

(Урал) следовало бы обратить внимание на возможные выделения газов с гелием из соляных скважин, что наблюдалось в Стассфурте, Леопольдсгалле и т. д. Интерес представляет нахождение гелия в калиевых минералах, что противоречит данным, по которым калию свойственны исключительно бета-лучи; альфа же лучи в калии не констатированы<sup>14)</sup>.

Затем вопрос о существовании изотопов гелия

(напр., с массой 3) может получить разрешение в тех случаях, когда присутствие гелия трудно связать с радиоактивными веществами.

В заключение нельзя не упомянуть об известном значении количественного определения гелия в минералах и горных породах, как материала для установления их геологического возраста.

Л. М. Хандросс.

## Горный надзор—Спасательное дело.

### Новые спасательные аппараты без инжектора.

(Окончание).

Вторая группа легочно-силовых респираторов, построенных на принципе возможно полной экономии в расходовании кислорода, отличается от ранее описанных аппаратов тем, что в них поступление кислорода из баллонов регулируется автоматически самими легкими, и они носят потому название легочно-автоматических респираторов.

В аппарате Аудос, как показано на схеме стрелками (рис. 8), выдыхаемый воздух проходит по шланге «А» через регенеративный патрон «Р», выдыхательный клапан «V<sub>2</sub>», холодильник — гибкую металлическую шлангу «К» и поступает в дыхательный мешок «В», заключенный в коробке «С». В дыхательном мешке помещен рычажный механизм «Н», который регулирует поступление кислорода из баллона «S». В период выдыхания, когда мешок «В» наполнен воздухом, рычажный механизм запирает отверстие, подводящее кислород из баллона «S». В период вдоха дыхательный мешок, сжимаясь, сблизжает рычаг «Н» и при этом открывается питающее отверстие, через которое кислород поступает в мешок «С» до тех

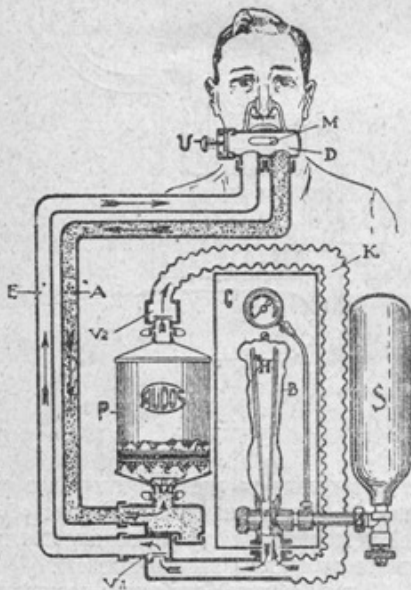


Рис. 8.



Рис. 9.

Впервые идея автоматического регулирования притока кислорода была осуществлена в аппарате Weg (Garforth) 1907 г., не получившем однако, широкого распространения. С 1916 года появился ряд новых аппаратов этого типа, многие из которых имеют пока характер опытных моделей и не могут рассматриваться на практическое применение в значительном масштабе.

Из легочно-автоматических респираторов заслуживают быть отмеченными: Аудос, Дрегер мод. 1923 года (Германия) и Дэйлбэ, Пауль (С. А. С. Ш.).

<sup>14)</sup> Neuburger C. Neuere Ergebnisse der Forschung über die Radioaktivität des Radiums.

пор, пока последний снова не будет достаточно наполнен. При вдохе воздух из мешка «С» через клапан «V<sub>1</sub>» поступает в мундштучную коробку «D», с правой стороны которой помещается вентиль «U», состоящий из 2-х клапанов, расположенных так, что наружный воздух не может проникнуть в мундштучную коробку. Нажатием кнопки этого вентиля можно выпустить из дыхательного мешка избыток воздуха. Как видно на рис. 9, аппарат довольно компактный; он имеет сравнительно малый вес (13,8 килогр.) и рассчитан на 3 часа работы среднего напряжения. Регенеративный патрон «Р» наполнен зернами едкого калия и обрезками фильтровальной бумаги, расположенными слоями и разделенными перегородками из проволо-

ной сетки. Аппарат не имеет редукционного вентиля, что нельзя однако отнести к достоинствам его. При меняющемся давлении кислорода на питательный клапан, сопротивление последнего будет также меняться в широких пределах, возрастая к концу работы; когда давление в цилиндре значительно упадет, для открытия питательного клапана потребуется сильное разрежение воздуха в дыхательном мешке. Устройство компенсатора давления на питательный клапан устраняет этот недостаток, но усложняет конструкцию. С другой стороны отсутствие редукционного вентиля вынуждает иметь малый диаметр питательного отверстия, которое в таких случаях может подвергаться засорению, или закупорке от окисления металла и т. п. Отсутствие автоматического клапана для выпуска избытка воздуха также является недостатком аппарата, так как при значительном избыточном давлении внутри его, работающий может инстинктивно выбросить мундштук изо рта прежде, чем успеет открыть клапан «U».

Американский респиратор Джиббса, изображенный на рис. 10 и 11 (схема), является одним из первых легоч-

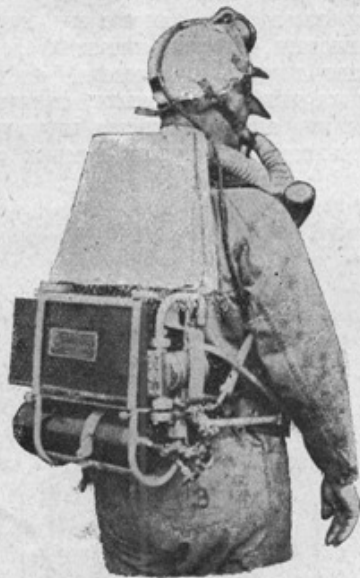


Рис. 10.

автоматических аппаратов, получивших за последние годы значительное распространение в Америке.

Кислород, содержащийся в баллоне «С» под давлением 135 атм. в количестве 280 литров, на пути в дыхательный мешок проходит через редукционный клапан «R» специального типа, с большой диафрагмой и цилиндрической коробкой из тонкой меди, имеющей вид гармоник. В случае повышения давления внутри этой коробки, она растягивается и при этом рычажный механизм редуктора запирает отверстие подводящее кислород из цилиндра «С». Такое устройство редукционного вентиля делает его очень чувствительным к колебаниям давления и позволяет пропускать значительное количество кислорода.

Из редуктора кислород по трубке «S» подводится к питательному клапану «A», который открывается при нажатии на него верхней крышки дыхательного мешка. Выдыхаемый воздух, пройдя клапан «V», регенеративный патрон «P», и нижнюю половину холодильника «K», поступает в дыхательный мешок «F». При вдохе воздух из мешка поступает в верхнюю половину холодильника

и далее через клапан «V<sub>2</sub>» во вдыхательную шлангу и через мундштук в рот работающего. Когда дыхательный мешок будет опорожнен на  $\frac{3}{4}$ , верхняя крышка его под влиянием тяжести прикрепленного к ней металлического лезвия «L» нажимает на питательный клапан «P», через который кислород поступает в нижнюю половину холодильника «K» и далее в дыхательный мешок. Холодильник представляет плоскую металлическую коробку, прикрепленную к задней части дыхательного мешка. Регенеративный патрон «P» разделен на 2 половины, наполненные щелочью патентованного состава «Кардоксид». Особенности этого соединения заключаются в том, что оно не разъедает кожу и не портит ткани, не распыляется при поглощении CO<sub>2</sub> и паров воды, при чем реакция его с CO<sub>2</sub> происходит гораздо энергичнее, чем с NaOH и KOH и с меньшим выделением тепла (данные фирмы).

«B» бай-пас вентиль, открытием которого работающий может пропустить в дыхательный мешок кислород непосредственно из цилиндра «С» по особой трубке, минуя редукционный и питательный вентиля.

«U» предохранительный клапан, открывающийся при повышении давления в трубке «S» на  $\frac{1}{2}$  атмосферы больше нормального и издающий при этом свист, который

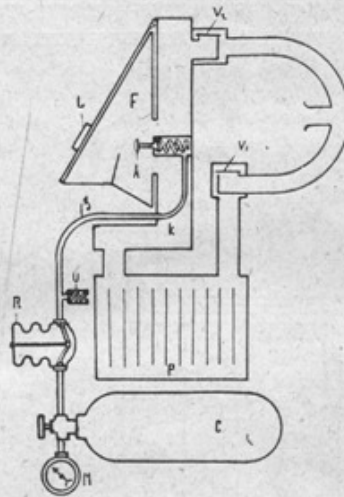


Рис. 11.

указывает работающему на утечку кислорода в редукторе.

Финиметр «M», соединенный с цилиндром «С» посредством гибкой металлической трубки, помещается на вдыхательной шланге перед глазами работающего.

На рис. 12 и 13 (схема) изображен легочно-автоматический респиратор «Пауль», который также получил в Америке большое распространение. В главнейших чертах этот аппарат отличается от респиратора Джиббса устройством редукционного вентиля, отдельно расположенным на груди работающего дыхательным мешком «17» и отдельным холодильником «14».

Редукционный вентиль «2» представляет маленький дыхательный мешок с рычажным механизмом и питательным клапаном. Действие его, как и дыхательного мешка, аналогично действию таковых в аппарате Джиббса.

Описанные легочно-автоматические респираторы выгодно отличаются от легочно-силовых дозирующих аппаратов тем, что в них расход кислорода соответствует потреблению его легкими. Таким образом в этих аппаратах исключена опасность недостатка кислорода при сильном

напряжении работающего; с другой стороны, при спокойном состоянии работающего, когда он потребляет незначительное количество кислорода, аппарат позволяет, в случае необходимости, оставаться продолжительное время в душливой атмосфере.



Рис. 12.

Из результатов сравнительных опытов Пауля и Гендерсона, произведенных ими с респираторами Джиббса, Дрегера модели 1911 г. и Флесса<sup>2)</sup>, можно заключить, что при усиленной работе продолжение 2-х часов в одних и тех же условиях респиратор Джиббса расходует кислорода в 2 раза меньше, чем аппараты с постоянной доз-

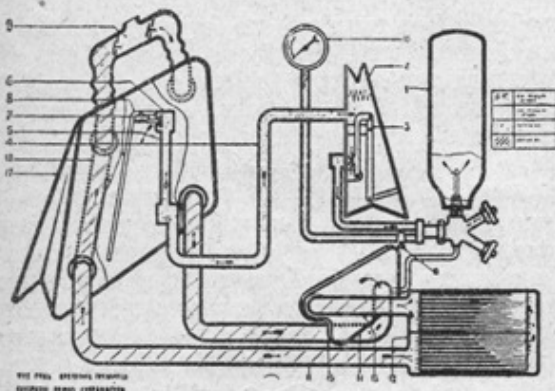


Рис. 13.

ровкой, так как в последних значительная часть кислорода бесполезно теряется во время отдыха и легкой работы.

Но наряду с указанными преимуществами, легочно-автоматические респираторы имеют и недостатки, из которых главный заключается в опасности переполнения дыхательного мешка азотом. Обычно для спасательных аппа-

ратов употребляется кислород, служащий для промышленных целей и содержащий иногда значительное количество азота, или водорода (при электролитическом способе получения кислорода); в таком случае дыхательный мешок при обычных размерах его может наполниться азотом (водородом) настолько, что рычажный механизм не будет открывать питательный клапан и работающий незаметно для самого себя может задохнуться от недостатка кислорода. «Прополаскивание» дыхательного мешка кислородом через бай-пасе вентиль хотя и устраняет эту опасность, но практического значения, в условиях производства спасательных работ, оно имеет почти не может. Для таких аппаратов нужен почти чистый кислород (99,5%), что значительно ограничивает возможность их применения.

С целью устранения опасности переполнения дыхательного мешка азотом в аппарате Дрегера мод. 1923 г.<sup>3)</sup>, наряду с автоматическим клапаном имеется дозирующее отверстие, через которое кислород поступает из редуктора в мешок в количестве 1,2—1,5 литра в минуту.

Этот аппарат составляет третью группу легочно-автоматических дозирующих респираторов.

Для открытия питательного клапана легочно-автоматических аппаратов, необходимо создать в дыхательном мешке значительное разрежение, которое в аппарате Дрегера может быть устранено применением особой пружины, сжимающей дыхательный мешок, вследствие чего во всем аппарате создается положительное давление. Подобное же устройство есть в аппарате Пауля, в аппарате же Джиббса оно заменено рычагом «L», хотя подобную замену нельзя признать удачной, так как при боковом положении дыхательного мешка рычаг не будет сжимать его.

Рычажный механизм (питательный клапан) легочно-автоматических респираторов, помещенный внутри дыхательного мешка и трудно доступный для наблюдения, усложняет конструкцию аппаратов и затрудняет их поверку. Влага, заключающаяся в кислороде и выдыхаемом воздухе, может вызывать окисление (ржавчину) металлических частей питательного клапана и тем затруднить действие последнего.

Все аппараты с значительным внутренним сопротивлением движению воздуха не могут удовлетворить требованиям горно-спасательного дела. Как велико может быть предельное сопротивление аппарата без вреда для работающего? По этому вопросу существуют разноречивые мнения. Однако, основываясь на практических данных, мы можем привить выводы Гендерсона и Пауля, сделанные ими в результате многочисленных опытов. При сопротивлении движению выдыхаемого воздуха внутри аппарата в 200—220 мм. водян. столба, дыхание работающего почти невозможно. Сопротивление в 100—150 мм. вод. столба создает все же сильное затруднение в дыхании и, если оно длится продолжительное время, у работающего появляется инстинктивное стремление сорвать с себя аппарат. Практически безвредным, не утомляющим дыханием, нужно считать сопротивление аппарата в 30—35 и, во всяком случае, не свыше 50 мм. вод. столба при высшем напряжении работающего, когда дыхание его достигает максимума.

#### Заключение.

Наиболее важным фактом в выборе системы респиратора нужно считать наличие автоматического регулирования притока кислорода, которое позволяет работающему

<sup>2)</sup> „Oxygen mine rescue apparatus and physiological effects on users“. Technical Paper 82, табл. 8.

<sup>3)</sup> См. „Горный Журнал“ 1923 г., № 12, стр. 833.

производить самую тяжелую работу без опасения в недостатке кислорода, и вместе с тем наиболее экономно расходовать его; поэтому мы должны отдать легочно-автоматическим аппаратам предпочтение перед системами с постоянной дозировкой кислорода.

Для наших условий наиболее подходящим будет легочно-автоматический дозирующий респиратор (например, Дрегера модели 1923 года), который допускает применение кислорода с содержанием азота до 3—4%. Однако, одно из преимуществ легочно-автоматических аппаратов — экономия в расходе кислорода, в таких респираторах в значительной степени опадает — эти аппараты допускают увеличение продолжительности работы не более, как на 50%, против дозирующих аппаратов.

Что же касается отрицательного давления в аппаратах, то оно совершенно не должно иметь место. Опасность здесь заключается не только в возможности проникновения наружного воздуха внутрь аппарата, но и в значительном затруднении для дыхания работающего при сильном напряжении его. Если отрицательное давление не превосходит 30—40 миллиметров водяного столба, то в начале работы и при спокойном состоянии, работающий почти не замечает влияния его, но при усиленном дыхании во время тяжелой работы это сопротивление иногда настолько привлекает внимание работающего, что у него появляется навязливое желание выбросить мундштук изо рта. Это объясняется тем, что задержка в дыхании в период вдоха вызывает сильное раздражение дыхательного центра и в таком случае мы наблюдаем те же явления, какие имеют место при недостатке кислорода, когда работающий начинает терять самообладание. Поэтому применение приспособлений для сжатия дыхательного мешка, устраняющих разрежение в аппарате в период вдоха, нужно считать обязательным, хотя это и

вызывает излишнее противодействие (обычно 15—20 мм. вод. столба) и затрудняет работу легких при выдыхании.

Все стремления к дальнейшему усовершенствованию спасательных аппаратов должны быть направлены, главным образом, к возможно полному устранению внутреннего сопротивления движению воздуха; — в этом отношении инжектор, несмотря на присутствие ему недостатки, может, по нашему мнению, принести значительную пользу. Идея использования энергии сжатого кислорода безусловно правильная, и соответственным образом переконструированный инжекторный аппарат, при наличии легочно-автоматического питания и при условии устранения значительного избыточного давления и разрежения внутри его, скорее может разрешить задачу постройки более совершенного респиратора. Наряду с использованием энергии сжатого кислорода, конечно, нужно стремиться к уменьшению сопротивления в аппарате путем уменьшения длины дыхательных путей его и увеличения размеров поперечного сечения их, устранения излишних соединений и более совершенной конструкции регенеративного патрона, который при наименьших размерах, весе и сопротивлении движению воздуха внутри него, обладал бы достаточной способностью поглощать всю углекислоту, выдыхаемую человеком при самой напряженной работе в продолжение не менее 2-х часов. Однако уменьшение внутреннего сопротивления в аппарате в этом направлении имеет пределы возможности, за которыми конструктор рискует впасть в противоположную ошибку и применение инжектора в таком случае может значительно облегчить его задачу.

Горн. инж. А. Гармаш.