

Таблица 2

Момент исследования	Место забора пробы	Концентрация аммиака в мг/л	
		«на холодно»	после обычной работы
Муфель вне печи, перед началом продувки азотом	0,5 м над стяжным болтом	0,0027 0,0027	0,007 0,003 0,007 0,015
Продувка азотом закончена, муфель не вскрыт	Там же	Следы Следы	0,002 0,0019 0,003 0,002
Крышка муфеля освобождается из рудного затвора	На рабочем месте, зона дыхания	0,003 0,006	0,003 0,003
Крышка поднимается полностью	Там же	0,004 Следы	0,003 0,003 0,021
Крышка опрокидывается	Там же	—	0,004 0,015

Как видно из табл. 2, во всех случаях продувки муфелей азотом перед вскрытием их содержание аммиака после подъема крышки муфеля оставалось незначительным; при поднятии и опрокидывании крышки муфеля концентрация аммиака в воздухе не превышала 0,02 мг/л вместо 7—9 мг/л (табл. 1).

Работа производилась без противогазов.

Применение для продувки муфелей азота вместо аммиака, помимо значительного гигиенического эффекта, оказалось и экономически целесообразным, так как позволило отказаться от проектировавшейся громоздкой и дорогой искусственной вытяжной вентиляционной установки. Пропускание через муфель азота в течение 20—25 минут не увеличивает длительности производственного процесса в сравнении с обычным способом продувки аммиаком.

Предложенное нами мероприятие одобрено администрацией цеха и принято к реализации.

М. И. КУЛЕНКО (Ленинград)

Новый метод определения углекислоты в воздухе

Из школьно-санитарной лаборатории Ленинградского горздравотдела

Предлагаемый нами метод газового анализа основан на заборе определенного количества воздуха аспиратором нашей конструкции, двукратном промывании его в измеренном количестве абсорбента и кондуктометрическом определении исходной и конечной концентраций абсорбента (до и после соприкосновения с воздухом).

Для пропускания через поглотитель исследуемого воздуха и учета его количества предлагается насос двойного действия компрессорного типа (рис. 1). Он состоит из цилиндра, поршня с тремя металлическими кольцами, штока, рукоятки и доневого устройства, состоящего из двух труб с клапанами. Равномерный забор одинаковых проб воздуха (по 100 см^3) обеспечивается кольцевой системой поршня, тщательно отшлифованной, внутренней поверхностью цилиндра и хорошо пригнанными клапанами донегового устройства. Доневая часть представляет собой трубку, разветвляющуюся под прямым углом. Ветвь, находящаяся на продолжении оси цилиндра, имеет всасывающий клапан и работает при выдвигании поршня. На ветви, расположенной перпендикулярно к первой, находится клапан, выпускающий воздух при задвигании поршня.

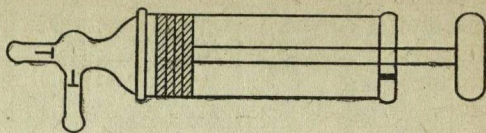


Рис. 1

Конструкция поглотительной склянки (рис. 2) предусматривает измерение удельной электропроводности абсорбента в любой момент

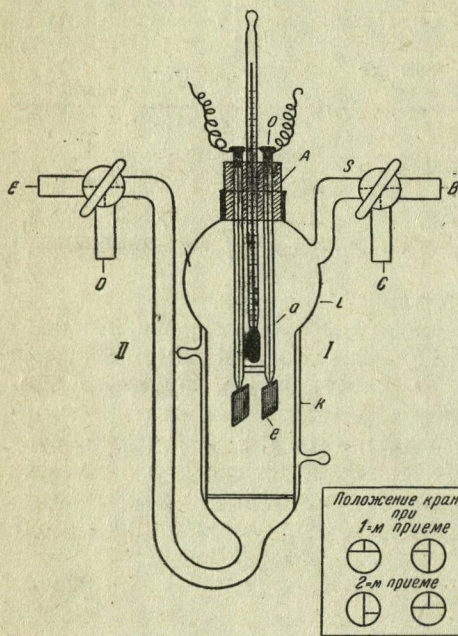


Рис. 2

исследования и полноту поглощения определяемого газа двукратным прохождением заданного количества воздуха в виде серии сплошных цепочек пузырьков через достаточный по толщине слой абсорбента.

Правое колено I склянки I в нижней части имеет цилиндрическую форму с внутренним диаметром в 4 см. Далее на высоте 9 см цилиндр приобретает шарообразное расширение Z с внутренним диаметром 5 см. Резиновая пробка A является опорой для клеммы O и стеклянных трубочек a, несущих в себе платиновые проволоочки, соединенные с электродами. Электроды сделаны в виде квадратов из платины e с площадью 1 см^2 и находятся один от другого на расстоянии 1 см. Кроме того, пробка имеет отверстие, необходимое для наполнения склянки раствором или для вставки термометра.

В расширение L впаяна разветвляющаяся под прямым углом трубка S с выходами B и C и тройниковым притертым краном.

На наружной стороне суженной части I колена напаян стеклянный кожух K с двумя выводными трубками для циркуляции воды, нагретой до требуемой условиями эксперимента температуры. Удобство выполнения этой операции достигается надеванием на колено металлического кольца с приспособлением для укрепления воронки, связанной каучуком с нижней трубкой кожуха. Колено I внизу переходит в узкую трубку того же диаметра, что и следующее колено II. Этот переход перегороден пористой стеклянной пластинкой Шотта. Левое колено склянки II представляет собой стеклянную трубку диаметром 0,5 см на всем ее протяжении. С одной стороны колено II свободно соединяется с коленом I, а с другой, ближе к выходу, раз-

ветвляется под прямым углом. Выводные трубки *D* и *E* снабжены тройниковым притертым краном.

Для определения электропроводности растворов была использована готовая схема ЦНИЛКИП (модель 1937 г.); модель (рис. 3) питается переменным током от осветительной сети напряжения 120 В, понижаемым трансформатором до 10 В. Мостик позволяет измерять сопротивления от 16 до 55 713 ом, что при емкости $K=0,325$ соответствует величинам электропроводности от 0,0203125 до 0,0000058 обр. ом. Сопротивление составлено рядом катушек в 30, 100, 1 000, 3 000, 3 000, 10 000 и 30 000 ом. Включение катушек в цепь осуществляется соответствующим повертыванием рукоятки. Для портативности проволоочное сопротивление закреплено на эбонитовом диске (вместо линейки) и изготовлено из константановой проволоки сечением 0,3 мм, спиралеобразно навитой на каркас. Расположение частей, составляющих мостик, показано на рис. 4.

К прибору отдельно приложен стрелочный нульгальванометр с точностью $1^\circ = 0,2 \cdot 10^{-6}$ А, изготовленный физическим институтом Ленинградского университета.

В качестве абсорбента был выбран $n/100$ раствор NaOH. Степень нейтрализации NaOH в результате взаимодействия с CO_2 пропорциональна уменьшению электропроводности раствора NaOH (с учетом разности между электропроводностями NaOH и Na_2CO_3). Отступление от данной пропорциональности наблюдается при разности в степенях диссоциации NaOH и Na_2CO_3 , увеличивающейся с возрастанием концентрации растворов, так как степень диссоциации Na_2CO_3 уменьшается быстрее, чем в NaOH, при увеличении концентрации растворов.

Для растворов слабее $n/10$ прогибание кривой, выражающей зависимость электропроводности раствора NaOH от степени ее нейтрализации CO_2 , едва заметно, и линия, характеризующая эту зависимость, почти прямая; только начиная с $n/10$ растворов и более крепких, это прогибание делается вполне ощутимо. Изложенное наглядно иллюстрируется кривой на рис. 5, заимствованной из работ Пронина¹. При изготовлении абсорбента лучше делать раствор NaOH более крепким (порядка 50%) с последующим разведением до нужной концентрации. Вода для раствора берется свежая, дважды перегнанная. Добиваться абсолютной точности раствора не требуется, так как погрешность компенсируется при окончательном расчете, с учетом точного определения исходной электропроводности.

Измерение мостиком Уитстона производится следующим образом. К клеммам Эл (рис. 4) присоединяют поглотительную склянку с абсорбентом. Мостик включают в осветительную сеть приложенными к нему проводами. Переключатель П поворачивают по часовой стрелке до отказа, вращают переключатель сопротивлений К до того положения, когда стрелка гальванометра Г покажет наименьшее отклонение от нулевой точки, отыскивают и записывают сопротивление R, наиболее близкое сопротивлению испытуемого электролита. Далее переключатель П поворачивают против часовой стрелки до отказа, вращают ручку Д до тех пор, пока стрелка гальванометра

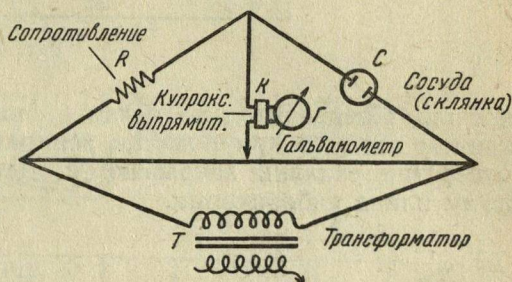


Рис. 3

¹ Ленинградский институт охраны труда.

не станет на нуль, и записывают отсчет по диску S . На этом работы по измерению заканчиваются, и ток выключается специальным переключателем. На одно измерение требуется не более 1—2 минут.

Методика определения углекислоты в воздухе (рис. 2 и 6) заключается в следующем.

1. До производства исследования поглотительная склянка наполняется титрованным раствором NaOH с проверенной электропровод-

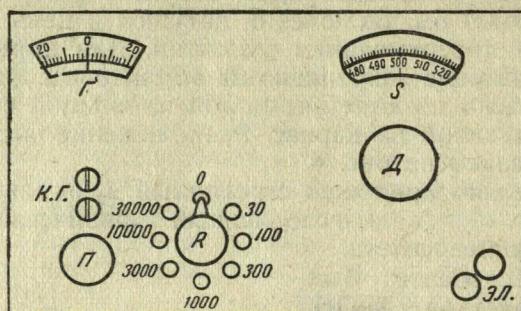


Рис. 4

ностью. Предварительно склянка очищается от углекислоты пропусканием воздуха при помощи аспиратора. После этого все выходные отверстия склянки закрываются. Данная операция производится на дому или в лаборатории.

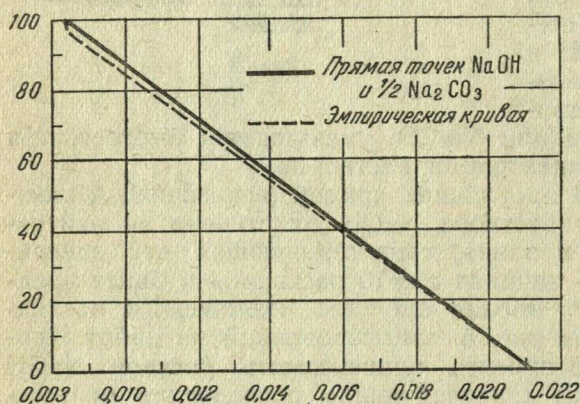


Рис. 5

стия B и D закрыты) и медленно выдвигают поршень аспиратора. При этом благодаря создавшемуся в цилиндре насоса вакууму исследуемый воздух поступает в склянку через трубку E , промывается в поглотителе и далее через трубку C поступает в цилиндр аспиратора.

При втором приеме (рис. 2) закрывают ранее открытые отверстия трубок C и E и открывают трубки B и D . Медленным движением рычага в обратную сторону задвигают поршень, и воздух, наполняющий цилиндр насоса, выходит через нагнетательное отверстие, вторично входит в склянку через трубку D , вновь промывается в поглотителе и выходит в отверстие B .

Двукратное пропускание воздуха обеспечивает полноту поглощения в абсорбенте интересующего нас компонента. При этом происходит реакция $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. Описанные

2. Установив аппаратуру на месте исследований, еще раз проверяют электропроводность раствора.

3. Соединяют трубку C склянки с всасывающей трубкой аспиратора, а D —с нагнетательной.

4. Производят промывание исследуемого воздуха в поглотителе рядом операций, каждая из которых выполняется в два приема.

Первый прием (рис. 2) заключается в следующем. Открывают краном отверстия трубок C и E (отвер-

операции продолжают до тех пор, пока через поглотитель не пройдет по крайней мере 1 л воздуха. С возрастанием объема промываемого воздуха точность исследования повышается.

5. Вторично измеряется удельная электропроводность абсорбента. Величина проводимости в этом случае будет отличаться от первоначальной, так как титр абсорбента уменьшился за счет углекислоты.

6. По разности удельных проводимостей рассчитывают результат анализа, т. е. определяют количество CO_2 в воздухе при помощи специальной кривой.

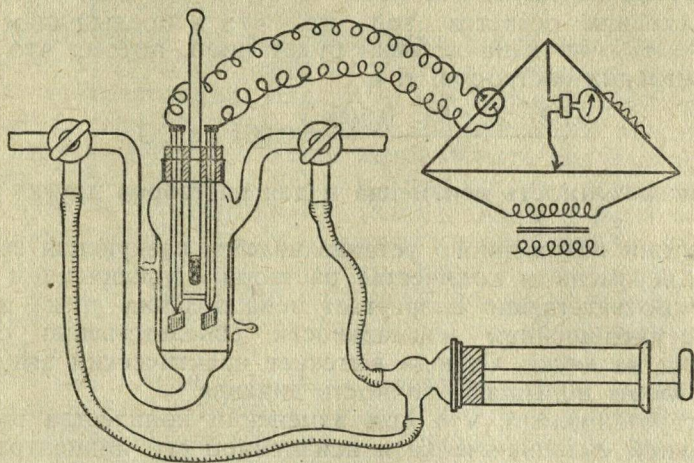
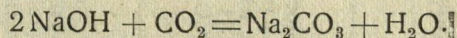


Рис. 6

Для определения цены деления диска по углекислоте и исследования точности методики были поставлены специальные опыты по измерению электропроводности эквивалентных растворов NaOH и Na_2CO_3 . Опыты ставились как над отдельными растворами, так и смесью их в различных процентных отношениях.

Предполагалось, что NaOH при полном отсутствии Na_2CO_3 является как бы раствором, еще не вступившим в реакцию с CO_2 , а со 100% замещением Na_2CO_3 — раствором, как бы полностью нейтрализованным CO_2 . Это понятно из уравнения



Промежуточные соотношения (25, 50 и 75%) как бы указывают на частичную нейтрализацию NaOH углекислотой и служат в дальнейшем для построения кривой, по которой подсчитывались результаты анализа. Для п/100 растворов получены следующие данные:

1. Сопротивление 50 см³ п/100 NaOH , измеренное в поглотительной склянке-ячейке, соответствовало 550 делениям шкалы диска при добавочном $R = 100$ ом.

2. Эквивалентный раствор Na_2CO_3 (100%) в тех же условиях требовал 370 делений диска при том же добавочном сопротивлении ($R = 100$ ом).

Таким образом, разность в делениях диска, соответствующая как бы полной нейтрализации 50 см³ п/100 NaOH , составляет $530 - 370 = 160$ делений.

Нейтрализация достигается при реакции с количеством CO_2 , соответствующим $0,01 \times 22 \times 50 \times 0,509 = 5,6$ мл CO_2 . Здесь 0,01 —

нормальность раствора, 22 — грамм-эквивалент CO_2 , 50 — количество раствора NaOH в см^3 , 0,509 — коэффициент для перевода мг CO_2 в см^3 . Следовательно, цена деления диска по CO_2 равна

$$\frac{5,6}{160} = 0,035 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Так как точность отсчетов на диске находится в пределах 1 деления, число 0,035 мл CO_2 является мерилем точности анализа при данных растворах.

Для $n/200$ растворов, взятых опять-таки в количестве 50 см^3 , получены отсчеты на диске 530 (для NaOH) и 690 (для Na_2CO_3), разность в делениях остается той же, что в предыдущем случае: $690 - 530 = 160$, но цена деления будет иной, потому что увеличилась концентрация растворов, т. е.

$$\frac{0,02 \cdot 22 \cdot 50 \cdot 0,509}{160} = 0,061 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Подобная зависимость неизменна и для растворов других нормальностей.

На основании изложенного устанавливается следующая закономерность: при неизменном количестве раствора с увеличением его нормальности соответственно возрастает цена деления диска по CO_2 , и наоборот, с уменьшением нормальности соответственно снижается цена деления на диске. Отсюда вытекает практический вывод: более слабые растворы повышают точность анализа.

Опытами установлено, что при изменении количества раствора в поглотительной склянке-ячейке и неизменной его концентрации значение емкости K мало изменится и может считаться постоянным. При этом разность в делениях диска (для NaOH и Na_2CO_3) практически остается неизменной (160), количество же углекислоты, необходимой для полной нейтрализации NaOH , будет всякий раз меняться в зависимости от количества абсорбента, участвующего в измерении.

Цена деления диска при этом будет соответственно изменяться. В следующей таблице показано такое изменение для $n/100$ растворов.

Количество раствора в склянке (поперечно NaOH и Na_2CO_3) в см^3	Емкость склянки в л	Разность в делениях барабана при измерении NaOH (100%) и Na_2CO_3 (100%)	Количество CO_2 , необходимое для полной нейтрализации NaOH , в мл	Цена деления диска по CO_2 в мл
100	0,175	160	11,198	0,0690
75	0,175	160	8,907	0,0550
50	0,175	160	5,599	0,0350
25	0,175	160	2,799	0,0175

Таблица наглядно показывает понижение цены деления диска по CO_2 в зависимости от уменьшения количества раствора, взятого в склянку. Иначе говоря, такое уменьшение увеличивает точность анализа.

На этом основании экспериментатор может вариировать количество и концентрацию абсорбента при заполнении склянки в зависимости от заданной точности анализа.

Для получения при анализе точности порядка 0,001%₀₀ рекомендуется ввести в склянку 50 см^3 $n/2\ 000$ раствора NaOH и через дан-

ный поглотитель пропускать до 1 л исследуемого воздуха. Точность анализа определяется из цены деления диска и составляет

$$\frac{0,02 \cdot 22 \cdot 0,509 \cdot 50}{160} = 0,0069 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Максимальное количество CO_2 , способное вступить в реакцию с 50 см³ NaOH до полной его нейтрализации, равно

$$0,02 \cdot 22 \cdot 0,509 = 1,119 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Если принять, что в воздухе жилища в среднем содержится 1‰ углекислоты, то взятое количество абсорбента позволяет произвести не больше одного исследования.

Очевидно, в данном случае необходима осторожность при аспирации, чтобы не пропускать через поглотитель лишнего воздуха после наступления нейтрализации. Для этого рекомендуется измерять электропроводность через каждые 300 см³ пропущенного воздуха.

Данный вариант можно успешно использовать для количественного определения окиси углерода (CO) в воздухе; при аспирации воздух до поступления в поглотительную склянку должен пройти через систему, освобождающую его от CO_2 и окисляющую CO в CO_2 . За счет CO, как правило, получится очень немного углекислоты (норма 0,02 мг/л), поэтому возможно производство до 20 таких исследований без обновления абсорбента и пропускания через него всякий раз 5 л воздуха.

Для получения точности анализа порядка 0,01‰ склянка заполняется 50 см³ п/5 000 раствора NaOH и через поглотитель пропускается 1 л исследуемого воздуха. Точность анализа, как и раньше, определяется из цены деления диска:

$$\frac{0,005 \cdot 50 \cdot 0,509 \cdot 22}{160} = 0,0137 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Максимальное количество CO_2 , способное нейтрализовать забраный абсорбент, равно

$$0,005 \cdot 50 \cdot 0,509 \cdot 22 = 2,199 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

При той же средней норме CO_2 (1‰) в воздухе жилища можно рассчитывать произвести 2 исследования на каждую зарядку склянки.

Для обычных анализов (с точностью до 0,06%) склянка наполняется 50 см³ п/200 NaOH и в результате аспирации пропускается через поглотитель не менее 1 л исследуемого воздуха. В соответствии с ценой диска точность исследования получается из расчета

$$\frac{0,02 \cdot 50 \cdot 22 \cdot 0,509}{160} = 0,069 \text{ мл } \text{CO}_2.$$

Взятое количество абсорбента будет полностью нейтрализовано при реакции с $0,02 \times 50 \times 22 \times 0,509 = 11,198 \text{ мл } \text{CO}_2$. Это позволяет произвести без обновления раствора до 10 анализов на CO_2 .

Расчет анализа возможен по кривой, построенной на основании экспериментально полученных значений электропроводности для растворов NaOH и Na_2CO_3 , как взятых в отдельности, так и смешанных один с другим в определенном процентном отношении (0, 25; 50, 75, 100%). При этом количество раствора неизменно должно равняться 50 см³. На оси абсцисс в выбранном масштабе откладываются значения удельных электропроводностей, соответствующих различным содержаниям в 50 см³ раствора NaOH и Na_2CO_3 , на оси ординат — соответствующие значения CO_2 в мл, как бы определившие данную зависимость в содержании NaOH и Na_2CO_3 . Из полученных точек восстанавливаются перпендикуляры, пересечение которых образует точки, по которым строится кривая.

Исходные вещества, употребляемые для изготовления необходимых при экспериментах растворов, должны быть в возможно большей степени свободны от посторонних примесей. Высокие требования следует предъявлять и к воде, вводимой в растворы.

Расчет анализов производится на основании двух значений удельных электропроводностей, измеренных до и после аспирации.

1. На оси абсцисс берут значение исходной электропроводности и находят соответствующую ей точку на кривой и оси ординат. Численное значение последней говорит о нулевом уровне CO_2 в мл.

2. Точно таким же образом по второму значению электропроводности находят на оси ординат новый уровень CO_2 .

3. Разность между уровнями показывает количество CO_2 , присоединенного абсорбентом в результате аспирации. Это значение CO_2 и распространяется на количество воздуха, участвующего в аспирации, предварительно приведенного к нормальному состоянию.

4. Тот же результат анализа можно получить умножением разности в делениях диска (до и после абсорбции) на цену деления по CO_2 , нужно только иметь в виду нормальность взятого для работы абсорбента.

Размеры газоанализатора $30 \times 20 \times 20$ см, вес — 2 кг.

Д. И. ХОРОШАНСКАЯ (Одесса)

Исследование микрофлоры воздуха Одессы

Из кафедры экспериментальной гигиены (зав.—проф. Костямин) Одесского медицинского института

Одесса — курорт всесоюзного значения, поэтому изучение степени чистоты ее воздуха является вопросом весьма актуальным. Кроме того, данные о распределении микрофлоры в воздухе Одессы могут явиться ценным материалом при перепланировке и районировании города.

Воздух свободной атмосферы патогенных микроорганизмов не содержит. В основном микрофлора его состоит из сапрофитов, которые сами по себе, конечно, безвредны и являются лишь показателем степени загрязнения атмосферы. Микроорганизмы носят в воздухе не сами по себе, а перемещаются с пылевыми частицами; так, в 1 г пыли, по литературным данным, находится свыше 1 млн. микроорганизмов. Поэтому понятно, что количество бактерий в воздухе связано с характером застройки улиц, распределением жилых и промышленных районов, интенсивностью уличного движения и санитарным состоянием улиц. Например, по данным Харьковского института коммунальной гигиены, в воздухе Харькова обнаружено в среднем 350—157 тысяч бактерий в 1 м³, причем больше всего их оказалось в воздухе загрязненных улиц летом и меньше всего — в воздухе сравнительно чистых улиц в зимне-весенний период.

Кафедра экспериментальной гигиены Одесского медицинского института занялась изучением воздуха Одессы. Полученные при этом материалы публикуются в настоящей статье.

Территория города находится на западном берегу Одесского залива, на возвышенности, обрывающейся почти у самой береговой полосы. Процесс развития города как крупного портового центра, береговая линия и особый рельеф местности, изрезанной балками, ведущими к морю, обусловили планировку Одессы.