения, который происходит у каждого живого организма, совершается в тканях, куда кислород доставляется кровью.

Сама кровь поглощает очень мало кислорода, что доказывается почти одинаковым содержанием кислорода как в крови аорты, так и в крови мелких артерий<sup>2</sup>. Отсюда следует, что кровь является лишь хранителем, но не потребителем кислорода. Окисление же происходит в тканях.

Механизм газообмена между кровью и тканями основан на разности давлений в двух средах, совершенно подобно тому процессу легочного газообмена, о котором мы говорили. Таким же точно способом протекает переход кислорода крови в ткани и обратный отход углекислого газа из тканей в кровь.

Таким образом, из всего сказанного следует, что все процессы перехода газов из атмосферного воздуха через кровь в ткани и обратно из тканей в атмосферный воздух происходят в силу разных

<sup>2</sup> Prof. E. Hèdon. „Précis de physiologie“.

давлений газов. Давление газов в различных частях дыхательной системы определено в следующем виде:

Атмосфера	Легочный воздух	Кровь	Ткани
$O_2 \rightleftharpoons \begin{matrix} 20,9\% \\ 0 \end{matrix} \text{ атм.} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix}$	$\begin{matrix} 18\% > \\ 2,8\% < \end{matrix}$	$\begin{matrix} 14\% > \\ 3,8-5,4\% < \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5-9\% \end{matrix} \rightleftharpoons CO$

Что касается интенсивности газообмена, то количество поглощаемого кислорода и выделяемого углекислого газа не остается постоянным, а значительно изменяется в зависимости от ряда причин. Наиболее важным из физических факторов является влияние температуры окружающей среды. У человека холод вызывает повышение газообмена, и зимою мы поглощаем больше кислорода и выделяем больше углекислого газа, чем летом. Освещенность также играет здесь роль. В темноте животные меньше поглощают кислорода и меньше выделяют углекислого газа, чем на свету. Физиологические условия выражаются во влиянии индивидуальных особенностей (пол, возраст, рост и пр.), а для одного и того же организма—различных физиологических состояний, как то: работа, пищеварение, сон, бодрствование и т. д.

Влияние возраста выражается в том, что интенсивность газообмена увеличивается с возрастом, при чем это увеличение доходит приблизительно до 32 лет, после чего она остается на одном уровне, уменьшаясь к старости. У мужчин, при прочих равных условиях, газообмен протекает сильнее, чем у женщин. Вес тела человека также влияет на газообмен. Если отнести количество кислорода к единице веса (1 кг) и единице времени (1 час), то, как показывают специальные опыты, человек потребляет 300 куб. см кислорода на 1 кг веса его тела в 1 час. Влияние сна выражается в ослаблении газообмена, при чем характерно то обстоятельство, что во время сна поглощение кислорода уменьшается не столь сильно, как выделение углекислого газа

и дыхательный коэффициент  $\frac{CO_2}{O_2}$  значительно падает. Отсюда можно заключить об аккумуляции кислорода в теле во время сна, чем отчасти можно объяснить благотворное действие сна на организм. Обратная картина наблюдается при мышечной работе—она усиливает газообмен и увеличивает дыхательный коэффициент. Это обстоятельство следует иметь в виду при всяких изысканиях методов защиты органов дыхания у рабочих. Пищеварительный процесс усиливает газообмен. О влиянии рода гици было указано выше.

Что касается управления дыхательными движениями, то последние принадлежат к произвольным движениям. Воля человека оказывает на них известное влияние, но только в ограниченных пределах: мы можем на время задержать дыхание, остановить же его полностью не можем, даже путем сильного напряжения воли. Мы в состоянии лишь изменять ритм, частоту и глубину дыхания и этим ограничиваются функции нашей воли. Так же, как и другие рефлекторные акты, дыхание при обычных условиях происходит без всякого участия сознания. Оно продолжается во время сна, при наркозе, в бессознательном состоянии, иначе говоря, при тех обстоятельствах, когда сознание исчезает. Более того, дыхание наблюдалось у тех уродов детей, которые от рождения были лишены больших полушарий головного мозга. Исследования показали, что нервный центр, управляющий дыхательными движениями, расположен в продолговатом мозгу,

ка дне так наз. четвертого желудочка. Этот участок, по величине не более булавочной головки, носит название дыхательного центра. Работа этого центра происходит совершенно автоматически, вне зависимости от влияния головного мозга и нервов периферии. Единственным раздражителем дыхательного центра является омывающая его кровь. Доказано, что газовый состав крови непосредственно влияет на дыхательный центр, раздражая его углекислым газом крови. Поэтому при скоплении углекислого газа в крови дыхание становится судорожным, глубоким и частым. Об этом обстоятельстве мы вспомним, когда будем знакомиться с методами оживления мнимо-умерших.

Как указывает проф. В. В. Завьялов, дыхательный центр продолговатого мозга, раздражаясь протекающей по сосудам кровью, приходит в состояние непрерывного возбуждения. Благодаря этому, а также раздражению блуждающего нерва, происходят судороги диафрагмы (дыхательные движения). Такова картина работы дыхательного механизма.

## ГЛАВА II

### РАССТРОЙСТВА ДЫХАТЕЛЬНОГО АКТА

#### Влияние ненормального давления воздуха

При постепенном увеличении давления окружающей среды до известного предела, достигающего даже 5 атмосфер, человеческий организм переносит такое изменение привычного давления сравнительно легко. Работа водолазов на большой глубине и кессонных рабочих, работа коих происходит под большим воздушным давлением, является примером деятельности человека при постепенно повышающемся до указанного предела давлении. Опытным путем установлено, что животные выдерживают давление, повышаемое до 18 атмосфер. Пределом, вызывающим смерть, при сильных судорогах, является давление в 20 атмосфер. Как указывает цитированный нами проф. Э. Гедон, этот результат не зависит от какого бы то ни было химического действия газов воздуха. Здесь выявляется интересный факт, носящий парадоксальный характер. Кислород, этот живительный источник, поддерживающий дыхание, становится под большим давлением ядовитым для всех живых организмов — животных, растений, бродильных грибков, так как при высоком давлении прекращается физиологическое окисление. Получается такое явление, что усиленное поступление кислорода к тканям служит препятствием потреблению кислорода. Опытом, иллюстрирующим этот странный факт, является сжигание фосфора. На воздухе он горит ярким пламенем, в атмосфере же чистого кислорода не окисляется. Таким образом, вредное действие сжатого воздуха вызывается высоким парциальным давлением кислорода в таком воздухе. Отсюда становится понятным, почему животное, выдерживающее в воздухе давление в 18 атмосфер, погибает в чистом кислороде при давлении в 5,5 атмосфер.

Как было указано, непременным условием безболезненности пребывания в среде высокого давления является постепенный к нему переход, влекущий за собой медленное приспособление организма

к изменяющимся условиям давления. Такая же постепенность должна соблюдаться и при обратном переходе к нормальному атмосферному давлению. Быстрый переход вызывает большую опасность для жизни, а очень быстрый—мгновенную смерть. Причиной этого, как указывает проф. Э. Гедон, являются газы (главным образом азот), растворенные в крови под большим давлением и выделяющиеся при переходе к обычному атмосферному давлению в виде пузырьков, закупоривающих капилляры. Это ведет к остановке кровообращения. Если быстро извлечь на поверхность моря морское животное, живущее на больших глубинах, то оно быстро погибает, вследствие разрыва тканей внутренним давлением массы газовых пузырьков, пронизывающих тело животного. Вредное влияние быстрого перехода от высокого давления к нормальному учитывается и в водолазных и кессонных работах, где подъем рабочих на поверхность происходит медленно, с соблюдением необходимой осторожности.

Переходя к влиянию на организм уменьшения нормального давления, необходимо отметить, что уменьшение давления влечет за собой смерть животного от асфиксии (удушья). Этот момент наступает тогда, когда парциальное давление кислорода становится столь малым, что кровь перестает поглощать этот газ. Люди, поднимающиеся на высокие горы, начинают на высоте 3000—4000 м испытывать так называемую болезнь, проявляющуюся в мышечной слабости, одышке, учащении сердцебиения, шуме в ушах, головокружении, тошноте, рвоте. При подъеме на более значительные высоты начинается кровоизлияние на слизистых оболочках. При полете на аэростатах или самолетах, вследствие отсутствия физической работы, люди начинают испытывать болезненные явления на более высоком уровне, чем при восхождении на горы, а именно, на высоте в 6000 м. Исторический полет на воздушном шаре „Зенит“ в 1875 году Спинелли, Сивеля и Тиссандье, когда в живых остался лишь один последний, показал, что тяжелые болезненные явления начались у воздухоплавателей на высоте в 7500 м, смерть же постигла двоих из них в пределах между этим уровнем и максимальной достигнутой шаром высотой в 8600 м. Здесь мы имели случай постепенного уменьшения давления, и причина смерти людей лежит в иных условиях, чем при внезапном уменьшении давления. Выделение газов в кровеносных сосудах здесь не имеет места, а смерть наступает вследствие уменьшения количества кислорода в крови, вызванного понижением парциального давления этого газа в атмосфере. Как показывают исследования В. Мюллера, в атмосфере, содержащей 14% кислорода, животные могут жить довольно долго. При содержании кислорода, равном 7%, они испытывают болезненные явления, при падении количества кислорода до 3% наступает смерть. Исследования П. Бэра показали, что вдыхание чистого кислорода уничтожает болезненные явления, вызванные пониженным атмосферным давлением, вследствие чего названный ученый рекомендует воздухоплавателям применять это средство при полетах на высоту.

### Асфиксия

При накапливании по какой-либо причине углекислого газа в крови, дыхательные движения, как мы указывали, становятся более глубокими и учащенными, иначе говоря, легочная вентиляция усили-

ается. Кровь при этом как бы стремится освободиться от избытка углекислого газа, потребность организма в дыхании максимально величивается и дыхательные движения приобретают судорожный характер. Если организм при этом не сможет очистить кровь, то болезненные явления усиливаются и приводят к смерти от асфиксии (удушья).

Асфиксия, вследствие недостатка кислорода, происходит при утоплении, повешении, закупорке гортани или трахеи, сдавливании грудной клетки, вдыхании индифферентного газа (азота, водорода). Углекислый газ в этом случае действует, как указывает проф. Э. Гедон, не только как раздражитель дыхательного центра, но и других центров продолговатого мозга, так как в стадии асфиксии наблюдается значительное замедление деятельности сердца, повышение кровяного давления, обильное выделение слюны и пота, расширение зрачков. За этой стадией тотчас же наступает паралитический период асфиксии, сопровождающийся потерей сознания и остановкой дыхательных движений. Некоторое время после остановки дыхания продолжаются значительно ускоренные сердцебиения, но постепенно они замедляются, кровяное давление падает, пока не наступит момент окончательной остановки сердца. У животного, умершего от асфиксии, кровь имеет черный цвет и по химическому составу показывает лишь недостаток кислорода, в то время как содержание углекислого газа в ней превышает количество этого газа в венозной крови обыкновенного состава. Возможность оставаться без дыхания (продолжительность асфиксии) бывает разной у различных животных. Некоторые люди — профессиональные пловцы, искатели жемчуга — могут оставаться под водой более 2 минут. Бывают случаи, когда удавалось вернуть к жизни людей, проведенных под водой свыше 10 минут. Повидимому, в начале асфиксии наступало обморочное состояние, сопровождающееся ограниченным потреблением кислорода. Если же человек или животное в периоде асфиксии бьется, производит сильные мышечные движения, то смерть наступает гораздо быстрее, так как при этом значительно увеличивается потребление кислорода тканями.

Если животное находится в закрытом ограниченном пространстве, в котором содержание кислорода постепенно падает, то мы будем иметь также случаи асфиксии, хотя и протекающей гораздо медленнее, чем в предыдущих случаях внезапного наступления удушья. Как указывает проф. Э. Гедон, медленно наступающая асфиксия обнаруживается симптомами, отличными от вышеописанных. Действительно, при асфиксии, наступившей вследствие прекращения доступа воздуха (замыкание трахеи) или вдыхания индифферентного газа, смерть вызывается полным отсутствием кислорода в крови и быстрым накоплением в ней углекислого газа. Если же имеется налицо медленно протекающая асфиксия, вызываемая тем обстоятельством, что вдыхаемый воздух представляет собой смесь кислорода с углекислым газом, то здесь фактически будут играть роль те же самые моменты, но самый характер течения процесса будет иной и главную роль в нем будет играть наркотическое действие углекислого газа. Животное, помещенное в герметически закрытое ограниченное пространство, по мере порчи воздуха будет постепенно впадать в сон, заканчивающийся смертью. Свеча в окружающем это животное воздухе будет тухнуть гораздо раньше, чем наступит смерть. Между тем содержание кислорода в этом воздухе еще оставалось бы доста-

точным для поддержания жизни, если бы углекислый газ подвергался удалению, по мере его образования. При таких условиях животные выживают гораздо дольше и смерть наступает лишь при полном почти израсходовании кислорода. Исследования П. Бэра показали, что млекопитающие умирают при падении концентрации кислорода в воздухе до 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Непригодность для дыхания выдыхаемого воздуха обуславливается не только содержанием углекислого газа, но и насыщенностью водяными парами и загрязнением различными летучими ядовитыми веществами. Отсюда ясна необходимость обеспечения каждому человеку, находящемуся в закрытом помещении, определенного объема воздуха. Исходя из того обстоятельства, что содержащиеся в выдыхаемом воздухе 4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> углекислого газа являются вредной концентрацией, можно подсчитать то количество чистого воздуха, которое должно быть доставлено каждому человеку в течение часа, чтобы парализовать вредное влияние окружающей среды. Это количество чистого воздуха составляет не менее 4 куб. м. Учитывая же окисление всевозможных органических веществ, гигиенисты определяют минимальное потребное для взрослого человека количество воздуха в 10 куб. м в час.

Для изучения влияния недостатка кислорода интересно ознакомиться с исследованиями Гендерсона и Пауля, научных сотрудников американского Горного бюро.

Первый опыт заключался в дыхании воздухом, заключенным в 40-литровом закрытом мешке, при чем дыхание производилось в состоянии покоя. Выдыхаемый углекислый газ связывался калиевым патроном, так что опыт заключался в изучении влияния постепенного падения количества кислорода. Продолжительность опыта составляла 18 минут. Никаких влияний на испытуемое лицо (молодой мужчина) не наблюдалось до тех пор, пока содержание кислорода не упало до критической границы в 13%. После 12-ой минуты губы субъекта стали синими, руки стали дрожать так сильно, что не были в состоянии что-либо держать. При последних 3—4 минутах человек впал в возбужденное состояние, стал размахивать руками и пробовал говорить. Несмотря на такое состояние, он не хотел, чтобы опыт был прерван, так как он сам не сознавал, как это обычно бывает при недостатке кислорода или отравлении окисью углерода, опасности своего положения. У него не проявлялось склонности впасть в бессознательное состояние, но он вел и чувствовал себя, как человек, находящийся под влиянием алкоголя. Когда у него вынули мундштук изо рта, он сделал несколько вдохов и казался в течение нескольких секунд впадшим в бессознательное состояние. В продолжение короткого времени он не был в состоянии стоять или ходить и нуждался в поддержке. На другой день он чувствовал себя как будто оглушенным. Каждое движение сопровождалось чувствительной головной болью. Два дня спустя эти явления полностью исчезли. Анализы показали, что воздух в испытуемом мешке за 2 минуты до конца опыта содержал 7,55% кислорода и 0,16% углекислого газа, а по окончании опыта 6,1% кислорода и 1,54% углекислого газа.

Второй опыт заключался в дыхании воздухом из закрытого резервуара во время работы. Молодой мужчина был усажен на неподвижный велосипед, на котором совершал обычные движения велосипедиста. Выдыхаемый углекислый газ был и в этом случае улавливаем.

Было условлено, что в резервуаре будет находиться кислород. Однако, нарочно, в нем был заключен воздух. После пары минут сильного напряжения велосипедиста, содержание кислорода в мешке уже так сильно упало, что человек, не знавший о замене содержимого резервуара, внезапно потерял сознание, упал с велосипеда и забился в судорогах. На свежем воздухе он пришел в себя через несколько минут и чувствовал лишь легкую головную боль. Он не помнил того, что с ним произошло.

Третий опыт касался дыхания воздухом из закрытого резервуара в состоянии покоя. Испытуемый субъект, молодой человек, был предупрежден о недопустимости слишком длительного проведения опыта. Так как он, однако, не чувствовал чего-либо опасного в своем состоянии, он продолжал опыт, несмотря на то, что его губы посинели и руки стало сводить судорогами. На просьбы прекратить опыт он отвечал, что чувствует себя хорошо. Несколькими минутами позже он впал в обморочное состояние и был вынужден отлеживаться несколько часов. В течение первого часа у него наблюдалось неравномерное, прерывистое дыхание, сменявшееся периодами бессознательного состояния, после чего у субъекта появилась сильная головная боль.

В связи с этими опытами следует упомянуть и приводимые Гендерсоном и Паулем случаи из повседневной практической работы.

Один из членов горноспасательной команды, поспешивший на помощь товарищу, забыл открыть кислородный вентиль своего дыхательного аппарата и упал без чувств, сделав несколько шагов после входа в штольню. На свежем воздухе он тотчас же пришел в себя и, открыв кислородный вентиль, вновь принял участие в спасательной работе.

Другой человек, также в дыхательном аппарате, забыл открыть кислородный вентиль при входе в газовую камеру и впал в бессознательное состояние. Доставленный на свежий воздух и освобожденный от своего аппарата, он оставался еще три минуты оглушенным. Придя в себя, он не имел никакого понятия о том, что с ним произошло.

Начальник спасательного отряда, начав практические занятия, забыл открыть кислородный вентиль и упал без чувств еще на открытом воздухе, пройдя шагов 30—40. Сознание опасности не проявилось у него настолько, чтобы поднести руку к носу и сорвать носовой зажим, что дало бы ему возможность дышать свежим воздухом.

Приведенные описания опытов и случаев из практики объясняют характер некоторых несчастных случаев с носителями дыхательных аппаратов, часто остававшихся непонятными. Отметим здесь, что величайшая опасность отравления окисью углерода или равнозначющего недостатка кислорода в воздухе заключается в полном отсутствии каких-либо предупреждающих явлений. Человек чувствует себя сначала как бы опьяненным, но вскоре же впадает в бессознательное состояние.

С повышением содержания в воздухе углекислого газа наступает сильное стеснение дыхания с головокружением и шумом в ушах. Следствием является обморок и повышение кровяного давления. Если же повышение количества углекислого газа продолжается, то начинают проявляться признаки паралича. Дыхательные движения делаются замедленными, давление в крови уменьшается, температура падает, и наступает смерть.

Человек в совершенно спокойном, сидячем положении может вдыхать до 3% углекислого газа, не ощущая недостатка в дыхании. Однако точными измерениями при этом устанавливается, что количество дыхательного воздуха значительно увеличивается. Если при этом содержании углекислого газа (3%) мы захотим проделывать какую-либо работу, то будем чувствовать свои движения сильно связанными, а дыхание — затруднительным. При содержании этого газа, превышающем 5%, какая-либо серьезная производительность труда уже становится невозможной. Все усилия человека будут направлены на поддержание правильного дыхания. Количество углекислого газа в воздухе, превышающее 8%, наряду с сильнейшим недостатком дыхания, вызывает колючие головные боли, слабость и затемнение зрения. Несмотря на то, что непосредственная опасность для жизни при высокой концентрации углекислого газа не так велика, как при недостатке кислорода, и последствия в первом случае проходят в течение минут, а во втором продолжаются часами, все же непосредственное отравляющее действие и ослабление сознания будут в обоих случаях почти тождественны.

Опубликованные германским специалистом инж. М. Гаусман в горном и горнозаводском журнале „Glückauf“ результаты исследования влияния высоких содержаний углекислого газа в дыхательном воздухе показали следующее.

Первый опыт заключался в дыхании воздухом из 40-литрового мешка, в спокойном состоянии. Испытуемый субъект дышал из упомянутого мешка, сидя на стуле. Спустя одну минуту дыхание сделалось заметно глубже, однако, не ускоряясь при этом. После двух минут дыхание стало максимально глубоким и получило ускорение. Через 3½ минуты насчитывалось 40 дыханий в минуту и наступил сильный недостаток дыхания. Лицо стало гореть и обнаружилось выступление пота. Опыт был прерван. Анализ воздуха в мешке показал наличие 17,49% кислорода и 3,81% углекислого газа. Следовательно, воздействие на организм должно быть отнесено здесь на счет слишком высокого содержания углекислого газа, так как недостаток кислорода, как мы уже знаем, становится ощутимым лишь при содержании меньшем 13%. То обстоятельство, что концентрация кислорода была здесь достаточной, выявляется также из того факта, что губы испытуемого субъекта полностью сохранили свой красный цвет.

Второй опыт проводился таким образом, что вдыхание производилось из 65-литрового воздушного мешка, а выдыхание — в атмосферу. Испытуемый субъект до того сидел 10 минут спокойно, затем начал вдыхать через клапан из мешка, наполненного свежим воздухом, выдыхая в атмосферу. Мешок оказался израсходованным через 5 минут.

Опыт был повторен, но мешок был наполнен воздухом, содержащим 2,2% углекислого газа. Мешок на этот раз был опустошен через 2½ минуты.

Наконец, третье испытание было произведено на ходу со скоростью ок. 5 км в час. Мешок, содержащий чистый воздух, был израсходован полностью в 2 мин. 22 сек., а будучи наполнен смесью с 4,4% углекислого газа — всего лишь в 1½ минуты.

Все эти опыты, иллюстрирующие вредные влияния недостатка кислорода и примеси углекислого газа, дают в высшей степени ценные практические результаты при конструировании дыхательных аппаратов

закрытого (изоляционного) типа. В соответствующем отделе книги мы вернемся к этому вопросу.

Явления асфиксии, вызванные примесью к дыхательному воздуху пыли и газов, служат основным исходным моментом в вопросе защиты органов дыхания. В процессе изложения материала мы будем неоднократно затрагивать этот момент, посвятив особо разработанную часть вредному влиянию окиси углерода, как опаснейшему по своим свойствам отравляющему веществу.

### ГЛАВА III

## КОЛЛЕКТИВНАЯ ЗАЩИТА ОТ ДЫМА И ГАЗОВ

Защита органов дыхания от вредного воздействия пыли, дыма и газов легче всего осуществляется коллективным путем, т. е. посредством защиты определенной массы людей одним общим мероприятием. Сюда можно отнести естественную и искусственную вентиляцию мастерской, отсасывание пыли и газов эксгаустерами, вентилярование рудников, шахт, туннелей, устройство газоубежищ, специальные работы пожарных по выпуску дыма на пожаре. И если всевозможные вентиляционные устройства стационарного, промышленного типа представляют собою заранее рассчитанные и сконструированные системы, то задача коллективной защиты пожарных должна решаться на месте, в трудных и изменчивых условиях пожара. Удаление дыма и газов из

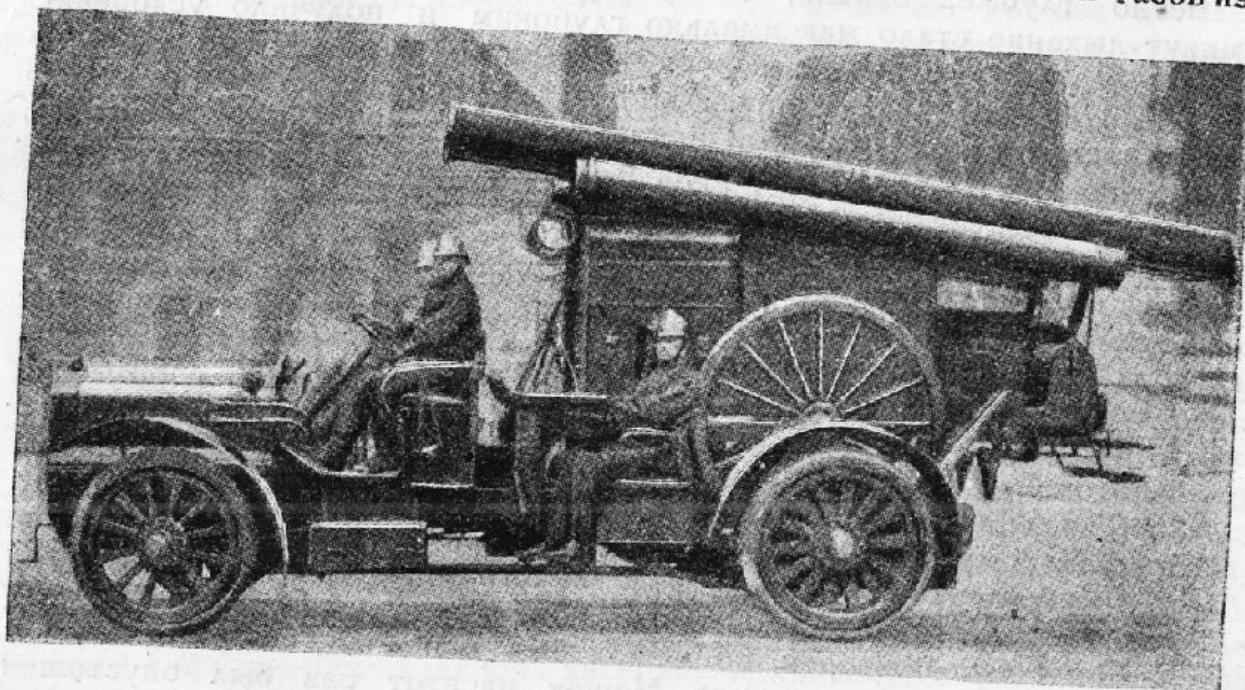


Рис. 4. Дымо-рефулер Парижской пожарной команды.

горящих и смежных с ними помещений представляет собою не только вопрос облегчения условий работы пожарных, но одновременно ведет к решению основной задачи—скорейшей ликвидации пожара. От быстрого и удачного выпуска дыма часто зависит и судьба оставшихся в помещениях людей, розыск и спасение которых находятся в зависимости от степени задымления и крайне усложняются при наличии

густого дыма. Необходимо отметить и чисто моральное впечатление надымленности на окружающих, впадающих в панику при распространении дыма по зданию.

Для выпуска дыма на пожаре прибегают к созданию побудительных причин для естественной вентиляции. Сюда относится открытие окон (если оно возможно), удаление стекол в верхних фрамугах, вскрытие крыши и даже в особо-серьезных случаях—пробивка междуэтажных перекрытий. Разумеется, что для достижения энергичного удаления дыма требуется одновременное обеспечение притока свежего воздуха снизу, путем открывания дверей, окон нижнего этажа и т. д. На первый взгляд может показаться, что создание такой циркуляции воздуха будет означать усиленный приток воздуха к горящим помещениям и более сильное горение. Однако, именно выпуск дыма и будет, как мы сказали, облегчать тушение пожара, так что незначительным увеличением интенсивности горения можно будет вполне уверенно пренебречь.

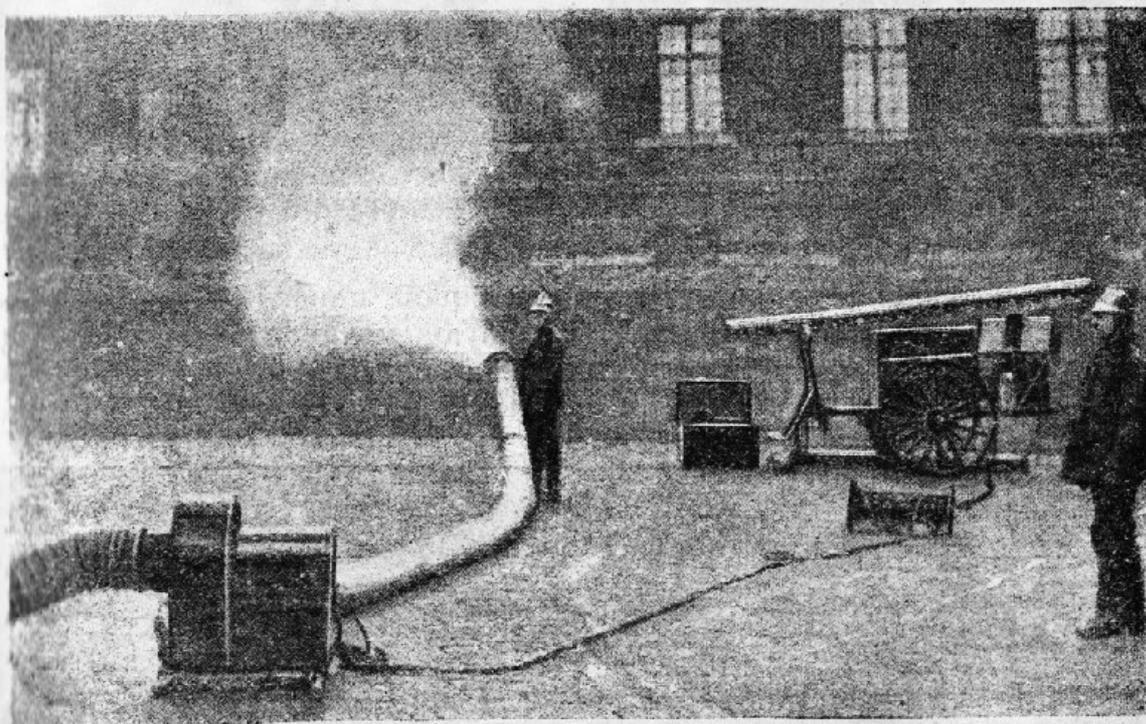


Рис. 5. Вентиляторный агрегат в действии.

Все эти мероприятия приводят, как мы видим, к созданию естественной вентиляции для удаления дыма и газов из помещений. Однако, такая вентиляция не везде достижима. Подвалы с их тяжелыми коренными сводами или бетонными перекрытиями, складочные помещения без окон или с окнами на очень большой высоте, туннели, подземные сооружения и т. д. представляют зачастую непреодолимые трудности в смысле удаления дыма и газов. Отсюда ясно стремление технической мысли создать такие приборы, которые в этих трудных условиях вызвали бы вентиляцию чисто принудительным механическим путем. Во Франции эта идея особенно привилась и нашла свое выражение в специальной аппаратуре Парижской пожарной команды. Приборы для удаления дыма вывозятся на автососах и представляют собой гидравлические вентиляторы, работающие водопроводным да-

влением и отсасывающие дым с места пожара. Помимо этих приборов, имеющих в каждой пожарной части, команда обладает одним мощным агрегатом, устройство которого сводится к следующему (рис. 4, 5, 6 и 7).

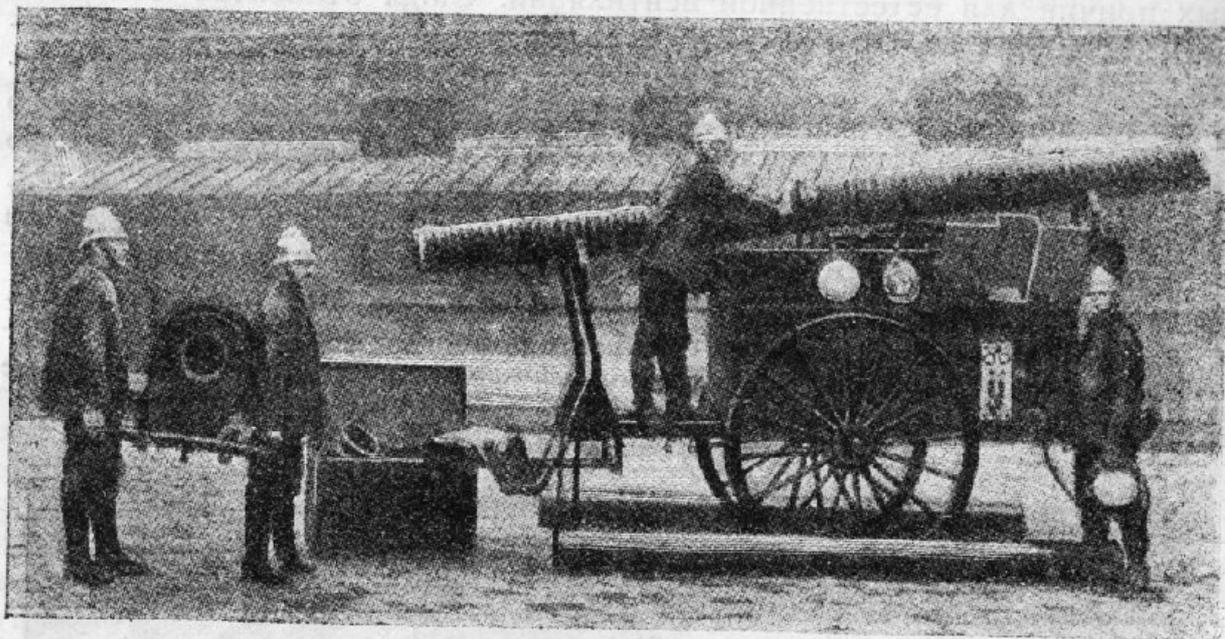


Рис. 6. Сборка дымо-рефулера перед возвращением с пожара.

На автомобиле, представляющем собой принятой в Парижской команде тип машины, везущей съемную механическую лестницу, вместо лестницы помещена съемная тележка, на которой установлен агрегат из бензинового мотора и динамо постоянного тока, дающей

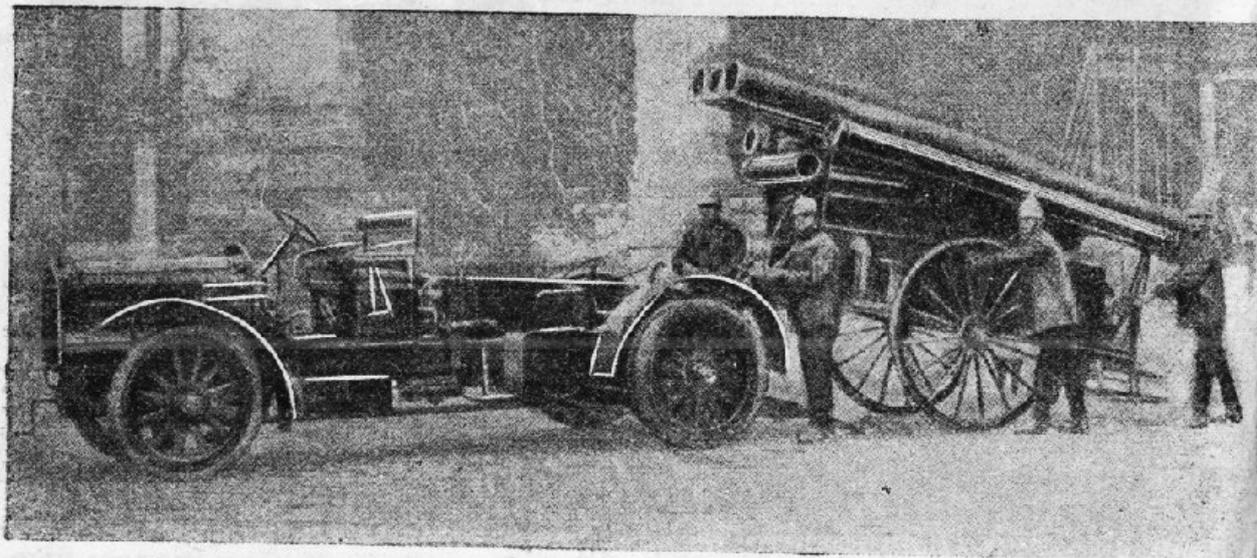


Рис. 7. Подъем дымо-рефулера на автомобиль.

13 ампер при 110 в. Эта электрическая станция служит для питания дымо-сосного вентилятора или ряда осветительных приборов, при чем ее мощности хватает для одновременного питания всех этих приемников. Передача энергии производится при помощи кабеля длиной в 70 м.

Самый вентилятор (дымо-рефулер) представляет собою электро-вентиляторную группу из мотора мощностью в 1 кв. и центробежного вентилятора, дающего при 2000 оборотах в минуту 30 куб. м воздуха при давлении в 55 мм. Рукава применяются здесь трех типов: жесткие, полужесткие и мягкие общей длиной в 60 м. В зависимости от направления вращения вентилятор работает или на всасывание, удаляя из помещения дым или газы, или на нагнетание, для обновления воздуха в помещениях, наполненных аммиаком, сернистым ангидридом, ацетиленом, светильным газом и т. д. Персонал, обслуживающий этот ход, состоит из капрала и троих рядовых. Работа электрического агрегата может происходить как на самом автомобиле, так и в любом месте, куда съемный ход доставляется вручную на своих колесах. Вентиляторная группа переносится двумя людьми поближе к месту пожара для экономии в линии дымоотсасывающих рукавов.

Оценивая работу такого дымо-рефулера, можно сказать, что в специальных особо трудных случаях задымления и отравления воздуха такой прибор может принести заметную пользу. Это случаи высокой концентрации дыма и газов в помещении малой кубатуры и невозможности быстрого удаления этих отравляющих веществ методом естественной вентиляции. Что же касается случаев широко распространенного задымления большого многоэтажного дома, с заполнением дымом лестничных клеток и этажей, то здесь, разумеется, эффект работы дымо-рефулеров будет сведен к минимуму, и в крайнем случае может выразиться лишь в частичном облегчении задымленности небольшого участка пожара. С другой же стороны, большой прогресс в технике дыхательных приборов индивидуального характера облегчает решение тактических задач по тушению пожара без применения громоздких механических методов коллективной защиты.

## ГЛАВА IV

### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА

#### Общие положения. Метод фильтрации

Во всех тех случаях борьбы с вредным влиянием опасных примесей и газов на органы дыхания людей, когда метод коллективной защиты оказывается недостигающим цели, приходится основывать защиту на индивидуальном методе путем снабжения каждого человека, находящегося в опасной зоне, отдельным дыхательным прибором.

Дыхательные приборы можно разделить на следующие категории:

1. Приборы, в которых осуществлен метод изоляции органов дыхания человека от окружающего воздуха.

2. Приборы, работающие по методу фильтрации испорченного воздуха, для очищения последнего от вредных примесей.

Первые из этих приборов, работающие на принципе изоляции, в свою очередь разделяются на свободно переносимые, закрытые аппараты, содержащие в себе необходимый запас кислорода или воздуха на определенную продолжительность действия (пример — аппарат Дрегера), и на аппараты, получающие свежий воздух извне при помо-

щи рукава и потому являющиеся связанными при своем перемещении длиной этого рукава (пример — аппарат Кенига).

Что же касается приборов, фильтрующего типа, то человек, пользующийся этим прибором, дышит окружающим воздухом, который в фильтрующем приспособлении прибора освобождается от вредных примесей. Приборы эти свободно переносимы, открытого типа, более портативны и дешевле, чем изоляционные приборы, обладают большей продолжительностью действия. Применимы эти приборы лишь в такой среде, где еще имеется достаточно кислорода для дыхания, так как они не производят кислорода, а только делают кислород окружающего воздуха годным для дыхания (пример — маски Дегеа, военные противогазы).

В отношении приборов фильтрующего типа мы будем различать два разряда: легких фильтрующих приборов или респираторов, находящихся применение в сравнительно неопасной обстановке, и тяжелых фильтрующих приборов или газовых масок, служащих для защиты от опасных отравляющих примесей высокой концентрации.

Из сказанного вытекают следующие основные линии организации защиты дыхательных органов.

1. При появлении пыли и отравляющих газов умеренной концентрации, которые могут, в случае нужды, быть терпимы и без защитных средств, но оказывают неприятное раздражающее влияние и постепенно ведут к хроническим заболеваниям, должны применяться легкие приборы или респираторы.

2. Всюду, где следует опасаться тяжелых отравлений газами, но где можно надеяться на достаточное содержание кислорода в воздухе (не ниже 15—13%), можно применять тяжелые фильтрующие приборы или газовые маски.

3. В случаях, когда в воздухе имеется недостаток кислорода, должны быть пущены в ход изолирующие приборы закрытого типа.

4. Там, где отравленное газами помещение можно соединить со свободным от газов наружным пространством, при помощи короткого и надежного рукава, применимы изолирующие приборы с доставкой свежего воздуха извне.

Таким образом, приборы изолирующего типа имеют специальное назначение и служат главным образом для спасательных целей. Газовые же маски и респираторы являются приборами рабочего характера и рассчитаны на массовое употребление. К рассмотрению этих приборов мы сейчас и перейдем.

При создании фильтрующих приборов стремление конструкторов было направлено в сторону выработки возможно более легких приборов, обладающих таким простым устройством, которое позволяло бы необученному рабочему надевать и носить во время работы такой прибор после краткого объяснения способа его употребления. Большой сдвиг в деле создания современной газовой маски произошел в результате войны, вызвавшей к жизни совершенно новую отрасль промышленности — изготовление противогазов. Предприятия, изготавливавшие военные противогазы, использовали свой опыт и производственные достижения, приступив после войны к выпуску фильтрующих приборов, построенных по принципам военных противогазов и направленных на борьбу с профессиональными вредностями на производстве и в пожарном деле. И если современная промышленная и пожарная газовая маска непосредственно происходит от военного противогаса,

то зарождение самого принципа фильтрации ведет свое начало от гораздо более ранних времен. Как курьез можно отметить старинное германское правило, гласившее: „бери бороду в зубы и иди в дым“. Далее, первыми примитивными приборами были губчатые повязки, к слову сказать, дошедшие в русском пожарном деле до наших времен. Прибор Генига (1880 г.) в виде мундштука (загубника), трубки и жестянки с губчатым фильтром может уже считаться прообразом фильтрующего прибора, наряду с более сложными приборами Шенкеля (Германия) и проф. Тиндалля и Шоу (Англия), с применением резиновых клапанов вдоха и выдыха и нескольких фильтрующих слоев (вата, крупинки древесного угля, губка). Не останавливаясь на постепенном развитии фильтрующих приборов, скажем, что газовая война резко изменила облик этого прибора, создав тип газовой маски, отвечающей целому ряду специальных требований, в отношении герметичности, защиты глаз, а самое главное—парализования вредных для дыхания примесей туманообразных и газообразных веществ.

Каждый фильтрующий прибор состоит из двух частей: собственно фильтра, освобождающего проходящий воздух от отравляющих веществ, и того приспособления (маска, мундштук), при помощи которого этот фильтр приключается к органам дыхания человека и которое своей герметичностью обеспечивает прохождение всего вдыхаемого воздуха исключительно через фильтр.

### Фильтр

В соответствии с характером отравляющих веществ и их концентрацией определяется величина фильтров, а отсюда и все устройство прибора. Для защиты от пыли и газов слабой концентрации достаточен фильтр объемом в 50 куб. см. Под „слабой концентрацией“ мы подразумеваем такое содержание примесей, при котором рабочий, как сказано выше, подвергается действию раздражающих веществ, вызывающих головную боль и ведущих к хроническим заболеваниям. Такой фильтрующий прибор, респиратор, представляет собою простейший тип приборов этого рода.

Фильтры приборов, предназначенных для более густой концентрации газов, являются более объемистыми, до 300 куб. см, и имеют характер отдельного, ввинчивающегося в маску патрона. Этот тип германских газовых масок является непосредственным преемником военного противогаза. Для защиты от окиси углерода и от туманообразных веществ, напр., выделяющихся при автогенной сварке и резке паров металла, применяются фильтры еще больших объемов, до 1 литра. При этом возникает тип прибора с отдельной фильтрующей коробкой, соединенной с маской при помощи рукава. Придерживаясь установленной выше классификации, мы отнесем первую группу (50 куб. см) к легким приборам, а вторую (300 куб. см) и третью (1000 куб. см)—к тяжелым.

Итак, вредные примеси, находящиеся во вдыхаемом воздухе, должны быть задержаны фильтром. Однако принципы, по которым происходит это задерживание, весьма различны и зависят от рода отравляющего вещества. По величине своих частиц эти вещества могут быть обозначены, как пыль, дым или туман и газ. Разница между этими понятиями видна из следующей таблицы:

Величина частиц		Обозначение	Свойства	Тип
Свыше 0,1 микр.	Свыше $1 \cdot 10^{-4}$ см	Крупные дисперсоиды	Микроскопически определяемы	Пыль
0,1 микр. до 1 микро-микр.	$1 \cdot 10^{-4}$ см до $1 \cdot 10^{-7}$ см	Коллоиды	Ультрамикроскопом определяемы	Дым и туман
Менее 1 микро-микр.	Менее $1 \cdot 10^{-7}$ см.	Молекулярные дисперсоиды	Неопределимы	Газы

Способы удержания частиц схематически показаны на рис. 8.

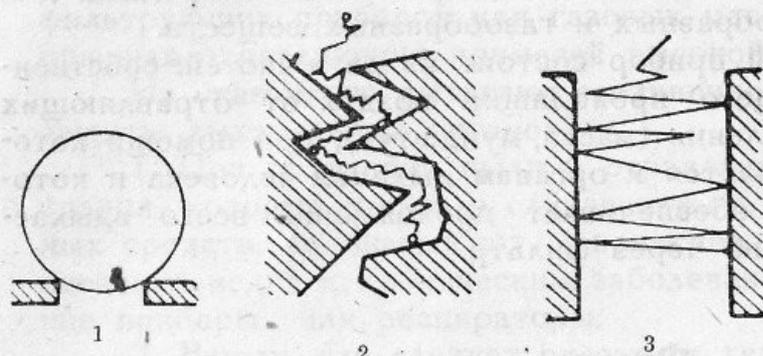


Рис. 8. Улавливание взвешенных частиц фильтром.

1. Пыль. Частицы оседают как бы на сите.

2. Дым и туман. Частицы удерживаются стенками, на которые они попадают, вследствие собственного движения.

3. Газы. Благодаря очень сильному собственному движению, частицы удерживаются на стенках даже весьма широких пор.

связывании отравляющих веществ при помощи определенных реагентов, пропитывающих пористый материал. Так, например, происходит нейтрализация кислотных газов при помощи основных веществ, находящихся в фильтре. Наконец, находят себе применение также катализаторы, которые сами в реакции не участвуют, но способствуют соединению отравляющего вещества с другим, находящимся в воздухе газом, что ведет к уничтожению вредного газа. Этот последний метод находит себе применение в фильтрах против окиси углерода. Здесь используется катализатор-окислитель, переводящий окись углерода при помощи кислорода воздуха в углекислоту.

### Маски

Приключение фильтра к лицу человека может быть произведено различными способами. Можно прежде всего применить мундштук (загубник). В этом случае нос зажимается особым зажимом и дыхание происходит только через фильтр и рот.

Далее применяется полумаска, закрывающая только рот и нос и оставляющая свободными глаза. Этот тип, как и предыдущий, следовательно, пригоден для тех случаев, где не требуется защита глаз.

Наконец, самым распространенным типом является полная маска, защищающая рот, нос, глаза и применяющаяся при серьезной газовой опасности.

Если приходится иметь дело с едкой пылью, от которой необходимо защитить голову, то предохранение это достигается при помощи особого головного покрывала.

Каким же образом происходит выдыхание воздуха? Этот важный вопрос может быть решен двояким образом: выпуском воздуха обратно сквозь фильтр или удалением его через выпускной клапан. Вообще говоря, следует избегать, насколько возможно, устройства выпускного клапана, как

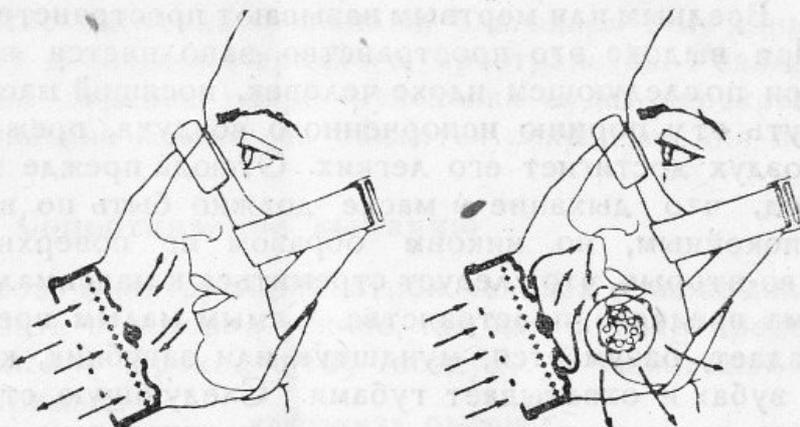


Рис. 9. Схема дыхания в газовой маске: 1 — дыхание маятниковое без клапана. 2 — клапанное дыхание.

лишней детали, усложняющей и удорожающей дыхательный прибор. Однако бывают случаи, когда наличие этого клапана диктуется необходимостью. Здесь могут представиться три основания к устройству клапана:

1. Опасение возможности повреждения фильтра сырым выдыхаемым воздухом.
2. Если сопротивление дыханию фильтра таково, что выход сквозь фильтр затруднит дыхание.
3. Если так наз. вредное пространство маски без применения клапана выдоха будет слишком велико.

Первый из перечисленных случаев имеет значение, например, для фильтра Дегеа против окиси углерода, так как применяющийся здесь катализатор чувствителен к сырости. Это обстоятельство и заставляет решать принципиально вопрос о необходимости клапанного дыхания. В известной степени это относится и к простому ватному фильтру респиратора, легко увлажняющемуся от сырости выдыхаемого воздуха, благодаря гигроскопичности ваты. Клапан выдоха помогает сохранять ватный фильтр сухим.

Второе обстоятельство может иметь место лишь у газовых масок с патронами, у которых сопротивление дыханию всегда выше, чем у респираторов.

Что же касается вредного пространства, о котором мы сейчас поговорим несколько подробнее, то у газовых масок, снабженных коробкой и рукавчиком, это пространство будет максимальным.

Сказанное приводит нас к заключению, что маски с фильтрами-патронами могут обходиться без выпускного клапана. Маски же с коробкой и рукавчиком обязательно должны иметь клапан выдоха. Что же касается приборов легкого типа, респираторов, то, как правило, они не нуждаются в клапане выдоха, хотя в отдельных случаях устройство такого клапана может быть рекомендовано.

Таким образом, при рассмотрении вопроса о выпускном клапане выявились два важных фактора: вредное пространство и сопротивле-

ние фильтра. Прибавив сюда третье характерное обстоятельство — поле зрения, приступим к ознакомлению с этими основными факторами, присущими всем газовым маскам.

### Вредное пространство

Вредным или мертвым называют пространство между лицом и маской. При выдохе это пространство заполняется выдыхаемым воздухом, и при последующем вдохе человек, носящий маску, должен сначала вдохнуть эту порцию испорченного воздуха, прежде чем свежий наружный воздух достигнет его легких. Отсюда прежде всего напрашивается вывод, что дыхание в маске должно быть по возможности глубоким и спокойным, но никоим образом не поверхностным и порывистым, а во-вторых, что следует стремиться к максимальному уменьшению объема вредного пространства. Самым малым вредным пространством обладает, разумеется, мундштук или загубник, который человек держит в зубах и охватывает губами. Следующую ступень представляют собою полумаски, обладающие значительным вредным пространством. У масок же это пространство является неизбежно большим, хотя конструкторы и направляют свое внимание в сторону снижения его объема. Путь к этому снижению лежит в области изыскания такой формы маски, при которой внутренняя ее поверхность по возможности повторяла бы форму лица. Препятствием к этому является невозможность, по производственно-экономическим соображениям, выпускать маски с индивидуальной подгонкой к лицу. Маски выпускаются обычно только четырех размеров и размер вредного пространства всегда будет несколько колебаться у разных лиц. Во всяком случае необходимо отметить, что в отношении снижения объема вредного пространства достигнуты, путем изменения покроя маски, значительные успехи:

Германский военный противогаз (прототип маски Дегеа)	имел вредное пространство около . . . . .	890	куб. см
Газовая маска Дегеа, модель 1921 г.,	около . . . . .	800	„ „
„ „ „ „ 1926 г. снизила вредное про-	странство до . . . . .	400	„ „
Полумаска респиратора имеет . . . . .		250	„ „

Помимо покроя маски, конструкторы старались уменьшить вредное пространство введением внутрь маски еще одной вспомогательной полумаски, которая окружала бы нос и рот, отделяла их от остального внутреннего объема и снижала тем самым объем вредного пространства до возможного минимума (ок. 250 куб. см). Еще одно преимущество этого метода заключается в том, что глазные стекла, будучи герметически отделены от области носа и рта, не подвергаются колебаниям при вдохе и выдохе и ближе сидят к глазам, что увеличивает поле зрения. Однако этот метод имеет и крупные недостатки. Дело в том, что несмотря на введение четырех размеров, не всегда возможно герметически плотное прилегание внутренней вспомогательной полумаски к лицу данного индивидуума. Кроме того, твердая (для надежной герметичности) кожаная полумаска оказывает болезненное влияние на лицо, в особенности на носовую кость. Вот почему эти маски были оставлены. Улучшение нормального типа маски позволило снизить вредное пространство в новейших типах до 300—350 куб. см. Эта цифра, конечно, выше, чем объем вредного пространства вспо-

могательной полумаски, но за то подгонка маски стала легче, производство проще и цена дешевле.

Из разряда фильтрующих приборов в наихудших условиях, в смысле объема вредного пространства, находится маска с рукавчиком и фильтрующей коробкой, так как здесь в этот объем входит не только вредное пространство самой маски, но и внутренний объем рукавчика. Как мы уже отмечали, в этом случае выход из положения заключается в устройстве выпускного клапана, благодаря чему длинный рукавчик не участвует в создании вредного пространства. Резиновый добавочный клапан на верхнем конце рукавчика будет перекрывать его при выдохе и рукавчик всякий раз окажется закрытым для выдыхаемого воздуха.

### Сопротивление дыханию

При дыхании сквозь фильтрующий патрон человек в маске должен, естественно, затрачивать некоторое усилие, так как фильтр представляет собою сопротивление проходящему воздуху. В различных противогасах и масках промышленного типа это сопротивление фильтров различно, но с этим обстоятельством неизбежно приходится считаться во всех газовых масках. При конструировании фильтрующих патронов, поэтому, стремятся к возможному снижению величины этого сопротивления. Указание всех инструкций по обращению с масками на необходимость спокойного, равномерного и глубокого дыхания мотивируется, помимо уже упомянутого нами вредного пространства, также и наличием сопротивления фильтра, которое необходимо преодолеть при дыхании. В особенности большим сопротивлением отличаются фильтрующие коробки, соединенные с маской рукавчиком. Это сопротивление более значительно при выдохе, что заставляет, в связи с наличием вредного пространства, устраивать у таких масок легко открывающийся выпускной клапан.

На рис. 10 изображены две кривые дыхания, из которых верхняя относится к клапанному способу (маска с клапаном выдоха), а нижняя—к маятниковому (маска с двусторонним дыханием). Кривые эти показывают то давление при выходе и разрежение при входе, которые существуют внутри маски при двух способах дыхания. Для опыта был взят фильтр с довольно высоким сопротивлением, при чем один раз дыхание производилось с применением клапана выдоха, а в другой раз—без этого клапана. В обоих случаях, разумеется, получалось одинаковое разрежение при входе, равное 160 мм водяного столба, так как в обоих случаях вдох произошел, естественно, через фильтр. Напротив, при выдохе картина получается различная: большое давление при сравнительно трудном выдыхании сквозь фильтр (120 мм водяного столба) и весьма малое давление (10 мм вод. ст.) в том случае, когда мы выдыхаем воздух через легко открывающийся выпускной клапан.

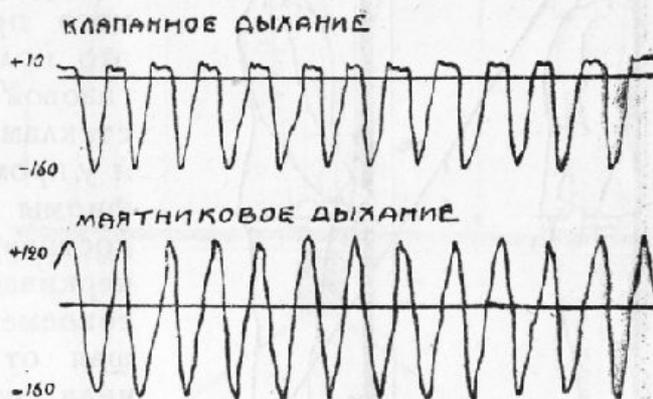


Рис. 10. Кривые дыхания клапанного и маятникового типа.

## Поле зрения

У всех масок, которые полностью закрывают лицо, глаза защищены стеклами различной формы и устройства. В этих случаях неизменно возникает определенное ограничение поля зрения у человека, носящего маску. Вопрос о возможном увеличении поля зрения у газовой маски весьма важен с точки зрения работоспособности и безопасности человека в маске. В этом направлении были предприняты экспериментальные исследования, имеющие целью сравнить поле зрения существующих типов масок и изыскать пути к максимальному

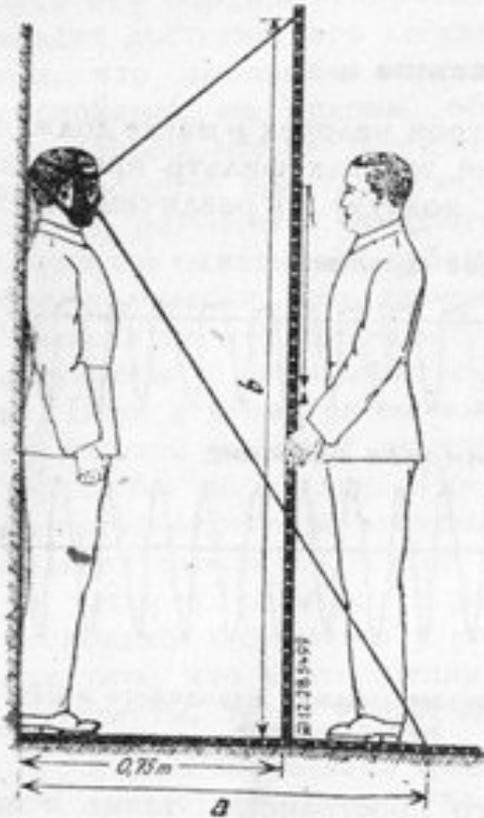


Рис. 11. Определение высоты поля зрения.

приближению поля зрения масок к нормальному полю зрения человека. По данным чешского специалиста, д-ра В. Эттель, поле зрения французского военного противогаса АКС составляет 20,6% от нормального поля зрения незащищенных глаз, у германского военного противогаса, образца 1918 года, это поле равно 24%, у промышленной газовой маски Дрегера (с овальными стеклами) поле зрения составляет 50,5% и у промышленной газовой маски № 747 фирмы Ауэр (Degea) — 69%. Успех, достигнутый в этом направлении, подчеркивается тем обстоятельством, что современная газовая маска, происходящая от военного противогаса, увеличила свое поле зрения, по сравнению со своим прообразом, почти в три раза. Целью дальнейшей рационализации конструкции маски является максимальное приближение поля ее зрения к стопроцентному нормальному полю.

Для определения поля зрения масок и очков существует простой способ, в результате которого величина

этого поля может быть охарактеризована одной цифрой. Прежде чем излагать этот способ, отметим, что на величину поля зрения влияют три обстоятельства: зрение по-низу, т. е. по полу, перед ногами, зрение поверху, т. е. направленное вверх и боковое зрение, направленное вбок в обе стороны.

Для определения характера зрения по низу человек в маске становится спиной к стене таким образом, чтобы голова, спина и каблуки сапог касались стены. При этом подбородок должен быть хорошо втянут. Уложив по полу, перпендикулярно к стене, измерительную рейку, мы сможем определить ту ближайшую точку, которую может усмотреть человек в маске. Обозначим эту величину через «а» (рис. 11).

Чтобы определить возможность максимального возвышения зрения, на расстоянии в 75 см от стены устанавливают рейку. Можно было бы поставить эту рейку на расстоянии дальности зрения по-низу (найденная нами величина *a*), но рейка при этом получилась бы слишком длинной. Устанавливаемая рейка должна быть снабжена при-

крепленным к ней отвесом, если же этого нет, то провес ее для проверки вертикальности может быть произведен помощью нити с грузом. Человек в маске отсчитывает деление на возможно высокой точке рейки. Все это производится обязательно при подтянутом подбородке и нормально сидящей, с окнами на одном уровне, маской. Отсюда получается вторая величина  $v$  (рис. 11). Отметим здесь, что на эту величину влияет рост человека и что вследствие этого для определения поля зрения различных масок надо брать одного и того же человека.

Таким же простым способом находят величину бокового зрения.

Два человека держат на расстоянии 75 см от стены и параллельно последней мерительную рейку на уровне глаз человека. Эту рейку передвигают в продольном направлении до тех пор, пока против глаз человека не станет ее нулевое деление. После этого испытывающий отчитывает величину  $s$  (рис. 12). Как было указано, рейка должна при этом быть параллельна стене, для чего необходимо провести по полу меловую черту, параллельную стене и отстоящую от нее на расстоянии 75 см. Затем подвешивают к рейке два веска (нитки с грузиками), высотой приблизительно равной расстоянию от пола до уровня глаз человека в маске, благодаря чему эти вески смогут не только указывать направление рейки, параллельное стене (по меловой черте), но и помогать держать рейку на должном уровне.

Из полученных результатов могут быть определены соответствующие углы зрения. Однако удобнее иметь дело просто с найденными отрезками, которые всегда можно применять для сравнения, если испытывающий человек был один и тот же. Из полученных таким образом данных можно вывести то заключение, что маска или очки обладают тем лучшим полем зрения, чем меньше величина зрения понизу ( $a$ ), чем выше верхний предел ( $v$ ) и чем больше ширина зрения ( $s$ ). Если объединить эти три величины в одно уравнение, то выражение  $\frac{v \cdot s}{a}$  даст нам формулу для определения поля зрения. Чем больше будет полученное отсюда число, тем благоприятнее поле зрения маски или очков. Если по каким-либо соображениям потребуется большая величина зрения в высоту или в стороны (напр., вдвое), то величины  $v$  или  $s$  должны быть подставлены в приведенную формулу

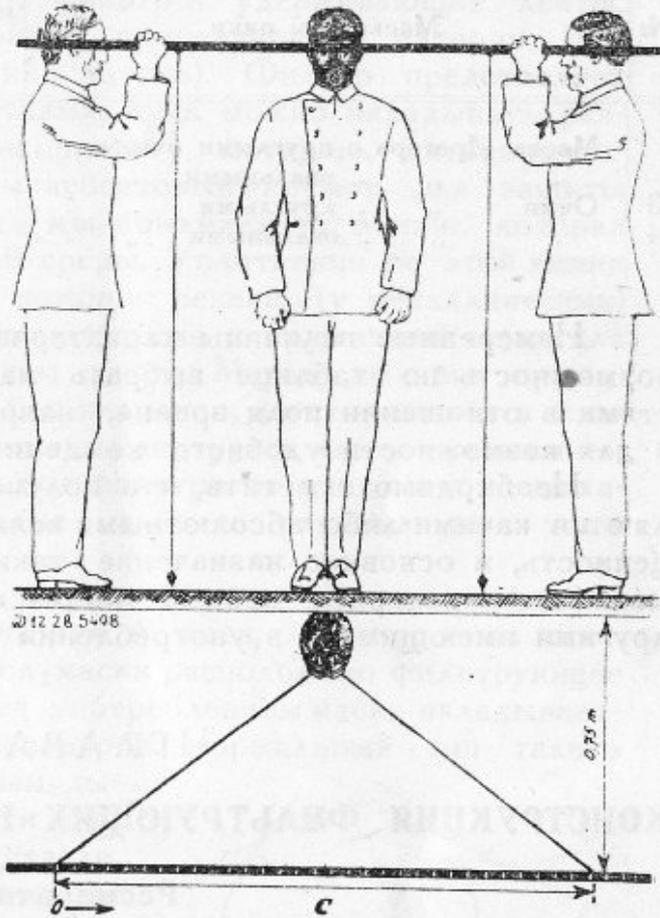


Рис. 12. Определение ширины поля зрения.

в двойном размере. Если же, наоборот, будет желательна хорошая видимость понизу, то величина  $a$  может быть взята в половинном размере. Приведем здесь некоторые примеры величин, найденных при определении поля зрения масок<sup>1</sup>.

№	Маска или очки	Зрение понизу в метр $a$	Зрение поверху в метрах $b$	Зрение в ширину в метрах $c$	Вывод $\frac{b \cdot c}{a}$
3	Маска Дрегера с круглыми окнами . .	1,70	2,60	3,55	5,43
	” ” ” овальными ” . .	1,35	2,60	2,10	4,05
4	Очки ” ” круглыми ” . .	1,05	2,65	2,15	5,13
	” ” ” овальными ” . .	2,00	2,15	3,30	3,55

Измеренные величины характеризуют поле зрения маски и дают возможность по таблице выбрать маску с желательными особенностями в отношении поля зрения, напр., с более короткой величиной  $a$  для возможности удобного хождения по лестницам и т. д.

Необходимо отметить, что полученные числа совершенно не являются какими-либо абсолютными величинами, а имеют относительную ценность, и основное назначение таких опытов — дать каждому возможность проверить данный тип маски или очков и сравнить их с другими имеющимися в употреблении типами.

## ГЛАВА V

### КОНСТРУКЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ПРИБОРОВ „ЛЕГКОГО ТИПА“

#### Респираторы

Для защиты органов дыхания от пыли, а также газов слабой концентрации служат легкие фильтрующие приборы, так наз. респираторы. Отличительными качествами респиратора должны быть: легкий вес, малое сопротивление дыханию и портативность (удобство в носке), которые в совокупности должны обеспечить возможность многочасового и при том необременительного применения.

Самым примитивным видом респиратора является полумаска для защиты рта и носа, сделанная из губки, обшитой по краям тесьмой, и снабженная удерживающими лентами. Перед употреблением такой респиратор напитывается водою, слабым раствором уксуса или каким-либо иным раствором, с целью уплотнения губчатого материала и улучшения его фильтрующей способности. Естественно, что при слабой поглотительной способности губки эффект от применения таких респираторов получается весьма незначительный. Гораздо более целесообразным является применение таких полумасок, у которых фильтрующий слой расположен в специальном отделении и может меняться в зависимости от характера вредной среды. Такой тип респиратора имеет в настоящее время наибольшее распространение. Что же касается до формы полумаски, то она устраивается или для защиты

<sup>1</sup> „Draeger Gasschutz Mitteilungen“, 1929, № 7.

рта и носа, или для одного носа. Последний случай мотивируется возможностью при этом говорить. Так как во время речи происходит выдыхание воздуха, то опасаться проникновения в это время вредных примесей не приходится. Этот тип полумаски неприменим там, где имеется вредное влияние среды на слизистую оболочку рта.

Основными частями респиратора являются: корпус полумаски, линия герметичности (уплотнения), фильтр и удерживающие ленты. Корпус изготавливается или из двойной прорезиненной материи, или из кожи, или из металла (алюминий, латунь). Фильтр представляет собою отделение, ограниченное сетками, куда можно вкладывать различные фильтрующие прослойки, напр., вату, материю, активированный уголь, губку и вдобавок к ним асбестовый кружок для защиты от искр. Под линией герметичности мы понимаем ту линию, которая отделяет всякую маску от внешней среды. Уплотнение по этой линии устраивается у респираторов при помощи резины (у металлических) или замши (у матерчатых). Устраивают также и пружинный охват для носа, для лучшего уплотнения в этом месте. Метод дыхания применяется обоих видов: маятниковый (без клапанов, двусторонний) и клапанный, односторонний. Наличие клапанов диктуется здесь стремлением оградить гигроскопическую прокладку фильтра от влажного выдыхаемого воздуха. Рассмотрим некоторые наиболее рациональные типы респираторов.

Дыхательный прибор „Ликс“ фирмы Ауэр (Дегеа) представляет собою полумаску для защиты рта и носа, сделанную из материи или кожи. В передней части полумаски расположено фильтрующее отделение из алюминия, куда перед употреблением маски вкладывается один из перечисленных ниже фильтров. Нормальный тип такого респиратора устроен с маятниковым дыханием через фильтр, но делаются они и с клапанами, которые, как мы указали, препятствуют быстрому выходу из строя фильтров, вследствие увлажнения их выдыхаемым воздухом. В таком случае вдох производится через фильтр, а выдох через специальный клапан. Для того же, чтобы выдыхаемый воздух не попал в фильтр, позади фильтрующего отделения помещена резиновая прокладка, закрывающая при выдохе отверстия в стенке фильтра и играющая, таким образом, роль клапана на стороне вдоха. И если к этому клапану можно не предъявлять серьезных требований в смысле герметичности (так как он находится позади фильтра), то от клапана выдыха требуется большая плотность закрытия, так как, в случае его негерметичности, воздух с вредными примесями попадет через него в полумаску помимо фильтра.

Материал, из которого сделана полумаска, различен у разных моделей этого прибора, представляя собою или двойную материю, или такую же материю, покрытую резиной для защиты от едкой пыли или брызг кислот и щелочей. Полумаска из кожи предназначена для предприятий, где выделяются кислотные пары, и для защиты от испар. Защита глаз может быть добавочно обеспечена специальными очками.



Рис. 13. Респиратор „Ликс“.

Переходя теперь к описанию фильтров этого респиратора, вкладываемых в фильтрующее отделение, укажем, что специальный ватный фильтр применяется здесь против тонкой и ядовитой пыли, специальный матерчатый фильтр—против грубой и неядовитой пыли, угольный фильтр борется с органическими растворителями, а губчатый фильтр, предназначенный для защиты против неорганических отравляющих газов, пропитывается особыми растворами солей (под тремя номерами) и защищает соответственно от кислотных паров, аммиака и синильной кислоты. Далее, особый фильтр служит против сероводорода и асбестовые кружки, как сказано

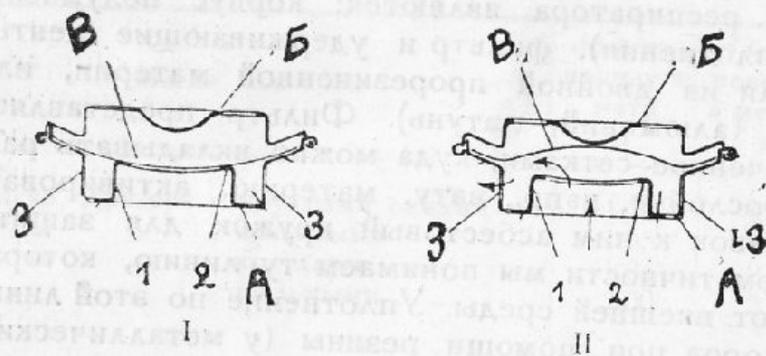


Рис. 14. Клапан выдыха респиратора „Ликс“.  
I—момент вдоха. II—момент выдыха.

было, могут предохранить ватные и матерчатые фильтры от летающих искр.

Клапан выдыха, о назначении которого говорилось выше, представляет собою металлический корпус А и Б, в котором находится резиновая мембрана В. Корпус клапана герметически заделан в полумаску. При выдыхе воздух из полумаски устремляется в средний канал (1 и 2) клапана, приподнимает резиновую мембрану над ее седлом (2) и выходит через боковые отверстия (3) наружу. По окончании выдыхания мембрана сама укладывается плотно на седло, вследствие своей выпуклой формы. Для осмотра и смены мембраны крышка клапана (Б) может быть открыта.

В качестве клапана вдоха служит резиновая прокладка, подвижно укрепленная позади фильтрующего отделения полумаски. Заботиться об особой герметичности этого клапана не приходится, поскольку через него проходит воздух, уже очищенный фильтром.

Построенным по тому же принципу, что и предыдущий прибор, но несколько разнящимся по конструкции, является респиратор Дега № 210.



Рис. 15. Респиратор Дега № 210

Внесенные сюда конструктивные изменения явились выводами из эксплуатации прибора „Ликс“ и должны быть признаны изменениями рационализаторского порядка. Корпус данного респиратора сделан из весьма легкого алюминиевого сплава, а герметичность полумаски обеспечивается надуваемой воздухом резиновой камерой,

проходящей по краю полумаски. Усовершенствованы также и удерживающие ленты, сделанные эластичными и переставляющимися для подгонки их длины, при чем одна из лент окружает голову, а другая проходит по затылку и помогает при работе, связанной с резкими движениями головы. Нормально этот респиратор—без клапанов, последние ставятся по желанию. В нижней части полумаски имеется клапан для спуска влаги, образовавшейся при отпотевании стенок. Этот клапан управляется вручную. Для чистки и дезинфекции резиновая камера и удерживающие ленты могут быть сняты с металлического корпуса. Фильтры, работающие в этом респираторе, и способ их употребления остаются те же, что и в предыдущем типе.

Для тех случаев, когда применим респиратор (пыль или легкая концентрация газов), но является необходимость в защите глаз, та же фирма Ауэр выпустила респиратор „Оптоликс“, имеющий вид маски. Корпус маски сделан из того же материала, что и полумаска респиратора „Ликс“, по линии герметичности проходит кожаная кромка, глазные отверстия защищены стеклами, предохраненными от отпотевания сособой прозрачной шайбой и от ударов выступающими окулярами. В алюминиевое фильтрующее отделение закладываются те же фильтры, что и в предыдущих системах. Маска снабжена описанными уже клапанами вдоха и выдыха.



Рис. 16. Респиратор-маска „Оптоликс“.



Рис. 17. Маска „Оптоликс“ с капюшоном.

Для полной защиты головы, шеи и плеч, в дополнение к маске „Оптоликс“ применяется особое покрывало—капюшон. Техника безопасности знает более простой тип капюшона, целиком закрывающего голову и лицо и снабженного двумя стеклами или общим продолговатым смотровым отверстием со стеклом или слюдой. Этот тип, конечно, проще упомянутого, но он не сопряжен с фильтрацией воздуха и, кроме того, теплый и влажный выдыхаемый воздух, распространяясь внутри капюшона, делает пребывание в последнем во время работы крайне стеснительным. Применение же респиратора, герметически сидящего на лице и тем самым не связанного с пространством внутри покрывала, освобождает рабочего от недостатков цельного капюшона. Кроме того, неподвижно и близко к глазам расположенные стекла маски весьма улучшают поле зрения. Вредное пространство в то же время сведено к возможному минимуму.

Область применения респираторов Дегса обнимает те виды производства, где техника охраны труда сталкивается с выделением

пыли и газов легкой концентрации. Сюда относятся предприятия цементной, мукомольной, деревообделочной, керамической, стекольной, табачной промышленности, производства, связанные со шлифовкой различных материалов, занятые переработкой волоса, пуха, пера, а

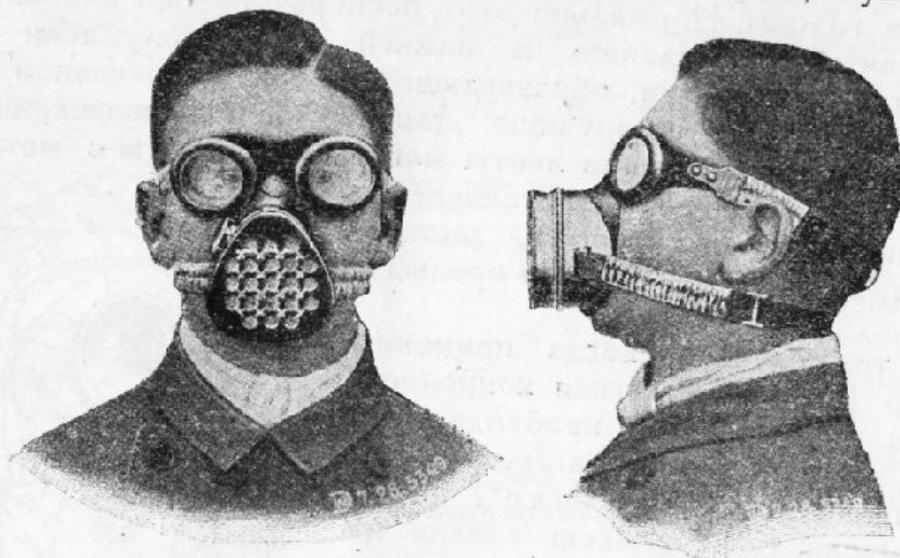


Рис. 18. Респиратор Дрегера 1928 г.

также такие предприятия металлургической, химической, красочной, фармацевтической, резиновой промышленности, где рабочие страдают от наличия вредных газов и паров.

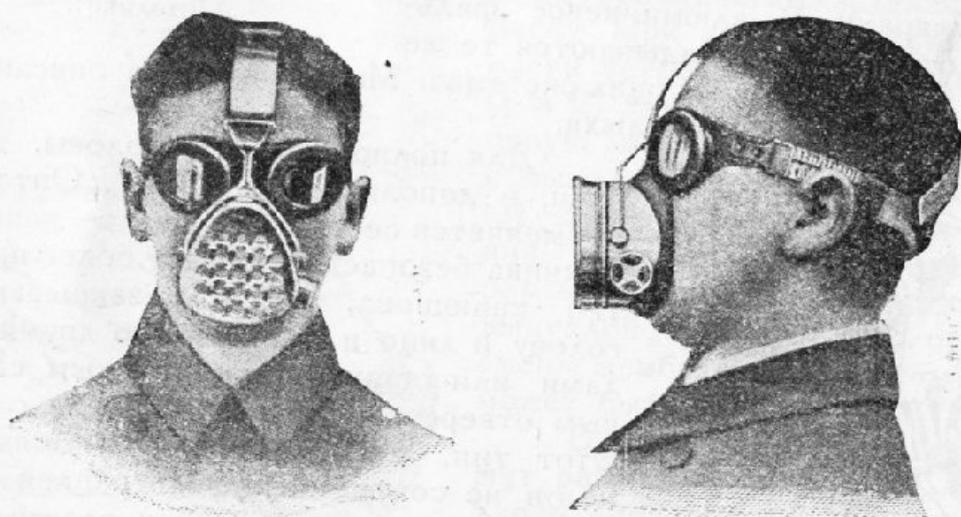


Рис. 19. Респиратор Дрегера 1928 г. с удерживающим бугелем.

Респираторы, выпускаемые германской фирмой Дрегер, построены исключительно из металла (алюминия или латуни) и снабжены всегда клапанами вдоха и выдыха. Уплотнение производится при помощи резиновой отделки краев полумаски, при чем герметичность этого приспособления в значительной степени зависит от того, подходит ли очертание линии герметичности к лицу субъекта. Респиратор описываемого типа (модель 1928 г.) служит исключительно для защиты от пыли и потому не предназначен для различного рода фильтров, а имеет постоянную фильтрующую прокладку. Удерживающая лента проходит по затылку и снабжена вшитыми внутрь материи стальными пружинками. Другой способ удержания полумаски заключается в устрой-

етве упругого стального бугеля, загибающегося за голову и держащего полумаску при помощи особой вилки. Достоинством этого способа является быстрое надевание респиратора. Недостатки его — давление на голову и недостаточная устойчивость респиратора в горизонтальном направлении, что может отрицательно сказаться при резких движениях головы и вообще в сложных условиях работы.

Разновидностью этого типа является новая полумаска — респиратор. Здесь на лице человека лентой или бугелем удерживается полумаска, защищающая только нос и оставляющая без прикрытия рот. Мы уже указывали ранее, что преимуществом такой системы является сохранение возможности говорить. Следует подчеркнуть, что говорить можно только в атмосфере пыли. В газовой же среде разговор незащищенным ртом опасен, так как имеется возможность случайного вдыхания вредных примесей. Очки, показанные на рисунках, являются самостоятельным, не связанным с респиратором прибором и надеваются при вредном воздействии на глаза пыли или газов.



Рис. 20. Респиратор Дрегера, защищающий нос (мод. 1928 г.)

### Мундштуки

Среди приборов дыхания, работающих по методу фильтрации, промежуточное место между „легкими“ приборами (респираторами) и „тяжелыми“, т. е. газовыми масками, снабженными патронами, занимают так наз. мундштучные приборы. Появление этого прибора вызвано стремлением к наибольшему упрощению фильтрующего дыхательного прибора, приведшим к такой конструкции последнего, при которой маска совершенно отсутствует, а фильтрующий патрон присоединен ко рту человека при помощи мундштука, удерживаемого в зубах.

Мундштук германской фирмы Ауэр (Дегеа) соединяется с фильтрующим патроном или непосредственно, или при помощи гофрированного рукавика. Самый мундштук сделан из резины и состоит из загубника и выступов, удерживаемых зубами. Далее имеется дугообразный упор, при помощи которого прибор упирается в подбородок и гнездо для присоединения патронов „Дегеа“. Тесьма, имеющаяся у первого типа мундштука, предназначена для носки прибора в положении готовности, но в боевом положении прибор удерживается исключительно зубами. Другой тип мундштучного прибора той же фирмы, с гофрированным резиновым рукавчиком, имеет тесьму, служащую для поддержки патрона и разгружающую, таким образом, рот человека. У обеих разновидностей этого прибора дыхание — маятниковое, т. е. в обе стороны через патрон. Применяющиеся здесь фильтрующие патроны „Дегеа“ мы считаем более целесообразным описать в дальнейшем, при подробном ознакомлении с газовой маской „Дегеа“.

Выпущенный фирмой Дреггер мундштучный прибор построен по типу, только что описанному. Упор для подбородка здесь отсутствует,

мундштук изгибается книзу и заканчивается присоединенным к нему фильтром. Метод дыхания клапанный, при чем мундштучный прибор против пыли снабжен легким, открывающимся для смены ватной набивки фильтром. Такие же приборы для защиты от легких газов

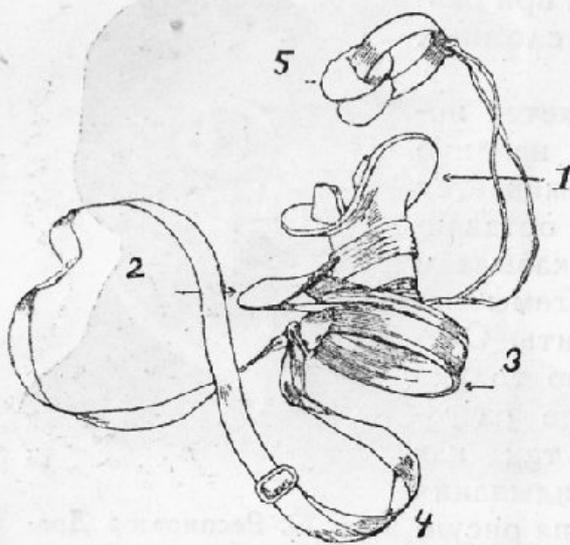


Рис. 21. Мундштук Дегеа.

- 1—мундштук
- 2—подбород. узор
- 3—ларезное гнездо для патрона
- 4—лента для носки
- 5—носовой зажим



Рис. 22. Мундштук Дегеа с гофрированным рукавчиком.

имеют на конце специальный фильтрующий патрон, особый для различных газов. Наконец, мундштучный прибор против газов более высокой концентрации требует применения среднего (вес 750 г) или большего (вес 1 кг) патронов, при чем в этих двух случаях патроны присоединяются к мундштуку не непосредственно (что создало бы трудность для удержания в зубах), а при помощи гофрированного резинового рукавчика. Сам же патрон не нагружает своим весом рукавчика, будучи для этого подвешен на груди при помощи тесьмы.

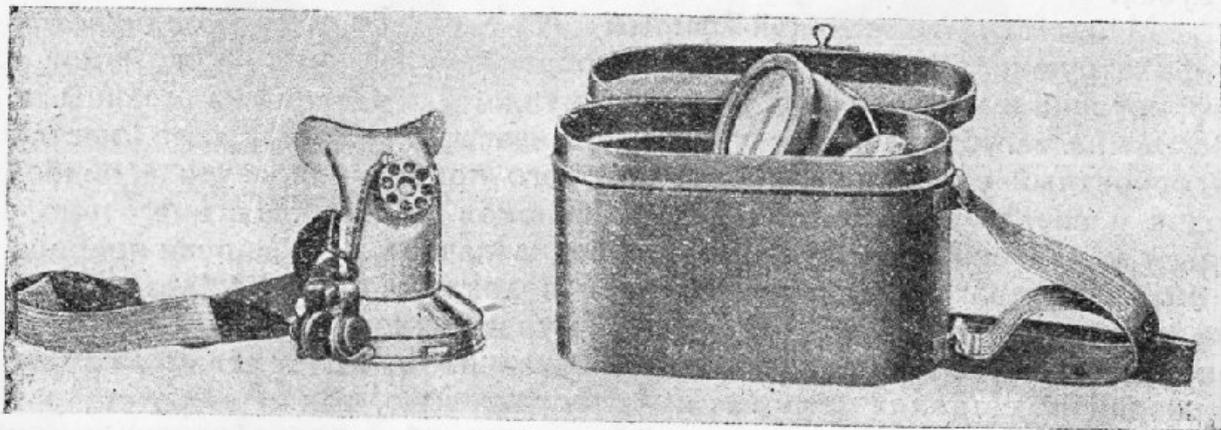


Рис. 23. Мундштук Дрегера против пыли.

Неотъемлемой принадлежностью таких дыхательных приборов является зажим для носа. Очки применяются по мере надобности. В футлярах для переноски этих приборов имеется место и для очков.

Достоинствами описанной конструкции являются легкость и быстрота надевания, наивысшая герметичность, отсутствие надобности в подгонке к лицу и минимальное вредное пространство. Недостатками—трудность продолжительного удерживания прибора в зубах,

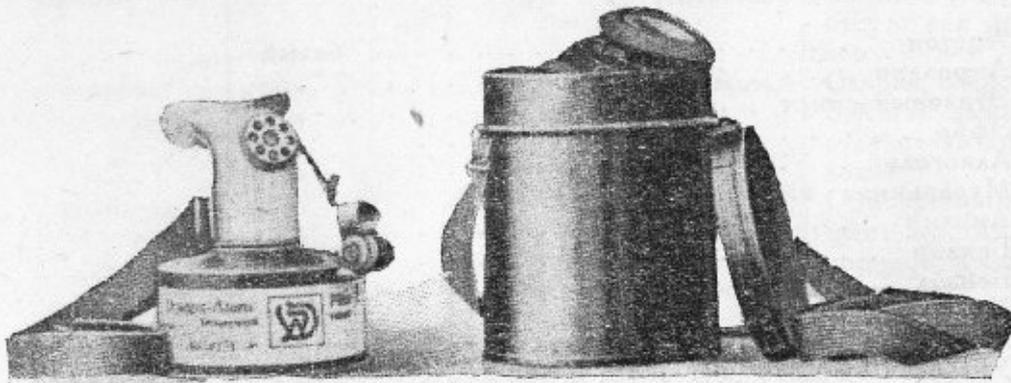


Рис. 24. Мундштук Дрегера с патроном малого размера.

полная невозможность говорить и слабая устойчивость прикрепления прибора, не дающая возможности применять его в работах, связанных с резкими движениями.

Патроны, присоединяемые к мундштукам Дрегера, суть те же фильтрующие патроны, которые применяются и в остальных приборах Дрегера этого же принципа (полумаски и маски с патронами). Малые патроны круглой формы служат исключительно для защиты против газов или паров, но неприменимы против пыли, дыма и тумана! В этих случаях должны быть использованы средний и большой тип патронов (овальной формы). Для защиты от пыли с крупными частицами (каменная, каменноугольная и пр.) нет необходимости применять фильтрующие патроны и можно обойтись с помощью респираторов с ватным или губчатым фильтром. Однако, на практике могут представиться случаи, когда рабочим приходится столкнуться одновременно и с газами и с пылью крупного состава. В таких случаях применяют малый патрон, на который надевают особый пылевой фильтр, служащий для предварительной очистки вдыхаемого воздуха от пыли.

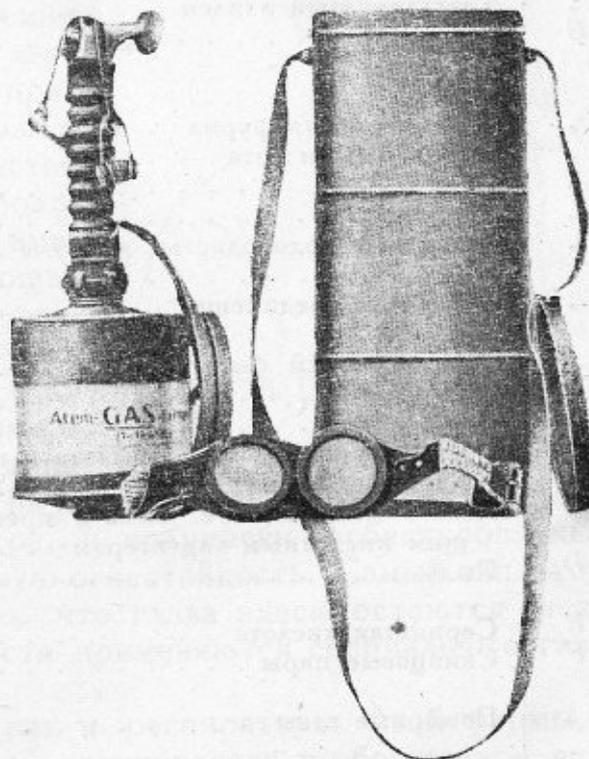


Рис. 25. Мундштук Дрегера с патроном среднего размера.

Продолжительность действия патронов Дрегера зависит от величины патрона и от условий работы. Она падает с возрастанием концентрации отравляющих газов и увеличением производительности труда человека, применяющего патрон.

Таблица применимости п. тронов Дрегерга

Патрон	Защищает против следующих веществ	Цвет патрона	Примечания
A	Ацетон . . . . .	Белый	
"	Акролеин . . . . .	"	
"	Этиловый спирт . . . . .	"	
"	Эфир . . . . .	"	
"	Алкоголь . . . . .	"	
"	Муравьиная кислота . . . . .	"	
"	Анилин . . . . .	"	
"	Бензин . . . . .	"	
"	Бензол . . . . .	"	
"	Хлорная сера . . . . .	"	
"	Хлороформ . . . . .	"	
"	Уксусная кислота . . . . .	"	
"	Сложные эфиры . . . . .	"	
"	Формальдегид . . . . .	"	
"	Углеводороды и их галогидные производные	"	
"	Метиловый спирт . . . . .	"	
"	Азотистые соединения . . . . .	"	Если вещества неспособны расщепляться азотной кислотой
"	Серовуглерод . . . . .	"	
"	Хлористая сера . . . . .	"	
"	Четыреххлористый углерод	"	
"	Толуол . . . . .	"	
"	Треххлористый этилен	"	
B	Аммиак . . . . .	серый	Слабая защита; применим также против углеводов
"	Хлористый сульфурил . . . . .	"	
"	Синильная кислота . . . . .	"	Слабая защита
"	Бром . . . . .	"	
"	Хлор . . . . .	"	
"	Галогидные водородистые кислоты	"	
"	Иод . . . . .	"	
"	Азотистые соединения . . . . .	"	См. примеч. у патрона A
"	Треххлористый фосфор . . . . .	"	
"	Фосген . . . . .	"	
"	Пары ртути . . . . .	"	
"	Азотная кислота, окислы азота и их органические производные	"	
"	Кислотные газы, т.е. газы с преобладающим кислотным характером	"	
D	Пыль . . . . .	светло-зеленый	
E	Сернистая кислота . . . . .	желтый	
F	Свинцовые пары . . . . .	красный	Только большие патроны
"	Пожарные газы . . . . .	"	Кроме окиси углерода
"	Сероводород . . . . .	"	Слабая защита
G	Синильная кислота . . . . .	синий	Высшая защита при отсутствии др. газов
"	Синеродистый водород . . . . .	"	
"	Метил. эфир хлоро-угольн. кисл.	лиловый	
"	" " циан.-угольн. кисл.	"	
"	Циклон . . . . .	"	Средство борьбы с вредителями

Патрон	Защищает против следующих веществ	Цвет патрона	Примечания
К	Аммиак . . . . .	зеленый	Высшая защита при отсутствии других газов
Л	Пожарные газы . . . . .	оранж.	Слабая защита
"	Сероводород . . . . .	"	Высшая защита при отсутствии других газов
В	Сероводород . . . . .	коричн.	Одновременно защищает против углеводородов

### Полумаски с патроном или коробкой

С понятием „полумаска“ мы встретились при ознакомлении с респираторами. Там фильтр составлял с полумаской одно целое. Сейчас мы остановимся на полумаске, к которой приключается отдельный фильтрующий прибор в виде патрона или коробки большой емкости.

Полумаска фирмы Ауэр (Дегеа) — мягкая, матерчатая, имеет линию герметичности, проходящую по носу, щекам и подбородку. Для уплотнения полумаска оторочена эластичной, мягкой кромкой. Дыхание — клапанное, присоединение фильтрующего патрона к полумаске происходит при посредстве гофрированного рукавчика. Для большей продолжительности действия вместо патрона применяется фильтрующая коробка Дегеа, тесьма которой дает возможность носить ее на груди, разгружая от ее веса рукавчик и полумаску. Для подгонки к лицу имеются три размера полумасок. Помимо нормального типа матерчатой полумаски суще-



Рис. 26. Полумаска Дегеа.

ствуют еще два сорта: полумаски из прорезиненной материи, могущие применяться во влажной атмосфере, и полумаски асбестированные, приобретающие тем-самым известную огнестойкость. Самый тип этого прибора — полумаска, говорит за то, что глаза здесь остаются незащищенными. В случае необходимости применяются специальные газо-непроницаемые очки.

Полумаски Дрегера так же, как и респираторы этой фирмы, — металлические. Фильтрующий патрон ввинчивается в обращенное вниз гнездо. Патроны разных величин применяются в том же порядке (в зависимости от концентрации газов), как и мундштучные приборы той же фирмы. Дыхание — клапанное. Крепление полумаски к голове принято такими же двумя способами, как и у респираторов Дрегера: пружинными лентами и металлическим бугелем.

Оценивая полумаски с патронами как рациональный тип дыхательного фильтрующего прибора, приходится заключить, что здесь конструкторская мысль, как бы остановившись на полдороге, не дала

законченного типа прибора. Требованию легкости этот тип не отвечает, поскольку он связан с фильтрующим патроном. Газовой же маски этот прибор не может заменить, так как он не защищает глаз, и во всех случаях воздействия отравленной среды на глаза требует применения специальных очков. Совместное же ношение полумаски и очков не может происходить без помехи друг другу, в смысле расположения на голове удерживающих приспособлений, и невольно под-

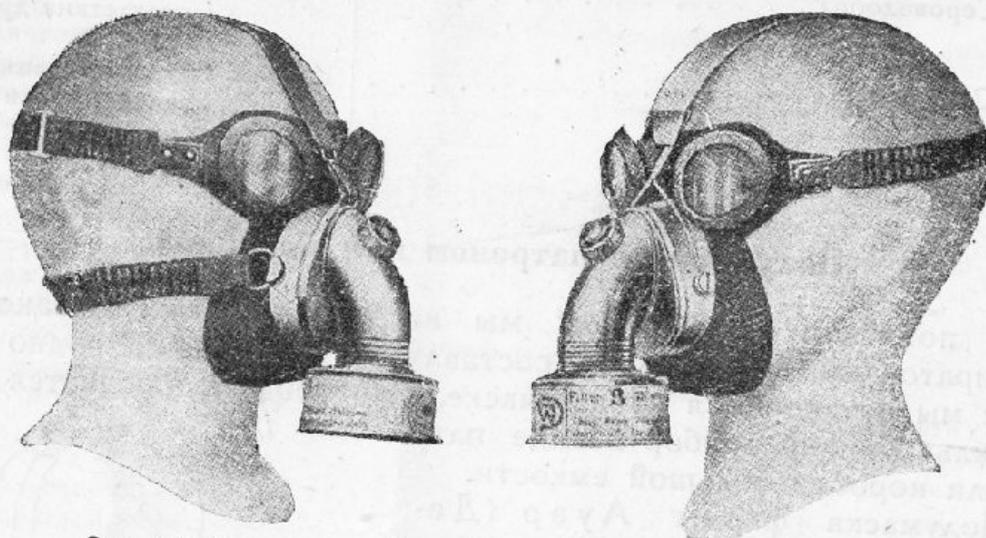


Рис. 27. Полумаска Дрегера с фильтрующим патроном.  
1—с удерживающими лентами, 2—с удерживающим бугелем.

сказывает мысль о соединении этих двух приборов—полумаски и очков—воедино, в цельную газовую маску. Наконец, прохождение линии герметичности полумасок, главным образом, по мягкой поверхности щек, всегда будет давать худшие условия для достижения плотности прилегания к лицу, чем это имеет место у газовых масок.

Все эти соображения приводят к заключению о нерациональности типа полумасок с патронами по сравнению с газовыми масками. К подробному ознакомлению с последними мы сейчас и переходим.

## ГЛАВА VI

### КОНСТРУКЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ПРИБОРОВ ТИПА ГАЗОВЫХ МАСОК

Газовая маска представляет собою тот тип фильтрующего дыхательного прибора, который произошел от военного противогаса, подвергся некоторым конструктивным изменениям и широко вошел в употребление, применившись к требованиям промышленности и пожарной дела. Эта „промышленная“, по терминологии немцев, газовая маска принципиально отличается от своего предка—военного противогаса—выгодной возможностью избегать широкой универсальности и производить подбор фильтрующего вещества. К тому же создание универсального промышленного противогаса было бы практически невыполнимой задачей при том многообразии паров, туманов и газов, с которыми можно встретиться в промышленности. Другая крайность

в этом вопросе заключалась бы в слишком широкой специализации фильтрующих патронов, что создало бы слишком большое число типов последних. Поэтому за патронами остается все же некоторая универсальность, обнимающая родственные по характеру пары или газы. Из двух главных частей, из которых состоит газовая маска—собственно маски и патрона—мы рассмотрим сначала устройство самой маски.

Вошедшая в широкое употребление газовая маска Дегеа (обр. 1926 г.) ведет свое начало от германского военного противогаза, так наз. линейной маски 1915 г. Последняя представляла собою полную маску, покрывавшую рот, нос и глаза. Оставшееся в нынешней модели расположение линии герметичности оставляет открытым от маски верхнюю часть лба и не препятствует ношению головного убора. Вместе с тем эта линия, проходящая по лбу, вискам, щекам и под подбородком, обеспечивает хорошую герметичность, чему весьма способствует достаточно широкая (2 см) уплотняющая полоса из замши, устроенная „на конус“ и проходящая изнутри по кромке маски. Плотность прилегания этой уплотняющей полосы подчеркивается еще тем обстоятельством, что она не следует за колебаниями материи маски при вдохе и выдохе.



Рис. 28. Газовая маска Дегеа.

Корпус маски изготавливается или из кожи, или из прорезиненной материи. В первом случае задачей конструктора было придать коже особой пропиткой непроницаемость против газов. Масляный состав, которым пропитана кожа, предохраняет ее поры от просачивания газов даже при высокой температуре на пожаре (50-60°), не препятствуя мягкости и эластичности кожи при морозе до 20°. Это масло, кроме того, обладает химической стойкостью и не должно портиться. Сам способ пропитки гарантирует лицо от пачканья маслом, чего не могли достичь при изготовлении масок военного назначения. Непроницаемость кожаной маски, помимо пропитки, достигается еще изготовлением ее из одного куска, способом прессовки, при чем маске под прессом придается необходимая форма, что исключает необходимость в соединении отдельных кусков швами. Это обстоятельство важно также и с производственно-экономической точки зрения.

Вторым способом изготовления промышленной маски Дегеа является устройство ее из материи. В этом случае в качестве материала взята крепкая ткань, между двумя слоями которой проложена резина, играющая роль газонепроницаемого слоя. Верхний же и нижний матерчатые слои служат для защиты этой резины от механических повреждений. Кроме того, внутренний слой материи избавляет лицо от не совсем приятного прикосновения к влажной от отпотевания резине. Так как при таком материале нельзя избежать изготовления маски из отдельных кусков, то имеющиеся здесь швы для полной герметичности заклеены полосками из вулканизированной резины.

Вопросу точной подгонки маски необходимо в целях безопасности придавать большое значение. Для этого, прежде всего, необходим правильный выбор величины маски, характеризующейся длиной линии от одного виска до другого, вокруг лица под подбородком (рис. 29). Линия эта начинается и кончается у пересечения с окружностью, проходящей вокруг головы на высоте 2 см над бровями.



Рис. 29. „Маскометр“—приспособление для снятия размера маски Дегеа.

надевают на шею тесьму для носки, берут в обе руки удерживающие головные ленты (рис. 30) и, продевая в маску довольно глубоко подбородок, движением рук натягивают головные ленты назад до конца и застегивают шейную ленту за крючок. При этом надо следить за тем, чтобы тесьма для носки не попала под край маски. Если длина головных удерживающих лент оказалась подходящей, то остается лишь окончательно пригнать маску небольшими передвижками ее и прижиманием уплотняющей кромки к лицу, и убедиться перед зеркалом в правильном положении маски. Признаком последнего являются: 1) правильное расположение стекла в отношении глаз, по возможности центрированное; 2) плотное, без складок прилегание кромки маски ко лбу, щекам и подбородку, в особенности же к вискам; 3) хорошее, но не чрезмерное натяжение удерживающих лент.

Наилучшим средством убедиться в плотности прилегания маски было бы прсверить ее герметичность в газовой камере. Но это далеко не везде возможно и остается простой способ—вывинтив патрон, закрыть ладонью отверстие в металлическом гнезде и, сильно вдохнув воздух, следить за просачиванием его под маску. Отсутствие просачивания будет служить показателем полной герметичности прилегания маски. Необходимость точной подгонки для обеспечения плотности прилегания и соображения гигиенического характера диктуют признание газовой маски прибором строго индивидуальным и не подлежащим передаче от одного человека к другому при сменной, напр., работе.

Существуют три размера масок, при чем I размер предназначен для лиц, у которых длина указанной линии превышает 38,5 см, II размер—для длин от 36 до 38,5 см и III—ниже 36 см. Комбинация пружинящих лент обеспечивает плотное удерживание маски на месте, при чем эти ленты сделаны с переставляющимися пряжками, давая возможность точной подгонки маски к индивидуальной форме головы.

Для пригонки маски сначала ввинчивают патрон, затем



Рис. 30. Способ надевания газовой маски Дегеа.

В нижней передней части маски, против рта человека, находится металлическое гнездо для патрона. Здесь необходимо наличие резиновой прокладки, так как отсутствие ее может вызвать просачивание отравляющих веществ в маску помимо фильтра.

Важной частью маски, далее, являются ее окна. Предъявляемые к ним требования—прочность, прозрачность, максимальное поле зрения и незапотеваемость—выполнены в данной конструкции весьма надежно. Под прочностью стекол подразумевается способность их не разлетаться опасными для глаз осколками при сильном ударе, а также достаточная упругость их при восприятии ими удара. Окна масок Дегеа защищены триплекс-стеклом, состоящим из двух слоев стекла со средним слоем из целлулоида, спрессованными вместе и склеенными по краю. Этот средний слой и является эластичной прокладкой, которая приводит к тому, что при сильном ударе стекло дает лишь трещины, без осколков, оставаясь даже и после этого газонепроницаемым. Необходимо отметить, что до появления таких неразбивающихся стекол специальная техника знала лишь внешнюю защиту окон маски от повреждений, путем выдвигания вперед металлических оправ стекол или защиты последних металлическим переплетом. Однако, наряду с вызываемыми ими ухудшением поля зрения, эти меры не спасали стекла от удара острыми предметами. Поэтому появление триплекс-стекла следует рассматривать, как крупное достижение в этой области. Важной деталью является, далее, приспособление против запотевания стекол—специальная „прозрачная шайба“, вставленная в окна маски позади стекла. Внутренняя сторона этой шайбы из целлулоида покрыта желатиной эмульсией, которая впитывает влагу при отпотевании маски, не теряя прозрачности. Шайба эта имеет удерживающее кольцо и вставляется в окно с внутренней стороны, при чем необходимо убедиться в том, что эмульсия обращена именно внутрь маски.

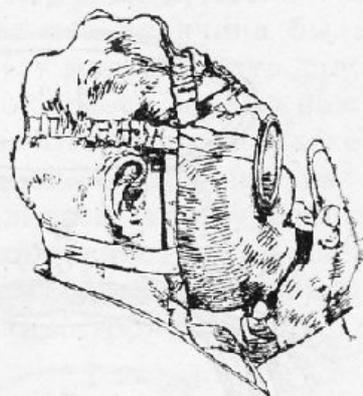


Рис. 31. Проверка герметичности прилегания маски.

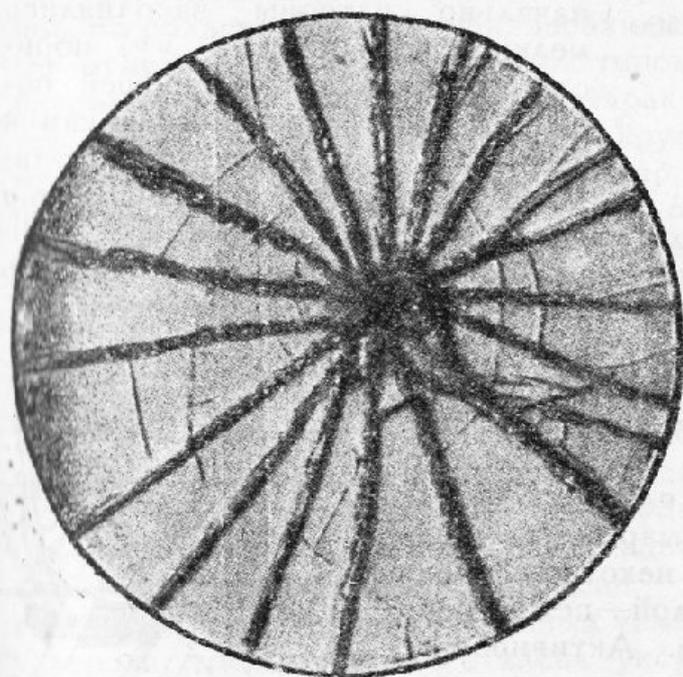


Рис. 32. Окно маски Дегеа, получившее сильный удар, но не рассыпавшееся и не повредившее глаз пожарного.

Для этого на ней имеются надписи, которые должны читаться в прямом изображении. Эмульсионный слой боится прикосновения рук, в виду чего брать шайбу надо исключительно за края (рис. 34). При обтирании внутренней стороны маски после работы следует не затрагивать прозрачных шайб. Потерявшие, вследствие продолжительного применения, свою прозрачность шайбы заменяются из того запаса

шайб, который помещается в особом карманчике на крышке футляра маски.

Самой существенной частью газовой маски является ее фильтрующий патрон. Как мы уже указывали, газовая маска отходит от принципа универсальности военного противогаса, основываясь на легкой заменимости патронов, предназначенных для защиты против определенной группы отравляющих веществ. Химически уязвимым является

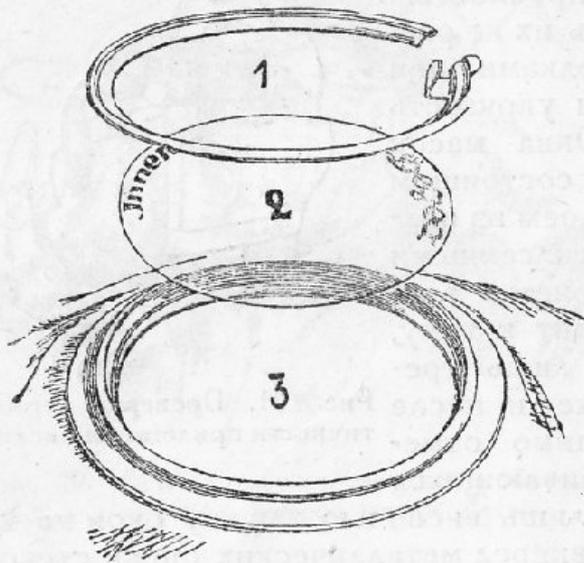


Рис. 33. Закладка прозрачной шайбы  
изнутри маски

1. Удерживающее кольцо.
2. Прозрачная шайба.
3. Оконная оправа.

здесь фильтрующий патрон, который, после исчерпания своей поглотительной способности, удаляется из маски и заменяется свежим, при чем сама маска остается неизменной.

Сущность действия фильтрующего патрона заключается в физическом поглощении взвешенных частиц и химическом связывании отравляющих газов. В соответствии с этим набивка патронов обычно состоит из двух-трех слоев, для чего жестяный корпус патрона делится сетчатыми перегородками на отделения. Первоначально патроны заполнялись мелкими зернами (2-3 мм) пористого, обладающего хорошей поглотительной способностью камня (диатомит или пемза), пропитанными раствором поташа. С целью же придания этому фильтру возможности защищать и против органических раздражающих веществ, влажные зерна пемзы пересыпались порошкообразным активированным углем. Вообще необходимо указать, что активированный уголь с его высокой поглотительной способностью является непременной составной частью всех фильтрующих патронов. Так, например, состав американского патрона следующий: наружный слой—смесь натронной извести с перекисью марганца, средний слой—костяной уголь с некоторой примесью щелочи, и внутренний слой—пемза, пропитанная серно-кислым натром. Активированный уголь готовится из различных органических, в частности, растительных материалов, напр., кокосового ореха, сосны, кедра, косточек и т. д., подвергаемых накаливанию без доступа воздуха, с одновременным продуванием перегретым паром. В результате получается зернистый уголь, отличающийся колоссально развитой поверхностью, благодаря чему этот уголь обладает исключительно высокой поглотительной способностью.

Способ дыхания в газовой маске с фильтрующим патроном—маятниковый, т. е. двусторонний. При этом та часть выдыхаемого воздуха, которая после выдыхания остается в патроне и в простран-



Рис. 34. Способ закладки  
прозрачной шайбы.

стве между лицом и маской, представляет собою вредную среду, о чем уже шла речь, с указанием на меры к уменьшению вредного пространства. Один из способов борьбы с этим явлением — устройство клапанов, также имеющее свои достоинства и недостатки, применен в маске Дегеа против окиси углерода, описанной ниже.

Первые по времени выпуска патроны представляли большое сопротивление дыханию. В спокойном состоянии человека в маске это сопротивление равнялось 8 мм вод. столба. Позже эта величина была снижена до 6 и даже 4,5 мм, а нынешние газовые маски часто спускаются еще ниже. Это усовершенствование масок имеет весьма важное значение, так как выносливость человека, работающего в маске, весьма зависит от сопротивления дыханию последней. Отдельные патроны одного и того же назначения часто разнятся между собою в смысле величины сопротивления дыханию, что объясняется большей или меньшей плотностью набивки фильтрующими составами и засоренностью задержанными частицами. Для проверки патронов, в смысле их сопротивления дыханию, служат особые приборы Дегеа. Эти приборы, дающие объективную оценку сопротивляемости патронов и устанавливающие вполне жесткий критерий для браковки патронов, будут нами описаны ниже.

Переходя к классификации патронов по областям применения, необходимо отметить, что некоторые из типов патронов носят универсальный характер, обнимая весьма значительный круг отравляющих веществ. Таковы, напр., патроны под литерами *A*, *B*, *F*, *R*, *K* и *U*. Другие же типы предназначены для узкого поля применения, против двух, трех, а иногда и одного из веществ. Размеры и внешний вид всех перечисленных ниже патронов — одинаковы, и отличаются они только окраской и литерой. Патрон против окиси углерода имеет вид коробки и будет описан отдельно.

Патрон *A* защищает от паров всех органических веществ и растворителей, как бензол, бензин, ацетон, этиловый эфир, муравьиная кислота, формальдегид, акролеин, муравьиный эфир, хлористый сульфурал, а также хлорированных углеводов, вроде четыреххлористого углерода, треххлористого этилена, уксусной кислоты, метилового спирта, этилового спирта и сероуглерода.

Патрон *B* предназначен для защиты от следующих веществ: хлор, бром, иод, галлоидные водородные кислоты — фтористо-водородная кислота, соляная кислота, бромисто-водородная кислота, иодисто-водородная кислота, фосген, синильная кислота (слабая защита, см. патрон *G*), ртутные пары, пары азотной кислоты, двуокиси азота и азотноватого ангидрида, органические азотные соединения, аммиак (слабая защита, см. патрон *K*), а также всех веществ, указанных для патрона *A*, в несколько пониженной степени.

Патрон *D* служит для защиты от пыли всякого рода.

Патрон *E* — для специальной защиты против сернистой кислоты и соляной кислоты.



Рис. 35. Фильтрующий патрон газовой маски Дегеа с укупоркой для хранения: колпачком на штуцере и отрывной прокладкой на сетке.

**Патрон Г**—пожарный патрон. Служит для защиты против раздражающих веществ, содержащихся в газах пожара (не защищает против окиси углерода). Кроме того, этот же патрон обнимает все вещества, относящиеся к патрону *B*, а также дает пониженную защиту против сероводорода (см. патрон *L*).

**Патрон G** специально предназначен против синильной кислоты.

**Патрон J** дает гарантию против отравляющих веществ, применяемых в борьбе с вредителями сельского хозяйства („Циклон“ и др.).

**Патрон K**—специальная защита против аммиака.

**Патрон L**—специальная защита против сероводорода.

**Патрон M**—имеет назначением борьбу одновременно с сероводородом и аммиаком.

**Патрон O**—специально против фосфорного водорода и мышьяковистого водорода.

**Патрон R** защищает от сероводорода, а также в несколько меньшей степени от всех веществ, относящихся к патрону *A*.

**Патрон U** служит против мышьяковистого водорода, водородистого фосфора, а также всех веществ, от которых защищает патрон *B*, но в несколько пониженной степени.

Из приведенного перечня видно, что фильтрующие патроны газовой маски Дегеа противостоят обширному ряду отравляющих веществ, включающему в себе все те виды вредных пылей, паров и газов, с которыми мы встречаемся как в самых разнообразных отраслях производства, так и в пожарном деле. Сюда же необходимо добавить и защиту против окиси углерода, которую мы, в виду значительных трудностей, преодоленных конструкторами в этом вопросе, рассмотрим отдельно.

Как видно из перечисления типов патронов, современная газовая маска отошла от своего прародителя—военного противогаза, в том отношении, что вместо одного универсального патрона она использует принцип специальных патронов против одного или группы отравляющих веществ. Так, например, имеются патроны, специально защищающие против синильной кислоты, другие действуют против аммиака, против газов на пожаре, против сероводорода. Таким образом получается впечатление, будто современная техника не сумела создать единого (универсального) фильтра. В действительности стремление к созданию такого фильтра означало бы отказ от надежной защиты против каждого из газов в отдельности. Если на данном производстве рабочему приходится иметь дело с вполне определенным отравляющим веществом, то совершенно естественным явится выделение в данном фильтре защиты против этого вещества, с сопутствующей более слабой защитой от некоторых других веществ или даже с абсолютной специализацией патрона. Так, например, защита против паров сернистой кислоты будет, разумеется, лучше проводиться помощью специального фильтра, т. е. патрона *E* Дегеа, чем при посредстве такого фильтра, как патрон *B*, действующего и против ряда других отравляющих веществ. Многогранность защиты более универсального патрона всегда достигается за счет снижения продолжительности действия против каждого отдельного вещества<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Dr. E. Smolezyk „Die Anwendbarkeit von Atemfiltern“. Die „Gasmasken“, 1929, № 5.

Как известно, все отравляющие вещества мы делим на постоянные газы, химически активные или инертные, на пары, т.-е. вещества, находящиеся значительно ниже их критического пункта, и туманы или тончайшие частицы твердых или жидких веществ, взвешенные в воздухе. Фильтрация воздуха происходит или посредством химических реакций, или путем поглощения, или простым удержанием на фильтре. Химическое связывание—метод борьбы с постоянными газами (окись углерода, хлор, аммиак, сернистая кислота и др.), пары и туманы парализуются поглощением, борьба с пылью производится посредством удержания частиц фильтром. Помощью этих трех операций может быть осуществлена борьба против любого из возможных веществ, отравляющих вдыхаемый воздух.

Существенной частью набивки фильтрующего патрона является активированный уголь. В зависимости от характера набивки, она содержит еще некоторые количества активных веществ, как соли цинка, другие металлические соли, или фосфорная кислота. Кроме того, она содержит и известное количество воды. Громадная поверхность набивки обуславливает высокую поглотительную способность ее. Поэтому уже сам активированный уголь удерживает большие массы веществ, будь то путем поглощения (пары органических веществ), то путем химического связывания (аммиак), то каталитическим омылением (фосген). Понятие о количествах различных веществ, могущих быть поглощенными самим активированным углем, дает первый столбец цифр приводимой таблицы. При этом испытании применялся патрон *A*, содержащий 260 куб. см активированного угля, а также патрон *B*, часть активированного угля в котором была заменена диатомитом, пропитанным соляными растворами.

Отравляющие вещества	Поглотительная способность патронов Дега, по отношению к различным отравляющим веществам в миллиграммах	
	<i>A</i>	<i>B</i>
Хлорпикрин	30400	15200
Четыреххлористый углерод	19000	9600
Сероуглерод	10000	—
Ацетон	11000	6600
Метиловый спирт	12800	12600
Фосген	5000	6600
Хлор	5100	5100
Бром	31800	26900
Сернистая кислота	1290	3450
Сероводород	300	450
Аммиак	770	700
Формальдегид	500	3150

Эта таблица показывает, что химические реакции очень сильно отстают перед поглотительной способностью активированного угля. Если, например, обратиться к химически инертному, но легко поглощаемому метил-алкоголю, то мы видим (см. таблицу), что это вещество поглощается более, чем в два раза сильнее, чем обладающий высокой химической активностью фосген.

Как видно, далее, из той же таблицы, процесс поглощения оказывается не для всех случаев одинаково действительным. Для химически активных газов требуется усиление, которое в Америке, например, выражается в пропитке активированного угля поглотительными растворами. Этот способ имеет тот недостаток, что при нем частично закупориваются поры угля, последний уменьшает свою поглотительную поверхность, а остающаяся активная поверхность слишком перегружается. Конструкторами фирмы „Degea“ этот вопрос решен путем замены части активированного угля в патроне пропитанным диатомитом, в результате чего появился двуслойный патрон В, более универсальный, чем патрон А. Насколько этот патрон выполняет свою роль, показывает второй столбец таблицы. Заметно, как чисто поглотительная способность уменьшилась, но зато возросло действие в отношении химически активных веществ.

Таким образом этот патрон В представляет собой приближение к универсальному фильтру, успешно использованному германскими войсками в последние годы войны. Дальнейшая специализация патронов имела своей целью ответить потребностям химической промышленности, вынуждавшей к поднятию защитных свойств патронов против отдельных отравляющих веществ. Естественно, что специализация эта могла идти только за счет снижения действия патронов против остальных веществ. Таким путем появились на свет специальные патроны.

К числу универсальных фильтрующих патронов относится фильтр против окиси углерода и туманообразных веществ, в котором окисление окиси углерода происходит каталитическим путем. Примененный здесь катализатор ухудшает свою активность под влиянием влажности воздуха и фильтр, таким образом, должен находиться в возможно сухом состоянии. Поглотительная способность активированного угля также тем выше, чем суше уголь, и это обстоятельство дает возможность объединить в одном фильтре катализатор и активированный уголь для достижения наилучшей защиты от окиси углерода. Между тем, другие химически активные газы, как указывает цитированный нами д-р Э. Смольчик, фильтруются тем лучше, чем выше влажность фильтрующей массы. Отсюда, казалось бы, возникает для техники защиты от газов задача весьма большой трудности: комбинировать в одном приборе влажные и сухие фильтрующие материалы. К счастью, выход из положения открывает упомянутый нами катализатор, действие которого простирается, кроме окиси углерода, еще и на те газы, связывать которые приходится при помощи поглотительных растворов. Таким образом отпадает необходимость в устройстве влажных фильтрующих набивок и получается фильтр, одновременно действующий по двум принципам—химического связывания каталитическим путем и физического поглощения. Такой универсальный прибор, защитное действие которого распространяется на все газы и пары, мы имеем в виде американского поглотительного фильтра, конструктивное описание которого будет приведено ниже, при изложении средств борьбы с окисью углерода.

Для улавливания отравляющих примесей, имеющих вид тумана и пыли, необходимо учесть вопрос о сопротивлении дыханию. Этот вопрос имеет весьма важное значение и наряду с этим для улавливания тумана совершенно не существенной является химическая природа туманообразного вещества. Туман, состоящий, как известно, из мель-

чайших частиц, диаметром  $0,0001—0,00001$  см, может быть задержан фильтрующим материалом с очень тонкими порами, лучше всего волокнистым материалом. Эта способность фильтрующего слоя—удерживать частицы тумана, зависит от плотности волокнистого материала и объема фильтра. С возрастанием же плотности увеличивается и сопротивление фильтра дыханию. Сопротивление падает с уменьшением плотности, т. е. с увеличением объема фильтра. Задачей конструктора и является найти наивыгоднейшее соотношение обоих моментов, при котором наилучшая фильтрующая способность сопровождалась бы минимальным сопротивлением дыханию.

Таким образом, в одной и той же фильтрующей коробке могут помещаться и фильтр против тумана и противогазовый фильтр, как это и имеет место в упомянутой американской универсальной маске. Германские специалисты не являются сторонниками излишней, по их мнению, полной универсальности патронов, хотя и обладают, по состоянию германской техники, возможностью строить таковые.

## ГЛАВА VII

### ИСПЫТАНИЕ ГАЗОВЫХ МАСОК

Прежде чем выйти в свет, маски и их патроны подвергаются целой серии испытаний на самом заводе. Целью этих испытаний является полная проверка соответствия дыхательных приборов тому ответственному назначению, которому они будут служить. Для этого на производящем заводе предусмотрена такая густая сеть контрольных пунктов всякого рода, что случайный выпуск недоброкачественных изделий становится невозможным. На крупнейшем из предприятий, изготовляющих газовые маски—заводе о-ва „Ауэр“ („Degea“) — некоторые, наиболее интересные из этих контрольных установок имеют своей задачей проверку соответствия маски и патрона следующим требованиям.

Как материал, из которого сделана маска, так и материал корпуса патрона должен быть абсолютно газонепроницаемым, для того, чтобы нефильтрованный отравленный воздух никоим образом не мог просочиться. Это испытание на непроницаемость проводится путем применения высокого давления, при чем просочившийся сквозь малейшие неплотности воздух определяется физическим или химическим путем.

Удерживающие маску ленты, от достаточной прочности коих зависит самая возможность применения маски и надежное крепление ее на лице, испытываются на разрыв. Материя, из которой делается маска, подвергается испытанием на ломкость и т. д.

Прозрачные шайбы, располагаемые позади стекол маски и защищающие последние от запотевания, испытываются при помощи прибора, воспроизводящего работу человеческих легких.

Ряду тщательных испытаний подвергаются фильтрующие патроны, как важнейшая часть маски. Прежде всего проверяется способность патрона к улавливанию тех газов, против коих он предназначен. Для этого через фильтр продувается ток воздуха со скоростью, которая соответствует нормальному дыханию. К этому воздуху примешив-

вается в определенной пропорции отравляющее вещество и над фильтром ведутся наблюдения с целью установить продолжительность его исправной работы, т.-е. то время, в продолжении которого воздушный поток будет выходить из фильтра обезвреженным. Испытания эти не носили бы реальный характер, если бы не сопровождалась проверкою того, как влияют на долговечность патронов сотрясения, испытываемые ими в работе, и долговременное хранение на складе. Такие испытания также сопровождают производство патронов. Наконец, в отношении патронов важно выяснить, не представляют ли они собою слишком

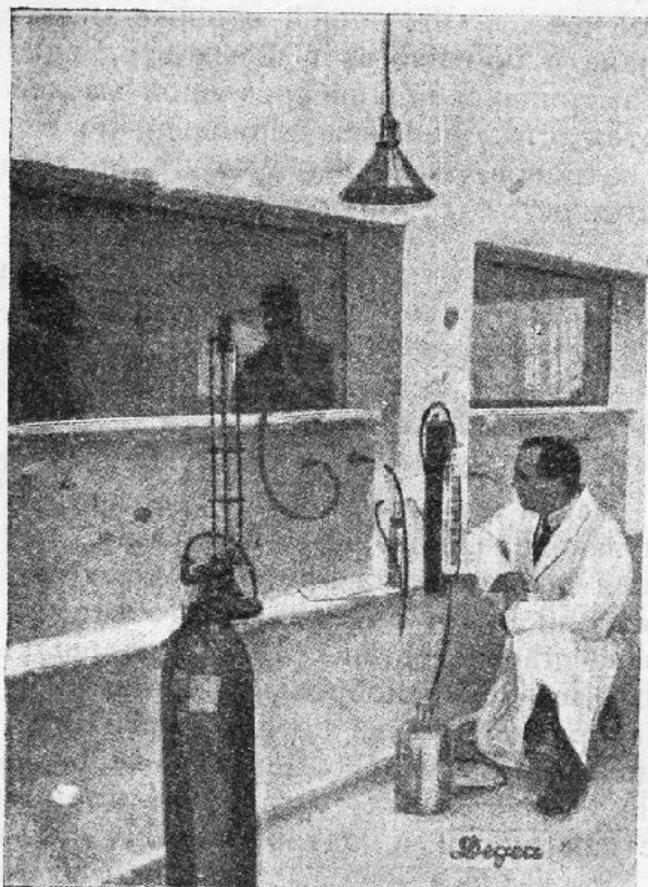


Рис. 36. Газовая камера для субъективных испытаний масок.

высокое сопротивление дыханию, и производимые в этом направлении испытания сопровождаются браковкой тех патронов, сопротивление коих выходит за допускаемые пределы.

Наряду с этими контрольными испытаниями объективного характера завод проводит и субъективные испытания, ведущиеся как для контроля выпускаемой продукции, так и в направлении создания новых типов.

Помимо всех перечисленных испытаний, организованных предприятием - производителем, важны и те испытания, которые проводит потребитель газовых масок. Здесь необходимо не только убедиться в исправности приборов, но и получить уверенность в том, что маска надежно защитит человека во время опасности. Этот психологический момент очень важен при проведении пропаганды на предприятиях в пользу приме-

нения на производстве этих ценных для охраны труда приборов.

При субъективном испытании первый шаг заключается в проверке плотности прилегания маски к лицу, т. е. правильности выбора размера маски и соответствующей установки удерживающих лент. Эта проверка производится, как уже было указано, простым способом — закрытием ладонью отверстия для патрона и энергичным при этом вдыханием. Просачивание наружного воздуха в маску покажет возможную негерметичность, тогда как при полной герметичности маски такой вдох должен оказаться невозможным. Еще лучше, если позволяют местные условия, провести испытание маски в атмосфере, содержащей примесь какого-либо раздражающего вещества, в результате чего обладатель маски сможет непосредственно убедиться в непроницаемости прилегания маски к лицу и в фильтрующей способности патрона. Примесь раздражающего вещества к воздуху может быть достигнута путем сжигания серы или задымления помещения. Рекомендуется устраивать, если есть возможность, особую газовую камеру

для таких испытаний. Такая камера будет служить как для испытания масок, так и для подготовки личного состава к применению дыхательных приборов. Эта камера должна обладать полнейшей герметичностью, иметь ввод для газовой смеси и достаточного сечения вентиляционную трубу, плотно закрытую во время опыта, но могущую быстро открываться как изнутри, так и снаружи. В отношении расхода кислорода в таком герметически закрытом помещении можно руководствоваться следующими соображениями. Если кубатура нашей камеры будет  $2 \times 2 \times 2 = 8$  куб. м, то количество воздуха в ней составит 8000 литров. Считая содержание кислорода равным  $21\%$ , имеем в этом помещении 1680 л кислорода. Неработающий человек потребляет 22,25 л кислорода в час, а в сутки—534 л. При тяжелом физическом труде эта сумма увеличивается в пять раз. Таким образом, имея в своем распоряжении 1680 л кислорода, человек может дышать  $3 \times 24$  часа, а совершая тяжелую работу— $\frac{1}{5}$  этого времени, т. е. около 14 часов. Опасности обеднения воздуха кислородом, следовательно, здесь практически не существует, даже если принять во внимание, что процент содержания кислорода в воздухе не должен спускаться ниже 15. Более неблагоприятно обстоит вопрос относительно допустимого максимума содержания углекислого газа в воздухе камеры. Человек выдыхает в час ок. 18 л углекислого газа. Воздух становится вредным, если содержит более  $4\%$  углекислого газа. Для данного случая это составит 320 л, что соответствует 18 часам при нормальной работе, или 3 часа тяжелого труда. Следовательно, учитывая вопрос с углекислым газом, можно определить время пребывания одного человека в такой камере от 3 до 18 часов. При одновременном пребывании нескольких лиц срок этот соответственно снизится.

В ряде тех испытаний, которым подвергаются фильтрующие патроны и коробки, важную роль, как мы уже указывали, играет измерение сопротивления фильтра дыханию, дающее возможность определить, не возросло ли выше предела сопротивление какого-либо из фильтров в результате, скажем, работы в густом дыму или пыли.

Для этой цели предназначены два прибора Дегеа. Первый из них, более упрощенный и портативный, носит название походного испытателя сопротивления дыханию. Другой, новейшего типа измеритель, скорее предназначен для стационарных исследований патронов.

„Походный испытатель“, служащий для выявления и браковки патронов с повышенным сопротивлением, состоит из деревянного ящика *a* (рис. 37), запирающейся двери *b*, двух гнезд с нарезкой по бокам *l* для патронов и двух заглушек для этих отверстий. Патрон, служащий для сравнения (образец) *m* и такой же резервный патрон *n*, сидящий на резьбе на внутренней стороне дверки *b*, являются клейменными образцами (эталоны), снабжены для отличия желтой полосой и не должны применяться ни для какой иной цели, кроме испытания сопротивления патронов дыханию.

Горизонтальная трубка *n* помощью находящихся по ее краям гаек *o* герметически присоединяется к боковым гнездам для патронов. Посредине к трубе примыкает рукавчик воздушного насоса *e*, а по краям ввинчены трубки *p*. Ящик с указателем *c* содержит легко подвижный листик-указатель повышенного давления. По бокам ящика в него входят при помощи ниппелей *d* две трубки, идущие от боковых гнезд. Нормальное местонахождение воздушного насоса—

в держателях *l* на внутренней стороне дверки. Металлическая пластинка *g* с надписью „нормально“ и указывающей стрелкой помещена над указателем. Из принадлежностей ящик имеет: щетку для чистки металлических труб *h* и ключ *k* для отдачи ниппелей при чистке.

Перед испытанием патрон-образец вывинчивается из гнезда на внутренней стороне дверки и ввинчивается в гнездо правой стенки (обозначенное желтой краской). Воздушный насос вынимается из своего держателя и присоединяется своим рукавчиком к поперечной

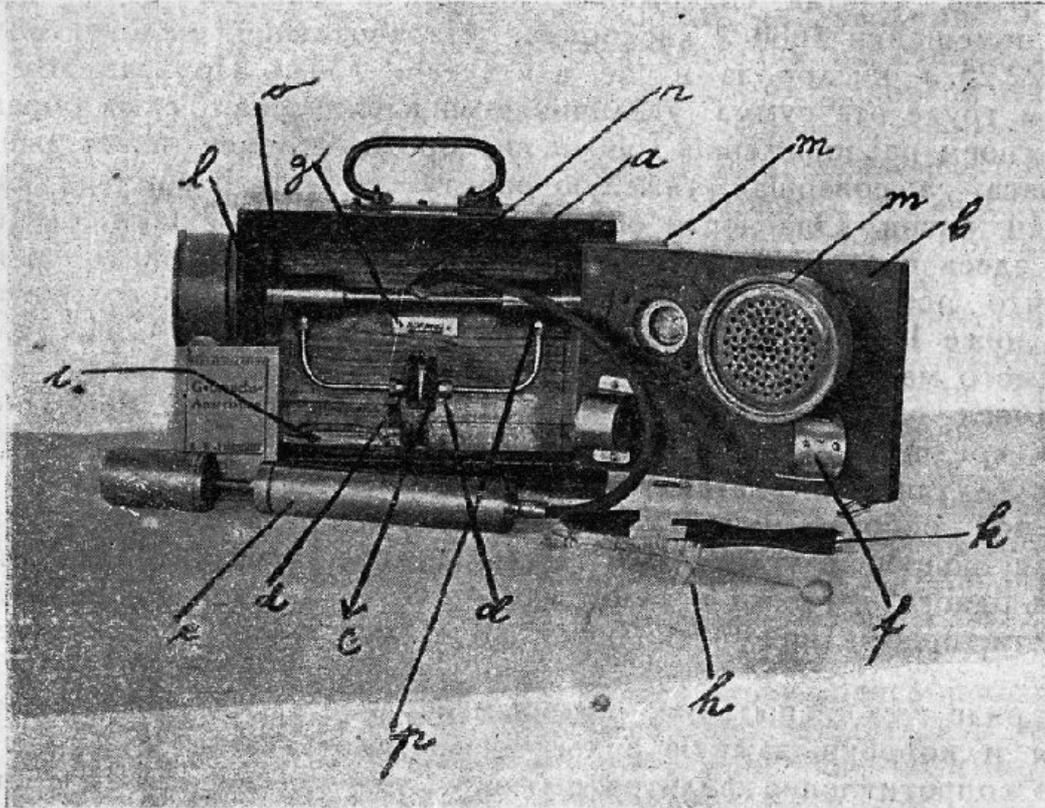


Рис. 37. „Походный испытатель“ для контроля над сопротивлением патронов дыханию.

трубе *n*. Испытуемый патрон ввинчивается в гнездо левой стенки и насос пускают в действие, спокойно нажимая. Если указатель отклоняется влево, по стрелке, или остается висеть неподвижно—сопротивление патрона нормально.

Если же указатель отклоняется вправо, то сопротивление слишком высоко. Мерою сопротивления является угол отклонения указателя.

В порядке ухода за прибором необходимо оберегать патроны-образцы от сырости и излишней теплоты. Для чистки приборов вынимается горизонтальная трубка, после отдачи гаек, отворачиваются ниппеля и труба прочищается при помощи щетки. Ниппеля прочищаются путем протягивания бумажной нити, но никоим образом не твердыми предметами. При сквозном просматривании труб не должна обнаруживаться ни малейшая загрязненность. Этот вопрос очень важен, и перед каждой пробой чистота прибора подвергается проверке.

Второй прибор состоит из деревянного ящика *a* (рис. 38) с запирающейся откидной крышкой. В ящике находится электромотор, на

валу которого сидит центробежный вентилятор, нагнетательное отверстие которого присоединено к распределительной трубке *c*. На последней имеется винт для регулировки давления сжатого воздуха и два штуцера, из коих один для клейменного образцового патрона (*d*), а другой (*e*) для испытуемого фильтра. Оба штуцера на своем свободном конце имеют винтовые гнезда для ввинчивания патронов и могут закрываться при помощи кранов. Далее, к распределительной трубке присоединен волюной манометр *f* для измерения сопротивления дыханию. На внутренней стороне откидной крышки помещено краткое наставление к пользованию прибором.

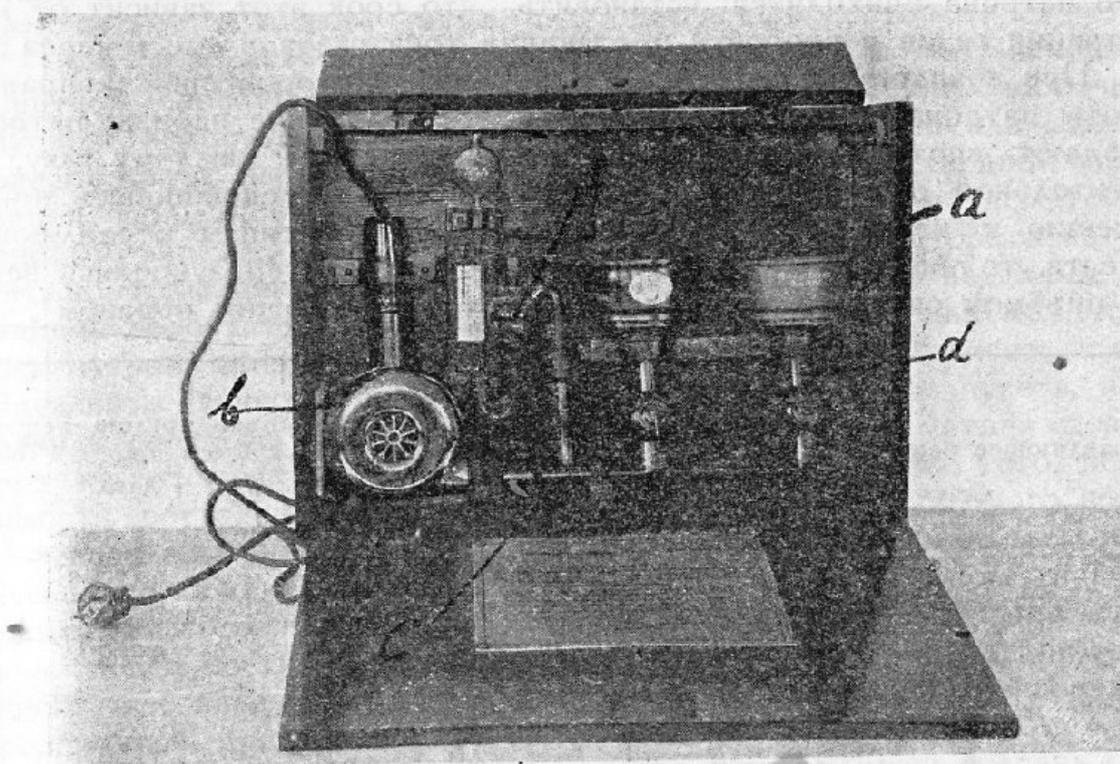


Рис. 38. Прибор для измерения сопротивления патронов дыханию.

Для приведения аппарата в действие открывается откидная крышка ящика и шнур мотора присоединяется к штепсельной розетке. Разумеется, вольтаж мотора должен соответствовать напряжению местной сети.

После пуска в ход вентилятора открывают кран *d* нормального патрона, кран же *e* испытуемого патрона должен быть закрыт. Нормальный патрон предназначен для расхода воздуха в 30 л в мин., при котором его сопротивление равняется 10 мм водяного столба. Помощью регулировочного винта регулируют поток воздуха до тех пор, пока последний, при протекании через нормальный патрон, не вызовет на манометре показания в 10 мм. После этого испытуемый патрон (или фильтрующая коробка) может быть присоединен к штуцеру *e*. Кран этого штуцера теперь открывают, а штуцера *d* закрывают. Полученное показание манометра дает ясное представление о разнице в сопротивлениях испытуемого и нормального патронов при расходе воздуха в 30 л в мин.

Необходимо признать, что второй из описанных приборов гораздо усовершенствованнее первого, носящего упрощенный, походный характер, и может принести большую пользу в качестве контрольного

прибора на складе патронов. Периодическая проверка сопротивления патронов, находящихся в обращении, особенно необходима в тех случаях, когда применение фильтров в густой пыли и плотном дыме вызывает засорение фильтрующей набивки частицами раздражающих веществ. Своевременная браковка таких засоренных патронов является ценным моментом, в смысле облегчения дальнейшей работы людей, применяющих газовые маски.

### Срок службы патронов

При рассмотрении вопроса о сроке исправной работы фильтрующего патрона приходится установить, что срок этот зависит от концентрации газов и скорости протекания тока газовой смеси через патрон. При возрастании любого из этих двух факторов срок исправной работы патрона снижается. Вещества, составляющие набивку патрона, обладают вполне определенной, по отношению к каждому газу, поглотительной способностью. Если проследить эту способность по отношению к нескольким наиболее характерным типам отравляющих веществ, то поглотительная их способность, характеризующаяся весом или объемом связываемого газа, выразится следующим образом<sup>1</sup>.

Отравляющее вещество	Тип патрона	Вес поглощенного вещества в граммах	Объем поглощ. вещества в куб. см при 0° и 760 мм давл.
Ацетон . . . . .	A	22,5	8.700
Аммиак . . . . .	A	0,2	260
" . . . . .	K	2,0	2.600
Бензол . . . . .	A	10,0	2.900
Синильная кислота . .	G	5,0	4.100
Хлор . . . . .	C	9,0	3.200
Метиловый спирт . .	A	16,5	11.160
Фосген . . . . .	B	7,5	1.700
Пиридин . . . . .	A	20,5	5.800
Сероводород . . . . .	F	0,5	330
Сернистый кислород .	E	20,5	7.200
Четыреххлор. углерод .	A	7,0	1.000
Циклон . . . . .	J	13,0	3.400

Для каждого типа патронов может быть теоретически подсчитана поглотительная способность, относящаяся к определенному случаю

<sup>1</sup> Prof S. Meyer „Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe“.

применения. Здесь необходимо принять во внимание характер массы, наполняющей патрон, в смысле ее химического состава, характера действия (физическое поглощение, химическое связывание), далее учету подлежит концентрация газовой смеси, скорость испытуемого потока воздуха и т. д. Все эти подсчеты, проводимые чисто лабораторным порядком, не дают практических результатов и в жизни—на производстве и в пожарном деле—не могут дать возможности определения срока службы патрона. Указания фирмы-производительницы относительно срока службы патронов не дают ничего конкретного. Они говорят о том, что срок службы патронов не поддается определению и в зависимости от условий может исчисляться минутами, чаще всего часами, или даже днями, неделями и еще дольше.

В этой практической невозможности узнать момент исчерпания защитной способности отдельного патрона, несомненно, заключается крупный недостаток описываемого метода. Незнание или излишнее доверие может, например, толкнуть в атмосферу убийственной концентрации синильной кислоты человека, надевшего такой дыхательный прибор, относительно продолжительности действия которого нет точного представления, измеряется ли она минутами или неделями. Следующий недостаток заключается в том, что определение момента износа патрона носит чисто субъективный характер и зависит от индивидуальных качеств человека: тонкости его органов чувств, подготовки к работе с дыхательными приборами и общего уровня развития, чего не от всякого человека можно требовать. Кроме того, необходимость постоянного наблюдения над качеством вдыхаемого воздуха отвлекает внимание рабочего и снижает производительность его труда. Насколько субъективна бывает оценка состояния патронов, видно, например, из того, что патроны, присылаемые фирме Ауэр для экспертизы пригодности, зачастую вызывают заключение экспертов, совершенно несовпадающее с мнением подготовленного персонала на предприятии, приславшем эти патроны.

Мы имеем теперь возможность легко устанавливать степень сопротивления данного патрона дыханию (походный испытательный прибор). Остается лишь пожелать, чтобы был создан также и доступный способ определения дальнейшей пригодности патрона. То обстоятельство, что такой прибор еще не изобретен, не должно удивлять, если учесть всю многосторонность этой задачи. К тому же газовая маска появилась недавно и ее дальнейшее научное и техническое развитие—дело будущего. Залогом к тому являются быстрые успехи этого молодого приспособления, уже являющегося весьма полезным и ценным орудием в руках техники охраны труда.

Столь сложный и еще неразрешенный вопрос об определении степени износа патрона однако облегчается в жизни тем обстоятельством, что на производстве и в пожарном деле встречаться с газовыми смесями весьма высокой концентрации приходится очень редко. В действительности приходится иметь дело обычно с таким содержанием вредных примесей, при котором вопрос о быстром износе патронов не является актуальным. К тому же отмечается способность большинства веществ, входящих в состав набивки патронов, восстанавливать свою поглотительную способность при „отдыхе“, т. е. хранении после работы. Отметим, что такой регенеративной способностью совершенно не обладают фильтрующие коробки против окиси углерода, на которых мы подробно остановимся ниже.

Благоприятным обстоятельством является, далее, самый характер просачивания газа сквозь переставший выполнять свою задачу патрон. Если бы это просачивание происходило в форме внезапного прорыва, то в свете высказанных выше соображений о невозможности точно установить степень износа патрона, положение было бы весьма опасным. В действительности же увеличение концентрации просачивающегося сквозь патрон газа происходит достаточно длительно, чтобы заставить человека в маске своевременно избежать опасности, сменив патрон. Весьма показательна в этом отношении кривая, полученная фирмой Ауэр в результате опытов, имевших целью установить зависимость между концентрацией просочившегося сквозь слой активированного угля пара органического происхождения и временем, в течение которого это просачивание происходило. Эта кривая, изображенная на рис. 39, показывает, что, начиная с 28-ой минуты своей работы,

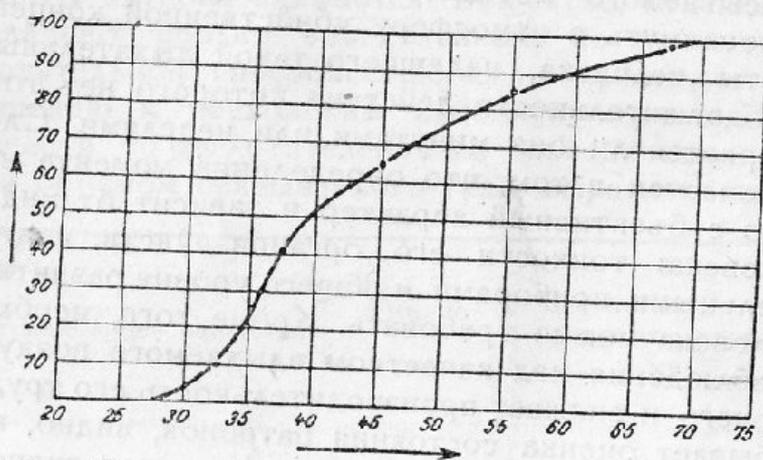


Рис. 39. Зависимость между концентрацией газа, просачивающегося сквозь слой актив. угля, и временем.

уголь начал пропускать смесь, при чем концентрация последней увеличивается с течением времени довольно медленно, достигая ста процентов лишь по прошествии 70 минут. Особенно интересна первая часть кривой в первые минуты после начала просачивания, как бы медлящая своим под-

нятием, чтобы дать время почувствовать начавшееся протекание отравляющих веществ.

### Практические испытания патронов

Пожарный патрон *R'* (красного цвета). Назначением этого патрона является защита от важнейших из отравляющих веществ, могущих выделяться на пожаре, в пределах той концентрации, которую в условиях пожара могут иметь эти вещества. Исключением из этой суммы отравляющих веществ является окись углерода, против которого патрон *R'* недействителен. По характеру действия этот патрон может быть назван комбинированным, так как его работа сочетает в себе физическое поглощение вредных примесей активированным углем с химическим воздействием, заключающимся в нейтрализации кислотных отравляющих паров.

Для испытания, носившего субъективный характер, был взят целый ряд патронов *R'*. Продолжительность испытания этих патронов составила до 7 часов, при чем время пользования отдельного человека патроном равнялось 15—30 мин. Газовая камера для этого испытания была наполнена сильным дымом, выделявшимся при горении тех именно материалов, с которыми приходится встречаться на пожаре:

сухого и мокрого, дерева, бумаги, тряпок, смолы, масляной краски и др. О концентрации дыма при этом испытании нельзя дать точных сведений, так как вообще нельзя физико-химическим путем определить таковую. Поэтому при описываемых опытах критерием густоты дыма являлось исчезновение видимости пламени свечи для человека, который держал эту свечу в вытянутой руке. При достижении такой концентрации начинались опыты.

Как выяснилось при этих испытаниях, полного парализования вредного действия раздражающих веществ, заключающихся в дыме, не было достигнуто. Вскоре после первых вдохов ощущалось раздражение слизистой оболочки носа и дыхательных путей, которое, однако, было вполне терпимо при спокойном состоянии людей. Это раздражение значительно увеличивалось с учащением дыхания и с глубиной его при физической работе, а также при громком разговоре и криках командных слов. Дольше получаса это едкое воздействие не могло быть никем вынесено. Здесь следует отметить, что испытание производилось специальной командой, прошедшей большую подготовку и хорошо тренированной в области применения дыхательных приборов.

После выхода команды из камеры, обследование людей дало совершенно одинаковую картину: позывы к кашлю, щекотание в горле, влекущее за собой отхаркивание, усиленное сморкание и чихание. Слюна и мокрота оказались смешанными с частицами сажи и смолы, носовая слизь на белом носовом платке совершенно черная. У людей обнаруживалось легкое одурманивание, быстро, однако, проходящее после нескольких упражнений в глубоком дыхании. В отдельных случаях замечалась легкая головная боль, которая успокаивалась через несколько часов.

Сжигание при одном из опытов вместе с обычными материалами также и вулканизированной резины вызвало у людей сильную и продолжавшуюся около 24 часов головную боль и сильное одурманивание. Глаза не раздражались совсем или испытывали весьма малое раздражение. Что касается сопротивления дыханию, то при тяжелой работе оно оказывалось значительным, не препятствуя, однако, доведению работ до конца. Работе в маске, далее, всегда сопутствует усиленное выделение пота. С этим приходится считаться как с неизбежным злом, не снижающим, однако, производительности труда. После 7 часов использования, сопротивление дыханию возросло на 15—20 мм вод. столба. Патроны при этом оказались менее проницаемыми при дыхании, но еще пригодными к употреблению.

Таким образом, патроны *В* обеспечивают, если не полную, то во всяком случае достаточно широкую защиту от такой тяжелой концентрации дыма, при которой человек без маски выбыл бы из строя в кратчайшее время. Если на людях и проявилось раздражающее влияние, то последнее, как правило, быстро исчезало на свежем воздухе. Ни в одном случае не проявлялись те дурные симптомы отравления дымом, которые так знакомы пожарным: рвота, сильный, часто длающийся днями дурман, чувство озноба и жара, опухшие и болящие глаза. Для предотвращения преждевременной закупорки патрона крупными частицами сажи на патрон надевается сетчатая крышка, снабженная прокладкой из пропускной бумаги. Это простое приспособление хорошо защищает фильтрующую набивку патрона, увеличивая сопротивление дыханию лишь в незначительной степени.

**Патрон В.** Испытанию подвергалась партия патронов В, при чем период опытов продолжался до 6 часов. Использование патрона одним человеком длилось около 30 минут. Патроны были подвергнуты точно таким же испытаниям, как и патроны F. Разницу в защитном действии против дыма между обоими типами установить не удалось. Соппротивление дыханию оказалось то же самое. У свежих патронов, в самом начале пользования ими, замечалось при вдыхании отделение легкой угольной пыли из набивки патрона, которое беспокоило наиболее чувствительных из людей. Примешанные к дыму пары фосгена и аммиака оказались неощутимыми для людей в масках, что указывает на полное удержание этих отравляющих веществ фильтрующим патроном.

**Патрон Е.** Испытывалось два патрона, каждый в течение пяти часов. Время пользования патроном отдельными лицами составляло от 10 до 45 минут. Применявшаяся в этом случае газовая смесь состояла (при барометрическом давлении в 758 мм и температуре 26° С) из 15,55 л сернистого газа в 1 куб. м воздуха, т. е. из 0,54 объемных %  $SO_2$ . Эту концентрацию можно считать достаточно сильной. Соппротивление дыханию при спокойном состоянии людей и во время работы было вполне благоприятное. Поглотительная способность фильтра оказалась хорошей. Раздражающих влияний на слизистые оболочки и глаза не ощущалось. Люди в масках покидали газовую камеру без каких-либо ненормальных отклонений в организме.

**Патрон К.** В испытании находилось два патрона, при чем каждый испытывался 4 часа. Время пользования отдельным лицом: 15—30 минут. В применявшейся при этом испытании газовой смеси участвовал аммиак, получаемый путем испарения 25-процентного нашатырного спирта в чашке, окруженной кипящей водой. Анализ газовой смеси, произведенный при показании барометров 763 и температуре 28° С, выявил содержание в 1 куб. м воздуха 1,49 л аммиака, что соответствует 0,2 объемн. %  $NH_3$ , т. е. концентрации средней степени. Защита оказалась, как и при патроне Е, полная. Никаких вредных влияний на организм человека не было обнаружено.

**Патрон G.** Высокая ядовитость синильной кислоты, убивающей в кратчайшее время при концентрации в 0,3%, заставила отказаться от субъективных испытаний в газовой камере.

### Общее заключение

Излагая ход описанных испытаний, инж. Румпф полагает <sup>1)</sup>, что газовая маска со сменным фильтром в общем дает достаточную защиту от дыма и газов, возникающих на пожаре. Сюда же следует добавить, что результаты разносторонних испытаний этой маски и ее патронов убеждают в успешной применимости ее во всех тех производствах, где концентрация выделяющихся газов принципиально дает возможность применить прибор фильтрующего типа.

Надежность защитного действия газовой маски зависит, далее, от хорошей пригонки и исправного состояния маски, от правильного выбора типа патрона и от степени подготовленности и тренировки людей, носящих маски.

<sup>1</sup> Die Feuerwehr Gasmasken „Feuerschutz“, 6 Jahrg. Nr. 9.

Перечисленные требования с технической и организационной стороны нетрудно выполнить. Существует однако предел применения фильтрующих приборов, который определяется минимальным содержанием кислорода в воздухе. Ранее принимались цифры в 12-13%, за последнее же время существует тенденция считать этот предел в 15%. Несмотря на это ограничение области применения фильтрующих приборов, для газовой маски открыто широчайшее поле деятельности, и за годы своего существования она принесла неизмеримую пользу, ограждая от профессиональных вредностей многочисленные категории рабочих и пожарных.

## ГЛАВА VIII

### ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВОЙ МАСКИ С ПАТРОНОМ F В ПОЖАРНОМ ДЕЛЕ

Всего лишь несколько лет тому назад в распоряжении пожарных были две категории дыхательных приборов: тяжелые и дорогие приборы изолирующего принципа работы, с одной стороны, и крайне примитивные приборы легкого, фильтрующего типа, в виде губчатых респираторов—с другой. Ни тот, ни другой тип не могли удовлетворить потребности в таком приборе, который соединял бы в себе простоту и дешевизну с надежностью действия. Первые—изолирующие маски как приборы специального назначения, применяющиеся в особо тяжелых случаях, естественно, не могут носить массового характера и оставляют пожарных в массе беззащитными. Вторые—губчатые респираторы—являются приборами, защитное действие которых весьма проблематично и о надежности коих говорить не приходится.

Такое неестественное положение в деле охраны пожарных от их постоянного врага—дыма и сопутствующих ему газов—наблюдалось не только у нас, но и в странах со столь высоко развитой пожарной техникой, как Германия. Появление газовых масок, родившихся, как известно, от германского военного противогаса, вызывалось стремлением создать дыхательный прибор, который был бы настолько прост, легок и дешев, чтобы мог сделаться предметом индивидуального снаряжения каждого отдельного пожарного, как каска, пояс и топорик, и вместе с тем надежно защищал бы органы дыхания и зрения. Необходимо определенно признать, что лучшей из появившихся после войны газовых масок является маска фирмы „Ауэр“ (Degea), получившая вскоре после своего выхода в свет в 1919 г. всеобщее признание и введенная как индивидуальное снаряжение в пожарных командах почти всех городов Германии во главе с Берлином, а также в Ленинграде, Вене, Неаполе, Генуе, Турине, Лиссабоне, Стокгольме, Копенгагене, Гельсингфорсе и прочих крупных центрах.

Каковы условия применения масок Дегеа на пожаре? Прежде всего необходимо отметить, что два основных положения, ограничивающие область применения всех фильтрующих приборов, разумеется, остаются и здесь в силе: 1) газовую маску нельзя применять при недостатке кислорода в воздухе и 2) маска с патроном обычного типа не защищает от окиси углерода. Эти два момента являлись орудием в руках лиц, которые в первое время существования газовых

масок высказывались против их введения в практику. Однако, жизнь показала, что при правильном учете обстановки пожара опасность применения газовых масок совершенно аннулируется и практика нескольких лет совершенно не знает случаев гибели пожарных в газовых масках<sup>1)</sup>, между тем, как ряд серьезных несчастных случаев определенно был бы избегнут, если бы пожарные были защищены дыхательными приборами.

Первое условие, приведенное выше и говорящее о недостатке кислорода, не является на практике столь жестко ограничивающим область применения газовой маски. В действительности на пожаре даже в закрытых и густо задымленных помещениях в огромном большинстве случаев не бывает такого положения, когда кислорода недостаточно для дыхания и выделяются большие массы углекислого газа и окиси углерода. Об этом можно говорить лишь в особо осложненных случаях, когда оказываются неприменимыми меры коллективной защиты—выпуск дыма, или речь идет о каких-либо колодцах, канализационных трубах, туннелях, резервуарах, цистернах, где заранее возможно ожидать недостатка кислорода или большой концентрации углекислого газа и окиси углерода. Неприменимость патрона *I*<sup>1</sup> против окиси углерода отлично восполняется использованием специального коробчатого фильтра против этого газа. Многочисленные анализы дыма, взятые на пожарах при весьма тяжелых случаях задымления, показали, что содержание в этих пробах кислорода, углекислого газа и окиси углерода нисколько не препятствует применению газовых масок, что и находит постоянное подтверждение на практике. Мы приведем здесь несколько практических примеров, описанных инженером Румпф в той же статье.

40-метровой длины сарай, крытый толем, без единого отверстия для воздуха, был загружен древесной мукой в мешках, штабелем порожних джутовых мешков и штабелем ящиков спичек, т. е. таким материалом, который вызывает особенно сильный и едкий дым. К приезду пожарных склад был заполнен густым дымом. Очаг пожара находился в заднем конце склада, так что атакующей группе (разведке) пришлось пробираться в густозадымленном сарае почти до самого его конца, чтобы попасть к очагу. Это было выполнено тремя людьми в масках Дегса, при чем огонь был ими же потушен без убытков от воды. Большая часть товара и самый сарай сохранились в целости.

Второй случай касается пожара в длинном складочном подвале, где загорелась варившаяся в котле смола. Совершенно черный и в высшей степени густой дым встретил пожарных. Две атакующих группы, каждая по три человека, разыскали отдаленный очаг огня и быстро потушили его несколькими сухими огнетушителями. Эта атака продолжалась ровно 10 минут. Газовые маски после этого еще принесли большую пользу при разборке, затруднявшейся тлением массы бумаги.

Третий случай относится к пожару в одном старом форте, превращенном в тюрьму. В длинном казематном коридоре был пролит большой бидон с керосином, после чего последний воспламенился. Часть заключенных была отрезана огнем и дымом от единственного

<sup>1</sup> Rumpf, Rauch- und Gesschutzmasken für die Feuerwehr. „Preussische Feuerwehr-Zeitung“, 1929, № 7.

пути спасения. Дым был необычайно густой и черный. Трое пожарных в масках пробрались по узкому и тесному сводчатому коридору сквозь дым к огню, который вскоре и потушили. Этот быстрый успех, одержанный над дымом и огнем, имел своим благоприятным последствием своевременное спасение заключенных, часть коих уже успела отравиться дымом. Здесь следует отметить, что спасательная работа весьма затруднялась тем обстоятельством, что под нагретыми сводами было жарко, как в печи. Газовые маски в этом необыкновенно тяжелом случае показали себя особенно хорошо. Впрочем, команда, применившая их в данном случае, имела особенно хорошую практическую подготовку к противогазовой службе.

В четвертом случае речь идет о тяжелом пожаре подвала, представлявшего собой узкое, длинное и имевшее массу углов помещение, по своему устройству крайне затруднявшее разведку. Горели масла, лаки, лес и упаковочный материал, при чем пожар сопровождался очень сильным дымом и большим жаром. В виду того, что тяжелые работы по тушению требовали много времени, отряды, работавшие в газовых масках, сменялись каждые 10 минут, при чем за это время, в виду тяжелой физической работы в густом дыму и чрезвычайно сильной жары, люди совершенно изматывались. Один из пожарных, работавших в масках, еще недостаточно подготовленный, будучи в возбужденном состоянии, снял с себя маску и тотчас же упал без сознания. Он был извлечен наружу заметившими это двумя другими пожарными того же отряда и быстро пришел в себя. По окончании этой тяжелой работы некоторые из пожарных жаловались на головную боль и разбитость, но через несколько часов эти явления прошли. Это проходящее недомогание людей, работавших в масках, имеет своей первопричиной не маски, как таковые, а перенапряженность организма в обстановке высокой жары и в условиях, стесняющих дыхание.

В практике Ленинградской пожарной команды был случай продолжительной работы частей в газовых масках в обстановке густого дыма, смешанного с фосгеном, явившимся продуктом разложения горевшей смеси сероуглерода с хлором. Люди, работавшие свыше часа в атмосфере удушливого газа, не испытывали затем никаких болезненных явлений, за исключением двух человек, которых пришлось удалить с места пожара, так как они стали ощущать легкие признаки отравления. Оказалось, что причиной этого явилось неправильное ношение маски—в одном случае поверх вязаного шлема, а в другом—вследствие надевания маски несоответствующего размера. Все примененные на этом пожаре патроны—пжарные, под литерой *И*. Многочисленные случаи работы Ленинградской команды с применением масок „Дега“ в обстановке тяжелой задымленности только подтверждают установившуюся репутацию этих масок как лучших из существующих дыхательных приборов фильтрующего типа.

Как мы уже указывали, предел применимости газовой маски обуславливается наличием достаточного количества кислорода в воздухе. Нормальное содержание кислорода, равное приблизительно 21%, не должно быть ниже предела в 15%, при чем эта концентрация устанавливается с учетом необходимости нести тяжелую физическую работу при стесненном дыхании. Этот низший предел в 15% однако, не наблюдался ни на одном пожаре<sup>1)</sup>. В среднем содержа-

<sup>1</sup> Ing. Rumpf. Aus der Praxis. „Preussische Feuerwehr-Zeitung“, 1929, № 7.

ное кислорода устанавливалось в 19,3%, что вполне соответствует возможности применения газовых масок. Разумеется, приведенная вифра была выведена из серии анализов проб, взятых на пожарах, определять же быстро, в условиях разведки, содержание кислорода в воздухе (а отсюда и вопрос о применимости газовых масок) на пожаре невозможно и следует решить, каким же способом это следует делать.

Из прежних времен до наших дней дошел старый и, вместе с тем, ошибочный способ определения возможности проникнуть в задымленное помещение по горению факела. Считается, что человек может пробраться в помещение, если в нем не тухнет факел. Не говоря уже о том, что вход в атмосферу неизвестного газового состава с открытым огнем может повлечь тяжелые последствия, в виде взрыва могущих там находиться газовых смесей, самый принцип следует признать ошибочным, так как потухание факела еще не означает недостатка кислорода. Практический опыт и специальные наблюдения уже давно вызвали сомнения на этот счет, а исследования последнего времени окончательно сдали в архив этот взгляд. Выяснилось, что в герметически закрытом, задымленном помещении неподвижно стоящий факел тухнет гораздо раньше, чем содержание кислорода в воздухе опустится до нижней опасной границы в 15%, а именно в среднем при 17,5%. При нормальных условиях на пожаре, где всегда имеется движение воздуха, факел тухнет еще раньше. Отсюда можно заключить, что не недостаток кислорода вызывает потухание факела. Какова причина этого явления, еще не вполне установлено. По мнению германских специалистов, возможно, что этот процесс — чисто механического характера, при котором взвешенные в дыму частицы сажи и смолы, придающие дыму черный цвет, обволакивают пламя наподобие вуаля и „выжимают“ его.

Что касается концентрации углекислого газа на пожаре, то такая обычно весьма преувеличивается.

Атмосферный воздух содержит нормально 0,4% углекислого газа. Человек же может обычно выдерживать концентрацию, весьма значительно превышающую норму, а именно 6%. Лишь при этом содержании углекислоты в воздухе будут у здорового человека ощущаться первые признаки влияния углекислого газа — головная боль, усталость и головокружение. В дыму пожара же столь высокие концентрации углекислого газа никогда не имеют места. Инж. Румпф указывает, что на одном особенно тяжелом пожаре (продолжительное горение бурого угля в погребе) ему, в виде исключения, удалось установить 2,2% примеси углекислого газа. В среднем же на пожаре, как показали многочисленные анализы, содержание этого газа в дыму составляет 1,2%, что не имеет для человека никакого значения.

Количество окиси углерода, с которым нормально приходится встречаться на пожаре, также лежит в терпимых пределах. Будучи, как известно, продуктом неполного сгорания, окись углерода может скапливаться в тех случаях, когда долгое время дым не имел выхода. Мы уже указывали на то, что окись углерода весьма опасна даже при очень низких концентрациях. На пожаре, к счастью, при обычных условиях содержание окиси углерода в воздухе не достигает опасной степени. Пробы воздуха, взятые тем же специалистом, показали, что только в особо тяжелых случаях пожаров в подвалах

можно было установить наличие опасных концентраций окиси углерода, но и они не достигали того содержания в  $0,3\%$ , которое при продолжительном вдыхании (от  $\frac{1}{2}$  до 1 часа) может повести к тяжелым заболеваниям. Нормальное же, как пробы показали, содержание окиси углерода в дыму пожара составляет  $0,11\%$ .

Таким образом, характер дыма при пожаре в закрытых от доступа воздуха помещениях, в огромном большинстве случаев допускает свободное применение газовых масок, так как запас кислорода даже в весьма тяжелых случаях оказывается для этого достаточным, а опасность со стороны углекислого газа практически отсутствует. В отношении окиси углерода также отмечается обычное содержание ее ниже опасных пределов, вызывающих в короткое время отравление. Даже там, где вначале скопились опасные массы окиси углерода, они вскоре разрежаются до безопасного состояния, благодаря вызванному выпуском дыма движению воздуха. Эти выводы окончательно убеждают в полной возможности применения газовых масок с фильтрующим патроном на пожаре, в обстановке тяжелой задымленности. Специальная маска с фильтрующей коробкой против окиси углерода может понадобиться в пожарной практике лишь в тех случаях, где дело идет об оказании помощи (спасание людей и устранение повреждений в оборудовании) в условиях выделения газов с высоким содержанием окиси углерода, как светильный, доменный, генераторный газ и т. д.

Задаваясь вопросом о снабжении пожарных газовыми масками, прежде всего необходимо принять основное правило: каждый пожарный должен иметь свою собственную маску. Мы уже отмечали крайнюю важность точной подгонки маски по голове и лицу. Передавать маску от одного человека к другому поэтому является недопустимым, так как тем самым нарушается основное требование—герметичность маски. Кроме того, прогив такой передачи возникают и возражения гигиенического характера. Вот почему приобретение нескольких масок на всю команду и вывоз их на пожар для обслуживания переменного состава лиц—весьма нецелесообразно и даже вредно, так как заставляет людей положиться на ненадежный, вследствие негерметичности, прибор, что в отдельных случаях сопряжено с риском для жизни. Наличие на ходах обоза масок различной величины и знание пожарными своего размера масок для надевания на пожаре также не решает вопроса, так как размер маски может быть правильным, но у надетой маски могут оказаться окна не против глаз и человек будет себя чувствовать на пожаре неуверенным, что снизит его работоспособность и подвергнет риску безопасности.

Подготовка личного состава к употреблению масок, которая должна быть обязательно проведена, вызывается не сложностью обращения с маской (на деле весьма простой), а необходимостью приучить человека к тому сопротивлению дыханию, которое вызывается маской, к умению смотреть в маску и совершать работу в ней. Упражнения должны производиться как на свежем воздухе, так и в задымленном помещении и обнимать все виды работ, производимых пожарными.

Необходимость самой тщательной подготовки команды к работе в масках диктуется не только чисто физиологическими причинами, но также и соображениями психологического порядка. Неподготовленный к ношению маски человек не имеет уверенности в ее защитном дей-

ствии, преувеличивает в своем представлении затруднительность дыхания, плохо ориентируется в окружающей обстановке и в результате внутреннего волнения делается способным на такие необдуманные поступки, как срывание с себя маски в опасной среде и т. д. Планомерная работа по развитию и укреплению дыхательных органов и длительная тренировка, закончившаяся работой в реальных условиях и даже игрою в футбол, оказывает, наряду с физиологической стороной, также и благотворное влияние на психику „человека в маске“. Разумеется, ежедневные примеры из практики, явно показывающие влияние применения газовых масок на сохранение здоровья и даже жизни пожарных, содействуют лучше всякой пропаганды той вере в значение маски, которая укрепилась в массе пожарных, применяющих маски. Неудивительно, например, что профессиональный Союз германских пожарных в своем печатном органе „Die Berufsfeuerwehr“ усиленно рекомендует применение газовых масок Ауэра (Degea), а провинциальные союзы добровольных пожарных обществ в Германии имеют склады этих масок при правлениях союзов, энергично агитируя в своих органах печати за применение масок добровольцами.

При массовом внедрении газовых масок в пожарный обиход, естественно, возникают вопросы чисто практического характера: о хранении патронов, сроке их службы и способе вывоза масок на пожар. Интересно отметить, что первый из этих вопросов, о возможности длительного хранения патронов, служил таким же предметом дискуссий, как и вопрос о продолжительности срока службы патрона. Здесь также нельзя дать конкретного ответа, который был бы выражен в определенных цифровых данных. Вопрос о влиянии длительного хранения патрона на его поглотительную способность еще ждет дальнейших исследований, как и некоторые другие вопросы, связанные с работой такого, в сущности, весьма молодого прибора, как газовая маска. Теоретически говоря, при продолжительном хранении без употребления применяемые в промышленности и пожарном деле фильтрующие патроны почти не должны изменять своей поглотительной способности<sup>1)</sup>. В частности, в отношении пожарного патрона *H*<sup>7</sup>, произведенные наблюдения показали, что его поглотительная способность изменяется в течение первого года хранения, оставаясь в последующие годы на неизменном уровне. Это снижение работоспособности патрона в течение первого года, как показали исследования, равняется 40%. Таким образом патрон при длительном хранении обладает поглотительной способностью, равной 60% от первоначальной. Все сказанное относится к патронам, бывшим в употреблении, т. е. к таким, у которых была сорвана защитная крышка из промасленной бумаги, и дальнейшее хранение происходило уже без этой крышки и защитного навинчивающегося на штуцер колпачка. С этими же уплотняющими приспособлениями долгое хранение патронов может происходить без всякого ущерба.

В отношении срока службы патронов, ссылаясь на сказанное об этом выше, можно лишь добавить, что в обстановке пожарной работы на срок службы патронов влияет самым неблагоприятным образом попадание в набивку патрона воды, растворяющей при этом соли, необходимые для работы фильтрующей массы. Поэтому необходимо оберегать патроны масок на пожаре от прямого попадания воды из

<sup>1)</sup> Jng. Rumpf. Die Feuerwehr - Gasmaske. „Feuerschutz“, 6 Jahrg, № 9.

стволов, упавшие же в воду патроны должны быть немедленно сменены. Учитывая далее то обстоятельство, что пожарные патроны *F* предназначены главным образом для защиты против раздражающих веществ, входящих в состав дыма, следует сменить после того, как им пришлось работать в атмосфере ядовитых газов.

В Берлинской пож. команде, с целью определения продолжительности службы патронов, ежегодно подвергается испытанию ряд патронов, взятых частью из боевых масок, частью же со склада. Эти опыты, производимые фирмой Ауэр (Degea), состоят из субъективных испытаний, имеющих целью установить, как долго может человек без затруднения дышать в дыму, содержащем пары сернистой кислоты, а также из объективных испытаний, заключающихся в продувании струи воздуха, содержащего 0,5% хлора, с расходом в 20 л в минуту, и в определении времени до начала просачивания вещества сквозь патрон. При пользовании патронами, которые в течение 5 лет были у команды и в боевой работе и на складе, оказалось, что при субъективном испытании просачивание пожарных газов начиналось через 5 минут. При объективном испытании выяснилось, что время сопротивления, которое при новом патроне составляет 18 минут, после одного года службы снижается приблизительно до половины и при последующих годах остается неизменным<sup>1)</sup>. Почти все патроны, участвова-

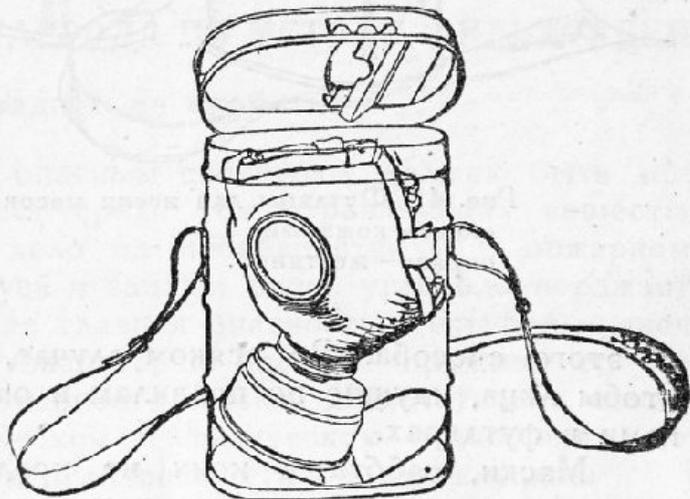


Рис. 40. Способ укладки маски в футляр.

вшие в этих испытаниях, были израсходованы лишь частично. Однако, так как на практике всегда приходится иметь дело со все возрастающим применением масок и на пожаре разницу между свежим и старым патроном будет чувствовать человек в маске, в Берлинской команде пришли к решению заменять ежегодно определенную часть патронов новыми, с таким расчетом, чтобы ни одного патрона с возрастом свыше 5 лет в обращении не было.

Переходя к вопросу о вывозе газовых масок на пожар, остановимся прежде всего на способах их хранения в состоянии готовности. Обычно каждая маска, поскольку она является предметом индивидуального снаряжения, имеет предназначенный для ее хранения футляр. Прежние цилиндрические футляры, требовавшие для укладки маски сгибания последней, что вело к потере ею формы, заменены с 1927 года футлярами овального сечения. Маска с ввинченным патроном укладывается (рис. 40) патроном вниз, при чем патрон принимает несколько наклонное положение (для удобства помещения маски), благодаря наклонным плоскостям на днище футляра. Материалом для изготовления футляра является кожа или оксидированное листовое железо (рис. 41). Железные футляры снабжены выступающими ребрами для увеличения жесткости стенок. У крышки футляра

<sup>1)</sup> Jng. Lindner. Die Gasschutzmaske in der Feuerwehr-praxis. „Feuer & Wasser“, 1926, № 1.

с внутренней стороны имеется карманчик для хранения запасных прозрачных шайб. При помощи ремня футляр с маской носится через плечо, у правого бока. Удобный затвор футляра дает возможность быстрого открывания его и маска с ввинченным патроном извлекается одним движением руки. Такой способ хранения маски выгоден тем,

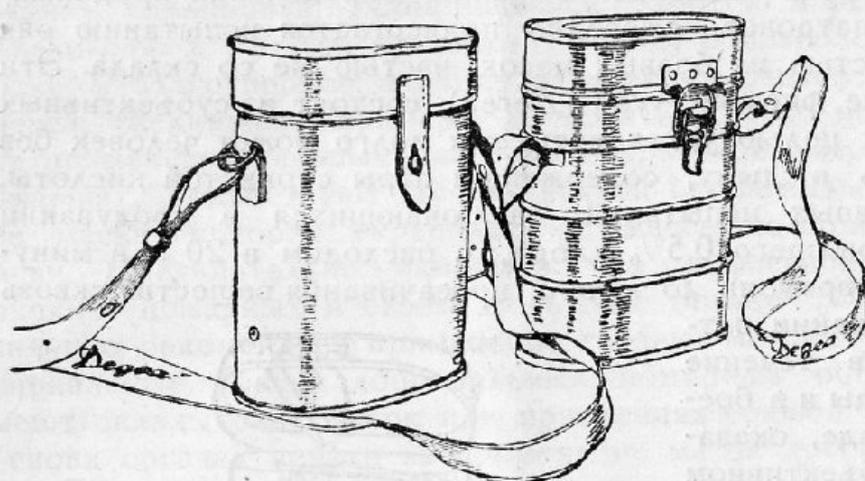


Рис. 41. Футляры для носки масок Дегеа: слева—кожаный, справа—жестяной.

что маска здесь находится в состоянии максимальной готовности к действию. Недостатком является некоторая громоздкость футляра и помеха с его стороны при лазании по лестницам. Однако, высокая полезность этих приборов и быстрота надевания их при нахождении под рукой далеко превышают недостат-

ки этого способа. Во всяком случае, представляется необходимым, чтобы лица, идущие по правилам в разведку, были все снабжены масками в футлярах.

Маски, работа в коих не предполагается в ударном порядке, как напр., принадлежащие лицам, не участвующим в разведке, могут вывозиться в ящиках. Выпускаемый для этой цели ящик Дегеа служит для помещения одной маски, двух патронов и пакета прозрачных шайб. Экономия места на машине заставляет предпочесть коллективное хранение многих масок с их патронами в одном ящике. Такой способ принят в Вене, где ящик вделан в кузов машины, и в Ленинграде, придерживающемся системы съемного с автомобиля ящика, переносимого непосредственно к месту пожара. Для хранения сравнительно редко применяемых масок Дегеа СО (против окиси углерода и содержащих эту окись газов) выпущен специальный ящик, в котором помещается маска с привинченным гофрированным рукавчиком, две фильтрующие коробки и приспособление для ношения такой коробки на поясе (рис. 42).

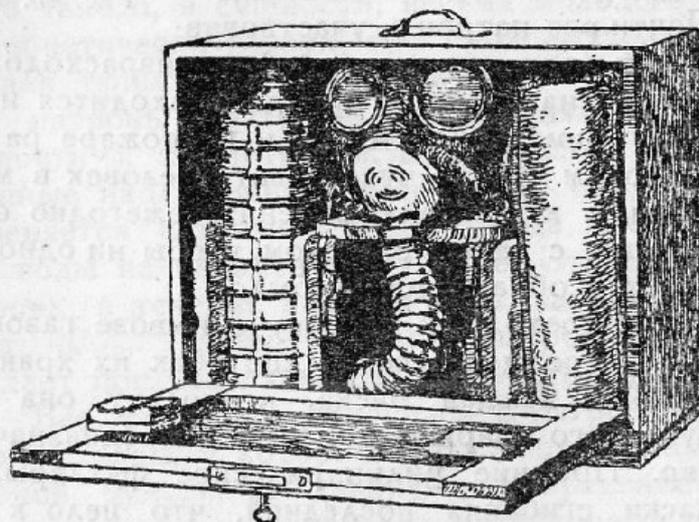


Рис. 42. Ящик для хранения маски Дегеа СО.

Итак, вывоз на пожар газовых масок может происходить по трем методам: индивидуальному (футляр с маской у каждого пожар-

ного), коллективному (все маски в ящиках на машине) и комбинированному (у разведочной группы в футлярах, остальные—в ящике). В смысле маневренной гибкости наилучшим является первый способ, соображения же лучшей сохранности масок и их патронов на тех пожарах, где применения масок не происходит, заставляют предпочесть последний способ. Необходимым коррективом к нему является обеспечение быстрой доставки ящика непосредственно к месту пожара. Нецелесообразным является хранение масок не в портативном ящике, а в кузове машины. В случае отдаленной стоянки машины от места пожара, быстрое приведение масок в боевое положение становится невозможным.

## ГЛАВА IX

### ЗАЩИТА ПРОТИВ ОКСИ УГЛЕРОДА ПО МЕТОДУ ФИЛЬТРАЦИИ

#### Оксись углерода и ее свойства

Оксись углерода по своим опасным свойствам должна быть поставлена на одно из первых мест среди тех отравляющих веществ, с которыми приходится иметь дело на производстве и в пожарном деле. Будучи лишена цвета, вкуса и запаха, окись углерода поражает без предупреждения, и в этом ее главная опасность, усугубляющаяся невозможностью своевременно узнавать, по этой же причине, об израсходовании фильтрующей способности маски. Замечательна также инертность этого газа в химическом и физическом отношениях, до сих пор сильнейшим образом затруднявшая его обезвреживание.

Оксись углерода, обладая удельным весом 0,976, является газом легче воздуха. Везде, где углеродосодержащие вещества (дрова, уголь и т. д.), вследствие недостаточного притока воздуха, не могут гореть полным ходом, среди прочих газов появляется окись углерода. Но даже и там, где происходит полное сгорание и имеется продукт последнего — углекислый газ, этот газ может отчасти быть сведенным к окиси углерода, если он встретит на своем пути слой раскаленного углерода.

Отравляющее свойство окиси углерода объясняется тем, что оно вступает в соединение с гемоглобином (красящее вещество крови), происходящее приблизительно в 250 раз более охотно, чем процесс окисления гемоглобина. Поэтому окись углерода быстро вытесняет кислород из окиси гемоглобина, в то время как в обратном случае кислород, даже в гораздо более мощном виде, весьма медленно изгоняет окись углерода из ее соединения с гемоглобином (карбоксигемоглобина) и занимает ее место. Если имеется, например, газовая смесь, содержащая на 250 частей кислорода одну часть окиси углерода, то данное количество гемоглобина разделится пополам, превратившись в карбоксигемоглобин и в оксигемоглобин. Получается такое впечатление, как-будто выявившееся отравляющее действие должно быть меньше всего приписано карбоксигемоглобину, а гораздо больше этому недостаточному оксигемоглобину. Установлено, что смерть наступает в том случае, если около четырех пятых всего красящего вещества крови превращается в соединение карбоксигемоглобин. Это наступает после 30—60 минутного (в зависимости от деятельности органов дыхания) пребывания,

в помещении, содержащем от 0,3 до 0,4% окиси углерода. Концентрация этого газа в 0,03% и ниже как правило не является опасной. Продолжительное пребывание в атмосфере, содержащей 0,1% окиси углерода, несомненно ведет к отравлению. Найдено далее, что люди по роду занятий долго вдыхающие воздух с содержанием всего только 0,021—0,024% окиси углерода, обнаруживают, при известных обстоятельствах, вред для здоровья. Установлено также, что у людей, находящихся в спокойствии при концентрации в 0,07% окиси углерода, через один час наблюдается переход четвертой части гемоглобина в карбоксигемоглобин. При многочасовом вдыхании максимальное содержание окиси углерода в воздухе не должно превышать 0,01%, а при непродолжительном — 0,015%.

Приведенные цифры представляют собою средние числа, от которых могут происходить отклонения в ту и другую сторону, в зависимости от индивидуальных качеств человека. Возраст, упитанность, количество крови, дыхательная и мускульная деятельность, а также психические особенности обуславливают картину болезни.

Симптомами отравления окисью углерода являются: шум в ушах, лихорадка и чувство боязни. Позднее наступает специфическое безволие и затем бессознательное состояние.

Будучи по своей природе продуктом неполного сгорания, окись углерода содержится и в выхлопных газах автомобилей. На улицах с интенсивным автомобильным движением, поэтому всегда можно обнаружить присутствие окиси углерода. Так, например, найдено, что в воздухе парижских улиц содержится от 0,034 до 0,062% углекислого газа и 0,001—0,0044% окиси углерода. Разумеется, это содержание зависит от условий погоды, особенно от состояния ветра и солнечного освещения. Германский специалист Гирш нашел, что на оживленных улицах процент окиси углерода составляет 0,003—0,004. По его мнению, это обстоятельство может вызвать у жителей не только острые, но даже хронические вредные явления.

Еще хуже обстоит дело в туннелях как железнодорожных, так и автомобильных. Опасность, создающаяся в длинных железнодорожных туннелях, вследствие заражения воздуха окисью углерода (продукт неполного сгорания в паровозах), вынуждает все чаще и чаще переходить к введению электрической тяги. Особенная опасность массового отравления создается в случае вынужденной остановки парового поезда в туннеле. В туннелях для автомобильного сообщения, устраиваемых теперь на Западе, несмотря на великолепную вентиляцию, опасность отравления окисью углерода не устранена. Опыты показали, что в одном туннеле, по которому проходит 1000 автомобилей в час, содержание окиси углерода, несмотря на движение воздуха в 3 м в сек., составляет 0,04—0,05%, а в одном случае даже 0,16%. Такие концентрации даже на короткое время весьма опасны для человека и, например, у агентов по регулировке движения в Филадельфии и Лондоне после 8-часовой службы обнаруживается 20—30% насыщения гемоглобина окисью углерода, при чем люди проявляют ясные симптомы отравления этим газом.

Если устройства автомобильных туннелей большой загруженности наш автотранспорт еще не требует, то вопросу о концентрации окиси углерода в воздухе гаражей должно быть несомненно уделено внимание. Работа бензинового мотора в закрытом помещении, каковое представляют собою гаражи, создает весьма неблагоприятные условия

даже для больших гаражей, где по данным Каца и Фреверта среднее содержание окиси углерода составляет 0,01 до 0,016%. Средняя величина содержания окиси углерода в выхлопных газах может быть принята в 4,3%. Это означает, что один литр бензина при неполном сгорании выделяет 280 л окиси углерода. Таким образом при сжигании 1 л бензина в автомобиле, стоящем в закрытом помещении с кубатурой 100 куб. м, содержание окиси углерода в этом помещении может составить 0,3%. Ряд опытов, поставленных проф. Виртом, происходил в запертом, но не герметически закрытом гараже, объемом в 42 куб. м, в котором работал ненагруженный автомобильный мотор в  $\frac{1}{30}$  лощ. сил. Пробы воздуха отсасывались при помощи трубы и анализировались специальным переносным аппаратом для определения содержания окиси углерода системы д-ра Г. Геккеля. После 15 минут содержание окиси углерода в воздухе составило 0,234%, а спустя 25 минут после начала опыта — 0,4%. Такие концентрации вызывают смерть в самое короткое время.

Светильный газ, содержа в своем составе 5—10% окиси углерода, при ненадлежащем обращении или нецелесообразном устройстве аппаратуры представляет собой угрозу общественной безопасности, как отравляющее и взрывоопасное вещество. Не говоря уже об отравлении воздуха при истечении газа из незакрытых кранов, в домашнем обиходе при обращении с кухонными газовыми приборами возможны такие случаи, которые трудно предусмотреть. Так, проф. Вирт передает случай, когда в кухне им было обнаружено присутствие окиси углерода вследствие того, что ребра на круге газовой плиты, служащем для установки посуды, были слишком низки и к тому же диаметр котла, стоявшего на плите, был слишком велик по сравнению с кружком пламени. Выделявшаяся при этом окись углерода через полчаса составила в кухне объемом в 40 куб. м 0,05%.

Особенно опасными, в смысле содержания окиси углерода, являются водяной газ и так наз. смешанный газ. Эти технические газы применяются для сжигания в заводских печах и питания газовых моторов. Интересно отметить попытки, путем прибавления ароматических веществ, придать этим газам пахучесть, как средство предупреждения об опасности. В этом отношении светильный газ обладает явным преимуществом: его присутствие в воздухе определяется по запаху уже при отношении 1:10000.

При повреждениях трубопроводов к опасности отравления прибавляется еще взрывоопасность. Серия взрывов на улицах Лондона в декабре 1928 г. вызвана была именно повреждениями газопроводов<sup>1</sup>. Умышленное открытие газовых кранов с целью самоубийства иногда сопровождается сильнейшими взрывами, один из коих вызвал в Берлине разрушение жилого пятиэтажного дома с большим числом жертв в доме и на улице. При взрывах и на пожарах выделяются более или менее значительные массы окиси углерода, в особенности в тех случаях, когда объем воздуха в помещении сравнительно мал по отношению к горючей массе (пожары и взрывы в рудниках, пожары в театрах). Выделение окиси углерода при всяких домашних и заводских печных устройствах, в особенности коксосушильных и доменных печах, генераторах, установках для сухой перегонки является общеизвестным. В домашнем обиходе окись углерода получила

<sup>1</sup> См. журн. „Наука и Техника“, 1929 г. № 33.

название „угарного газа“, метко характеризующее это отравляющее вещество.

Таким образом, опасность отравления окисью углерода реально существует в обширном ряде случаев. Не будет поэтому преувеличенным утверждение, что этот газ в повседневной жизни приносит гораздо больше вреда, чем все остальные газы вместе взятые.

Основной чертой, характеризующей окись углерода и определяющей опасность этого газа, является его незаметность для наших органов чувств. Вот почему этот газ, по существу менее ядовитый, чем фосген, синильная кислота, азотистые соединения и т. д., превосходит их по своей вредности. Определение присутствия окиси углерода поэтому является задачей весьма большой важности и в этом направлении предпринято много изысканий, обогативших своими выводами специальную литературу.

Основное свойство окиси углерода — соединяться с гемоглобином (красящим веществом крови) — дает возможность определения присутствия и подсчета количества окиси углерода в крови. Соединение окиси углерода с гемоглобином представляет собою хорошо кристаллизующееся химическое соединение вишнево-красного цвета. При помощи спектрального анализа, а также химического разложения с выделением свободной окиси углерода, можно провести весьма точное качественное и количественное определение окиси углерода. Однако, необходимость экспериментировать со свежей кровью и применять сложную аппаратуру заставили техников искать другие методы, быть может, не столь специфические для окиси углерода, как первый способ, но зато гораздо более простые. Они основаны, по большей части, на восстанавливающей (раскисляющей) способности окиси углерода. До температуры в  $820^{\circ}\text{C}$  этот газ действует как восстановитель лучше, чем водород. Если привести окись углерода в соединение с растворами легко восстанавливающихся солей, то из последних начинают выпадать соответствующие металлы. Обычно применяют здесь соли благородных металлов, в особенности серебра, золота или палладия. В результате опыта выпадают металлические—серебро, золото или палладий—и окрашивают раствор или смоченную им бумагу. Эти же методы дают возможность количественного определения малых объемов окиси углерода, так наз. колориметрическим способом (сравнение цветов). Встречающиеся здесь трудности заключаются в том, что окисляющая соль вступает в соединение не только с окисью углерода, но и с другими, более слабо восстанавливающими газами, вследствие чего этот способ не обладает большой точностью. Сюда же следует добавить тот существенный недостаток, что все такие растворы — светочувствительны и парализовать значительное влияние света на эти соли можно лишь при помощи сложной аппаратуры.

От этих недостатков свободен другой способ — „иодпентоксидный“, преимуществом которого перед опытом с солями металлов является способность этого вещества окисляться лишь при более высоких температурах. Благодаря этому условия опытов могут быть лучше определены. Способ этот особенно пригоден для быстрых определений. Недостатком этого способа является то, что он не является специфическим, и что поэтому всякие другие восстанавливающие вещества, если таковые имеются в наличии, могут сыграть такую же роль, как и окись углерода. Чтобы избежать этого, все остальные восстановители должны быть сначала удалены. С этой целью применяли концен-

трированную или дымящую серную кислоту, металлическую медь, раствор едкого кали, но не всегда с успехом, что привело к использованию для целей удаления „мешающих“ примесей такого прекрасного поглощающего средства, как активированный уголь. Если мы станем прогонять испытуемый газ, помимо обычно применяемых для очистки реагентов, еще через слой активированного угля, то ошибки при анализе смогут быть почти совершенно устранены. Для надежного удаления поглощаемых паров необходим слой активированного угля высотой не менее 6 см.

На иодпентоксидном методе основан американский „M—S—A детектор“, принадлежащий к числу походных определителей содержания окиси углерода. Основными частями его являются (рис. 43):

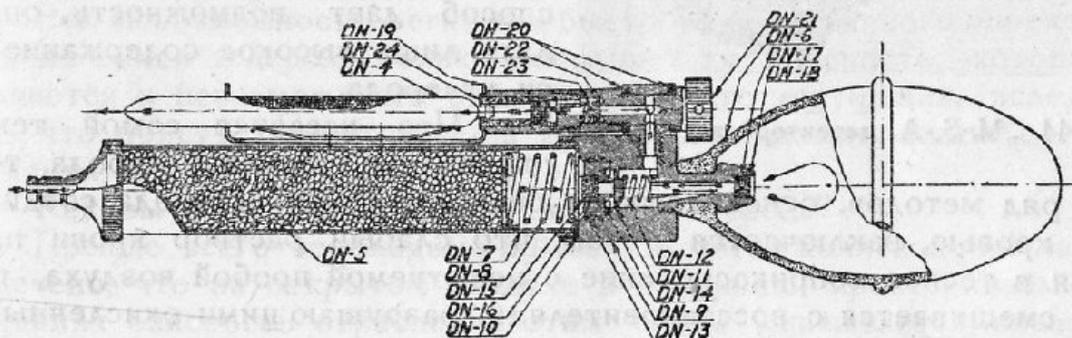


Рис. 43. Разрез „M-S-A. детектора“ для определения наличия окиси углерода.

камера с активированным углем, детекторная трубка, резиновая груша, два клапана, и шкала „колориметра“. Детекторная трубка представляет собою стеклянную запаивную ампулу, содержащую так наз. „хуламит“, т. е. пемзу, пропитанную дымящей серной кислотой и иодпентоксидом. Перед употреблением обламывают кончики запаивной детекторной трубки, вставляют ее в специальный держатель и вводят одним концом в резиновое гнездо прибора, предварительно нажав несколько раз грушу, чтобы изгнать из нее остатки предыдущей пробы. Для взятия пробы нажимают грушу 10 раз и сравнивают цвет материала внутри трубки с цветами шкалы колориметра, подвигая последнюю для нахождения совпадающего по окраске цвета. Найдя соответствующий оттенок, определяют процентное содержание окиси углерода по обозначению на шкале. Назначение камеры с активированным углем, как мы отмечали выше,—поглощать другие, имеющиеся в помещении газы, которые могли бы повлиять на детекторную трубку помимо окиси углерода. Последняя разлагает иодпентоксид и пары иода вызывают окрашивание трубки. Интенсивность этого окрашивания зависит от содержания окиси углерода, и критерием для сравнения окрасок служит стандартная шкала цветов, градуированная на содержание этого газа в пределах от 0,05 до 1,0%. Для обеспечения движения испытуемого воздуха в приборе в одном направлении предусмотрены два пружинных клапана.

Высокая теплотворная способность окиси углерода тоже сыграла свою роль при изыскании методов определения этого газа. Повышение температуры, вызванное выделением тепла, безразлично при простом или каталитическом сгорании, служит показателем наличия окиси углерода. Повышение температуры может влиять на изменение электродвижущей силы термоэлемента или сопротивления платиновой проволоки и таким путем может быть измерено. Если зафиксировать

условия опыта (скорость истечения газа, начальную температуру и т. д.) и настроить аппаратуру применительно к этим постоянным величинам, то содержание окиси углерода может быть непосредственно прочитано на приборе. Этот „термический“ принцип лег в основу нескольких методов определения содержания окиси углерода.

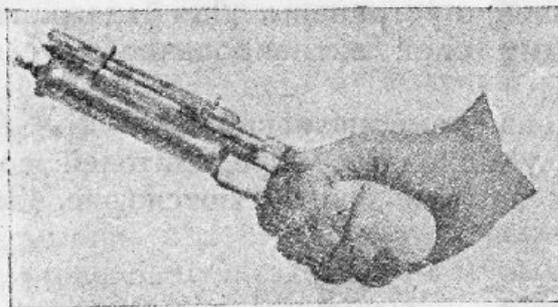


Рис. 44. „M.-S.-A. детектор“ в действии.

Еще один метод анализа основан на том явлении, что помимо красящего вещества крови окись углерода вступает в соединение с некоторыми неорганическими солями и может быть извлечена из соответствующих растворов. Этот способ дает возможность определять лишь высокое содержание окиси углерода.

Что касается самой техники определения окиси углерода, то целый ряд методов, основанных на свойстве окиси углерода соединяться с кровью, заключается в том, что слабый раствор крови приводится в тесное соприкосновение с испытуемой пробой воздуха, после чего смешивается с восстановителями, разрушающими окисленный гемоглобин. Полученный состав подвергается спектральному анализу (метод Фогеля). Несколько иной принцип принят в методе ван-Слайка и Сальвезена. Здесь определяется объемное содержание окиси углерода в крови. При помощи железо-цианистого калия окись углерода и кислород освобождаются из крови. Кислород удаляется при помощи щелочного пирогаллового раствора, а остающаяся окись углерода подвергается объемному измерению. Для определения содержания окиси углерода по этому способу требуется 2 куб. см крови, а самый процесс анализа продолжается от 10 до 15 минут.

Все упомянутые здесь способы выработаны медициной и применение их ограничено сравнительно узкими рамками.

Гораздо чаще в технике применяется так наз. хлористо-палладиевый способ, основанный на свойстве раствора хлористого палладия чернеть в присутствии окиси углерода. Этим раствором может быть пропитана бумага. По данным Л. Мейера, такая бумага при 0,76% окиси углерода тотчас делается густо черной, при 0,076% чернеет через одну мин., при 0,0076% делается черной спустя 20 минут. По этому же принципу работает „окись-углеродный детектор“ Ромуальда Новицкого. Как уже было упомянуто, применяемый здесь раствор — светочувствителен.

При пробе солями серебра воздух, содержащий окись углерода и взболтанный вместе с раствором этих солей, дает черный осадок. В Германии имеются в продаже ампулы фон-Мерка, наполненные этим реактивом. Раствор этот — светочувствителен. Результаты испытания зависят от качества бумаги, возраста раствора, примесей, заключающихся в воздухе помимо окиси углерода, и от освещения во время анализа.

Следует, наконец, упомянуть наиболее портативный прибор для определения содержания в воздухе окиси углерода, выпущенный фирмой Сименс. В этом маленьком и легком приборе производится нагрев платиновой проволоки электрическим током до температуры в 450°, при чем платина служит катализатором при сгорании окиси

углерода в углекислоту. Этот прибор, сравнительно быстро и легко определяющий содержание окиси углерода, например, в дыму и газах на пожаре, привлек к себе внимание пожарных кругов, ожидающих результатов практических испытаний его для возможности вынести окончательное суждение о степени применимости этого прибора.

Мы привели здесь основные линии, по которым развивается методика определения содержания окиси углерода. Существует еще ряд способов, схожих с описанными или представляющих собою комбинацию отдельных методов. Но, несмотря на все попытки, технике до сих пор не удалось создать такой простой прибор, который в руках неспециалиста мог бы обнаруживать присутствие окиси углерода в опасной концентрации, т. е. от 0,03 до 0,05%.

Эта невозможность легкого и быстрого объективного определения наличия окиси углерода только дополняет ту опасность, которая заключается в невозможности субъективного его ощущения, вследствие того, что присутствие этого газа не воспринимается нашими органами обоняния, зрения и вкуса.

Каковы же меры борьбы с окисью углерода?

Прежде всего необходимо применять метод коллективной защиты. Замечено, что на открытом воздухе и в хорошо проветриваемых помещениях опасность отравления этим газом оказывается весьма незначительной, так как окись углерода легче воздуха, обладает очень высокой скоростью диффузии (проникновения, смешения с другими газами) и быстро растворяется в воздухе, не успевая проявить свое действие. Поэтому наилучшим средством удаления окиси углерода из закрытого помещения является энергичная вентиляция, а оказание помощи пострадавшим от этого газа прежде всего должно заключаться в выносе их на свежий воздух. Разумеется, параллельно с этим должно идти и устранение самой причины появления окиси углерода. Все эти операции—спасательные, пожарные и технические—возможны только в том случае, если под рукою имеются надежные и испытанные дыхательные приборы, специально предназначенные для защиты против окиси углерода.

## ГЛАВА X

### КОНСТРУКЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ПРИБОРОВ ПРОТИВ ОКИСИ УГЛЕРОДА

В огромном большинстве случаев, представляющихся на практике, иметь дело с очень большим недостатком кислорода, в присутствии окиси углерода, не приходится, и методом защиты от окиси углерода может явиться способ фильтрации, т. е. применение газовой маски со специальным фильтрующим патроном против окиси углерода.

Но если из рассмотренных нами многочисленных случаев применения масок с фильтрующими патронами видно было, что защита против целой массы отравляющих веществ вполне возможна и сравнительно не сложна, то задача борьбы с окисью углерода сразу же оказалась весьма трудной и чреватой препятствиями. Интересно при этом отметить, что такие серьезные отравляющие вещества, как пары синильной кислоты или страшный военный газ—фосген, оказалось

легче парализовать, чем окись углерода, этот „угарный газ“, который выделяется из наших печей, если мы рано закроем дымоход.

Трудности, с которыми пришлось встретиться в борьбе с окисью углерода—тройного порядка: 1) физические особенности этого газа, 2) его химические свойства и 3) отсутствие запаха и вкуса.

Если вспомнить, чем обуславливается борьба со всеми прочими отравляющими веществами, то оказывается, что там фильтрующий патрон работает на принципах физического поглощения и химического связывания.

Поглощение активированным углем, составляющим значительную часть патрона всякой промышленной и военной газовой маски, удачно проходит, если мы имеем дело с высокомолекулярными, легко сгущаемыми газами и парами, но не с таким трудно сгущаемым газом, как окись углерода. Другой основной принцип—химическое связывание, оказывается несостоятельным при окиси углерода, так как последний при нормальной температуре вступает в соединения редко и неохотно. Эти реакции протекают к тому же весьма вяло, так что связывание требовало бы большого времени и сопровождалось бы значительным сопротивлением дыханию. Многочисленные попытки найти более энергичные реактивы для связывания окиси углерода оставались безуспешными.

После многолетних трудов, направленных к развитию американских изысканий в области каталитического сжигания окиси углерода в углекислый газ ( $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ ) фирма Ауэр достигла положительных результатов. Катализатором, т. е. ускорителем реакции, в таких случаях является впервые примененный в американских масках „гопккалит“, представляющий смесь металлических солей состава: перекиси марганца 20%, окиси меди 30%, окиси кобальта 15% и окиси серебра 5%. Таким образом, ядовитая окись углерода, соединяясь с кислородом, переходит в углекислоту, легко связываемую при помощи щелочи. Применяемая при этом каталитическая масса является в высшей степени активной. Что касается того тепла, которое выделяется при реакции, то предусмотренное для этой цели специальное холодильное устройство отнимает образующуюся теплоту.

Но решив эту главную задачу, т. е. связав окись углерода, техническая мысль должна была преодолеть последнее препятствие—невосприимчивость наших органов чувств к окиси углерода, в виду отсутствия у последней запаха и вкуса. У всех других отравляющих и раздражающих веществ малейшее просачивание газа сквозь фильтр, хотя бы носящее характер химических следов, сразу же и благоприятно дает о себе знать запахом, и у человека в маске всегда будет достаточно времени, чтобы удалиться для перемены патрона. В маске же против окиси углерода такое предупреждение со стороны самого газа невозможно, в виду отсутствия у него запаха, и приходится изыскивать какие-то средства к своевременному и автоматическому предупреждению о наступающем выходе фильтра из строя. Американцы в своей маске Бэрреля пришли к решению этого вопроса путем введения счетчика числа дыханий, предупреждающего человека после определенного количества последних. Способ этот, принятый также и в маске СО Дрегера, нельзя назвать рационально решающим задачу, так как чисто механический счетчик не находится в зависимости от концентрации газа. Гораздо целесообразнее способ, примененный в описываемой маске Ауэр (Дегеа). При отказе фильт-

рующей массы в маске автоматически появляется характерный запах ацетилена, предупреждающий о необходимости уйти для смены фильтра. Обязанность такого предупредителя играет особый слой в фильтрующей коробке, называемый индикатором. Повидимому, появление запаха ацетилена происходит от действия на заключающиеся в этом слое следы карбида тех незначительных количеств влаги, которые будут осаждаться в этом слое к концу действия коробки. Действие индикатора начнется заблаговременно, когда лишь три четверти активной массы фильтра окажутся израсходованными, что предоставляет рабочему достаточно времени, чтобы уйти из опасного места. Весьма интересна при этом „настойчивость“ этого предупредителя. Сперва появляется очень слабый запах ацетилена, который постепенно усиливается, и если человек не переменил фильтра, то запах становится таким невыносимым, что носитель маски поневоле будет вынужден избавиться от этой коробки.

Переходя к описанию конструкции газовой маски Ауэра (Дегеа) для защиты от окиси углерода, прежде всего отметим, что маска эта, имеющая обозначение СО (окись углерода), устроена по типу нормальных, уже знакомых нам масок Дегеа. Вначале получила распро-

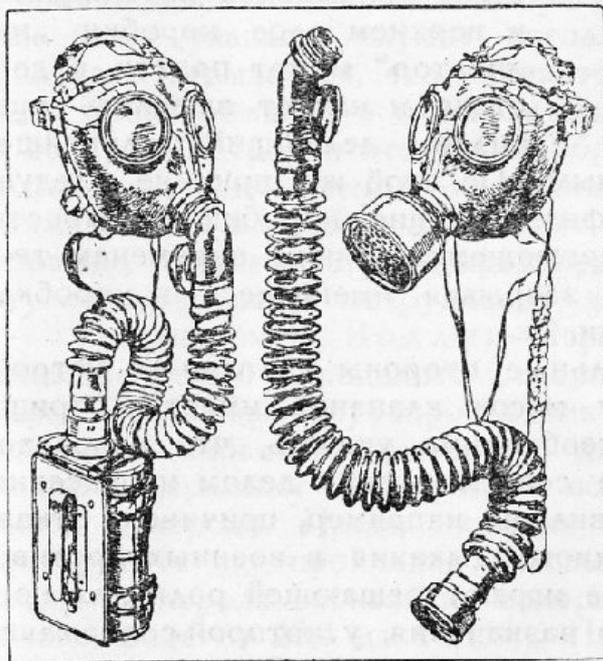


Рис. 46. Соединительный рукавчик с клапаном выдыха, позволяющий присоединить фильтр СО к любой маске Дегеа.

странение полумаска, но выявившиеся на прак-

тике недостатки ее (прохождение линии герметичности через нос и неприятное давление на последний, отсутствие защиты глаз и т. д.) заставили предприятия, применяющие эти приборы, перейти к нормальной, полной маске. Так как фильтрующая коробка, в виду восприимчивости катализатора к влажности, должна быть снабжена сушильным веществом и описанным индикатором, которые должны быть помещены в коробку наряду с собственно катализирующей массой, то общий объем коробки достигает  $1\frac{1}{2}$ —2 литров. Вот почему фильтру придан здесь характер отдельной коробки, а не ввинчивающегося непосредственно в маску патрона. Коробка эта помещается у желаемого места (у пояса, за спиной) и не нагружает



Рис. 45. Газовая маска Дегеа СО (специальный тип).

дыхания установлен здесь клапанный. Клапан выдыха помещается при этом вблизи рта, клапан вдоха—на коробке. Расположение клапана выдыха (вблизи рта) конструктивно выполняется в двух видах. Если это—специальная маска против окиси углерода, то у нее имеется особая дыхательная деталь из легкого металла, в верхней части которой находится клапан выдыха, а в нижней—трубка для прикрепления рукавчика и над нею маленький вспомогательный клапан вдоха, защищающий фильтр от попадания туда влажного выдыхаемого воздуха. Второй тип сохраняет в неприкосновенности нормальную маску Дегеа (для патронов) и дает возможность использовать любую маску в качестве маски—СО. В этом случае соединительный штуцер рукавчика снабжается клапаном выдыха.

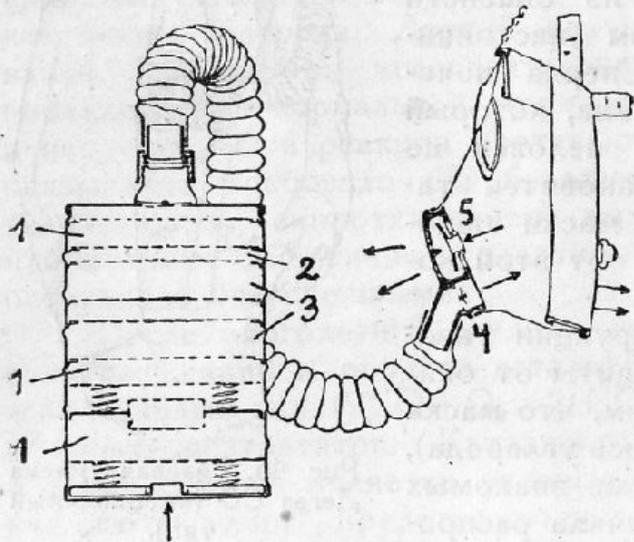


Рис. 47. Разрез маски СО.

- 1—сушильная масса
- 2—индикатор
- 3—активная масса
- 4—клапан вдоха
- 5—клапан выдыха

пользование фильтром невозможным. По этой же причине следует всячески оберегать хранящиеся фильтрующие коробки от сырости, складывая их в сухом и неподвергающемся резким переменам температуры помещении и тщательно закрывая имеющиеся в коробках отверстия специальными крышками.

Мы привели здесь положительные стороны клапанного устройства у масок. Однако, наличие у масок клапанов имеет и отрицательные стороны. Прежде всего необходимо указать, что исправное содержание клапанов является не совсем легким делом и опасение, что клапаны будут загрязняться, явилось, например, причиной отказа многих стран от введения клапанного дыхания в военных противогазах. Если эти соображения и не играют решающей роли для применения клапанов в маске мирного назначения, у которой содержание клапанов в исправности легче достижимо, чем на войне, то оставлять эти соображения без внимания все же не следует. Далее необходимо иметь в виду, особенно в наших северных условиях, возможность примерзания клапанов зимою, когда мокрая внутри, вследствие конденсации влаги, маска будет на время снята с тем, чтобы потом опять быть надетой. Однако на практике вопрос этот не вызывает особых затруднений, что было подтверждено опытами, поставленными

В обоих случаях вдыхаемый воздух попадает в коробку через отверстие в доньшке, проходит через набивку коробки снизу вверх и, приподымая резиновый клапан в начале соединительного рукавчика, идет по последнему в маску. Мы указали, что клапаны вдоха, имеющиеся у описываемого прибора, вызваны стремлением защитить от влаги фильтрующую массу. Необходимо пояснить, что увлажнение этой массы влечет за собою понижение срока службы коробки и, кроме того, вследствие увлажнения находящийся в верхнем слое коробки „индикатор“ может притти в действие и начнет выделять ацетилен, делающий дальнейшее

77

в холодильнике при температуре  $-10^{\circ}$ . Оказывается, что если вновь надеть маску с примерзшими клапанами, то после немногих выдыханий они оттаивают и вновь начинают действовать. Профилактическим средством, хорошо оправдавшим себя на практике, является несколько капель глицерина, впущенных под клапан.

### Область применения масок СО

Принадлежа к разряду фильтрующих приборов, газовая маска против окиси углерода подчиняется общему установленному для этого типа дыхательных приборов закону, по которому дыхание через фильтр в отравленной атмосфере возможно лишь в том случае, если в воздухе имеется не ниже  $15\%$  кислорода. Если теперь принять во внимание формулу, по которой происходит связывание окиси углерода:  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ , которая говорит, что для сгорания окиси углерода в фильтрующей коробке необходимо в воздухе иметь еще половину того количества объемных процентов, какое приходится на долю окиси углерода, то отсюда приходится заключить, что в атмосфере должно находиться не менее  $18\%$  кислорода и не свыше  $6\%$  окиси углерода. Необходимо, однако, отметить, что окись углерода, даже и при более высоком ее содержании в воздухе, будет количественно уничтожаться. Опасности отравления этим газом, следовательно, не произойдет и при превышении указанного содержания окиси углерода. Однако вследствие понижения содержания кислорода рабочий почувствует определенное затруднение дыхания и должен, не срывая маски и спокойно и равномерно дыша, удалиться из опасной зоны. Иногда достаточно отойти на незначительное расстояние, чтобы свободное дыхание вновь восстановилось. Здесь необходимо отметить крайне ценное значение того индикатора в фильтрующей коробке, который, как было указано, служит сигнализатором необходимости сменить фильтр. Оказывается, что индикатор не только исполняет эту роль, но и предупреждает о слишком высокой концентрации окиси углерода в воздухе. Устроено это таким образом, что повышение температуры в фильтре, вызываемое интенсивным окислением газа в коробке, также влечет за собою появление запаха ацетилена. Рабочий, таким образом, получит двойное предупреждение о необходимости покинуть эту опасную зону: затруднение дыхания и сигнализирующий запах.

Инженером К. Воллин (Берлин) были предприняты изыскания, имевшие целью определить условия применимости масок Дега СО в работе газовых трубопроводчиков. Задача состояла в том, чтобы выяснить характер опасности дыхания в этой маске при слишком малом содержании кислорода в воздухе и увеличенном содержании окиси углерода. Пробы воздуха для анализов брались из траншей при работе по прокладке газовых труб. Результаты в отношении окиси углерода показали содержание последней от 0 до  $1,8\%$ , а кислорода от  $20,4$  до  $18,5\%$ . При одной пробе, взятой непосредственно у места истечения светильного газа из открытой заглушки, было отмечено  $2,8\%$  окиси углерода и только  $15,2\%$  кислорода. В этом случае содержание кислорода, конечно, должно быть признано весьма низким и лежащим на грани применимости фильтрующих приборов вообще. Однако необходимо отметить, что проба газа была взята в таком месте, в котором фактически воздух для дыхания не засасывается. У маски Дега СО, как известно, фильтрующая коробка

не находится непосредственно у лица человека, а, будучи соединена с маской гибким рукавчиком, расположена на спине или сбоку. Таким образом рабочий, осматривающий место утечки газа, никогда не вдыхает непосредственно выходящий из открытого газопровода газ. Действительно, практика Берлинского городского газового общества показала, что рабочие, применяющие описываемые маски в очень большом масштабе, успешно используют их при самых разнообразных условиях работы. Рабочие при этом инструктируются в том направлении, чтобы при работе в особенно опасных местах, где можно ожидать высокой концентрации газа, они предохраняли себя от опасности, помещая свои фильтрующие коробки в места, не подвергающиеся непосредственному воздействию вытекающего светильного газа. При этом отмечается склонность людей, работающих в масках и верящих в их надежную защиту, оставлять всякую осторожность. Между тем, при работе в маске необходимо не забывать об опасности и принимать такие же меры предосторожности, как если бы человек работал без маски. Выводы анализов при вышеуказанном исследовании, оказавшиеся отчасти неожиданными даже для специалистов, не веривших в возможность столь быстрого разжижения газа воздухом, подтверждаются результатами таких же испытаний в однородных производствах, напр., на плавильных заводах, где содержание окиси углерода при вытекании доменных газов бывало также ранее переоценено, и после анализа газовых проб показало почти во всех случаях концентрацию, лежащую ниже допустимого для масок предела. В результате изысканий и практического опытного применения маски Дегеа СО введены для рабочих газовых предприятий Германии в весьма широком масштабе. Их применяют рабочие при обслуживании генераторов, на ремонтных работах по газопроводу, при прокладке труб, работе в газовых туннелях, опусканиях в колодцы с газометрами. Как указывает инж. К. Воллин<sup>1</sup>, на газовых заводах Берлина с введением этих масок обычные профессиональные заболевания рабочих-газовиков (головная боль, общее недомогание, обморочное состояние) полностью сведены на-нет. Тот же автор указывает, что описанные маски с таким же успехом применяются с 1926 года рабочими при доменных печах, установках по добыванию водяного газа, газогенераторах и т. д. Что касается вопроса о применимости газовых масок СО в шахтах как приборов, помогающих при отступлении из опасных мест и спасательных приборов, то здесь, разумеется, следует вспомнить основную установку этих приборов. Они только лишь удаляют отравляющие вещества, но не служат источником кислорода, а потому применимы, как известно, там, где в воздухе еще содержится достаточно кислорода для дыхания. Имеет ли место это последнее обстоятельство в атмосфере рудничных газов — спорный вопрос. Однако, можно считать, что недостаток кислорода длится крайне незначительное время, так что по крайней мере часть горняков, застигнутых газом и обреченных на гибель, может спасти себя путем применения масок СО. Их отличие от тяжелых кислородных приборов заключается в легкости и простоте обращения, что имеет огромное значение в обстановке катастрофы и вызванной ею паники, когда быстрое и правильное надевание масок совершенно аналогично надеванию сходных с ними по принципу устройства воен-

<sup>1</sup> „Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene und Unfallverhütung“, 1929, № 4.

ных противогазов в обстановке газовой атаки на войне. Во всяком случае, техника охраны труда горняков не должна оставлять без использования ни одного из средств, способных оказаться полезными в борьбе с последствиями подземных катастроф.

### Американская газовая маска Бэрреля

Газовая маска Бэрреля предназначена для защиты от отравляющих веществ, имеющих форму дыма, тумана и газов, и является универсальным дыхательным прибором, включающим и защиту против окиси углерода. Будучи фильтрующим прибором, главнейшим образом предназначенным для горняков, газовая маска Бэрреля и имела своей целевой установкой борьбу против этого главнейшего врага горнорабочих. Максимальная концентрация окиси углерода для работы в этой маске— $2\%$ , аммиака— $3\%$ . Если же в воздухе присутствует ряд отравляющих веществ, то суммарное содержание их в воздухе, позволяющее применить маску Бэрреля, определяется в  $2\%$  по объему. Как и все фильтрующие приборы, описываемая маска применима лишь при достаточном содержании кислорода в воздухе, при чем показателем в этом направлении является горение безопасной рудничной лампы. Горение лампы не может служить показателем, если есть подозрение в наличии в воздухе метана.



Рис. 48. Американский пожарный (капитан) в газовой маске Бэрреля.

Конструктивное выполнение маски Бэрреля заключается в комбинации лицевой маски, гофрированного рукавчика и фильтрующей коробки, подвешенной на груди при помощи лент. Одна из лент охватывает шею, две других ленты притягивают коробку к груди, чем обеспечивается ее устойчивость при различных движениях человека.

Фильтрующая набивка коробки состоит из 8 слоев. Первый снизу слой объемом в 400 куб. см представляет собою активированный уголь, пропитанный сернистой медью. Второй слой состоит из 200 куб. см непропитанного активированного угля, выше которого располагается слой так наз. „каустита“—препарата каустической соды, объемом в 200 куб. см. Четвертым является слой хлопчатой бумаги, находящейся между двумя металлическими сетчатыми переборками. Следующим слоем служит хлористый кальций (200 куб. см), выше которого находится наиболее важное вещество—гопкалит—особым образом приготовленная смесь из окиси меди и перекиси марганца, являющаяся сильным катализатором для превращения окиси углерода в углекислый газ, увязываемый затем щелочью. Объем гопкалита—300 куб. см. Предпоследним слоем является опять хлористый кальций, в количестве 100 куб. см и, наконец, самым верхним слоем служит фильтр из хлопчатой бумаги, помещенный между двумя металлическими сетчатыми переборками. Такие же переборки устроены между отдельными слоями. Пружина, находящаяся внизу коробки, заставляет всю набивку быть в уплотненном состоянии.

Работа отдельных слоев фильтра характеризуется следующим образом. Кислотные газы (хлор, хлористый водород, цианистый во-

дород, сернистый ангидрид) нейтрализуются, благодаря соединению с кауститом. Пары органических веществ (ацетона, анилина, бензина, хлороформа, формальдегида, газолина и т. д.) парализуются поглощением пропитанным активированным углем и нормальным таким же углем. Аммиак уничтожается поглощением в слое пропитанного угля и химическим связыванием сернистой медью. Окись углерода указанным образом окисляется кислородом воздуха в углекислый газ при действии катализатора—гопкалита. Дым, туманы и пыли задерживаются хлопчатобумажными фильтрами. Назначением же хлористого кальция является удалять водяные пары из воздуха, так как влажность отрицательным образом влияет на катализирующую способность гопкалита.



Рис. 49. Разрез фильтрующего патрона газовой маски Бэрреля.

Мы уже отмечали, говоря о способах предупреждения, об израсходовании поглощительной способности коробок против окиси углерода, что американский метод основан на чисто механическом принципе, а именно на подсчете числа дыханий. Газовая маска Бэрреля как раз и является прибором, применяющим этот принцип. Счетчик, снабженный циферблатом со стрелкою, отмечает число дыханий и человек в маске может наблюдать за его показанием. Нормальная продолжительность полного оборота стрелки счетчика равна двум часам, и это положение стрелки является сигналом к смене фильтрующей коробки. Не находясь в связи с концентрацией газа, этот способ уступает в рациональности описанному нами германскому способу, примененному в газовой маске Дегеа СО.

Таким образом продолжительность службы фильтрующей коробки определена в два часа, если только прорыв каких-либо отравляющих веществ (имеющих запах) не произошел ранее этого срока.

### Американский „Самоспасатель М-S-A“

Этот прибор принадлежит к числу фильтрующих мундштучных аппаратов и предназначен для того, чтобы дать возможность горнякам дышать в отравленном окисью углерода и дымом воздухе  $1\frac{1}{2}$  часа, т. е. на время эвакуации из шахты, в которой происходит пожар или случился взрыв. Прибор этот имеет малые размеры и вес, благодаря чему не стесняет горняка, будучи подвешен к поясу в герметическом медном футляре, защищающем фильтр от влияния атмосферного воздуха. Принадлежностью прибора является носовой зажим.

Что касается фильтрующей массы, то здесь мы встречаемся с тем же гопкалитом, который фигурирует и в американской газовой маске Бэрреля. Для удержания дымовых частиц предусмотрен фильтрующий слой из хлопчатой бумаги. Концентрация окиси углерода,

позволяющая применить этот прибор, доходит, по данным фирмы (Компания приспособлений безопасности в горном деле—M-S-A), до 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а продолжительность действия в зависимости от влажности воздуха—при насыщенности воздуха водяными парами не менее 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часа и в умеренно влажном воздухе—1 час и выше. Для осушения поступающего воздуха фильтрующая коробка снабжена слоем хлорис-

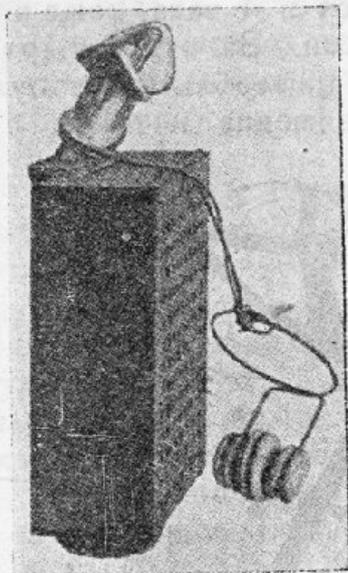


Рис. 50. „Самоспасатель M.-S.-A.“ готовый к действию.



Рис. 51. „Самоспасатель M.-S.-A.“ в футляре на поясе горняка.

того кальция, улавливающим водяные пары. Прибор предназначен исключительно для однократного действия и после употребления должен быть заменен другим. Испытание прибора сводится к проверке герметичности футляра, в котором он хранится. Для этого нераспечатанный футляр с помещающимся в нем прибором кладется в горячую воду. Воздух внутри футляра от нагревания расширится и при наличии малейшего отверстия будет выходить наружу, что проявится в виде пузырьков в воде. Такой прибор подлежит браковке. Испытания эти производятся еженедельно.

### Газовая маска СО Дрегера

Фильтрующий дыхательный прибор Дрегера не имеет принципиальных отличий от маски СО Дега, строя поглощение окиси углерода на том же методе катализирующего действия фильтрующей коробки, какой принят и в упомянутой маске. Прибор приключается к дыхательным органам при помощи маски с внутренней полумаской из кожи без шва или резины, снабженной овальными окнами из целлона или трехслойных стекол, в обоих случаях с прозрачными шайбами против отпотевания. Другой вид присоединения—мундштучный, с очками и носовым зажимом. Дыхательный гофрированный рукавчик снабжен слюноуловителем, необходимость в котором особенно подчеркивается при мундштучном способе. Фильтрующая коробка отличается применением футляра, в который вставляется эта коробка с образованием охлаждающей рубашки между их стенками. Сделано

это с учетом того сильного нагревания, которое происходит при работе фильтра СО. Особенностью описываемого прибора является механический указатель степени использования фильтра. Этот индикатор устроен на принципе счетчика дыханий и конструктивно объединен с клапанной коробкой, заключающей клапан вдоха и находящейся на верхней крышке фильтрующей коробки.

Продолжительность действия фильтра описываемого прибора при самых неблагоприятных условиях определяется в 4 часа, даже и в том случае, если работа совершалась с перерывами. За эти четыре часа стрелка индикатора совершает свой путь на циферблате, от нуля до конечного пункта. Приводится индикатор в движение потоком прохо-



Рис. 52. Газовая маска СО Дрегера.

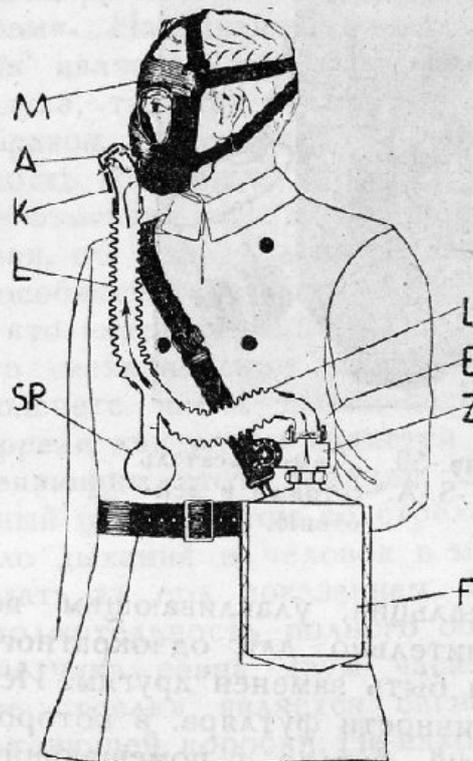


Рис. 53. Схема маски СО Дрегера.

М—маска	Sp—слюноуловитель
А—клапан выдыха	Е—клапан вдоха
К—соедин. штуцер	З—счетчик
Л—гофрированный рукавчик	Ф—фильтр. коробка

дящего воздуха и является, в сущности, „воздухомером“, учитывающим расход воздуха. Не находясь ни в какой зависимости от концентрации окиси углерода во вдыхаемом воздухе, этот механический индикатор все же реагирует на интенсивность дыхания при усиленной работе носителя прибора, проделывая в этом случае свой путь по циферблату в более короткий срок, чем при спокойном состоянии человека. В темноте наблюдение за показателем индикатора также возможно, в виду обозначения шкалы светящимися точками и устройства стрелки также светящейся.

Разумеется, при смене фильтрующей коробки стрелка индикатора должна быть возвращена в исходное положение, для чего отвинчивается наружное кольцо, вынимается стекло и уплотняющее кольцо, ослабляется гайка стрелки и последняя переставляется на нулевое положение. Если же работа прибора совершалась с перерывами, при том же фильтре, то индикатор никоим образом не должен перестав-

ляться или отделяться от данного фильтра. Последний должен быть снизу закрыт крышкой, а клапанная коробка также должна быть закупорена, путем навинчивания специальной крышки. Во всяком случае, полное использование фильтрующей коробки должно быть произведено никак не позже, чем через 4 месяца со дня первого применения прибора.

Рационально устроенный ящик служит для хранения прибора, при чем герметическая закупорка отверстий, необходимая для сохранения действительности фильтра, проведена без разъединения отдельных частей прибора. В том же ящике хранится и запасная фильтрующая коробка.

Из сказанного вытекают особенности работы прибора, который, подобно американской маске Бэрреля, снабжен индикатором механического, но не химического характера. Таким образом, работа индикатора не реагирует ни на концентрацию газа, ни на влияние сырости (имеющее, как мы видели, большое значение в таких фильтрах), температуры, прорывов газа и т. д. Поэтому химический индикатор все же должен быть поставлен выше механического как в смысле безопасности человека, работающего в маске, так и с экономической точки зрения. Последнее обстоятельство определяется возможностью более полного использования фильтрующей массы, без той перестраховки в виде запаса, который диктуется осторожностью при применении механического индикатора.

## ГЛАВА XI

### ИСПЫТАНИЯ МАСОК СО

Для практической проверки защитного действия наиболее распространенных газовых масок Дегеа СО лабораториями различных учреждений Германии были предприняты основательно организованные испытания. Считая эти опыты в высшей степени показательными и всесторонне освещающими вопрос применимости фильтрующих приборов на важных участках промышленности, мы изложим здесь три серии таких испытаний.

Д-ром К. Бунте, совместно с д-ром Пленц, были поставлены опыты над фильтрующими коробками масок Дегеа СО, проведенные по следующей программе:<sup>1</sup>

#### Объективные испытания

а) Испытание против 1% окиси углерода было проведено таким образом, что через коробку пропускался воздух с этим содержанием окиси углерода, точно воспроизводя количество воздуха, протекающее через коробку при дыхании. При ежедневном восьмичасовом протекании воздуха в продолжение 12 дней (т. е. 96 часа нагрузки) еще нельзя было обнаружить пропуска окиси углерода. Для того, чтобы выяснить, не влияет ли последующее хранение, после работы активной массы, на поглощающую способность коробки, упо-

<sup>1</sup> „Das Gas-und Wasserfach“, 1926, № 38.

мянутый опыт был продолжен еще на 12 дней, в течение которых протекание воздуха с газом происходило по  $1\frac{1}{2}$  часа в день. И в этом случае не было обнаружено пропускания окиси углерода (ср. ниже-описанный опыт со светильным газом).

б) Сопротивление дыханию фильтрующей коробки не превышало нормального. Это сопротивление лишь незначительно больше, чем сопротивление фильтрующих патронов германского военного противогаза и не превышает нормы, принятой в Красной армии.

Сопротивление дыханию каждой отдельной коробки перед выпуском с фабрики измеряется самым тщательным образом при помощи специального, весьма рационально устроенного прибора.

### Субъективные испытания

а) Опыты со светильным газом. В атмосфере, содержащей 3% светильного газа (что соответствует 0,4% окиси углерода), фильтрующая коробка держалась 25 часов до того момента, как произошел прорыв заметного количества светильного газа. Наблюдение над моментом начала действия индикатора показало, что последний подействовал через 15 часов. После этих 15 часов сама фильтрующая масса была еще вполне работоспособна.

Оба эти опыта показывают, что индикатор вполне надежно предупреждает человека о прорыве фильтра. Оба опыта продолжались в течение многих дней с соответствующими паузами для хранения ночью.

б) Опыты в испытательной камере, в такой же атмосфере, как в предыдущем случае, были произведены несколько раз, с полным успехом. В этой атмосфере (3% светильного газа) одна коробка служила для дыхания человека три дня подряд по 1 часу и была после этого еще вполне активна.

в) Опыт с чистой окисью углерода. Определенное количество коробок служило для дыхания в атмосфере, содержащей 6% окиси углерода, в продолжение  $1\frac{1}{2}$  часов и непосредственно за этим в среде с 2,5% этого газа, еще 3 часа. После этих  $4\frac{1}{2}$  часов работы масок, люди почувствовали предупреждающий запах из индикатора.

Другая группа коробок служила для носки в периоде трех дней, с соответствующими паузами, а в общем в течение  $3\frac{1}{2}$  часов, в атмосфере, содержащей в отдельные дни от 0,5 до 2,5% окиси углерода. После указанного промежутка времени последовал сигнал индикатора, фильтрующая же масса, сама по себе, была еще вполне работоспособна.

Этот опыт, по сравнению с предыдущим, показывает, что хранение после употребления фактически снижает срок службы фильтрующих коробок.

Следующее задание имело целью доказать, что постепенный выход из строя активной массы, при концентрации окиси углерода, не превышающей 1%, происходит не под влиянием последней, а исключительно от сырости воздуха. Для этого коробки, прошедшие через этот опыт, продолжали свою работу в незараженном воздухе. При этих опытах сигнал индикатора последовал после суммарной продолжительности работы в 30 часов (ежедневно по 8 часов). Сама же маска оставалась еще действительной.

Все эти опыты показывают, что даже в той атмосфере, где концентрация окиси углерода или светильного газа во много раз превышает практически возможную, фильтрующие коробки показывают многочасовую продолжительность службы. Никто из людей, участвовавших в этих опытах, не почувствовал каких-либо болезненных признаков, указывавших на влияние окиси углерода.

Наивысшая концентрация окиси углерода, при которой в описанных опытах применялась маска, составляла около 6%. Это такая концентрация, которая более чем в 100 раз превышает содержание газа в воздухе, вызывающее тяжелые болезненные влияния на организм, и в 20 раз больше, чем смертельная концентрация. Этот предел должен на практике превышать лишь в редчайших случаях.

В связи с этим интересно отметить, что произведенные по инициативе фирмы Ауэр анализы газов, взятых на одном из сталелитейных заводов у доменных печей, показали, что в самых опасных местах содержание окиси углерода составило от 0,1 до 0,7%.

Верхняя граница (6% CO) обуславливается двумя обстоятельствами: 1) при сгорании окиси углерода образуется углекислый газ, содержание которого не должно превышать терпимого для дыхания %, и 2) для сгорания окиси углерода потребляется кислород воздуха, которого должно оставаться не меньше 15%. Определенное расширение области применения возможно путем включения активных масс, поглощающих углекислоту.

Новейшие изыскания фирмы Ауэр показали, что фильтрующие коробки Дегеа CO дают надежную защиту и против тех отравляющих веществ, которые могут явиться спутниками окиси углерода, как-то: синильной кислоты, аммиака, сероводорода, фосфорного водорода, мышьякового водорода, сернистой кислоты, этилена, паров бензина.

Наряду с лабораторными и газо-камерными наблюдениями весьма ценной является проверка приборов на практике в тех предприятиях, для обслуживания которых эти маски предназначаются. Интересно поэтому привести здесь практические результаты, выявленные непосредственно на производстве.

На одном большом газовом предприятии маски Дегеа CO нашли особенное применение при работах по загрузке генераторов. Каждый рабочий имеет свою индивидуальную маску, которую он носит через каждые  $\frac{3}{4}$  часа в продолжение  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{2}$  часа, в том случае, если атмосферные условия не благоприятствуют быстрому улетучиванию газов.

Со стороны рабочих, убедившихся в полезности применения газовых масок, последние встретили весьма одобрительное отношение, и маска стала неотъемлемой принадлежностью каждого рабочего, приступающего к работе в обстановке возможной газовой опасности. Это относится не только к кадровым рабочим-газовикам, но и к тем рабочим посторонних предприятий, которые находятся на газовом производстве, в качестве временных на ремонтных работах. Продолжительность службы коробки на этом предприятии определена в 10—12 часов.

На другом газовом заводе область применения масок CO до сих пор ограничивалась лишь трубопроводными работами. Теперь же эти маски введены и для всех рабочих при генераторах. Маски здесь также пользуются доверием рабочих.

На третьем газовом предприятии маски были введены после благоприятно закончившихся испытаний и на практике привели к завоеванию симпатий рабочих. Срок службы коробок доходил здесь до 50—60 часов.

На генераторной установке одного крупного металлургического завода газовые маски были применены при чистке трубопроводов в очень неблагоприятных условиях, при большой жаре, густой пыли и сильных испарениях. По заявлениям рабочих, работа в течение часа при таких условиях ранее вызывала болезненные явления, с применением же масок работа в продолжение целой смены не сопровождалась никакими последствиями. По данным этого предприятия, срок службы коробок подвергался сильным колебаниям, в зависимости от влажности воздуха, и составлял от 5 до 12 часов.

Следующая серия испытаний, носящая более углубленный характер, была проведена в Опытном химическом бюро Железо- и Сталелитейных заводов Геш в Дортмунде и описана Ф. Генрихом и Ф. Петцольдом в журнале „Die Chemische Fabrik“ („Химический завод“) 1928 г., № 2. Испытания происходили в применении к производственной обстановке, существующей при доменных печах, и были завершены объективными исследованиями лабораторного характера.

### Субъективные испытания

Учитывая принцип работы прибора, затрачивающего для сжигания окиси углерода кислород из подводимого воздуха, приходится заключить, что применение прибора возможно лишь до тех пор, пока концентрация кислорода не снизилась до определенного минимума. Как показывает опыт, содержание окиси углерода в воздухе не должно превышать 6% по объему. Отсюда ясно, что первой задачей было убедиться с полной достоверностью в том, что содержание окиси углерода на данном производстве лежит ниже указанного предела. Принимая во внимание давление в газовых трубах, равное 250—300 мм водяного столба, наблюдатели сомневались в том, чтобы газы, на одну треть состоящие из окиси углерода, соответствовали приведенному требованию.<sup>1</sup> Поэтому была умышленно создана наиболее неблагоприятная обстановка путем открытия в газопроводе клапана площадью в 0,2 кв. м. Пробы газа были взяты: на расстоянии в 0,5 м ниже этого отверстия, затем на той же высоте на расстояниях в 1, 2, 4, 6 и 7 м, в направлении ветра. Доменный газ вытекал при этом так сильно, что на ближайших местах взятия пробы вообще не ожидали какого-либо смещения газа с воздухом. Анализ взятых проб дал следующие результаты:

	СО	СО <sub>2</sub>	О <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub>	СН <sub>4</sub>	
На 0,5 м ниже клапана	6,4	0,9	16,7	0,4	0,0	объемн. %
„ расстоянии в 1 м	4,6	0,4	17,8	0,2	0,0	
„ „ „ 2 „	1,3	0,2	20,0	0,0	0,0	
„ „ „ 4 „	0,8	0,0	20,2	0,0	0,0	
„ „ „ 6 „	1,4	0,2	19,8	0,0	0,0	
„ „ „ 7 „	0,6	0,0	20,4	0,0	0,0	

<sup>1</sup> В субъективных испытаниях участвовали также и технические инспектора профессионального союза рабочих железнорудной и прокатной промышленности.

Таким образом оказалось, что, несмотря на весьма неблагоприятные условия, можно с уверенностью ожидать рассеяния газов на воздухе вследствие разницы температур, различия удельных весов доменного газа и воздуха, и происходящего при вытекании газа завихрения. Здесь уместно добавить, что фирмой Ауэр на других металлургических заводах самая высокая концентрация у рабочих мест была определена в 0,7 объемных %.

Затем был произведен выпуск доменного газа в закрытое помещение емкостью в 20 куб. м. Через  $\frac{3}{4}$  часа были взяты пробы, давшие следующие результаты:

	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
0,5 м над полом	1,6	0,2	19,9	0,0	0,0	объемн. %
На высоте груди	1,5	0,1	19,9	0,0	0,0	
На уровне головы	1,4	0,5	19,5	0,0	0,0	
2 м над полом	1,7	0,2	19,9	0,0	0,0	

В этом отравленном помещении работало несколько человек в масках в течение 40 минут без каких-либо вредных влияний на органы дыхания. Между тем как взятая туда же белая мышь уже через 10 секунд забилась в сильных судорогах, а через минуту от начала пребывания была уже мертва. После поднятия концентрации окиси углерода в камере до 4,4%, испытуемые люди находились в этой среде 10 минут, не претерпев никаких болезненных влияний. У взятой же с собою белой мыши смерть наступила через 1 секунду. Эти опыты доказали субъективную применимость газовых масок Дега CO.

### Объективные испытания

Для постановки объективных испытаний была применена аппаратура, изображенная на рис. 54. Эти испытания имели целью проверить

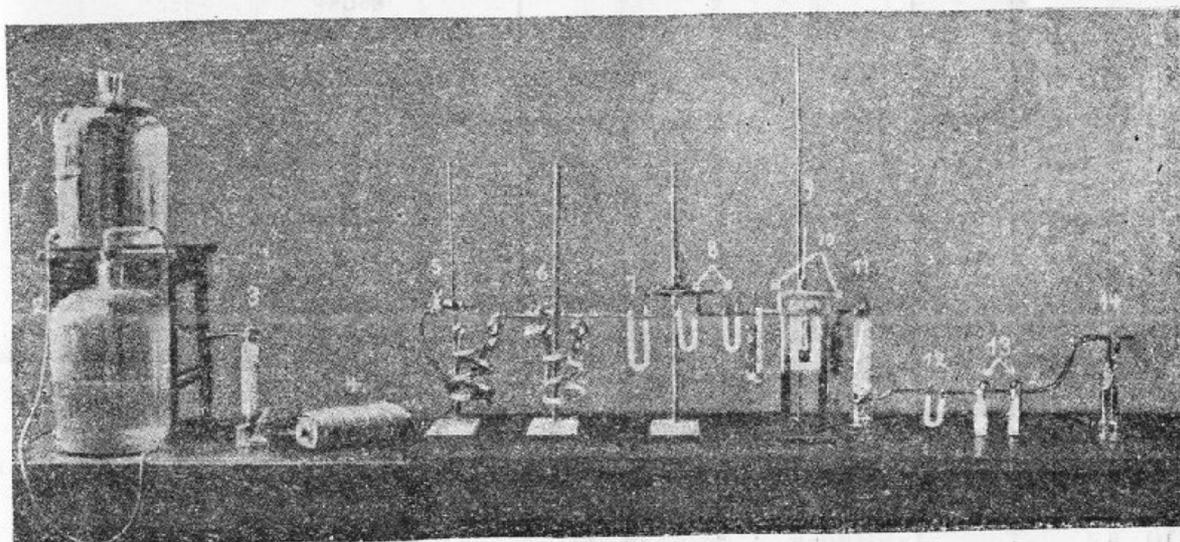


Рис. 54. Установка для испытания фильтра CO.

1 и 2—газомер с сосудом для уровня, 3—хлор. кальций, 4—испытуемый фильтр, 5—ртутный индикаторный калий, 6—крепкая H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 7—CaCl<sub>2</sub>, 8—рубки с натронной известью и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9—печь для сжиганий, 10—холодильники, 11—CaCl<sub>2</sub>, 12—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 13—натр. известь и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 14—контрольная склянка.

отсутствие окиси углерода в воздухе, оставляющем фильтрующую коробку. Газ, постоянное давление которого поддерживается сосудами с водой, поступает после сушки хлористым кальцием в испытуемую

коробку. Прощедший коробку газ освобождается при помощи ртутного иодистого калия от прихваченного с собою из коробки некоторого количества ацетилена, при содействии крепкой серной кислоты—от едва здесь замечаемых гажелых углеводородов, высушивается хлористым кальцием и фосфорпентоксидом и, наконец, освобождается от углекислого газа в трубках, наполненных натронной известью и фосфорпентоксидом. Таким образом остающиеся газы, наряду с едва просочившейся окисью углерода, могут содержать еще только кислород, азот и, возможно, водород. При  $300^{\circ}$  водород и некоторая примесь окиси углерода должны, в присутствии окиси меди, сгореть в воду и углекислоту. Вода поглощается в хлористом кальции и фосфорпентоксиде, углекислота же должна проявиться путем увеличения веса трубочек с натронной известью и фосфорпентоксидом.

Опыты показали полную свободу окиси меди от углерода, отсутствие в сушильных трубках углекислоты, доказали, далее, полное сгорание окиси углерода в присутствии окиси меди при  $300^{\circ}$  и полное поглощение ацетилена в растворе ртутного иодистого калия, и

Таблица 1

## Предварительные испытания

№№ опыта	Анализы испытуемого газа			Скорость истечения муб. см. мин.	Примененные количества газов в литрах	Увеличение веса сосудов-поглотит. $\text{CO}_2$			
	$\text{CO}_2$ %	$\text{O}_2$ %	$\text{CO}$ %			Перед трубкой сжигания		За трубкой сжигания	
						Грамм	Соотв. % $\text{CO}_2$ воз- никшей при оки- слении $\text{CO}$	Грамм	Соотв. % $\text{CO}_2$ кажущейся не удержанной прибором
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	20,0	2,5	40	5	—	—	0,0072	0,08
2	0	20,0	1,8	80	5	0,0270	17,0	0,0052	0,06
3	0	16,2	19,3	70	12	1,3382	29,3	0,0128	0,06
4	0	15,0	27,1	50	12,5	2,0298	33,7	0,0152	0,07
5			3,5	1800	—	—	—	Желтовато-бурый осадок в растворе аммиачной серебряной соли	
6	Свободный от $\text{CO}_2$ воздух			90	12,5	—	—	0,002	} Без коробки С коробкой продолжи- тельного срока службы
7		"		30	12,5	—	—	0,0050	
8		"		50	12,5	—	—	0,0218	
9		"		30	12,5	—	—	0,0432	
10		"		—	—	—	—	Помутнение баритовой воды	
11		"		—	—	—	—	Отсутствие помутнения баритовой воды	Свежая коробка

возможных здесь тяжелых углеводородов — в концентрированной серной кислоте.

Проведенные опыты сначала выявили кажущуюся, независимую от концентрации окиси углерода и скорости газа прибыль в указывающих на окись углерода трубках, соответствующую 0,06%, что было приписано неполадкам в аппаратуре.

Как было выяснено, причина последних лежала в различном расширении водяных паров поглощающих средств и в недостаточной поглощающей способности натронной извести, находящейся в сильно высушенном состоянии, по отношению к углекислоте.

В виду того, что эти предварительные испытания привели еще и к другим интересным выводам, результаты их приведены в таблице 1. Из данных столбца 9, опыты 2-4, видно, прежде всего, что сам прибор удерживает углекислоту. Количество ее, однако, незначительно и становится все меньше, по мере дальнейшего использования прибора.

Таблица 2

## Количественные испытания

№ опыта	Испытуемый газ	Аммиачный раствор азотно-кислого серебра		Аммиачный щелочный раствор азотно-кислого серебра		Раствор хлористого палладия	
		без него	с ним	без него	с ним	без него	с ним
Промежуточное включение коробки							
12 до 14	Воздух	Не измен.	Св. желт. объемистый осадок	Неизмен.	Св. желт. объемист. осадок	Слабый черный	Слабый темный осадок
15	CO <sub>2</sub>	Св. желт. осадок, через 1 день черный	то же	—	—	—	—
16 до 18	Воздух + водород	Неизмен.	Св. желт. объемистый осадок	Темная окраска, через 1 день черный осадок	Темная окраска, через 1 день черный осадок	Черный осадок	Слабый черный осадок
19 до 21	Воздух + метан	Неизмен.	Св. желт. осадок	Неизмен.	Св. желт. осадок	Неизмен.	Слабый черный осадок
22 до 24	Воздух + ацетилен	Св. желт. осадок хлопьями, через 1 день черный	Св. желт. осадок хлопьями.	Серый осадок вскоре черный	Серый осадок в корс черный	Черный осадок	Слабый черный осадок
	Воздух + 0,04% CO	Неизмен., после 2 дней слабые черные хлопья	Св. желт. объемист. осадок	Темная окраска, после 2 дней черные хлопья	Желтоватые хлопья, через 2 дня черный	Черный осадок	Слабые черные хлопья

Вследствие этого, ухудшение вдыхаемого воздуха углекислотой, возникшей при каталитическом сгорании окиси углерода, будет отчасти парализоваться и качество воздуха восстанавливаться.

Опыты 6—11 показали, что находящаяся за трубкою сжигания и кажущаяся окисленной окисью углерода поглощенная углекислота зависит от продолжительности использования коробки, и что перед трубкою сжигания находится непоглощенная по каким-либо причинам углекислота.

Для того, чтобы сначала количественно установить, имеется ли налицо  $\text{CO}$  или  $\text{CO}_2$ , различные чистые газы направлялись к разным реактивам непосредственно, или через фильтрующую коробку. Получившиеся при этом результаты изображены на таблице 2. Из этих опытов (№№ 12—24) вытекает, что соответствующие реактивы в присутствии  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2$  не дают возможности специально определять  $\text{CO}$ , так как  $\text{CO}_2$  также дает желтоватый объемистый осадок. То обстоятельство, что содержащие  $\text{CO}$  газы, после прохода через коробку, дают не черный осадок, а светлый, вполне доказывает отсутствие в этих случаях окиси углерода. Дальнейшим доказательством отсутствия  $\text{CO}$  явились, кроме того, и качественные пробы с кровью по способу Фогеля и опыты с белыми мышами.

Проведение этих опытов (№№ 25—27) происходило таким образом, что 20 куб. см дефибрированной (лишенной клетчатки) крови барана было взболтано с 1 литром соответствующего газа. Спустя 2-3 часа 1 куб. см этой крови растворялся в 16 куб. см дистиллированной воды и подвергался спектроскопическому анализу до и после восстановления при помощи 1 куб. см свежезаготовленного сернистого аммония. При этом выявилось отсутствие  $\text{CO}$ .

В другом варианте этого опыта (№ 28) 10 л газовой смеси было проведено через кровяной раствор 1:30, находящийся в поглотительном сосуде Вольфа, при чем результат получился совершенно подобный предыдущему.

Продолжительный опыт (№ 29) был устроен таким образом, что содержащий 1% окиси углерода и насыщенный водою до 90% воздух проводился при температуре в  $22^\circ$  через коробку. Часть этого воздуха, в виде струи с расходом в 150 куб. см в минуту, продувалась сквозь раствор бычьей крови, концентрации 1:30 и емкостью в 55 куб. см. При этом через  $4\frac{1}{4}$ ,  $7\frac{1}{4}$ ,  $13\frac{1}{2}$  и 60 часов, до и после восстановления, были произведены спектроскопические анализы, показавшие полное отсутствие  $\text{CO}$ .

Наконец, были поставлены опыты, при которых выходящий из фильтрующей коробки газ проходил через сосуд, в который предварительно была посажена белая мышь. Во время опыта № 30 испытательная струя газа содержала 2,2% окиси углерода и пропусклась сквозь аппаратуру с расходом в 80 куб. см в мин. Мышь при этом не обнаруживала никаких симптомов отравления. При опыте № 31 газовая смесь с содержанием 10,7% окиси углерода продувалась сквозь коробку. Первые 15 минут расход составлял 80 куб. см в минуту, последние же 10 минут—2 литра в минуту. Дыхание мыши при этом постепенно становилось более учащенным, что и следовало ожидать при повышенном содержании углекислого газа. В конце опыта, вследствие недостатка кислорода, у мыши начались сильные судороги. Как только был открыт доступ свежего воздуха, животное вновь пришло в нормальное состояние. Окись углерода, даже в крайне незначитель-

ном количестве, непременно умертвила бы мышь. Таким образом и эти опыты показали отсутствие окиси углерода в выходящем из испытуемого прибора воздухе.

После этих бесспорных качественных данных, также и количественного характера, результаты привели к одинаково-благоприятным выводам.

Таблица 3

## Поглотительная способность натронной извести. (Опыты №№ 32—43)

Натронная известь, примененная:	Поглощательные трубки для удержания реактивной воды, снабженные:			
	$\text{CaCl}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{CaCl}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$
	При предварительной подсушке испытуемого газа при помощи:			
	$\text{CaCl}_2$		$\text{P}_2\text{O}_5$	
	происходило помутнение в контрольной бутылке, наполненной баритовой водой, через следующее количество часов:			
В обыкновенном состоянии	Н е т	Н е т	Н е т	Н е т
После сушки при помощи $\text{P}_2\text{O}_5$	$\frac{3}{4}$ отчетливо	$\frac{1}{2}$ отчетливо	$\frac{1}{2}$ отчетливо	$\frac{1}{4}$ отчетливо
После обезвоживания в струе $\text{N}_2$ при $110^\circ$	$\frac{1}{2}$ отчетливо	$\frac{1}{5}$ сильно	$\frac{1}{2}$ отчетливо	$\frac{1}{5}$ сильно

Среди упомянутых ранее возможных препятствующих влияний было указано на изменчивость поглощающей способности натронной извести. Эта известь была высушена в различной степени и подвергнута точным испытаниям, при чем одновременно наблюдалось влияние водяных паров различной упругости на примененные здесь соли.

Изображенные на таблице 3 результаты опытов (№№ 32—43) показывают, что сильно высушенная при  $110^\circ$  натронная известь уже через короткий промежуток времени теряет свою поглощательную способность по отношению к  $\text{CO}_2$ , а высушенная при помощи  $\text{P}_2\text{O}_5$  та же известь теряет эту способность значительно позднее.

Имевшаяся под рукой пролажная натронная известь в этом обыкновенном состоянии (см. табл. 3) давала количественное поглощение. В последующих опытах поэтому поглощение  $\text{CO}_2$  происходило или при помощи концентрированного едкого кали или натронной известью с применением хлористого кальция или фосфорпентоксида в качестве сушильного средства. Обычное предварительное подсушивание хлористым кальцием с последующей сильной сушкой фосфорпентоксидом в описываемых опытах не применялось.

Полученные результаты показаны на таблице 4. Они красноречиво говорят о безупречном соответствии своему назначению фильтрующих коробок описываемой маски.

## Заключительные испытания

№ опыта	Анализ испытуемого газа			Расход протекающего газа в %/б. см в мин.	Применное колич. газа в литрах	Прибыль в весе в мг					Полное изменение веса	Соотв. объемн. % CO	
	CO <sub>2</sub> %	C <sub>2</sub> %	CO %			Поглощающих сосудов для CO <sub>2</sub> на-ход. за трубкой сжигания, а именно:		Поглощающего сосуда для реактив-ной воды		при CaCl <sub>2</sub>			при P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
						Аппарата с твердым едким кали		Трубки с натронной известью для поглощ. CO <sub>2</sub>					
						с CaCl <sub>2</sub>	с P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	с CaCl <sub>2</sub>	с P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
44	0	18,3	10,4	40	6,5	-4,2	—	—	—	-1,2 +6,2	—	+0,8	+0,006
45	0	18,2	9,8	50	7,25	-7,4	—	—	—	+2,2 +5,2	—	+0	0
46	0	18,2	10	40	7,0	-5,4	—	—	—	+5,7 +0	+0,4	+0,4	+0,003
47	0	18,1	9,8	60	11,25	—	-4,0	—	—	-3,0 +5,0	—	-2,0	—
48	0	18,2	10	120	10,0	—	—	+1,2	—	—	-0,4	+0,8	+0,004

Третья серия испытаний газовых масок Дегеа CO, которую мы сейчас изложим, была произведена с целью выявления применимости этих масок в горном деле. Именно здесь, где выделение больших количеств окиси углерода при пожарах и взрывах усугубляется обстановкою — тесными, изолированными помещениями и длительным пребыванием рабочих в сфере газа, здесь обычными благоприятными результатами испытания масок не удовлетворяются и опыты ставят с учетом специальных условий горного дела. Придавая большое значение возможности применять газовые маски CO в горной промышленности, Главное бюро горноспасательного дела в Эссене (Рур, Германия) провело описываемые испытания, результаты которых Ц. Гофф изложил на страницах журнала горного и горнозаводского дела „Glückauf“.

Характерной чертой этих испытаний было стремление создать такие условия опытов, которые соответствовали бы изменчивой обстановке в шахтах. В этом лежали трудности постановки опытов, потребовавшей длительной подготовки.

Так как субъективные испытания фильтрующих коробок, в виду большой опасности для испытующих лиц, были оставлены, то для этой цели была использована специальная установка, дающая совершенно точные объективные сравнительные величины. В отличие от испытаний чисто лабораторного типа, аппаратура описываемых опытов носит характер, вполне соответствующий практическим условиям применения масок Дегеа. Этот метод испытаний имеет то преимущество перед другими способами, что наряду с химическими факторами может подвергаться наблюдению механическая пригодность частей прибора, и прежде всего герметичность работы клапана и сопротивление прибора дыханию.

Аппаратура, примененная при испытаниях, изображена на рис. 55. Испытуемое количество воздуха при помощи вентилятора *a* вводится в герметически закрытую смесительную камеру *b*, емкость которой составляет 325 л. Одновременно туда же поступает в определенном процентном соотношении окись углерода из баллона *e*, проходя по дороге через газометр *c*, измеряющий общий объем газа, и счетчик *d*, определяющий расход газа в минуту. Внутри смесительной камеры *b* находится фильтрующая коробка газовой маски *f*, рукавчик которой выведен наружу и присоединен к прибору *g*, воспроизводящему работу человеческих легких и потому носящему название „искусственных легких“. При вдыхательном движении этих „легких“ порция газовой смеси из камеры *b* будет засосана через фильтр и рукавчик, и при выдыхательном ходе прибора через имеющийся у него клапан выдыха-

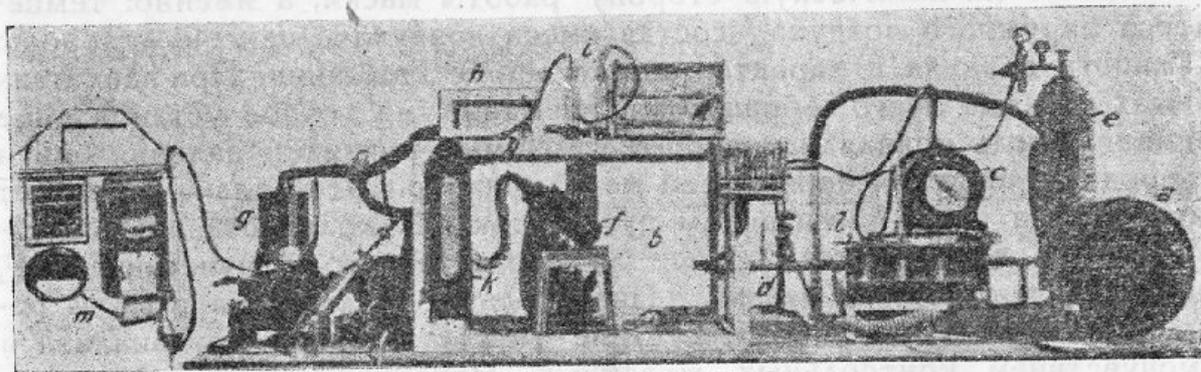


Рис. 55. Испытательная установка для фильтрующих коробок  $\text{CO}_2$ .

будет направлена далее, для определения поглотительной способности нашей фильтрующей коробки. Часть этого воздуха попадает в стеклянный ящик *h*, в котором помещены белые мыши, а оттуда через клетку с канарейками выходит наружу. Другая часть испытуемого воздуха проходит через склянки *i*, наполненные кровяным раствором. На ведущем сюда воздухопроводе устроены штуцера для присоединения трубок для взятия проб. С целью обеспечить постоянство давления в камере, нарушаемое давлением вентилятора, с одной стороны, и разрежением „искусственных легких“—с другой, устроен газовый уравнительный мешок с приключенным к нему водяным столбом *k*. Чтобы учесть влияние влажности воздуха на поглотительную способность фильтра маски, на пути воздуха между вентилятором и смесительной камерой включено регулируемое увлажнительное приспособление *l*. В зависимости от условий опытов, величина отдельных слагаемых всей системы, как содержание окиси углерода, количество продуваемого воздуха, производительность искусственных легких и температура воздуха, может по желанию быть изменена.

Текущие измерения, производимые в процессе испытаний, заключаются в определении давления в бутылки с окисью углерода для учета падения этого давления, в наблюдении за газометром, подсчитывающим общее количество смеси, и счетчиком, определяющим расход окиси углерода. Счетчик, включенный перед вентилятором, показывает расход поступающего в смесительную камеру воздуха. Упомянутые выше штуцера для взятия проб устроены у смесительной камеры и дыхательного рукавчика так, что, с одной стороны, есть возможность определять содержание окиси углерода в газовой смеси, выдыхаемой ис-

искусственными легкими из камеры, с другой же стороны, пробы, взятые после фильтра, служат показателями поглотительной способности его. Для дальнейшего испытания этой способности служат непрерывные наблюдения над животными, находящимися на пути течения выдыхаемого воздуха, и кроме того производится спектральный анализ проб крови, берущихся у животных, и крови из склянок *i*. Сопротивление фильтрующей коробки дыханию узнается при помощи включенного у искусственных легких пищевого прибора *m*, точно регистрирующего малейшие величины давления и вакуума. Температура измеряется в камере, у корпуса фильтра и, главным образом, в дыхательном рукавике.

Для того, чтобы получить точную картину работы фильтрующих коробок Дегеа и самой маски, были проведены различные испытания, при которых независимо друг от друга изменялись те факторы, которые влияют на химическую сторону работы маски, а именно: температура наружного воздуха, состав смеси воздуха с окисью углерода, влажность воздуха и характер искусственного дыхания. При всех этих опытах прежде всего обращалось внимание на точное установление времени, когда появлялись первые уловимые признаки наличия окиси углерода в воздухе, прошедшем через фильтр. Эта задача не может быть решена чисто химическим путем, так как количественные и качественные определители окиси углерода не столь чувствительны, чтобы реагировать на весьма незначительные количества газа. В результате получалось несоответствие между данными газоанализа и самочувствием контрольных животных. Непригодность химического способа дала толчок к определению наличия окиси углерода в воздухе частью опытами над животными, частью же физико-химическим путем.

В качестве поглощающего окись углерода средства служил раствор крови в соотношении 1-1,5:100, т.-е. на 100 частей воды бралась 1-1,5 части свежей бараньей крови. Испытание этого раствора на содержание СО производилось через регулярные промежутки в 5—10 минут при помощи чувствительного спектроскопа. Появлявшиеся в спектре линии поглощения оксигемоглобина при этой концентрации раствора очень явно видны и оставляют после восстановления свежеприготовленным серным аммонием слабые, размытые широкие линии поглощения гемоглобина, от которого отчетливо отличаются немногие полосы гемоглобина, содержащего окись углерода.

Результаты спектрального анализа, предпринятого химиками Бактериологического Института в Гельзенкирхене, повлекли за собою проверку этих данных на опытах с животными, для чего послужило определенное количество белых мышей и канареек. Самочувствие животных всегда соответствовало данным спектрального анализа. В различных случаях взятая у мышей кровь также подвергалась исследованию при помощи спектрального анализа. Эта комбинация опытов над животными и спектроаналитических наблюдений показала себя в отношении точности и рациональности с самой лучшей стороны, далеко превзойдя метод газоанализа. Отдельные опыты были насколько возможно приближены к реальной обстановке в шахтах. Так как фильтрующие коробки Дегеа более всего чувствительны к сырости, то и опыты были в этом направлении поставлены в наиболее суровые условия. Мы приводим здесь полученные из опытов данные.

### Результаты испытаний газовой маски Дегса СО

№ опыта	Продолжительность опыта	Установка искусств. легких		Расход воздуха л/мин.	Прибавка окиси углерода		Общий расход СО в л.	Влажность газовой смеси	Время от начала опыта (часы)	Температура		Результаты опытов		Самочувствие контрольных животных
		Емк. Цил. в л.	Чис. ходов		л/м.	%				Смеси в камере °С	Вдых. возд. °С	Анализ на СО вдых. воздух %	Спектр. анализ проб крови	
1	7 час.	2,0	25	50	2,00	4,0	808,0	Без особой примеси	1	—	—	—	—	Хорошее
									2	—	—	—	—	
									3	—	—	—	—	
									4	—	—	—	—	
									5	—	—	—	—	
									6	—	—	—	—	
									7	—	—	—	—	
2	8 час. 40 м.	1,5	21	31	1,30	4,0	595,0	Без особой примеси	1/2	15,0	25,0	0,050	—	Хорошее
									1	25,0	35,0	0,270	—	
									2	27,0	48,0	—	—	
									3	31,0	65,0	—	—	
									4	34,0	65,0	0,010	—	
									5	34,0	63,0	—	—	
									6	35,0	60,0	0,020	Проба крови м. отрицательн.	
									7	36,0	58,0	0,015		
									8	37,0	58,0	0,020		
3	6 час.	1,5	21	31	1,20	4,0	440,0	Насыщ.	1	27,5	53,0	0,02	Отрицат.	Хорошее
									2	32,0	63,0	0,01	—	
									3	33,0	60,0	0,01	—	
									4	34,0	64,0	0,02	Отрицат.	
									5	36,0	67,0	0,02	—	
									6	37,0	69,0	0,02	Отрицат.	
4	7 час.	1,5	21	31	0,30	1,5	210,0	Насыщ.	1	18,5	34,0	0,20	—	Хорошее
									2	23,5	43,0	0,14	—	
									3	23,0	43,0	0,19	—	
									4	23,5	43,0	0,19	Отрицат.	
									5	21,5	41,0	0,17	сл. полож.	
									6	22,0	40,0	0,20	положит.	
									7	22,0	41,0	0,20	—	
5	8 час.	1,5	21	31	0,30	1,0	141,0	Насыщ.	1	14,5	17,5	—	Отрицат.	Хорошее
									2	16,0	22,0	—	—	
									3	18,0	32,0	—	—	
									4	18,0	36,0	—	Отрицат.	
									5	18,5	36,0	—	—	
									6	19,0	36,5	—	—	
									7	19,0	36,0	—	—	
									8	19,0	34,0	—	—	
6	6 час.	1,5	21	31	0,16	0,5	57,5	Насыщ.	1	22,5	28,0	—	Отрицат.	Хорошее
									2	26,0	37,0	—	—	
									3	26,5	38,0	—	—	
									4	26,5	38,0	—	Отрицат.	
									5	25,5	35,0	—	—	
									6	25,0	34,0	—	—	

В добавление к изложенным на таблице результатам опытов необходимо дать следующие пояснения.

Опыт № 1. Этот опыт служил, главным образом, для испытания всей установки, в смысле ее пригодности и выносливости в продолжительной работе. Опыт был проведен без затруднений. Искусственные легкие, вентилятор и другие чувствительные части оборудования работали без перебоев. Измерения температуры и пробы воздуха не производились.

Опыт № 2. Чтобы получить точное представление о действии фильтрующей коробки, были взяты при помощи пробных труб емкостью 300 куб. см и больших газовых баллонов, пробы воздуха, которые подверглись в различных лабораториях анализу с применением иодпентоксида и хлористого палладия. Одновременно была подвергнута спектральному анализу кровь одной из белых мышей, помещенных на пути выдыхаемого воздуха. Отрицательный результат этого анализа и хорошее самочувствие животного отчетливо показали, что анализ проб воздуха не находился с ними в соответствии.

Опыт № 3. В то время, как при двух первых опытах использовался нормальный наружный воздух с примесью окиси углерода, при этом опыте главное внимание было устремлено на поведение коробки Дега при повышенной влажности. Для этой цели специально предусмотренное увлажнительное приспособление было приключено к испытательной установке и воздух, поступавший в смесительную камеру, насыщался водяным туманом.

Опыт № 4. При этом опыте в четвертом часу обозначился определенный прорыв окиси углерода через фильтрующую коробку. После тщательного обследования установки выяснилось, что рукавчик для вдыхания у места присоединения к коробке оказался негерметичным, вследствие чего газовая смесь попадала в него и мимо фильтра. Причиной этого дефекта была повышенная влажность.

Опыт № 5. При всех предыдущих опытах неизменно замечалось расхождение между результатами анализов двух родов: анализов крови и проб воздуха. Последние отмечали наличие небольших количеств  $\text{CO}$ , в от время, как испытываемые животные не проявляли никаких признаков отравления. В виду этого в пятом и шестом опытах наблюдатели ограничились одним лишь спектроанализом крови.

Опыт № 6. Последний опыт был проведен с газовой смесью состоявшей из 0,5%  $\text{CO}$  и насыщенного влажного воздуха. Здесь, несомненно, были созданы наиболее тяжелые для фильтра условия, так как при влажной среде наличие окиси углерода уже в концентрации 0,3-0,5% весьма неблагоприятно влияет на активную (катализирующую) массу фильтрующей коробки. Несмотря на это, последняя работала вполне успешно.

Измерения, имеющие целью установить сопротивление клапанов, рукавчика и набивки коробки, нашли свое выражение в записях самопишущего прибора. Приведенные в качестве примера на рис. 56 диаграммы записаны этим прибором и показывают возникающие при дыхании давление и разрежение. Запись 1-я изображает сопротивление до применения фильтрующего прибора, запись 2-я — после его включения.

Наряду с этими опытами фильтрующие коробки были испытаны также и в отношении пыли и дыма. В то время, как пыль полностью задерживалась фильтром, без влияния на механические и химические

процессы работы фильтра, дым улавливался последним лишь в незначительной степени.

Выводы из описанных испытаний, определявших степень уничтожения окиси углерода, пригодность клапанов и сопротивление дыханию, сводятся к следующему.

Продолжавшиеся до 8 часов опыты показали, что фильтрующие коробки совершенно обезвреживают окись углерода не только в сухом и прохладном, но и в увлажненном и подогретом воздухе. Это относится одинаково и к высокой концентрации газа (4%), и к низкой ( $\frac{1}{2}\%$ ). Сопротивление дыханию колебалось от  $-100$  до  $+100$  мм вод. столба, превзойдя нормы, установленные Управлением горноспасательного дела для свободно-переносных дыхательных приборов и равные 50 мм вод. столба для вдыхания и 25 мм для выдыхания. Температура вдыхаемого воздуха была при большой концентрации СО очень высока. При вдыхании теплой, влажной газовой смеси с содержанием окиси углерода в 4% была, спустя 6 часов, зарегистрирована температура в  $69^\circ$ . Разумеется, на практике столь долгое пребывание в атмосфере с такой концентрацией СО едва ли будет иметь место.

Что касается индикатора, предупреждающего запахом ацетилена об исчерпывании фильтрующей способности коробки, то при данном испытательном устройстве проверить своевременность и надежность индикатора не было возможности. Однако, субъективные испытания показали в этом направлении вполне благоприятные результаты. Кроме того, по имеющимся сведениям, фирма Ауэр предполагает выпустить другой индикатор, выделяющий аммиак, который будет предупреждать еще надежнее, чем ныне существующий ацетиленовый индикатор.

Благоприятные результаты испытаний побудили Бюро в Эссене, в согласии с Управлением Горноспасательного дела в Пруссии, организовать испытания газовых масок Дегае СО также непосредственно на производстве, в шахтах. При этом перед упомянутыми органами встал совершенно ясный вопрос о том, что эти опыты под землей, как и вообще всякое применение дыхательных приборов фильтрующего типа, сопряжены с известной опасностью даже и в том случае, если поглощение окиси углерода протекает вполне аккуратно. Речь идет о недостатке кислорода при подземных катастрофах. При взрывах рудничного газа содержание кислорода в воздухе становится минимальным, что, помимо теоретических предположений, доказано и на практике, в специальных испытательных штольнях в Дерне. В такой штольне, имеющей в длину 40 м, непосредственно вслед за взрывом была взята проба воздуха, показавшая содержание кислорода всего лишь в 2,4%. Точно также и при пожарах в шахтах содержание кислорода в воздухе может настолько снизиться, чтобы исключена была возможность применения фильтрующих дыхательных приборов, и продвижение вперед людей, снабженных такими приборами, может угрожать их жизни. Поэтому опыты такого рода следует предпринимать с большой

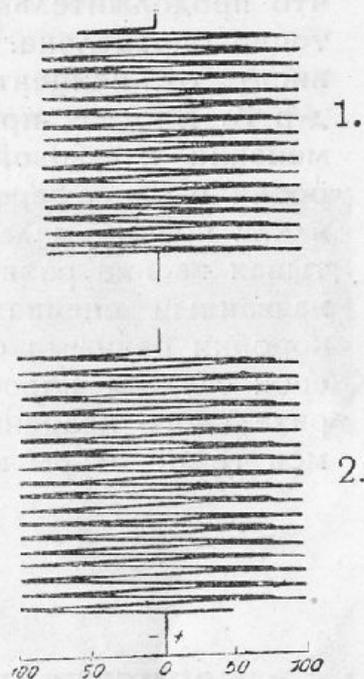


Рис. 56. Диаграммы сопротивления дыханию.  
1—сопротивление до применения фильтрующего прибора.  
2—после его включения.

осторожностью, имея с собою бензиновые безопасные лампы, потухание которых при недостатке кислорода произойдет до того момента, как дыхание станет невозможным, и потому послужит своевременным предупреждением для людей в масках.

### Продолжительность службы фильтров СО

После ознакомления с многочисленными данными испытаний фильтрующих масок против окиси углерода невольно возникает вопрос о сроке службы коробки-фильтра, т.е. о продолжительности ее работы в пригодном для уничтожения окиси углерода состоянии. Здесь опять приходится прийти к тому же заключению, как и при рассмотрении срока службы патронов Дегеа против других газов, а именно, что продолжительность исправного действия фильтра не может быть точно определена. Она лежит в очень широких пределах, так как зависит от концентрации газа и влажности воздуха. Как указывает д-р К. Бунте, производивший испытания масок Дегеа СО в их применении к газовой промышленности, продолжительность службы коробки в атмосфере доменного газа у печей (0,1 до 0,7% СО) составляла при нормальной влажности от 20 до 30 часов. Вообще же учитывая весьма разнообразные на практике условия применения масок, названный специалист считает пределы продолжительности работы коробки равными от 10 до 50 часов. Фирма Ауэр определяет средний срок службы коробок в 15 часов, при условии надлежащего предварительного хранения их, т.е. в сухом и защищенном от резких перемен температуры месте.

## ГЛАВА XII

### ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВЫХ МАСОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вопрос о защите органов дыхания рабочих от вредных примесей должен быть, казалось бы, одним из важнейших узловых пунктов охраны труда в советской промышленности. Между тем, работа в этом направлении явно отстает от темпа индустриализации, и разрыв этот становится особенно ощутимым с гигантским ростом именно тех предприятий, где вопрос этот стоит особенно остро: крупнейших химических и металлургических комбинатов, стекольных и керамических заводов, хлебных элеваторов и пр. и пр.

В настоящее время защита органов дыхания рабочих на многих даже опасных в этом направлении предприятиях совершенно не организована. То в одном, то в другом месте происходят тяжелые случаи отравлений, иногда доходящие до размеров массовых катастроф. Встречаются в газетах телеграммы следующего печального содержания:

#### Катастрофа на заводе

Артемовск.—16. На Краматорском заводе трое рабочих, производивших ремонт газоочистки без масок, уго рели. Бросившиеся на помощь 8 других рабочих тоже уго рели. Двое скончались, остальные в тяжелом положении.

Между тем, в промышленности Запада, и особенно Германии, газовая маска завоевала прочное положение. Воспринимая из технического опыта Запада все то ценное, что может принести пользу бурно развивающейся советской промышленности, мы должны с особенным вниманием отнестись к завоеваниям технической мысли в области охраны труда и техники безопасности. Учитывая крупные успехи, достигнутые в этом направлении Германией, мы считаем весьма поучительным приглядеться к современной постановке дела защиты от газов в важнейших отраслях германской промышленности.

### Химическая промышленность

Начиная с 1919 года, потребность этой отрасли промышленности в удобном дыхательном приборе стала особенно настоятельной, так как этого требовало развитие производства в тех отраслях, где работа сопровождается выделением свободных газов, могущих при известных обстоятельствах угрожать здоровью и жизни рабочих. Большая работа, проведенная по созданию нынешнего типа газовой маски Дегеа, позволила химической промышленности поставить ряд новых процессов, требующих защиты дыхательных путей у занятых в них рабочих. На производствах с обильным выделением пыли и легкими концентрациями паров и газов применяются фильтрующие приборы Ликс, Оптиликс, респираторы Дегеа и такие же респираторы с капюшоном. Газовые маски Дегеа с тринадцатью типами патронов находят большое распространение. Наконец, для работ в колодцах, шахтах, резервуарах и пр., где воздух пропитан газами тяжелой концентрации, введены изолирующие приборы Дегеа или Дрегера с самовсасыванием воздуха. Особенное распространение получили газовые маски Дегеа. Как указывает технический консультант германского профсоюза химиков д-р Г. Витт<sup>1)</sup>, эти маски применяются везде, где производятся кислоты, искусственные удобрения, масла, мыла, красящие вещества, резиновые товары и многие другие продукты, производство которых вызывает загрязнение воздуха пылью и вредными газами. Если выделение этих газов в нормальной обстановке может быть снижено соответствующими техническими мероприятиями по коллективной защите (отсасывание у места появления, применение закрытой аппаратуры и т. д.), то при всевозможных авариях, при ремонтных и очи-



Рис. 57. Газовая маска в химической лаборатории.

<sup>1)</sup> „Die Gasmasken“, 1929, № 4.

стительных работах избежать появления газов невозможно, и здесь газовая маска получает доминирующее значение. Успехи этой маски побудили промышленность попытаться применить ее на производстве фосгена, аммиака и хлора. Так, в 1920 году впервые были испытаны эти маски на одном из крупных заводов Средней Германии, при чем успех этого начинания привел к тому, что в 1928 г. на этом заводе было уже в обращении 1287 масок Дегеа с 8090 патронами. В аналитической лаборатории, при гидрировании, при производстве азотной кислоты и азотно-кальциевой соли, при очистке питательной воды для котлов, при работах с фосфором, при производстве аммиака и глауберовой соли, очистке серы, в отделении дезинфекционных

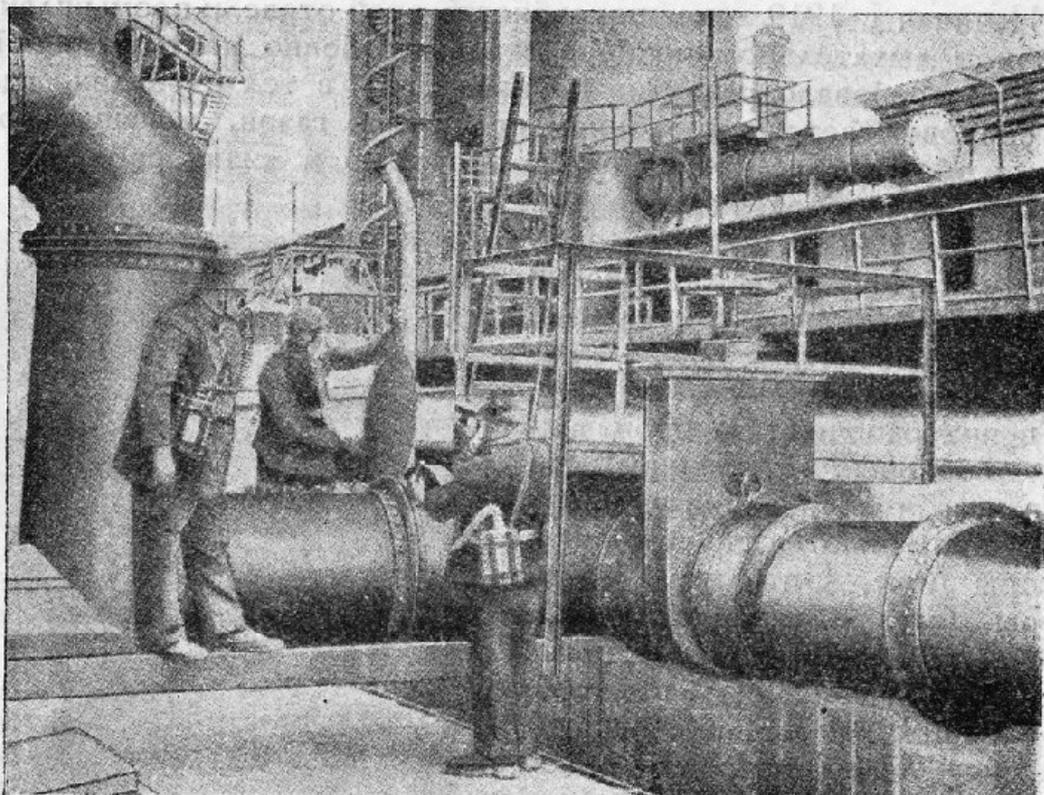


Рис. 58. Газовые маски Дегеа СО при ремонте газопровода Берлинского гор. газового завода.

средств, метилового спирта, в пожарной команде и т. д. с успехом применяются эти маски с различными соответствующими выделяющимся веществам патронами. Сведения по десяти крупнейшим химическим заводам также указывают на успешное применение газовых масок. На одном из заводов концерна „И. Г. Фарбениндустри“ используется ежегодно 5-6 тысяч патронов Дегеа. Как показал опыт, наибольшим применением в химической промышленности пользуется патрон В.

Но не только в местах производства химических веществ, но и везде, где эти вещества применяются, газовая защита играет свою важную роль. Применение газообразной синильной кислоты в качестве средства борьбы с вредителями стало возможным только благодаря газовой маске. Холодильное дело, применяющее аммиак, сернистую кислоту и т. д., пульверизация краски, имеющая дело с тонко распыленными красками и растворителями, сильно развившееся применение жидких горючих, применение газообразного хлора в дезинфекции,

Большое распространение светильного газа—все это примеры тех многочисленных отраслей химической промышленности, куда проникла газовая маска. Даже не говоря про защиту населения от воздушно-химического нападения, такие катастрофы, как истечение фосгена в Гамбурге и разложение рентгеновских фильмов в госпитале в Кливленде (Америка), сопровождавшееся массовым выделением азотистых газов, синильной кислоты и окиси углерода, указывают, по мнению упомянутого д-ра Г. Витт, на необходимость при нынешнем состоянии техники иметь в крупных индустриальных центрах особые склады, из которых в момент несчастья производилась бы массовая выдача газовых масок.

Польза применения газовых масок в химическом производстве лучше всего иллюстрируется цифрами, показывающими распределение несчастных случаев по категориям. Так, в 1927 г. по германскому союзу химиков несчастные случаи распределялись следующим образом: по добыче и передаче энергии—3%, по машинам и приспособлениям—24%, по транспорту—21%, котлам и аппаратам— $\frac{1}{2}$ %, по взрывчатым веществам, резервуарам с горючим, сварке и резке, горючим жидкостям и пр.—9%, по падению людей и предметов—24%, по ручному труду и в пути на завод и домой— $9\frac{1}{2}$ %. При обращении же с огнеопасными, горячими, едкими веществами, раскаленными металлами и ядовитыми газами количество несчастных случаев всего вместе составило лишь 9%. То обстоятельство, что эта обширная последняя категория на химическом производстве показала такой сравнительно низкий процент несчастных случаев, лучше всего указывает на крупную роль рациональной организации противогазовой защиты.



Рис. 59. Газовая маска Дегеа СО у рабочих—газовиков. Запирание крана газометра при неисправности труб.

### Стеклоплавильная и керамическая промышленность

Эти виды производства характеризуются, в смысле вредного влияния на органы дыхания, выделением тяжелой, раздражающей пыли, а также истечением окиси углерода из всевозможных производственных печей. Пыль выделяется при тех процессах измельчения материалов, которые имеют место на предприятиях по выделке изделий из глины и фарфоровых заводах (пыль кирпичная, глиняная, каолиновая и полевого шпата), на стеклянных заводах при заготовке смеси (сода, глауберова соль, поташ и известковая пыль), при загрузке стекольной смеси в плавильную печь или прямо в ванную печь, в тигельных мастерских при изготовлении тиглей и в формовочных мастерских (гли-

няная и шамотная пыль). Ядовитая пыль сурика выделяется при заготовке и загрузке смеси для выплавки содержащего свинец калийного стекла, ядовитые пыли свинцовых соединений—при обработке глиняных изделий глазурью, в мастерских по окраске фарфора и стекла. Вредные газы сопровождают работу по протравке кислотами свинца. Выделение окиси углерода имеет место у различных печей при неплотности труб и каналов и в обогреваемых дымовыми газами камерах сушилок для кирпича. Чаще всего отравления окисью углерода происходят при очистке выложенных кирпичом газовых каналов. Несмотря на длительное проветривание, наличие окиси углерода все же имеет место, вследствие выделения этого газа кладкою, впитавшей его в свои поры. Современные крупные печи с каналами в фарфоровом производстве, громадные газогенераторы стекольных заводов и печи шамотных заводов требуют большого количества газовых клапанов, повреждение которых вызывает массовое выделение окиси углерода и несчастные случаи зачастую с целыми группами рабочих. По мнению технического инспектора германского профсоюза стекольщиков, инж. Г. Арендт<sup>1</sup>, на таких производствах имеется очень большое поле деятельности в смысле внедрения противогазовой защиты и организации спасательных отрядов по образцу пожарных и горноспасательных команд.

Упомянутая выше обработка свинца вызывает так наз. свинцовое отравление, столь распространившееся среди рабочих, что внимание органов охраны труда было направлено на возможное снижение этих заболеваний, носивших характер эпидемий. Респираторы против пыли и газовые маски, в частности против окиси углерода, дают возможность самым энергичным образом бороться с теми профессиональными вредностями, которые имеют место в стекольной и керамической промышленности.

### Окраска по способу пульверизации

Современная рационализация методов производства, коснувшись процессов окраски и лакировки, привела к замене старого способа окраски кистью новым способом механического распыливания красок и лаков. Как известно, при этом способе краска или лак разбрызгиваются сжатым воздухом и вылетают из прибора, напоминающего пистолет, в форме тончайшего тумана, заполняющего краской все неровности окрашиваемого предмета и потому дающего очень гладкую поверхность окраски. Вследствие крупных экономических преимуществ нового метода, он находит непрерывно развивающееся применение. Но наряду с этим растет и вредное влияние, оказываемое этим видом производства на организм рабочих.

При попадании струи воздуха, насыщенной частицами краски, на обрабатываемую поверхность, получают вихревые движения, отбрасывающие часть потока обратно. Работающий с пистолетом оказывается в сфере туманообразного облака краски, действующей на организм человека в зависимости от состава ее. Если обыкновенная масляная краска проявляет свое действие медленнее, то амилацетатные и нитроцеллюлозные лаки влияют быстро и весьма энергично. Тонкие частицы краски попадают в глаза и вызывают воспаление, могущее

<sup>1</sup> „Die Gasmasken“, 1929, № 4.

привести к тяжелым заболеваниям глаз. При вдыхании они оказывают раздражающее влияние на слизистые оболочки и дыхательные пути, доходящие до невыносимой степени. Летучие растворители красок и лаков, легко воспринимаемые, благодаря их тонкому распылению, дыхательными путями, оказывают наркотическое влияние, которое в легких случаях проявляется в головокружении, головной боли и состоянии дурмана, далее происходит легкое оцепенение, кашель, позывы к рвоте. В тяжелых случаях и при хронических влияниях происходящие при этом расстройства мускульного аппарата и перерождение крови могут повести к тяжелым хроническим недугам.

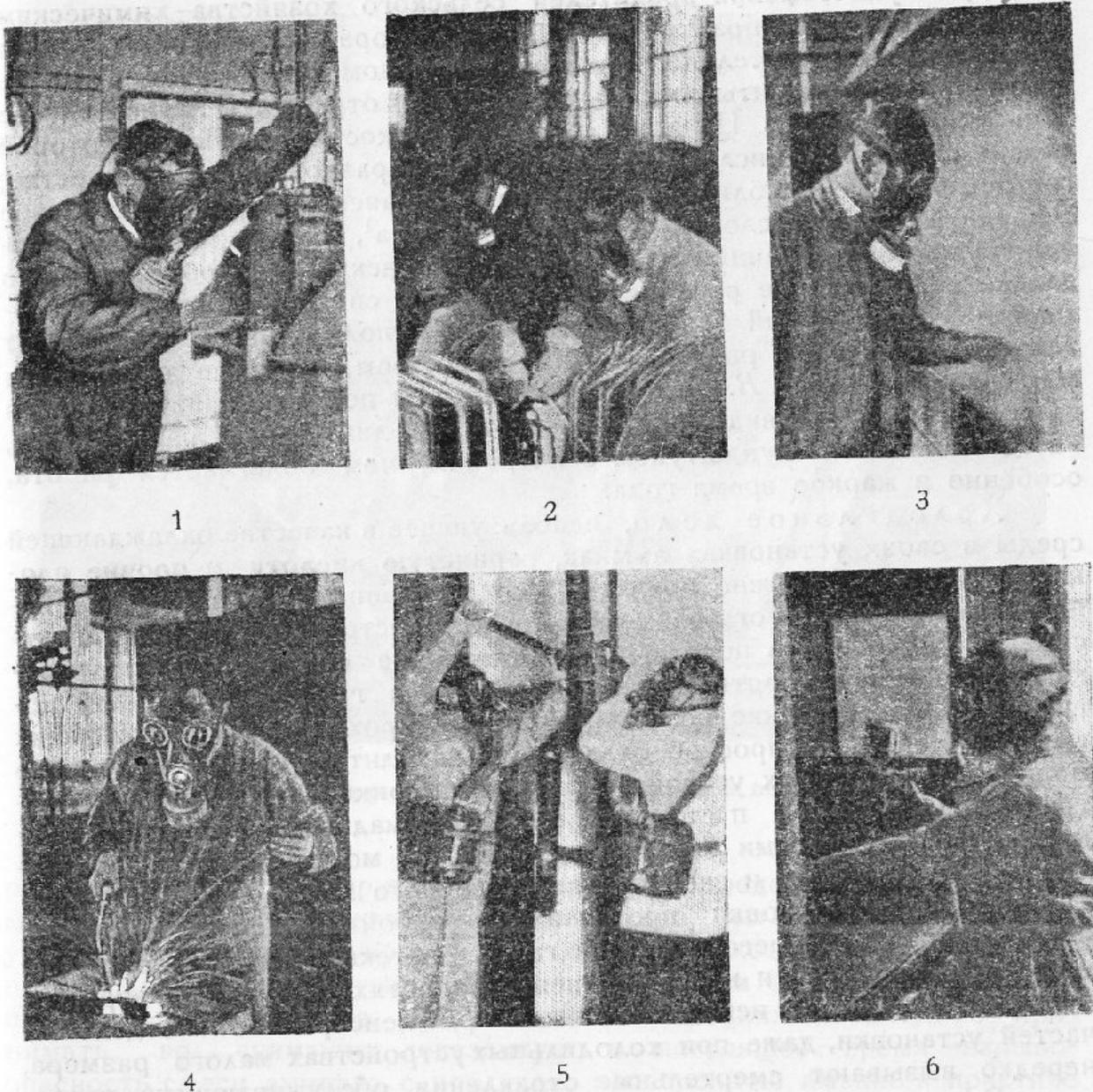


Рис. 60. Газовые маски в промышленности:

1—у смесительной машины, 2—при шлифовке металлов, 3—в никелировочной и травильной мастерских, 4—при автогенной сварке, 5—на газопроводах, 6—при окраске пульверизацией.

Таким образом здесь напрашивается метод защиты, при котором были бы предохранены глаза и дыхательные органы, т. е. газовая маска. Как указывает германский специалист Г. Гирш<sup>1</sup>, газовая

<sup>1</sup> „Die Eisenbahn - Werkstätte“, 1926, № 11.

маска Дегеа с фильтрующей коробкой или патроном показала себя в этой области производства весьма хорошо и введена в малярных цехах всех мастерских гос. жел. дорог Германии. При применении этих масок рекомендуется, во избежание преждевременной закупорки патрона, надевать на последний прилагаемый к маске матерчатый чехол с пружинящим кольцом. Этот чехол удерживает крупные частицы краски и может быть затем вымыт в каком-либо растворителе и служить, таким образом, до полного износа.

### Борьба с полевыми вредителями

Дело уничтожения вредителей сельского хозяйства химическим путем, ставшее на практическую ногу вскоре после войны, стало возможным исключительно при одновременном проведении в жизнь противогазовой защиты лиц, занятых в этой отрасли. В данном случае речь идет о так наз. Циклоне В, т. е. жидкости, в состав которой входит синильная кислота и одно сильно раздражающее вещество, состав коего не опубликован. Крупная германская компания по борьбе с вредителями, по словам д-ра Л. Гасснера<sup>1</sup>, весьма успешно применила при пользовании Циклоном газовую маску Дегеа, обусловившую дальнейшее быстрое распространение этого способа борьбы с вредителями. Применяемый при этом патрон  $У_2$  полностью соответствует тем отравляющим и раздражающим веществам, которые содержатся в препарате Циклон В. При лабораторных и полевых работах полная газовая маска, в виду отсутствия необходимости в защите глаз, часто заменяется мундштуком с патроном, чем облегчается работа, особенно в жаркое время года.

Холодильное дело, использующее в качестве охлаждающей среды в своих установках аммиак, сернистую кислоту и прочие ядовитые вещества, должно привлечь большое внимание, в смысле принятия мер по противогазовой защите. Мы построили и строим гигантские холодильники в портах, обеспечивающие сохранность и доброкачественность экспортных скоропортящихся грузов до момента погружки их на советские рефрижираторные пароходы. На скотобойнях крупных центров вопрос об охлаждении находит осуществление в виде мощных холодильных устройств (проект американской бойни в Ленинграде). Народное питание с его громадными фабриками-кухнями и общественными столовыми также не может обойтись без холодильных устройств и заводов искусственного льда.

Все эти установки представляют собой большую опасность, в смысле отравляющего действия газов, вытекающих при повреждениях трубопроводов и клапанов, неисправностях машин, при взрывах, и т. д. Небольшие истечения газов при неисправности отдельных частей установки, даже при холодильных устройствах малого размера, нередко вызывают смертельные отравления обслуживающего персонала. Здесь газовая маска может иметь решающее значение; так как в подавляющем большинстве случаев концентрация газа в воздухе дает возможность применить эти маски. При крупных катастрофах, сопровождающихся обильным выделением газов, может явиться необходимость в дыхательных аппаратах изолирующего типа. Эти аппараты должны обеспечивать свободу передвижения, т. е. относиться

<sup>1</sup> „Die Gasmasken“, 1929 № 4.

к разряду приборов автоматического действия. Их назначение в данном случае будет помочь производству таких работ, которые предотвратят дальнейшее истечение больших масс газа. При наступившем после этого снижении концентрации газовой смеси, в помещении могут работать люди, снабженные газовыми масками—приборами, разумеется, более подходящими для ремонтующего персонала, чем тяжелые аппараты изолирующего типа. Таким образом, рациональная противогазовая защита на холодильной установке должна быть осуществлена путем индивидуального снабжения обслуживающего персонала рабочих и служащих газовыми масками и наличия некото-



Рис. 61. Уборочные и ремонтные работы на доменной печи в газовых масках Дегеа СО.

рого количества изолирующих аппаратов, определяемого в зависимости от масштаба предприятия. Не должна быть, в то же время, упущена возможность применения и метода коллективной защиты, путем пуска в ход вентиляционных установок и обеспечения естественного обмена воздуха. При всех этих операциях необходимо принимать во внимание доказанную в настоящее время взрывоопасность смеси аммиака с воздухом, проверенную именно в практике холодильных устройств.<sup>1</sup> Поэтому применение открытого огня и электрических фонарей не специально рудничного типа в обстановке выделения газа на аммиачном холодильнике должно быть исключено.

В пищевкусовой промышленности особую опасность представляют процессы брожения, связанные с выделением углекислого газа. На дне бродильных чанов в пивоваренном производстве после их опораживания скопляется большая масса углекислого газа,

<sup>1</sup> См журнал „Наука и Техника“, 1926 г., № 49.

удалить которую простым проветриванием помещения не удастся вследствие тяжести этого газа. Правда, существует простой способ убедиться в наличии в таком чане достаточного для дыхания количества воздуха—помощью опускаемого в чан огня, но вместе с тем непрекращающиеся случаи гибели людей в таких чанах указывают на несоблюдение специальных правил. Наличие под рукой газовых масок может в подобных случаях дать возможность своевременного извлечения поплатившихся за свою небрежность людей. Отметим, что при скоплении углекислого газа происходит явление удушья, вследствие вытеснения воздуха более тяжелым газом. Подобные же катастрофы с людьми происходят и в дубильных чанах на кожевенных заводах, а также на дне всевозможных колодцев, где имеет место скопление углекислого газа и метана. При подозрении в наличии этого последнего газа применение открытого огня, в качестве определителя содержания кислорода, не должно производиться.



Рис. 62. Респиратор с капюшоном при работе с пескоструйным аппаратом.

Для удаления углекислого газа со дна колодца или чана хорошим средством может явиться струя сжатого воздуха, при наличии, разумеется, соответствующей установки на предприятии. Но и в этом случае осторожность диктует опускание человека в чан или колодец производить не иначе, как в дыхательном приборе, каковым должен явиться прибор изолирующего типа, например маска с самовсасыванием воздуха.

Переходя к роли дыхательных приборов в защите рабочих от пыли на производстве, отметим, прежде всего, что тщательное измельчение выпускаемого продукта, являющегося источником пыли на предприятии, составляет неотъемлемую часть производства многих продуктов, которые находят сбыт и применение именно в тонко-измельченном виде. Сахар, какао, мука, мыльный порошок, различные стиральные порошки, зубной порошок и разные косметические средства, далее, искусственные удобрения, краски, графит, цемент, угольная пыль, бесконечное разнообразие всевозможных химических веществ—все эти виды измельченных продуктов отделяют при производстве вредную для органов дыхания пыль. Кроме того, источником пыли могут явиться не только измельченные продукты, но и некоторые производственные процессы обрабатывающей промышленности.

Наличие под рукой газовых масок может в подобных случаях дать возможность своевременного извлечения поплатившихся за свою небрежность людей. Отметим, что при скоплении углекислого газа происходит явление удушья, вследствие вытеснения воздуха более тяжелым газом. Подобные же катастрофы с людьми происходят и в дубильных чанах на кожевенных заводах, а также на дне всевозможных колодцев, где имеет место скопление углекислого газа и метана. При подозрении в наличии этого последнего газа применение открытого огня, в качестве определителя содержания кислорода, не должно производиться.

Для удаления углекислого газа со дна колодца или чана хорошим средством может явиться струя сжатого воздуха, при наличии, разумеется, соответствующей установки на предприятии. Но и в этом случае осторожность диктует опускание че-

Сюда относится шлифование, распространяющееся взамен обточки и опилки, работа пескоструйными аппаратами вместо зубила и шабера, обдувание сжатым воздухом вместо очистки щетками. Кроме того, как указывает Венцель,<sup>1</sup> современные рационализаторские устремления, проявляющиеся в конвейерном способе работы, зачастую включают в общее поточное движение такие выделяющие пыль рабочие места, которые раньше устраивались обособленно. Это обстоятельство увеличивает общую запыленность воздуха в мастерской.

В первую голову защита от пыли должна быть организована по коллективному методу. Отсасывание пыли у места ее появления, напр. у деревообделочных машин, при помощи эксгаусторов, общая вентиляция помещений, осаждение пыли увлажнителями воздуха—все эти меры могут серьезным образом снизить вредность пребывания в данном помещении. Однако роль коллективной защиты, энергично проводимой на предприятиях по предписанию органов охраны труда, все же не является исчерпывающей, и во многих случаях бывает безусловно необходимо проводить индивидуальным порядком защиту от той пыли, которая не удаляется или не может быть удалена мерами коллективной защиты. В особенности это относится к средним и мелким предприятиям, экономически не выдерживающим проведения коллективной защиты с ее дорогостоящими установками. Бесчисленные мельницы, ссыпные пункты и элеваторы совхозов и колхозов являются такими предприятиями в первую очередь. Но и на крупных предприятиях необходима индивидуальная защита при остановках отсасывающих устройств, временных работах, постоянно меняющих свое место работ, при таких видах производства, где материал не должен подвергаться постоянному обдуванию всасывающим воздухом, так как ему вредят высушивание, окисление и т. д., или это отсасывание не приемлемо, вследствие высокой ценности материала и нежелательности связанных с этим отсасыванием потерь.

Во всех перечисленных случаях необходимо применение дыхательных приборов, при чем в борьбе с пылью роль последних сводится к надежному физическому поглощению фильтром взвешенных в воздухе частиц. Знакомая уже нам аппаратура, в виде респираторов с мундштуком, полумаской или маской, в отдельных случаях дополненная капюшоном для защиты кожного покрова, должна быть выбрана с учетом всех местных обстоятельств. Так, например, при длительной работе без перерывов нежелателен утомляющий человека мундштук, тем более, что с ним неудобна работа, требующая подвижности тела (нагибания и проч. резких движений). Защита глаз от пыли почти всегда требует таких же забот, как и защита дыхательных путей. Поэтому очки являются в большинстве случаев неотъемлемой принадлежностью полумаски, что приводит к желательности объединить то и другое в одну цельную маску. Наиболее целесообразными являются очки Дегеа, сделанные таким же образом, как и стекла маски Дегеа, т. е. из триплекс-стекла с прозрачными шайбами против запотевания.

Снабжение газовыми масками рабочих должно происходить индивидуальным порядком, при чем целесообразному хранению масок должно быть уделено внимание в том смысле, чтобы маски эти не находились в непосредственной близости от аппаратуры, могущей

<sup>1</sup> „Die Gasmasken“, 1929, № 4.

послужить источником выделения отравляющих веществ. В этом случае доступ к маскам может оказаться невозможным и ценные средства защиты окажутся неиспользованными. Тот или иной способ хранения дыхательных приборов на предприятии имеет настолько важное значение, что зачастую определяет собой самую возможность использования их в минуту надобности. Небрежность, отсутствие надзора и мало-мальски внимательного отношения к этим важным защитным приспособлениям приводят к тому, что приборы и их приспособления, на которые устанавливается взгляд, как на излишний инвентарь, забрасываются, пылятся, портятся от соседства котлов и трубопроводов и используются не по назначению. Так, на одном из предприятий инспектирующим лицом было обнаружено, что мех от маски Кенига был с большой пользой применен мастером для продувания шаровой мельницы. При водворении меха обратно в ящик маски мастер этот был весьма обижен отобранием столь полезного приспособления.

Основным требованием, в смысле правильного хранения приборов, является, помимо общих требований ухода за приборами, еще обеспечение доступности их при газовой тревоге на предприятии. Запирание приборов, с целью достичь лучшей сохранности их, может привести к невозможности открыть ящик или шкаф, где они хранятся. Рекомендуется поэтому хранилище приборов не запирать, а газовые маски держать в отдельных пронумерованных ячейках под стеклом, хранящим самую маску и один патрон (или коробку). Учитывая редкое применение масок (при авариях), можно иметь патрон не ввинченным, дабы не подвергать набивку патрона действию атмосферного воздуха, а лежащим рядом с маской в невскрытом виде, т. е. с крышечкой из бумаги и с навинченным колпачком. Кроме боевого неприкосновенного в нормальное время патрона, каждая маска должна иметь один учебный патрон, применяемый на занятиях. Работа с масками, в смысле упражнения в дыхании при работе и общей привычке к маске, должна вестись также и с учетом значения этих занятий по линии обороны. Поэтому лучше всего объединить промышленную противогазовую защиту с противовоздушной обороной в руках одного лица—ЗВХ данного предприятия. Считая газовые маски предметом строго индивидуального снаряжения и поэтому неприкосновенными для других лиц, мы можем использовать изоляционные аппараты более полно, передав их местной пожарной команде, где они найдут применение и на непосредственной пожарной работе и при всех случаях газовой тревоги, на которые, несомненно, должна вызываться местная пожарная команда.

## ГЛАВА XIII

### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ОТ ДЫМА И ГАЗОВ ПО МЕТОДУ ИЗОЛЯЦИИ

За пределами области применения фильтрующих приборов, т. е. при содержании кислорода в воздухе меньшем, чем 15%, или высоких концентрациях отравляющих веществ, защита органов дыхания от

вредных влияний должна строиться по принципу изоляции. Метод изоляции заключается в герметическом отделении органов дыхания человека от окружающей среды и создании таких условий, при которых эти органы обеспечиваются необходимым количеством кислорода. Доставка этого кислорода может происходить различными способами. Простейшим видом изоляционного прибора является маска с самовсасыванием воздуха, поступающим снаружи при помощи рукава. При однотипной аппаратуре воздух может подаваться под давлением от заводской установки сжатого воздуха. У приборов следующего типа вместо маски имеется шлем, и свежий воздух нагнетается внутрь последнего по рукаву при помощи мехов или насоса. Перечисленные типы дыхательных приборов связаны с наружным воздухом длиной и тяжестью рукава и следовательно имеют ограниченный радиус действия. В то же время продолжительность их действия ничем не ограничена.

Следующим разрядом дыхательных аппаратов являются приборы, не связанные с наружным воздухом, а обладающие самостоятельной возможностью доставлять дыхательным органам кислород. Сюда относятся приборы с шлемом и запасом сжатого воздуха и приборы, работающие по методу регенерации, т.-е. восстановления выдыхаемого воздуха и поступления его вновь для дыхания. Приборы последнего типа используют или мундштук, или маску. Как те, так и другие аппараты совершенно независимы, дают человеку полную свободу передвижения, но время действия их строго ограничено определенным для каждого типа приборов сроком.

В отношении поля зрения, герметичности, устройства окон и вредного пространства остается в силе все, что было изложено по отношению к приборам фильтрующего типа. У аппаратов, работающих по принципу изоляции, все эти моменты приобретают еще большую важность. Аппаратам этим приходится защищать человека в более серьезной обстановке, чем приборам фильтрующего типа. В промышленности они применяются при серьезных истечениях газов, в резервуарах, наполненных парами высокой концентрации, в горноспасательном деле. Пожарным эти аппараты необходимы при работе в дыму весьма большой плотности, при недостатке кислорода в воздухе. Все эти обстоятельства заставляют предъявлять к аппаратам независимого действия (автоматическим) особо серьезные требования.

С другой стороны, и сам аппарат предъявляет к носителю его требования выносливости, умения ориентироваться, личной смелости, достаточной физической силы и т. д. От этих людей часто зависит судьба ответственных ремонтов, спасания людей, захваченных рудничными катастрофами, разведки на пожаре, тушения огня в осложненных случаях (подвалы, трюмы судов и т. д.). Немцы, прекрасно разработавшие и поставившие у себя дело противогазовой защиты, создали для носителей автоматических изолирующих аппаратов специальный термин „огнеглаз“, по аналогии с водолазом. В виду непривычности для нас такого названия, мы полагали бы более подходящим применить термин „разведчик“, хотя и не вполне обнимающий характер работы данного лица.

Переходя к ознакомлению с конструкцией, особенностями и принципом действия дыхательных аппаратов изолирующего типа, мы начнем с простейших по своему устройству приборов.

## I. Приборы, самовсасывающие свежий воздух

Эти приборы состоят из маски и рукава, конец которого при дыхании человека засасывает свежий воздух из незараженной зоны. На судах, пивоваренных и химических заводах, газовых установках, хранилищах летучих веществ, как бензин, бензол и т. п., не вентилируемых колодцах и прочих местах, где вредная обстановка работы ограничивается определенным небольшим местом, и есть возможность связаться со свежим воздухом помощью сравнительно короткого рукава, там приборы описываемого типа находят удачное применение.

Прибор „Дегеа“ (рис. 63) состоит из резиновой маски, построенной по типу обычных газовых масок этой фирмы, с тройными небьющимися стеклами и прозрачными шайбами против запотевания. Маска снабжена клапанами вдоха и выдыха и сообщается при помощи резинового гофрированного рукавчика с соединительной муфтой, укрепленной на кожаном поясе, снабженном плечевым ремнем. К этой муфте с другой стороны примыкает прочный спиральный рукав 10-метровой длины, служащий для всасывания свежего воздуха и заканчивающийся приемной сеткой. Помещенное на поясе кольцо служит для более равномерного распределения растягивающих усилий, могущих перегрузить соединительную муфту при передвижении носителя маски. Обычно считается, что работа в таком приборе не требует участия второго человека и проводится единолично носителем маски. Мы полагаем, однако, что с точки зрения безопасности необходим надзор за всасывающей сеткой, чтобы оградить



Рис. 63. Прибор Дегеа с самовсасыванием свежего воздуха.

ее от проникновения пыли, присасывания легких предметов, напр., бумаги, могущих ее закупорить, и прочих вредных влияний. Кроме того, человек, работающий в таком приборе, должен чувствовать уверенность в своей безопасности, должен быть гарантированным от того, что всасывающий конец рукава не будет закупорен или затянут им за собой в опасную зону, и этот момент психологического порядка должен быть также учтен. Вот почему наличие второго человека мы считаем здесь необходимым.

Для укладки и переноски прибора существует особый ящик, куда помещается маска, рукав и все принадлежности прибора (рис. 64). Основанный на том же принципе действия прибор „Инхабад“ отличается от предыдущего типа некоторыми конструктивными особенностями. Маска или мундштук снабжены двумя гофрированными рукавчиками вдоха и выдыха, проходящими над плечами назад и при-

соединенными к особому ранцу из листового железа, носимому на ремнях на спине. В этом ранце помещаются клапаны вдоха и выдоха. Клапан выдоха устроен здесь двойным, с воздушной промежуточной камерой, благодаря чему возможность какого-либо засасывания вредных газов исключается. Кроме того, ранец вмещает в себе дыхательный ящик с так наз. баллонетом, т.-е. воздушным мешком, сообщаемым не с вдыхаемым свежим воздухом, а с окружающей атмосферой. Баллонет изготовлен из тонкой резины и в своей работе представляет малое сопротивление. Его задача—быть буфером, воздушным аккумулятором, регулирующим работу в смысле смягчения дыхательных толчков и равномерного распределения сопротивления всасыванию. Баллонет снабжен внизу грузиком, помогающим ему слаться при выдыхании.

Рукав в этой системе присоединяется к ранцу на уровне плеч, так что последние берут на себя нагрузку при передвижении всасывающего рукава. Голова носителя маски защищается железной

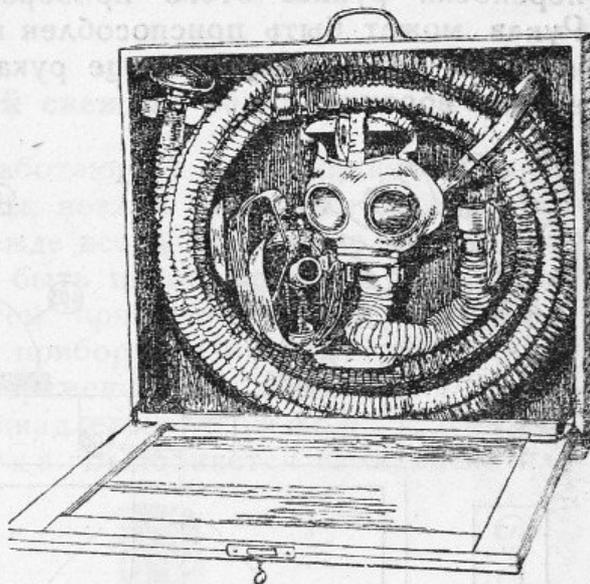


Рис. 64. Прибор Дегеа с самовсасыванием свежего воздуха, уложенный в ящик.

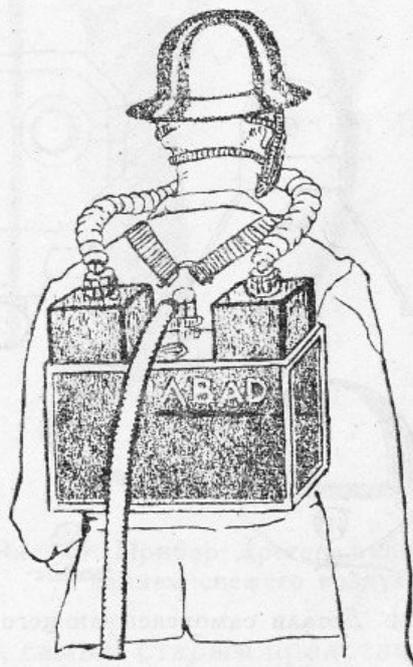
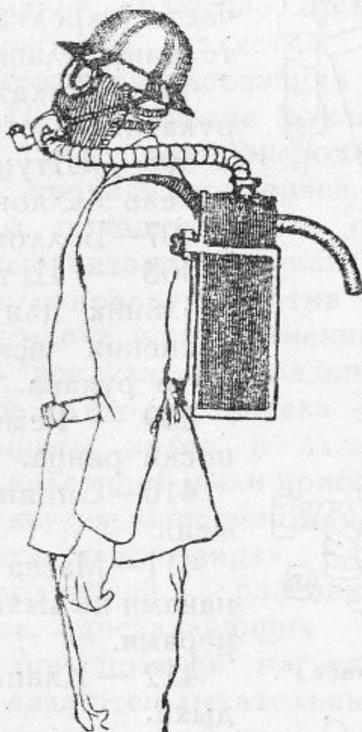


Рис. 65 и 65а. Прибор Инхабад с самовсасыванием свежего воздуха.

каскай. Отсюда невольно возникает вопрос о возможности соединить каску с маской в один целый шлем. Однако затруднительность достижения хорошей герметичности у шлемов, имеющаяся обычно у этих приспособлений, здесь, при самовсасывании, особенно подчеркивается.

При довольно значительной длине всасывающего рукава и происходящем отсюда сопротивлении этого рукава, недостаточная герметичность шлема ведет к засасыванию отравленного воздуха. Для переноски рукава этого прибора существует специальная катушка. Рукав может быть приспособлен в качестве переговорной трубы, для чего на всасывающем конце рукава может быть установлена переговорная воронка.

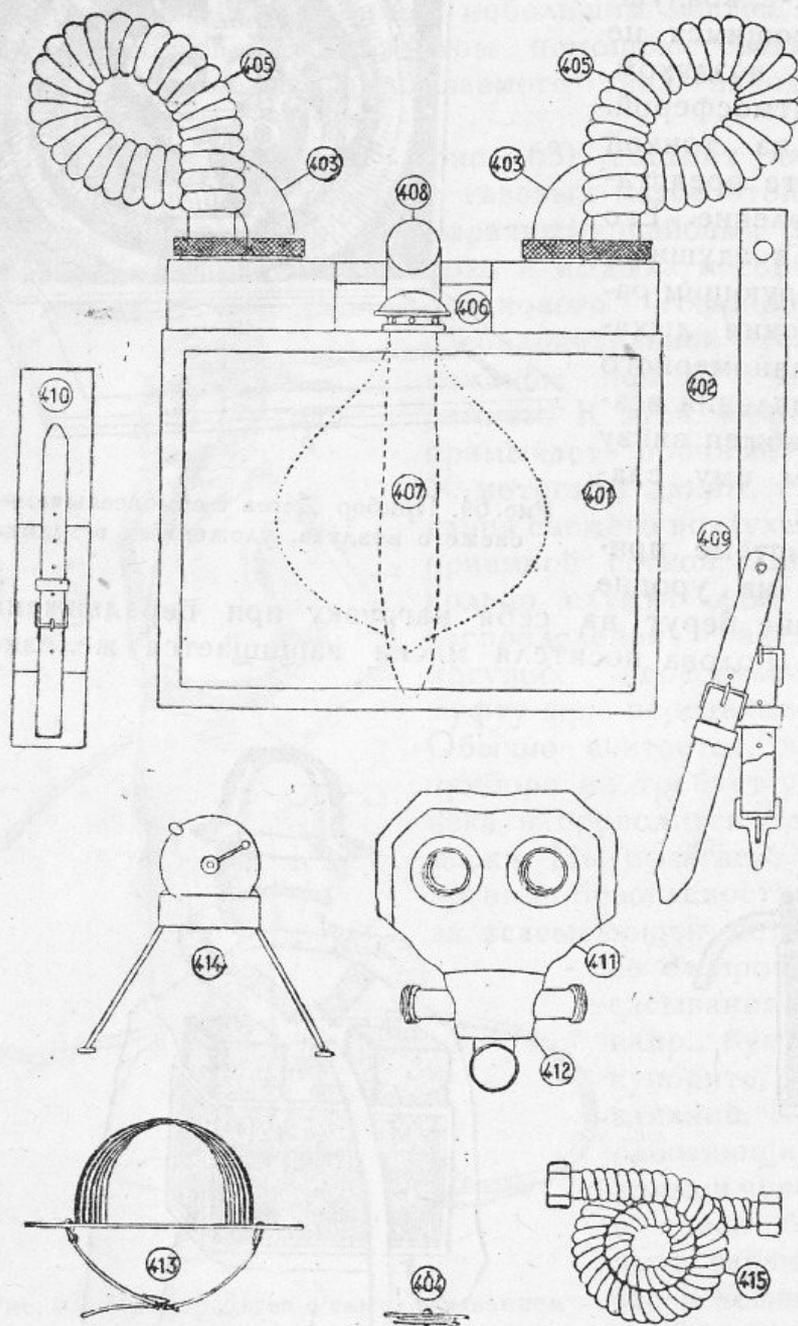


Рис. 66. Детали самовсасывающего прибора „Инхабад“.

413—Шлем.

414—Мех для применения при длинном рукаве.

415—20-метровый рукав с соединительными ниппелями.

Прибор, действующий по этому же принципу самовсасывания и выпущенный фирмой Дрегер, состоит из бесшовной кожаной маски, гофрированного рукавчика, имеющего наверху, у маски, клапан выдыха и на нижнем конце, у пояса, клапан вдоха, к муфте которого присое-

На рис. 66 изображены отдельные части самовсасывающего прибора „Инхабад“, для обозначения которых мы сохраняем условную нумерацию, принятую фирмой.

401—Дыхательный прибор.

402—Каркас резервуара, служащий для подвески при ношении ранца.

403—Штуцер угольники для присоединения дыхательных рукавчиков.

404—Внутренняя часть (тарелка) дыхательных клапанов.

405—Дыхательные рукавчики.

406—Штуцер-держатель баллонета.

407—Баллонет.

408—Штуцер угольник для присоединения всасывающего рукава.

409—Ремни для носки ранца.

410—Спинальный ремень.

411—Маска с клапанами выдыха и штуцерами.

412—Клапан выдыха.

динен спиральный рукав длиной от 5 до 25 м, заканчивающийся всасывающей фильтрующей коробкой. Особенно целесообразно устроенный клапан выдыха гарантирует защиту органов дыхания от попадания вредных примесей, даже в случае высокой концентрации этих примесей в окружающей среде.

## 2. Приборы с доставкой свежего воздуха

Следующим типом приборов, работающих по принципу изоляции, являются такие дыхательные приборы, воздух к которым механически подается извне. Сюда относятся прежде всего описанные нами приборы, могущие из самовсасывающих быть превращенными в приборы с доставкой свежего воздуха, путем присоединения к наружному концу рукава меха или насоса. Для прибора „Инхабад“ существует для этой цели специальный мех, изображенный на рис. 66.

Далее, к этому же типу принадлежит прибор „Дегеа“ с доставкой сжатого воздуха. Выполняется сама маска или в виде респиратора из алюминия с пневматическим уплотнением, или наподобие обыкновенной газовой маски „Дегеа“, но со сменными для чистки стеклами, и снабжается клапанами вдоха и выдыха. Доставка сжатого воздуха происходит при помощи рукава, присоединенного к установке сжатого воздуха, при чем обычной областью применения этих приборов является окраска при помощи пульверизации (распыления). Присоединение рукава к рукавчику маски происходит при помощи ниппеля на поясе, составляющем принадлежность прибора. Резиновый питающий рукав снабжен двойной спиралью против сминания и у места присоединения к сети сжатого воздуха—специальным крапом с регулятором впуска воздуха. Для защиты волос и затылка от тонкой красочной пыли прибор снабжается легким капюшоном, пристегивающимся на пуговицах.

Следующей разновидностью приборов, доставляющих человеку воздух при помощи нагнетания по рукаву, являются дыхательные аппараты, самым старым представителем коих служит прибор „Оригинал-Кениг“. Приборы этого рода снабжены шлемом, нагнетательным рукавом и мехами или насосом, подающим воздух в рукав.

Шлем аппарата Кенига состоит из каски, штампованной из кожи и покрытой лаком, маски с окнами из слюды в алюминиевых рамках, могущими открываться, и алюминиевым же вводом для воздуха с двумя штуцерами для присоединения рукавчиков. Заканчивается



Рис. 67. Прибор Дрегера с самовсасыванием свежего воздуха.

шлем мягким кожаным капюшонем, составляющим одно целое с каской и маской и снабженным, для уплотнения, ремешком, затягивающимся вокруг шеи.

Сверху каски помещается шарового типа клапан выдыха, окруженный душем оросителя, питающегося при помощи отведенной назад трубки и присоединяющегося к ней рукавчика, ведущего к осо-

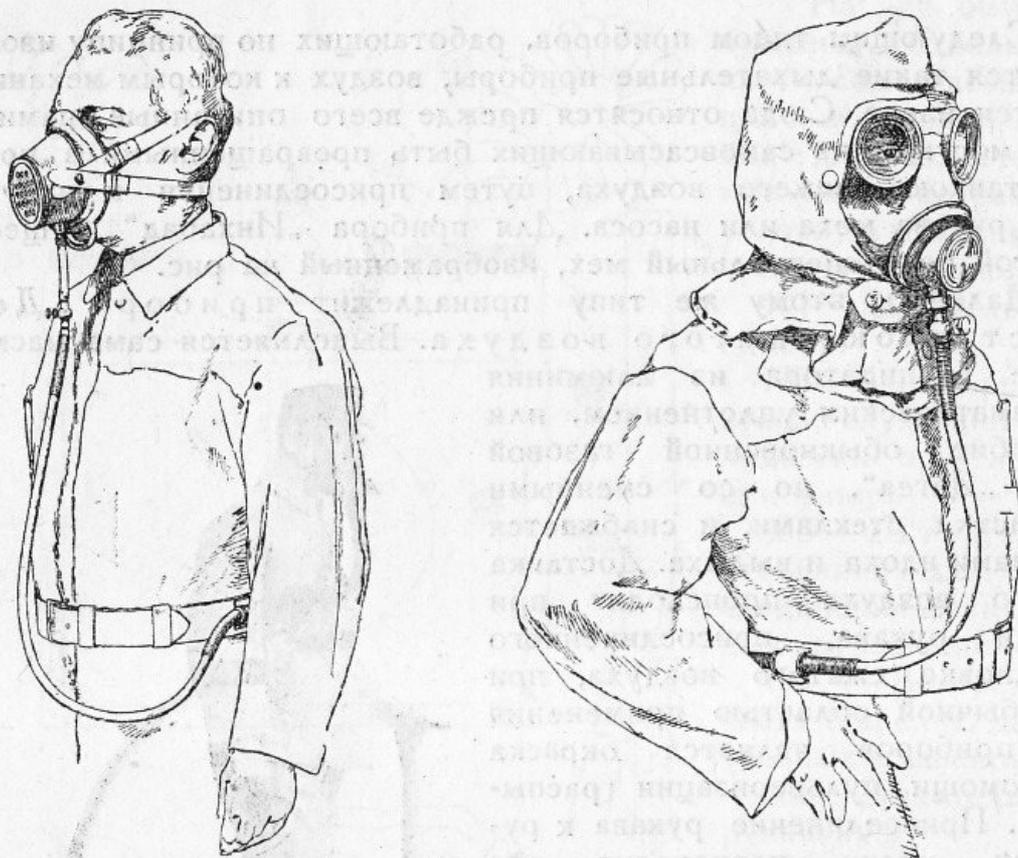


Рис. 68. Прибор Дегеа для подачи сжатого воздуха.

бому ответвлению с краном. Эта деталь включается между рукавом и стволом и снабжена крючком для навешивания на кольцо у пояса пожарного. Отходящие от маски нагнетательные рукавчики соединяются на спине при помощи тройника со спиральным резиновым рукавом, длиной в 15—30 метров. Рукав этот служит для подачи воздуха, нагнетаемого мехом, висящим на поясе другого пожарного и снабженного буферной камерой для придания равномерности струе воздуха. Нагнетательная труба служит также в качестве переговорной, для чего вблизи конца у мехов рукав снабжается тройником, с ответвлением, заканчивающимся разговорной воронкой с клапаном, препятствующим выходу воздуха.

Явившись, в свое время, крупным шагом вперед в области дыхательных изолирующих приборов, аппарат Кенига обладает, однако, существенными недостатками. Сюда относятся: недостаточная герметичность шлема, незащищенность окон против запотевания, большое вредное пространство и, самое главное, зависимость носителя прибора от исправности подачи дыхательного воздуха. Этой исправности могут грозить случаи повреждения, перегорания или зажатия рукава. Качество подаваемого воздуха иногда определяется незначительной длиной рукава, в том смысле, что отравленный газами воздух внутри узкого

двора накачивается в шлем человека, работающего в приборе. Ограниченность радиуса действия носителя прибора, зависящая от длины рукава, иногда может иметь опасные последствия, если пожарному надо будет для избежания опасности продвинуться на известное расстояние (при грозящем обвале), а рукав не позволит ему этого сделать.

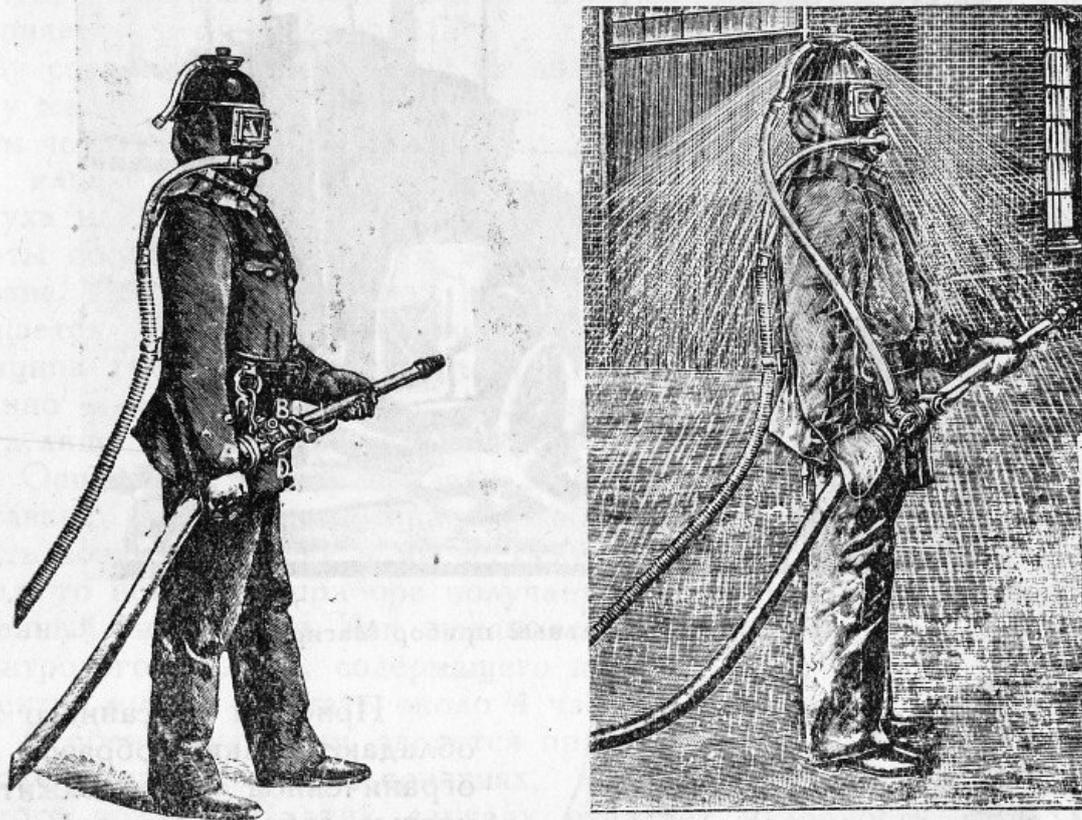


Рис. 69. Дыхательный прибор „Оригинал-Кениг“.

Дыхательный аппарат Магирус принципиально ничем не различается от описанного прибора Кенига, отличаясь от последнего лишь выполнением деталей. Шлем аппарата Магирус снабжен пружиной, позволяющей ему приспособливаться к размерам головы, и отличается от шлема предыдущего типа устройством линии герметичности, перенесенной с шеи на плечи, грудь и спину, при чем уплотнение достигается притягиванием ремнями подушечной кромки капюшона. Шлем лишен оросителя, что по существу не имеет особого значения, так как применение оросителя у аппарата Кенига производится на практике весьма редко. Действительно, наличие густой задымленности и недостаток кислорода, вызывающие необходимость в изолирующем приборе, как-то не вяжутся с моментом противоположного порядка—открытым огнем со столь высокой температурой, которая требовала бы дополнительного охлаждения человека—носителя прибора. Если же на лицо открытый огонь и данные условия (одновременное выделение газов высокой концентрации) заставляют прибегнуть к изолирующим приборам, то тушение огня, несомненно, не будет вестись помощью стволов Б, единственно допускающих применение оросителя.

Рукав для подачи воздуха устроен у аппарата Магирус с металлической оплеткой, что повышает его прочность. От рукава отводится

ответвление для питания воздухом безопасной лампы типа Дэви. Для подачи воздуха служит вертикальный одноцилиндровый ручной насос.

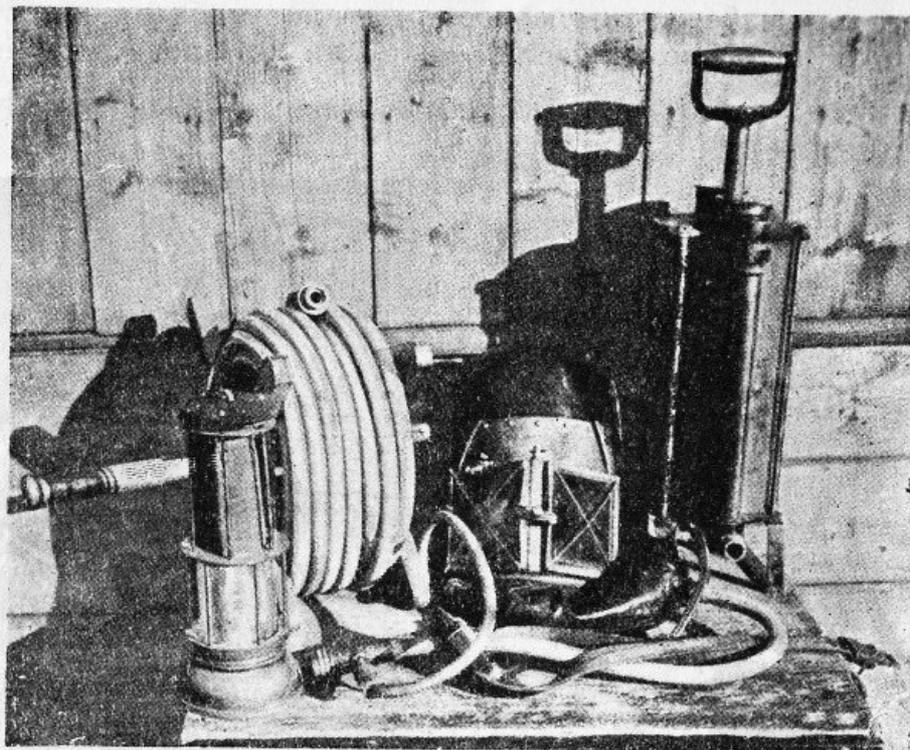


Рис. 70. Дыхательный прибор Магирус.

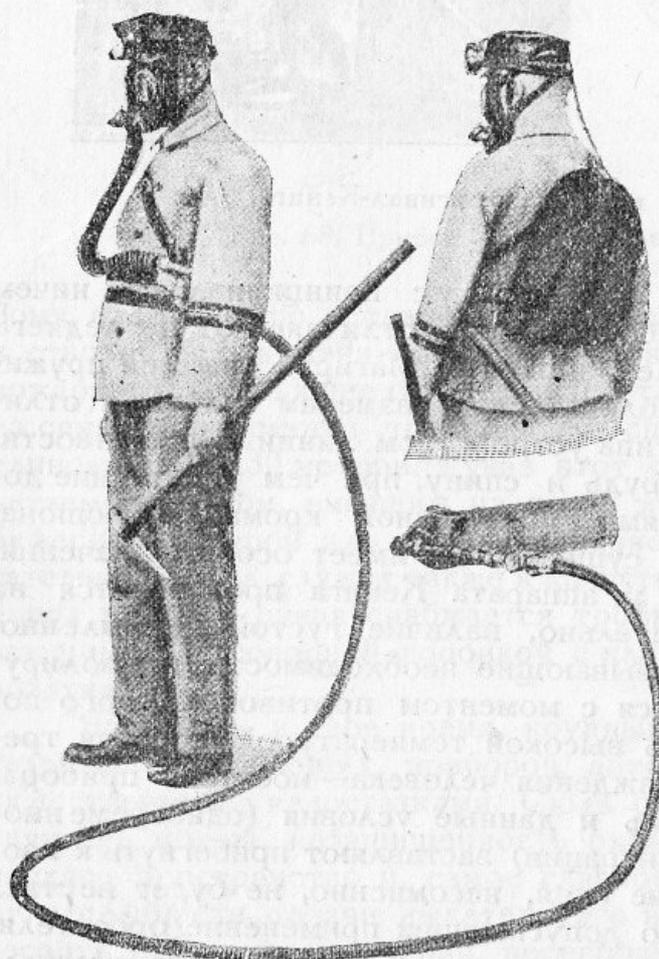


Рис. 71. Прибор Дрегера для подачи воздуха посредством баллона и инжектора.

Приборы описанного типа обладают, таким образом, неограниченной продолжительностью работы при ограниченном радиусе действия.

Несколько особняком от перечисленных типов стоит принципиально схожий с ними дыхательный прибор, питаемый свежим воздухом при помощи инжектора, действующего сжатым воздухом. Мы имеем в виду прибор Дрегера, работающий по этому принципу, модели 1927 года.

Описываемый прибор состоит из маски, снабженной клапанной коробкой с клапанами вдоха и выдыха, дыхательного мешка, соединительной муфты на поясе, спирального рукава, инжектора с фильтром для наружного воздуха, редукционным клапаном и манометром и, наконец, баллона с запорным вентилем, содержащего сжатый кислород или воздух. Инжектор

работает при давлении в 8 атм., с расходом 6 л воздуха или кислорода в минуту. При этом он засасывает следующее количество свежего воздуха:

При 25-м рукаве . . . . .	90 л в мин.
„ 50-м „ . . . . .	70 „ „ „
„ 75-м „ . . . . .	50 „ „ „

Поступающий сквозь противопыльный фильтр наружный воздух прогоняется в рукав и попадает в дыхательный мешок, включенный между соединительной муфтой на поясе человека и клапанной коробкой у маски. Из этой промежуточной камеры воздух вдыхается человеком через клапан вдоха, выдох же происходит через соответствующий клапан наружу. Высокое давление в баллоне до поступления воздуха или кислорода в инжектор снижается до необходимого для работы последнего давления в 8 атм. при помощи редукционного клапана. При выдохе клапан вдоха закрыт, благодаря чему предотвращается обратное вдыхание отработанного воздуха. Из самого принципа действия прибора следует, что в промежуточной мешке постоянно держится давление. Давление и разрежение сменяют друг друга лишь в клапанной коробке между мешком и маской.

Описанный прибор призван заменить собою прочие приборы с доставкой воздуха нагнетанием извне, освобождая от необходимости качать воздух человеку в маске. Если в баллоне запасен сжатый кислород, то носитель прибора получает в маску воздух, прекрасно обогащенный кислородом. Как показывают наблюдения, при включении 10-литрового баллона, содержащего при 150 атм. 1500 л кислорода, инжектор может работать около 4 часов.

Особенно удобным является применение этого прибора на тех фабрично-заводских предприятиях, которые снабжены установками сжатого воздуха. В этих случаях отпадает надобность в баллонах и нагнетательный спиральный рукав маски может быть присоединен к ближайшему отростку сети сжатого воздуха. Здесь, однако, непременным условием явится необходимость иметь в сети те 8 атм. давления, которые необходимы для работы инжектора. В этом случае мы освобождаемся от зависимости от объема баллона и получаем прибор с неограниченной продолжительностью действия.

### 3. Приборы автоматические, с собственным запасом сжатого воздуха или кислорода

Стремление избежать существенного недостатка приборов предыдущего типа—связанности их с источником свежего воздуха посредством рукава, и придать носителю прибора полную независимость, а отсюда и неограниченный радиус действия, привело к конструированию таких приборов, которые имели бы при себе запас сжатого воздуха, обеспечивающий определенную продолжительность действия.

К такому типу приборов относится французский аппарат Манде, принятый в Парижской пожарной команде. Аппарат этот состоит из медной маски с резиновым пневматическим уплотняющим приспособлением, резинового мешка-баллонета, служащего буферным приспособлением для воздуха, и двух стальных баллонов на спине, содержащих сжатый воздух в количестве, потребном для 1 часа дыхания

Воздух в этих баллонах сжат под давлением в 150 атмосфер и до поступления в маску проходит через манодетандер, т.-е. прибор, понижающий давление и расходующий воздух в зависимости от потребности легких. Манометр, стоящий на стороне высокого давления, показывает давление в баллонах и может служить показателем количества воздуха в последних, а отсюда и продолжительности действия прибора. Но так как манометр установлен сзади и наблюдению носителя аппарата недоступен, то баллоны снабжены автоматическим извещателем-свистком, начинающим свистеть при снижении давления в баллонах до 25 атм, что соответствует 15 минутам дыхания, и вполне успевающим предупредить носителя прибора о необходимости выхода на свежий воздух. Чем меньше воздуха становится в баллонах, тем громче предупреждающий свист этого сигнала. Вес баллонов с принадлежностями, смонтированных на мягком тьюфячке в виде ранца — около 12 кг.

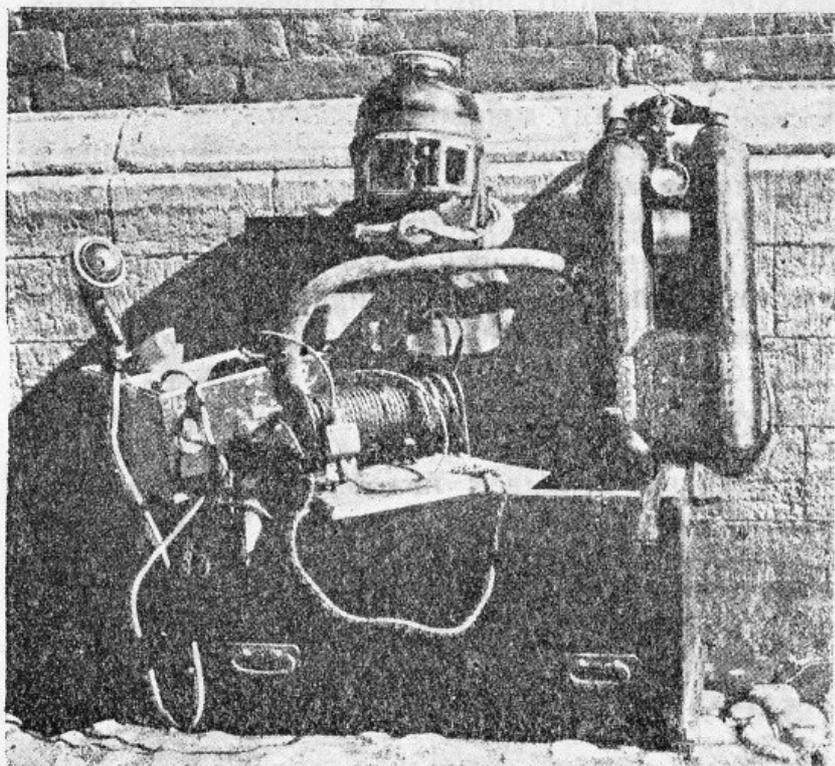


Рис. 72. Дыхательный прибор инж. М. Н. Вассерман.

удален, так как мягкий капюшон шлема Кенига, вибрируя при дыхательных движениях, вполне заменяет собою баллонет, что ведет к упрощению и удешевлению аппарата. В виду того, что устранение нагнетательного рукава и мехов (основная цель рационализации прибора) лишило аппарат переговорного приспособления, конструктор снабдил аппарат электрическим телефоном, микрофон которого вделан в находящейся у рта алюминиевый ввод маски Кенига, а телефон — в капюшон у уха, прижимаясь к последнему помощью пружинящей стальной полосы. Ящик с элементами и складной микрофонной трубкой находится у второго человека, обслуживающего носителя аппарата, при чем у этого человека на груди висит кабельная катушка с контактами непрерывного действия (допускающая разговор вне зависимости от длины смотанного телефонного кабеля).

Баллоны такого типа использованы инж. М. Н. Вассерман для рационализации дыхательного аппарата Кенига. Последний избран как наиболее распространенный в советских пожарных командах тип изолирующего прибора. От аппарата Кенига использован самый шлем, к которому помощью тройника и ниппеля присоединяются надеваемые на спину сдвоенные баллоны описанного типа. Резиновый баллонет, имеющийся у маски Манде, после продолжительных опытов был конструктором

Кабель заканчивается особым штепсельным гнездом, висящим на поясе носителя аппарата, при чем шлем связан с этим гнездом при помощи бронированного отрезка, заканчивающегося тройной штепсельной вилкой. Такая конструкция позволяет носителю аппарата, в случае острой необходимости, мгновенно разобщить и бросить кабельный шнур, хотя и обеспечивающий ему телефонную связь с внешним миром, но могущий, при известных обстоятельствах, стеснить его свободу передвижения.

Недостатки шлема Кенига — неполная герметичность и большое вредное пространство имеются, конечно, налицо и в этом автоматическом аппарате. Для улучшения герметичности затягивающийся в виде петли ремень шлема Кенига заменен ремнем с пряжкой, при чем затягивание капюшона производится поверх поднятого воротника бушлата и кроме того воздух, поступающий в капюшон, играющий роль буфера-баллонета, служит уплотняющей средой повышенного давления, препятствующей проникновению отравляющих веществ внутрь капюшона. Энергичная же циркуляция воздуха внутри шлема исключает возможность застоя выдыхаемого углекислого газа, что лишает остроты и второй вопрос — о наличии в шлеме вредного пространства. Возобновление запаса сжатого воздуха в баллонах может быть произведено компрессором и исключает необходимость в кислородном заводе, без участия коего не может быть произведена перезарядка баллонов у аппаратов, получивших распространение за границей и основанных на применении баллонов со сжатым кислородом.

Относящийся к этому же классу приборов дыхательный аппарат германской фирмы „Hanseatische Apparatebau Gesellschaft“ Аудос, мод. 1925 г., также снабжен баллонами со сжатым газом (кислородом или воздухом), но автоматическая регулировка легкими (т. н. легко-автоматическая регулировка) количества подаваемого кислорода происходит здесь по иному принципу.

Между двумя баллонами с отдельными вентилями и общей соединительной трубкой расположен футляр, имеющий сообщение с наружным воздухом и заключающий в себе дыхательный мешок, через который протекает кислород из баллонов к дыхательному рукавику. Поступление кислорода в этот мешок происходит по соединительной



Рис. 73. Дыхательный прибор инж. М. Н. Вассерман в действии. (Лен. пож. к-да).

трубке через особый клапан, на величину открытия которого влияют два рычага, проходящие внутрь мешка. При вдохе, когда в мешке образуется разреженное пространство, а атмосферный воздух, находящийся всегда внутри футляра, сожмет мешок, рычаги сблизятся и откроют клапан впуска кислорода. При поступлении достаточного



для следующего вдоха количества кислорода, мешок раздуется, рычаги придут в нормальное положение и впускной клапан закроется.

Так как дыхание здесь должно быть одностороннее, то выпуск выдыхаемого воздуха происходит в атмосферу, при помощи резинового клапана подвешенного снаружи мунштука. Обратный клапан не позволяет выдыхаемому воздуху попадать в дыхатель-

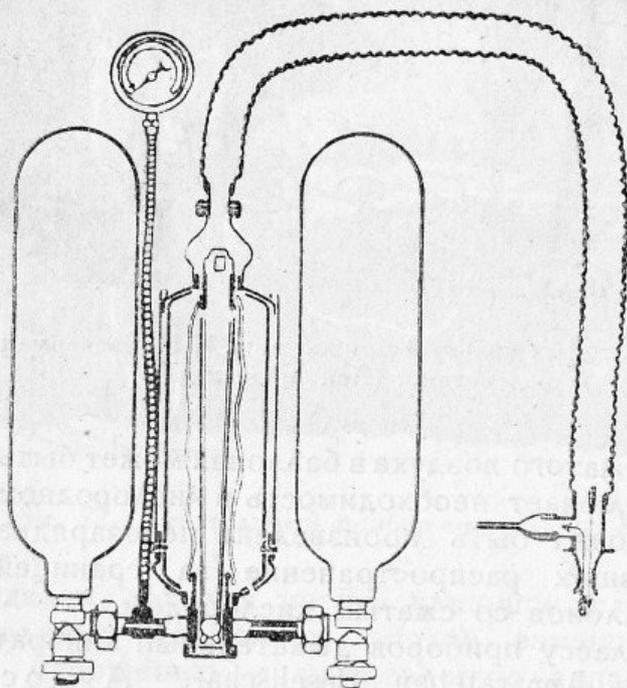


Рис. 74. Прибор Аудос с запасом сжатого воздуха.

ный мешок. Для наблюдения за запасом кислорода в баллонах имеется манометр, укрепляемый на левом плечевом ремне для носки прибора и соединенный с общей трубкой баллонов при помощи металлического гибкого рукавчика. Пуск в ход прибора производится путем открывания вентилей обоих баллонов. Что касается продолжительности действия аппарата, то она будет различной при разной рабочей нагрузке носителя прибора, благодаря введенному здесь легочно-автоматическому способу регулировки расхода газа. При средней нагрузке рабочего или пожарного эта продолжительность действия составит около получаса.

Присоединение прибора к рту человека происходит при помощи резинового гофрированного рукавчика и мунштука, удерживаемого ремнями. Очки с прозрачными шайбами против запотевания стекол и носовой зажим являются дальнейшими принадлежностями прибора. Вес аппарата составляет 11,5 кг.

Достоинствами приборов с запасом сжатого кислорода или воздуха являются низкие эксплуатационные расходы (по сравнению

с регенеративными, описанными далее, приборами), постоянная готовность к действию, простота конструкции, а отсюда и простой уход за прибором, надежность действия и неизменный состав подаваемого кислорода или воздуха.

## Г Л А В А XIV

### АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ВОЗДУХА (КИСЛОРОДНЫЕ ПРИБОРЫ)

Особый разряд автоматических дыхательных приборов составляют такие аппараты, у которых принцип действия основан на регенерации, т. е. восстановлении выдыхаемого воздуха. Эти приборы осуществляют замкнутый цикл, при котором выдыхаемый воздух не удаляется из аппарата наружу, а освобождается в самом аппарате от углекислого газа, обогащается кислородом и вновь поступает для дыхания. Эта задача облегчается тем обстоятельством, что выдыхаемый воздух еще содержит ок. 16% кислорода и что при дыхании даже чистым кислородом кровью поглощается немногим более 5% кислорода, остальные 95% выдыхаются обратно.

Таким образом, для придания выдыхаемому воздуху характера свежего, пригодного для дыхания, воздуха следует, связав углекислый газ щелочным составом, лишь немного освежить воздух кислородом. Здесь сейчас же встает вопрос о том, какое количество кислорода необходимо для обеспечения нормального состояния человека при различных условиях. Английскими специалистами Дугласом, Халданом, Гендерсоном и Шнейдером были проведены в этом направлении тщательные исследования, результаты которых сводятся к следующему.

Таблица 1

Условия дыхания человека в зависимости от производимой работы

Производимая работа	Число дыханий	Среднее колич. дыхательн. возд.		Потребление кислорода литр/мин.	Выделение углекисл. газа (CO <sub>2</sub> ) литр/мин.	CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub>
		Литр.	Литр/мин.			
Спокойное лежание . . . . .	18,8	0,457	7,7	0,237	0,197	0,829
Стояние . . . . .	17,1	0,612	10,4	0,328	0,264	0,804
Ходьба со скоростью км/час:						
3,219 . . . . .	14,7	1,271	18,6	0,780	0,662	0,849
4,828 . . . . .	16,2	1,530	24,8	1,065	0,922	0,866
6,437 . . . . .	18,2	2,060	37,3	1,595	1,393	0,876
7,242 . . . . .	18,5	2,524	46,5	2,005	1,788	0,891
8,047 . . . . .	19,5	3,145	61,9	2,543	2,386	0,938

Таблица 2

Условия дыхания при тяжелой работе (испытуемые субъекты имели надетыми, но не приключенными дыхательные аппараты)

Вес тела кг	Число дыханий в 1 мин.	Колич. воздуха (в литр.) за одно дыхание	Колич. воздуха л/мин.	% кисло- рода в выдых. воздухе	% CO <sub>2</sub> в выдых. воздухе	Потребл. кислор. л/мин.	Отдача CO <sub>2</sub> л/мин.	CO <sub>2</sub> -O <sub>2</sub>
66	28	2,67	75	17,60	3,30	2,50	2,47	0,980
89	27	2,29	62	16,71	4,14	2,11	2,56	0,980
84	33	2,33	77	16,98	4,10	3,04	3,15	0,037
68	27	2,51	68	16,24	4,98	3,19	3,38	1,060

Из этих цифр видно, как возрастает потребление кислорода в зависимости от физической нагрузки данного лица. Содержание кислорода в воздухе внутри аппарата должно быть насколько возможно высоким, при чем современные воззрения признают полную возможность дыхания чистым кислородом. Прежде рекомендовалось при надевании прибора делать глубокий вдох для наполнения затем воздухом внутренности прибора. Но вместе с кислородом полезную емкость воздушного мешка в приборе будет все время бесполезно занимать азот. Вот почему теперь советуют<sup>1</sup> до надевания прибора продуть его кислородом, а носителю прибора надевать последний по возможности в период выдыха.

Человек, работающий в отравленной среде в дыхательном аппарате регенеративного действия, оказывается приключенным своей дыхательной системой к круговому процессу прибора. Отсюда вытекает требование к последнему—предоставлять носителю прибора совершенно такие же условия, как и открытый свежий воздух. Кроме того, прибор должен не мешать человеку выполнять спасательную, т. е. очень тяжелую работу. Таким образом, прибор должен заботиться о достаточном притоке кислорода, а также об автоматическом удалении углекислого газа. Кроме того, количество циркулирующего кислорода в каждый момент должно отвечать максимальным потребностям в усиленном дыхании. Освобождающаяся при поглощении углекислого газа теплота должна ликвидироваться, сопротивление дыханию должно быть как можно меньшим. Если же оно будет слишком большим, то при вдохе появится вакуум, крайне нежелательный, в смысле возможности засасывания отравляющих веществ через неплотности как в самом приборе, так и по линии герметичности, если прибор снабжен маской.

Наряду с возможностями недостаточного притока кислорода или засасывания газов из-за неплотности в приборе, встает еще опасность неудовлетворительного удаления углекислого газа, вызываемая или недостаточно хорошей поглотительной способностью калиевого патрона или возможными застоями в отдельных пунктах кругового действия, вследствие большого вредного пространства. Воздух, поступивший

<sup>1</sup> Jng. M. Hausmann. Die physiologischen Grundlagen für den Bau von Gastauchgeräten.

для дыхания из этих „застойных“ мест, может оказаться содержащим слишком много углекислого газа. А как мы уже знаем, высокое содержание углекислого газа влияет на центр дыхания и вызывает повышенную дыхательную деятельность. Если налицо прибор с недостаточным притоком кислорода, то последствием может явиться недостаток кислорода для дыхания. Таким образом, недостаток кислорода и избыток углекислого газа взаимно обуславливают друг друга.

Содержание углекислого газа во вдыхаемом воздухе в приборе не должно превышать  $1\%$ , если же возможно, его следует удерживать ниже предела в  $\frac{1}{2}\%$ . Практические наблюдения показали, что при слишком высоком содержании углекислого газа во вдыхаемом воздухе грудные мускулы и так наз. дыхательные вспомогательные мускулы, по причине раздражения дыхательного центра, кажутся особенно напряженными. Носитель прибора легко бывает склонен отнести это явление на счет стеснения, вызываемого прибором, и не усматривать в этом опасности. Если же такое стеснение со стороны прибора действительно тоже имеет место, то тяжесть положения, естественно, усугубляется.

Изложенные соображения определяют собою следующие требования, предъявляемые к конструкции дыхательных аппаратов кругового действия:

1. Путь циркуляции дыхательного воздуха должен быть обеспечен от проникновения наружного воздуха при всех условиях работы.
2. Приток кислорода должен так регулироваться, чтобы удовлетворять текущую потребность даже при максимальном спросе.
3. Содержание углекислого газа во вдыхаемом воздухе не должно превышать  $1\%$ , быть по возможности равным лишь  $\frac{1}{2}\%$ , а в конце двухчасового испытания не превосходить  $2\%$ .
4. Количество воздуха, находящееся в каждый момент в приборе, так наз. текущее количество, должно всегда обеспечивать максимальную потребность в дыхании.
5. Вызванная поглощением углекислого газа теплота должна на пути ко вдыханию охлаждаться настолько, чтобы воздух вновь становился подходящим для дыхания.

Рассматривая сущность первого требования, необходимо указать, что у приборов с дыхательным мешком, служащим буферным приспособлением, возникает опасность возможной неплотности этого мешка. У тех же типов, где герметичность должна достигаться плотным сидением шлема на голове, надлежащее уплотнение никогда не могло быть достигнуто. Последнее обстоятельство подтверждается опытом, при котором человек с закрытыми рукавчиками вдоха и выдыха мог засасывать через линию герметичности в течение  $\frac{1}{2}$  минуты 3 и более литра воздуха. Голова в шлеме, погруженная в воду, обнаруживает при выдохе пузырьки воздуха, по всей линии уплотнения, в особенности через волосы. При употреблении приборов с масками должен быть проведен принцип индивидуального снабжения, по тому же принципу—каждому своя маска, о котором мы говорили в отделе фильтрующих приборов. Эта маска даже при самом глубоком вдыхании и спадающихся при этом щеках должна давать полнейшую герметичность. Если это недостижимо, что имеет место у некоторых людей, то должно быть принято мундштучное дыхание или этот человек должен быть отстранен от спасательной службы.

Проникновение внешнего воздуха сквозь возможные неплотности на пути кругового потока (маска, мундштук, рукавчик) зависит от того, имеется ли у неплотного места разреженное пространство. Последнего явления, следовательно, необходимо всячески избегать. Кроме того, важным является вопрос о величине сопротивления дыханию всего кругового пути, включая сюда и калиевый патрон. Это сопротивление даже при максимальных количествах вдыхаемого воздуха не должно превышать нескольких сантиметров водяного столба. При этом интересно отметить, что сопротивление при выдохе будет всегда значительно больше, чем при вдохе. Причиной этого является то обстоятельство, что выдох происходит толчкообразно и в течение времени, приблизительно в два раза меньшего, чем вдох. А так как сопротивление растет пропорционально квадрату скорости протекающего воздуха, то сопротивление при выдохе может стать вчетверо большим, чем при вдохе. Опасности засасывания внешнего воздуха отсюда не возникает, имеет лишь место затрудненность выдыхания. Важно, далее, устройство предохранительного клапана на стороне выдыхания, благодаря чему не при всяком энергичном выдохе будет выпускаться воздух. Кроме того, необходимо, чтобы предохранительный клапан был установлен не выше, чем на 8—10 см водяного столба.

Большую опасность представляют собою неплотности в тех приборах, где приток кислорода регулируется автоматически, в зависимости от степени наполнения дыхательного мешка. Если здесь при вдохе будет засосан внешний воздух, то автоматическое регулирование потеряет всякое значение и носитель прибора может, как мы уже указывали, ничего не подозревая очутиться в обстановке крайнего недостатка кислорода и внезапно лишиться чувств.

Переходя ко второму из изложенных требований, отметим, что потребность в кислороде колеблется, в зависимости от производительности труда человека, в пределах от  $\frac{1}{3}$  л в спокойном состоянии до 3 л и выше при труднейшей работе, мыслимой в течение краткого промежутка времени. Между этими пределами, нижним и верхним, лежит средняя величина в 2 л в мин., на которую обычно устанавливается приток кислорода в приборе. Длительное повышение расхода кислорода означало бы смену кислородного баллона на более крупный, с соответствующим увеличением мертвого груза. Бережливое расходование кислорода увеличивает продолжительность службы прибора, при том, однако, условии, что и поглотительный патрон будет служить тот же срок. Но так как калиевый патрон, в отличие от кислородного баллона, имеющего указатель количества содержимого, не обнаруживает внешне своего состояния, то патрон этот заранее должен быть соответствующим образом рассчитан.

Уже упомянутый нами автоматический приток кислорода, по большей части регулируемый рычажным клапаном, повышает количество нежных частей прибора, могущих отказаться действовать и поставить носителя прибора в опасное положение. Кроме того, в приборе могут иметь место такие газы, как азот и водород. Азот может остаться при надевании прибора или выделиться при дыхании, вследствие повышенного парциального давления чистого кислорода. Водород может появиться как сопутствующая примесь при электролитически добытом кислороде. Во всяком случае степень наполнения дыхательного мешка более не является мерилем для потребления кислорода. Учитывая обманчивость идеи самостоятельного регулирования, было

бы правильнее отказаться от нее и за то иметь с собою большее количество кислорода и время от времени, открывая предохранительный клапан, вытеснять из прибора вредные газовые примеси (водород, азот).

Приток кислорода, как уже было упомянуто, лучше всего устанавливать в 2 л в минуту. Величина дыхательного мешка определяется в силу тех требований, чтобы он воспринимал дыхательные толчки и содержал некоторый вспомогательный запас для немногих минут повышенной потребности в кислороде, превышающей 2 л в мин. Если и этот повышенный расход оказывается недостаточным, то носитель прибора должен иметь возможность обеспечить себя дополнительным количеством кислорода, получая его непосредственно из баллона при помощи особого добавочного вентиля.

Дыхательный мешок, играющий в приборе важную роль, должен быть защищен от повреждений и сминания. Смятым он может легко оказаться, независимо от местонахождения прибора—на груди, сбоку или на спине, при ползании, таскании на себе пострадавшего и т. д. Это сминание, препятствующее нормальной работе мешка, может значительно изменить объем мешка, сведя его обычный объем в 6—7 л к 1 литру и менее. Вот почему этот мешок непременно должен быть защищен прочным футляром. Кроме того, наличие такого футляра позволяет облегчить самую конструкцию мешка, сделав его из более тонкой материи: тончайшей резины или так наз. баллонной материи (прорезиненного шелка), что сведет сопротивление мешка дыханию до минимума.

Третье требование, касающееся содержания углекислого газа во вдыхаемом воздухе, определяет норму этого содержания в  $\frac{1}{2}\%$ , допуская максимум нормально в 1%, а в конце двухчасового дыхания—в 2%. Необходимо здесь отметить, что человек в состоянии покоя может свободно выносить 3%-ное содержание углекислого газа в воздухе. Естественно, что указанные выше значительно пониженные нормы диктуются стремлением обеспечить носителю прибора возможность работать, не затрудняя его, прежде всего, той повышенной дыхательной деятельностью, которая вызывается влиянием углекислого газа на дыхательный центр. Кроме того, прибор должен быть снабжен особыми приспособлениями (обратные клапаны и т. д.), заботящимися о том, чтобы весь выдыхаемый углекислый газ действительно шел в поглотительный калиевый патрон, но никоим образом не оставался во вредном пространстве, поступая потом вновь для дыхания. Последнее обстоятельство имело место в приборе Дрегера типа 1911 года и в других аналогичных приборах, где дыхательный воздух поступает в шлем, вредное пространство в котором составляет 2 л и даже более. В таких случаях содержание углекислого газа часто наблюдалось до 3% выше, чем позади калиевого патрона или в дыхательном мешке. Эти наблюдения доказывают нецелесообразность применения шлемов в дыхательных приборах с регенерацией воздуха. Гораздо лучшие результаты, в смысле уменьшения вредного пространства, дает применение маски, типа хорошо известной нам газовой маски. Самым совершенным в отношении минимума вредного пространства является мундштучное дыхание. Оно дает, кроме того, и наилучшие результаты в смысле газонепроницаемости, так как линия герметичности здесь минимальная, а именно—губы человека. Однако, здесь возникают те неудобства, с которыми всегда приходится сталкиваться

при мундштучном дыхании: утомительность держания мундштука долгое время в зубах, невозможность командовать и разговаривать (последнее оказывает на людей тяжелое психологическое воздействие), отсутствие защиты глаз, неприятное обильное слюноотделение, вследствие нахождения во рту постороннего предмета. Во всяком случае, пожарные предпочитают применять метод дыхания через маску, а не мундштук, так как обеспечиваемая маской защита лица и глаз и возможность пользоваться (хотя и заглушенным) голосом для подачи команды и разговора по телефону являются в пожарном деле весьма важными факторами.

Если аппарат двухчасового действия снабжен определенным запасом кислорода, то этот запас далеко не полностью идет непосредственно на дыхание, а значительной своей частью выпускается предохранительным клапаном. Но, несмотря на это, поглотительная способность калиевого патрона должна быть так рассчитана, чтобы патрон мог связывать 120 л углекислого газа. Это тем более необходимо, что калиевый патрон, в противоположность баллону с кислородом, лишен какого-либо измерителя, показывающего запас содержимого. Поэтому некоторый избыточный запас должен оставаться в калиевом патроне даже и по истечении двухчасового периода работы, тем более, что последние четверть часа, соответствующие обратному возвращению разведчика или спасателя, предъявляют к прибору особенно повышенные требования.

Что касается поглотительной массы, наполняющей патрон, то она не должна при своем перемещении вследствие толчков, падения человека и т. д. изменять сопротивление патрона дыханию и свою поглотительную способность.

Четвертое из приведенных нами требований касается количества воздуха, находящегося в каждый момент в приборе, так наз. текущего количества, которое должно всегда обеспечивать максимальную потребность человека, работающего в приборе, в дыхательном воздухе. К разрешению этого основного вопроса конструктора регенеративных приборов подходили разными путями. Один из способов, впервые предложенный в 1901 году берлинским бранддиректором Гирсбергом, заключается в устройстве кислородного инжектора, который должен использовать энергию этого газа для того, чтобы преодолеть сопротивление аппарата дыханию и достичь более интенсивного кругооборота дыхательного воздуха. Тем самым легкие человека должны быть разгружены и, с другой стороны, предотвращено скопление углекислого газа во вредном пространстве шлема, примененного в аппаратах этого типа. Сами по себе правильные идеи, положенные в основу этого метода инжекторной подачи кислорода, однако, вызывают на практике ряд явлений отрицательного порядка. Не говоря уже об опасности легко возможного засорения очень тонкого канала инжектора, здесь возникает опасность и другого рода. При определенном сечении канала и давлении в баллоне текущее количество воздуха (60—75 л в мин.) получается вполне установленным, постоянно дозированным. Между тем, как показывают исследования Гендерсона и Пауля, произведенные по инициативе американского министерства внутренних дел, человек в приборе может при максимальной рабочей нагрузке делать 40 вдохов в минуту по 2,5 л, на что потребуются 100 л воздуха в минуту. Такое несоответствие между производительностью аппарата и потребностью

человека может привести последнего в состояние крайней стесненности дыхания (см. пп. 1, 4, 5 и 6 табл. 4 и 1—4 табл. 5). Кроме этого, применение инжектора делит круговой поток на две зоны—давления и разрежения (см. рис. 75). Между тем, как мы уже указывали, наличие разреженного пространства в приборе создает опасность засасывания отравляющих веществ через могущие оказаться в отдельных частях аппаратуры неплотности. Здесь вновь приходится вспомнить об опаснейшем враге горняков и пожарных—окиси углерода, незаметное для человека проникновение которого в круговой поток дыхательного аппарата в ничтожном количестве (0,4—0,6 л) может создать угрозу для жизни.

Эта опасность была подробно освещена, с разбором вызванных ею смертных случаев, в вышедших в 1918 и 1920 гг. трудах созданной английским правительством комиссии по исследованию спасательных приборов для горного дела. В результате обширной исследовательской работы комиссия пришла к заключению, что в будущем аппараты с инжектором не должны выпускаться, а все существующие приборы этого типа должны быть перестроены. К такому же выводу пришла и исследовательская комиссия американского министерства внутренних дел.

Таким образом, идея облегчения дыхания при помощи инжекторного действия оказалась несостоятельной, хотя и имела совершенно правильную задачу—устранить те органические недостатки, которые присущи всякому дыхательному прибору: затрудненность дыхания, в виду наличия сопротивления внутри прибора, и вредное пространство.

Как нам известно, при нормальных условиях число и глубина дыханий регулируется содержанием углекислого газа в крови или легочном воздухе, при посредстве дыхательного центра. Этот регулятор работает лишь в определенных границах чувствительности, подобно тому, как ухо воспринимает тона лишь в определенном диапазоне, но в пределах этого диапазона дыхательный центр реагирует на ничтожные изменения. Упомянутый нами физиолог Гендерсон даже доказал опытным путем, что у животного можно посредством непрерывного искусственного дыхания удалить почти весь углекислый газ из крови и что такое животное, будучи предоставлено само себе по окончании искусственного дыхания, впадает в такое состояние дыхательной беспомощности, что умирает от недостатка кислорода раньше, чем успеет восстановиться естественное дыхание.

Мы знаем далее, что дыхательная мускулатура совершенно легко преодолевает сопротивления в несколько сантиметров водяного столба, вызываемые хорошо сконструированными приборами дыхания. Однако дело может принять весьма опасный оборот в том случае, если приток свежего воздуха или кислорода будет недостаточным, выдыхаемый воздух будет вдыхаться вновь, содержание углекислого

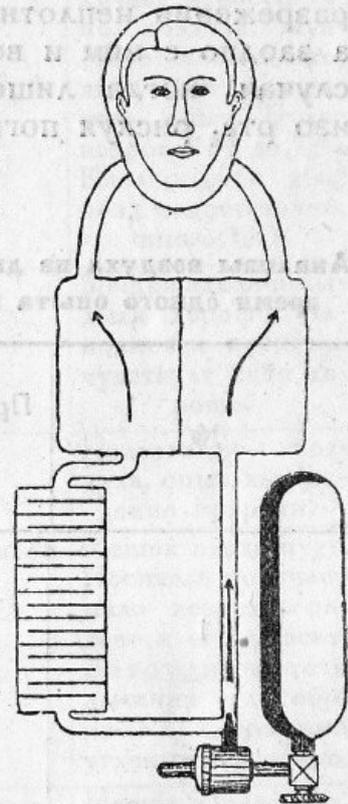


Рис. 75. Схема работы регенеративного прибора с инжекторным действием.

Левая половина—разрежение, правая половина—давление.

газа из-за этого недопустимо возрастет и заставит дыхательный регулятор (центр) лишь еще более быстро работать. Как уже было сказано, дыхание при этом получится глубже и быстрее, а потребность в воздухе и недостаток дыхания только еще более увеличатся.

Если устроить, с целью предотвратить подобные явления, обратные клапаны на рукавчиках вдоха или выдыха, то дыхательный мешок может оказаться пустым уже на половине вдоха, и носитель прибора будет испытывать сильнейший недостаток дыхания. Это заставит его всей силой легких (при разрежении в 50 см вод. столба) вдыхать, засасывая вместе с тем сквозь оказывающиеся при таком разрежении неплотными линии герметичности маски наружный воздух, а заодно с ним и возможную окись углерода. Наблюдались при этом случаи, когда лишенный дыхательного воздуха вырывал мундштук изо рта, рискуя погибнуть от отравления окружающей средой.

Таблица 3

Анализы воздуха из дыхательного мешка аппарата Дрегера с мундштуком во время одного опыта в дымовой камере (приток кислорода 1,8—2,0 л в мин.)

№	Продолжительность опыта	С о д е р ж а н и е	
		% O	% CO <sub>2</sub>
1	15	57,80	0,12
	45	55,89	0,16
	75	56,41	0,25
	120	46,51	0,11
2	15	39,77	0,16
	45	37,05	0,28
	75	68,84	0,52
	120	54,51	3,81
3	15	43,06	0,42
	45	51,05	1,35
	75	57,95	0,19
	120	65,13	0,79
4	15	36,90	0,70
	45	47,70	1,50
	75	68,50	0,30
	120	63,80	3,80
5	15	42,90	0,00
	45	42,80	0,20
	75	50,80	0,10
	120	49,60	0,10

Таблица 4

Опыты, при которых носитель прибора ходил на открытом воздухе со скоростью 6,4 км в час (ровный участок в 26,8 м, проходимый два раза туда и обратно в 1 мин., приток кислорода 1,00—3,06 л/мин.)

№	Прибор	Приток кислорода л/мин.	Кол. дых. возд. л/мин.	Продолжит. опыта мин.	Пробы воздуха			Место взятия пробы	Замечания
					После ходьбы мин.	Содержание $O_2$ %	Содер. $CO_2$ %		
1	Дрегер модель 1911 г. (мундштук)	1,84	57	12	7	13,01	0,34	Дых. мешок	Мешок вдоха пуст, мешок выдыха полон. Носитель получает недостаточно воздуха, чувствует себя плохо, вынужден прекратить опыт. Пульс возрос с 84 до 120. Кислорода и дых. возд. недостаточно, много $CO_2$
					10	9,94	1,21		
					11	17,21	9,10		
2		2,92	72	23	8	44,62	0,15		Мешки вдоха и выдыха хорошо наполнены, носитель чувствует себя хорошо.
					20	39,22	3,64		
3		1,00	12	2	2	12,53	3,64		Недостаток воздуха, опыт вынужденно прерван.
4		2,20	68	12	5	24,78	3,23	шлем	Мешок вдоха пуст. Носитель получает мало воздуха, падает и его уносят. Затрудненность дыхания гл. обр. из-за содержания углек. газа в шлеме.
					10	18,28	3,57		
					12	19,01	3,20		
5	Дрегер модель 1911 г. (шлем)	2,00	64	15	10	27,37	0,80	дых. мешок шлем мешок шлем	Мешок вдоха пуст. Дыхание трудно из-за содержания углек. газа в шлеме. Головная боль.
					11	23,86	2,63		
					12	33,48	0,40		
					13	24,45	3,99		
6		2,86	72	21	10	39,21	0,73	мешок шлем мешок шлем	Мешок вдоха к концу опыта почти пуст. Трудное дыхание из-за содер. углек. газа в шлеме. Пульс возрос с 84 до 100, дыхание с 20 до 32. До момента затруднения дыхания носитель чувствовал себя хорошо.
					12	38,29	2,74		
					16	42,21	0,40		
					18	41,73	2,41		
7	Дрегер модель 1911 г. (мундштук) <sup>1</sup>	3,06	— <sup>2</sup>	23	3	51,30	3,60	мешок "	Носитель испытывал в течение часа сильную головную боль под влиянием углек. газа.
					21	54,79	3,01		

<sup>1</sup> Инжектор удален.

<sup>2</sup> Естественный круговорот воздуха.

Опыты, во время которых носитель прибора передвигался беглым шагом, со скоростью 8 км в час, на открытом воздухе (ровное место, участок в 26,8 м длины, проходимый 5 раз туда и обратно в 1 мин. приток кислорода 1,84—3,09 л в мин.).

№	Прибор	Приток кислорода л/м	Кол. Дых. воздуха л/м	Продолжит. опыта мин.	Пробы воздуха				Замечания
					После ходьбы мин.	Содер- жание O <sub>2</sub> 0/0	Содер. CO <sub>2</sub> 0/0	Место взятия пробы	
1	Дреггер модель 1911 г. (мундштук)	1,84	70	18	8	27,48	0,21	мешок	Мешки вдоха и вы- доха пусты. Но- ситель в весьма угнетенном состоя- нии, сильная голов- ная боль, ощущает недостаток воз- духа. Пульс воз- рос с 72 до 140, дыхание с 17 до 40.
					12	23,13	0,10	"	
					14	20,80	0,17	"	
2		2,00	64	24	10	26,16	0,51	"	Оба дых. мешка к концу опыта почти пусты, однако но- ситель не жалуется.
					17	28,50	0,23	"	
3		2,92	75	17	8	35,25	0,40	"	Оба дых. мешка почти пусты.
					16	24,17	0,40	"	
4	Дреггер модель 1911 г. (шлем)	2,00	64	8	6	20,73	0,69	"	Носитель вынуж- ден прервать опыт из-за головокруже- ния. Сначала ме- шок вдоха, затем оба мешка пусты. Пульс возрос с 80 до 140. Дыхание с 20 до 40. Высокое содержание угле- кисл. газа в шлеме вызвало сердце- биение. Дыхание преобладает над колич. дых. возд. Недостаточный приток кислорода.
					7	18,81	3,36	шлем	
					8	30,01	0,20	мешок	
5		3,09	75	25	10	22,50	1,20	мешок	У носителя дрожь в коленях, болез- ненный вид, голов- ная боль. Высокое содержание угле- кислого газа в шлеме.
					11	20,15	2,70	шлем	
					18	25,80	0,74	мешок	
					19	23,50	2,60	шлем	

Опыты над способностью дыхательных аппаратов сохранять содержание углекислого газа в пределах возможности дыхания и обеспечивать достаточное количество воздуха во время большой затраты энергии. (Носители приборов продолжали 10 мин. со скоростью 4,8 км в час, 10 мин. со скоростью 6,4 км в час и затем сколько были в состоянии, но не более 5 мин., со скоростью 8,04 км в час.)

№	Прибор	Приток кислорода л/мин.	Кол. дых. воздуха л/мин.	Скорость км/час	Пробы вдыхаемого воздуха			Примечания
					После начала мин.	Содер. O <sub>2</sub> %	Содер. CO <sub>2</sub> %	
1	Дрегер модель 1911 г.	2,5	75	4,83	10	44,6	0,19	Оба дыхательных мешка полны в течение 20 мин., но к концу пусты. Количество воздуха недостаточно для продолжения опыта.
				6,43	20	38,4	0,19	
				8,04	26	16,2	0,59	

Пятое и последнее из приведенных нами требований говорит о том, что вызванная поглощением углекислого газа теплота должна на пути к вдыханию охлаждаться настолько, чтобы воздух вновь становился подходящим для дыхания. Необходимость в предъявлении такого требования диктуется тем обстоятельством, что практика показывает случаи весьма значительного повышения температуры воздуха в приборе. Само по себе неприятное, это повышение тем более становится нежелательным, что несет с собою повышенную влажность вдыхаемого воздуха. Поэтому необходимо, чтобы воздух в приборе охлаждался специально устроенным холодильным приспособлением до свободно выносимой человеком температуры (41°).

Приведенные таблицы представляют собою извлечения из результатов опытов, предпринятых Горным бюро Соед. Штатов над дыхательными приборами изолирующего типа кругового действия, работавшими при различных условиях.

Почти во всех случаях, при которых содержание углекислого газа в приборе превосходило 3%, носитель аппарата жаловался на головную боль. При 5% и выше происходило сильное затруднение дыхания и выход человека из строя. В степени влияния углекислого газа на человека наблюдались все же большие колебания. При большинстве опытов воздушные мешки оставались в течение первой половины опыта наполненными, что соответствовало достаточному притоку кислорода и надлежащей циркуляции воздуха. В других случаях и к концу большинства опытов дыхательный мешок оказывался частично сжатым и работоспособность носителя прибора соответственно пониженной.

## КОНСТРУКЦИЯ ИЗОЛИРУЮЩИХ ПРИБОРОВ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Все существующие типы регенеративных аппаратов состоят из следующих главнейших частей: 1) маски или мундштука с удерживающими лентами, 2) дыхательного мешка, 3) дыхательных рукавчиков, 4) поглотителя углекислого газа (патрона), 5) кислородного баллона с редукционным клапаном и манометром и 6) холодильника. В настоящее время в разных странах принято до 10 типов дыхательных приборов регенеративного действия, при чем отдельные типы, будучи сходны по идее, в своем конструктивном исполнении идут к одной и той же цели различными, подчас даже противоположными путями. Отчасти эти отклонения диктуются запросами потребителей, влияющими на выбор конструктором тех или иных путей в создании типа аппарата. Так, например, одни из руководителей горно-спасательных команд требуют, чтобы манометр, показывающий давление в баллоне (а отсюда и продолжительность действия) кислорода не находился в поле зрения носителя прибора, а подлежал бы наблюдению лишь старшего в группе и потому находился бы на спине носителя прибора. Другие специалисты находят, напротив, необходимым, чтобы спасатель не только мог бы наблюдать за показанием манометра, но даже мог в каждый момент регулировать дозировку кислорода в соответствии со своей потребностью, например, уменьшая до минимума расход кислорода в том случае, если быстрое возвращение ему затруднено и продолжительность действия прибора необходимо протянуть. Таким образом, в первом случае мы имеем дело со строгой подчиненностью отдельных спасателей своему начальнику и отсюда упрощением прибора, во втором же случае с максимальной самостоятельностью отдельного человека и потому более сложным устройством аппарата. Между этими противоположными друг другу тенденциями лежит какая-то средняя линия и эта руководящая линия должна иметь лишь одну цель: достижение надежности и безопасности действия аппарата. Все, что отклоняется от этой установки, все, что таит в себе возможность создания опасных условий, не могущих быть устраненными даже высокой подготовкой личного состава (как принцип инжектора или включение шлема в круговорот),—все это строиться абсолютно не должно.

Перейдем теперь к рассмотрению отдельных, наиболее типичных разновидностей дыхательных аппаратов регенеративного действия.

### Дыхательный аппарат „Инхабад“

У этого прибора изоляция лица человека от окружающей среды достигается или маскою, типа газовой маски, или мундштуком с носовым зажимом. Маска эта сделана из кожи и снабжена для герметичности уплотняющей рамкою и удерживающими лентами. Маска снабжена на уровне рта камерой, служащей для присоединения штуцеров дыхательных рукавчиков и снабженной на дне приспособлением для всасывания влаги от отпотевания и слюны (рис. 76). Мы уже указывали, что маска имеет преимущества перед мундштуком, но обладает большим вредным пространством. Последнее обстоятельство

в значительной мере парализуется тем, что описываемая камера снабжена удерживающими ремнями, подтягивающими ее непосредственно ко рту человека, благодаря чему вредное пространство сильно уменьшается. Кроме того, наличие этих ремней освобождает дыхательные рукавчики от каких-либо усилий, могущих возникнуть при откидывании головы назад.

Мундштук (рис. 76), изготовляющийся для потребителей, предпочитающих такой способ изоляции, снабжается носовым зажимом и простым удерживающим приспособлением. Нельзя удержаться от вторичного указания на невозможность разговаривать при этом способе, что может в спасательном деле иметь тяжелые последствия. Глаза защищаются специальными очками, а голова (так же, как и при маске) железным шлемом.

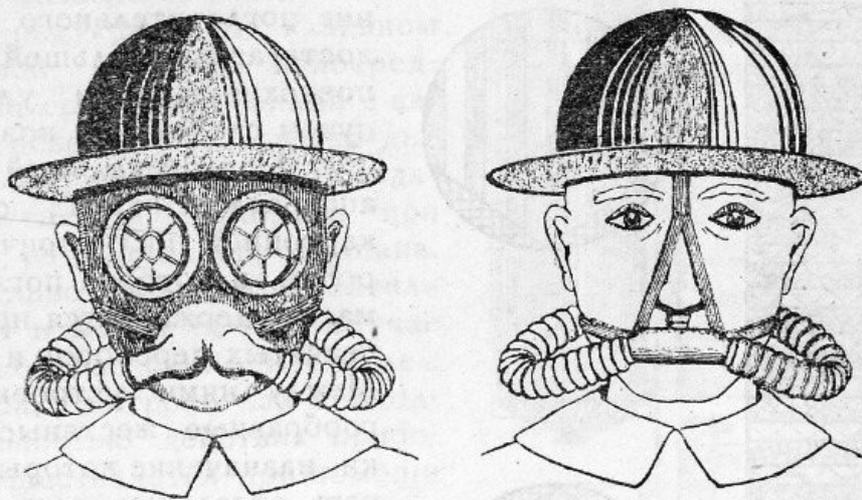


Рис. 76. Маска и мундштук дыхательного регенеративного прибора „Инхабад“.

Дыхательный мешок аппарата „Инхабад“ был нами рассмотрен при описании прибора этой системы, самовсасывающего свежий воздух. Напомним, что помещающийся в защитном ранце тонкий баллонет, будучи связан с наружным воздухом, не включен в круговой поток, а находится под внешним давлением дыхательного воздуха в ранце, играя роль буфера, смягчающего дыхательные толчки.

Маска или мундштук соединяется с ранцем при помощи двух гофрированных резиновых рукавчиков. Это соединение представляет собою одно из слабых мест всего устройства, могущих при малейшей неплотности вызвать для носителя прибора смертельную опасность. Однако это—единственно возможный способ соединения, учитывающий свободные движения головы. Рукавчики эти должны обладать непроницаемостью, прочностью на разрыв и на поперечное сжатие, легкостью и гибкостью. Далее, они должны быть так устроены, чтобы весом своим не оттягивать маски. У данной системы рукавчики проходят над плечами человека, что дает возможность иметь их наиболее короткой длины и не мешающими пробираться ползком. Такое расположение рукавчиков обладает одним недостатком—невозможностью нести спасаемого на плече. В остальном оно является вполне целесообразным. Вследствие наличия жесткого дыхательного резервуара, длина рукавчиков ограничивается минимумом, остальные же соединения выполнены жестким трубопроводом достаточно широкого

диаметра. Благодаря этому сопротивление дыханию пути кругового потока (за исключением патрона), даже при обмене воздуха в 100 л/мин., составляет всего несколько миллиметров водяного столба.

Между рукавчиками и дыхательным резервуаром включены горизонтально расположенные дыхательные клапаны, устроенные таким образом, что они по желанию являются то клапанами вдоха, то выдыха.

Важной составной частью всякого регенеративного аппарата является патрон, связывающий углекислый газ. К такому патрону предъявляются следующие требования: 1) возможно малое сопротивление дыханию, которое даже после двухчасовой работы при напряженных условиях не должно превышать 4 см вод. столба; 2) содержание углекислого газа во вдыхаемом воздухе не должно быть более 1%

и 3) равномерное использование поглотительного вещества, достигаемое большой внешней поверхностью и удлиненным путем следования воздуха.

Поглотительный патрон аппарата „Инхабад“ состоит из картонной цилиндрической коробки, в которой поглощающая масса удерживается при помощи сетчатых переборок и накладок. Между ними устроены зигзагообразные жестяные прокладки, назначение которых удерживать отдельные слои на неизменном расстоянии друг от друга и предохранять тем самым от опасного закупоривания патрона, а также разделять воздух на отдельные потоки, приходящие в тесное соприкосновение с поглощающим веществом. Сетчатое строение переборок создает двустороннюю активную поверхность каждого слоя. Связь между отдельными слоями достигается при помощи вы-

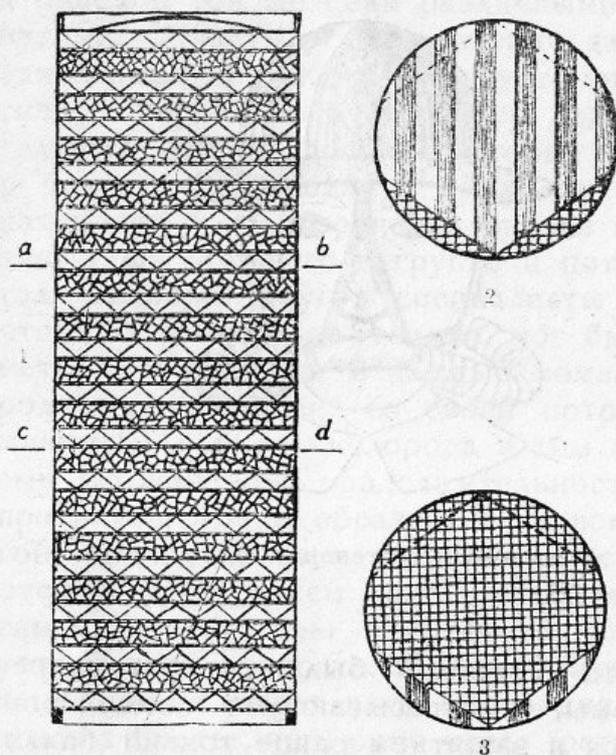


Рис. 77. Поглотительный патрон прибора „Инхабад“

- 1—вертик. разрез  
2— „ „ ab  
3— „ „ cd.

резов в переборках, попеременно устроенных в противоположных концах. Благодаря картонной оболочке все внутренние части патрона могут быть вновь использованы. Для включения в действие патрон просто вставляется в футляр на ранце прибора. Сопротивление дыханию такого патрона, несмотря на продолжительное и напряженное действие, весьма мало. Количество поглощающей массы берется с избытком по отношению к емкости кислородного баллона. Наличие металлического дыхательного резервуара, охлаждающая поверхность которого равна почти  $\frac{1}{4}$  кв. м, исключает необходимость в особом холодильнике.

Кислородный баллон, при своей емкости в 1,6 л и 150 атм. давления, содержит 240 л газа и при расходе в 2 л/мин. хватает на 2 часа работы аппарата. Для исключительных случаев предусмотрен

обходной вентиль, дающий возможность увеличивать приток кислорода до желаемых размеров. Понижающий давление (редукционный) клапан вводит кислород в дыхательный резервуар по принципу постоянного дозирования. Этот метод не предусматривает автоматического регулирования подачи в зависимости от интенсивности дыхания (что мы увидим дальше, в аппарате Дрегера), вследствие чего получается более упрощенное устройство аппарата, но зато увеличение емкости, а отсюда и веса кислородного баллона, от которого в таком случае требуется обеспечение известного резервного количества газа. Имеющийся между баллоном и редукционным клапаном обходной вентиль непосредственно соединяет баллон с камерой свежего воздуха дыхательного резервуара, создавая путь для кислорода при порче редукционного клапана. Нормально обходной вентиль закрыт и может быть в случае нужды открыт самим носителем прибора. Контроль над продолжительностью действия прибора осуществляется при помощи так наз. кислородных часов, т. е. манометра, градуированного на количество газа в литрах. Этот прибор включен между баллоном и редукционным и обходным клапанами, давая возможность при работе редукционного клапана измерять количество оставшегося кислорода, т. е. продолжительность действия прибора в минутах, а при пользовании обходным вентиляем—в литрах.

Если требуется поместить кислородные часы таким образом, чтобы носитель прибора мог сам за ними наблюдать, то устраивают вторые часы, подвижно укрепленные на левом плечевом ремне прибора. Соединение кислородного баллона с часами производится сначала при помощи трубки на ранце, а затем коротким гибким бронированным рукавчиком до самих часов. В начале трубки предусмотрен особый вентиль, который носитель прибора может сам перекрыть в случае повреждения трубопровода к часам. При этом останется, как обычно, возможность наблюдения за запасом кислорода по задним часам.

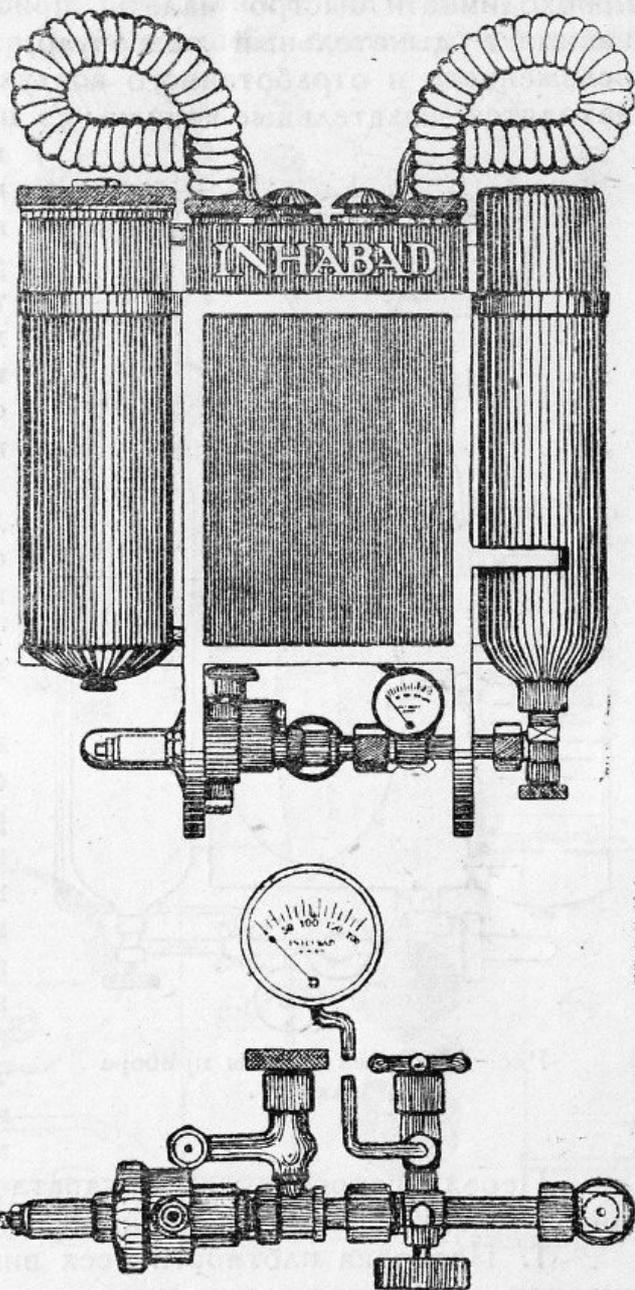


Рис. 78. Прибор „Инхабад“ с жестким дыхательн. резервуаром.  
Внизу—редукционн. клапан, обходной вентиль, запорный вентиль для трубки передних газовых часов.

Носимый на спине ранец имеет в качестве основы каркас, к которому крепятся отдельные составные части прибора. Каркас этот при помощи системы ремней удерживается на спине, при чем подвеска эта осуществлена не жестко, а с известной пружинящей слабостью. Благодаря нумерации отверстий у ремней каждый спасатель заранее знает свой номер, чем устраняется длительная подгонка при необходимости быстро надеть прибор. Центральную часть ранца занимает дыхательный резервуар, в котором помещаются камеры освеженного и отработанного воздуха. В верхней части резервуара находятся дыхательные клапаны со штуцерами резиновых рукавчиков, в которых устроены обратные клапаны, держатель баллонета и предохранительный клапан. Слева ранец содержит футляр поглотительного патрона, связанный с дыхательным резервуаром двумя короткими трубками. Сверху этого футляра имеется навинчивающаяся крышка с уплотняющей шайбой, служащая одновременно держателем патрона. В днище футляра предусмотрена нарезная пробка для очистки.

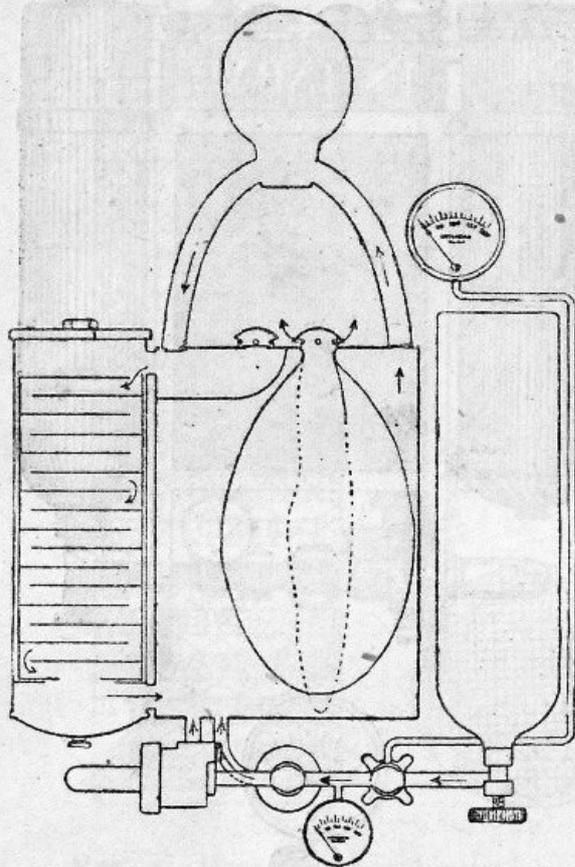


Рис. 79. Схема работы прибора „Инхабад“.

Справа от дыхательного резервуара помещается баллон с кислородом, крепление которого к каркасу ранца позволяет легкую смену баллона. В нижней части ранца горизонтально расположены все уже описанные клапаны, соединительные части и часы газопровода; защищенные выступающими книзу дугами каркаса от механических повреждений, угрожающих им как при работе аппарата, так и при опирании ранца на стол или специальную подставку во время надевания или снятия прибора.

Перед употреблением аппарата проверяют его исправность, подвергая следующим испытаниям:

1. Проверка плотности всех винтовых соединений путем подтягивания соответствующих гаек.

2. Контроль над запасом кислорода, для чего открывают вентиль баллона и наблюдают показание газовых часов.

3. Проверка состояния поглотительного патрона, заключающаяся в том, что при потряхивании ранца патрон должен брэнчать.

4. Наблюдение за обходным вентилем и запорным вентилем газовых часов: первый из них должен быть закрыт, а второй открыт.

5. Испытание свободы циркуляции в аппарате, для чего вдвывают ртом воздух в рукавчик выдыха и держат вблизи уха отверстие рукавчика вдыха. При этом должен быть замечен сильный поток воздуха.

6. Испытание на непроницаемость прибора, заключающееся в том, что рукавчик вдыха прикрывают ладонью, а в рукавчик выдыха

в том, что рукавчик вдыха прикрывают ладонью, а в рукавчик выдыха

вдувают ртом воздух. При этом ладонь должна испытывать значительное давление.

7. Испытание действия дыхательных клапанов, путем толчкообразного вдувания и такого же всасывания воздуха через дыхательные рукавчики. Игра клапанов должна при этом отчетливо чувствоваться и быть слышимой.

8. Проверка маски, в смысле ее правильного сидения на лице, плотности и наличия на месте прозрачных шайб против отпотевания стекол.

На рис. 80 представлены все части прибора „Инхабад“, для которых мы сохраняем условную нумерацию фирмы:

301—Дыхательный резервуар с футляром для патрона.

302—Каркас ранца.

303—Баллон с кислородом.

304—Поглотительный патрон, вставляемый в футляр 301.

305—Крышка футляра для патрона.

306—Штуцера-угольники для дыхательных рукавчиков.

307—Внутренняя часть (тарелка) дыхательных клапанов.

308—Ввинчивающийся штуцер баллонета.

309—Баллонет.

310—Предохранительный клапан.

311—Редукционный клапан.

312—Обходной вентиль.

313—Запорный вентиль для трубопровода к манометру на груди.

314—Ниппель для присоединения кислородного баллона.

315—Задний манометр.

316—Манометр для груди.

317—Трубопровод к манометру на груди.

318—Очистная пробка футляра для патрона.

319—Дыхательные рукавчики.

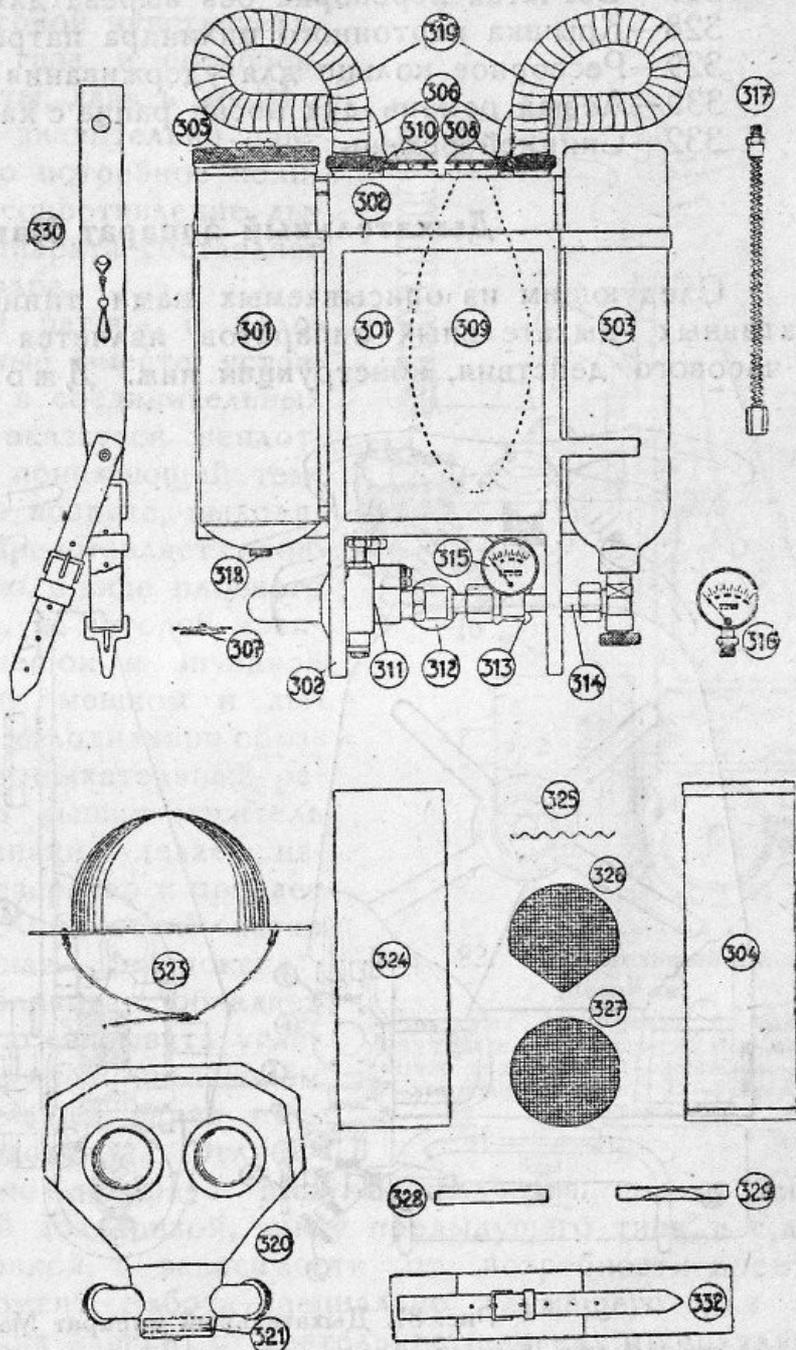


Рис. 80. Детали прибора „Инхабад“.

- 320—Маска.  
 321—Слюноуловитель с притрифованными деревянными пластинками.  
 323—Шлем.  
 324—Пустой картонный цилиндр патрона для возобновления последнего.  
 325—Зигзагообразная прокладка для патрона.  
 326—Сетчатая переборка с вырезом для патрона.  
 327—Сетчатая переборка без выреза для патрона.  
 328—Крышка картонного цилиндра патрона.  
 329—Рессорное кольцо для удерживания слоев патрона.  
 330—Левый ремень для носки ранца с карабином для манометра.  
 332—Спинальный ремень.

### Дыхательный аппарат Мак-Каа

Следующим из описываемых нами типичных образцов регенеративных дыхательных аппаратов является американский прибор 2-часового действия, конструкции инж. Джорджа С. Мак-Каа,

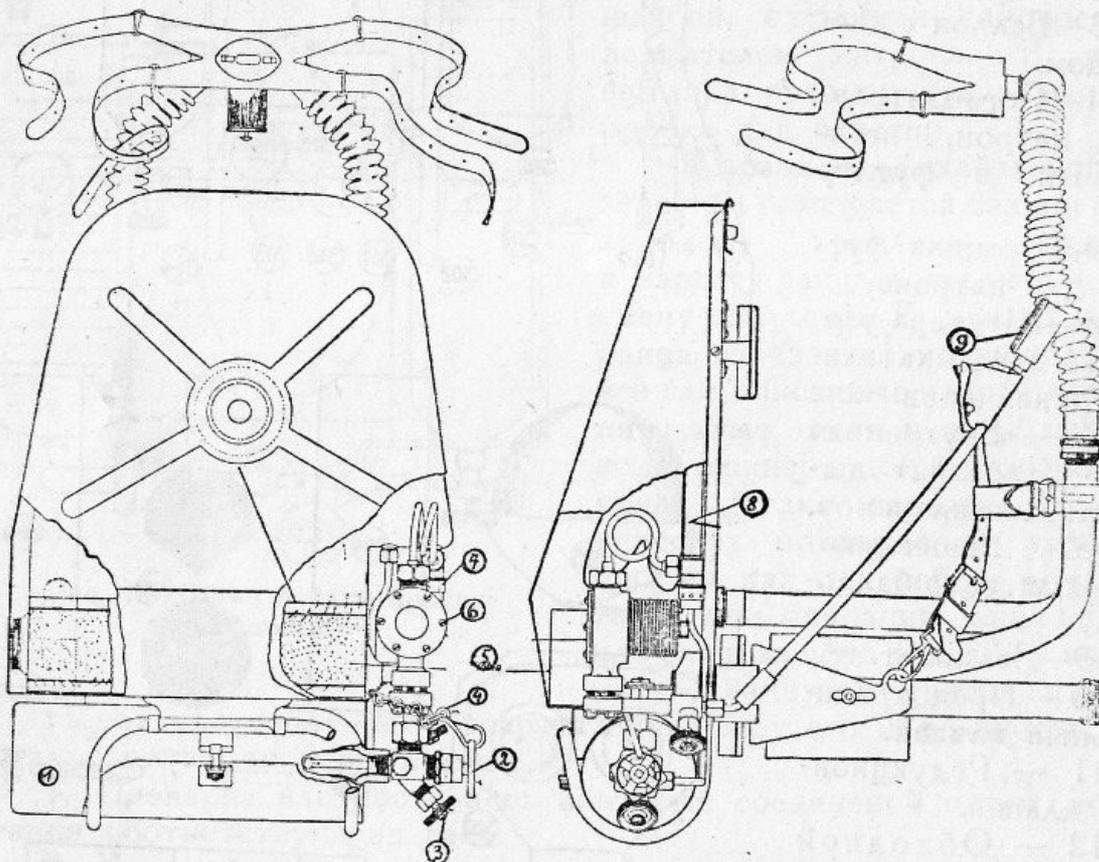


Рис. 81. Дыхательный аппарат Мак-Каа.

—кислородный баллон, 2—запорный вентиль, 3—обходной вентиль, 4—предохр. цепь, 5—возобновляемый состав регенератора, 6—редукц. клапан, 7—предохран. клапан, 8—холодильник, 9—манометр.

специалиста Горного бюро САСШ. Этот аппарат, получивший распространение в американском горно-спасательном деле, работая по основному методу регенерации с поступлением кислорода из баллона, о котором мы говорили, описывая предыдущий тип, отличается характером подачи кислорода и отдельными конструктивными особенностями.

Баллон с сжатым под давлением в 135 атм. кислородом имеет 2-литровый объем, т. е. содержит 270 л газа, достаточных для 2-часового дыхания даже при напряженной работе. Главный запорный и обходной вентили находятся с правой стороны внизу ранца, причем главный вентиль предохранительной цепью с карабином удерживается в открытом состоянии. Баллон, изготовленный из высокоуглеродистой стали, снабжен двумя предохранителями от взрыва при высокой температуре — легкоплавкой пробкой из металла Розе (94°С) и клапаном с разрывающимся медным диском (мембраной). Редукционный клапан обладает высокой чувствительностью к расходу газа и способен, как показывают опыты, давать до 24 л газа в минуту, что значительно превышает максимально потребное количество. Наибольшее сопротивление дыханию при работе аппарата составляет около 5 см вод. столба.

Поглотительный патрон и холодильник, объединенные вместе, устраивают необходимость в соединительных трубках, могущих оказаться неплотными. Холодильник, понижающий температуру очищенного воздуха, выходящего из поглотителя, представляет собою несущую конструкцию, в виде плоского вертикального ящика, на которой креплены дыхательный мешок и впускной клапан. Вместе с этим мешком и дыхательными трубами холодильник образует в совокупности дыхательный резервуар, из которого дышит носитель прибора. Эта комбинация делает излишней отдельный резервуар и придает ранцу компактность. Химический состав поглотителя, так наз. „кардоксид“, состав коего не опубликован, обладает высокой способностью связывать углекислый газ с малым при этом повышением температуры. Нормальный заряд патрона — 1,75 кг кардоксида. Отличительной особенностью аппарата Мак-Каа является подача кислорода не с постоянной дозировкой, как у предыдущего типа, а с автоматической регулировкой, в зависимости от потребности носителя прибора в данный момент. Работа специально служащего для этой цели впускного клапана зависит от деятельности легких и управляется ими, при чем потребное в данных условиях количество кислорода поступает в дыхательный мешок, а оттуда в легкие. Если этот мешок, вследствие усилившегося потребления, начнет спадаться, то прикрепленная к нему пластинка, связанная со штоком поршенька клапана, откроет последний и впустит свежий кислород в дыхательный мешок. Этот мешок состоит из одного отделения, емкостью при наибольшем наполнении в 8 л. Он сделан из резины без шва, при чем материал его не подвергается порче под влиянием различных веществ.

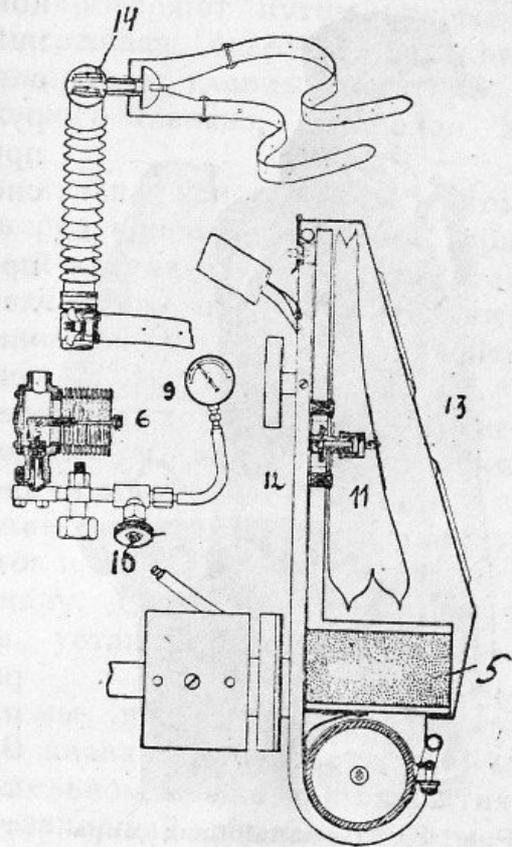


Рис. 82. Дыхательный аппарат Мак-Каа.

5—кардоксид (регенератор) 6—редукционный клапан, 9—манометр, 10—запорный вентиль манометра, 11—дыхательный мешок, 12—выпускной клапан, 13—футляр, 14—мундштук

дыма. Внутренняя сторона мешка, как мы уже знаем, крепится к металлическому холодильнику, который прилегает к спине человека; внешняя же сторона, равно как и остальные части прибора, защищается металлической крышкой.

Метод дыхания, принятый в аппарате Мак-Каа—мундштучный, с носовым зажимом. Резиновый мундштук сидит между зубами и губами (так наз. загубник) и прикрепляется удерживающими лентами к специальной фуражке. К резиновой части мундштука присоединена металлическая часть, содержащая клапаны вдоха и выдыха, слюноуловитель и выпускной клапан. Интересна при этом комбинация двух последних приспособлений, позволяющая удалять накопившуюся слюну и травить избыточный воздух наружу, не допуская при этом какого-либо проникновения внешнего воздуха внутрь системы.



Рис. 83. Внешний вид аппарата Мак-Каа.

Резиновые дыхательные рукавчики проходят у этого аппарата по груди и под левой рукой. Для того, чтобы вес рукавчиков не передавался на мундштук, рукавчики подвешены к груди при помощи ремней. Такое расположение рукавчиков делает свободными плечи спасателя для переноски человека или необходимого материала, но требует внимательного наблюдения за целостью рукавчиков при ползании.

Полезным приспособлением у аппарата является предохранительный клапан, начинающий травить при давлении ок. 0,5 атм., подавая при этом предупредительный свисток. Услышав свисток, носитель прибора узнает тем самым о неисправности редукционного клапана, вследствие чего должен закрыть главный вентиль

баллона, воспользоваться обходным вентилем и начать отступление в безопасное место. Обходный вентиль обеспечивает дыхание в том случае, если все остальные органы аппарата будут в неисправности, так как является совершенно независимым от главного запорного вентиля и подает кислород непосредственно к мундштуку, минуя все остальные этапы.

Манометр, градуированный в атмосферах, помещается в кожаном кармане у правого плеча спасателя и дает ему, таким образом, возможность наблюдать за запасом кислорода в баллоне. При помощи гибкой металлической покрытой тканью трубки манометр соединен со штуцером высокого давления редукционного клапана. Запорный вентиль у основания трубки может быть перекрыт при повреждении трубки или манометра.

Для переноски и хранения прибора служит специальный ящик из фибры.

Проверка исправности аппарата должна заключаться в следующем:  
1. Герметичность кислородного баллона и его главного запорного вентиля проверяется погружением баллона в воду и наблюдением за

пузырьками газа, которые будут выделяться в случае утечки. Навернув заглушку на штуцер вентиля, открывают последний и таким же погружением в воду проверяют его исправность. Когда аппарат будет собран, испытывают главный вентиль после его открытия, покрыв соединительные части мыльной пеной и наблюдая за возможным вздутием пузырей на последней.

2. Давление кислорода, выходящего из редукционного клапана, проверяется манометром низкого давления, навинчивающимся на выходной штуцер этого клапана. Манометр должен показывать прибл. 0,2 атм.

3. Исправность впускного клапана проверяют путем открытия главного вентиля, одновременно придерживая снаружи впускной клапан в закрытом состоянии. Затем закрывают главный вентиль и производят открытие и закрытие впускного клапана, наблюдая за стрелкой манометра.

4. Проверка предохранительного клапана заключается в том, что искусственно повышают давление в редукционном клапане, прижимая его мехи в то время, как впускной клапан закрыт. При этом давление кислорода настолько повышается, что предохранительный клапан должен травить газ и подавать свисток. Это должно произойти прибл. при 0,5 атм.

5. Герметичность металлической трубки холодильника проверяется путем закрытия впускного клапана и надувания трубки. Объективным же способом эта проверка производится следующим образом. К трубке, идущей от редукционного клапана к холодильнику, привертывают манометр низкого давления и такой же манометр присоединяют к самому редукционному клапану. Открывая и закрывая главный вентиль и краны у манометров, устанавливают возможную утечку газа в трубке.

6. Общая герметичность всей системы подачи кислорода от главного запорного вентиля до впускного клапана проверяется таким порядком. Прижимают пластинку на дыхательном мешке для закрытия впускного клапана. Открывают главный запорный вентиль и отмечают показание манометра. Затем закрывают главный вентиль и следят, не падает ли стрелка манометра. При наличии утечки, определяют ее место при помощи нанесения кисточкой мыльной пены.

7. Проверка герметичности дыхательных рукавчиков, мундштука, клапанов вдоха и выдыха, слюноуловителя и выпускного клапана производится путем попеременного помещения плотных затычек в соответствующие штуцера и надувания рукавчиков, помещенных под воду. Плотность сидения клапанов проверяется соответствующими дыхательными движениями.

8. Испытание носового зажима производится путем попыток глубокого вдоха и выдыха через нос.

9. Герметичность воздушной части системы проверяется путем зажимания ладонью отверстия мундштука, открытия главного вентиля и нажатия на впускной клапан, при чем дыхательный мешок целиком наполнится. Затем, после закрытия главного вентиля, наблюдают, спадает ли мешок и падает ли стрелка манометра. Неизменяемость того и другого показывает герметичность прибора.

В заключение опишем интересный маневр, к которому приходится прибегнуть в том случае, если у одного из членов спасательной команды иссякнет запас кислорода, а у другого остается еще

60 атмосфер в баллоне. Для этой операции передачи кислорода спасатель, снабжающий газом, закрывает сначала у себя вентиль трубки манометра и отвинчивает последний. Затем он отвинчивает соединение обходной трубки у пустого баллона товарища, зажимает пальцем отверстие этой трубки и присоединяет трубку от манометра своего аппарата к штуцеру, для обходной трубки на баллоне товарища. Открывая затем вентиль трубки от манометра, он уравнивает давление в обоих баллонах, что станет видно по манометру на опустевшем аппарате товарища. После этого отъединяется обратно манометрическая трубка первого аппарата и вновь смыкаются все разъединенные части.

Эту операцию рекомендуется проделывать лишь в том случае, если бедствующий товарищ не может быть быстро выведен наружу.

### Дыхательные аппараты Дрегера, модель 1924 г.

Аппараты, выпущенные в конце 1924 года известной германской фирмой Дрегер, делятся на два типа: прибор для горного дела, продолжительностью действия в 2 часа, и прибор для пожарного дела и промышленности на 1 час дыхания. Оба срока подразумеваются для работ тяжелого характера.

Описываемые приборы состоят из мундштука с очками или маски, рукавчиков со слюноуловителем, клапанной коробки, калиевого патрона, соединения для мешка (по желанию, с холодильником), дыхательного мешка, клапана избыточного воздуха, баллона с кислородом, редукционного клапана, трубопровода высокого давления с манометром, кнопочного клапана добавочного впуска кислорода, приспособления для носки на спине и защитной фуражки.

Надевание и снятие аппарата не сопряжено с каким-либо привертыванием или отворачиванием отдельных деталей. Все составные части остаются на своем месте, образуя один агрегат, что облегчает быстрое надевание прибора и приведение спасателей в боевое положение.

Кислородный баллон аппарата для горного дела имеет 10 см в диаметре и при давлении в 150 атм содержит 300 л газа. У второго же типа, пожарно-промышленного, баллон при диаметре в 8 см имеет давление в 150 атм. при содержании в нем 150 л газа.

Калиевый патрон призван, как известно, очищать выдыхаемый воздух от углекислого газа. Содержание углекислого газа в воздухе внутри прибора не превышает 0,5%. Вследствие теплоты, выделяемой при поглощении патроном углекислоты и водяных паров выдыхаемого воздуха, происходит медленный нагрев патрона. Это нагревание является признаком правильной работы прибора и отсутствие его должно повлечь за собою смену патрона. Как известно, вдыхать мы свободно можем даже весьма горячий воздух, лишь бы он был свободен от углекислого газа и содержал достаточный процент кислорода. Разница в температурах выдыхаемого воздуха в приборе и окружающего нас воздуха, имеющего не свыше 30°, составляет менее 10°. Новые калиевые патроны при потряхивании бренчат, что совершенно отсутствует у отработавших патронов. Выпущенные для горных приборов патроны—двух размеров: более крупный, 9×18, предназначен для тяжелой работы, а меньший, 8×16—для учебных целей. Пожарно-промышленный прибор также имеет более мощный поглотитель 8×16 и меньший—7×14.

## Условные обозначения

- N — носовой зажим;
- M — мундштук;
- I.<sup>1</sup> — рукавчик вдоха;
- I.<sup>2</sup> — рукавчик выдоха;
- Sp — слюноуловитель;
- V — клапанная коробка;
- O<sup>1</sup> — клапан вдоха;
- O<sup>2</sup> — клапан выдоха;
- P — калиевый патрон;
- A — дыхательный мешок;
- R — редукционный клапан;
- D<sup>1</sup> — постоянное дозирование;
- L — легочно-автом. дозир.
- H — легочно-автом. рычажн. механизм;
- Uc — клапан для выпуска избыт. воздуха;
- B — обходный вентиль;
- T — запорный вентиль маном.;
- U — соедин. гайка;
- C — кислородн. цилиндр;
- S — главный запорный вентиль;
- D — кнопочн. клапан для добавлен. кислорода;
- F — манометр;
- Y — трубка высокого давления;
- X — трубка низкого давления;

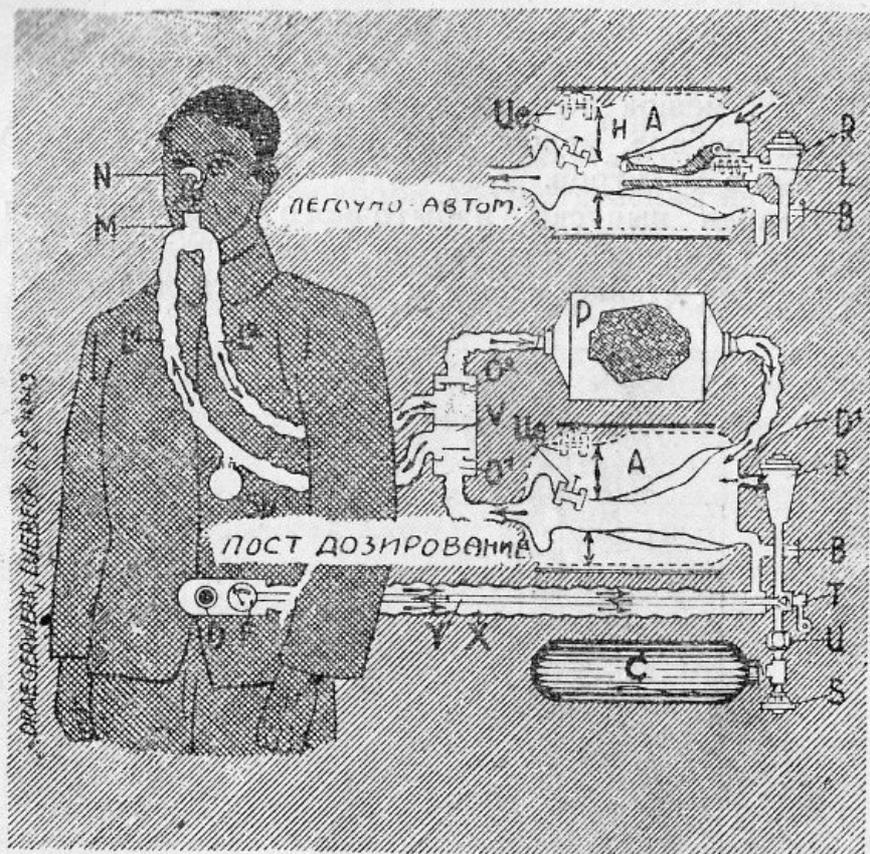


Рис. 84. Схема работы приборов Дрегера мод. 1924 г. с боковыми рукавчиками.

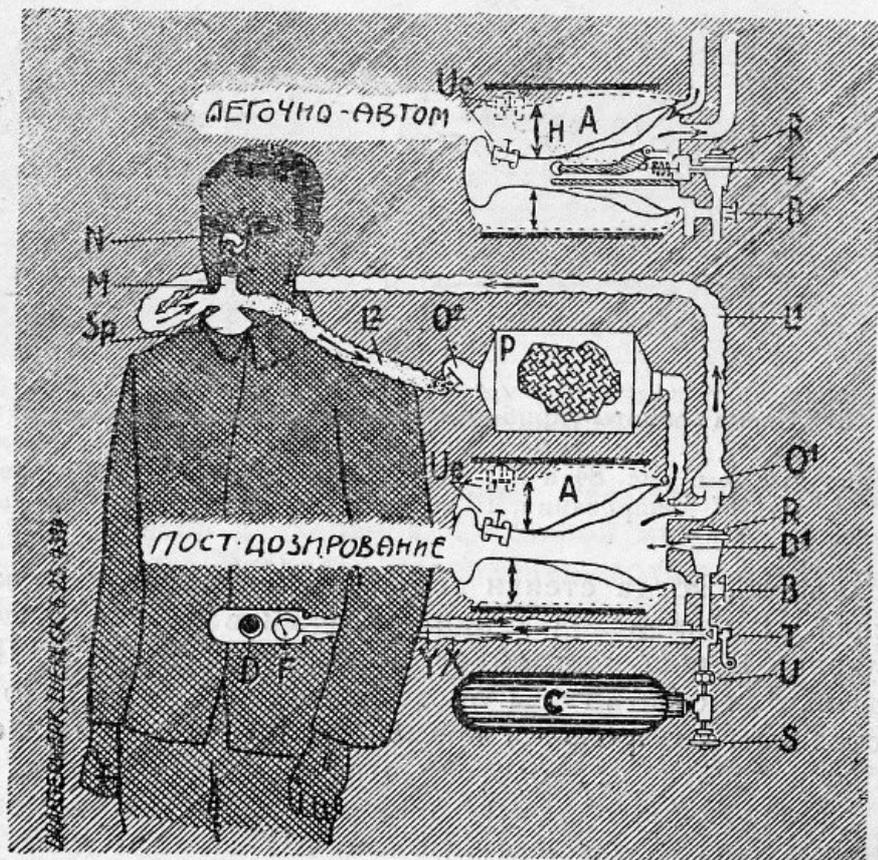


Рис. 85. Схема работы приборов Дрегера, мод. 1924 г., со спинными рукавчиками.

Дыхательный мешок находится в целесообразно устроенной камере, будучи надежно защищен. В то же время сохраняется свободный доступ ко всем его частям. Отдельно от аппарата измеренный, этот мешок показал вместимость в 7 литров. Будучи же монтирован в приборе, мешок этот должен явиться для легких резервуаром емкостью в 6 литров.

Клапан выпуска избыточного воздуха, для автоматического травления лишнего воздуха из переполненного дыхательного мешка, укреплен на стенке мешка и приходит в действие при переполнении

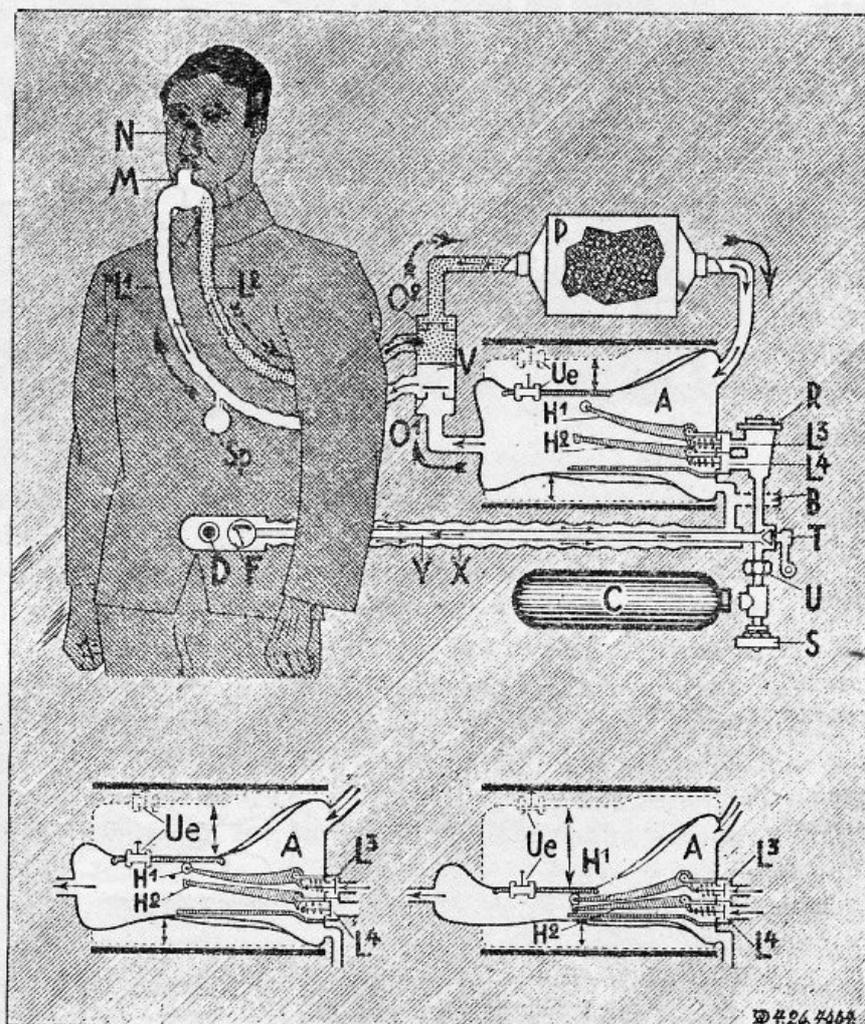


Рис. 86. Схема работы приборов Дрегера, мод. 1924 г., с боковыми рукавчиками и двойным чисто легочно-авт. дозированием. Добавочные (см. рис. 84 и 85) условные обозначения:  $L^3$ ,  $L^4$ —легочно-автоматическое дозирование,  $H^1$ ,  $H^2$ —легочно-автоматические рычаги.

последнего, когда стенки его окажутся прижатыми к стенкам футляра мешка. Это происходит при давлении в 4 см вод. столба, когда наполнение мешка превзойдет нормальный предел. Переполнение это вызывается обычно тем обстоятельством, что приток кислорода при постоянном дозировании временами превышает потребность человека, рабочая нагрузка которого в этот период оказалась пониженной.

Подача кислорода по принципу постоянного дозирования принята в нормальных 2-часовом (горном) и 1-часовом (пож. и промышл.) аппаратах Дрегера 1924 г. и заключается в постоянном притоке в дыхательный мешок 2, 1 л кислорода в минуту. При этом процессе

подача кислорода происходит совершенно автоматически и носитель прибора не участвует своей помощью в его работе. Дозирование же кислорода превышает среднюю минутную потребность человека, даже при работе последнего. Приборы эти работают с определенным избытком подачи кислорода, однако газа вполне хватает для обеспечения продолжительности действия прибора соответственно на 2 часа—1 час, при чем по окончании этого срока в баллоне еще имеется небольшой остаток газа. Приборы с постоянным дозированием отличаются своей простотой и поэтому их предпочитают в горно-спасательном деле.

Другой принцип подачи кислорода также применяется в описываемых приборах и носит название легочно-автоматического способа. Этот способ заключается в том, что внутри дыхательного мешка помещается рычаг, влияющий на открывание клапана выпуска кислорода. При вдохе, когда давление в мешке упадет, рычаг, под давлением стенки мешка, опустится и отожмет пружину клапана, заставив последний открыться и впустить кислород в мешок. Недавно в этот

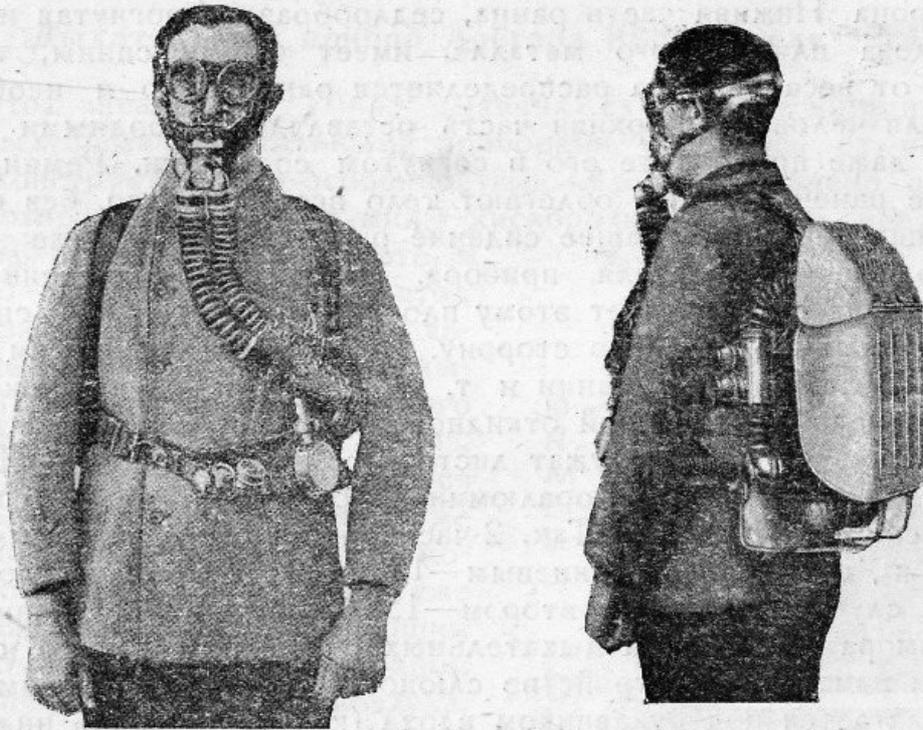


Рис. 87. Прибор Дрегера; мод. 1924 г. с боковыми рукавчиками (внешний вид 2-час. и 1 час. приборов—одинаков).

механизм было внесено усовершенствование, касающееся введения двойного комплекта рычагов и клапанов. Основной мыслью является при этом желание избежать опасного накопления азота в дыхательном мешке. Новый механизм состоит из двух последовательно приводимых в действие клапанов. Первый клапан, носящий название вспомогательного, приводится в действие упомянутым легочно-автоматическим путем и играет особую роль в деле предотвращения накапливания азота. Этот клапан приходит в действие при разрежении в 1—1,5 см вод. столба, т. е. в тот момент, когда дыхание становится чуть глубже, чем обыкновенно. Второй клапан, именуемый главным, вступает в работу лишь тогда, когда носитель прибора при тяжелом усилии будет нуждаться в повышенном количестве воздуха и, глубоко вдыхая, почти опорожнит дыхательный мешок. При этом стенки мешка

так сильно сблизятся, что приведут в действие второй рычажно-клапанный механизм, и кислород поступит в мешок через главный клапан. Произойдет это при разрежении в 2—3 см вод. столба.

Этот усовершенствованный способ легочно-автоматической подачи кислорода исключает всякую возможность скопления азота и использует кислород до последней частицы. Если, например, посреди работы аппарат будет выведен на время из строя, то подача кислорода прекратится сама собою, без необходимости закрывать баллон, как это имеет место при постоянном дозировании. Обуславливаемая этим методом экономия в расходе кислорода приводит к тому, что фактически время действия 2-часового прибора удлиняется до 3 часов при напряженной работе носителя, и свыше 3 часов, если дыхание происходит без затраты физических сил.

Ранец прибора, как 2-часового, так и 1-часового, состоит из двух частей. Нижняя часть содержит камеру для дыхательного мешка, кислородный баллон и необходимую арматуру. Верхняя часть, устроенная на шарнире, представляет собою футляр для помещения калиевого патрона. Нижняя часть ранца, седлообразно изогнутая из листового железа или легкого металла, имеет форму спины, так что нагрузка от веса прибора распределяется равномерно и необременительно для человека. Верхняя часть оставляет свободными лопатки человека даже при работе его в согнутом состоянии. Ремни, притягивающие ранец к спине, облегают тело всегда плотно, без слабину, что обеспечивает надлежащее сидение ранца на спине даже при согнутом положении носителя прибора. Шарнирное сочленение обеих половин ранца способствует этому плотному прилеганию к спине при изгибах последней в любую сторону. Это обстоятельство имеет значение при ползании, нагибании и т. д. Снаружи ранец покрыт выпуклой крышкой, устроенной откидной и съемной. Обычно материалом для изготовления ранца служат листовая сталь и железо. По желанию, ранец делается из дюралюминия, благодаря чему общий вес прибора снижается на 2 кг. Так, 2-часовой прибор с железным ранцем весит 18 кг, а с дюралюминиевым—16 кг. Прибор 1-часовой весит в первом случае 17 кг и во втором—15 кг. Оба прибора делаются или с боковым расположением дыхательных рукавчиков, или со спинным. При этом изменяется устройство слюноуловителя. В первом случае он располагается под рукавчиком вдоха (как проходящий ниже), а во втором случае слюноуловитель пристроен непосредственно к мундштуку.

Применять ли у подобных аппаратов мундштук или целесообразнее приключать его к маске? Этот вопрос имеет важное значение, в смысле достижения наиболее удобного и герметичного способа приключения дыхательных рукавчиков к лицу человека. Напоминая те соображения, которые мы привели в общей части главы о регенеративных приборах, необходимо вновь признать преимущества маски, особенно в пожарном деле. Это обстоятельство признано и авторитетнейшим конструктором Б. Дрегером, заявляющим в одной из его статей, что выпущенная им новая маска с высокой герметичностью прилегания и уменьшенным вредным пространством является наиболее целесообразным приспособлением для приключения дыхательного прибора к лицу человека. „Дыхательный прибор и маска нашли теперь друг друга“,—заявляет Дрегер и указывает далее, что при надлежащей форме лица у носителя прибора дыхание через маску может за-

и откидная стенка сделаны из легкого металла. Весь этот защитный футляр покрывает части прибора, дыхательный мешок сверху прикрыт, но не так хорошо защищен, как в тех приборах Дрегера, которые снабжены ранцем (предыдущие типы 1924 г.). Описываемый прибор может быть, по желанию, помещен на груди, на левом боку или на спине, помощью одних и тех же ремней. Если же ношение на спине будет избрано, как постоянное, то для этой цели можно воспользоваться специальными спинными ремнями.

При создании этого прибора приспособлением для приключения его к лицу человека мыслился простой мундштук без всяких удержи-

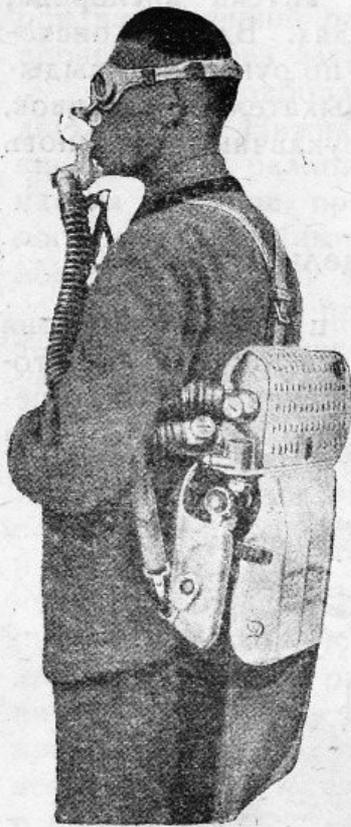


Рис. 89. Прибор Дрегера HSS мод. 1924 г.

вающих ремней. Однако здесь могут быть с успехом применены и мундштук с удерживающими лентами и с ремнями, укрепленными на специальной фуражке-кепи и, наконец, маска. Применение последней тем более уместно, что описываемый прибор обладает малым сопротивлением дыханию, вследствие уширения сечения пути обмена воздуха. Маска Дрегера из кожи или резины, выполненная без швов и снабженная внутренней полумаской для уменьшения вредного пространства, может быть, однако, применена при этом приборе лишь в том случае, если форма лица данного человека позволяет ношение маски с гарантией в смысле герметичности последней. Если же этого нет, то следует применить маску с мундштуком, частный случай которой применяется в пожарном деле. Эта дымовая маска состоит из двух частей: собственно маски и скрепленного с нею шлема. Обе части сделаны из кожи, при чем шлем снабжен металлическим гребнем. Самая маска крепится к голове при помощи удерживающих эластичных лент, приделанных к специальной шапочке, плотно сидящей на макушке. Смотровое окно маски представляет собою крупное, во всю ширину маски, круглое трехслойное стекло, снабженное защитной решеткой и приспособлением для вытирания. Целесообразным нововведением является здесь разъемный из двух частей мундштук: в соединительную муфту вставляется заменяемый мундштук. Общий вес прибора—11 кг, что при его производительности является совсем невысокой цифрой.

### Дыхательный аппарат Дрегера-Тюббена „Самоспасатель“, модель 1924 г.

Преобразованный из такого же  $\frac{1}{2}$ -часового прибора, получившего во время войны распространение в количестве 100.000 экз., описываемый прибор рассчитан на действие в течение 1 часа. Главное устремление конструкторов направлено здесь на максимальную легкость прибора—вес его составляет всего ок. 7,5 кг, а также на простоту конструкции, что привело к применению здесь принципа постоянного дозирования кислорода. По отзыву крупнейшего специалиста д-ра инж.

менить мундштучный способ дыхания. Для тех людей, лицо коих не дает возможности герметичного прилегания маски, должен быть избран комбинированный способ — маска с мундштуком внутри.

Резюмируя сказанное о приборах Дрегера 1924 г. для 2-часового (горный тип) и 1-часового (пожарный и промышленный тип) дыхания, отметим, что приборы эти являются совершенно автоматическими регенеративными дыхательными аппаратами, защищенными от скопления азота или постоянным дозированием 2,1 литра кислорода, или действием легочно-автоматического рычажного механизма. Приборы снабжены автоматическим клапаном для выпуска избытка воздуха и ручным кнопочным клапаном для добавочного впуска кислорода, надобность в коем является в самых редких случаях. Вдох происходит силою легких. Выдыхаемый воздух проходит по рукавчику выдыха, через клапан выдыха и калиевый патрон в дыхательный мешок, откуда очищенный воздух через клапан вдоха и рукавчик вдоха вновь поступает в легкие.

### Дыхательный прибор Дрегера HSS, модель 1924 г.

Этот аппарат на 1 час дыхания схож по принципу действия с предыдущими дыхательными приборами, отличаясь от них некоторыми конструктивными особенностями. Здесь применено автоматическое дозирование (1,5 л в мин.) кислорода, с целью предохранения прибора от застаивания азота, и легочно-автоматический метод засасывания кислорода при опавшем дыхательном мешке. Выдыхаемый воздух после калиевого патрона проходит здесь в так наз. обходную трубу, заканчивающуюся дыхательным мешком. К этой же трубе по дороге примкнут вспомогательный мешок, снабженный уже знакомым нам самодействующим клапаном впуска, а также клапаном для выпуска избыточного воздуха. Кислород в количестве 120 л заключен в баллон под давлением 150 атм. и поступает во вспомогательный мешок или нормальным порядком, при посредстве редукционного клапана, или путем добавочного впуска, при нажиме кнопочного клапана. Манометр, показывающий продолжительность действия прибора (давление, определяемое количеством и связанное с продолжительностью действия), устроен доступным для наблюдения носителем прибора. Основная доска, на которой монтированы детали прибора, отдельный футляр для калиевого патрона сверху

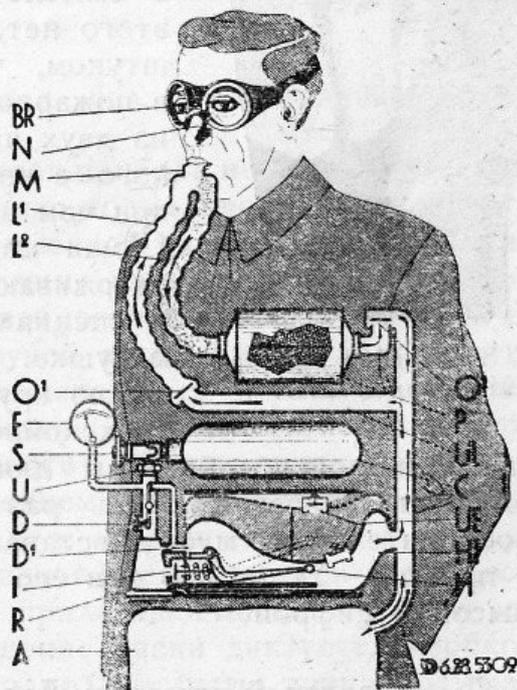


Рис. 88. Схема работы прибора Дрегера HSS, мод. 1924 г.

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| A — дыхательный мешок                 | S — гл. стопорн. вентиль                  |
| R — редукционн. клапан                | F — манометр                              |
| J — легочно-авт. дозир. с рычаг. Н    | O <sub>1</sub> — клапан вдоха             |
| НГ — вспомог. мешок                   | O <sub>2</sub> — клапан выдыха            |
| D — кнопочн. клапан для добавл. кисл. | L <sub>1</sub> — рукавчик вдоха           |
| D <sup>1</sup> — постоянн. дозиров.   | L <sub>2</sub> — рукавчик выдыха          |
| UE — клапан выпуска избытка воздуха   | M — мундштук                              |
| U — соединит. гайка                   | U <sub>1</sub> — труба циркуляции воздуха |
| C — кислородн. баллон                 | T — калиевый патрон                       |
|                                       | N — носовой зажим                         |
|                                       | BR — очки                                 |

Б. Дрегера, легочно-автоматический принцип, т. е. регулирование подачи кислорода самими легкими, еще не представляет собой до сих пор идеала для дыхательного прибора, в особенности там, где надежность действия, легкая возможность чистки и ремонта, нечувствительность всех деталей, простота запасных частей, легкий вес и дешевизна должны быть соединены в одном изделии. Вот почему, как мы уже указали, в этом приборе, упрощенном до минимума, принят принцип постоянного дозирования кислорода.

Основной деталью прибора является т. н. тройник (рис. 90), крепленный к листу, на котором монтирован прибор. Тройник этот одним штуцером присоединен к кислородному баллону, вторым — к калиевому патрону и третьим — к дыхательному мешку. Кислородный баллон снабжен редукционным клапаном для постоянного дозирования, а на тройнике находится кнопочный клапан для впуска добавочного кислорода, манометр, показывающий запас газа в баллоне, и клапан выпуска избыточного воздуха.

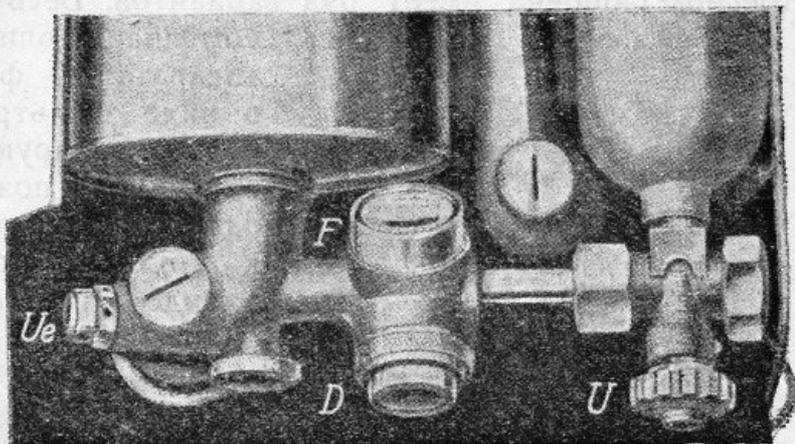


Рис. 90. Тройник прибора Дрегера-Тюббена „Самоспасатель“ мод. 1924 г.

U—стопорный клапан баллона, Ue—клапан выпуска избытка во воздуха,  
F—манометр,  
D—кнопочн. клапан доб. кисл.,

Если напряженность работы носителя прибора не превосходит среднего уровня, прибор работает совершенно нормально, с постоянным дозированием в 1,2 л в мин. Лишь при высокой нагрузке человек усиливает поступление кислорода, путем нажима на кнопочный клапан добавочного впуска, и выпускает вручную возможный избыток воздуха. Для этой цели у носителя прибора под рукой расположены легко доступные клапаны. Увеличение сечения дыхательных путей, проведенное вообще у всей аппаратуры Дрегера, свело сопротивление дыханию до минимума и дало возможность применять „Самоспасатель“ не только с мундштуком, но и с маской. В последнем случае применяются маски Дрегера с внутренней полумаской для уменьшения вредного пространства. Обязательным условием применения масок является пригодность лица данного человека для плотного прилегания маски. Если это условие не может быть соблюдено, а ношение маски диктуется необходимостью (напр., в пожарном деле), то должна быть применена маска с мундштучным приспособлением. В случае применения обыкновенной маски (без мундштука), в соединении с дыхательным аппаратом, маска должна выполнять две важные функции. При вдохе она должна предохранять носителя прибора от проникновения отравляющих веществ в дыхательный воздух, а при выдохе она должна сохранять герметичность, несмотря на возникающее в маске повышенное давление, чтобы препятствовать потере кислорода из кругового дыхательного потока. В целях упрощения прибора, в нем применен один дыхательный рукавчик для вдоха и выдыха (вредное пространство 250 — 300

куб. см), т. е. проведено двустороннее или так наз. маятниковое дыхание. Рукавчик начинается от клапанной коробки, содержащей клапаны вдоха и выдыха.

Калиевый патрон, несмотря на его малые размеры, настолько усовершенствован, что работает без перебоев, одинаково в жаркую и морозную погоду. Сопротивление этого патрона дыханию не превышает 0,5 см вод. столба при 50 литрах протекающего воздуха в минуту.

Состоя, в основном, из перечисленных деталей, „Самоспасатель“ Дрегера-Тюббена имеет ряд вариантов. Весьма интересной является комбинация описываемого дыхательного

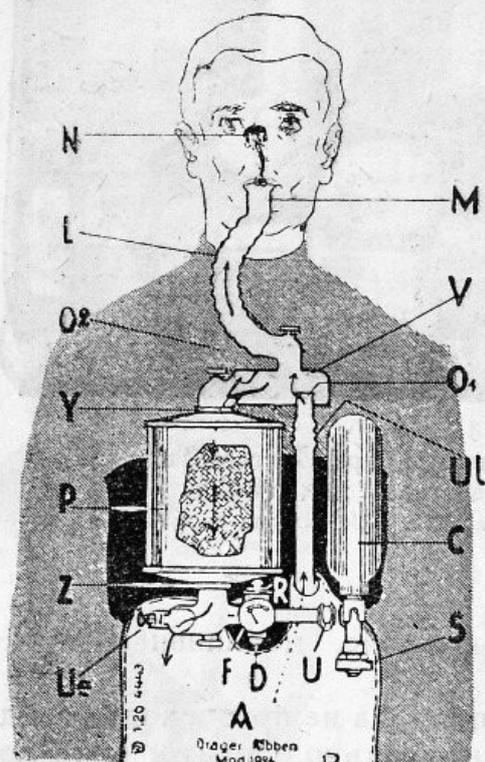


Рис. 91. Схема работы прибора „Самоспасатель“.

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| N—носовой зажим               | S—запорный вентиль                |
| M—мундштук                    | R—редукц. клапан                  |
| L—дых. рукавчик               | F—манометр                        |
| V—клапанная коробка           | D—кнопоч. вентиль                 |
| O <sub>1</sub> —клапан вдоха  | A—дыхат. мешок                    |
| O <sub>2</sub> —клапан выдыха | Ue—клапан выпуска избытка воздуха |
| P—калиевый патрон             | UYZ—соед. части                   |
| C—кислородный баллон          |                                   |

комбинация описываемого дыхательного аппарата с фильтрующим прибором в виде фильтра-коробки. Это соединение изолирующего прибора с фильтрующим, позволяющее перейти от одного принципа газовой защиты к другому, практически выполняется в виде расположения обоих приборов рядом, на одном и том же поддерживающем листе, с общим дыхательным рукавчиком, идущим к маске, с переключателем дыхания и выпускными клапанами для дыхания через фильтр, помещенными в переключательной коробке.

Такое устройство предоставляет носителю прибора полную возможность избирать по желанию ту или иную систему противогазовой защиты — по методу фильтрации или изоляции. Дыхание при посредстве фильтра может происходить при известных уже нам условиях, при продолжительности действия фильтра в 4—8 часов, в обстановке знакомого по своему характеру газа. При неизвестном газе, высоком содержании окиси углерода, недостатке кислорода, носитель прибора прибегает к помощи изолирующего аппарата, помня, что продолжительность действия последнего равна одному часу. Контроль

над запасом кислорода производится по манометру, градуированному на количество газа (такой манометр часто называют финиметром, газовыми часами и т. д.)

Ценной стороной описываемой комбинации является возможность путем переключения дыхания на тот или иной из приборов, производить перезарядку того прибора, который в это время бездействует, удлиняя, таким образом, продолжительность действия всего аппарата до желаемых пределов. Переключение производится простым поворотом маленького рычага на переключательной коробке.

Установить, какой из двух объединенных приборов в данный момент работает, не представляет никакого труда. Если включен кислородный прибор, то мешок аппарата будет раздуваться и спадать,

следуя за дыхательными движениями. При дыхании же через фильтр мешок остается без движения, а рука, приложенная к нижнему отверстию фильтрующей коробки, будет ощущать всасывание воздуха.

Дыхание при помощи кислородного прибора может во время работы прерываться произвольно часто, но, как указывает Б. Дрегер, перерыв по возможности не должен превышать 2 часов. Во всяком случае, пока манометр показывает еще наличие кислорода, прибор является работоспособным.

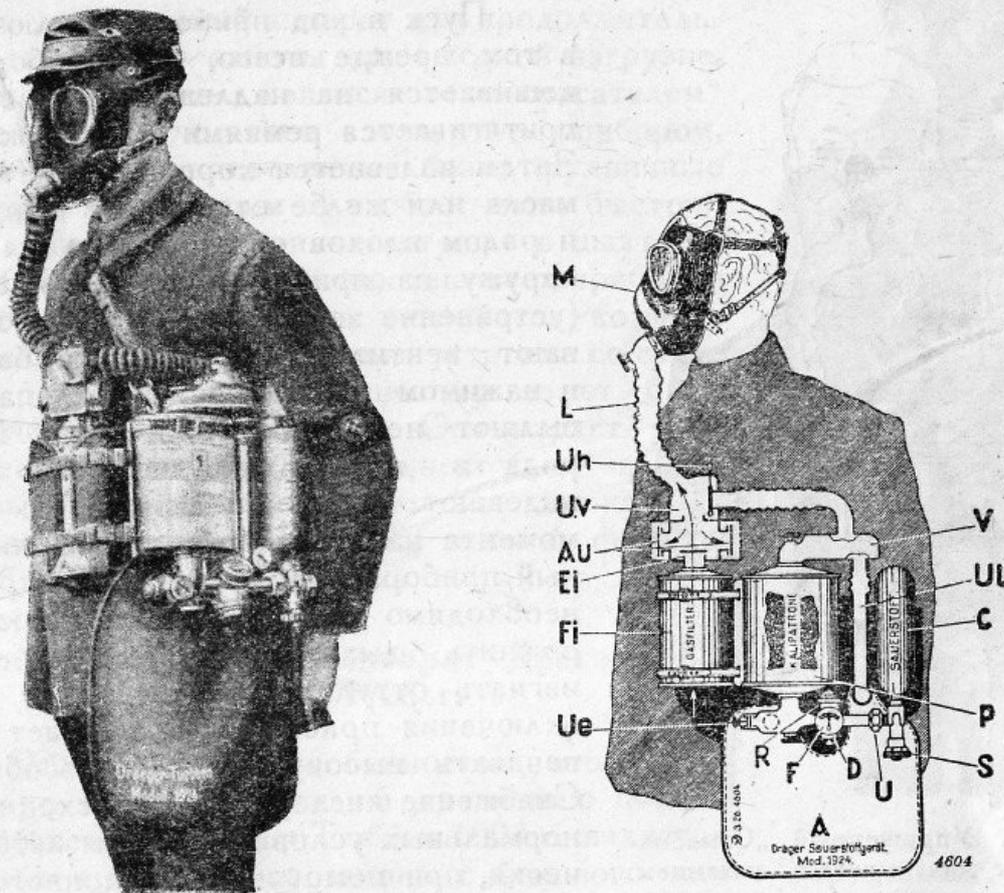


Рис. 92. „Самоспасатель“ в комбинации с фильтрующим прибором.

Добавочные детали:

Uh—переключатель, Uv—переключ. коробка, Au—клапан выдыха, Ei—клапан вдоха, Fi—фильтрующий патрон.

В целях предоставления возможности превратить любой „Самоспасатель“ в комбинированный с фильтром прибор, каждый из этих дыхательных аппаратов смонтирован на своем несущем листе с таким расчетом, что присоединение к нему фильтрующего прибора и переключательной коробки может быть быстро и легко осуществлено своими руками.

Переходя к способу ношения прибора, укажем, что помещение его на груди, сбоку или на спине, принципиально безразлично и определяется условиями применения. Рабочие, в большинстве случаев, носят его на груди. На кораблях, в зависимости от места применения—на верхней палубе, внутри судна или при лазании по трапам—прибор помещают на груди, сбоку или на спине. Пожарные предпочитают иметь прибор на спине, так как в этом случае он не мешает в разведке, лазании по лестницам, работе со стволом и т. д. Конструкция прибора во всех трех случаях остается одинаковой и те же ремни для носки применимы для любого из положений. Ремни для ношения на спине путем сцепления двух металлических колец превращаются

в ремни для грудной носки, а при удалении одного из спинных ремней другой приспособляется для ношения прибора на боку. При спинном положении к дыхательному рукавчику у места присоединения к мундштуку добавляется одно колено — угольник. Если заранее известно, что прибор будет носиться исключительно на спине, то он может иметь два рукавчика и специальную клапанную коробку для них, а также специальные плечевые ремни. В этом случае маятниковое дыхание заменяется круговым.

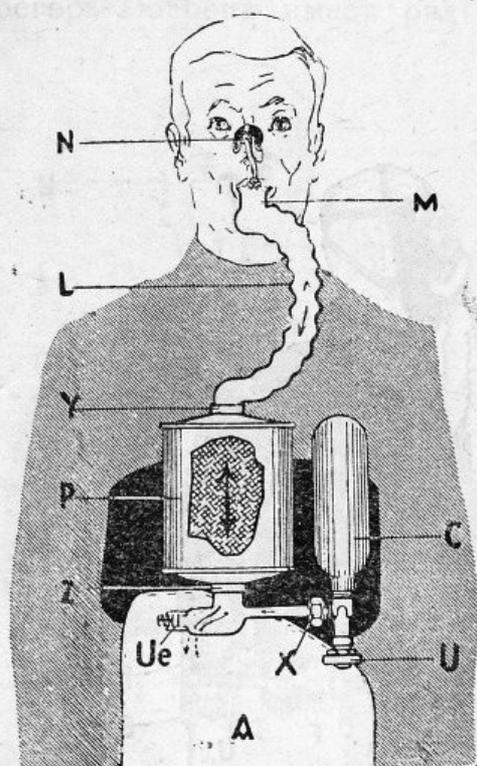


Рис. 93. Упрощенный „Самоспасатель“ с маятниковым дыханием.

Пуск в ход прибора заключается в том, прежде всего, что прибор подвешивается на надлежащей высоте и притягивается ремнями плотно к телу. Затем надевается хорошо подогнанная маска или же берется в рот мундштук и рядом вдохов из прибора и выдыхов наружу из прибора удаляется воздух (устранение азота). После этого открывают вентиль кислородного баллона и нажимом на кнопочный клапан посылают некоторое количество кислорода в дыхательный мешок. Затем надевают носовой зажим и с этого момента начинает работать изоляционный прибор. В процессе работы прибора необходимо один раз полностью опорожнить дыхательный мешок, чтобы изгнать оттуда азот. Сразу же после включения прибора он начинает обеспечивать высокую работоспособность. Снабжение кислородом происходит при нормальных условиях работы автоматически, при помощи редукционного клапана с постоянным дозированием в 1,2 л

в мин. Как только носитель прибора заметит, что при повышенной рабочей нагрузке дыхательный мешок не содержит более достаточного количества кислорода, он нажимает на кнопочный клапан и восполняет убыль кислорода в мешке, следя, однако, за тем, чтобы это поднятие давления в мешке не доходило до такой степени, когда мешок окажется плотно надутым. Если при работе прибора такое вздутие мешка будет иметь место, что отразится на легких человека в виде известного противодействия при дыхании, то носитель прибора прибегает к помощи клапана для выпуска избыточного воздуха, нажимая на который он освобождает мешок от излишнего давления. Продолжительность действия прибора, определяемая при нормальной рабочей нагрузке носителя в 1 час, зависит от количества производимой им работы и может быть продлена при малой нагрузке человека или при нахождении его в нерабочем состоянии (нахождение в готовности, в резерве). Путем наблюдения за манометром, обученный носитель прибора может контролировать как имеющийся еще запас кислорода, так и остающееся время действия прибора.

Кроме нормального „Самоспасателя“, описанного устройства, этот же тип (Дрегер-Тюббен 1924 г.) представлен в виде упрощенной конструкции для кругового и маятникового дыхания. В этом случае

у прибора упраздняются: постоянное дозирование газа, манометр и кнопочный клапан для кислорода. Прибор приобретает особую простоту при маятниковом дыхании (рис. 93 и 94), состоя только лишь из баллона с кислородом, калиевого патрона, клапана избыточного воздуха и дыхательного мешка. Эта крайняя простота, достигнутая путем упразднения весьма ценных контрольных и регулировочных органов, лишает, вместе с тем, нас возможности смотреть на этот прибор, как на дыхательный аппарат для продолжительного действия и работы при высокой нагрузке. Он может лишь явиться „самоспасателем“ в тесном смысле этого слова, т.-е. прибором, сложенным в определенных базах (рудничные убежища) и служащим для облегчения быстрой эвакуации рабочих при катастрофе в шахте.

Обычной принадлежностью всех приборов Дрегера является особого устройства кожаная фуражка—кэпи. Эта фуражка устроена со стяжным ремешком сзади и потому может быть подогнана к любой голове. Она играет роль в качестве держателя маски и некоторой защиты головы. Спереди имеется ремешок для крепления электр. лампы—способ, кстати сказать, излюбленный американцами.

#### **Малый дыхательный аппарат Дрегера Кв, модель 1928 г.**

Отличительной особенностью этого прибора на 1 час дыхания по сравнению с „Самоспасателем“ Дрегер-Тюббен 1924 г. является перенос дыхательного мешка с бокового или грудного расположения на спину, где он помещается в одном футляре со всеми остальными деталями прибора. Эта перестройка аппарата произошла без уменьшения емкости мешка, равной 5,5-6 л. Ранец-футляр, изготовленный из легкого металла, состоит из двух половинок: неподвижной, прилегающей к спине, и откидной, внешней, имеющей вид раскрывающихся дверей. Дыхательные гофрированные рукавчики проходят над плечами человека и присоединяются к маске или мундштуку. Дыхательный мешок хорошо защищен, находясь между внутренней стенкой ранца и кислородным баллоном и калиевым патроном с их соединительной арматурой, выступающими несколько вперед и дающими мешку достаточно места для „игры“. Запорный вентиль баллона, кнопочный клапан добавочного кислорода и манометр лежат свободно-доступными в вырезе в дверцах ранца. В частном случае манометр может быть помещен на левой стороне груди, будучи связан с ранцем гибким бронированным рукавчиком. Предохранительный клапан излишнего воздуха находится между баллоном и патроном на воздушном рукавчике. Последний присоединен к клапанной коробке, представляющей собою одновременно соединение с калиевым патроном и дыхательными рукавчиками. Ранец плотно прилегает к спине, имея рельеф последней и будучи притянут поясным и плечевыми ремнями. По своему весу



Рис. 94.  
Упрощенный „Самоспасатель“

и размерам описываемый прибор—самый портативный среди дыхательных аппаратов регенеративного действия с запасом сжатого кислорода. Вес его составляет 9,44 кг.

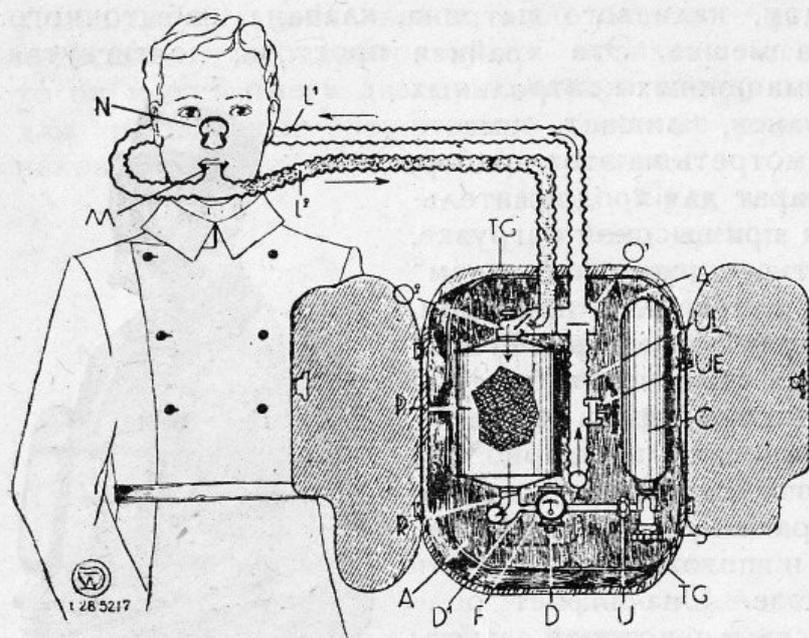


Рис. 95. Схема работы малого прибора Дрегера KG мод. 1928 г.

TG—ранец прибора. Остальные обозначения—по предыдущ. типам

количестве 120 л. Кислород по дороге понижает свое давление, проходя через редукционный клапан *R*, и получает указанную дозировку в канале *D*<sup>1</sup>. В мешке *A* происходит освежение кислородом освобожденного от углекислого газа воздуха. Вдыхаемый воздух притекает по воздушному рукавчику *UL* к клапану вдоха *O*<sup>1</sup> и по рукавчику *L*<sup>1</sup> поступает в мундштук *M*. При образовании избытка воздуха начинает травить клапан *UE*. Если потребность в кислороде, в случае особо напряженной работы, превысит нормальную дозу в 1,5 л/мин., то носитель прибора имеет возможность нажатием пальца на кнопочный клапан *D* получить добавочное количество кислорода.

Описанный прибор получил большое распространение в пожарном деле.

### Прибор Аудос на 1 час дыхания, модель 1926 г.

Прибор этот принадлежит к продукции германской фирмы „Hanseatische Apparatebau Gesellschaft“<sup>1</sup> и конструктивно выполнен следующим образом (рис. 97). Выдыхаемый воздух из мундштука *M* попадает через резиновый гофрированный рукавчик и клапан вы-

Рабочий процесс в аппарате протекает следующим образом. Выдыхаемый воздух, содержащий в своем составе углекислый газ, идет по рукавчику *L*<sup>2</sup> и через клапан выдыха *O*<sup>2</sup> попадает в калиевый патрон *P*. Отсюда воздух, будучи освобожден от углекислого газа, поступает в воздушный мешок *A*. Между тем, в этот же мешок притекает 1,5 л кислорода в минуту, вытекающего из баллона *C*, где он находится под давлением в 150 атм. и в



Рис. 96. Малый прибор Дрегера KG, 1928 г.

<sup>1</sup> Недавно произошло слияние этой фирмы с фирмой Ауэр (Degea).

дыха *V. A.* в калиевый патрон *P.* Отсюда очищенный воздух проходит в резиновый дыхательный мешок *B.* При вдохе стенки этого мешка спадутся и прижмут друг к другу находящиеся внутри мешка рычаги *H,* действующие на впускной клапан *V* специального устройства, непосредственно управляющий впуском кислорода высокого давления в мешок. Впуск этот будет продолжаться до тех пор, пока регулирующие рычаги не вернуться в свое исходное положение, что произойдет при достаточном наполнении дыхательного мешка. Для предотвращения ненормального переполнения мешка предусмотрен автоматический выпускной клапан пружинного типа. Но препятствовать такому переполнению должен, в первую очередь, сам легочно-автоматический клапан. Добавочный впуск кислорода вручную производится помощью кнопочного приспособления, действующего на этот же впускной клапан. Далее, конструкторы прибора обратили внимание на возможность удаления того азота, который попадает в прибор вместе с кислородом из баллона. Для этой цели устроен продувочный клапан, комбинированный с клапаном выдыха *VA* и действующий автоматически. Дальнейшими принадлежностями прибора являются слюноуловитель *S,* помещенный под клапанной коробкой, и манометр, выведенный к уровню груди. Весь прибор защищен металлическим футляром и может находиться на боку или спине. Средством приключения прибора ко рту человека является мундштук (с носовым зажимом и очками) или газовая маска. Прибор без маски весит 8,7 кг.

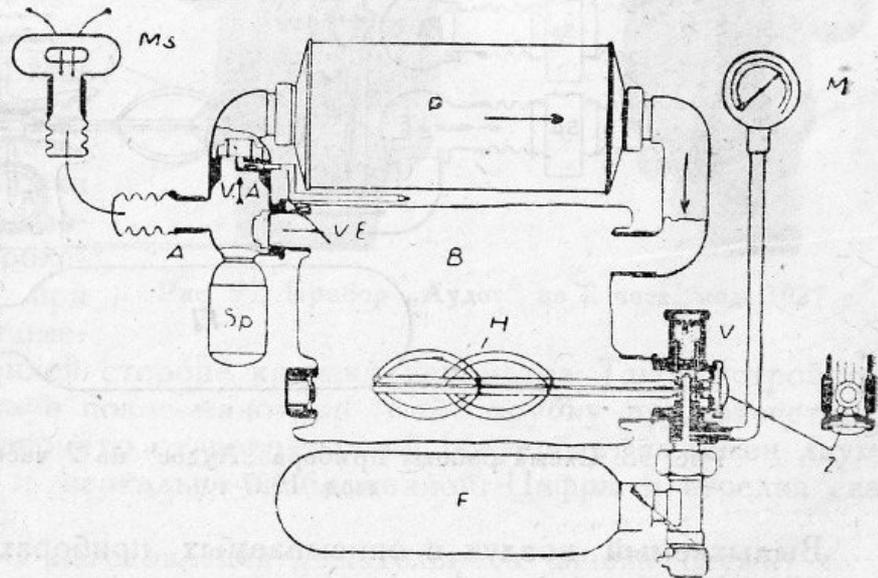
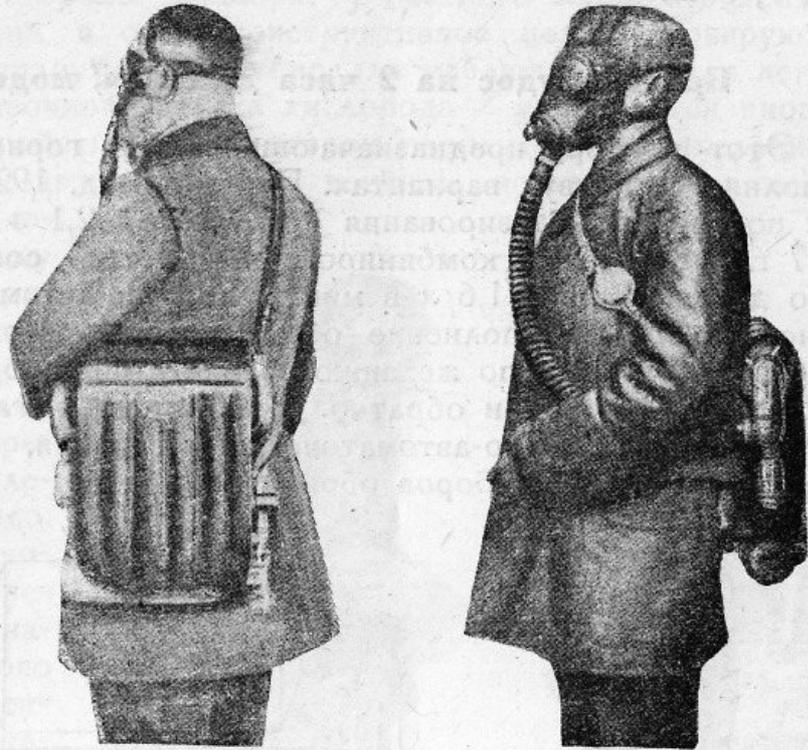


Рис. 97. Прибор „Аудос“ на 1 час дыхания, мод. 1926 г.

Дальнейшими принадлежностями прибора являются слюноуловитель *S,* помещенный под клапанной коробкой, и манометр, выведенный к уровню груди. Весь прибор защищен металлическим футляром и может находиться на боку или спине. Средством приключения прибора ко рту человека является мундштук (с носовым зажимом и очками) или газовая маска. Прибор без маски весит 8,7 кг.

### Прибор Аудос на 1½ часа дыхания, модель 1925 г.

Повторяя в своей конструкции предыдущий тип, этот прибор отличается от него большим объемом калиевого патрона и кислородного баллона. Последний равен 1 л, баллон же предыдущего типа равен 0,8 л. Соответственно возрастает и общий вес прибора, равный 9,55 кг.

### Прибор Аудос на 2 часа дыхания, модель 1926-27 г.

Этот прибор, предназначенный для горноспасательного дела, выполняется в двух вариантах. Первый (мод. 1926 г.) проводит принцип постоянного дозирования кислорода в 2,1 л в мин; второй (мод. 1927 г.) использует комбинированный метод, состоящий из постоянного дозирования в 1,6 л в мин. и легочно-автоматического вентиля. Конструктивное выполнение обоих типов проведено таким образом, чтобы можно было по желанию превратить прибор одного типа подачи кислорода в другой и обратно. Делается это легко, путем вставления или удаления легочно-автоматического вентиля, гнездо для которого предусмотрено у приборов обоих типов.

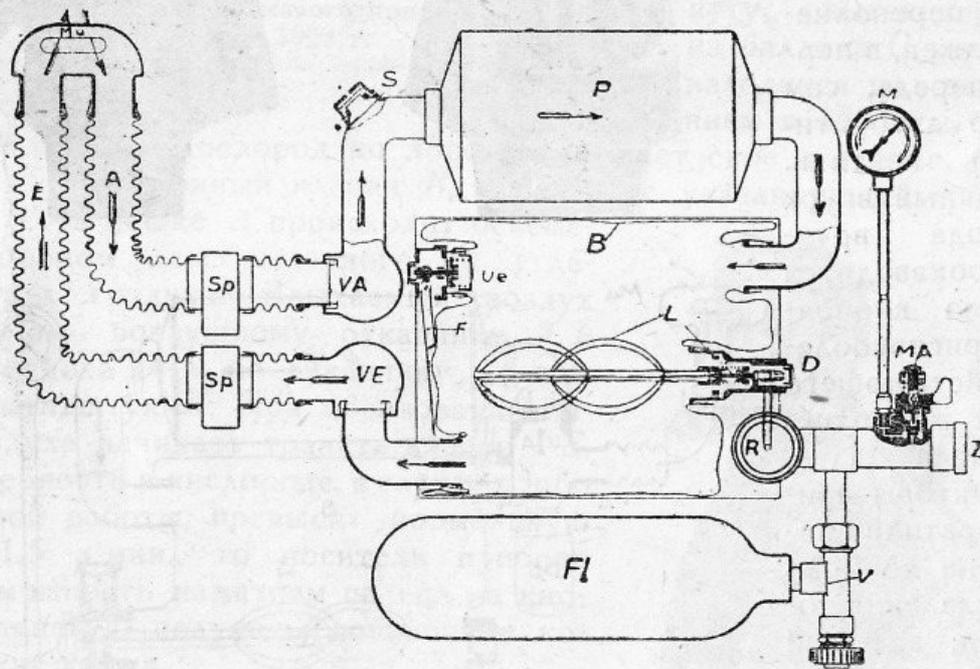


Рис. 98. Схема работы прибора „Аудос“ на 2 часа дыхания, мод. 1927 г.

Выдыхаемый воздух в описываемых приборах идет по своему отдельному рукавику *A* и, минуя по дороге слюноуловитель *Sp*, проходит через клапан выдоха *VA* в калиевый патрон, откуда попадает в дыхательный мешок *B*, заключенный в особый футляр в виде ящика. Очищенный и обогащенный кислородом воздух через клапан вдоха *VE* и отдельный рукавчик вдоха *E* со своим слюноуловителем поступает в мундштук *Mu*. В том варианте, который основан на постоянном дозировании, кислород в количестве 2,1 л в мин. поступает в дыхательный мешок при посредстве редукционного клапана. Если приток кислорода превысит потребность, то переполненный мешок будет травить избыток воздуха через выпускной клапан

в атмосферу, при чем привод в действие этого клапана происходит при нажиме стенки мешка на рычаг *F*. Такое устройство проведено у приборов обоих вариантов. Вся арматура по подаче кислорода, состоящая из редукционного клапана, запорного вентиля для манометра, манометра, клапана добавочного кислорода, дозирующего сопла и, при втором варианте, легочно-автоматического вентиля, расположена с правой стороны прибора, у главного запорного вентиля баллона, и объединена в одно конструктивное целое. Дозирующее сопло *D* находится снаружи, доступно для наблюдения и для легкой смены. Клапан добавочного впуска кислорода *Z* управляется кнопочным пружинным устройством. При втором варианте к перечисленному прибавляется легочно-автоматический вентиль, вставляемый в мешок через гнездо, принадлежащее редукционному клапану. Рычаги, приводящие в действие этот вентиль, снабжены пружинящими проволочными придатками, не препятствующими вставлению вентиля в гнездо. Металлическая бронированная трубка, ведущая к манометру, начинается от запорного вентиля *MA*, устроенного для предотвращения утечки при случайном повреждении манометра или трубки. Манометр *M* подвешивается к правому плечевому ремню для носки прибора, при чем наблюдение за его циферблатом производится при помощи зеркала, помещенного на внутренней стороне крышки манометра. Такое устройство позволяет оставлять в покое манометр и его трубку при отсчете, а также защищает манометр от повреждений. Циферблат снабжен двумя шкалами: прямой и зеркально-изображенной. Цифры и стрелка светятся в темноте.

Материалом для изготовления дыхательного мешка служит вулканизированная пневматическая резина, плотная и эластичная. Все соединения выполнены легко разбираемыми нарезными штуцерами, при чем соединительные бесшовные трубы устроены с удобообтекаемыми закруглениями и большого диаметра, в целях снижения сопротивления прибора дыханию.

Дыхательные гофрированные рукавчики из резины, покрытой материей, снабжены каждый отдельным слюноуловителем с тем расчетом, чтобы обеспечить ответственные части прибора от проникновения слюны при любом положении прибора, могущем оказаться на практике. Слюноуловители эти устроены таким образом, что не дают



Рис. 99. Прибор „Аудос“ на 2 часа, мод. 1927 г.

возможности слюне вытекать обратно. Опорожнение и чистка их производятся при удалении спускового винта. Вес слюноуловителей не отягчает рукавчиков (а с ними и мундштука,) и воспринимается ремешками, крепящимися к левому носильному ремню.

Имея вид ранца, аппаратура прибора в верхней части содержит калиевый патрон, в средней—ящик с дыхательным мешком и в нижней—горизонтально расположенный кислородный баллон. Ящик мешка является основой, на которой крепится вся аппаратура. Передняя стенка ящика сделана откидной и позволяет иметь наблюдение за состоянием мешка.

Так как габаритные размеры ранца превышают размеры приборов предыдущих типов, то он носится только на спине, при помощи плечевых носильных ремней и пояса. На спине проходит широкий поддерживающий ремень, что не дает металлу нигде прикасаться к телу носителя прибора и оставляет между ранцем и спиной некоторый зазор для вентиляции и предотвращения, тем самым, отпотевания спины при работе.

Присоединение прибора к органам дыхания происходит или помощью мундштука или маски. При первом способе рукавчики подходят к металлическому двойнику, заканчивающемуся собственно мундштуком, сделанным из специальной красной резины и подходящим к любой форме челюсти. Две цапфы с утолщениями, предназначенные для держания в зубах, служат для удобного удерживания мундштука. Металлическая часть мундштука прикреплена к кожаной перемычке, от которой отходят головные удерживающие ремни. Дымовые очки носят наверх этих ремней и могут, в случае надобности, быть надеты или сняты без освобождения мундштучных ремней.

Маска, применяемая вместо мундштука, сделана из кожи, снабжена большого размера окнами и выполнена с возможным уменьшением вредного пространства. Изготавливается трех размеров.

### **Дыхательный прибор Дрегера для больших высот**

Наш перечень современных дыхательных приборов, действующих на принципе изоляции, был бы не полон, если бы не был упомянут дыхательный прибор Дрегера, предназначенный для летчиков, поднимающихся на большую высоту. Как известно, разреженное состояние воздуха по мере поднятия ввысь становится все более нестерпимым и грозит смертью на высоте ок. 9000 м. Между тем, летчики, стремящиеся к побитию мирового рекорда полета на высоту, поднимаются на высоту, значительно превышающую указанную. Так, напр., 26 мая 1929 г. германским летчиком В. Нейенгофен был установлен мировой рекорд полета в высоту — 12.739 м. Взятие такой высоты стало возможным лишь путем применения особого служащего для летчиков изоляционного дыхательного прибора. Этот прибор состоит из кислородного баллона, сделанного из легкого сплава „лаугаль“ и снабженного обычной арматурой дыхательного мешка с легочно-автоматическим расходом кислорода и мундштука. Все рукавчики — бронированные, мешок защищен клеткою-ранцем (рис. 100).

Основной установкой в работе этого прибора является обеспечение летчику доставки такой дыхательной смеси, содержание кислорода, в которой оставалось бы совершенно одинаковым, вне зависимости от

характера окружающей среды. Это обстоятельство является весьма важным, так как именно оно обеспечивает летчику постоянную трудоспособность, независимо от высоты поднятия самолета. Применение здесь легочно-автоматического принципа доставки кислорода совершенно освобождает летчика от необходимости заботиться о своем дыхании, что особенно ценно при тех трудностях, с которыми связано сверх-высокое, рекордное летание.

Для исследовательской работы по приборам описанного типа фирмой Дрегер построена вакуумная камера, имеющая вид железного клепаного резервуара со стеклянными окнами для наблюдения за измерительными приборами. Расход кислорода из баллона во время этих испытаний проверяется по газометру Пинча и путем взвешивания баллона до и после опыта. Степень вакуума в камере будет соответствовать высоте подъема воображаемого аэроплана, почему в камере и установлен под окном для наблюдения так наз. альтиметр, т. е. барометр, градуированный на метры высоты над уровнем моря и служащий на воздушных кораблях указателем высоты подъема.

Мы считаем необходимым попутно указать, что примененный здесь способ изготовления баллонов из легкого сплава „лауталь“ был тщательно испытан в Германии, дал благоприятные результаты и обещает привести к весьма желательному снижению веса кислородных дыхательных приборов разных типов.



Рис. 100. Прибор Дрегера для больших высот, примененный при установлении мирового рекорда высоты

## ГЛАВА XVI

### ВОДОЛАЗНЫЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

#### Приборы тяжелого типа

Особым разрядом дыхательных приборов изолирующего типа являются водолазные приборы. Они могут быть разделены на две категории. К первой должны быть отнесены тяжелые приборы, соединенные со специальными костюмами и предназначенные для продолжительных и тяжелых работ на глубине от 15 до 40 м. Эти приборы не являются спасательными аппаратами, в виду значительного времени, необходимого для приведения водолаза в готовность, и могут явиться спасательными приборами лишь в частном случае — спасания людей из затонувшей подводной лодки.

Ко второй категории относятся легкие приборы, быстро надеваемые, не связанные со специальным костюмом и служащие главным образом для спасательных целей.

Приступая к описанию новейших водолазных приборов тяжелого типа, укажем, прежде всего, что мы имеем в виду приборы для нормальных давлений, соответствующих глубине не более 40 м.

Специальные костюмы для больших глубин, не носящие, по существу, характера дыхательных приборов, а как бы превращающиеся в водолазный колокол с заключенным в нем человеком, мы здесь не рассматриваем, тем более, что эти костюмы не носят характера общеупотребительных приборов.

Выпущенный фирмой Дрегер шланговый водолазный прибор, предназначенный для доставки водолазу свежего воздуха

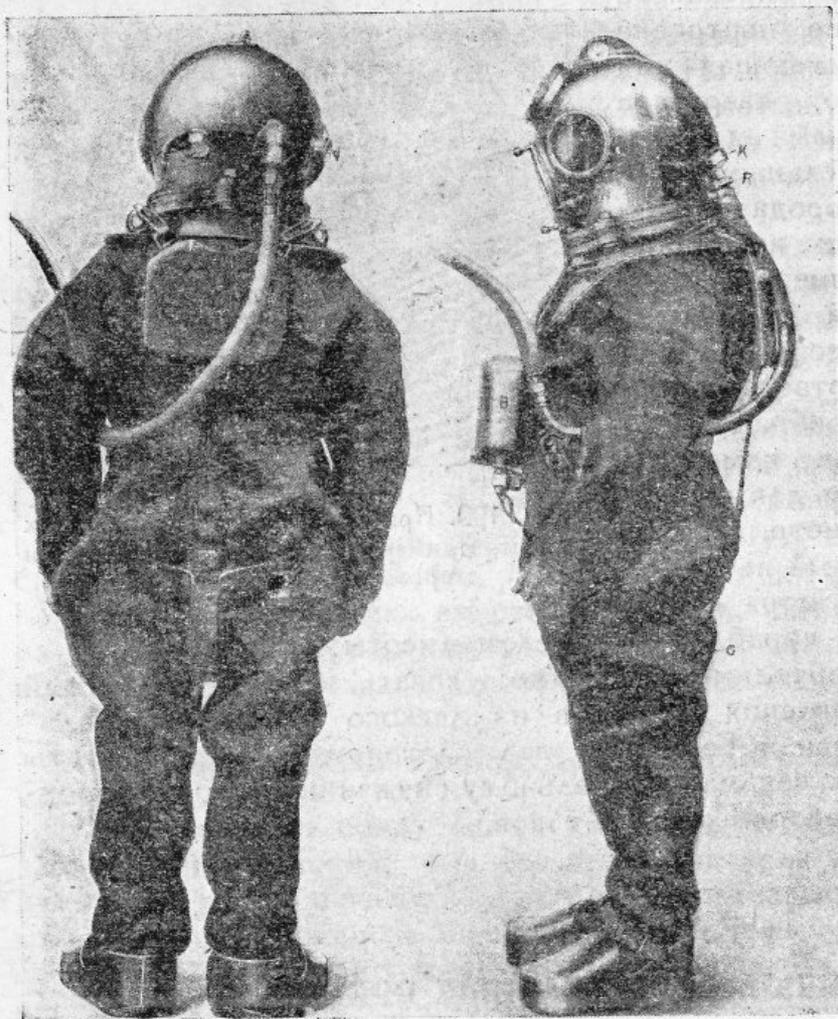


Рис. 101. Шланговый водолазный прибор Дрегера

В—грудной груз со сжатым воздухом, С—добавочный груз, Н—автоматический выпускной клапан, W—кнопочный выпускной клапан, R—штуцер рукава, К—ввод для телефона

извне, при помощи воздушного насоса и рукава. Шлем этого прибора отличается от старых типов, вследствие наличия углубления в затылочной части, защищающего помещенные здесь штуцер для рукава и ввод телефона. Крепление шлема к фланцу производится тремя, а в другом варианте даже двумя болтами. Устройство грузов, необходимых у аппарата для понижения центра тяжести, т. е. для противодействия перевешивающему влиянию шлема, подверглось здесь более рациональному распределению тяжестей, чем у старого типа, где грузы заключались, кроме грудного и

спинного, еще в свинцовых подошвах башмаков, крайне затруднявших передвижение водолаза по-суху. В описываемом приборе башмаки сделаны легкими, а вместо этого введен добавочный груз, помещенный между ногами и подвешенный на ремнях. Помимо облегчения передвижения водолаза, это устройство позволяет ему работать при любом положении тела. Рационализация прибора, по сравнению со старыми типами, выразилась еще в одном весьма интересном нововведении, а именно, в устройстве обычного грудного груза в виде сосуда с сжатым воздухом, запасенным в количестве 180 л. Этот воздух дает

возможность водолазу спастись при повреждении дыхательного рукава, увеличив за счет этого запаса объем своего костюма и всплыв на поверхность воды. Шлем снабжен автоматическим и кнопочным выпускными клапанами.

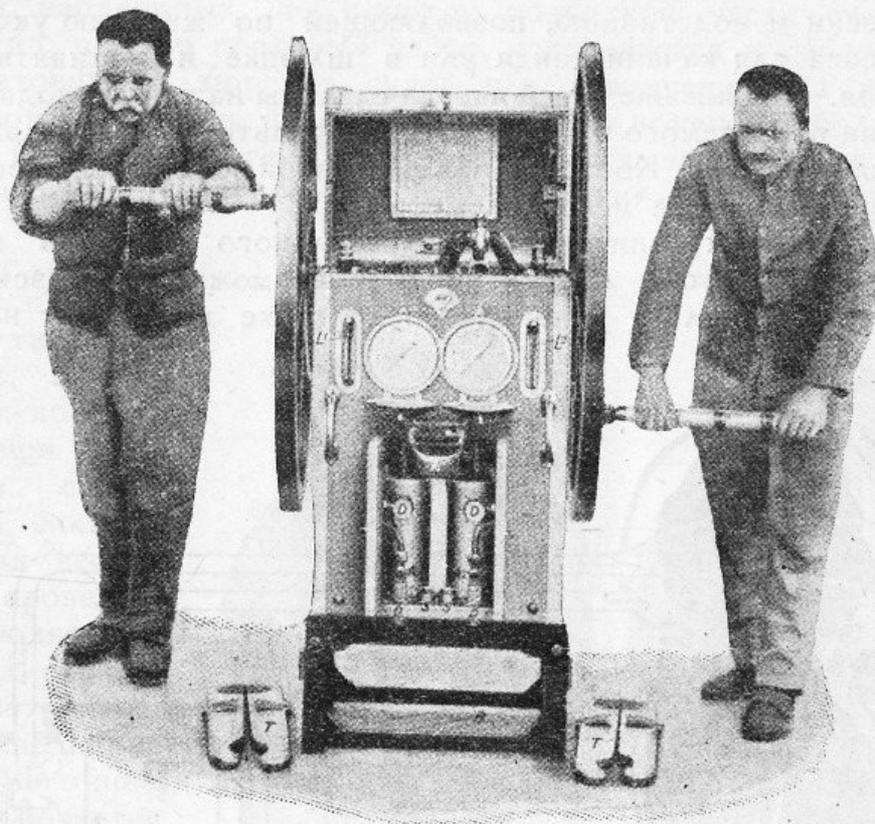


Рис. 102. Воздушный насос для водолазного шлангового прибора Дрегера

В—подставка, Т—складные ручки для переноски

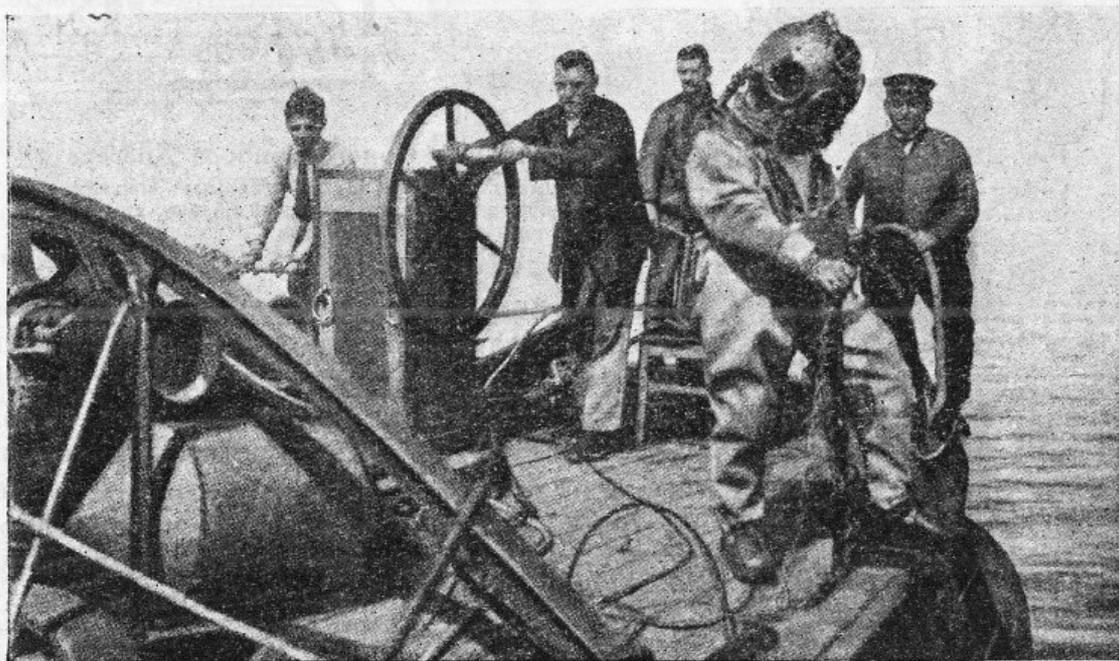


Рис. 103. Спуск водолаза, снабженного шланговым прибором Дрегера

Воздушный насос, обеспечивающий водолазу подачу необходимого количества воздуха, устраивается в виде поршневого насоса

двойного действия с одним или двумя цилиндрами, или же ординарного действия с двумя или четырьмя цилиндрами, допуская в своих вариантах увеличенного расхода возможность снабжения воздухом двух водолазов одновременно. Насосы снабжаются складными ручками для переноски и подставкою, позволяющей по желанию укорачивать высоту насоса для качания сидя или в шлюпке и удлинять ее для работы стоя. Подвижные части насоса сделаны на шарикоподшипниках. Для очистки подаваемого воздуха устроен фильтр, а для охлаждения — водяной холодильник. Контроль над доставкой воздуха осуществляется при помощи манометра и воздухомера.

Достоинствами описанного дыхательного прибора являются сравнительная простота конструкции и возможность повсеместного употребления, поскольку речь идет о доставке в аппарат наружного

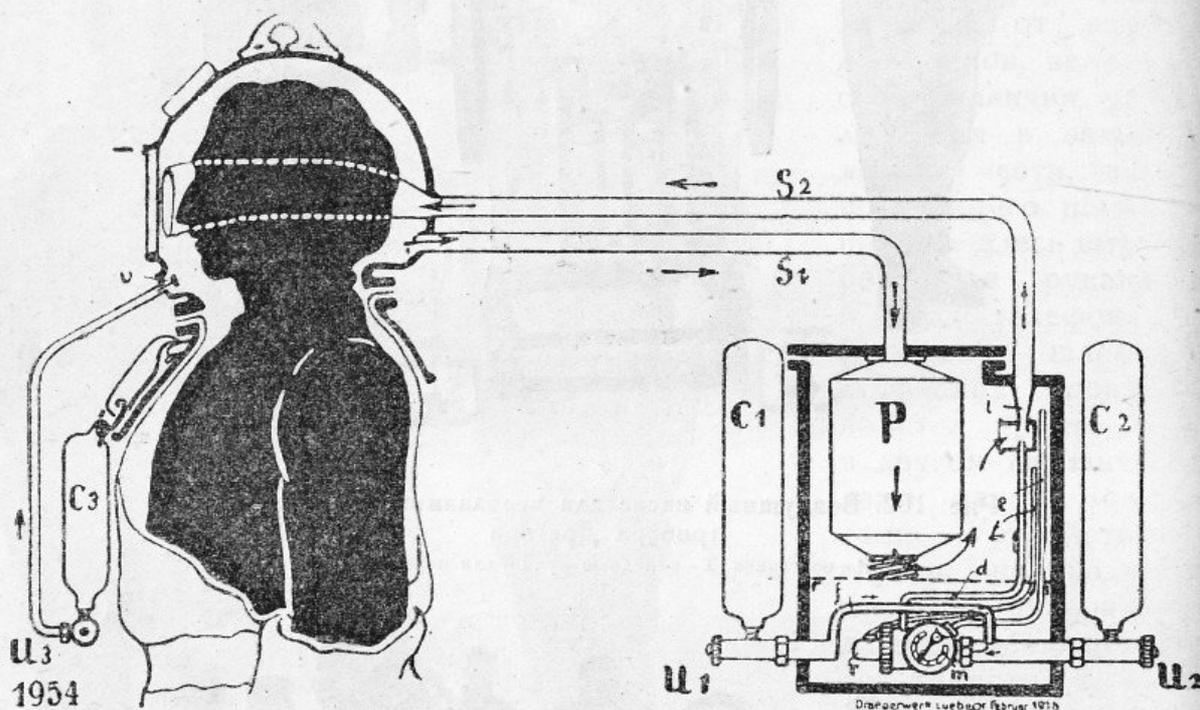


Рис. 104. Схема работы регенеративного водолазного прибора Дрегера  
 $C_1$ ,  $C_2$ —баллоны с кислородом,  $P$ —поглотительный патрон,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ —запорные вентили,  
 $S_1$ —рукавчик выдыха,  $S_2$ —рукавчик вдоха,  $i$ —инжектор,  $r$ —редукционный клапан,  $m$ —манометр,  $v$ —клапан для впуска сжатого воздуха из баллона  $C_3$

воздуха, без применения сжатого кислорода и калиевого патрона, достать которые не везде представляется возможным. Недостатки этого прибора заключаются в самом методе подачи воздуха, требующем наличия рукава и качальщиков у насоса. Водолаз, далее, связан с базой и не обладает свободой передвижения, а кроме того ставит свою безопасность в зависимость от состояния нагнетательного рукава.

В связи со сказанным выявляется особая заманчивость такого водолазного дыхательного прибора, который давал бы водолазу такую же независимость, как и автоматические изоляционные приборы на суше. Таковыми являются регенеративные приборы, работающие по такому же принципу, как описанные нами нормальные приборы этого рода.

Водолазные дыхательные приборы регенеративного действия, выпускаемые фирмой Дрегер, строятся в двух вариантах: до 20 м погружения, с дозированием кислорода и продол-

жительностью действия от 2 до 3 часов, и до 40 м погружения, с дозированием кислорода или сжатого воздуха, с возможностью работать 2-3 часа на глубине в 40 м. Приборы первого типа применяются для портовых целей, для работ по устройству и ремонту мостов и набережных, по осмотру подводной части судов и т. д. Второй тип, помимо портовых работ, используется в работах по поднятию затонувших морских судов или извлечению из них грузов, в торговом и военном флоте. В пожарных командах больших приморских и приречных городов, зачастую вызываемых для работ по извлечению затонувших автомобилей, мелких судов и материалов, находят применение такие регенеративные приборы тяжелого типа. Так, например, Копенгагенская команда при помощи таких приборов совершила до сих пор целый ряд весьма удачно проведенных подводно-спасательных работ.

Конструктивное выполнение описываемого прибора заключается в шлеме, сидящем на фланце на двух или трех болтах и снабженном сзади вводами для двух дыхательных рукавчиков и телефона. Клапаны выпуска, автоматический и кнопочный, нагрудный груз — баллон со вводом в шлем, распределение прочих грузов — все это устроено по типу, описанному выше (для прибора с нагнетательным рукавом).

Что касается метода работы прибора, то основной установкой является здесь стремление дать водолазу, в его снаряжении, возможность дышать так же свободно, как и на свежем воздухе. Знакомый нам принцип регенерации, при котором поглощенный организмом кислород пополняется из аккумулялированного в баллоне запаса, здесь несколько видоизменен в смысле создания инжекторного принципа подачи очищенного калиевым патроном и освеженного кислородом воздуха. С правой стороны ранца расположен второй баллон, с сжатым воздухом, устроенный для равновесия (симметрично с кислородным

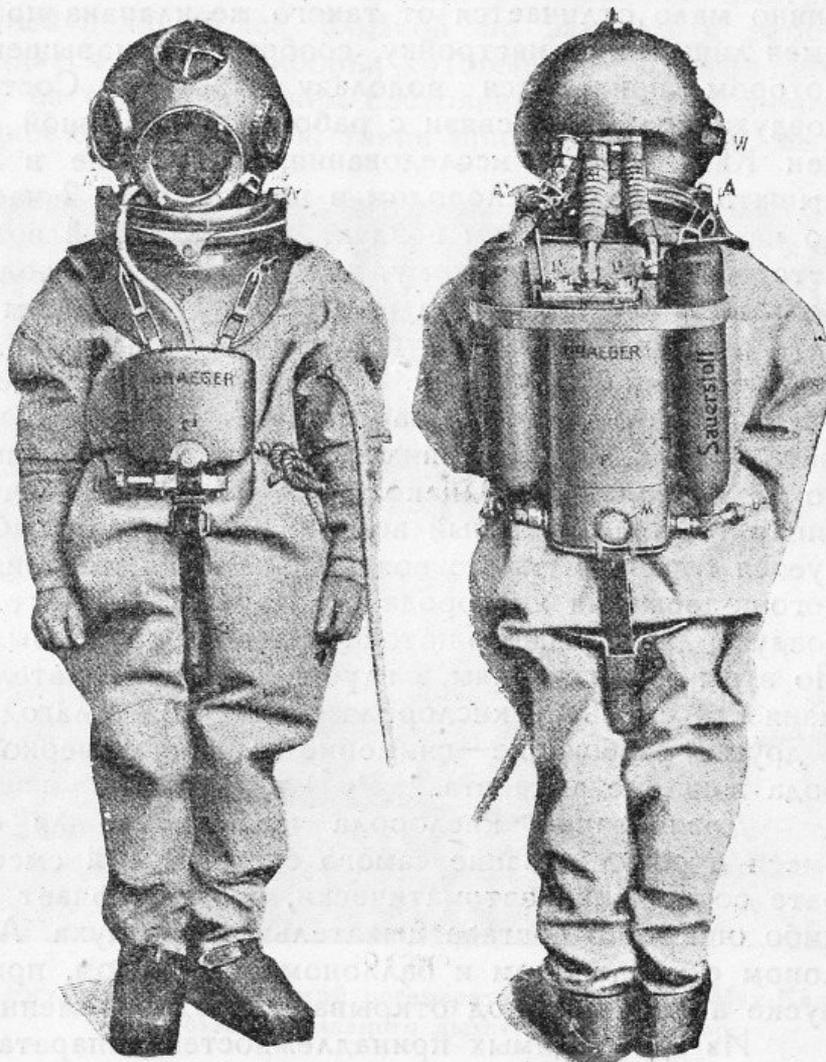


Рис. 105. Водолазный регенеративный прибор Дрегера

баллоном) и для регулирования всплывания водолаза, путем надувания воздухом костюма. Легкие башмаки из латуни, застегивающиеся одним ремнем и подвесной груз создают то улучшение в распределении грузов, о котором мы выше говорили.

Глубоководный прибор Дрегера с регенерацией предназначен для работы на глубине ниже 20 м. Между этим прибором и предыдущем типом, предназначенным для меньшей глубины погружения, существует разница, в отношении работы редукционного клапана и в смысле состава дыхательного воздуха.

Редукционный клапан для глубоководного аппарата конструктивно мало отличается от такого же клапана предыдущего аппарата, имея лишь иную настройку, сообразно с повышенным давлением, при котором приходится водолазу работать. Состав же дыхательного воздуха должен, в связи с работой на большой глубине, быть изменен. Как показали исследования, на глубине в 10 м водолаз может дышать чистым кислородом в продолжении 2 часов. За этот же срок, но на глубине в 90 м воздух, доставляемый водолазу, должен соответствовать атмосферному, имея 21% кислорода. При этом играет роль и рабочая нагрузка водолаза, но во всяком случае можно считать доказанным, что глубоководные аппараты должны производить дыхательный воздух с не слишком высоким содержанием кислорода. Таким образом, как бы напрашивается вывод о необходимости снабжать водолаза на больших глубинах только лишь сжатым воздухом, но не кислородом. Однако, было бы неэкономичным иметь при таком аппарате только сжатый воздух, так как для работы инжектора требуется гораздо меньше воздуха, чем для дыхания (с учетом процентного содержания кислорода в воздухе). Иначе говоря, запас сжатого воздуха для кругового потока в этом приборе был бы слишком велик. По этим соображениям в глубоководном дыхательном аппарате применяется смесь из кислорода с воздухом, благодаря чему выполняется и другое требование—снижение слишком высокого содержания кислорода в шлеме аппарата.

Дозирование кислорода и воздуха для образования газовой смеси и регулирование самого состава этой смеси происходит в аппарате совершенно автоматически, что исключает возможность каких-либо ошибок в составе дыхательного воздуха. Аппарат снабжен баллоном с кислородом и баллоном с воздухом, при чем оба они при пуске аппарата в ход открываются одновременно.

Из необходимых принадлежностей аппарата следует упомянуть о телефоне в шлеме, от которого отходит кабель в оплетке из манильской пеньки, намотанный на катушку на поверхности и одновременно служащий сигнальной веревкой и концом для поддерживания и вытаскивания водолаза. Телефон в шлеме состоит из громкоговорящего телефона и микрофона. Далее укажем на манометр со шкалой в метрах, помещенный внутри шлема и дающий возможность водолазу определять глубину своего погружения. Затем интерес представляет нагрудный груз, состоящий из комбинации электрического осветительного прибора с аккумулятором и лампой в 10 свечей и двух баллонов для сжатого воздуха по бокам, роль которых при грудном грузе была отмечена выше.

Из неотносящихся непосредственно к дыхательным приборам, но интересных технически принадлежностей упомянем еще о подводных санях для поисков затонувших судов, влекомых во взвешенном со-

стоянии буксиром и управляемых водолазом, а также о мощном подводном прожекторе с лампой накаливания в 3 000 свечей и автоматическим уравнителем давления, предназначенным для погружения на глубину до 200 метров.

### Приборы легкого типа

Мы говорили до сих пор о таких водолазных приборах, которые требуют специального костюма и снаряжения и предназначаются для работы на больших глубинах, являясь тяжелыми приборами для длительной и трудной работы, не носящей характер оказания быстрой помощи. Для последней цели, более близкой по задачам к работе пожарных команд, годятся такие приборы, которые можно легко перевозить, легко носить на себе в рабочем состоянии и быстро приводить в боевую готовность. Разумеется, такие приборы должны быть исключительно независимого действия (регенеративные или с запасом кислорода или воздуха), не связанные с подачей воздуха извне, что обеспечивает им большой радиус действия и свободу маневрирования под водой.

Собственно говоря, каждый прибор изолирующего типа, поскольку он является во всех своих частях абсолютно герметичным, может явиться подводным дыхательным аппаратом. Так, например, описанный



Рис. 106. Американский регенеративный прибор Мак-Каа, в качестве водолазного дыхательного прибора

нами дыхательный регенеративный аппарат Мак-Каа был с успехом испытан в Лос-Анжелосе (Америка) в качестве подводного дыхательного аппарата, без всяких видоизменений в конструкции прибора (рис. 106). При использовании регенеративных приборов под водой необходимо лишь озаботиться подвескою и целесообразным распределением особых грузов для увеличения веса человека и преодоления пловучести аппаратуры (дыхательного мешка и пр.).

Из специальных приборов легкого типа, выпущенных в качестве подводных дыхательных приборов, мы остановимся, прежде всего, на подводно-спасательном аппарате Дрегера, мод. 1926.

Этот прибор, работающий на принципе регенерации, предназначен главным образом для применения в местах общественного купанья, для спасания тонущих купальщиков. Основной установкой при кон-

струировании этого прибора явилась быстрота оказания помощи утонувшему. В промышленности такие приборы применяются для обследования каналов, очистки грязевых решеток и всасывающих коробок насосных станций, для наблюдения за подводными кабелями в реках и каналах городов и т. д. Кроме того, этот прибор дает возможность извлекать ценные затонувшие вещи и товары.

Для пожарных применение такого прибора представляется особенно ценным. Выезжая на спасение погибающих, пожарным в высшей степени важно иметь прибор, дающий возможность производить поиски погрузившегося в воду человека не вслепую, с затратой массы драгоценного времени, а при помощи подводного спасательного прибора, быстро надеваемого уже в пути следования к месту вызова. Хорошим дополнением к этому прибору является резиновая надувная лодка, вывозимая на передовом ходу. В практике германских пожарных команд отмечаются случаи, когда через 2 минуты по приезде пожарных на место для спасения тонущих, на воде находилась лодка с двумя гребцами, а под водой водолаз. Эффективность такого метода спасания, конечно, не подлежит никакому сомнению. При этом необходимейшим дополнением является присутствие здесь же вывозимого на пожарной машине прибора для искусственного дыхания.



Рис. 107. Подводно-спасательный прибор Дрегера мод., 1926 г.

а—дых. мешок, б—шейная цепь, с, h—дыхательные рукавчики, i—мундштук, j—нос. зажим, e—патрон, g—редукцион. клапан, d—запорный вентиль, f—клапан добав. кислорода, e—груз, k—сандалии

При производимых пожарными работами по извлечению затонувших мелких судов, автомобилей, и пр. подводно-спасательный прибор весьма ускоряет и облегчает задачу, давая возможность обследовать положение затонувшего объекта и удобно заводить тросы для под'ема.

При производимых пожарными работами по извлечению затонувших мелких судов, автомобилей, и пр. подводно-спасательный прибор весьма ускоряет и облегчает задачу, давая возможность обследовать положение затонувшего объекта и удобно заводить тросы для под'ема.

Конструктивно прибор выполнен следующим образом. К брезентовому жилету на спине прикреплен дыхательный мешок а (рис. 107), а к груди кислородный баллон в 0,6 л с давлением в 150 атм., с вентилем и редукционным клапаном, а также калиевый патрон. Дыхательные гофрированные рукавчики соединяют между собою детали прибора. Мундштук, очки и носовой зажим, как средства обеспечения максимальной герметичности и защиты глаз, применяются как здесь, так и во

всех конструкциях подводно-спасательных приборов. Кнопочный клапан позволяет водолазу, в случае необходимости, повышать приток кислорода. Манометр, градуированный на количество кислорода и время действия, служит показателем продолжительности работы прибора.

Упомянутые выше грузы распределены здесь следующим образом. К ногам притянуты помощью ремней железные сандалии весом в 4,5 кг пара, утяжеляющие ноги настолько, чтобы при ходьбе под водой их слегка тянуло вниз. Сзади к жилету подвешен груз, преодолевающий

пловучесть тела, и на шею надета цепь, образованная из зашитых в материю свинцовых цилиндров и имеющая двоякую цель: парализовать пловучесть дыхательного мешка и несколько оттягивать голову вперед, что весьма сильно облегчает хождение под водой. Дело в том, что ходьба вообще требует несколько наклонного вперед положения туловища, в воде же, где приходится преодолевать сопротивление среды, такой наклон особенно необходим. Кроме того, эта цепь облегчает сгибание туловища в том случае, если приходится что-либо искать на дне. Общий вес всего снаряжения—17,5 кг. Глубина, на которой возможно пребывание в этом приборе, определяется максимумом в 15 м.

Следует отметить, что описываемый прибор может быть применяем и в качестве прибора для дыхания в дыму. Очки для подводных работ по своей герметичности вполне подходят в качестве очков для дыма. Таким образом, за исключением грузов, вся остальная аппаратура представляет собою прибор, могущий быть примененным на пожаре, что является весьма ценным обстоятельством для пожарных, которые могут выгодно использовать этот прибор для двоякой цели.

Мы не говорили до сих пор о каком-либо специальном костюме для работы с подводно-спасательным прибором, так как подразумевали опускание спасателя или в своем костюме или при наскоро сброшенной с себя одежде. Разумеется, то и другое возможно лишь при теплой или терпимо-прохладной температуре воды. В северном климате, где рассчитывать на теплую температуру воды приходится лишь в немногие месяцы в году, приходится подумать о том, чтобы обеспечить возможность работы и в холодное время года.

С этой целью фирмой Дрегер выпущен водолазный резиновый костюм, специально предназначенный для носителей легких дыхательных приборов. Этот костюм состоит из двух частей: рубахи, сделанной заодно с рукавицами и капюшоном, и штанов, переходящих в сапоги. Таким образом получаются две линии герметичности, требующие обеспечения против проникновения воды—поясная линия и окружность головы и лица (лицо остается открытым). Для уплотнения поясной линии рубаха и штаны заканчиваются пружинящими полосами, плотно прижимающимися к телу, а капюшон имеет вокруг лицевого отверстия надувающуюся уплотняющую камеру (рис. 108). Костюм этот надевается столь быстро, что снаряжение пожарного водолаза может быть выполнено в пути следования к месту несчастного случая.

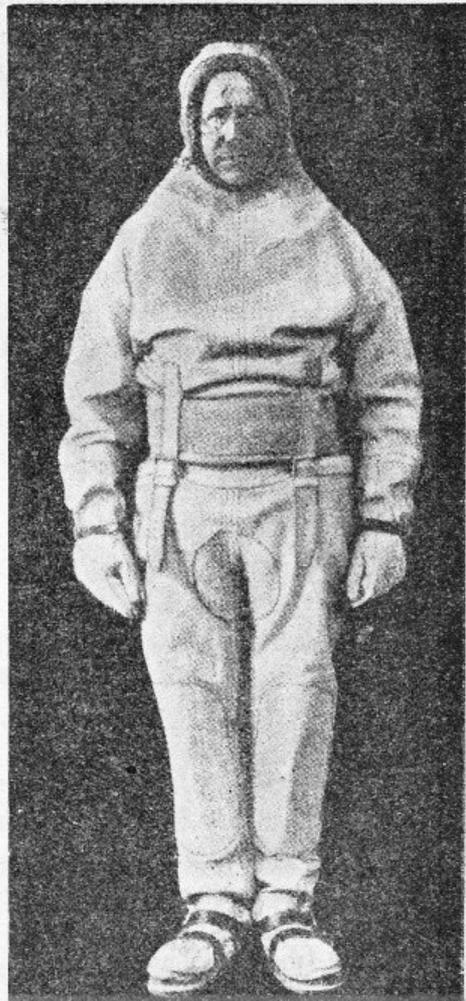


Рис. 108. Водолазный резиновый костюм Дрегера для носителей легких приборов

Стремление максимально уменьшить и удешевить подводно-спасательный прибор привело к выпуску фирмой Дрегер в 1929 году нового прибора легкого типа. Весь аппарат внешне как бы состоит из одного дыхательного мешка кольцевой формы, наподобие авто-камеры, лежащего на груди, плечах и спине человека. Ремень, пропущенный между ногами, притягивает подкладку, к которой прикреплен кольцевой мешок, плотно к плечам водолаза. Благодаря этому устраняется возможность смещения мешка, что привело бы к затруднительности дыхания. Дело в том, что высота расположения нижней кромки мешка имеет значение для легкости дыхания. Эта высота должна соответствовать высоте бронхов.

Мундштук прибора снабжен запорным краном, позволяющим превратить кольцевой дыхательный мешок в спасательный круг. Для этого водолаз, после своего поднятия на поверхность воды, сбрасывает грузы, вынимает мундштук изо рта и закрывает кран. Превратив, таким образом, прибор в поплавок, водолаз поддерживается им на поверхности в вертикальном положении.



Рис. 109. Прибор Дрегера легкого типа (на 15 м.) мод. 1929 г, а—дых. мешок, б—мундштук, в—носовой зажим, г—очки, д—дых. рукавчик, е—клапан избытка воздуха, ф—ремни для удержания прибора

Носовой зажим, применяемый здесь,— носого типа. Он снабжен бугелем, соединяющим его с мундштуком, пружинящим и смягчающим возможные толчки, благодаря чему весьма значительно снижается опасность соскакивания и потери зажима. Клапан избыточного давления служит для выпуска расширяющегося при подеме воздуха. Действие его — автоматическое, но он может быть приведен к выпуску и вручную. В нагрудной части мешка устроен карман, в котором хранятся подводные очки. Герметичность их такова, что позволяет применить их и в дыму и в газах, если прибор, что вполне допустимо, будет использован пожарными в качестве противодымного дыхательного прибора. Вес самого прибора (не считая необходимых для водолаза грузов) замечательно мал, составляя всего ок. 3 кг. Вместе с грузами прибор сохраняется в маленьком деревянном ящике.

По сравнению с подводно-спасательным прибором 1926 г, описываемый аппарат обладает весьма малой продолжительностью действия. Он не годится для серьезных спасательных работ, при которых требуется сравнительно долгое пребывание под водой. Но его необыкновенно быстрое приведение в готовность, благодаря малому объему и весу, и моментальное надевание, заключающееся в застегивании одной пряжки, делают этот прибор особенно применимым в местах общественного купания, где он дает возможность использования тех 10—12 минут, которые обычно протекают между погружением утопающего и наступлением смерти. В этом отношении нет разницы между применением обоих приборов, так как большая продолжительность действия прибора

1926 года все равно не может помочь оживлению утопленника, пробывшего в воде более упомянутого срока. Таким образом, там, где речь идет не о спасательных работах вообще (пожарные команды), а лишь только о спасании утопающих купальщиков, дешевый и простой прибор 1929 г. должен найти преимущественное применение.

## ГЛАВА XVII

### ИСПЫТАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРИБОРОВ

Дыхательные приборы, действующие по методу регенерации, являются особо ответственными приспособлениями в технике безопасности. Самый принцип изоляции, замкнутости того кругового потока, в который оказываются включенными органы дыхания человека, диктует особо тщательную проверку состояния всех деталей прибора.

Мы остановимся, прежде всего, на тех требованиях к дыхательным регенеративным приборам, которые предъявляются англичанами, в лице Комитета по исследованию спасательных приборов.

1. Конструкция прибора и возможность его применения. Прибор должен быть изготовлен из лучших материалов и построен настолько механически-прочным, насколько это требуют условия применения, напр., в горном деле. Все части должны быть изготовлены конструктивно-целесообразно и с учетом удобства ношения прибора. Аппарат не должен слишком стеснять носителя при ходьбе в согнутом состоянии или при ползании. Все части должны быть легко испытываемыми и ремонтируемыми. Баллон с сжатым кислородом должен иметь манометр, позволяющий судить о запасе газа и расположенный в поле зрения носителя прибора. Если манометр соединяется с баллоном гибкой трубкой, то как манометр, так и трубка (у которой возможна неплотность) должны отделяться от баллона при помощи запорного вентиля.

У прибора должен быть только один кислородный баллон. Вентиль баллона должен быть так устроен, чтобы он не мог сам закрываться, или же необходимо снабдить его соответствующим стопорным приспособлением. На случай выхода из строя редукционного клапана, должен быть предусмотрен обходный путь, для непосредственного попадания газа из баллона в круговой дыхательный поток. В этом потоке должен иметь место предохранительный клапан, лучше всего автоматический. В последнем случае прибор надо так устроить, чтобы была исключена возможность случайного сдавливания дыхательного мешка.

Перечисленные требования носят общеконструктивный характер. Если прибор этим общим условиям не удовлетворяет, он не должен подвергаться дальнейшим испытаниям.

2. Испытания патронов. У патронов с запечатанными жестяными коробками поглощающий материал должен быть расположен таким образом, чтобы он не смещался при тряске и тем самым не препятствовал проходу воздуха и не создавал бы „короткого замыкания“ воздушного потока. Если сама конструкция патрона не препятствует возможности таких дефектов, то берут три запечатанных патрона и подвергают тряске в течение трех минут, после чего пропускают через один из них в течение двух часов переменный воздушный

поток, насыщенный влагой при температуре крови и содержащий столько углекислого газа, сколько содержится его в выдыхаемом воздухе среднего человека, марширующего в течение часа со скоростью 6,5 км в час.

Другое испытание заключается в том, что патрон помещают в испытанный и найденный безупречным аппарат и измеряют сопротивление дыханию (в см вод. столба) и содержание углекислого газа при выходе из патрона. Патрон считается удовлетворительным, если измеренное максимальное сопротивление дыханию самого патрона не превышает 2" (5,08 см) вод. столба, а наивысшее содержание углекислого газа в выходящем из патрона воздухе остается ниже 2%.

3. Клапаны вдоха и выдыха. Неизбежный при работе клапанов „проскок“ воздуха, происходящий вследствие некоторой инерции клапанов, определяется английскими требованиями максимумом в 20%, при любом положении прибора и при расходе воздуха в 40 л в мин.

4. Длительные испытания. Эти испытания проводятся по 4 раза с каждым из приобретенных приборов, при чем каждый раз с другим человеком. Люди эти должны быть знакомы с работой в таких приборах. Надев прибор, испытатель должен маршировать 2 часа по ровной местности, со скоростью 6,5 км в час и с отдыхом по 5 минут через 30, 60, 90 и 105 минут. Во время этих остановок могут быть взяты пробы воздуха и производиться измерения температуры и прочие наблюдения.

Если испытываются приборы с постоянным дозированием кислорода, то таковое при начале опыта устанавливается в 2 л в мин., а в конце опыта подвергается измерению. До надевания прибора он должен быть подвергнут испытанию на герметичность и, в случае надобности, приведен в порядок. Точно так же и по окончании двухчасового испытания должен быть проведен контроль над герметичностью прибора. При испытании должен применяться исключительно кислород с чистотой не менее 98,5%. Баллоны должны быть до наполнения промыты таким же высокопроцентным кислородом. Во время упомянутых пауз из рукавчика вдоха берутся пробы воздуха и тотчас же анализируются на содержание кислорода и углекислого газа. Одновременно производится измерение температуры вдыхаемого воздуха и давления в баллоне.

Аппарат считается не выдержавшим испытания: 1) если он хотя бы в одном случае из четырех 2-часовых опытов не удовлетворял требованиям испытателя в течение всего опытного периода, 2) если максимальное содержание углекислого газа во взятых пробах превысило 2%, 3) если наивысшая температура вдыхаемого воздуха превзошла температуру окружающего воздуха более, чем на 20°, и 4) если общее сопротивление дыханию прибора по окончании 2-часового испытания оказалось выше 3" (7,62 см) водяного столба при расходе воздуха в 85 л в мин.

Дальнейшие требования английской комиссии касаются испытаний в дымовой камере и на воздухе, где упражнения с приборами передаются на усмотрение наблюдающего, для того, чтобы установить ошибки и границы применения приборов. Далее, они трактуют вопрос об устройстве носового зажима, который не должен сползать ни при падении человека, ни при выступлении пота на носу. Наконец, речь идет о специальных испытаниях газовой маски, если прибор снабжен таковою.

Таким образом, английские требования обнимают все важные пункты, могущие угрожать безопасности носителя прибора. Максимальный допустимый вес прибора не указан, как бы в том предположении, что пара кило веса в ту или другую сторону не может играть роли для физически выносливого человека. Точно так же эти правила не определяют габаритных размеров прибора и той работы (в *кг-м*), которая может быть потребована от носителя прибора.

Обращаясь к американским требованиям, выработанным Горным бюро министерства внутренних дел, мы видим, что они в общем совпадают с английскими правилами, будучи в важных пунктах более обширными, чем английские. В главнейшем они сводятся к следующему.

Приток кислорода должен быть достаточным при всех нагрузках, которые будут иметь место при испытаниях. Вдыхаемый воздух должен анализироваться с взятием пробы как можно ближе к мундштуку и никогда не должен содержать более  $2\frac{1}{2}\%$  углекислого газа. Средняя концентрация у всех проб, взятых в течение 2-часовых испытаний, не должна превышать 1%. Температура вдыхаемого воздуха должна быть не более  $43^{\circ}\text{C}$  при температуре наружного воздуха в  $29,5^{\circ}\text{C}$ . Желательно значительное снижение этой температуры  $43^{\circ}\text{C}$ .

Мундштук или газовая маска должны при правильном положении на лице иметь вредное пространство не более, чем в 250 *куб. см*.

Готовый к употреблению прибор должен вместе с головным убором весить по возможности не выше 16,33 *кг*. Если он весит более 18,14 *кг*, то он не подлежит испытанию.

Все части прибора, которые по характеру своей работы требуют стерилизации, должны быть в любой момент доступны для этой операции. Те детали, которые могут оказаться под механической нагрузкой, превышающей 0,35 *кг см<sup>2</sup>*, должны быть так сконструированы или снабжены такими предохранительными приспособлениями, которые обеспечат безопасность носителя прибора в продолжение предписанных правилами опытов. У приборов с дыхательными мешками камеры вдоха и выдоха должны вместе иметь не менее 8 *л* емкости. У тех же аппаратов, где такой мешок один, он должен вмещать по крайней мере 5 *л*. Перед началом опытов дыхательный мешок необходимо совершенно плоско сжать, чтобы изгнать из него азот.

Достоин внимания также требование о том, чтобы ни в одной точке кругового потока не имело места постоянное разрежение воздуха. Так же, как и англичане, американцы требуют наличия предохранительного клапана в круговом потоке, обходного клапана, на случай отказа редукционного клапана, и запорного вентиля у начала трубки манометра, в предвидении дефектов в этой трубке или в манометре. Запорный вентиль баллона должен быть снабжен приспособлением, препятствующим полному вывинчиванию шпинделя из клапана. Точно так же необходимо обеспечить носителю прибора возможность стопорить вентиль при достаточном открытии последнего. Манометры, градуированные на продолжительность действия или давление в баллоне, должны быть испытаны Горным бюро, в смысле точности показаний и правильности шкалы. При этом допускается отклонение в 3 *атм.*, по сравнению с нормальным манометром Горного бюро.

В случае применения легочно-автоматического регулирования притока кислорода, расход последнего должен в точности соответ-

вовать потребности человека. Приборы, снабженные мундштуком, должны иметь слюноуловитель и носовой зажим, пригодность которых должна определяться в процессе испытаний.

В отношении максимальных габаритных размеров приборов американские правила также не дают указаний, равно как и относительно работы, совершаемой носителем прибора (в км-м). В этом последнем направлении даны описания 15 опытов, производимых в газовой камере. Продолжительность каждого опыта — 2 часа. Рациональное ведение опыта обязательно должно сопровождаться врачебным контролем. Врач-специалист в области применения дыхательных приборов исследует носителя аппарата до начала опытов и контролирует физиологические воздействия испытаний. Если в процессе испытаний носитель прибора выйдет из строя по причинам, не зависящим от аппарата, то такой опыт надлежит считать недействительным и не влияющим на оценку качества прибора. Приведем описание опытов.

Опыт 1. Носитель прибора марширует по ровной местности со скоростью в 3,5 англ. мили (5,63 км) в час непрерывно, за исключением времени, потребного для взятия проб и измерения температуры.

Опыт 2, 3 и 4. Повторение опыта 1.

Опыт 5.

а) Ходьба 10 минут по ровной дороге, со скоростью в 3 англ. мили (4,83 км) в час.

б) Переноска мешка с кирпичем, весом в 50 англ. фунт. (22,68 кг) 10 раз через местность с препятствиями, каждый раз по 2 минуты.

в) 2 минуты перерыва для взятия пробы воздуха и измерения температуры.

г) Ходьба 10 минут по ровной дороге со скоростью в 3 англ. мили (4,83 км) в час.

д) Переноска тяжести в 45 англ. ф. (20,41 кг) на расстояние в 1000 англ. фут (0,30 км).

е) Поднятие в течение 5 минут 75 раз на высоту в 5 англ. фут (1,52 м) тяжести в 45 англ. фунтов (20,41 кг).

ж) Пилка дерева 10 минут.

з) 2 минуты перерыва для взятия пробы воздуха и измерения температуры.

и) То же, что в п. б.

к) До конца двухчасового опыта ходьба по ровной местности со скоростью 3 мили (4,83 км) в час. Пробы воздуха и измерение температуры производятся в перерывах по 2 мин., устраиваемых через 1½ и 2 часа после начала опыта.

Опыты 6, 7 и 8. Повторение опыта 5.

Опыт 9.

а) Ходьба 10 мин. по ровной местности, со скоростью в 3 мили (4,83 км) в час.

б) Ползание 5 мин. на расстояние 100 фут (30 м).

в) Лежание 5 мин. на боку.

г) Лежание 5 мин. на спине.

д) 2 минуты перерыва для взятия пробы воздуха и измерения температуры.

е) Ходьба 10 мин. по ровной местности, со скоростью в 3 мили (4,83 км) в час.

ж) Бег в течение 2 мин. на расстояние в 600 фут (180 м), что соответствует скорости в 6—8 миль (9,66—12,87 км) в час.

з) Ходьба 4 мин. на расстояние в 1000 фут (0,30 км), что соответствует скорости ок. 3 миль (4,83 км) в час.

и) До конца опытного двухчасового периода ходьба со скоростью 3 мили (4,83 км) в час. Через 1½ и 2 часа после начала опыта — пробы воздуха и определение температуры в течение 2-минутных пауз.

Опыты 10 и 11. Повторение опыта 9.

Опыт 12.

а) Ходьба 4 мин. по ровной местности на расстояние в 1000 фут (0,30 км), что соответствует скорости ок. 3 миль (4,83 км) в час.

б) Бег в течение 2 мин. на расстояние в 600 фут (180 м), что соответствует скорости в 6—8 миль (9,66—12,87 км) в час.

в) Ходьба 4 мин. на расстояние в 1000 фут (0,30 км), что соответствует скорости в 3 мили (4,83 км) в час.

г) Поднимание тяжести в 45 англ. фунтов (20,41 кг) в течение 5 мин. 75 раз на высоту в 5 фут (1,52 м).

д) Переноска такого же груза по ровной местности в течение 5 минут на расстояние в 1000 фут (0,30 км).

е) Переноска мешка с кирпичем весом в 50 англ. фунтов (22,68 кг) по местности с препятствиями, 5 раз по 2 мин.

ж) 2 минуты перерыва для взятия пробы воздуха и определения температуры.

з) Поднимание тяжести в 45 англ. ф. (20,41 кг) в течение 5 мин. 75 раз на высоту 5 фут (1,52 м).

и) Ходьба по ровной местности 10 минут со скоростью в 3 мили (4,83 км) в час.

к) Тоже, что в п. е.

л) 2 минуты перерыва для взятия пробы воздуха и измерения температуры.

м) Ходьба по ровной местности 4 мин. на расстояние в 1000 фут (0,30 км), что соответствует скорости в 3 мили (4,83 км) в час.

н) Поднятие тяжести в 45 англ. фунтов (22,68 кг) 75 раз в течение 5 мин. на высоту в 5 ф. (1,52 м).

о) До конца 2-часового периода ходьба по ровной местности со скоростью в 3 мили (4,83 км) в час. Проба воздуха и измерение температуры через 1½ и 2 часа, во время 2-минутных пауз.

Опыты 13 и 14. Повторение опыта 12.

Опыт 15. Этот опыт должен определить ту максимальную продолжительность действия, которая соответствует спокойному состоянию носителя прибора. Человек находится при этом в сидячем положении и не исполняет никакой работы, производя экономнейшее расходование кислорода. Каждые 30 минут берутся пробы воздуха и измеряется температура.

Последний опыт изображает тот случай, когда спасатель, снабженный дыхательным прибором регенеративного действия, оказывается отрезанным обвалившейся породой. Он вынужден ждать своего освобождения товарищами, проводя самое экономное расходование запаса кислорода. В подобном случае прибор с легочно-автоматическим дозированием имеет преимущество, однако и здесь необходимо от времени до времени продувать прибор, чтобы избежать опасности скопления азота или водорода. При наличии прибора с постоянным дозированием, носитель аппарата выключит редукционный клапан и будет оперировать обходным вентилем, пропуская лишь такое количество

кислорода, которое необходимо для продувания и нового наполнения дыхательного мешка.

Таковы в общих чертах английские и американские правила. Учитывая необходимость организации советского производства дыхательных приборов, в частности аппаратов изоляционного типа, мы считаем важным отметить те основные линии требований к приборам, которые диктуются современным состоянием техники. Эти линии таковы:

- 1) конструктивная и механическая,
- 2) физико-техническая,
- 3) химическая,
- 4) в отношении работоспособности прибора.

### 1. Конструктивная и механическая сторона

Прибор должен быть построен на принципах рациональности и представлять собою одно органическое целое. Необходимо признать, что построенные до сих пор приборы частью не удовлетворяют этому последнему требованию, представляя собою лишь собрание соединенных между собою кислородных баллонов, патронов, мешков и рукавчиков.

Применяемые материалы должны быть наивысшего качества. Использование механических свойств этих материалов должно лежать в допустимых пределах. Все чувствительные части подлежат защите от возможных повреждений. Соединение отдельных деталей между собою должно производиться с минимумом винтов и гаек, могущих отвертываться в процессе работы прибора. Точно также следует избегать излишнего количества чувствительных частей, вроде дозирующих сопел, могущих засоряться, и автоматов, на которых могут влиять пот, конденсирующаяся вода или слюна. Прибор не должен представлять собою шедевр точной механики. В него должны войти лишь самые простые и безотказно работающие части. Всегда необходимо иметь в виду, что аппарат вместе со своим носителем может подвергнуться в серьезных случаях самым тяжелым воздействиям.

Все воздухопроводы, которые только можно выполнить жесткими трубами с неизменным сопротивлением потоку воздуха, должны быть устроены именно таким образом. В этом смысле следует ограничить применение резиновых рукавчиков минимумом, допуская их только там, где они незаменимы, т. е. для гибкого соединения прибора с маской или мундштуком.

Что касается вопроса об установлении максимальных границ для габаритных размеров и веса прибора, то в этом отношении приходится проявить сдержанность, не ставя абсолютных рамок. Если, например, конструктору удастся избежать таких вспомогательных деталей, как дозирующие сопла, автоматы и т. д., и несмотря на это добиться не худших результатов, то ему с легким сердцем можно разрешить известное превышение размеров и веса прибора. Это последнее неудобство будет тогда перекомпенсировано повышенной безопасностью и надежностью прибора. С точки зрения минимума веса, казалось бы, следует предпочесть приборы с легочно-автоматическим дозированием, так как они дают экономию в кислороде, т. е. в весе баллона. Однако соображения безопасности заставляют заботиться о продувании прибора, с целью изгнания азота или водорода, а отсюда

вытекает повышенное количество кислорода, так что экономия получается незначительная. Кроме того необходимо учесть возможность неплотности в любом приборе и в этом смысле важно, чтобы в аппарате всегда был некоторый избыток давления в 0,5 — 1 см вод. столба, гарантирующий, в случае неплотности, ток воздуха из прибора наружу, но не наоборот. У приборов с автомагическим регулированием, при неплотности прибора или скоплении азота, степень наполнения дыхательного мешка совершенно не может служить критерием для расхода кислорода. Далее, применение автоматического регулирования, сопровождаемое разрежением в аппарате, не позволяет использовать маску, являющуюся наиболее целесообразным способом приключения прибора ко рту и весьма излюбленную пожарными. Все это — серьезные доводы против автоматов. Они могут быть допущены только в том случае, если они реагируют на малейшее разрежение, не более 2 см вод. столба, и при том в условиях весьма напряженной работы, а также если будет исключена опасность скопления азота или водорода.

Приборы с дыхательным мешком на груди или на боку спасателя, могущие быть легко сжатыми при переноске пострадавшего, при лежании или ползании, не должны считаться рациональными. Каждый прибор должен быть снабжен обходным вентилем, как на случай отказа редукционного клапана, так и в предвидении возможного завала спасателя рухнувшей породой, когда, как мы указывали выше, спасатель должен производить экономнейшее расходование кислорода, что даст ему возможность держаться несколько часов. Проводка к нагрудному манометру должна, на случай появления неплотности, выключаться отдельным вентилем.

Редукционный клапан, понижающий давление кислорода с 150 до 1 атм., должен вызывать потери, не превышающие 5%, в особенности в приборах с постоянным дозированием. Этот клапан должен быть снабжен предохранительным клапаном.

Запорный вентиль баллона должен иметь опускающийся нарезной шпindel и быть защищенным от случайного закрытия (при толчке). Равным образом должны быть защищены и автоматические и кнопочные клапаны. Канал вентиля баллона не должен засоряться частицами ржавчины, отделяющимися от стенок баллона. Редукционный клапан необходимо защитить от проникновения воды. Клапаны вдоха и выдоха ни при каком положении прибора не должны давать „проскакивания“ воздуха более, чем 20%. Предохранительный клапан должен начинать травить при избытке давления, не превышающем 5 см вод. столба, и давать возможность переустанавливать его.

Такие ответственные детали, как маска, мундштук и носовой зажим, должны испытываться при самых трудных условиях. Необходимо обеспечить надежное укрепление мундштука и носового зажима специальными бандажами. Хотя мундштук и считается наиболее герметичным из способов приключения прибора ко рту, однако достичь хорошей герметичности не всегда легко, так как это зависит от величины рта человека. При мундштучном способе дыхания должен быть предусмотрен достаточной емкости (250 куб. см) слюноуловитель; чтобы слюна не могла попасть в калиевый патрон и вызвать излишнее образование теплоты. Шлемы с линией герметичности вокруг головы не дают гарантии плотности из-за волос и поэтому не должны применяться. Возможная же комбинация шлема с мундштуком (в Гер-

мании были прежде попытки привить такой тип) невольно соблазняет к отказу от пользования мундштуком и, вследствие упомянутой негерметичности шлема, должна быть отброшена.

## 2. Физико-техническая сторона

Весь путь кругового потока должен быть по возможности свободен от механических препятствий. Воздух должен протекать с минимальными потерями на трение, в особенности в рукавчиках, трубах и клапанах, живое сечение которых должно быть соответственно увеличенным. Для выдыха следует считать расход воздуха в 3 л в сек., чем и определяется скорость движения потока. Весь круговой поток должен быть при всяких условиях работы защищен от проникновения наружного воздуха. В случае применения маски возникает сомнение относительно лиц со впалыми щеками или щеками, делающимися впалыми при глубоком вдохе, у которых маска не может дать герметичности. Такие люди должны применять мундштучный способ или быть совсем отстраненными от спасательной службы. Вредное пространство маски, во избежание скопления углекислого газа, не может превышать 250 куб. см.

Герметичность кругового потока зависит от величины возникающих при работе прибора давлений и разрежений и должна быть испытана при максимумах этих величин. Маска, например, легко сохраняющая герметичность при 3—4 см разрежения, может при более высоких вакуумах перестать препятствовать всасыванию наружного воздуха. Точно также может происходить просачивание кислорода наружу через малейшие неплотности в винтовых соединениях, волосные трещинки в резине, появляющиеся в процессе работы прибора, и т. д., при чем эта протечка будет пропорциональна давлению. Подобным же образом засасывание отравленного воздуха также зависит от возрастания вакуума. Совершенно очевидно, что протечка наружу не так вредна, засасывание же внутрь весьма опасно. Ведь достаточно указать, что изоляционные приборы применяются главным образом против больших концентраций окиси углерода, вдыхание же небольших количеств последней, как известно, очень опасно. Кроме того, проникновение наружного воздуха внутрь прибора расстраивает автоматическое регулирование и носитель прибора, совершенно не предупрежденный об опасности, может тяжело пострадать от недостатка дыхания. Применявшийся в прежнее время шлем, при своей недостаточной герметичности, не может оказать защиту при вакууме и потому не должен применяться. Необходимо требовать, чтобы конструкция аппарата предусматривала невозможность длительного образования вакуума. Как мы уже говорили, недостатком приборов инжекторного типа именно и является это постоянное разрежение.

Давление в приборе не должно превышать 5 см водяного столба и то лишь при повышенной напряженности работы, т. е. на короткое время. Длительное выдыхание при сопротивлении в 5 см влечет за собою вздутие легких и общую усталость организма.

Расход воздуха в круговом потоке должен хватать на то, чтобы в любое время удовлетворить сильнейшую потребность в дыхании (до 100 л в мин.). Нет ничего хуже, как испытывать недостаток в воздухе. Это вызывает угнетенное состояние, которому лишь немногие

могут противостоять. В таком состоянии люди срывают с себя аппарат, несмотря на окружающую их отравленную атмосферу.

Предохранительный клапан должен быть так установлен, чтобы нормально травить уже при 2-3 см. Однако он должен, в целях экономии кислорода, располагаться на стороне вдоха. Если бы он сидел на стороне выдыха, то реагировал бы на каждый энергичный выдох, и это вело бы к потерям кислорода.

Если дыхательный мешок, висящий на груди, окажется стиснутым при ползании или переноске раненых, или же защищенный мешок по каким-либо иным причинам окажется пустым, то у носителя прибора это обстоятельство вызывает опасное чувство страха. Пустой дыхательный мешок может вызвать вакуум в 10—20 см и действительно поставить носителя прибора в опасное положение. Тщательная защита дыхательного мешка, в виде напр. помещения его в футляр, диктуется самым определенным образом.

### 3. Химическая сторона

Применяемый в дыхательных приборах кислород должен быть по возможности чистым, так как примеси к нему, в виде азота и водорода, образуют, как мы знаем, скопления в дыхательном мешке, подлежащие от времени до времени изгнанию. Продувание, имеющее целью изгнать эти скопления, тем более необходимо, что уже при самом надевании прибора в его воздушных путях остается азот и, кроме того, последний выделяется из крови даже при дыхании чистым кислородом и уже вновь не усваивается организмом. Содержание кислорода в воздухе не должно опускаться ниже критического предела, определявшегося ранее в 13%, а теперь даже в 15%, от чего не всегда застрахованы лица, работающие в дыхательных изолирующих приборах.

Расход кислорода в приборе должен быть таков, чтобы в каждый момент была удовлетворена потребность носителя аппарата. Каким же путем обеспечить эту подачу? Весьма заманчиво ввести здесь автоматическое регулирование впуска кислорода. Но, как мы уже указывали выше, это значит ввести в аппарат чувствительную деталь, носящую характер прибора точной механики, что в значительной степени снижает те выгоды (экономия в кислороде, т. е. в весе), которые сулит этот способ. Правильнее, как указывает инж. М. Гаусман<sup>1)</sup>, будет остановиться на наиболее безопасном способе—постоянном дозировании не менее 2 л непрерывно выделяющегося кислорода, каковое количество будет удовлетворять нормальную потребность и добавочно пополняться лишь при особо тяжелых условиях работы. Объем дыхательного мешка или ящика должен быть рассчитан с учетом этого резервного пополнения и обладать полезной вместимостью не менее 7—8 л.

Переходя к калиевому патрону, необходимо указать на то, что поглотительная его способность должна быть более продолжительной, чем расходование запаса кислорода, хотя бы потому, что у патрона нет такого прибора, как манометр, который показывал бы степень его использования. Если принять средний расход кислорода в 1,2 л в мин., что составит 144 л за 2 часа, то калиевый патрон должен поглотить

<sup>1</sup> Ueber die Prüfung von Gastauch—Geräten. „Kohle und Erz“. № № 24, 25 и 26.

не менее 160—170 л  $\text{CO}_2$ . Это соответствует работе ок. 60-70.000 кг. Такая работоспособность вполне отвечает современным приборам. Прежде такую нагрузку за 2 часа считали невыполнимой, определяя такую максимум в 35 000 кг. Происходило это вследствие высокого внутреннего сопротивления приборов, значительно суживавшего производительность труда человека.

Правильное конструирование поглощающего патрона представляет собою большие трудности. Патрон должен, как уже было указано, вмещать достаточное количество химического вещества, не будучи, в то же время, слишком тяжелым. Химическое вещество должно быть распределено по возможно большему количеству слоев для того, чтобы образовать по отношению к протекающему воздуху возможно большую поглощающую поверхность (0,5-1 кв.м). С другой же стороны, патрон должен представлять возможно малое сопротивление дыханию. При одинаковой поверхности тот патрон будет лучше поглощать, сквозь который выдыхаемый воздух возможно медленнее протекает за весь дыхательный период (выдох, пауза, вдох). Как указывает цитированный нами инж. М. Гаусман, целесообразным является поэтому устройство между рукавчиком выдыха и патроном второго дыхательного мешка в качестве буфера, воспринимающего толчек выдыха и постепенно опоражнивающегося в первую очередь.

Количество поглощающего вещества, теоретически потребное для связывания данного объема углекислого газа, на деле будет недостаточно для полного поглощения, так как не все поверхности приходят в соприкосновение с воздухом и значительная часть вещества оказывается неиспользованной. Будущей задачей конструкторов является подбор такого поглощающего вещества, которое от связывания  $\text{CO}_2$  становилось бы жидким, стекало бы вниз, будучи для этого расположено вертикальными слоями, и открывало бы всегда свежие, влажные поглощающие поверхности.

Следующим важным вопросом при конструировании патрона является вопрос о температуре, которой должен обладать воздух, покидающий патрон. С одной стороны, высокая температура является фактором, благоприятным для поглощения (зимой даже приходится иногда подогревать патрон, чтобы заставить его действовать). С другой же стороны, охлаждение воздуха, покидающего патрон, и затем вновь, после выдыха, принимающего температуру в  $37^{\circ}$ —сопряжено со значительными трудностями. В разделе 4 мы вернемся к вопросу о тепловом балансе в приборе.

Устройство холодильника может быть выполнено различными путями. Один из способов заключается в применении 1 кг или более  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$ , превращающегося в жидкость при  $31^{\circ}$ , при другом способе патрон наполняется веществом, состоящим из двух молекул едкого натра и одной молекулы воды. Наконец, применяют и металлические холодильники, в виде радиаторов. Охлаждающее действие этих холодильников, направленное к конденсированию воздуха, будет невелико, так как при конденсировании вновь выделяется теплота.

Испытание изготовленных патронов должно происходить в условиях, соответствующих нормальной работе прибора. Проще всего подвесить на грудь человеку отдельный патрон, снабженный только рукавчиком выдыха и мундштуком. Человек при этом вдыхает свежий воздух и выдыхает через патрон опять наружу, совершая при этом определенные работы. Результаты таких испытаний показаны на рис. 110,

где по горизонтальной оси отложено время в минутах, а по вертикальной—процентное содержание  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе, вышедшем из патрона.

Воздух в круговом потоке должен быть принудительно так направлен, чтобы весь выдыхаемый воздух прошел через патрон, прежде чем он вновь поступит для вдыхания. Все вредные пространства должны быть по возможности уменьшены. Вредное пространство в маске не должно превышать 250 куб. см. Вдыхаемый воздух никогда не должен содержать более 1—1,5% углекислого газа. Такой предел указывается не столько с точки зрения безопасности человека, сколько с целью обеспечить надлежащую работоспособность.

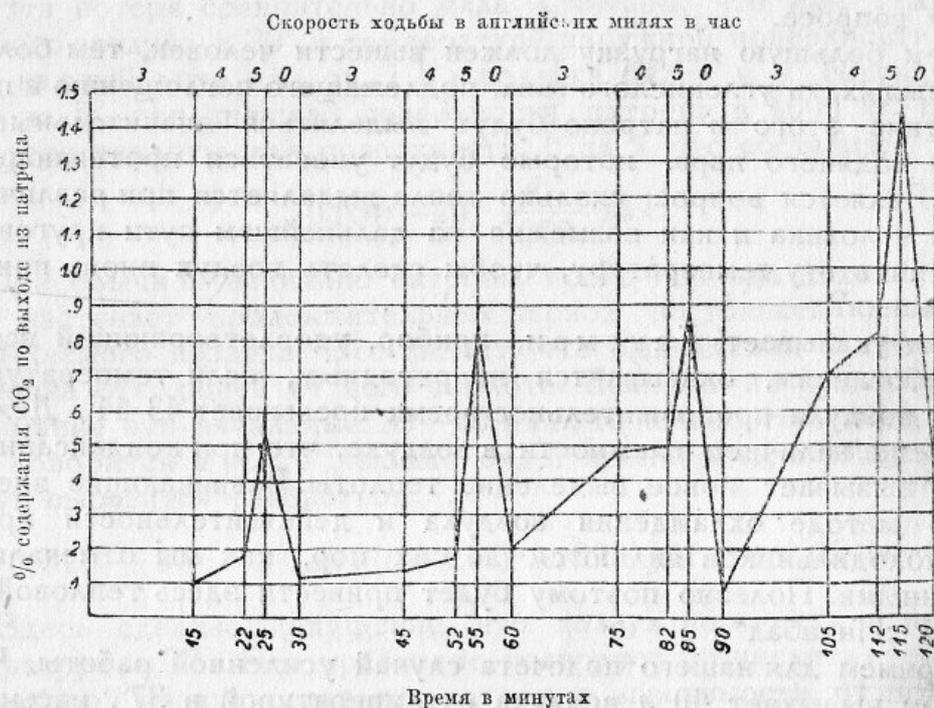


Рис. 110. Кривая зависимости содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе, выходящем из патрона, от нагрузки человека. Характерно падение содержания  $\text{CO}_2$  в минуты остановок и возрастание при максимумах нагрузки.

Чем выше содержание углекислого газа, тем сильнее нагружаются дыхательные мускулы, и большая часть работоспособности человека расходуется лишь на то, чтобы удержать дыхание на нормальном уровне.

#### 4. Вопрос о работоспособности носителя прибора

Этот вопрос является одним из наименее разработанных. В частности, при назначении тех или иных работ в газовой камере или на вольном воздухе в соответствующих инструкциях обычно не указывается время, назначенное для выполнения этих работ. Между тем, далеко не безразлично, как выполнить, напр., работу в 20 000 кг-м (по измерительному прибору)—сразу, в самом быстром темпе, или же отдельными частями по 5 000 кг-м с отдыхом между ними в две, три и даже пять минут. Во время этих пауз отдыхает не только человек, но и аппарат. Что же касается температуры, то этот вопрос остается

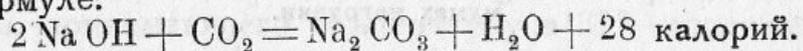
самым важным и трудным вопросом во всей технике регенеративных приборов. Не будет преувеличением сказать, что температура определяет собою границы работоспособности прибора.

Температура, возникшая вследствие химической реакции в патроне, должна быть достаточно быстро снижена, чтобы обеспечить нормальную температуру вдыхаемого воздуха. Эта трудность растет с рабочей нагрузкой и с температурой наружного воздуха. По мнению Гаусмана, надо обязать носителей приборов давать от времени до времени отдых аппарату. Однако, при работе в серьезных условиях трудно ожидать выполнения этого правила. Поэтому, к прибору предъявляются весьма суровые требования—давать бесперебойную работу при самой напряженной обстановке. Остановимся несколько подробнее на этом вопросе.

Чем большую нагрузку должен вынести человек, тем больше он будет выдыхать углекислого газа, подлежащего поглощению в патроне. Вследствие этого в патроне будут выделяться значительные массы тепла и водяного пара, которые будут уноситься протекающим воздухом. Является вопрос: сколько тепла выделяется при различных нагрузках человека и как возможно на дальнейшем пути кругового потока отнять эту температуру, чтобы сделать воздух вновь пригодным для дыхания?

Как указывает Гаусман, прибор, удовлетворяющий всем прочим требованиям, оказывается непригодным, если температура вдыхаемого воздуха продолжительное время превышает 43-44°. Дело ухудшается еще наличием влажности в воздухе, что при конденсации паров во рту вызывает новое выделение теплоты. Возникающие здесь вопросы о методе охлаждения воздуха и действительности принятых ныне холодильников являются до сих пор, как мы отмечали, мало выясненными. Полезно поэтому будет привести здесь тепловой баланс прибора „Инхабад“.

Примем для нашего подсчета случай усиленной работы. Человек при этом выдыхает 40 л воздуха с температурой в 37°, насыщенного водяными парами и содержащего 4% углекислого газа. В час будет выделяться 2,4 куб. м воздуха с 92 л водяного пара и 167 л углекислого газа. Последний будет связываться натриевым патроном по следующей формуле:



Молекулярный вес  $\text{CO}_2 = 44$ , а  $\text{H}_2\text{O} = 18$ . Из уравнения следует, что на каждые 44 л (1 мол.) углекислого газа приходится 18 л водяного пара и 28 больших калорий тепла. За час, следовательно, выделится 68 л водяного пара и 106 калорий тепла. Для того, чтобы определить, до какой температуры нагреется при этом патрон, необходимо определить потери тепла в патроне:

а) на нагревание самого патрона. Учитывая удельную теплоту едкого натра, равную 0,11, получаем при собственном весе патрона в 1 кг расход теплоты на 1°, равный 0,11 б. калорий;

б) на нагревание газа, протекающего через патрон. Удельная теплота кислорода равна 0,22, а водяного пара—0,5. Для нагревания 2,4 куб. м (или ок. 3 кг) воздуха требуется на 1° 0,66 больших калорий. Далее требуется нагреть водяной пар, состоящий из 92 л выдыхаемого пара и 68 л выделяющегося при реакции, а всего 160 л, на что необходимо 0,08 б. калорий на 1°. Таким образом, газ, протекающий через патрон, отнимает 0,74 калории на 1°;

в) вследствие излучения внешней поверхности патрона. Приняв таковую в 1,000 кв. см и считая, что речь идет о наиболее полном излучении („черное тело“), получим потерю тепла в час при температуре  $t^\circ$  (считая температуру наружного воздуха в  $20^\circ$ ):

$$0,49 \cdot 10^{-8} [(t+273)^4 - (20+273)^4] \text{ б. калорий.}$$

Металлы излучают значительно меньше. Приняв для боковой поверхности патрона 40% максимального излучения, получим для поверхности в  $F$  кв. см излучаемое количество теплоты в час:

$$0,20 \cdot 10^{-8} [(t+273)^4 - 293^4] \frac{F}{1000} \text{ кал.}$$

г) вследствие переноса теплоты от внешней поверхности патрона. Эта потеря сравнительно мала. Считаем, что при температуре наружного воздуха в  $20^\circ$  и температуре наружной поверхности патрона в  $120^\circ$  каждый литр или ок. 1,1 л воздуха будет в 1 секунду нагреваться на  $5^\circ$ , при внешней поверхности патрона в 1000 кв. см. Тогда эта потеря теплоты для поверхности  $F$  за 1 час составит:

$$0,05(t-20) \frac{F}{1000} \text{ кал.}$$

При обычной величине патрона, после периода дыхания в 35—40 минут наступает продолжительный период постоянства температуры у выдыхаемого воздуха. Это значит, что выделяемая в патроне теплота равна отходящей от него теплоте. Если мы не будем принимать во внимание эти начальные 35—40 мин., то количеством теплоты, о котором говорится в п. „а“, можно будет пренебречь, и равновесие температур выразится равенством:

$$106 = 0,74(t-37) + \left\{ 0,20 [(t+273)^4 - 293^4] \cdot 10^{-8} + 0,05(t-20) \right\} \frac{F}{1000}$$

Здесь сделано допущение, что воздух поступает в патрон при температуре в  $37^\circ$ . Это уравнение позволяет вычислить температуру  $t^\circ$ , с которой воздух оставляет патрон, в зависимости от поверхности  $F$  патрона. Проще поступить наоборот, выводя для различных значений  $t$  соответствующие величины поверхности  $F$ .

$t^\circ$	$0,74(t-37)$	$0,20 \cdot [(t+273)^4 - 293^4]$	$0,05(t-20)$	$F$ кв. см
100	46	$24 \cdot 10^8$	4	2140
110	54	28	5	1580
120	61	33	5	1180
130	69	38	6	840
140	76	44	6	600
150	84	50	7	390
160	91	56	7	240

Из приведенных результатов видно, что увеличение поверхности  $F$  с 1000 до 2000 кв. см влечет за собою снижение температуры выходящего из патрона воздуха всего лишь со  $125^\circ$  до  $102^\circ$ . Столь же малое влияние, как и увеличение поверхности, оказывает улучшение пропускной способности патрона.

Для того, чтобы создать возможно более благоприятные условия для дыхания, необходимо охладить воздух, выходящий из патрона с температурой ок.  $120^\circ$ , до нормальной температуры в  $37^\circ$ . Из предыдущего видно, что речь идет об охлаждении 3 л или 2,4 куб. м воздуха в час, в присутствии 160 л водяного пара. Часть этого пара, а именно 92 л, происходит из выдыхаемого воздуха, остальная часть,

68 г, зарождается в патроне при поглощении углекислого газа. Воздух, выходящий из патрона, будет насыщен при  $46^{\circ}$ .

Для подсчета количества теплоты, соответствующего охлаждению со  $120$  до  $46^{\circ}$ , необходимо принять во внимание удельную теплоту газа, составляющую  $0,7$  б. кал. на  $1^{\circ}$ . Начиная с  $46^{\circ}$  следует иметь в виду, что дальнейшее охлаждение приведет к конденсации водяного пара в воду, с образованием ок.  $3$  г воды при охлаждении на  $1^{\circ}$ , благодаря чему выделится добавочное количество теплоты в  $1,7$  кал. на  $1^{\circ}$ , а всего  $2,4$  кал. на  $1^{\circ}$ .

Охлаждение дыхательного воздуха со  $120$  до  $46^{\circ}$  требует, таким образом, отнятия за  $1$  час  $0,7 (120 - 46) = 52$  кал., а охлаждение с  $46$  до  $37^{\circ}$  отнимает  $2,4 (46 - 37) = 22$  кал. Всего— $74$  б. кал.

Приведенный тепловой баланс показывает, что при больших и продолжительных нагрузках должны отводиться довольно значительные количества теплоты. При помощи просто охлаждающих поверхностей этого достичь трудно, и внимание должно быть обращено на химические методы охлаждения. Далее, можно установить, что охлаждение ниже  $46^{\circ}$  лишь тогда имеет значение, если одновременно принимаются меры к высушиванию воздуха, так как при этом пар конденсируется в воду, что вызывает новое выделение тепла.

Из сказанного видно, что вопрос об охлаждении является самым серьезным вопросом, кладущим единственную границу, как и у электрических машин, повышению нагрузки прибора. Остальные границы—высота сопротивления дыханию, давления и разрежения, расхода дыхательного воздуха—не имеют такого значения.

От каждого дыхательного прибора регенеративного действия необходимо требовать, чтобы он был снабжен таким холодильным устройством, которое обеспечивало бы человека нормальным дыхательным воздухом в течение полного срока действия прибора ( $1$  или  $2$  часа). Вместе с тем, в случае кратковременной чрезмерной нагрузки (опасность для жизни) прибор должен давать нормальный воздух в продолжение  $10-15$  минут.

## ГЛАВА XVIII

### СУБЪЕКТИВНЫЕ И ОБЪЕКТИВНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Приведенные нами требования, предъявляемые к приборам, и разносторонние испытания последних подразумевали проведение всех опытов субъективным порядком, т.-е. путем личных испытаний приборов людьми. Эти люди являются тем персоналом, который обучен обращению с приборами, они представляют собою постоянных носителей этих аппаратов и личное их участие в испытаниях весьма ценно, так как они изучают при этом свой прибор в различных, подчас весьма тяжелых, условиях. Участие человека в этих испытаниях важно и в том отношении, что он сможет по своим субъективным ощущениям судить о том, легко или трудно дышать при тяжелых нагрузках, терпим или чрезмерно горяч дыхательный воздух, не вызывает ли дыхание в приборе недомогание или давление в голове и т. д.

Однако, все эти впечатления и ощущения субъективного характера не могут быть выражены в числах. Единственный числовой результат может выражаться в том, что спасатель в таком-то приборе

в продолжение определенного времени был в состоянии выполнить определенную работу. С другой же стороны, многие испытания, как напр. на герметичность или поглощение углекислого газа вообще не могут быть поставлены субъективным порядком. Субъективные испытания еще в том смысле нерациональны, что они не дают никаких оснований к выяснению причин хронической неудовлетворительности работы прибора. Вследствие этого отпадает возможность использовать получаемые результаты для улучшения прибора.

Субъективный метод страдает еще недостатком психологического характера, заключающимся в том, что носитель прибора во время испытания последнего в нормальной обстановке никогда не даст той нагрузки, как в минуту опасности, угрожающей его жизни и вызывающей совершенно исключительное напряжение всех сил. Это приводит к мысли о необходимости испытывать дыхательные приборы, как машины, с расчетом на известную перегрузку, т.е. с определенным

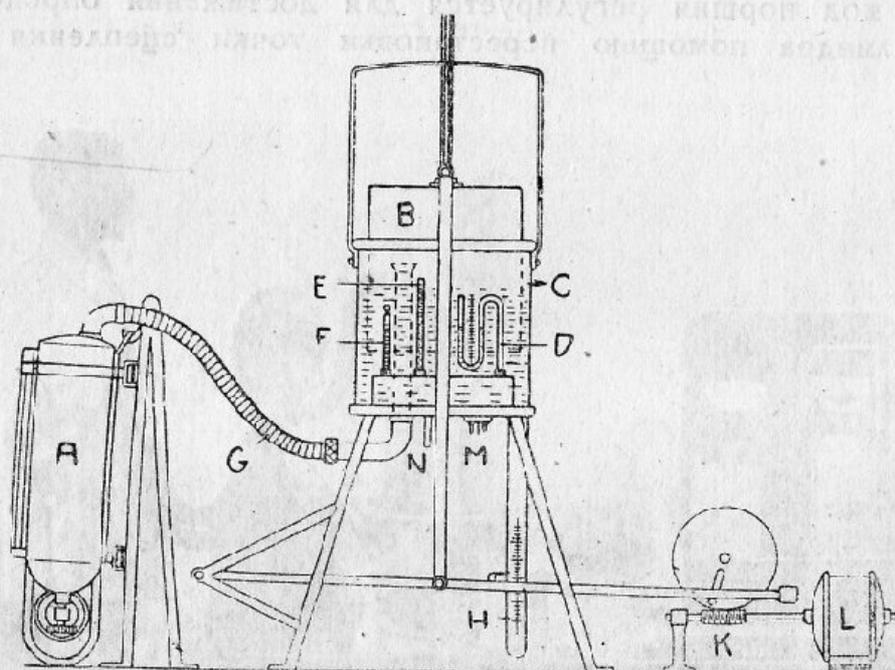


Рис. 111. „Искусственные легкие“ Инхабад.

А—дых. аппарат, В—колокол газометра, С—водяной резервуар, D—мановакуумметр, E—указатель уровня воды, F—термометр, G—два дыхат. рукавчика, H—измеритель высоты подъема колокола, J—червячное колесо, K—червяк, L—мотор с регулировкой числа оборотов, M—подогреватель, N—штуцер для CO<sub>2</sub>.

коэффициентом безопасности, и именно не на людях, а совершенно объективным путем, при помощи особых приборов.

Для этой цели специальными фирмами изготавливаются аппараты, воспроизводящие работу человеческих легких и потому носящие название „искусственных легких“. Такие аппараты создают все условия для нагрузки дыхательного прибора, изменяя величину и скорость воздушных масс при вдохе и выдохе, частоту дыхания, количество воздуха в круговом потоке, содержание влаги в воздухе и рабочую нагрузку. Заменить полностью человека при испытании приборов „искусственные легкие“ не могут, но они призваны дополнять наблюдения носителя прибора и создавать объективный критерий для сравнения различных дыхательных приборов между собою. На рис. 111 показана схема одного из типов „искусственных легких“—

аппарата Инхабад. Прибор такого же назначения, выпущенный фирмой Дрегер, имеет своей главной целью измерение сопротивления дыхательных приборов. Нагнетая и отсасывая воздух искусственными легкими, контрольная установка производит автоматическую запись результатов самопишущим прибором.

Изображенная на рис. 112 контрольная установка состоит из воздушного насоса (собств., искусственные легкие) *P* с переставляемой по желанию передачей *E* и электрическим приводом. Насос снабжен предохранительными клапанами *S* для избытка давления и разрежения и соединительным рукавчиком, ведущим к „голове“ *K*, на которую надевается маска прибора. На инструментальной доске находятся: самопишущий прибор—регистратор давления *D*<sub>1</sub>, контрольный манометр *D*<sub>2</sub> и контрольный водяной манометр *M*. Для настройки прибора, в отношении числа оборотов насоса, имеется устанавливаемая на желаемую скорость (15, 20, 25, 30 или 35 обор. в мин.) муфта, а рабочий ход поршня регулируется для достижения определенного объема цилиндра помощью перестановки точки сцепления шатуна

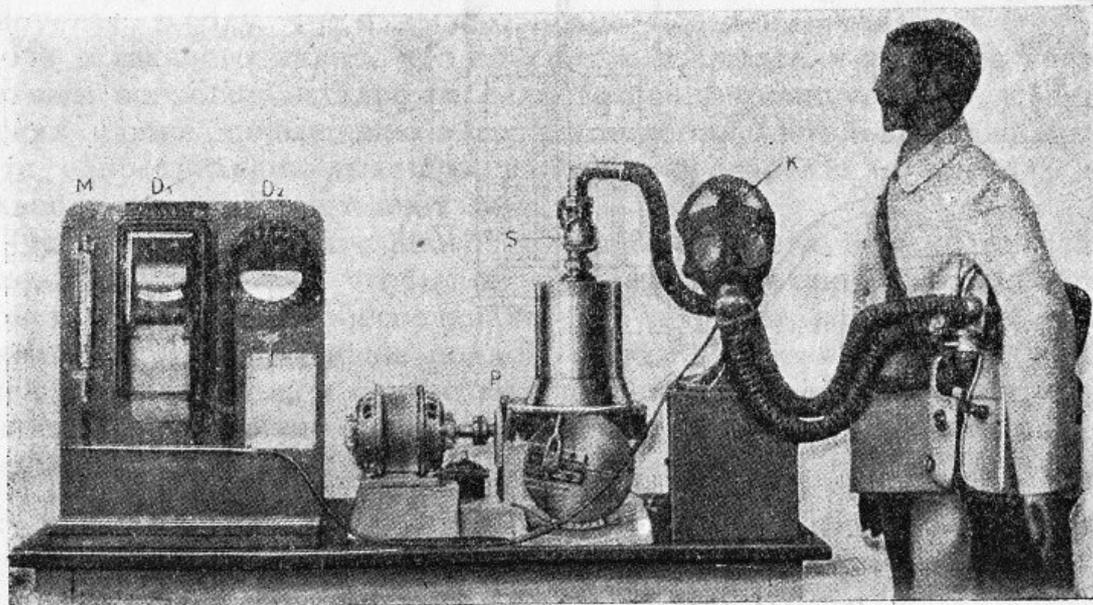


Рис. 112. Контрольная установка с „искусственными легкими“ Дрегера.

с кривошипным диском на установочной шкале *E*. На инструментальной доске имеется таблица для таких регулировок. Если желательно, напр., производить подачу для вдоха 50 л в мин. и столько же для выдоха (общее количество пульсирующего в приборе воздуха—100 л в мин.), то насосу дается 25 об. в мин., а ход поршня устанавливается на 56,6 мм, что соответствует рабочему объему цилиндра в 2 литра.

Возникающее в дыхательном приборе сопротивление дыханию измеряется у маски или мундштука, соединенных с инструментами помощью трубки, и записывается автоматически на ленте регистрирующего прибора. Два контрольных манометра служат для точной проверки последнего. Для защиты инструментов от могущих произойти внезапных перенапряжений в сторону давления или вакуума, регулируемые по желанию предохранительные клапаны могут быть установлены на 150—200 мм вод. столба давления и разрежения.

Следующей установкой, необходимой для испытательной станции, является машина для проверки поглотительных патронов регенеративных дыхательных приборов. Такая установка, системы Дрегер (изображена на рис. 113), служит для механического испытания поглотительной способности патронов, в отношении углекислого газа и водяных паров. Главными составными частями установки являются: вентилятор  $V$  с подогревательной трубкой  $Hr$ , измеритель расхода воздуха  $L$ , регулирующая трубка  $R$ , водяной резервуар  $K$ , измеритель сопротивления  $W$ , редукционный клапан  $D$  для подачи углекислого газа из баллона и газометр  $G$  для помещения этого газа.

Испытание протекает следующим образом. Прежде всего наполняют водой резервуар  $K$  до половины, руководствуясь водометным

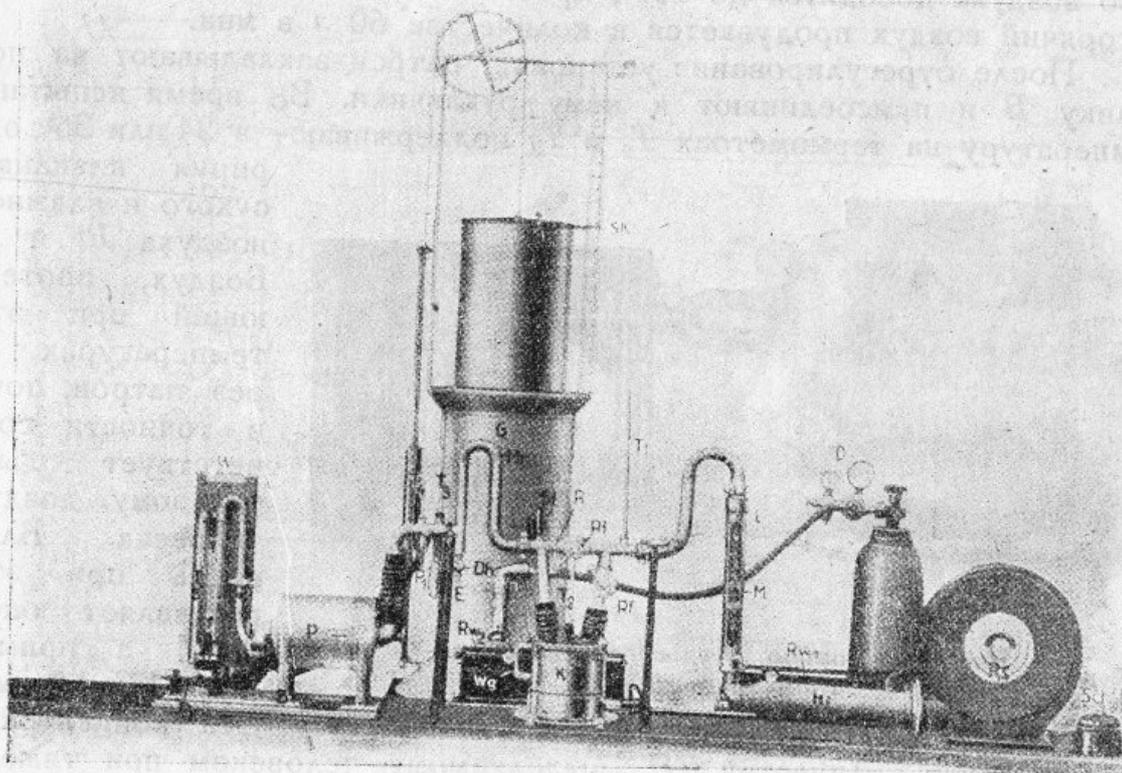


Рис. 113. Установка для проверки поглотительных патронов системы Дрегер.

стеклом  $Vg$ , а также сосуд для воды влажного термометра  $T_3$  на  $\frac{2}{3}$ . Газометр также наливается водой до уровня на 2 см ниже раструба. Затем, для пуска в ход приборов, включают общий выключатель  $Sch$ . Количество воздуха, подаваемое вентилятором, регулируется шибером  $Rs$ , устанавливается в размере 30 л в мин. при помощи дроссельных клапанов  $Rt$  и  $Rf$  и отсчитывается на измерителе расхода воздуха  $L$  при помощи указателя  $M$ . Нагрев трубки-грелки  $Hr$  производится током, регулируемым реостатом  $Rw_1$  с таким расчетом, чтобы термометр  $T_1$  показывал  $50-80^\circ \text{C}$ . Температура воды в резервуаре  $K$ , также подогреваемой током, регулируется при помощи реостата  $Rw_2$  и должна составлять  $50-60^\circ$  по термометру  $T_2$ . Оперирова дроссельными клапанами  $Rt$  для теплого воздуха и  $Rf$  для влажного воздуха, устанавливают на влажном термометре  $T_3$  температуру в  $34^\circ$ , и на сухом термометре  $T_4$  —  $36^\circ$ . Оба эти термометра служат для регулирования

влажности протекающего через патрон воздуха. Температура воздуха, выходящего из патрона, определяется по термометру  $T_5$ . Углекислый газ, примешиваемый к потоку воздуха, идущему в патрон, поступает через штуцер  $St$  в смесительную трубку  $Mr$ . Газомер регулируется при помощи дроссельного клапана  $Dh$  таким образом, чтобы в установку поступало  $1,2 \text{ л } CO_2$  в минуту. Дозирование  $CO_2$  контролируется по шкале  $Sk$  и часам. Регулирование всей установки производится всегда без патрона и продолжается 10—15 минут. При пуске установки на рабочий ход, реостаты  $Rw_1$  и  $Rw_2$  выводятся, так что электрические грелки резервуара  $K$  и трубки  $Hr$  получают полный ток. Как только температура в резервуаре  $K$  достигнет  $40^\circ$ , реостат вводят вновь для того, чтобы после этого температура в резервуаре устанавливалась сама, в зависимости от нагрузки. Вообще говоря, вся установка должна быть хорошо прогрета, для чего температура горячего воздуха доводится до  $100^\circ$ , дроссельный клапан  $Rf$  закрывается и горячий воздух продувается в количестве  $60 \text{ л}$  в мин.

После отрегулирования установки, патрон закладывают на подставку  $B$  и присоединяют к нему рукавчики. Во время испытания температуру на термометрах  $T_2$  и  $T_3$  поддерживают в  $34$  или  $36^\circ$ , оперируя клапанами

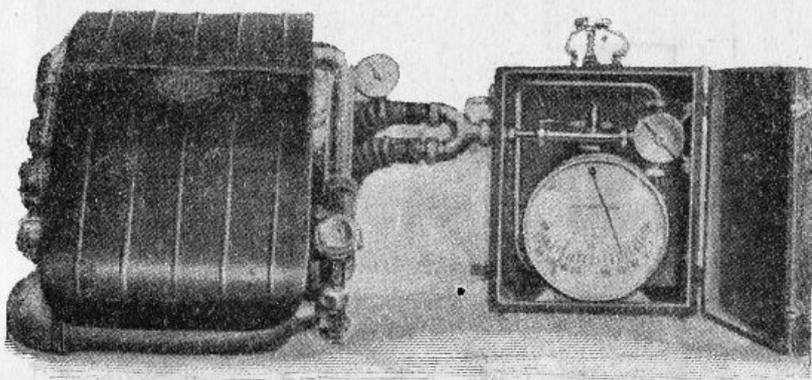


Рис. 114. Прибор „Аудос“ для проверки герметичности.

сухого и влажного воздуха  $Rt$  и  $Rf$ . Воздух, протекающий при этих температурах через патрон, почти в точности соответствует дыхательному воздуху человека. Влажность при этом составляет около  $87\%$ , а примесь  $CO_2$ — $1,2 \text{ л}$  в мин. Эта концентрация

соответствует количеству  $CO_2$ , выделяемому человеком при тяжелой работе. У штуцера для взятия пробы  $P_1$  каждые 10 минут проверяется содержание  $CO_2$ , которое должно составлять  $3,8$ — $4\%$ , что соответствует расходу в  $1,2 \text{ л}$  в мин. У штуцера  $P_2$  контролируется воздух, очищенный патроном. Продолжительность испытания равна 1 часу. Калиевый патрон взвешивают до и после опыта.

Следующий испытательный аппарат—прибор для проверки герметичности регенеративных дыхательных приборов. Аппараты эти строятся по двум принципам. Аппарат Аудос, будучи смонтирован в деревянном ящике, представляет собою портативный прибор. Аппарат Дрегера носит скорее стационарный характер.

Прибор Аудос (рис. 114) позволяет производить проверку герметичности при давлении и разрежении, контроль над дозированием кислорода, проверку клапана для выпуска избытка воздуха, испытание легочно-автоматических клапанов и отдельных частей дыхательных приборов. Как видно из схемы на рис. 115, прибор Аудос состоит из мано-вакуумметра  $M$ , шкала которого рассчитана на  $100 \text{ мм}$  вод. столба давления и  $100 \text{ мм}$  разрежения, и воздушного насоса  $K$

снабженных трубопроводами и необходимой арматурой. Установочный кран  $H$  позволяет соединять трубку, идущую от дыхательного прибора ( $G$ ), то совсасывающей линией ( $Ls$ ) насоса, то с нагнетательной ( $Ld$ ), или же перекрывать ее совсем.  $Vs$  и  $Vd$  представляют собою всасывающий и нагнетательный клапаны насоса.  $Vu$  и  $Vii$ —предохранительные клапаны на обеих линиях, защищающие мановакуумметр от перегрузок при чересчур энергичном качании. Для измерения дозирования имеется кран  $Hd$  с калиброванным дроссельным отверстием  $D$ , измерительный же инструмент имеет кроме упомянутой шкалы на  $\pm 100$  мм еще одну шкалу, градуированную на литры в минуту.

При известном навыке помощью этого прибора можно проверить герметичность и дозирование кислорода у дыхательного прибора не более как за 2 минуты.

На ином принципе построен прибор Дрегера для испытания герметичности. Здесь неплотность дыхательного прибора

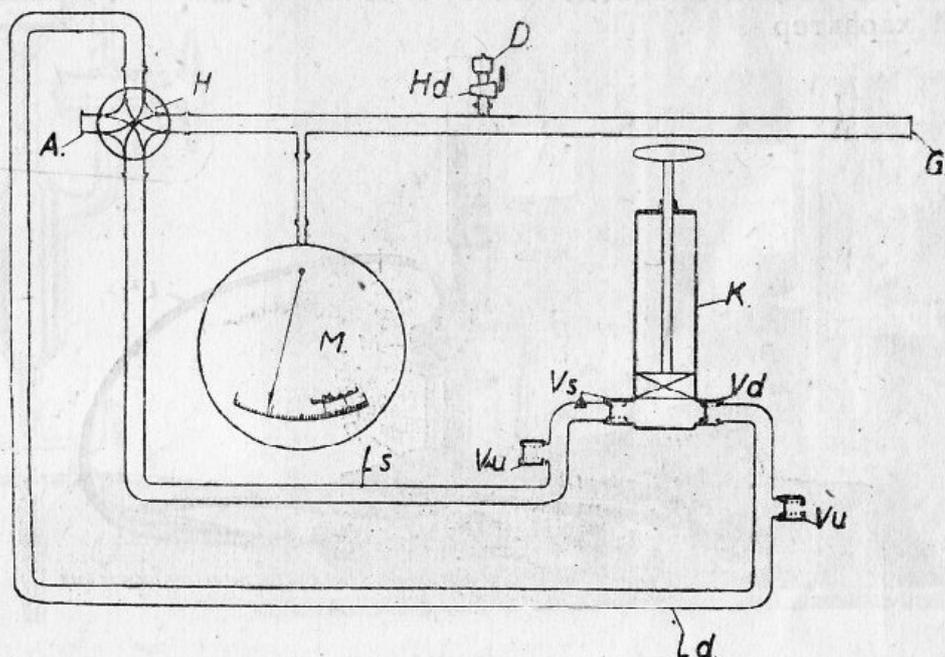


Рис. 115. Схема прибора „Аудос“ для проверки герметичности дыхательных аппаратов.

характеризуется в процентном отношении к объему воздуха, заключающемуся при определенном давлении внутри дыхательного аппарата. Неплотность при этом определяется по измерительному столбу, деления которого и показывают упомянутое процентное отношение.

Наполненный водою измерительный прибор  $M$  (рис. 116) и мех  $B$  сообщаются при помощи рукавчиков  $L_1$  и  $L_2$  и соединительного звена  $A$  с испытуемым дыхательным прибором. Действуя мехом, надувают последний, пока измерительный столб не покажет наивысшее давление, равное 6 см вод. столба. В этот момент мех разобщается от рукавчика помощью крана  $H$ . Если испытуемый прибор имеет клапан для выпуска избытка воздуха, то на этот клапан предварительно надевается специальное кольцо  $R$ , не дающее клапану травить воздух. Как было указано, воздух в надутом приборе находится под давлением в 6 см вод. столба. Если прибор имеет неплотность, то указатель измерительного столба будет опускаться. Быстрота этого опускания будет характеризовать степень неплотности. Каждое деление

столба имеет значение  $\frac{1}{1000}$  части всего объема испытуемого прибора, т. е. при 10 литрах емкости последнего одно деление соответствует  $\frac{1}{100}$  л или 10 куб. см.

Учитывая невозможность иметь абсолютную непроницаемость, прибор считают герметичным тогда, когда за определенный промежуток времени (напр., одну или несколько минут) падение давления в приборе произойдет не более, как на 1 см (1 деление). Для возможности присоединения различных приборов, предусмотрены соединительные звенья *Z* разных типов.

Если герметичность прибора подлежит проверке при вакууме, то рукавчик *L*<sub>1</sub> присоединяется к всасывающему штуцеру мехов *S*. Для испытания давления служит штуцеру *D*. Прибор наливается водою до тех пор, пока указатель столба не станет на нуль. Приборы этого рода устраиваются и для испытания одним только давлением. В этом случае нуль столба придется внизу и шкала будет носить односторонний характер.

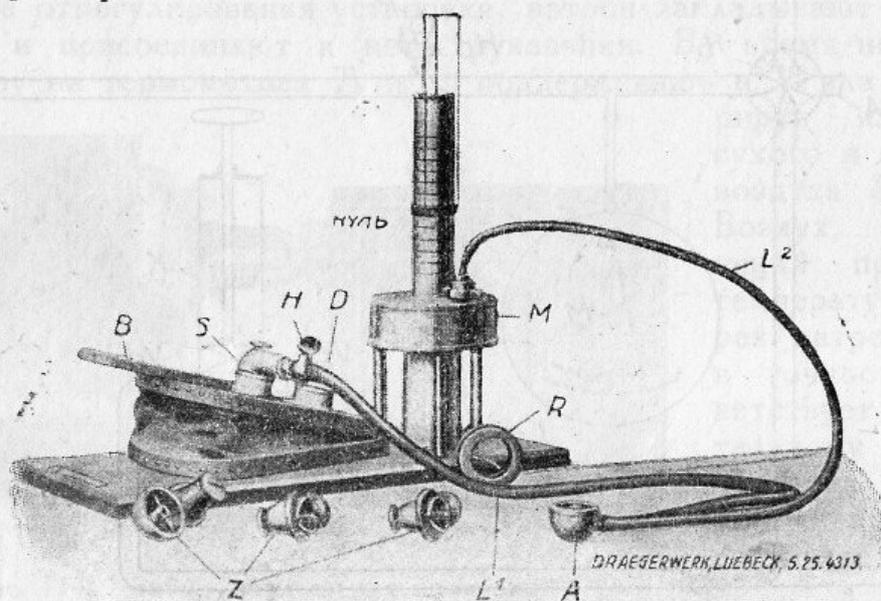


Рис. 116. Прибор Дрегера для испытания дыхательных аппаратов на герметичность.

Чтобы закончить перечень приборов, необходимых на всякой станции, хранящей и испытывающей регенеративные дыхательные приборы, укажем еще на небольшое приспособление для испытания кислорода. Этот прибор, носящий название „Оксиметр“ (Аудос), дает возможность проверять чистоту кислорода простым и доступным методом. Стеклоанный прибор (рис. 117), состоящий из трубок с уширениями и трех краников, присоединяется к баллону с кислородом помощью резиновой трубки, надеваемой на нижний отросток (у крана 3) и заканчивающейся особым соединением у баллона, прилагаемым к прибору. Около полуминуты кислороду дают протекать сквозь оксиметр, после чего закрывают все краны и отделяют прибор от баллона. Затем в верхнее уширение наливают до черты 25 куб. см поглощающей жидкости из бутылки, прилагаемой к прибору. Для выравнивания давления на один момент открывают и вновь закрывают нижний кран, после чего открывают кран 2. При этом тотчас же опустится часть жидкости и поглотит кислород, благодаря чему в аппарате появится разрежение и будет засосана даль-

нейшая порция поглощающей жидкости. Этому процессу помогают, легко встряхивая прибор, прикрыв верхнее отверстие пробкой.

Постепенно жидкость заполнит весь прибор. На стеклянной трубке под краном 1 (который служит для выпуска образовавшегося при поглощении газового пузырька) имеются деления (95—100%), показывающие степень чистоты кислорода. Использованная поглощающая жидкость сливается обратно в бутылку, где она вновь восстанавливает свою поглотительную способность.

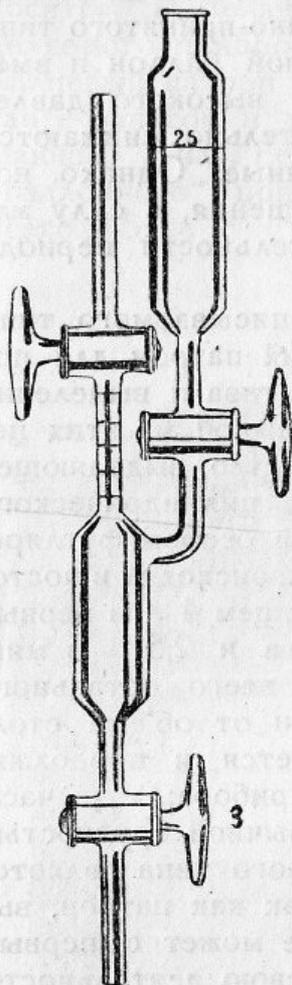


Рис. 117. Оксиметр „Аудос“, прибор для испытания чистоты кислорода.

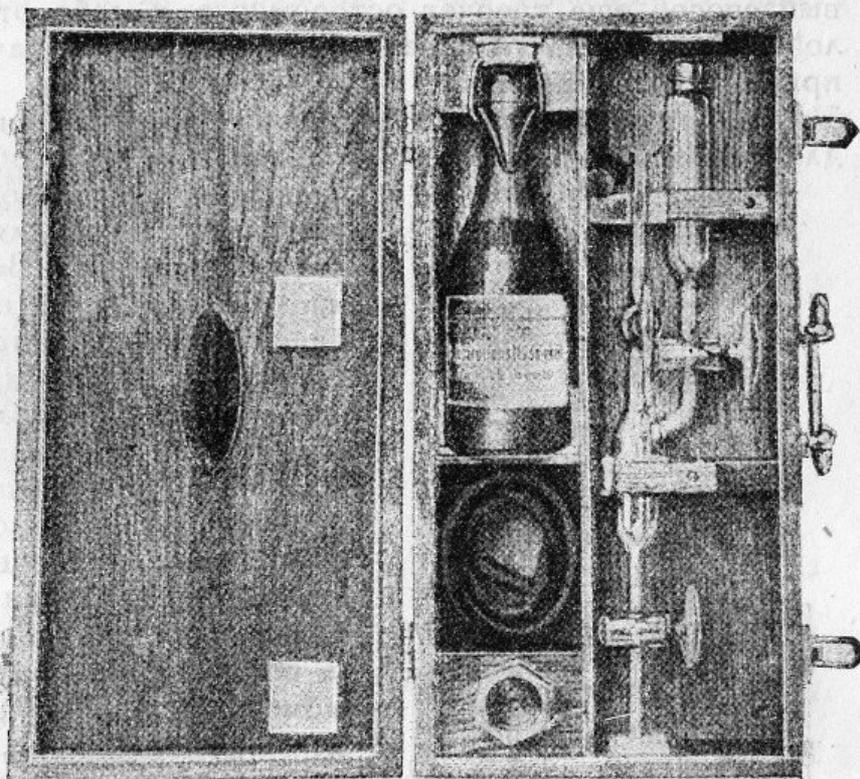


Рис. 118. Оксиметр „Аудос“ с принадлежностями, уложенный в ящик.

Весь прибор с принадлежностями укладывается в портативный деревянный ящик (рис. 118) и весит вместе с ним 1,9 кг.

Перечисленные приборы дают возможность вести разносторонний контроль над состоянием регенеративных дыхательных приборов.

## Г Л А В А XIX

### ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДА В ИЗОЛЯЦИОННЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Все регенеративные приборы, ознакомлением с которыми мы до сих пор занимались, имели неотъемлемой принадлежностью запас сжатого в баллоне кислорода. Между тем, стремление избежать необходимости в таком баллоне и связанной с ним трудной и не везде доступной зарядки побуждало техническую мысль к изысканию метода

производства кислорода в самом дыхательном приборе, химическим путем. Для этой цели была использована перекись калия или натрия, поглощающая углекислый газ и отдающая кислород. Первый такой прибор был выпущен еще в 1905 году Нейпертом в Вене под названием „Пневматоген“. В настоящее время метод этот называют проксиленовым или оксилитовым. Целый ряд весьма заманчивых преимуществ отличает новый способ от обычно-принятого типа регенеративных приборов: отпадает тяжелый стальной баллон и вместе с ним забота о герметичности всей аппаратуры высокого давления, соединений, труб, клапанов и т. д., и значительно снижаются расходы как первоначальные, так и эксплуатационные. Однако, новый способ еще требует осторожного к себе отношения, в силу малой исследованности с научной стороны и незначительности периода применения на практике.

Фирма Инхабад, выпустившая ряд приборов описываемого типа для разнообразных целей, устраивает не один общий патрон для поглощения углекислого газа и выделения кислорода, а два, для каждой из этих целей в отдельности. Вещество, выделяющее кислород, имеет вид цилиндрического брикета и помещается в особом футляре.

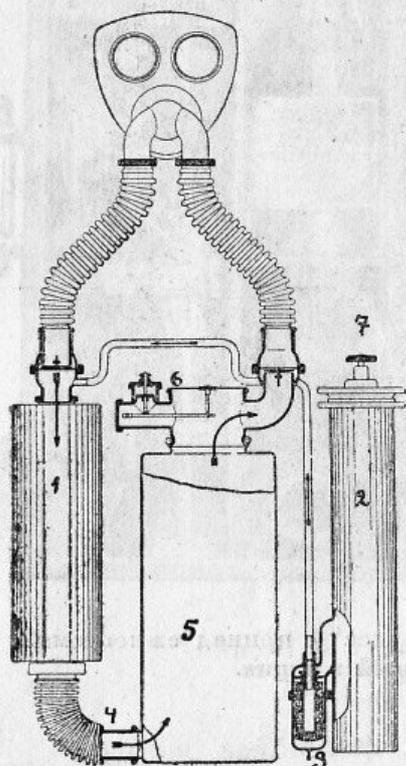


Рис. 119. Схема устройства прибора, производящего кислород, сист. Инхабад.

1—поглотительный патрон, 2—производитель кислорода, 3—фильтр для кислорода, 4—холодильник, 5—дыхательный мешок, 6—предохранительный клапан, 7—зажигатель.

Выделение кислорода происходит в постоянном объеме, составляющем 4 л в первые минуты работы прибора и 2,5 л в мин. нормально в течение всего остального периода. В зависимости от объема столбика-брикета определяется и продолжительность действия прибора:  $\frac{1}{2}$  часа, 1 час или 2 часа. Обычной трудностью у приборов описываемого типа является момент пуска в ход, так как патрон, выделяющий кислород, не может с первым же дыханием начать свою деятельность. Здесь требуется или предварительное дыхание на месте, чтобы прогреть и увлажнить прибор, что совершенно недопустимо в приборах спасения, где потеря времени исключается, или устройство специального „зажигателя“ (конструкция коего фирмой не опубликована), или даже наличие маленького баллона с кислородом для первых вдохов.

На рис. 119 изображена схема устройства прибора, производящего кислород, фирмы Инхабад, на 2 часа

дыхания. Выдыхаемый воздух попадает для очищения в поглотительный патрон, куда по трубке подводится кислород из специального патрона, проходящий по дороге через фильтр для очищения от взвешенных частиц вещества патрона. Из поглотительного патрона воздух идет в гофрированное колено-холодильник, откуда через дыхательный мешок и рукавчик вдоха поступает при вдохе в маску. На нижних концах рукавчиков помещены клапаны вдоха и выдоха. Над дыхательным мешком находится предохранительный клапан.

Описываемый прибор, горного типа, для 2-часовой продолжительности дыхания, изображен на рис. 120. Характеристиками его являются: подача кислорода в 2,5 л в мин. (300 л), поглощение 150 л углекислого газа, а также весьма незначительный вес в 9,5 кг.

Следующим типом является прибор для пожарных, на 1 час дыхания, схема которого показана на рис. 121. Прибор этот носится, по желанию, сбоку или на спине (рис. 122). Количество выделяемого прибором кислорода составляет 150 л, т.-е. по 2,5 л в мин. Калиевый патрон поглощает ок. 90 л углекислого газа, будучи рассчитан с запасом и давая при слабой нагрузке время действия, превышающее 1 час. Вес прибора и в этом случае значительно ниже веса „баллонного“ прибора той же фирмы на 1 час дыхания, составляя всего 6,5 кг.

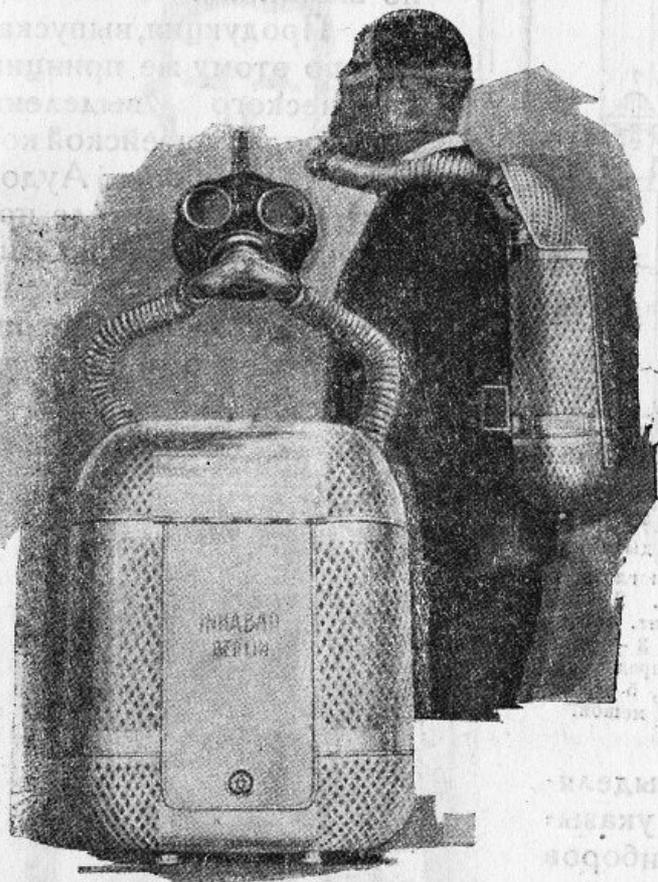


Рис. 120. Прибор Инхабад, производящий кислород. Горный тип на 2 часа дыхания.

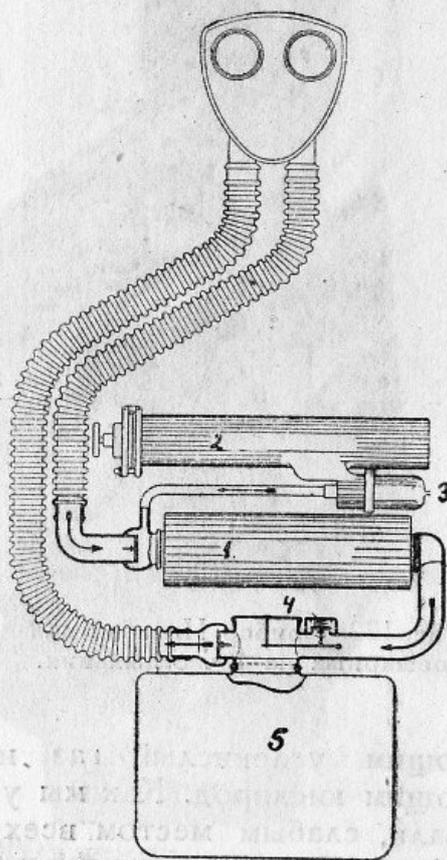


Рис. 121. Схема устройства прибора Инхабад, производящего кислород. Пож. тип на 1 час дыхания. 1—поглотит. патрон, 2—производит. кислорода, 3—фильтр для кислорода, 4—предохранительный клапан, 5—дыхательный мешок.

К той же категории приборов с самостоятельным выделением кислорода химическим путем относится и портативный прибор на  $\frac{1}{2}$  часа дыхания, предназначенный „для бегства“ (рис. 123 и 124). Здесь в основу положена идея, высказанная в требовании Спасательного Конгресса в Германии о том, чтобы каждый горнорабочий был снабжен прибором, обеспечивающим ему возможность благополучно бежать из района, захваченного внезапным выделением рудничных газов. Для этого прибор должен быть, во-первых, изоляционного типа, и, во-вторых, весьма портативным. Описываемый прибор весит всего 4,1 кг, укладывается в металлический футляр и носится на ремне через

плечо. При приведении в готовность футляр переносится на укороченном ремне на грудь, из верхней части футляра вынимается маска с рукавчиком, из нижней выпускается дыхательный мешок.

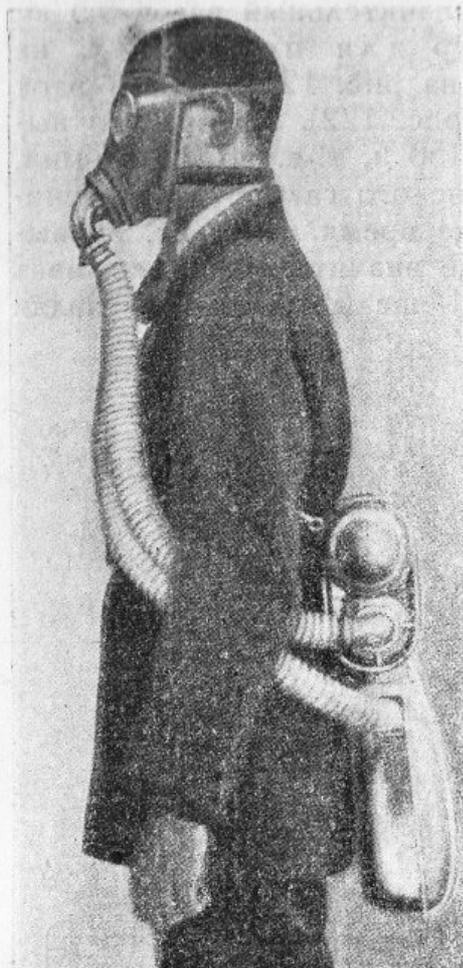


Рис. 122. Прибор Инхабад для пожарных на 1 час дыхания.

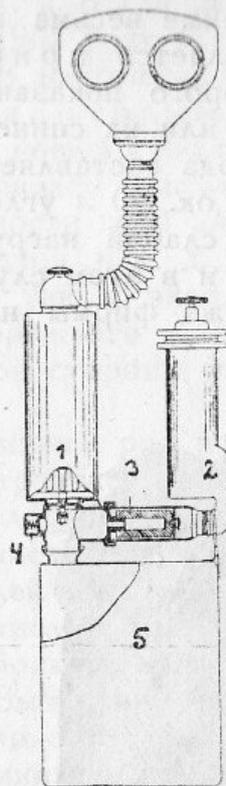


Рис. 123. Схема устройства прибора „для бегства“ на полчаса дыхания

1—поглот. патрон, 2—производит. кислорода, 3—фильтр, 4—предохр. клапан, 5—дыхат. мешок.

ющим углекислый газ и выделяющим кислород. Как мы уже указывали, слабым местом всех приборов с выделением кислорода химическим путем является некоторая медленность пуска их в ход. В проксиленовых приборах нагрудного типа требуется сначала произвести несколько вдохов на месте (20—30 сек.) для начала работы патрона. Этот недостаток устранен в новейшем типе такого прибора, в котором предусмотрен специальный капсюль с углекислым газом (4—5 л), который при выпуске газа сразу же влечет за собой освобождение 3—4 л кислорода и тем самым делает прибор работоспособным. Другой метод пуска в ход заключается в освобождении

для упрощения устройства прибора, как видно из схемы, в нем отсутствуют клапаны вдоха и выдоха, и дыхание принято маятниковое. Снижению веса способствует изготовление всех металлических частей прибора из алюминия.

Продукция, выпускаемая по этому же принципу химического выделения кислорода Ганзейской компанией (приборы Аудос), построены на методе применения проксилена, т. е. единого патрона с веществом (перекись натрия) одновременно и поглоща-

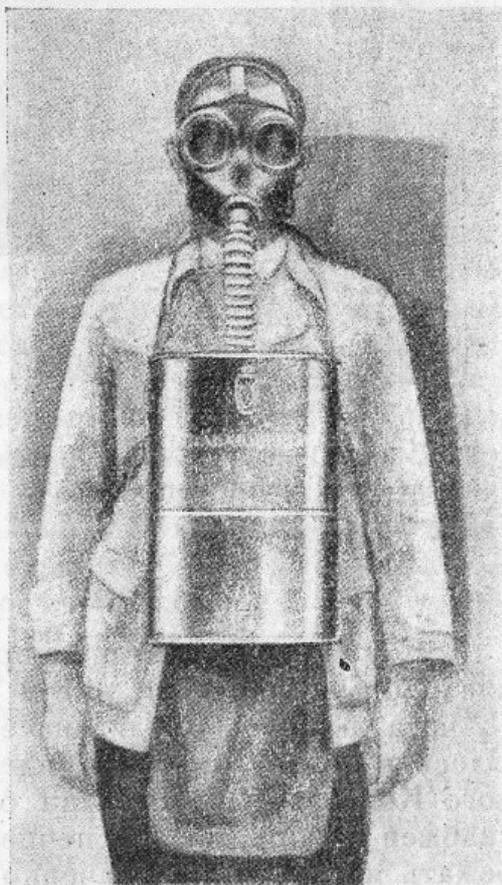


Рис. 124. Прибор Инхабад „для бегства“ в готовности.

дении некоторого количества кислорода из маленького баллона (боковой тип).

Нагрудный прибор (рис. 125 и 126) состоит из проксиленового патрона, дыхательного мешка с предохранительным клапаном, рукавчика и мундштука или маски. Патрон выделяет ок. 70 л кислорода, что определяет продолжительность действия прибора, в зависимости от нагрузки, в 40 мин.—1½ часа. Весь прибор монтирован на нагруднике из материи, подвешиваемом на ремнях и при укладке служащем для упаковки прибора. В нижней части мешка находится губка, кото-

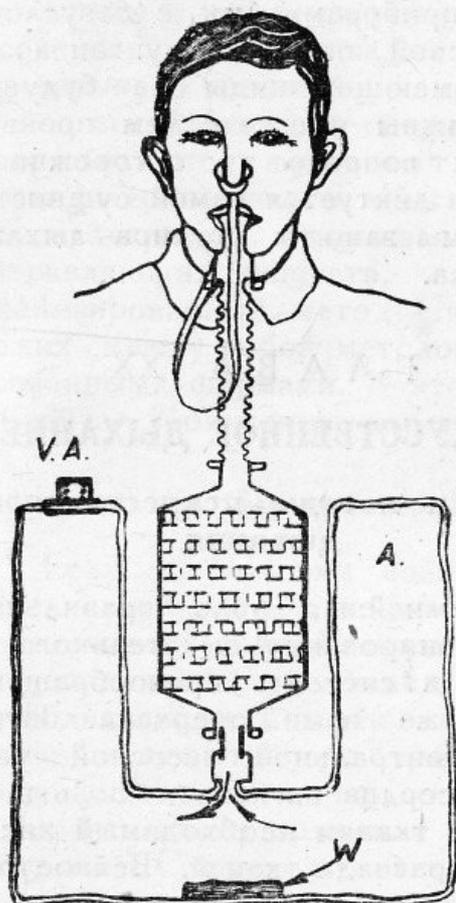


Рис. 125. Проксиленовый прибор Аудос. Нагрудный тип. Схема устройства.

А—дыхат. мешок, V.A.—клапан избытка воздуха, W—мокрая губка.



Рис. 126. Проксиленовый прибор Аудос. Нагрудный тип.

рая должна находиться в сыром состоянии для увлажнения воздуха, что необходимо, в виду высокой температуры в патроне. Для предупреждения носителя прибора о близком израсходовании патрона, за 10—15 минут до конца его действия патрон выделяет интенсивный запах мяты.

Прибор для ношения сбоку (рис. 127) принципиально не различается от только-что описанного нагрудного прибора, отличаясь лишь прибавлением вышеупомянутого баллончика с кислородом, служащего не только для запуска прибора, но и для обеспечения отступления при израсходовании патрона.

Мы привели здесь вкратце описание дыхательных приборов изоляционного типа, в которых регенерируемый воздух обновляется кислородом, получаемым в приборе химическим путем. Повседневная практика пожарных и горноспасательных команд еще не дала, в виду кратковременности применения этих приборов, своих окончательных отзывов о работе их. Специальная литература также еще не сказала своего решающего слова по этому вопросу. Вот почему, знакомясь с этими приборами, как с безусловно интересной по замыслу аппаратурой, имеющей виды на будущее, мы должны вместе с тем проявить в этом вопросе ту осторожность, которая диктуется самой сущностью проблемы защиты органов дыхания человека.



Рис. 127. Проксиленовый прибор Аудос. Боковой тип с добавочным баллончиком.

## Г Л А В А XX

### ИСКУССТВЕННОЕ ДЫХАНИЕ

#### Цель и методы искусственного дыхания

Важнейшая роль правильного функционирования дыхательного аппарата и системы кровообращения была уже нами очерчена. Играв роль центральной насосной установки, сердце нагнетает кровь в со-

суды на периферии, для того, чтобы дать тканям необходимый кислород и удалить углекислый газ—продукт распада тканей. Всякое расстройство этого основного механизма вызывает первые признаки наступления смерти, остановка же работы сердца и кровообращения равносильна смерти.

Причин таких тяжелых изменений в человеческом организме — множество. Сложная обстановка работы на производстве и жизни в крупных центрах создает серьезную опасность для органов дыхания и кровообращения, вызывая отравление дымом и различными газами, прекращение дыхания вследствие обвалов земли, утопания, поражения электрическим током и т. д.

Во всех этих случаях, если только нет явных признаков смерти пострадавшего, в виде появления трупных пятен, должно быть произведено энергичное и быстрое вмешательство в происходящий процесс остановки сердечной деятельности, с целью вызвать возвращение дыхания, восстановление кровообращения и оживление организма—искусственным путем.

Какой же путь должен быть признан наиболее целесообразно приводящим к цели?

Искусственное дыхание, производимое ручным способом, без участия каких-либо аппаратов, является наиболее распространенным и старым средством оживления. Эти способы (Сильвестра, Хоуарда и Шефера) заключаются в производстве над пострадавшим таких движений, при которых должна восстановиться работа дыхательных органов, а отсюда и сердечная деятельность, вызванная приливом и отливом крови. Самым радикальным методом, в совокупности с искусственным дыханием, был бы массаж сердца, который механически заставил бы работать эту насосную установку. Однако, полное проведение этого массажа практически невыполнимо и у нас остается единственный путь—влиять на сердце при помощи искусственного дыхания.

Стремление к рационализации искусственного дыхания, т. е. к ускорению и механизации процесса и воздействию химическим путем—привело к появлению механических методов искусственного дыхания, использующих специальную аппаратуру. Наиболее важными из них являются: пульмотор Дрегера, работающий по принципу автоматической подачи обогащенного кислородом воздуха под давлением в легкие и откачивании оттуда воздуха или углекислого газа и отравляющих веществ, и прибор Инхабад, осуществляющий механизированный метод Сильвестра. Вокруг этих двух, столь несхожих между собой методов, идет полемика, подогреваемая заинтересованными фирмами. К этому вопросу мы вернемся ниже, приступая сейчас к описанию конструкции соответствующих приборов.

### Пульмотор Дрегера, модель 1928 г.

Если мы захотим возможно точнее охарактеризовать принцип действия пульмотора, то должны будем признать его прибором, непосредственно действующим на легкие, путем ввода в них обогащенного воздуха и отсасывания отработавшего воздуха и газов, и приспособляющимся, в то же время, к об'ему легких пострадавшего. Величина избыточного давления и соответствующего разрежения строго учтена (20 см вод. столба давления и 25 см разрежения), чтобы не вызвать перенапряжений и даже разрывов мельчайших легочных пузырьков. Следует отметить, далее, те небольшие паузы, которые происходят на наивысших точках вдоха и выдыха. Определяясь конструктивными особенностями прибора, они, вместе с тем, дают время крови, приведенной в движение расширением и сжатием легких, войти в легкие и выйти оттуда, осуществляя нарушенный газообмен. Прибор работает совершенно автоматически, не вызывая никакой ручной работы. Источником движущей прибор энергии является освобождаемый из баллона сжатый до 150 атм. кислород. Продолжительность действия пульмотора—40 мин. Смена пустого кислородного баллона полным, для увеличения продолжительности действия прибора, дает возможность не стесняться временем. При желании автоматический принцип работы может быть легко заменен ручным.

В том случае, если пострадавший обнаруживает хотя бы слабое дыхание, применяют не принудительный способ (пульмотор), а пассивный метод, так наз. ингаляцию. Для этой цели на крышке ящика пульмотора имеется специальный прибор. Во всех же более тяжелых случаях, когда пострадавший является мнимо-умершим, с остановившимися жизненными процессами, немедленно следует применить

пульмотор. Для этого пострадавшего укладывают на свежем воздухе, в горизонтальном положении, подложив под лопатки сверток высотой ок. 20 см, благодаря чему голова слегка свесится назад. На лицо надевается полумаска, которая имеется при приборе в трех размерах, при чем предварительно вытягивают язык, удерживаемый от западания обратным особым зажимом. Полумаска, надеваемая на рот и на нос, должна сидеть на лице совершенно безупречно в смысле герметичности. Для того, чтобы воспрепятствовать попаданию дыхательного воздуха в желудок, необходимо нажимать на шею спереди (рис. 128), благодаря чему пищевод окажется закрытым.

Аппарат состоит из следующих частей. В деревянном ящике на крышке, как было упомянуто, находится ингаляционный прибор, в самом же ящике расположен самый пульмотор (схема—рис. 129), у которого 1—баллон с кислородом под давлением в 150 атм., 1а—запорный вентиль баллона, 2—редукционный клапан, 3—манометр, показывающий продолжительность действия прибора. Далее следует кран-переключатель на два направления, для подачи кислорода или для ингалятора по трубке 23, или для пульмотора по трубке 5. Если этот переключатель был заранее установлен на надпись „пульмотор“, то для пуска последнего в ход достаточно только открыть вентиль баллона.

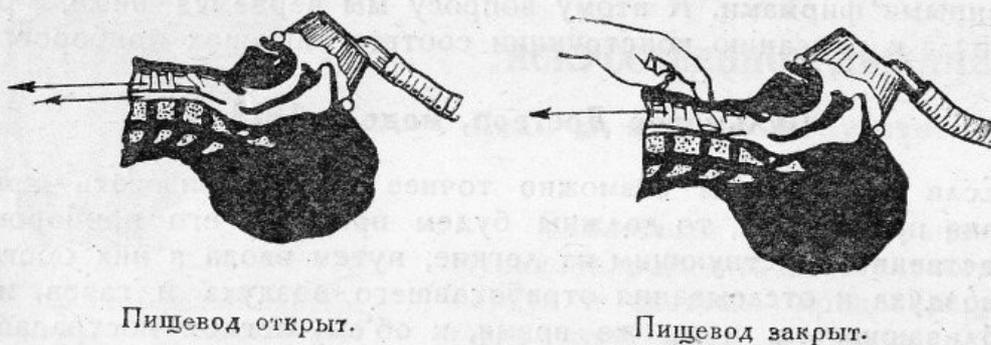


Рис. 128.

По трубке 5 кислород поступает в инжектор 6, а оттуда в клапанную коробку 8. В этой коробке имеются четыре внутренних окна (А, В, С и D) и одно наружное Е. Клапанный золотник К, принуждаемый рычагами 11 и 12, может занимать или правое положение (как на чертеже), открывая окна А и С и закрывая В и D (всасывание), или же левое положение, при котором будут открыты окна В и D и закрыты А и С (нагнетание). Окно Е всегда открыто и служит для засасывания инжектором наружного воздуха при нагнетании в легкие или для выпуска воздуха, засосанного из легких. При том положении рычагов и клапанного золотника, которое показано на чертеже, происходит всасывание воздуха из легких человека следующим путем. Кислород, поступая в инжектор 6, создает в нем вакуум, благодаря чему через окно А и рукав 14 будет происходить всасывание воздуха из легких человека. На рисунке 129 к маске 16, по ее уплотняющему краю 17 прилегает при помощи штуцера 29 присоединенный демонстрационный и испытательный мешок 30, сжавшийся в данный момент, вследствие высасывания из него воздуха. Всосанный воздух будет прогнан инжектором через окна С и Е наружу. Тем временем мех 9 начнет вследствие вакуума, под атмосферным давлением, сокращаться

и заставит, при своем опускании, рычаг 12 повернуться вокруг оси 12 и стать в положение, показанное пунктиром. Благодаря устроенному сцеплению, рычаг 11 будет также повернут вокруг своей оси 11 и займет положение, показанное пунктиром, перебросив клапанный золотник в левое положение. Тогда начнется фаза нагнетания. Инжектор будет засасывать наружный воздух через окно *E* и *B* и по рукаву 13 в легкие человека. Как только в легких будет достигнуто давление в 20 см вод. столба, это давление заставит мех 9 раздуваться, что приведет всю систему опять в положение, показанное на чертеже. Таким образом управление работой прибора происходит автоматически. В случае не-

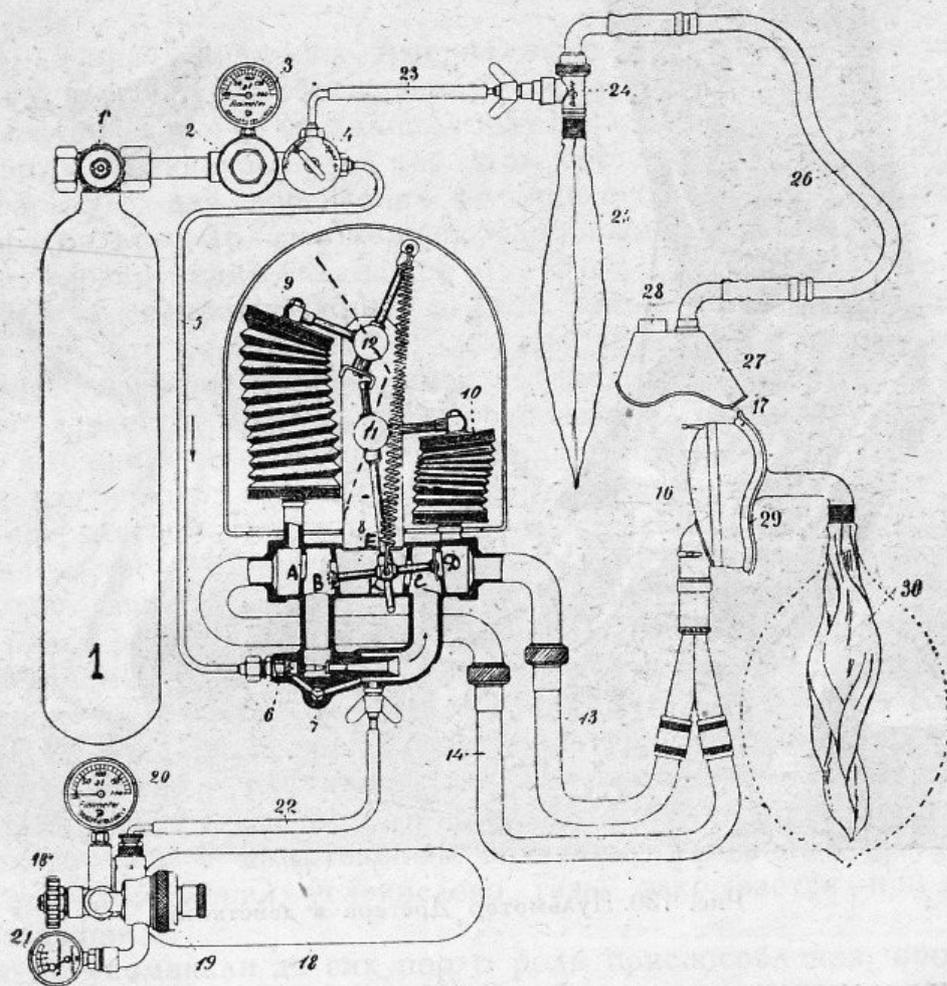


Рис. 129. Схема устройства пульмотора Дрегера.

обходимости оно может производиться и вручную, при помощи рукоятки на нижнем конце рычага 11. Глухой мех 10 играет роль буфера, смягчающего толчки, могущие быть вызванными пружиной, стягивающей рычаги 11 и 12 и помогающей клапанному золотнику *A* плотно прилегать к окнам.

В процессе описанной работы выявляется весьма ценное свойство пульмотора—автоматически приспосабливается к объему легких данного субъекта. При большем объеме аппарат покажет более медленный темп работы, при малом содержании ритм работы ускорится. Высота

давления и вакуума остается при этом неизменной ( $+20$  и  $-25$  см вод. столба), совершенно не завися от объема легких.

Непременным условием правильной работы прибора является полная герметичность полумаски, сидящей на лице пострадавшего. Эта полумаска, закрывающая рот и нос, притягивается при помощи ремней к обшитому кожей кольцу, подкладываемому под голову человека. До сих пор для герметичности прилегания полумаски служила уплотняющая кромка, в новейшем же типе полумаски для пульмотора устроено надувное уплотняющее приспособление, наполняемое воздухом при помощи маленького воздушного насосика. Наличие трех величин полумасок (для мужчин, женщин и детей) и введение такого

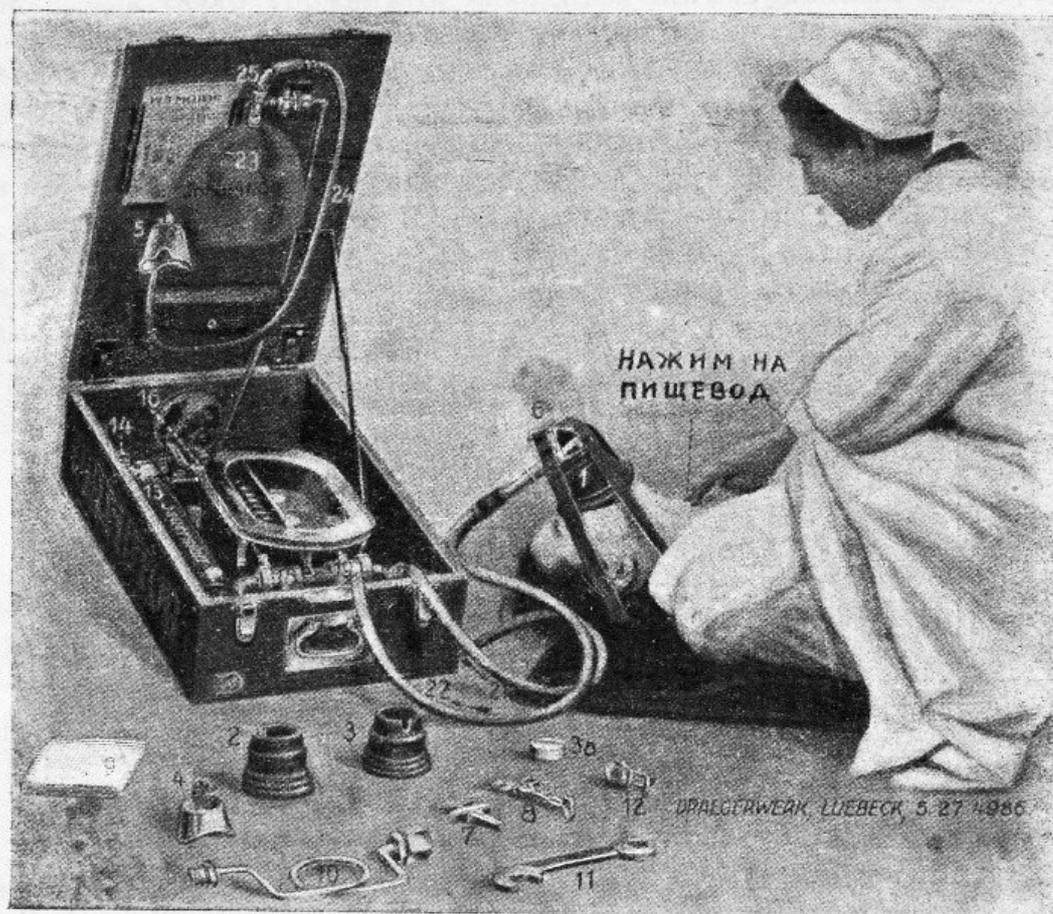


Рис. 130. Пульмотор Дрегера в действии.

пневматического уплотнения дают возможность плотно пригонять полумаску к любому лицу.

Как уже было указано, емкость кислородного баллона хватает на 40 мин. работы пульмотора. Если встречается надобность в более продолжительной работе прибора, то вместо израсходованного баллона может быть быстро присоединен другой такой же баллон. Если же требуется большая длительность в работе, то при помощи трубки 10 (рис. 130) к прибору может быть присоединен уложенный вне его большой баллон на 1000 л, обеспечивающий непрерывную работу прибора в течение 3 часов.

Переходя к вопросу о работе пульмотора с добавлением углекислого газа, хочется сначала отметить как бы некоторую парадоксальность введения в легкие человека для его оживления такого газа,

как углекислый, не поддерживающий дыхания газ. Однако, целесообразность такой примеси диктуется следующими соображениями.

Прежде всего отмечается то обстоятельство, что у пострадавшего, продолжительное время обрабатываемого одним лишь обогащенным кислородом воздухом, с момента, когда у него начинает прощупываться пульс, т. е. восстанавливается кровообращение, может получиться постепенное исчезновение растворенного в крови углекислого газа. Между тем, как говорилось в первой главе книги, углекислый газ играет в дыхательном процессе важную роль, влияя на центр дыхания и вызывая тем самым деятельность дыхательных мускулов. Таким образом, добавление углекислого газа к воздуху при искусственном дыхании активизирует дыхание, делает его глубоким и является одним из важных побудителей, восстанавливающих дыхание оживляемого субъекта.

Примененный впервые в Америке этот метод добавления углекислого газа к воздуху, обогащенному кислородом и служащему для целей искусственного дыхания, получил повсеместное признание. Содержание углекислого газа при этом составляет от 3 до 6%.

Аппаратура для добавления углекислого газа состоит (рис. 129) из малого баллона 18, снабженного запорным вентилем 18-а и редукционным дозирующим клапаном 19. Этот баллон при своей емкости в 0,7 л содержит 0,5 кг жидкой углекислоты под давлением 55—60 атм., что составляет 250 л в газообразном состоянии. Измерительные приборы, манометры, служат — один для определения высокого давления, а отсюда и продолжительности работы баллона, другой, стоящий на стороне низкого давления, показывает % содержания углекислого газа и помогает регулировать это содержание посредством установочного винта на редукционном клапане. Это понятно, если принять во внимание, что дозирование углекислого газа будет зависеть от величины пониженного давления, с которым газ покидает редукционный клапан. Наблюдая за показаниями этого второго манометра, можно при помощи установочного винта держать концентрацию углекислого газа равной 3, 4, 5 или 6%. Короткий рукавчик 22 соединяет описанную аппаратуру со специальным штуцером у пульмотора, служащим для присоединения ее, по желанию, к работающему пульмотору, в котором и будет происходить смесь углекислого газа с дыхательным воздухом. Указанный штуцер, при отсутствии добавления углекислого газа, закрывается при помощи гайки-заглушки.

Мы не упоминали до сих пор о роли приспособления, обозначенного цифрой 7 на схеме рис. 129. Эти каналы с краном представляют собою обходный путь для кислорода, который может быть послан помимо инжектора. Делается это в том случае, если обычную концентрацию кислорода в воздухе пульмотора (29%) желают поднять до 49%, что может иметь место при особо тяжелых газоотравлениях, напр., окисью углерода.

На рис. 130 изображен пульмотор Дрегера (без давления  $\text{CO}_2$ ) в действии, при чем показаны принадлежности прибора 1, 2 и 3 — полумаски трех размеров для пульмотора, 4 и 5 — полумаски для ингалятора, 6 — удерживающие ремни, прикрепленные к головному кольцу, 7 — открыватель для рта, 8 — щипцы для доставания языка, 9 — полотенце, 10 — спиральная трубка для присоединения большого баллона, 11 — гаечный ключ, 12 — держатель языка, 13 — кислородный

баллон, 14 — запорный вентиль баллона, 16 — кран-переключатель, 18, 19 — клапанная коробка, 21 — рукавчик нагнетания (вдоха), 22 — рукавчик всасывания (выдыха), 23 — дыхательный мешок ингалятора, 24 — рукавчик ингалятора, 25 — соединительные части ингалятора.

Для демонстрации и проверки действия пульмотора служит мешок, о котором уже было упомянуто (рис. 129) и который как бы изображает легкие человека. Для того же, чтобы получить объективное представление о величине нагнетания и всасывания, необходимо было бы присоединить к этому мешку мановакуумметр! Это и сделано в специальном приборе для испытания пульмоторов, показанном на рис. 131.

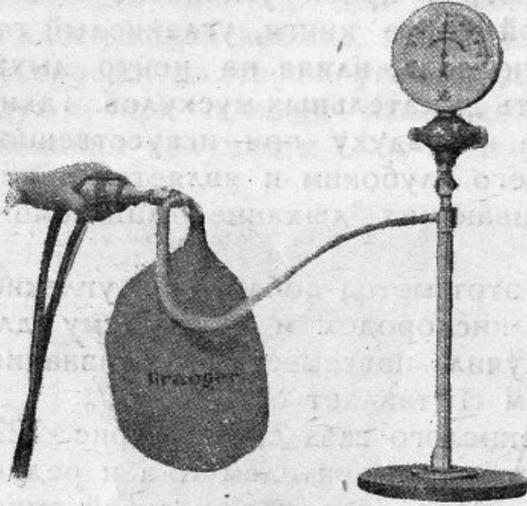


Рис. 131. Прибор для испытания пульмоторов.

Из сказанного видно, что пульмотор Дрегера является автоматическим кислородным прибором для искусственного дыхания, при чем восстановление дыхания вызывается расширением легких под давлением и сжатием при разрежении. Пульмотор хорошо зарекомендовал себя в различных областях промышленности, в пожарном, горноспасательном и санитарном деле, и к настоящему времени в обращении в разных странах находится свыше 8 000 пульмоторов.

### Прибор Инхабад

В этой системе, представляющей собою механизированный метод искусственного дыхания Сильвестра, пострадавший укладывается на основание прибора, имеющее вид деревянной наклонной платформы с изголовьем, наклонным в обратную сторону. Металлическая трубчатая рама, вращающаяся шарнирно, имеет сверху захваты для рук пострадавшего, внизу же цепочки, оттягивающие книзу и прижимающие к животу специальную накладку. При вдохе (рис. 132, 133 и 134) рама отводится назад, разводя руки и расширяя грудную клетку пострадавшего. Цепочки при этом остаются свободными и брюшная накладка не притянута.

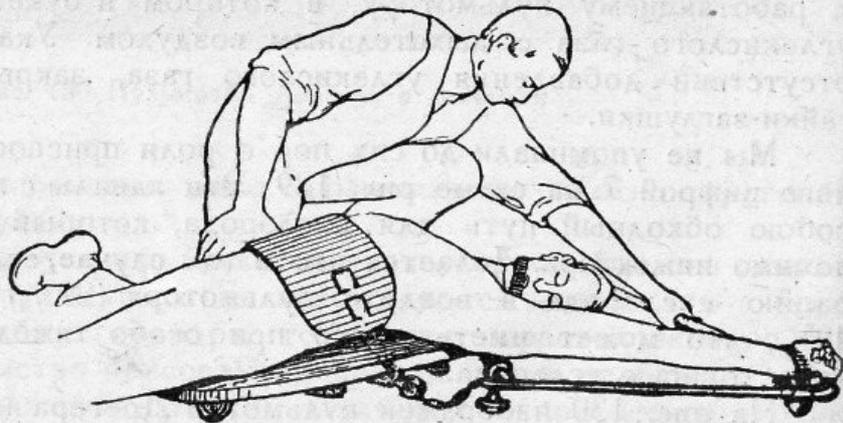


Рис. 132. Прибор для искусственного дыхания Инхабад. Вдох.

Вследствие расширения грудной клетки, объем легких увеличивается и происходит засасывание наружного воздуха (вдох). Для осуществления выдыха (рис. 133) раму поворачивают внутрь. При

этом руки приводятся к туловищу, грудная клетка уменьшается в объеме и брюшная накладка, натягиваемая цепочками, производит сдавливание живота. При этих движениях необходимо обеспечить правильное положение языка, предварительно вытянутого щипцами, для того, чтобы дыхательное горло оставалось свободным. Для этой цели имеется специальный зажим для языка, удерживаемый повязкой.

Второй тип приборов Инхабад соединен с одновременной подачей пострадавшему кислорода, заключенного в двух баллонах, находящихся под основной доской прибора (рис. 134). Рукавчик, подающий кислород, присоединяется к держателю языка и вводится непосредственно в гортань. Таким образом, полумаска при оживлении устраняется и применяется лишь при ингаляции, т. е. после появления дыхательной деятельности.

Вопрос о преимуществе того или иного типа оживляющих приборов — пульмотора Дрегера или прибора Инхабад — породил в Германии целую литературу. Мы не считаем возможным, вследствие недостатка места, приводить здесь многочисленные отзывы сторонников и противников обоих приборов. Кроме того, полемика вокруг этого вопроса, как нам чувствуется, не свободна от влияния конкурирующих фирм. Советская наука должна вынести по этому поводу свое собственное и, конечно, абсолютно беспристрастное мнение.

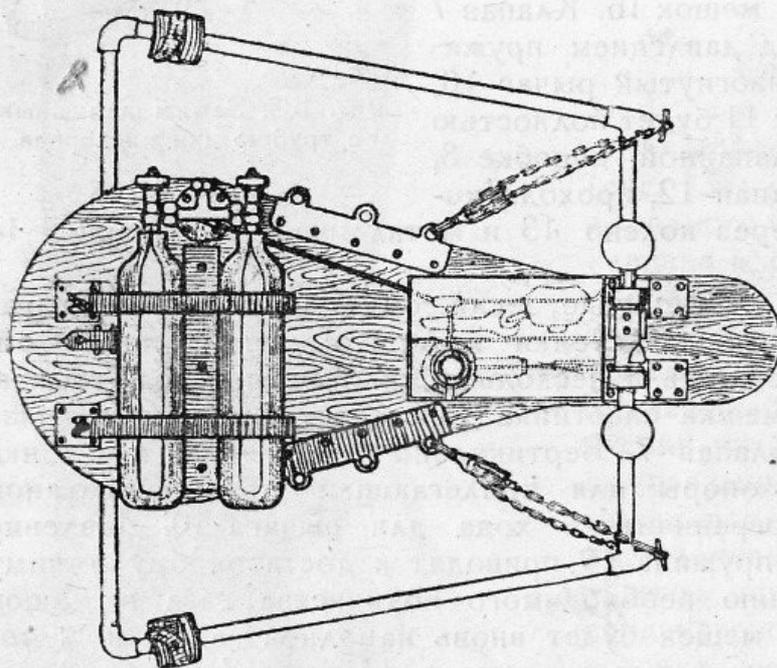


Рис. 134. Прибор Инхабад с подачей кислорода (вид снизу).

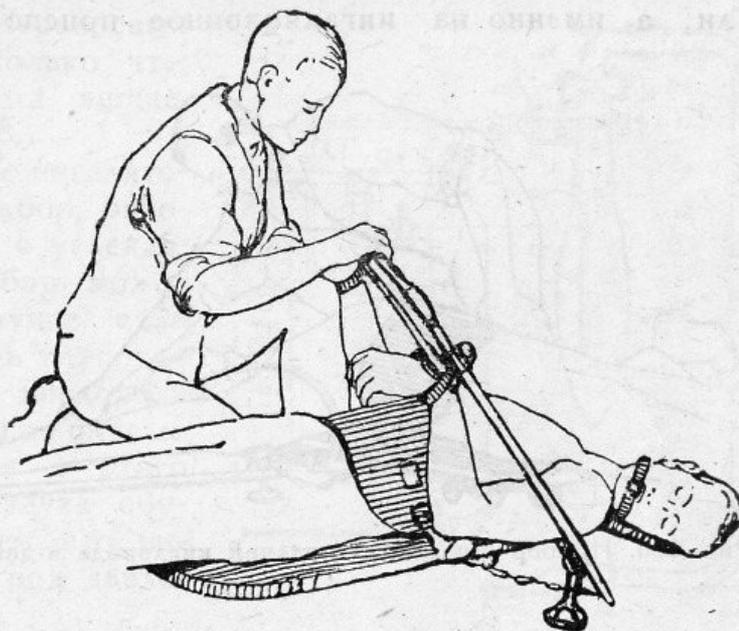


Рис. 133. Прибор для искусственного дыхания; Инхабад. Выдох.

### Приборы для ингаляции

В тех случаях, когда у пострадавшего не наступило прекращение дыхательной деятельности, задача спасателей заключается в использовании

слабо действующего механизма дыхания для введения в легкие оживляющего газа: воздуха, смеси воздуха с кислородом, или кислорода с углекислым газом. На один из типов ингалятора мы уже указывали, а именно на ингаляционное приспособление при пульмоторе

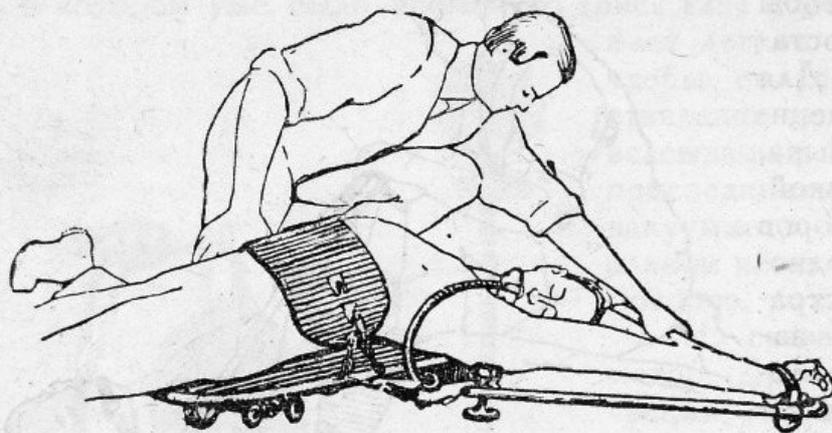


Рис. 135. Прибор Инхабад с подачей кислорода в действии.

Дрегера. Из специальных ингаляторов наиболее интересным является ингалятор Дрегера, работающий „карбогеном“, т. е. готовой смесью из 95% кислорода и 5% углекислого газа. Прибор этот (схема на рис. 137) построен на легочно-автоматическом принципе. В стальных баллонах находится карбоген, в количестве 600 л, под давлением в 150 атм. При открытии запорных вентилях 2 газ устремляется по соединительной трубке 3 в редукционный клапан 4, постоянно установленный на определенное рабочее давление (без регулировки), проходя мимо манометра 5, служащего для определения запаса газа в баллонах. После редукционного клапана газ идет по трубке 6 через клапан 7 в дыхательный мешок 16. Клапан 7 может быть закрыт под давлением пружины 9, действующей на изогнутый рычаг 10, в том случае, если винт 11 будет полностью ввинчен. Наверху, в клапанной коробке 8, находится слюдяной клапан 12, проходя который газ поступает через колено 13 и металлический рукавчик 14 в полумаску 15.

При вдохе, даже в том случае, если он совершенно слаб, газ будет засасываться из мешка, стенки которого опадут при этом, и при разрежении всего лишь в несколько миллиметров вод. столба, укрепленная на стенке мешка пластинка 18 своим давлением на рычаг 10 заставит открыться клапан 7. Вертикально укрепленная пластинка 17 служит в качестве опоры для прилегающей противоположной стенки мешка и как ограничитель хода для рычага 10. Давление газа и вспомогательная пружина 19 приводят к достаточному отжиму клапана 7 и к поступлению необходимого количества газа в мешок и маску. К концу вдоха мешок будет вновь наполнен газом и в момент перехода дыхания на выдох закроются клапаны 7 и 12. Одновременно откроется клапан 20 на полумаске и выпустит выдыхаемый воздух наружу.

При желании прибор из легочно-автоматического может быть превращен в постоянно-дозированный, с подачей 20 л газа в минуту. Производится это путем вывинчивания винта 11. При этом освобождается пружина 9, а рычаг 10 и клапан 7 окажутся разгруженными. Газ получит возможность свободно протекать в мешок и маску. Рме-

Рис. 136. Зажим для языка с трубой для кислорода.

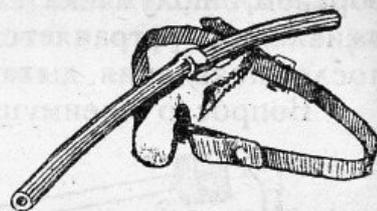


Рис. 136. Зажим для языка с трубой для кислорода.

сто двух малых баллонов может быть применен один большой, вместимостью в 1500 л, установленный вертикально в особой подставке на роликах. Такой прибор носит стационарный характер. Переносный же прибор, описанный только что, смонтирован в деревянном ящике, изображенном на рис. 138.

Разновидностью этого ингалятора является такой же прибор, работающий смесью воздуха с углекислым газом. Такой прибор может быть применен в том случае, если необходимо лишь вызвать глубокое дыхание, но недостатка кислорода в крови (как при отравлении окисью углерода) не наблюдается. У этого прибора поступление воздуха обусловливается засасыванием его инжектором, действующим под давлением углекислого газа.

Ингаляторы Дрегера получили весьма значительное распространение, определяемое по данным ноября 1929 г. в 16 000 штук.

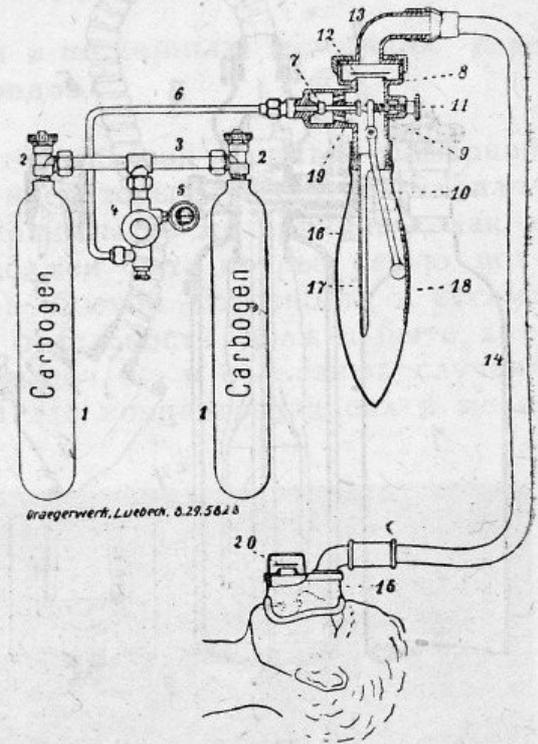


Рис. 137. Схема ингалятора Дрегера, работающего „карбогеном“.

### Ингалятор „Аудос“

Особенностью этого прибора (рис. 139) является отсутствие у кислородного баллона редукционного клапана и регулирование подачи кислорода легочно-автоматическим путем. Происходящее при вдохе разрежение влияет на небольшой регулировочный мешок, спадающие стенки которого нажимают на рычаги, связанные со специальным впускным вентиляем. Последний устроен на шариках работает с минимальным трением, при чем для приведения его в действие требуется разрежение всего в 3—5 мм вод. столба. В период выдоха впускной вентиль остается закрытым.

В случае весьма слабого дыхания и при повреждениях лица, не позволяющих надеть пострадавшему полумаску прибора, ингалятор „Аудос“ может подавать слабый поток кислорода самостоятельно. Для этой цели в нижней части корпуса, со-

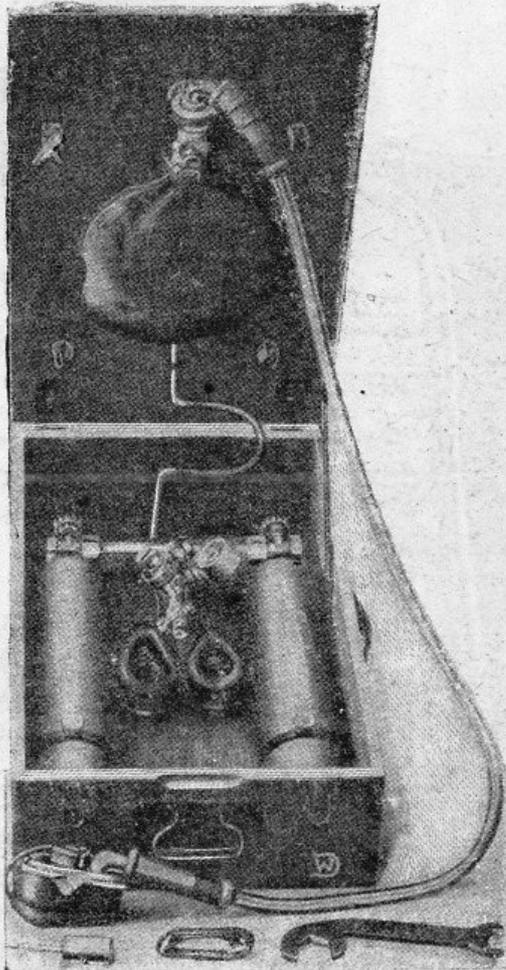


Рис. 138. Ингалятор Дрегера.

предусмотрено рычажно шарнирное установочное приспособление, регулируемое особым винтом в днище корпуса. При вывинчивании этого винта пружина будет сближать рычажки приспособления, влияющие, в свою очередь, на рычаги впускного вентиля. Таким образом вместо легко-автоматического регулирования в данном случае будет осуществлено постоянное дозирование кислорода. Кислород из впускного вентиля проходит по металлическому рукавику в полумаску, снабженную двумя клапанами—выпускным и для добавления воздуха. Последний клапан, представляющий собою винт, перекрывающий отверстия для впуска воздуха, открывается в тех случаях, когда врач, руководящий ингаляцией, признает необходимым изменить характер вдыхаемого газа, заменяя чистый кислород смесью кислорода с атмосферным воздухом. Прибор уложен в деревянный ящик и имеет вид, изображенный на рис. 140.

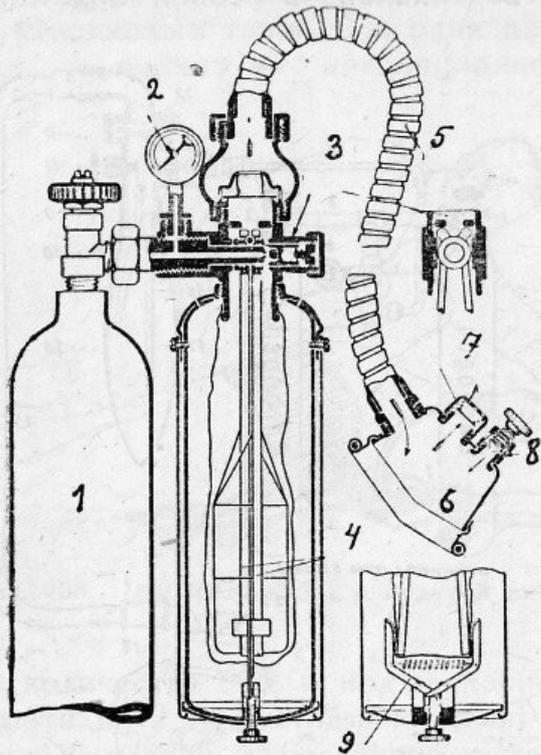


Рис. 139. Ингалятор Аудос

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1—кислородный баллон, | 6—маска,              |
| 2—манометр,           | 7—клапан выдыха,      |
| 3—впускной клапан,    | 8—добавление воздуха, |
| 4—рычажный привод     | 9—установка рычажного |
| впускного клапана,    | привода,              |
| 5—дыхат. рукавчик,    |                       |

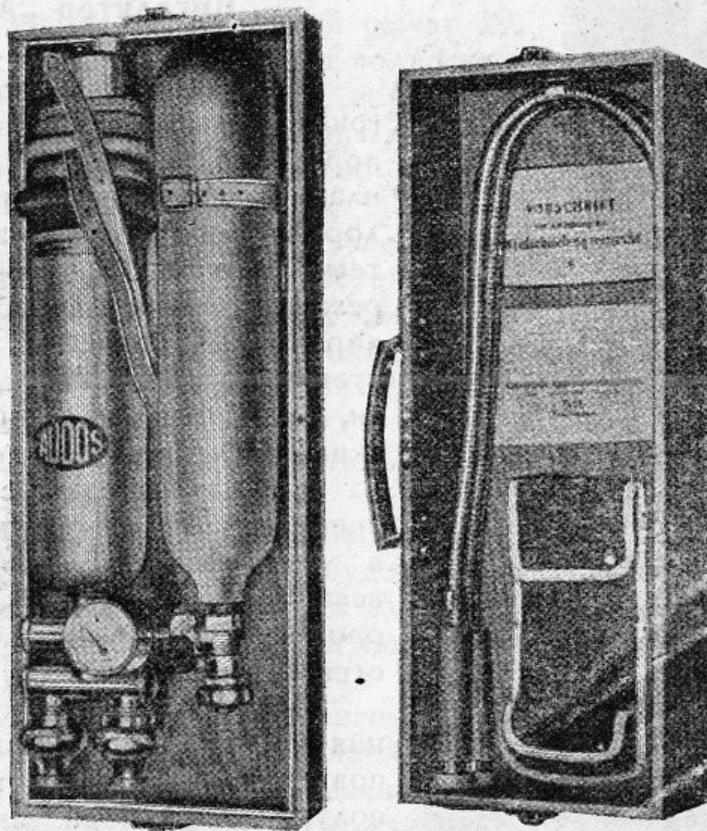


Рис. 140. Ингалятор Аудос для одновременного обслуживания двух человек.

## ОТДЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ ИЗ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ПРАКТИКИ ПОЖАРНЫХ КОМАНД

### Организация противогазовой защиты в пожарных командах германских городов

При решении задачи—охвата противогазовой защитой пожарной команды такого центра, как Берлин, который раскинулся на площади с поперечником в 50 км, были приняты те же принципы, как и в организации пожаротушения. Город должен быть покрыт сетью возможно малых, но находящихся всегда в боевой готовности и весьма подвижных частей. Каждая из них в отдельности должна быть достаточно сильна для решения обычных задач, но в серьезных случаях эти части могут быть быстро собраны для концентрации сил в желаемой степени.

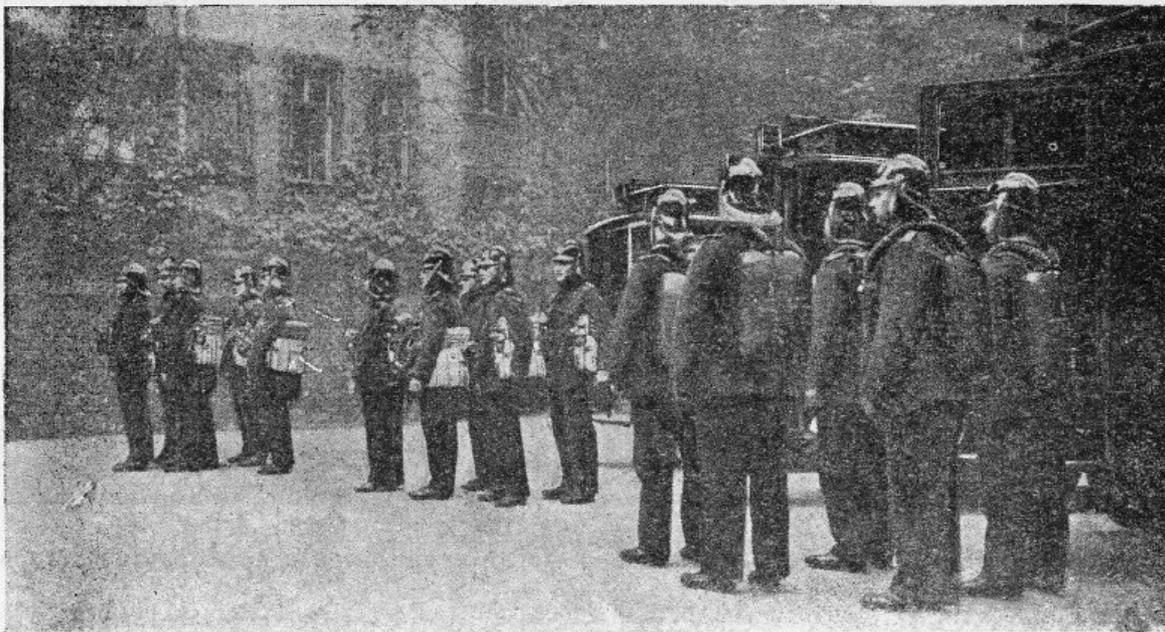


Рис. 141. Противогазовые отряды Берлинской пожарной команды со спасательными ходами

На периферии Берлина действуют 62 добровольные команды, входящие в городскую пож. охрану. Эти команды снабжены газовыми масками, более крупные из них—самовсасывающими аппаратами, и лишь в особо серьезных пунктах—регенеративными приборами.

В 39 профессиональных частях города проведен принцип индивидуального снабжения каждого пожарного своей газовой маской (Дегеа) и, кроме того, каждая часть имеет по два регенеративных прибора Дрегера (*HSS* и малые приборы). Самовсасывающие приборы в профессиональной команде более не применяются.

По прибытии части к месту пожара в разведке участвует специально подготовленный пожарный, снабженный кислородным дыхательным аппаратом. На обязанности этого разведчика лежит забота о выпуске дыма или работа со стволом. Недавно введенный боевой расчет предусматривает наличие в составе каждой части особого отряда из одного старшего и двух рядовых, снабженного кислородными

дыхательными аппаратами и могущего быть посланным в самые серьезные места. На всех более крупных пожарах, в тушении которых принимают участие многие пож. части, количество таких разведчиков соответственно увеличивается. Однако, как справедливо указывает инж. Линднер<sup>1</sup>, в противоположность горно-спасательному делу, в пожарной практике нет необходимости посылать носителей приборов группами, так как при наличии даже одного разведчика связь между ним и следующими сзади людьми в газовых масках обычно не прерывается. Исключения составляют особые случаи, когда приходится иметь дело с большими концентрациями газов и длинными путями наступления. В этих случаях носителей изолирующих аппаратов приходится посы-

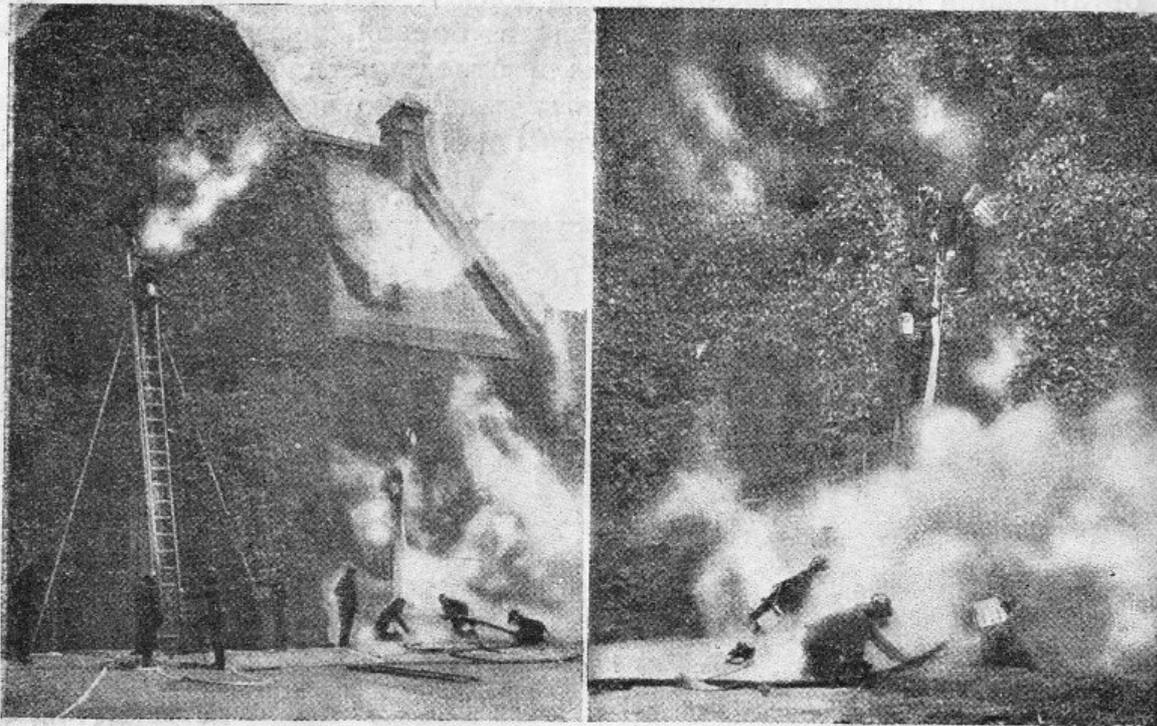


Рис. 142. Пожарная команда г. Мюнхена. Газовая тренировка с приборами Дрегера.

лать только группами. В первую голову для этого служат спасательные отряды, состоящие из одного начальника и четырех рядовых, прибывающие, как специальный отряд, на спасательном ходу. Берлин в настоящее время обладает четырьмя такими автомобилями. Машины эти стоят на четырех спасательных станциях, расположенных в наиболее благоприятных для обслуживания всего города пунктах. На этих станциях находятся местные склады запасных частей, патронов, фильтрующих коробок, насосов для кислорода и т. д. Каждый спасательный ход снабжен кислородными дыхательными приборами, специальными патронами для газовых масок и одним прибором Кенига с оросителем. Кроме того, ход оборудован спасательными на воде приборами, аппаратурой для автогенной резки и специальным инструментом. При крупных катастрофах выезжает и второй ход, фургон, на котором находятся мощные подъемные приспособления и прочее специальное оборудование. Одна из спасательных станций имеет в качестве прицепки к автомобилю 5-тонный кран. Все газозащитное и спасательное дело

<sup>1</sup> Draeger-Hefte, Sept. 1929.

обслуживается отдельным учреждением, заключающим в себе также центральные мастерские для испытания и ремонта оборудования. Мастерские эти значительно снизили эксплуатационные расходы, организовав собственное наполнение патронов. В 1928 г. здесь было изготовлено 1311 патронов и выполнено 80 крупных ремонтов и 110 испытаний. Вообще в Берлинской команде было проведено за тот же год 1225 дыхательных часов в приборах. Находившиеся в 1928 году в действии два спасательных хода были вызваны 501 раз. Для борьбы с газом и дымом они работали 43 раза с 177 аппаратами.

В Мюнхене противопогазовая защита поручена ведению одного из старших лиц комсостава, будучи выделена в самостоятельную отрасль. Для надзора за приборами этот начальник имеет четырех помощников. Вследствие сравнительно ограниченного штата пожарной команды было пока положено в основу организации не комплектование выделенных отрядов, как в Берлине, а тщательная подготовка всех работников команды в качестве носителей приборов. Так, обязательно полагается каждому пожарному не менее одного раза в месяц проходить тренировку в газовой камере и на воздухе, заключающуюся в физических работах, лазании, ходьбе и т. д. Наблюдение за исправностью приборов и приведение их в готовность возложено

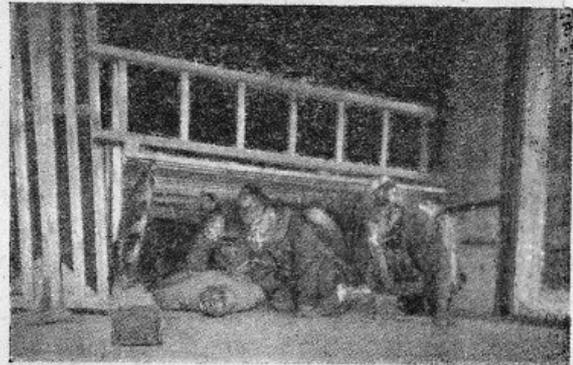
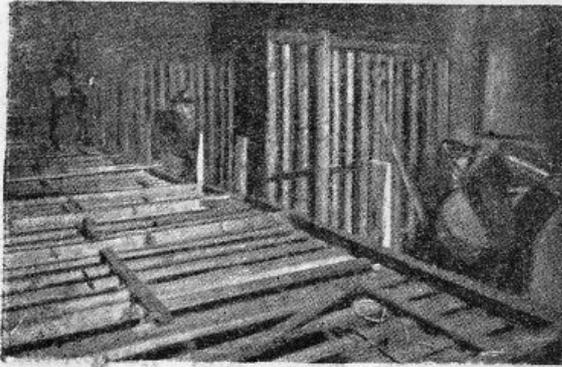


Рис. 143. Работа в газовой тренировочной камере пожарных г. Нюрнберга.

на упомянутых помощников, являющихся надзирателями над приборами. Укладка приборов на ходах произведена в ящиках, защищающих их от пыли и непогоды. Каждый прибор ежедневно основательно проветривается. Испытание приборов на герметичность устраивается раз в месяц, в точный срок для каждого прибора. Раз в три месяца приборы разбираются и моются. Все составные части, особенно редукционные клапаны и сопла дозирования кислорода, подлежат точному испытанию. Независимо от этих периодических испытаний каждый прибор после применения в деле подвергается мойке и испытанию. По образцу Берлина, для каждого дыхательного прибора и пульмотора заведен паспорт, в котором отмечаются все работы и испытания с показанием состояния прибора на сегодняшний день. Продуманное и тщательное заполнение этого паспорта, иллюстрирующее „жизненный путь“ прибора, показало свою высокую ценность. Кроме того, целесообразным является учет состояния каждого пожарного при работе с дыхательными приборами, заключающийся в точном фиксировании условий опыта (род газа, характер и об'ем работ, возможные недомогания, сведения о примененных приборах, длительность пребывания в газовой камере).

В Нюрнберге организация построена так же, как и в Мюнхене. Обращает на себя внимание учебное помещение, занимающее зал длиной в 16 м, шириною в 4,25 м и вышиною в 3,20 м. По одной двери устроено с торцов этого помещения. Окна защищены проволочным стеклом (Монье) и могут закрываться ставнями. В помещении имеется плита для дымохода, служащего для быстрого и густого задымления помещения. Помощью большого числа стандартных щитов размерами  $2 \times 2$  м, имеющих широкие основания, осуществляются

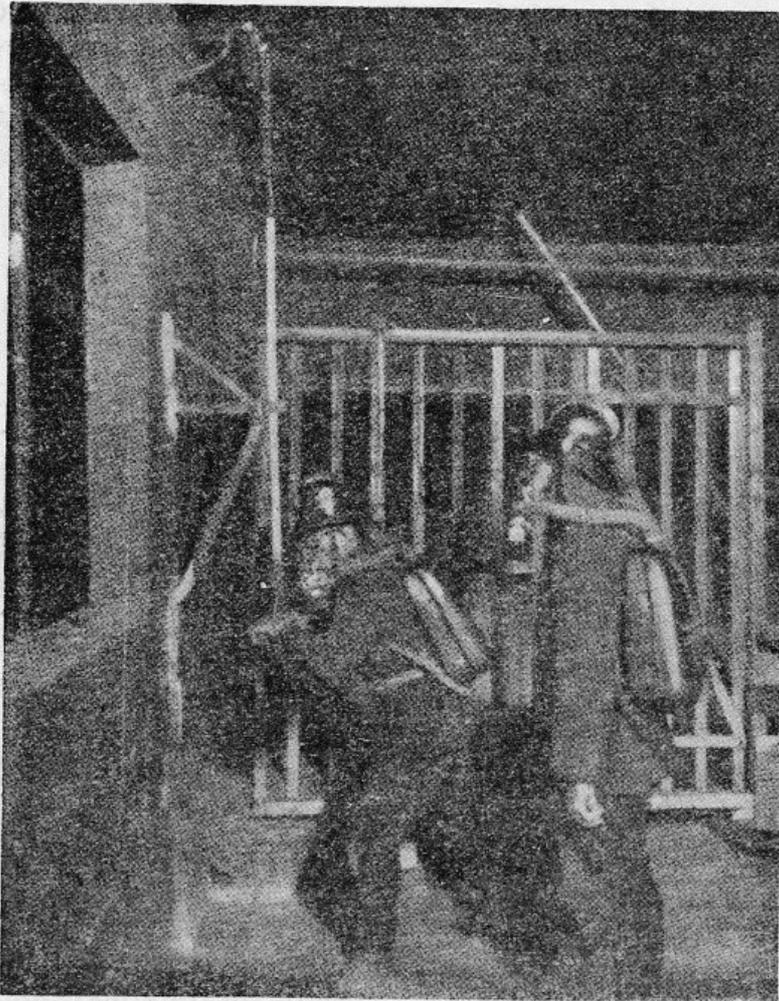


Рис. 144. Пожарная команда г. Нюрнберга.  
Работа в газовой тренировочной камере на машине для измерения работы.

всевозможнейшие, близкие к действительности, опытные установки, как-то: чердаки, погреба, жилые помещения, забои, штольни, штреки, в которых можно пробираться лишь ползком. Многие из этих щитов снабжены дверями, с замками разных систем. Помощью досок, лестниц, балок и т. д. могут быть устроены самые разнообразные установки. Оборудование дополняют ящики, бочки, дрова и т. д., хранимые на складе и применяемые для приближения обстановки к действительности. В этом же помещении находится и аппарат для измерения произведенной работы, каждый подъем которого равен 20 к. Разведочные отряды тренируются таким

образом, чтобы люди могли выполнять в течение часа самую тяжелую работу в сильнейшем дыму. При этом главное внимание направлено не столько на максимальное число подъемов на измерительном приборе, сколько на работу, соответствующую реальным, серьезным случаям. Так, например, проводятся упражнения в розысках людей, переноске тяжестей, спасании людей, прокладке линий рукавов и т. д.

Как известно, применение мундштучного дыхания влечет весьма тяжелую в обстановке пожара невозможность говорить (командовать, передавать впечатления). Путем тренировки в Нюрнбергской команде приучают людей говорить короткими фразами, сделав предварительно глубокий вдох и вынув на несколько секунд рукою мундштук настолько, чтобы были освобождены зубы. Разумеется, при этом тщательно

следят за тем, чтобы во время речи отравленный воздух не поступил в рот.

Текущая тренировка пожарных, принадлежащих к отрядам разведчиков, заключается в работе 1 раз в месяц в течение 1 часа в темноте без дыма и 1 раз в три месяца также в продолжение 1 часа в дыму. Остальные пожарные работают не с мундштуками, а в масках. Они также получают подготовку к работе со всеми дыхательными приборами, но не столь основательную, как члены разведочных отрядов.

Основной упор команда делает на приборы тяжелого (изоляционного) типа, применяя малый прибор Дрегера 1928 года. Начальники отрядов носят приборы Дрегера HSS более старого, бокового типа (1924 г.). Что же касается фильтрующих приборов, то атака в них производится при необходимости оказания помощи в срок более быстрый, чем время надевания изолирующего прибора, и для непродолжительного пребывания в дыму и газах (выпуск дыма и т. д.). Количество фильтрующих приборов рассчитано таким образом, чтобы за вычетом шофера и людей, обслуживающих тыл, две трети команды были снабжены газовыми масками. Комсоставу полагаются газовые маски с фильтрами СО. Кроме этих приборов, на каждом обозе имеется один прибор с подачей свежего воздуха.

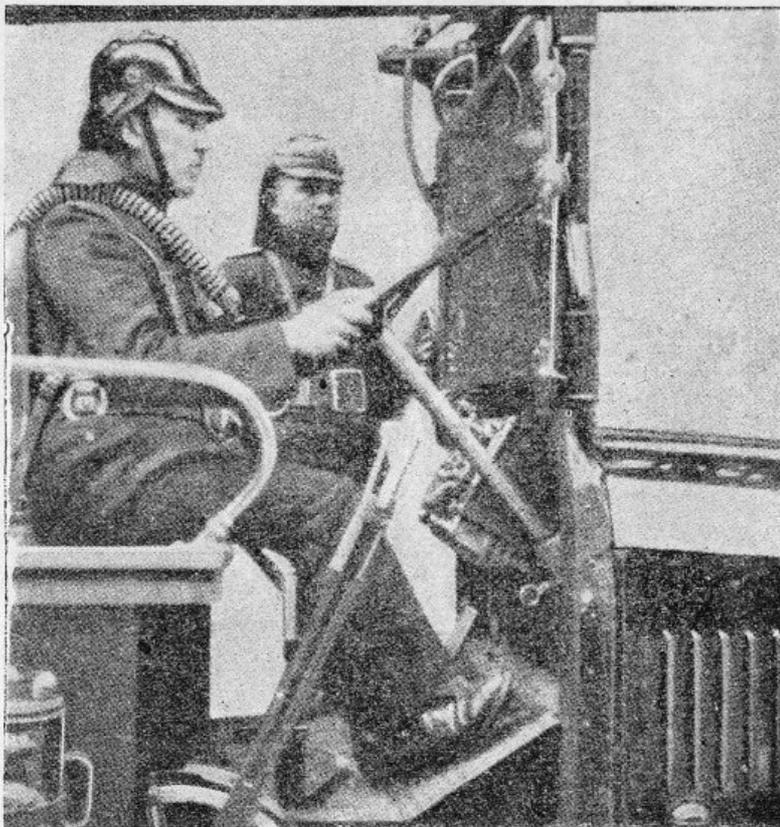


Рис. 145. Выезд пожарной команды г. Бейтена по газовой тревоге.

В г. Бейтен (Верхняя Силезия) проведен принцип индивидуального снабжения газовыми масками Дрегера, у которых предусмотрен нормализованный штуцер для использования этих же масок для приключения малого изолирующего прибора Дрегера 1928 г. Город находится в каменноугольном бассейне со значительным количеством горно-спасательных команд. С ними, а также с сильно развитым красно-крестным добровольчеством (так наз. добровольные санитарные колонны) пожарная команда находится в организационной связи, играя роль центра противогазовой защиты, с радиусом действия в 50 км.

Как указывает германский специалист противогазового дела Хаазе-Лампе<sup>1</sup>, произведенный в его присутствии тренировочный

<sup>1</sup> „Draeger-Heft“, Sept. 1929.

вызов одной из частей г. Бейтена для выполнения задания — тушения автобуса и извлечения пассажиров — показал, что через 20 сек. после прибытия команда была в газовых масках, а через 26 секунд после схода с автомобилей разведочный отряд был снаряжен кислородными приборами.

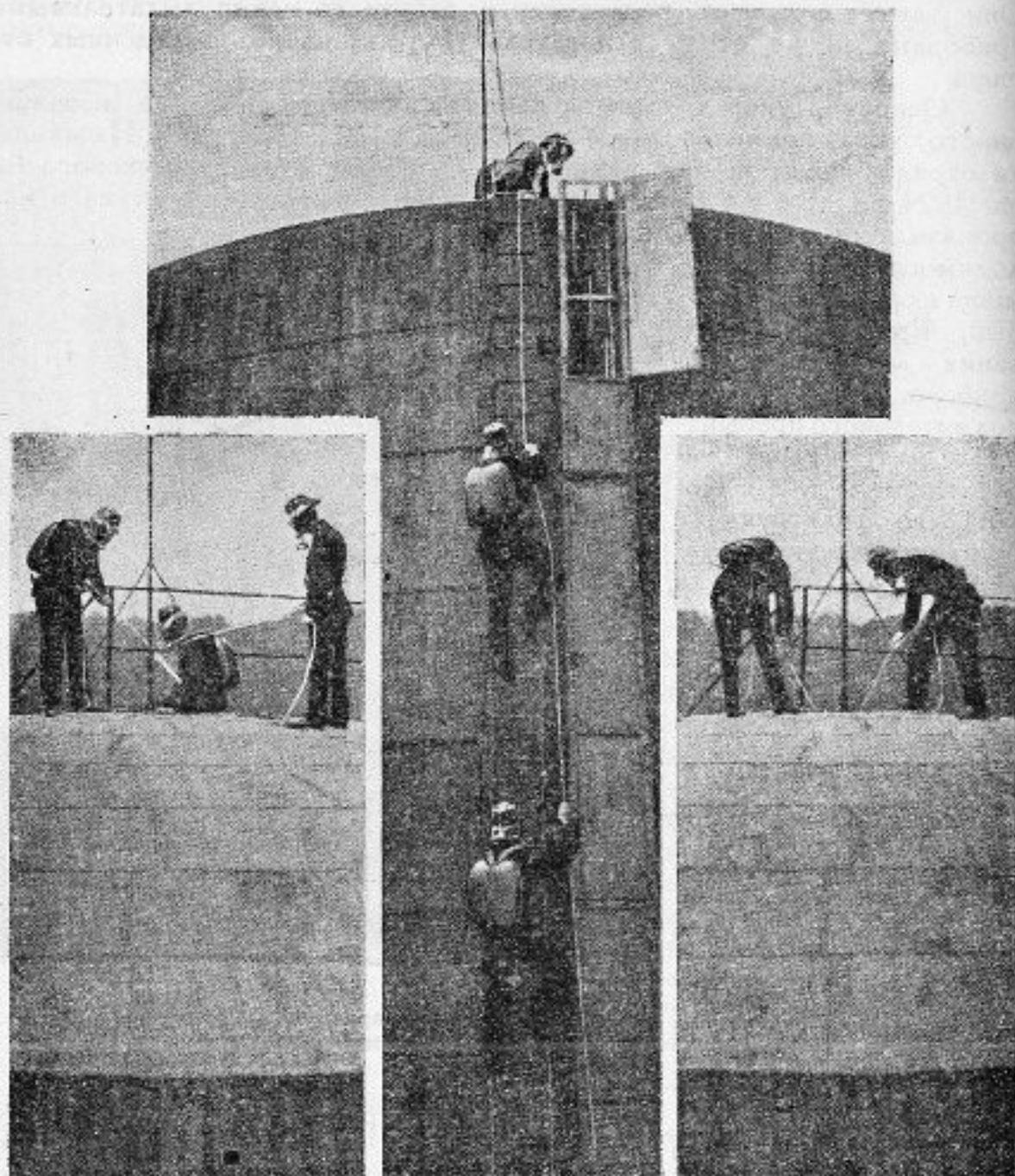


Рис. 116. Учение пож. к-ды г. Любека на 20-метровом бензиновом резервуаре.

Пожарная команда г. Любека в своей противогазовой защите ориентируется на портовый и промышленный характер города. Для спасательных целей имеется прицепной ход, могущий быть присоединенным к любому из пожарных автомобилей. Этот прицепной ход снабжен всеми приборами, необходимыми для спасения на воде и оказания помощи газоотравленным и прочим пострадавшим. Там имеется подводно-спасательный прибор Дрегера, могущий также быть приме-

ненным и для газовой среды, кислородный прибор Дрегера, множество газовых масок, пульмотор, прибор для искусственного дыхания Инхабад, переносный прибор Дрегера для автогенной резки, ящик с приспособлениями для оказания помощи пострадавшим от поражения электрическим током, надувная спасательная лодка и спасательный круг из резиновой материи, надувной спасательный буй, обыкновенный (пробковый) спасательный круг, два плавательных жилета, складная штурмовка, ящик с перевязочными материалами и прибором для



Рис. 147. Пожарная команда г. Любека в учебном помещении.

впрыскивания „Лобелина“, складные носилки, резиновая простыня, шины, применяемые при переломах, и прочее. На пожарных ходах распределены газовые маски и малые приборы Дрегера 1928 г. Для подводно-спасательной службы в команде имеется 12 чел., обученных водолазному делу. Эти пожарные, работающие в подводно-спасательных приборах Дрегера, под конец обучения должны пройти по дну бухты в гавани, на глубине в 5 м и спуститься на глубину 8,5 м на внешнем рейде.

Для противогазовой тренировки разведочных отрядов устроено учебное помещение с коридорами для ходьбы и ползания. В небольшом помещении 5,3×3,2 м оказалось возможным устроить в три яруса 15,9 м коридоров для ходьбы (1,4—2,0 м высоты) и ползания (80 см выс.). Подход к третьему ярусу (рис. 147), где находится коридор для ходьбы, соединенный шахтой с коридорами для ползания, ведет при помощи „бесконечной“ лестницы. Благодаря такому расположению возможны разнообразные комбинации упражнений. Учебное помещение располагает, кроме того, специальными машинами для упражнений и измерения работы. Оно может быть заполнено дымом и газами из соседней камеры для производства дыма, при чем дым нагнетается в учебное помещение при помощи меха. Удаление дыма и

газа происходит посредством вентилятора и выведенной наружу трубы. Вход в учебное помещение устроен через шлюзовую камеру. Рядом находится наблюдательная комната с большим окном, позволяющим



Рис. 148. Ударная газовая группа Мюнхенской команды.

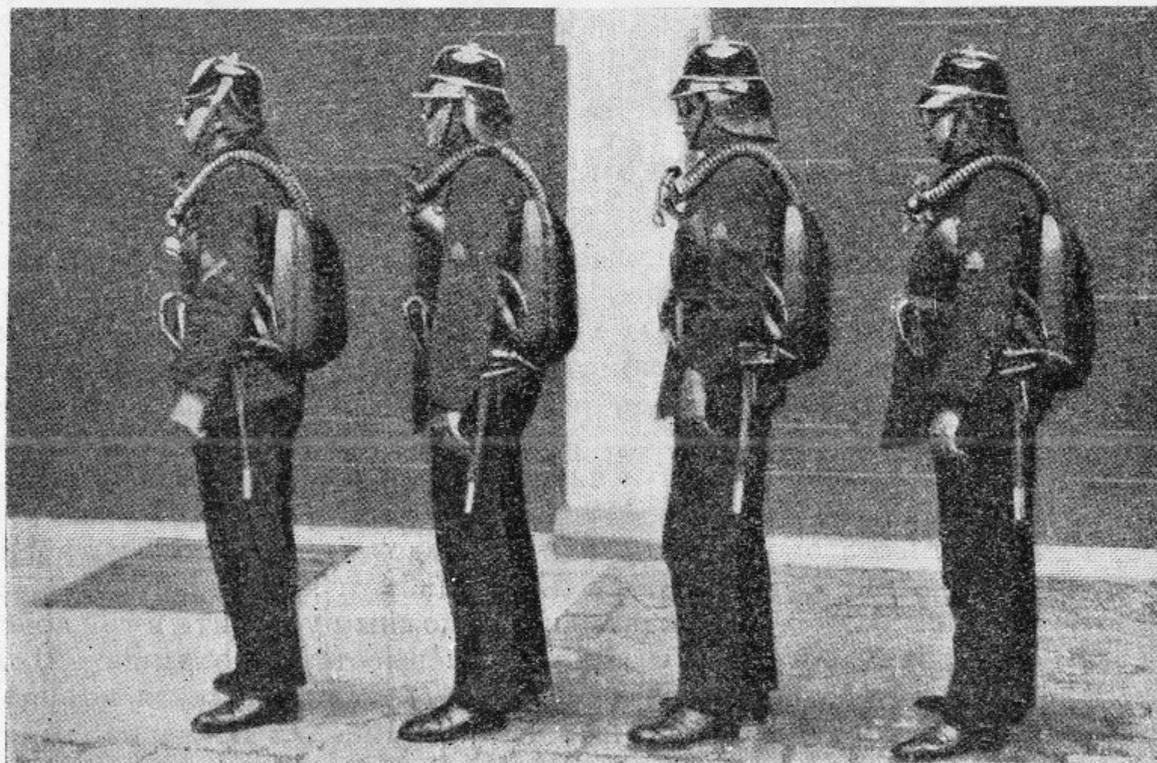


Рис. 149. Противогазовый отряд пож. к-ды г. Дюссельдорфа.

следить за всем, происходящим в учебном помещении. Это устройство является поучительным примером достижения хороших результатов при незначительной затрате средств.

В Аахене, центре промышленного района, пожарное добровольчество развито до такой степени, что на весь район со 180 000



Рис. 150. Упражнения пож. к-ды г. Дюссельдорфа в городских канализационных трубах.

жителей была открыта в 1924 году первая и единственная профессиональная пож. команда. Для противогазовой работы эта команда имеет на выезде особый ход, снабженный всеми видами дыхательных приборов, в том числе один прибор Дреге-ра для подачи свежего воздуха. Подготовка и тренировке разведчиков уделяется в команде г. Аахена большое внимание. Каждую неделю происходят более крупные, чем обычные, занятия по газозащитному и спасательному делу. От каждого пожарного требуется при этом продолжительное пребывание в заполненной дымом или газами камере. Часть занятий посвящается спасательным веревкам и способу передачи сигналов при помощи такой веревки.



Рис. 151. Упражнения пож. к-ды г. Дюссельдорфа на бензиновом резервуаре.

В пожарной команде Дюссель-

дорфа обращено особое внимание на устройство учебно-тренировочных помещений, при чем на характер последних повлиял пример соседних горно-спасательных станций, что отмечается и в городах

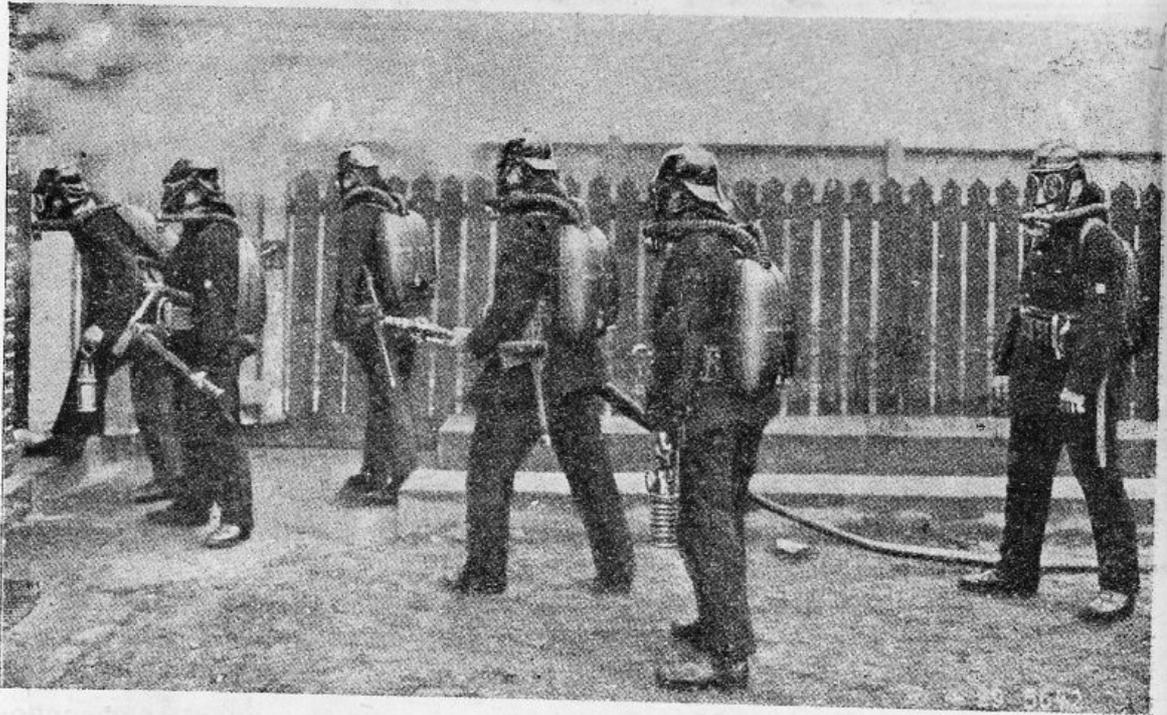


Рис. 152. Противоголовый отряд. пож. к-ды г. Дуисбурга (на Рейне).

Дрездене и Дортмунде. Рациональное устройство таких помещений непосредственно отзывается на высокой производительности труда команды в тяжелых случаях на практике. Люди при этом хо-

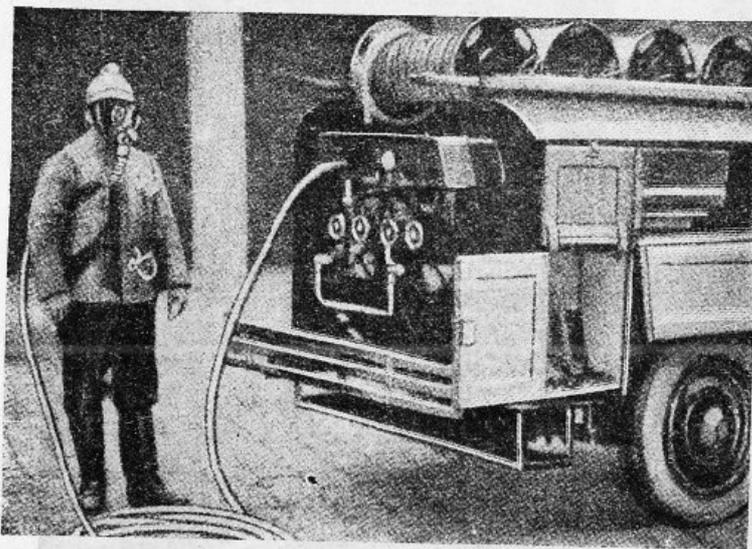


Рис. 153. Противоголовый ход Венской пож. к-ды.

рошо изучают работоспособность своих приборов, работают при более дисциплинированном дыхании и с высокой уверенностью в себе. Так как каждый тренировочный коридор (штрек) заполняется газом и обогревается до высокой температуры, то сходство с реальными условиями получается весьма большое. Учебные помещения устраивались в зданиях частей хозяйственным способом с использованием погребов, различ-

ных вспомогательных помещений и учебных башен.

Команда Дюссельдорфа, помимо указанных упражнений, проводит также занятия, заключающиеся в обследовании резервуаров для горючего и канализационных труб, так как в практике пожарных команд спасательные работы такого рода требуются жизнью все

более и более. Эти работы происходят в обстановке, весьма серьезной как в отношении концентрации газов, так и недостатка кислорода. Поэтому для наибольшей безопасности здесь не применяют масок при изолирующих приборах, а пользуются мундштучным способом. Приборы эти—самоспасатели Дрегер-Тюббена 1924 г. и малый прибор Дрегера 1928 г. Спуск людей внутрь громадных резервуаров производится при помощи веревочных лестниц, спущенных с тяжестями на нижнем конце (рис. 151). Передача сигналов при помощи веревки находит себе распространение и здесь. Освещение производится электрическими фонарями—ручными и нагрудными.



Рис. 154. Газовые маски Дегеа в Ленинградской пожарной команде.

При этих работах выяснилось, что аппараты изоляционного типа позволяют людям пролезать в лазы размерами  $55 \times 60$  см. При меньших лазах, напр. до 40 см, прибор необходимо снимать, не вынимая мундштука, и протаскивать отдельно от себя.

В Берне (Швейцария) пожарная команда является центром газозащитной организации всего кантона. Для создания в команде хода противогазовой защиты был соответственно перестроен один легковой автомобиль. В двух находящихся по бокам кузова ящиках из листового железа помещаются: 4 прибора Дрегера *HSS*, 8 запасных кислородных баллонов к ним, 8 запасных калиевых патронов, 4 электрических лампы, 4 маски, 1 пульмотор, 1 санитарная сумка и 2 шерстяных одеяла. На этой машине помещается, кроме шофера, газозащитный отряд, состоящий из 1 начальника и 2—3 рядовых, при чем и тот и другие состоят из лиц младшего и среднего состава команды.

Оборудование дыхательными приборами изоляционного типа—стандартное и заключается в приборах Дрегера *HSS* 1924 г. с постоянным дозированием в 1,5 л в мин. и добавочным легочно-автомати-

ческим дозированием. Способ дыхания—маска, с применением масок Дрегера с овальными окнами. При помощи соединительного штуцера маски могут быть использованы также и для фильтрующих патронов. Способ снабжения масками—индивидуальный, по общепринятому принципу—„каждому пожарному своя маска“.

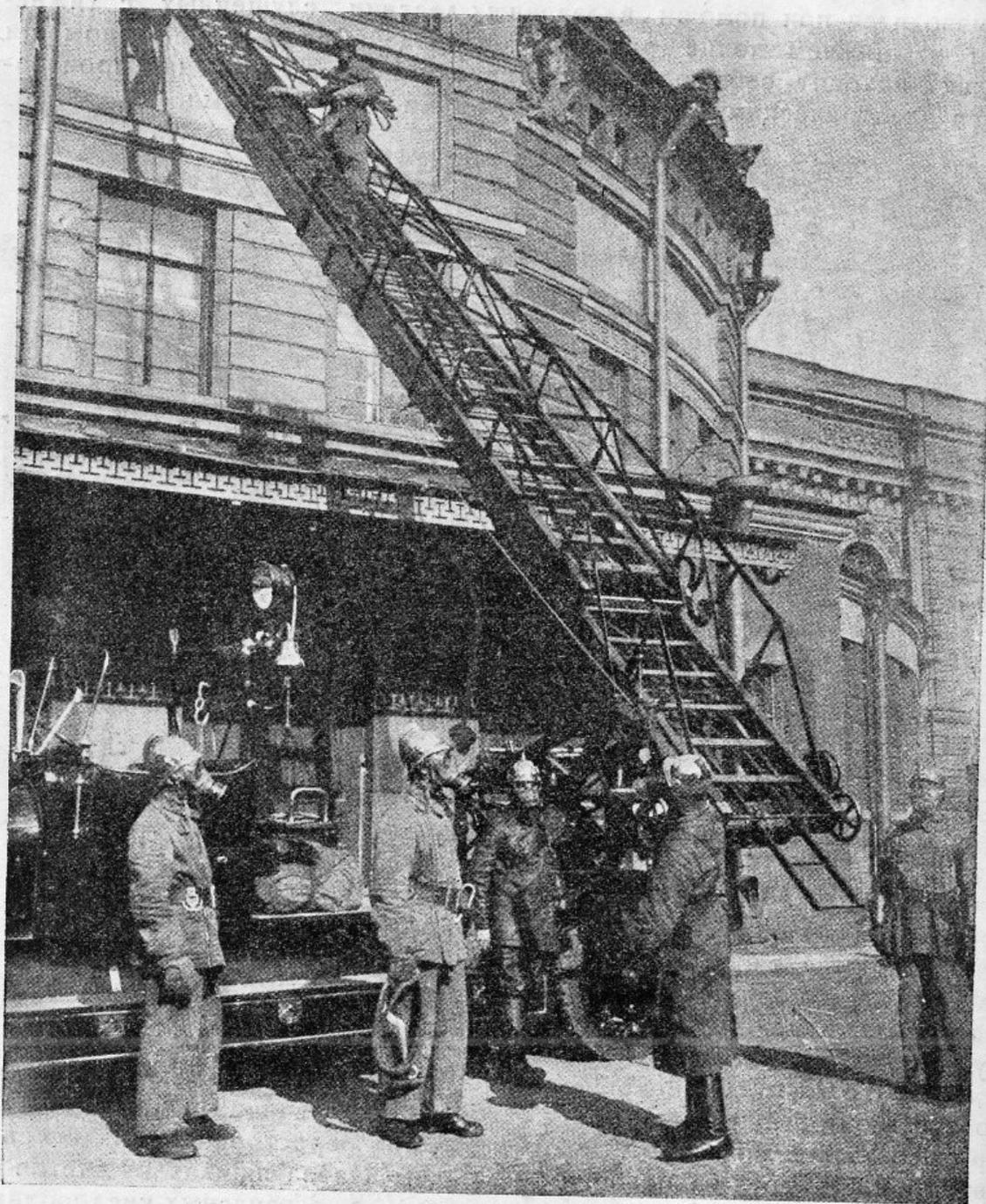


Рис. 155. Газовые маски Дегеа в Ленинградской пожарной команде.

В оборудовании Венской пожарной команды обращает на себя внимание, помимо четырех типов вспомогательных ходов, еще специальный противогазовый ход. Этот автомобиль снабжен с боков открывающимся наружу ящиками, в которых уложены кислородные аппараты Дрегера для одночасового и двухчасового дыхания и четыре прибора той же фирмы с подачей свежего воздуха. Вдоль хода внутри,

между ящиками, расположены большие цилиндрические резервуары сжатого воздуха, соединенные между собою и снабженные специальной арматурой, выполненной фирмой Дрегер. Эта арматура позволяет пользоваться запасом сжатого воздуха как источником для питания четырех дыхательных приборов, соединенных с автомобилем помощью рукавов. Эти рукава намотаны на четыре катушки, расположенные наверху хода.

Введение таких ходов в пожарных командах больших городов целесообразно с точки зрения централизации приборов, быстро доставляемых на место пожара или катастрофы из единого пункта. Однако, приборы, сосредоточенные на таком ходу, теряют индивидуальный характер, что, как мы знаем, противоречит соображениям гигиены и требованию герметичности пригонки маски. Поэтому в случае

введения такого хода должна быть предусмотрена возможность присоединения аппаратуры, вывозимой на ходу, к индивидуальным газовым маскам пожарных

В Ленинградской пожарной команде проводится принцип индивидуального снабжения газовыми масками „Дегеа“, количество которых пока составляет около 630 штук. Кроме того, решено ввести 200 шт. фильтрующих коробок СО с рукавчиками для присоединения

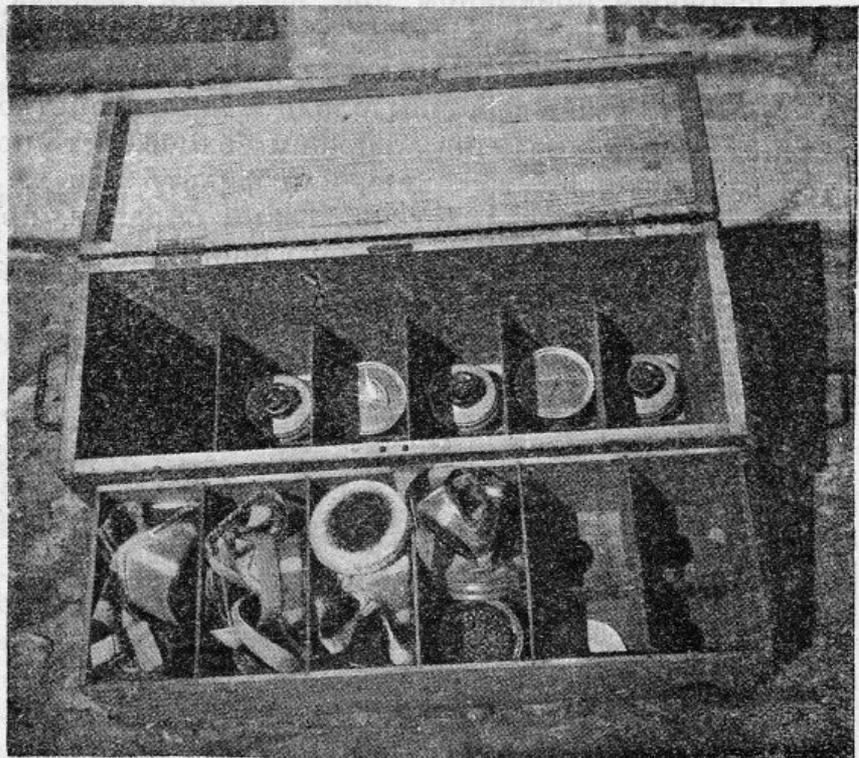


Рис. 156. Ящик для вывоза масок Дегеа одной смены в Ленинградской пож. к-де.

к существующим маскам. Способ вывоза газовых масок на пожар — ящик для каждой смены (рис. 156), вывозимый на передовом ходу и доставляемый непосредственно к месту пожара при соответствующем трубном сигнале. Маски комсостава носят в футляре на ремне.

В дополнение к маскам Дегеа в команде имеется 540 противогазов ТТС, хранимых также в ящиках в пожарных частях и вывозимых на пожар в тех случаях, если к извещению о пожаре присоединяется условное обозначение „газ“, указывающее на пожар или катастрофу на таком предприятии, где можно ожидать выделения отравляющих или удушливых газов.

Что касается изолирующих приборов, то в команде имеется 15 приборов с подачей свежего воздуха, из коих 13 Кенига, 1 Магируса, 1 автоматический прибор со сжатым воздухом инж. М. Н. Вассерман, описанный выше. Предстоит введение 52 малых кислородных приборов Дрегера (по 2 прибора на часть).

## ГЛАВА XXII

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОТИВОГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ В ПОЖАРНОЙ КОМАНДЕ г. КЕНИГСБЕРГА (ГЕРМАНИЯ)

В области организации защиты от дыма и газов Кенигсбергская пож. команда совершила крупный шаг в 1927 году, когда после нескольких лет всесторонних испытаний были введены газовые маски Дегеа, дополнившие собою ранее имевшиеся изоляционные дыхательные приборы Дрегера. Продуманная и весьма детально разработанная система организации обоих видов противогазовой защиты в г. Кенигсберге заслуживает большого внимания заинтересованных советских кругов.

Основным принципом при введении газовых масок Дегеа было правило: „каждому пожарному своя собственная маска“. Выбранным типом маски оказалась кожаная маска Дегеа № 761 с внутренним уплотнением, уменьшающим вредное пространство, и универсальным соединительным штуцером, дающим возможность присоединять к одной и той же маске, по желанию, или фильтр или же изолирующий прибор регенеративного действия. Таким образом, принцип индивидуальной маски для каждого пожарного проведен здесь до конца: пожарный



Рис. 157. Пожарные Кенигсбергской команды в масках Дегеа с фильтр. коробкою на поясе.

всегда носит свою маску, независимо от того, работает ли он в фильтрующем или изолирующем приборе. С точки зрения рационализации и гигиены эта идея весьма интересна.

Памятная всем катастрофа с массовым выделением фосгена в Гамбурге побудила Кенигсбергскую пож. команду принять, в качестве фильтра, не патрон обычного типа, малая емкость которого, по мнению местных специалистов, недостаточна для сильных концентраций дыма и газов, а фильтрующую коробку Дегеа № 55, обладающую высоким защитным действием. Для соединения маски с коробкой служит резиновый гофрированный рукавчик с клапаном. Коробка помещается на спасательном поясе у правого бедра, ближе к спине, где она не мешает при нагибании (рис. 157).

После того, как было проведено таким путем массовое снабжение газовыми масками, внимание было обращено на реорганизацию изоляционной противогазовой защиты, посредством замены устаревших приборов новыми, испытанными приборами одночасового дей-

ствия, с доведением прежней нормы из двух приборов на часть до трех единиц.

Оригинальным является здесь самый метод хранения изолирующих приборов. В отличие от новых взглядов, предусматривающих хранение дыхательных аппаратов в специальных отделениях в кузове автомобилей, кенигсбергские специалисты сохранили практикующийся у них издавна способ хранения этих аппаратов в трубной, на особых подставках. В защиту этого приводятся те соображения, что при таком „открытом“ хранении приборы постоянно находятся на виду и подвергаются текущему контролю, что обеспечивает ежеминутную готовность прибора к действию. Опыт с помещением приборов на машины привел к явному снижению их боевой готовности и способ этот был через два года признан неудачным и отставлен. В пути приборы также находятся в открытом виде, на спине у разведчиков. Если же на пожаре в этих приборах не оказывается надобности, то они ставятся на сидения машин. Как указывают местные работники, этот способ, применявшийся и с прежними типами дыхательных аппаратов, в течение 25 лет наблюдений и опытов не вызывал никаких осложнений.

Хранение приборов в трубной, в атмосфере паров бензина, внушало опасения в смысле возможности разложения этими парами очистительных патронов, и это привело к герметическому закрытию приборов со всех сторон. Сюда следует добавить, что в пожарном деле, в противоположность горному, дыхательные приборы имеют столь частое применение, что ожидать разложения калиевых патронов не приходится. Сколь бы то ни было заметного загрязнения приборов, вследствие перевозки их в открытом виде, никогда не происходило. Зато приборы всегда находились в полном порядке.

Что касается организации кадра разведчиков, работающих в изолирующих приборах, то здесь возможно было бы двоякое решение вопроса. Одно заключается в выделении ударной группы, т. е. централизованном содержании в готовности одной сильной группы разведчиков, которая по особому требованию может быть брошена на место пожара или катастрофы. Этот метод признан нерациональным и в Кенигсберге принято другое решение, по принципу децентрализации, заключающееся в том, что каждая часть оборудуется приборами, дающими ей возможность самостоятельно решать тактические задачи, требующие применения тяжелой противогазовой защиты. Этот способ, применяемый уже в течение 20 лет, дал самые благоприятные результаты.

Ближайшее знакомство с деталями организации противогазовой защиты в Кенигсбергской пож. команде дает приводимая здесь исчерпывающе составленная инструкция этой команды.

## **Инструкция по противогазовой защите пожарной команды г. Кенигсберга**

### **Общая часть**

Защита от газов имеет целью:

1. Поднять производительность труда пожарных на месте пожара.
2. Защитить органы дыхания пожарных от влияния дыма и отравляющих газов.

Дыхательные приборы являются спасательными приборами, дающими возможность обученным людям проникать в задымленные или заполненные газами помещения, чтобы наиболее плодотворной внутренней атакой огня тушить пожар в непосредственной близости от очага его и с минимальным пролитием воды, или же с целью извлечения оставшихся в этих помещениях людей, или же с целью производства всевозможных работ, не исключая и тех, которые требуют длительного пребывания и сильного физического напряжения.

Легкая защита от газов выполняется при помощи фильтрующих приборов, задерживающих находящиеся в воздухе раздражающие и отравляющие вещества. У этих приборов человек в маске остается зависимым от содержания кислорода в воздухе. Защита против окиси углерода требует применения фильтрующей коробки Дегеа—СО. Фильтрующие приборы носят обозначение „Ф—приборы“ (от слова „фильтр“)<sup>1</sup>.

Тяжелая защита от газов производится путем применения приборов с круговым действием, питаемых сжатым кислородом и полностью изолирующих человека от окружающего воздуха. Они носят обозначение „О—приборов“ (О—хим. знак кислорода).

Оба типа приборов применяются в соединении с одной и той же газовой маской.

Для газовой маски основным положением является следующее правило: каждому человеку своя собственная маска, хорошо подогнанная к лицу. На эту маску он вполне может положиться, неся вместе с тем ответственность за тщательный уход за нею.

Предпосылками к успешному использованию дыхательных приборов являются, помимо безупречной подгонки к лицу и хорошего ухода, планомерное ознакомление и привыкание к прибору.

Знание области применения и работоспособности отдельных типов приборов, выбор людей для тяжелой защиты от газов, тщательное ознакомление и подготовка, так же, как и уход и содержание приборов, составляют газовую дисциплину.

Чем лучше поставлена газовая дисциплина, тем большая производительность труда будет достигнута на пожаре и при спасательных работах и тем меньше будет дефектов в защите от газов.

Ответственными за газовую дисциплину являются начальники пожарных частей. Им помогают старшие пожарные по защите от газов и надзиратель за приборами.

### Легкая защита от газов

(Кожаная маска Дегеа—соединительный рукавчик и фильтрующая коробка Дегеа).

Коробочный фильтрующий прибор состоит из: газовой маски с промежуточным уплотнением и прозрачными шайбами, соединительного рукавчика с клапаном выдыха, фильтрующей коробки в состоянии готовности, с матерчатым колпачком, и футляра на ремне.

Этот прибор является предметом личного снаряжения каждого пожарного, за уход за которым и постоянную готовность к действию он несет ответственность.

<sup>1</sup> примечание автора. Это обозначение нельзя смешивать с патронами *F* и коробками *F*. Для отличия мы введем здесь русскую букву *Ф*.

Коробочный фильтрующий прибор служит для личной защиты пожарного от дыма и газов. Каждая газовая маска имеет свой номер, выбитый на оправе ротового отверстия, и чтобы избежать замены, каждый пожарный должен знать номер своей газовой маски.

#### Подгонка маски

Подгонка маски производится надзирателем на складе приборов защиты от газов. Маска сидит правильно, если:

1. Рамка маски плотно и эластично прилегает к линии герметичности (лоб, щеки, подбородок).
2. Смотровые стекла приходятся посредине, против глаз.
3. Внутренняя полумаска плотно, но без давления, облагает переносицу и никоим образом не стесняет носового дыхания.
4. Удерживающие ленты должны охватывать голову крепко, но не вызывать неприятного давления.

5. Затылочная лента должна быть натянута умеренно так, чтобы затылок при поворачивании головы мог еще скользить под лентой.

Простейшие изменения с целью улучшить прилегание маски, как вкладыши, подпорки для подбородка, укорочение или удлинение удерживающих лент, производятся в мастерских защиты от газов.

Воспрещается самовольно удалять из внутренней полумаски стальной бугель. Это может быть допущено в виде исключения начальником части, после периода успешного ношения маски.

Испытание маски на плотность прилегания производится в атмосфере слезоточивого газа, наполняющего испытательную камеру. Время пребывания в камере—5 минут. В течение этого времени исполняются вольные движения, особенно для туловища и головы (повороты, сгибания). Только эти движения и могут выявить газонепроницаемость маски. После оставления камеры необходимо еще 5 минут находиться в маске в движении (чтобы проветрить одежду). Затем надо обратить внимание на глаза и установить, не чувствуют ли они хоть малейшее раздражающее действие.

#### Подготовка к работе с Ф-приборами

Особого подбора персонала для ношения Ф-прибора вообще говоря не требуется. Каждый здоровый пожарный, после планомерной подготовки, должен быть в состоянии производить физическую работу в маске, точно такую, какую он выполняет на учении и на пожаре без маски. Достижению при этом хорошей средней производительности труда необходимо придавать значение.

а) Порядок подготовки рядовых пожарных  
Планомерное „привыкание“ к маске является наиболее важным из всех видов занятий, проводимых с рядовыми пожарными.

Укладка маски в футляр производится так, как изображено на рисунке 158.

Упражнения в быстром и надежном надевании и в снятии маски (происходит при помощи второго человека):

по команде: „надеть!“ — открыть футляр, маску и рукавчик вынуть. Взяться обеими руками за ленты сверху, поднести маску к лицу, глубоко вдеть подбородок, сильным движением натянуть ленты как можно дальше к низу головы и поправить прилегание маски к лицу передвижением и прижиманием рамки маски.

№ второй вывинчивает запорную крышку у фильтрующей коробки и передает ее № первому, который прячет ее в правый карман брюк. Затем № второй застегивает затылочную ленту. Эта лента должна после пристегивания лежать на затылке с легким натяжением.

По команде: „сняты!“—№ второй отстегивает затылочную ленту, а № первый берет ее обеими руками за ленты сзади головы и снимает маску по направлению вперед. Неправильным является снятие маски спереди назад, через голову. После снятия маска укладывается и на фильтрующую коробку навинчивается крышка.

Как надевание, так и снятие маски должно составлять предмет обучения и упражнений.

Дыхательные упражнения в маске, сидя, производятся пожарным, предоставленным самому себе и самостоятельно обучающимся, как привести свой дыхательный механизм в соответствие с изменившимися условиями дыхания. Чем медленнее и глубже будет дыхание, тем лучше можно научиться преодолевать сопротивление дыханию.

Дыхательные упражнения в покое, затем с разговором, возгласами, передачей командных слов, пением.

Дыхательные упражнения при движении: ходьба на все увеличивающиеся дистанции, до 30 минут, выполнение легких свободных движений и легких работ, подъем по домовой лестнице, работа с топором и лопатой, переноска легких тяжестей. Игра в мяч, требующая привычки глаз к ограниченному полю зрения.

Выполнение тяжелых работ: ускоренный подъем по домовой лестнице, продолжительный бег, перелезание через препятствия, работа со штурмовкой, переноска тяжелых грузов и т. д.

Упражнение в газовой камере, в дыму, слезоточивом газе, аммиаке и сернистых парах.

Упражнения в ориентировке—в темных помещениях, лучше всего в незнакомом для упражняющегося месте.

Продолжительность обучения—ок. 6 недель, при ежедневных занятиях. Цель его—сделать ношение маски совершенно естественным и привычным делом.

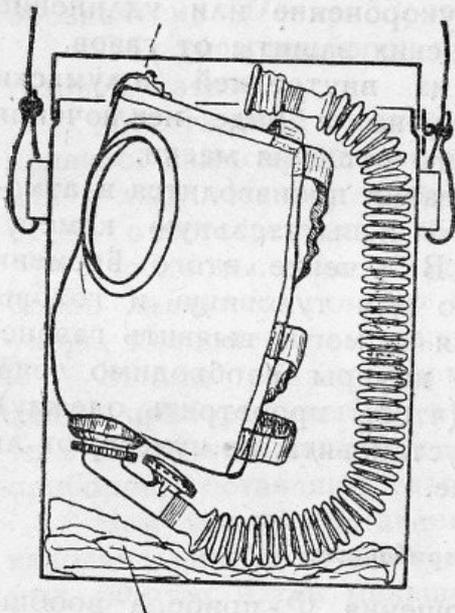
Пожарный, по окончании подготовки, подвергается испытанию для проверки того, насколько он освоился с маской. Это испытание проводится путем решения специальных заданий. Кроме того, он обязан показать в маске на особом измерительном приборе работоспособность в 5 000 килограммо-метров в 30 минут.

Люди, у которых во время подготовки появилось недомогание, обязаны подвергнуться медицинскому обследованию.

#### б) Текущая тренировка.

После основательной первичной подготовки будет достаточно, если пожарная часть от времени до времени будет свои обычные занятия или спортивные упражнения проводить в газовых масках.

Удерживающие ленты маски.



Тряпка для вытирания маски.

Рис. 158. Способ укладки маски в футляр, принятый в Кенигсбергской пожарной команде.

Наилучшими практическими занятиями является частое применение Ф-приборов на пожаре.

#### Основания к применению фильтрующих приборов

1. Принципиальные недостатки фильтрующих приборов, а именно, зависимость от содержания кислорода в воздухе и недостаточная защита против окиси углерода, должны быть известны всему составу.

Вообще говоря, при нормальных условиях пожара, даже при сильнейшем задымлении, в закрытых помещениях имеется еще достаточно кислорода (15%) и редко возникает в короткий промежуток времени вредная концентрация окиси углерода (0,3%).

2. Фильтрующие приборы нельзя применять:

при тяжелых подвальных пожарах с недостаточным притоком воздуха;

в закрытых, совсем не проветриваемых или плохо вентилируемых помещениях, в которых горит уголь;

в надземных или подземных резервуарах всех типов, в рудниках, шахтах, колодцах, каналах, канализационных трубах, могущих содержать метан (болотный газ);

при истечении светильного газа и везде, где можно ожидать открытой опасности от окиси углерода.

В сомнительных случаях необходимо применять О-приборы.

3. В дело должны вводиться лишь полностью подготовленные люди.

4. Минимальный состав передовой группы исчисляется в 3 чел., из коих один начальник и 2 рядовых. Люди такой группы должны быть близко друг от друга. Взаимное соприкосновение или ведение за собой веревки помогает группе держаться вместе.

5. Все движения в маске должны выполняться без суеты и волнения. Необходимо избегать излишних выкриков, так как это вызывает напряжение. В сильно задымленных помещениях тотчас же после проникновения туда необходимо как можно скорее позаботиться о вентиляции.

6. При продолжительной работе преждевременное израсходование патронов должно предупреждаться своевременной заменой.

7. При длинных переходах отряд может быть снабжен для облегчения обратного пути веревкой. Последняя не должна служить сигнальной веревкой, имея своим назначением исключительно указание обратного пути, поскольку последний не отмечается проложенной линией рукавов.

8. В сильно нагретых, закрытых помещениях, где вследствие пролитой на каменную кладку воды образовалось большое содержание пара, отряды должны сменяться каждые 10 минут.

9. После напряженной работы в маске в обстановке жары и дыма, человек не должен сразу переходить к ускоренному и углубленному дыханию на свежем воздухе. Следует сначала дышать коротко и поверхностно, а еще лучше оставаться лишних 5 минут в маске.

#### Уход и надзор за Ф-приборами

Со стороны хозяина маски.

После каждого употребления внутренность маски должна быть насухо вытерта при помощи полотняной тряпки, которая должна быть

всегда уложена на дне футляра. При этом надо следить за тем, чтобы не задеть прозрачных шайб. Если материал маски и гофрированный рукавчик под влиянием воды снаружи и отпотевания и конденсированной воды изнутри сильно промокли, то до укладки в футляр они должны быть хорошо высушены. Эта сушка производится летом на воздухе (но не на солнце), зимой же на сушильных станках вблизи приборов отопления. Маски, уложенные в мокром виде, плесневеют, портятся, стягиваются и теряют форму.

Необходимо вставлять новые прозрачные шайбы, когда старые становятся мутными. В этом отношении не стоит проводить экономию.

Загрязненность снаружи удаляется после просушки маски при помощи мягкой щетки и тряпки. Удерживающим лентам придается надлежащая длина путем зашивания или выпуска ленты.

Хозяину маски воспрещается трогать внутренность клапана.

Со стороны старшего по газовой защите в части.

Ежемесячные проверки  $\Phi$ -приборов в отношении:

- а) численности приборов и их принадлежностей.
- б) Соответствия номеров приборов с личными номерами хозяев.
- в) Чистоты и исправного состояния приборов.
- г) Чистоты прозрачных шайб.
- д) Наличия и исправного состояния уплотняющих колец в соединениях гофрированных рукавчиков.
- е) Чистоты матерчатых чехлов.
- ж) Плотности клапанов выдыха.

Сюда же относится вывинчивание клапана и снятие его крышки.

Если при этом резиновая мембрана окажется чистой и со всех сторон прилегающей к нижнему резиновому диску, то клапан считается в порядке. Если же камера клапана будет загрязненной и резиновая мембрана прилипшей и препятствующей работе клапана (верхний резиновый диск не со всех сторон прилегает к нижнему), то клапан должен подвергнуться чистке и испытанию.

Для чистки клапан должен быть основательно промыт горячей (но не кипятком) водой, после того, как резиновые диски будут разединены при помощи двух скрещенных стеклянных палочек. Вытирание тряпкой или кистью должно иметь место лишь в исключительных случаях. После произведенной очистки, нагретый от горячей воды клапан быстро высыхает.

Испытание на плотность производится при помощи специального для этой цели прибора (водяной манометр в виде U-образной трубки). Клапан считается плотным, если при разрежении в 100 мм высота водяного столба в колене трубки не падает в продолжение одной минуты.

Клапаны, оказавшиеся неплотными, заменяются новыми в мастерских защиты от газов.

Клапаны  $\Phi$ -приборов, подвергшихся на пожаре при высокой температуре особо сильным влияниям, должны быть после этого подвергнуты внеплановому испытанию на плотность.

Со стороны надзирателя за приборами.

Все прочие оказавшиеся необходимыми исправления проводятся надзирателем за приборами в мастерских защиты от газов.

$\Phi$ -приборы, поступающие на склад, перед этим приводятся в состояние, пригодное для выдачи, и дезинфицируются. Каждому хозяину маски предоставляется возможность сдавать в дезинфекцию

свой прибор после кожной или инфекционной болезни. Маски людей, скончавшихся от заразной болезни, подлежат уничтожению.

Причина каждого случая неисправности прибора должна быть тщательно расследована и установлена.

Если эта причина лежит в самом приборе, то должны быть приняты все меры, чтобы владелец маски снова получил полное доверие к своему прибору.

Если же причины неисправности исходят от хозяина прибора, то, как правило, это является признаком недостаточности подготовки и тренировки, каковые и должны быть дополнены.

Необходимость абсолютно плотного прилегания газовой маски требует, чтобы каждый служащий команды был на службе всегда гладко выбритым. Ношение бороды воспрещается.

### Тяжелая защита от газов

(Малый кислородный дых. аппарат Дрегера)

#### Выбор разведчика

Работа в *O*-приборе, при зачастую сильнейшем физическом напряжении, сильной жаре, густой задымленности, часто угрожающей опасностью обстановке и при условии затрудненности дыхания, требует таких качеств, которыми обладает не всякий пожарный.

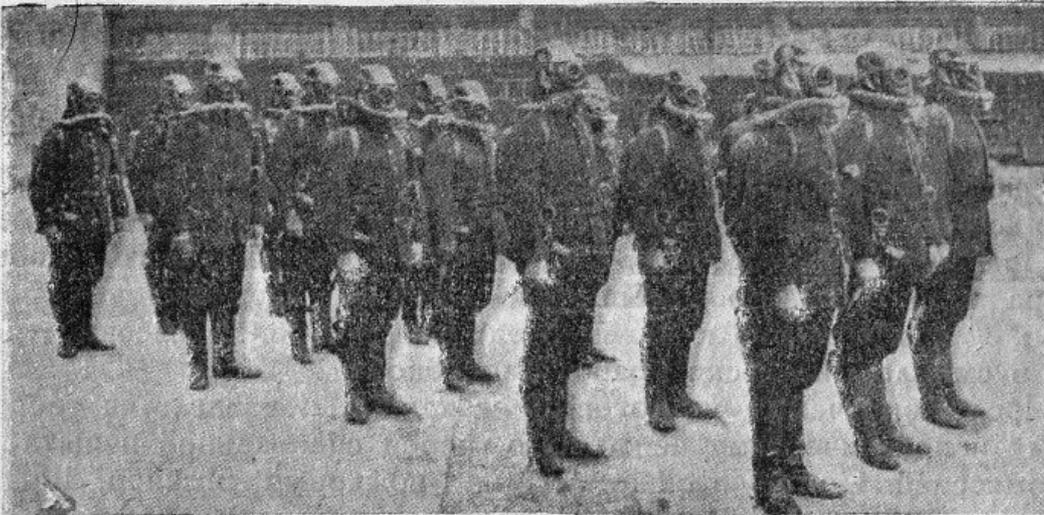


Рис. 159. Кенигсбергская пожарная команда. Малые изолирующие приборы Дрегера, присоединенные к газовой маске Дегеа. Пять отрядов по 3 человека.

Поэтому требуется производить тщательный выбор носителя аппарата.

Подготовка к ношению *Ф*-прибора является предварительной школой для работы с *O*-прибором. Люди, выделяющиеся своей выносливостью при работе с *Ф*-приборами, должны быть отмечены для подготовки в качестве разведчика.

Для последней цели подходят люди с особенно выносливым, худощавым, мускулистым телом, большой емкостью грудной клетки и хорошо регулируемым дыхательным механизмом, которые наряду с высокой физической работоспособностью обладают и необходимыми

психическими данными — спокойствием, самообладанием, хладнокровием и решительностью. Необходимыми предпосылками для хорошей производительности труда является охота и любовь к этой специальной службе. Предпочтение следует отдавать лицам, выделяющимся на спортивном поприще. Непригодными являются безрассудно-храбрые или имеющие сильную склонность к алкоголю люди.

Не подходят, далее, слишком тяжелые (толстые), нервные, больные сердцем, легкими или неправильным обменом веществ. Разведчиком не может быть лицо моложе 21 или старше 45 лет.

Каждая смена части должна иметь не менее пяти подготовленных разведчиков так, чтобы для каждого *O*-прибора был обеспечен двойной комплект людей.

### **Первоначальная подготовка к работе с *O*-прибором**

Эта подготовка распадается на теоретическую и практическую части.

Теоретическая подготовка должна предшествовать практической. В нее входят:

ознакомление с процессом дыхания человека (с использованием клинических стенных таблиц).

Техника глубокого дыхания: грудное, боковое, грудобрюшное и общее дыхание.

Поведение в затруднительных положениях, преодоление кризисов дыхания.

Тактика на месте пожара для групп с *O*-приборами.

Устройство *O*-приборов Дрегера.

Способ действия *O*-приборов Дрегера.

Уход за приборами.

Практическая подготовка в отношении планомерного освоения прибора и постепенного повышения нагрузки соответствует подготовке к *Ф*-приборам, но к концу предъявляются более высокие требования в смысле физической работоспособности.

После окончания подготовки разведчик подвергается теоретическому и практическому испытанию перед специальной испытательной комиссией. Состав этой комиссии — 1 пожарный инженер, 1 надзиратель за приборами и 1 хорошо подготовленный и зарекомендовавший себя разведчик. Во время практического испытания экзаменуемый должен работать на приборе для измерения работы в газовой камере в сфере дымовых газов непрерывно в течение часа. За этот период он должен показать работоспособность в 15 000 кг. По выдержании экзамена, он зачисляется в список разведчиков.

### **Текущая подготовка к работе с *O*-прибором**

Для того, чтобы поддерживать разведчиков в тренированном состоянии, ежемесячно проводится для каждого из них получасовое упражнение с прибором, каковое имеет место независимо от регулярных служебных занятий в части. Занятия фиксируются в контрольной книге в следующем порядке:

Месяц и число.	Фамилия разведчика	№ прибора	Характер работы	Результат

При этих упражнениях служебные занятия и работа в части могут быть связаны между собою таким образом, чтобы в дыхательном аппарате проводились общепользные и требующие большой затраты сил работы, как, например: отопление помещений части, переноска угла, кузнечные и прочие тяжелые работы и т. д.

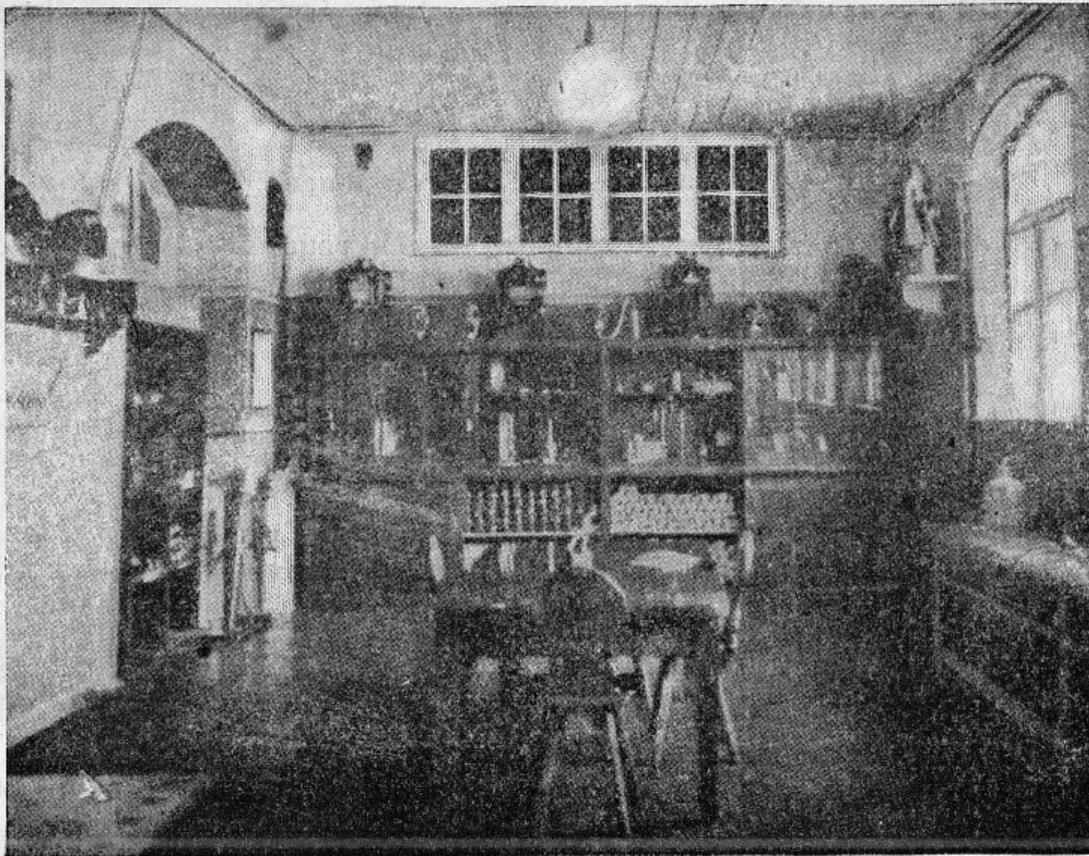


Рис. 160. Учебные и снаряжательные мастерские Кенигсбергской пожарной к-ды.

Кроме этих ежемесячных работ, каждую четверть года устраивается одночасовое занятие, которое, по усмотрению начальника части, проводится или в задымленной газовой камере, или путем решения серьезных заданий, или на измерительном приборе. Не возбраняется, если разведчики, на основе здорового соревнования, используют свои приборы друг перед другом до высших ступеней работоспособности. Таким путем разведчик приучается встречать опасность и в серьезных случаях брать на себя такие нагрузки, которые превышают границы работоспособности прибора. Результаты испытаний записываются следующим образом:

Месяц, число . . . . .
Фамилия разведчика . . . . .
Продолжительность занятия . . . . .
Характер работы . . . . .
. . . . .
. . . . .
. . . . .
Краткое заключение:
а) о разведчике . . . . .
. . . . .
. . . . .
б) о приборе . . . . .
. . . . .
. . . . .
. . . . .
Подпись разведчика
Подпись наблюдавшего лица

### Основания к введению в действие $\Phi$ -прибора

$\Phi$ -приборы должны быть вводимы в действие всегда там, где у начальника возникает сомнение в целесообразности дальнейшей работы  $\Phi$ -приборов.

### Основные правила.

1. Допускаются к работе лишь испытанные разведчики и люди, допущенные к этим испытаниям.
2. Группа разведчиков состоит всегда из 1 старшего и 2 рядовых. Старшим в группе может быть не обязательно старший пожарный. Таковым является более старый по сроку службы разведчик, несущий ответственность за свою группу.
3. Старший решает, должен ли он взять с собою путеводную веревку.
4. Группа должна всегда быть вместе.
5. При работе в течение продолжительного времени, старший обязан послать начальнику уведомление. Сособразно с обстановкой он должен решить, поручит ли это одному или двум людям. В известных случаях он может для этой цели вывести обратно всю группу.
6. За наблюдение за манометром, показывающим время использования аппарата, несет ответственность отдельно каждый разведчик. Он должен сообщать старшему об израсходовании своего запаса кислорода. Последний же обязан распорядиться об обратном следовании настолько своевременно, чтобы тот прибор, который показывает наименьшее время годности, еще вполне годился бы для обратного пути.
7. Носители  $\Phi$ -приборов могут с успехом служить связующим звеном с работающими далеко впереди группами разведчиков.
8. При работах большой продолжительности должна быть организована, вне места пожара или катастрофы, вспомогательная база с резервными командами, запасными приборами и деталями.

### Уход и надзор за О-приборами.

Со стороны разведчика:

Разведчик ежедневно перед пробной тревогой принимает свой прибор в состоянии готовности, осматривает все части снаружи и проверяет быстрым открыванием и закрыванием стопорного вентиля кислородного баллана и наблюдением при этом за манометром запас кислорода в приборе. Давление не должно падать ниже 120 атм.

Штуцер для соединения с газовой маской должен быть закупорен, чтобы окружающий воздух никак не мог попасть к прибору (калиевому патрону).

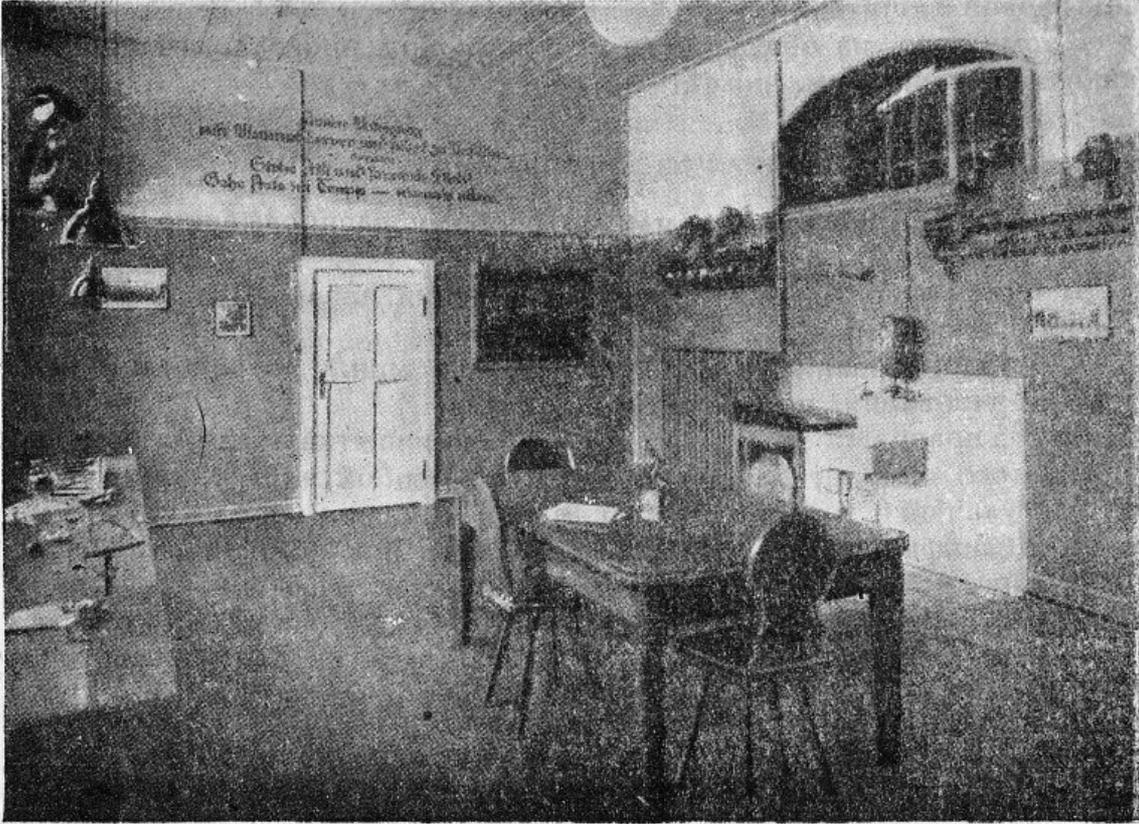


Рис. 161. Учебные и снаряжательные мастерские Кешигбергской пож. к-ды.

Если прибор при выезде сделался мокрым или пыльным, то по возвращении в часть он должен быть, до установки на место, вычищен своим хозяином.

Если приборы не применялись на пожаре, что обычно и бывает, то они устанавливаются на своих местах.

Со стороны старшего пожарного части по защите от газов:

После каждого употребления необходимо:

заменить кислородный баллон и калиевый патрон новыми; калиевый патрон должен брэнчать.

Проверить давление в кислородном баллоне по манометру.

Слюноуловитель открыть путем освобождения запорного винта, выполоскать теплой водой и высушить, при наружном загрязнении разобрать прибор, для чего рукавчики вывинтить, дыхательный мешок вынуть и осмотреть, не появились ли неплотности или не попал ли



Эти удостоверения об испытании должны вклеиваться в особые заведенные для этого в частях папки и представляться по требованию.

#### Остальные обязанности надзирателя за приборами

Надзиратель за приборами стоит во главе мастерских: газовой защиты, учебных и ремонтных. Он должен быть отлично знаком с применением, испытанием, хранением, очисткой и ремонтом приборов всех типов и применяемых в них веществ. Он является ответственным за то, чтобы все детали на складе запасных частей находились в предписанном числе и совершенно пригодном состоянии. Потребный для приборов кислород надзиратель обязан подвергать постоянному контролю для определения степени его чистоты. Он отвечает за правильную заготовку учебных калиевых патронов. Его же ведению подлежат и приборы для оживления мнимо-умерших. Последние должны периодически испытываться, согласно особой инструкции.

Надзиратель заведует наглядными пособиями, учебным материалом и прочими учебными средствами для изучения газовой защиты и оживления мнимо-умерших.

Он ведет следующие книги:

испытаний приборов газовой защиты и оживления.

Состояния  $\Phi$ -приборов и их принадлежностей.

Хранения приборов на складе газовой защиты.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе изложения материала о дыхательных приборах мы были вынуждены базироваться на продукции Запада, знакомя советских читателей с наиболее интересными и поучительными достижениями высоко-развитой техники передовых индустриальных стран. Однако, ознакомление с достижениями Запада всегда, во всех отраслях нашей науки и техники, вызывает один логический вывод, единственное категорическое решение: догнать и перегнать страны Запада. В порядке выявления собственных узких мест мы должны признать сильнейший разрыв между бурно развивающейся, обгоняющей темпы пятилетки индустриализацией страны и наличием той аппаратуры, тех защитных приборов, которые должны охранять жизнь и здоровье строителей нашей промышленности. Путь к созданию этих приборов отмечается тремя вехами: импорт лучшей продукции Запада на первых порах, обращение к ведущим предприятиям мировой известности за технической помощью для создания собственного производства и, наконец, выпуск советской дыхательной аппаратуры. На этом пути должны сойтись и соединить свои силы органы Охраны труда, Осоавиахима и Пожарной охраны.

СВОДКА УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ТРУДА <sup>1)</sup>,

Трудовой процесс	Газовые условия	Применимый прибор	Продолжительн. действия
1. Тушение пожара и работы по проветриванию в шахтах. Проникновение после взрывов и выделений газов. Спасательные работы в атмосфере вредных газов	Газы и газовые смеси всякого рода, ядовит. и удушливые	Большие кислородные приборы (при взрывчатых газовых смесях лишь при отсутствии возможности воспламенения)	2 часа
2. Более мелкие работы по тушению пожара и кладке заградительных стенок в шахтах, вблизи потока свежего воздуха (до 50 м) или штуцера трубопровода сжатого воздуха (от 50 до 100 м)	Те же, что в п. 1.	1. Прибор с подачей воздуха насосом 2. Инжекторный прибор для воздуха 3. Прибор с подачей по рукаву сжатого воздуха (при взрывчатых газовых смесях лишь при отсутствии возможности воспламенения)	Неограниченная Соотв. запасу сжатого воздуха Неограниченная
3. Легкие работы среди вредного газа в шахтах: обход и обследование заградительных стенок.	Те же, что в п. 1.	Малый кислородный прибор (при взрывч. смесях — см. п. 2)	1 час
	При наличии CO до 20% и O <sub>2</sub> свыше 15%	Газовая маска с фильтром против CO	Соответственно величине фильтра
4. Работы в газоопасных шахтах	Те же, что в п. 1.	Малый кислородный прибор (в качестве самоспасателя). При взрывчатых смесях — см. п. 2	1 час
5. Горнозаводские работы на очищенном газе.	Безразличны	Малый кислородный прибор	1 час
6. Горнозаводские работы на сыром газе	При налич. CO + CO <sub>2</sub> до 20% и O <sub>2</sub> свыше 15%	Газовая маска с фильтром против CO	Соответственно величине фильтра

1) „Draeger-Heft“, jan. 1929.

Трудовой процесс	Газовые условия	Применимый прибор	Продолжительность действия
7. При коксовальных печах	Безразличны	Прибор со всасыванием свеж. воздуха (рукав до 25 м) и с инжекторным нагнетанием (рукав до 50 м) Малый кислородный прибор	Неограниченная Соответств. запасу сжатого воздуха 1 час
8. На химических заводах всякого рода	В газах известного состава (до 1%), при наличии $O_2$ более 15% В газах известн. состава (до 2%), при наличии $O_2$ более 15%	Газовая маска с обыкновенным патроном, соответ. роду газа Газовая маска с большой фильт. коробкой, соответ. роду газа	В значительной мере зависит от концентрации газа, заран. трудно определима, обычно выражается часами
9. В аммиачных холодильниках	При известной незначительной концентрации аммиака и наличии $O_2$ более 15%	Газовая маска с обыкновенным патроном против аммиака	
	При неизвестной или сразу неопределимой концентрации аммиака и неизвестн. содержании $O_2$	Малый кислородный прибор	1 час
	То же самое	Прибор со всасыв. или с инжект. нагнетанием свежего воздуха (25 и 50 м рукав)	Неограниченная Соответств. запасу сжатого воздуха
10. В резервуарах для бензина	Содержание $O_2$ всегда менее 15%	Малый кислородный прибор. Приборы со свежим воздухом: всасываемым или нагнетаемым	1 час Неограниченная или соответств. запасу сжатого воздуха
11. На газовых заводах и сетях светильного газа	При наличии $CO$ до 2% и $O_2$ более 15%	Газовая маска с фильтром против $CO$	Соответств. величине фильтра
	При неизвестной концентрации газа и наличии $O_2$ менее 15%	Малый кислородный прибор Приборы со свежим воздухом: всасываемым или нагнетаемым (рукав в 25 и 50 м)	1 час Неограниченная или соответств. запасу сжатого воздуха

Трудовой процесс	Газовые условия	Применимый прибор	Продолжительность действия
12. При работах со свинцом, при резке и сварке освинцованных или крашенных суриком предметов в вентилируемом помещении	Окись свинца	Газовая маска	Зависит от концентрации газа, заранее не определена, измеряется часами
13. Работы те же, что в п. 12, но в трубах, котлах, резервуарах и пр.	Окись свинца	Приборы со свежим воздухом, всасываемым или нагнетаемым инжектором (рукав до 25 или 50 м).	Неограниченная или зависящая от запаса сжатого воздуха
14. Борьба с вредителями помощью газов, напр. циклона, синильн. кисл., сернистого	До и после процесса	Газовая маска с обыкновенным или коробчатым фильтром	См. п. 12.
	Во время процесса и для спасательных работ	Малый кислородный прибор	1 час
15. Работа пожарных по тушению огня на открытом месте	Дым и отравлен. газы в малых концентрациях	Газовая маска с пож. патроном F	См. п. 12
16. Работа пожарных по тушению огня во внутренних помещениях	Концентр. газов и содержание $O_2$ в помещении, как правило, неизвестны	Малый кислородный прибор Приборы со свежим воздухом, всасыв. или нагнет. инжект. (рукав до 25 или 50 м)	1 час Неограниченная или зависящая от запаса сжатого воздуха
17. Пожарные, строительные и обследовательские работы в подземных канализационных трубах и резервуарах или котлах с лазами минимум 400 мм в диам.	Концентр. газов и содержание $O_2$ в помещении, как правило, неизвестны	См. п. 16.	См. п. 16
18. Пожарно-спасательные работы в помещениях с отравляющими газами (спасание людей или материалов), где требуется максимальная работоспособность	Содерж. газов и $O_2$ в помещении, как правило, неизвестны или не могут быть быстро определены Сильное выделение кислотных паров в закрытом помещении	Малый кислородный прибор, при максимальной нагрузке, или приборы со свеж. воздухом, всасываемым или нагнетаемым инжектором (рукав до 25 или 50 м)	1 час Неограниченная или соответств. запасу сжатого воздуха

Трудовой процесс	Газовые условия	Применимый прибор	Продолжительн. действия
	Умеренное выделение кислотных паров в хорошо вентилируемом помещении	Газовая маска с соответствен. патроном	См. п. 15
19. При окраске пульверизацией	Туман из краски и пары растворителей	Приборы со свежим воздухом: всасываемым, нагнетаемым инжектором или подаваемым из сети сжатого воздуха Газовая маска с соответств. патроном и надетым добавочным фильтром	Неограниченная или соответств. запасу сжат. воздуха  См. п. 8. Продолжительность службы патрона весьма длительная

## О Г Л А В Л Е Н И Е.

		Стр.
Глава	I Процесс дыхания . . . . .	3
"	II Расстройства дыхательного акта . . . . .	12
"	III Коллективная защита от дыма и газов . . . . .	18
"	IV Индивидуальная защита. Общие положения. Метод фильтрации . . . . .	21
"	V Конструкция фильтрующих приборов легкого типа . . . . .	30
"	VI Конструкция фильтрующих приборов типа газовых масок . . . . .	40
"	VII Испытание газовых масок . . . . .	41
"	VIII Применение газовой маски с патроном F в пожарном деле . . . . .	59
"	IX Защита против окиси углерода по методу фильтрации . . . . .	67
"	X Конструкция фильтрующих приборов против окиси углерода . . . . .	73
"	XI Испытание масок CO . . . . .	83
"	XII Применение газовых масок в промышленности . . . . .	98
"	XIII Индивидуальная защита от дыма и газов по методу изоляции . . . . .	108
"	XIV Автоматические приборы с регенерацией воздуха . . . . .	121
"	XV Конструкция изолирующих приборов регенеративного действия . . . . .	133
"	XVI Водолазные дыхательные приборы . . . . .	159
"	XVII Испытание регенеративных приборов . . . . .	169
"	XVIII Суб'ективные и об'ективные испытания . . . . .	182
"	XIX Химический метод получения кислорода в изоляционных дых. приборах . . . . .	189
"	XX Искусственное дыхание . . . . .	194
"	XXI Отдельные моменты из организационной практики пож. команды . . . . .	205
"	XXII Организация противогазовой защиты в пожарной команде г. Кенигсберга (Германия) . . . . .	218
Приложение.	Сводка условий применения дыхательных приборов в различных отраслях труда . . . . .	232