

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ СЪЕМКА В ШАХТАХ

Методические указания к практической работе по дисциплине
«Аэрология горных предприятий»
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Составитель В. А. Колмаков

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 2 от 28.11.2018
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Протокол № 2 от 28.11.2018
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

1. Цель работы: научиться производить микроклиматическую съёмку для создания комфортных условий труда в шахте.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Микроклиматическая съёмка – комплекс работ по определению действующих на организм человека сочетаний температуры воздуха, влажности, давления, скорости движения воздуха и температуры окружающих поверхностей выработок.

От физических параметров рудничного воздуха (табл. 1) – температуры, влажности и давления, а также скорости движения воздуха – в значительной степени зависят условия труда горнорабочих. Численные значения этих факторов, при которых обеспечиваются нормальные условия работы, регламентируются Правилами безопасности.

Таблица 1

Параметры и приборы
для измерения микроклиматической съёмки

№ п/п	Параметры	Единицы измерения	Приборы
1	t – температура	°С	термометры и термографы
2	V – скорость движения воздуха	м/с	анемометры, термоанемометры
3	e – абсолютная влажность	г/м	психрометры
4	P – атмосферное давление	Па	барометры
5	ψ – относительная влажность	%	психрометры
6	J – интенсивность теплового излучения поверхностей	Дж/м · с	актинометры
7	H – тепловая эффективность	катаградус	кататермометры

2.2. Нормы по ГОСТ 12.005.76

Таблица 2

Нормы безопасности по категориям работ

Категория работ	t	ψ	V
Легкая – 1	19–25	75	0,2
Средней тяжести – 2	17–23	75	0,3
Средней тяжести – 3	16–21	75	0,4
Тяжелая – 4	13–19	75	0,5

Таблица 3

Нормы безопасности в помещениях
в холодный и переходный периоды года

В шахтах	V_{max}	V_{min}	ψ	t
Стволы, не оборудованные подъемом	15	-	>90	26
Стволы для подъема груза	12	-	≤90	25
Кроссинги	10	-	-	-
Стволы для подъема людей, квершлагги, откаточные и вентиляционные штреки, капитальные и панельные бремсберги и уклоны	8	-	-	-
Все прочие выработки	6	-	-	-
Призабойное пространство очистных выработок	4	0,25	-	-
Призабойное пространство подготовительных выработок	4	0,15	-	-

2.3. Места и периодичность замера
параметров микроклимата в шахте

При замерах температуры и влажности воздуха приборы в выработке располагаются:

- в стволах на расстоянии \sqrt{R} от стенки ствола. Измерение производится не менее чем в двух точках, расположенных на расстоянии \sqrt{R} друг от друга по окружности ствола, где R – радиус ствола;

- в наклонных и горизонтальных выработках – на расстоянии от стенки, равном 0,3 ширины выработки, и на высоте от почвы, равной 0,4 высоты выработки. Измерение производят в двух точках с каждой стороны выработки;

- в выработках после слияния вентиляционных струй температура измеряется в трех точках, находящихся на одинаковом удалении друг от друга и от боковых стенок, равном 0,25 ширины выработки и на высоте от почвы, равной 0,4 высоты выработки;

- в призабойных пространствах тупиковых выработок температура измеряется на расстоянии до 5 м от конца вентиляционного трубопровода в сторону устья в трех точках, находящихся на одинаковом удалении друг от друга и от боковых стенок, равном 0,25 ширины выработки и на высоте от почвы, равной 0,4 высоты выработки.

Значения параметров микроклимата определяются как средние всех замеров.

Места замера параметров микроклимата располагаются: в поступающих и исходящих главных струях, в местах разветвлений, в блоковых выработках, очистных, подготовительных, проветриваемых обособленно, в камерах, у вентиляторов местного проветривания.

Периодичность замеров определяется сезонными резкими изменениями параметров микроклимата, а также категорией шахты: в негазовых, I, II категорий по газу – один раз в месяц; на шахтах III категории – два раза в месяц; на шахтах IV и V категорий – три раза, и на шахтах опасных по самовозгоранию – два раза в месяц.

3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

В горных выработках должен осуществляться систематически контроль за физическими параметрами рудничного воздуха. Поэтому необходимо знать устройство соответствующих контрольно-измерительных приборов и уметь пользоваться ими.

3.1. Приборы для измерения температуры воздуха

В практике рудничной вентиляции для измерения температуры воздуха применяются технические термометры и термографы.

Термометры бывают: палочные, пращевые и со вставной шкалой (рис. 1). Наибольшее распространение получили жидко-

стные термометры, которые по конструктивному оформлению являются палочными.

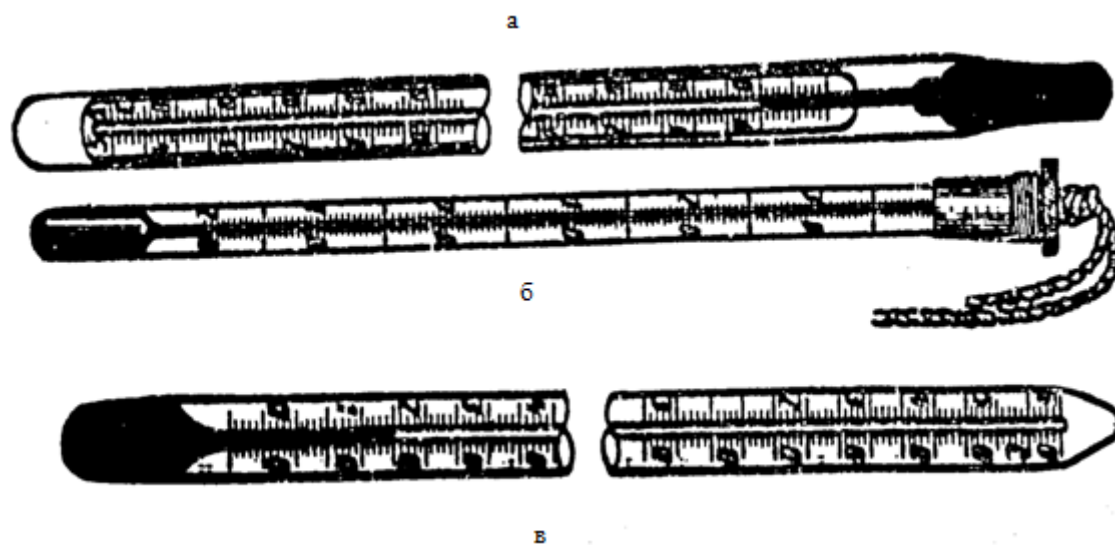


Рис. 1. Термометры:

а – палочный; б – пращевой; в – со вставной шкалой

Палочные термометры представляют собой толстостенный капилляр с внешним диаметром, почти равным диаметру резервуара (рис. 1, а). Шкала с делениями нанесена непосредственно на внешней поверхности капилляра.

Термометр со вставной шкалой изображен на рис. 1, б. У термометров этого типа капиллярная трубка присоединена к резервуару, помещена в стеклянную оболочку цилиндрической формы. Внутри оболочки, позади капилляра, помещена шкала из молочного стекла.

Пращевые термометры изготавливаются ртутные и спиртовые, первые – со шкалой в пределах от -35 до $+45^{\circ}\text{C}$, а вторые – от -60 до $+30^{\circ}\text{C}$. Цена наименьшего деления шкалы равна $0,5^{\circ}\text{C}$. Пращевой термометр (рис. 1, в) состоит из круглой цилиндрической трубки 1, соединенной с резервуаром 3, заполненным ртутью или спиртом. В трубку либо вкачан воздух, либо она заполнена нейтральным газом азотом под давлением. Наружная поверхность трубки снабжена шкалой 2, причем каждый десятый градус занумерован. Верхний конец снабжен металлическим колпачком 4, имеющим ушко, к которому привязан шнур 5. При измерении температуры шнур привязывается к ролику футляра,

затем берут в руку футляр и вращают термометр. К термометру прилагается поправочное свидетельство. Поправки даются в десятых градуса.

Термограф (рис. 2) применяется для записи температуры воздуха, имеет воспринимающую и регистрационную части. На металлической площадке 1 укреплена вертикальная ось с барабаном 2, внутри которого помещен часовой механизм. В верхней части крышки барабана сделаны отверстия для выхода оси барабана, для заводного ключа часового механизма. Часовой механизм может иметь суточный и недельный завод.

На барабане при помощи металлической пластинки закреплена разграфленная бумага. Запись осуществляется пером, укрепленным на длинном стержне, соединенном с воспринимающей частью прибора. Воспринимающая часть – приемник 3 – может быть монометаллической или биметаллической.

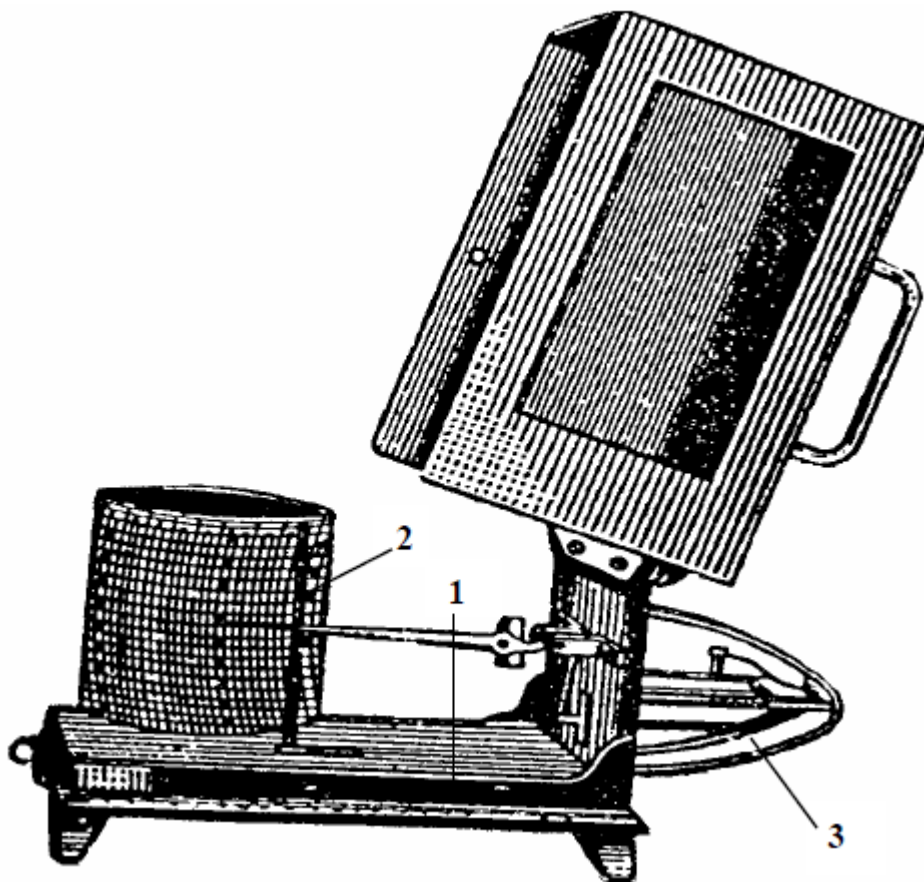


Рис. 2. Термограф

3.2. Приборы для измерения влажности воздуха

Различают абсолютную и относительную влажность воздуха. Абсолютной влажностью воздуха называется количество (вес) водяного пара в граммах, содержащегося в одном метре кубическом воздуха. Относительной влажностью воздуха называется отношение веса водяных паров во влажном воздухе к весу водяных паров при полном его насыщении, при той же температуре, выраженное в процентах.

Для замера влажности воздуха применяются: психрометры из парных термометров, психрометры с вентиляторами, гигрометры и гигрографы.

Психрометры с вентиляторами. Приборами пользуются для определения влажности при условии, что температура воздуха не превышает $+35^{\circ}\text{C}$ и не ниже -10°C . По конструкции психрометры делятся на большую и малую модели. Прибор (рис. 3) состоит из двух термометров 1 и 2, резервуары которых заключены в защитные трубчатые оправы, и аспиратора 24 для всасывания воздуха.

К психрометру прилагаются: резиновая груша 3 с зажимом 4 и стеклянной трубкой на конце 5, щиток 6 для защиты аспиратора от ветра, металлический стержень 7 для подвешивания прибора и ключ 8 для завода пружины. Термометры на верхних концах имеют цилиндрические никелированные колпачки 9 и 10 с выступами для установки в отверстиях пластинки 11; на нижние концы насажены металлические оправки, которые должны плотно входить во втулки 12 и 13.

Резервуары термометров находятся внутри трубок 14 и 15, которые, в свою очередь, заключены в трубки 16 и 17 большого диаметра. Трубки 16 и 17 муфтами 18 и 19, сделанными из плохого проводника тепла (фибра, эбонит), соединяются с разветвлением 20 никелированной трубки 21, помещенной между термометрами 1 и 2. С боков термометры 1 и 2 защищены желобами 22 и 23. Трубки 21 и желоба 22 и 23 скреплены сверху пластинкой 11, имеющей два отверстия для вставки термометра и одно с винтовой нарезкой, куда ввинчивается аспиратор.

Аспиратор 24 состоит из вентиляторной шайбы, приводимой в быстрое вращение пружинным механизмом, заводимым

ключом 8. Механизм аспиратора закрыт колпачком 25. Аспиратором воздух засасывается в трубки 14, 15, 16 и 17, обтекает резервуары термометров и затем выбрасывается через прорези 26.

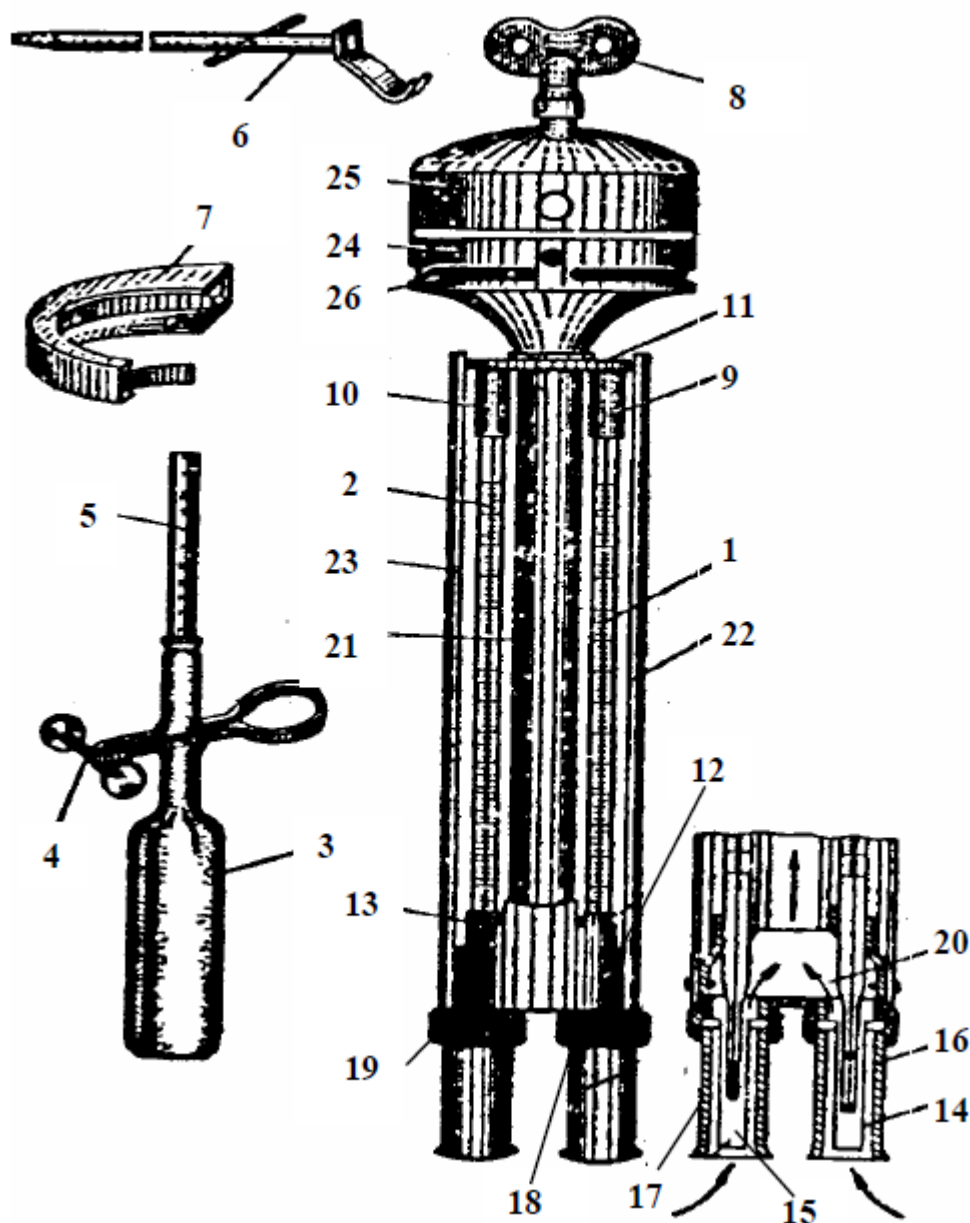


Рис. 3. Психрометр

Процесс измерения влажности психрометром следующий:

- 1) вынимают прибор из футляра и вставляют в него ключ 8;
- 2) за 5 минут до снятия отсчета смачивают батист на термометре, для чего берут наполненную водой резиновую грушу с пипеткой и, разжав одной рукой зажим 4, другой сжимают не-

много грушу, чтобы вытесненная вода наполнила стеклянную трубку до черты. Затем, освободив зажим 4, закрепляют уровень воды. После этого пипетку с водой осторожно вводят до отказа во внутреннюю трубку 14 и, продержав в таком положении пипетку, достаточное время, чтобы батист напитался водой, разжимают зажим и осторожно выводят пипетку из прибора обратно;

3) после смачивания заводят ключом 8 аспиратор 24;

4) по истечении 4-х минут производится отсчет по сухому и смоченному термометру.

При замере рекомендуется стоять так, чтобы тепло от наблюдателя не переносилось к прибору струей воздуха.

Абсолютную влажность (упругость водяного пара, мм рт. ст.) определяют по формуле

$$e = E_1 - 0,5(t - t_1)H/755,$$

где E_1 – максимально возможная упругость водяного пара при температуре смоченного термометра t_1 , t – температура воздуха, измеренная по сухому термометру; t_1 – температура смоченного термометра; H – барометрическое давление воздуха.

Относительную влажность воздуха в процентах определяют на основании показаний сухого и мокрого термометра по таблицам или номограммам, прилагаемым к психрометру.

Указанным психрометром можно пользоваться при больших отрицательных температурах (-70°C).

Гигрограф. Приемной частью прибора (рис. 4) служит пучок обезжиренных волос, прикрепленный обоими концами к кронштейну в точке 1 и оттянутый за середину при помощи крючка 2 к вертикальному плечу коленчатого рычага 3. Цилиндрический противовес 4, имеющийся на противоположном плече рычага, натягивает пучок волос. При удалении пучка правое плечо рычага, опускаясь, скользит или катится по другому изогнутому плечу, скрепленному с пишущей стрелкой 5, и заставляет ее перемещаться, причем перо вычерчивает на ленте, закрепленной на вращающемся от часового механизма барабане, некоторую линию. При возрастании относительной влажности пучок волос удлиняется, и перо идет вверх, при уменьшении – опускается.

В тех случаях, когда стрелка гигрографа выходит за пределы шкалы, следует переставить перо при помощи квадратного ключа, вращая винт 6. При вращении этого винта меняется расстояние между точками закрепления пучка волос.

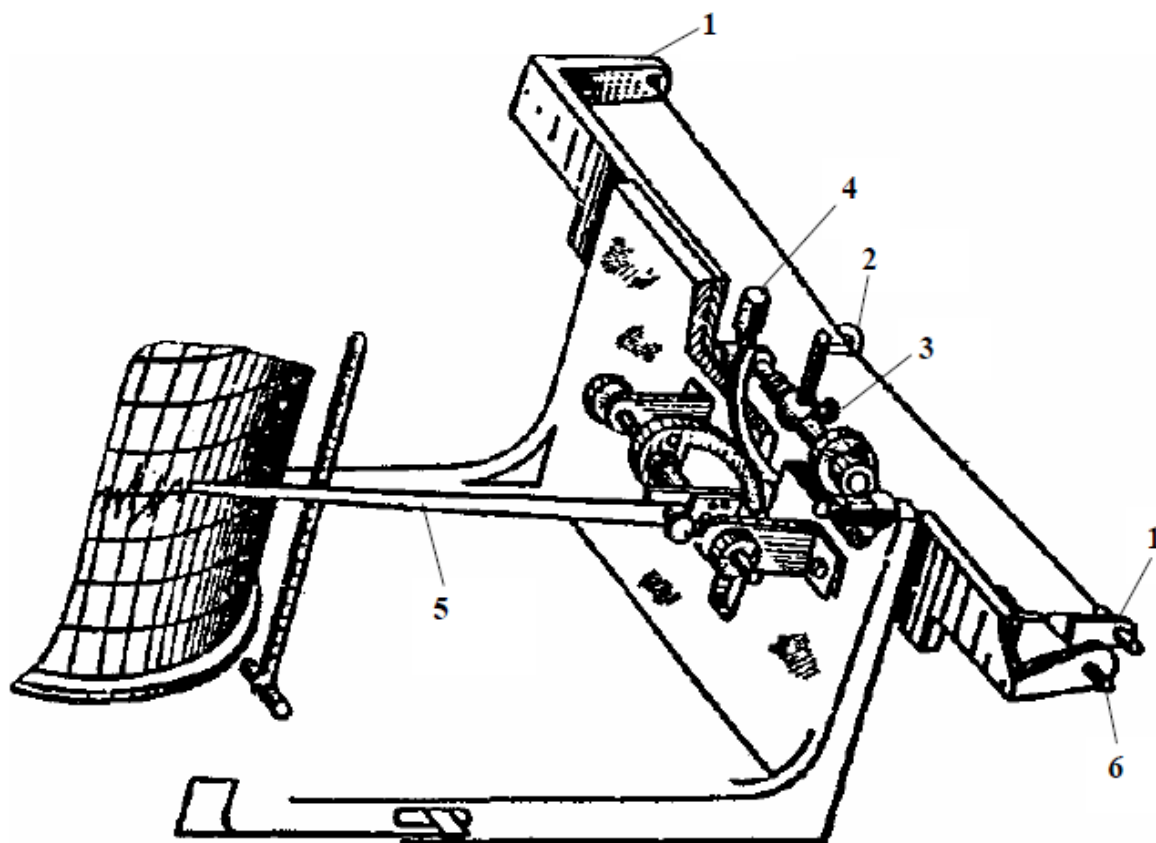


Рис. 4. Гигрограф

3.3. Приборы для измерения атмосферного давления

В рудничной вентиляции для измерения атмосферного давления (абсолютного и относительного) используются барометры, которые по принципу действия делятся на три группы: ртутные, барометры-анероиды и пружинные.

В шахтах барометры используются для замеров давления в отдельных точках подземных выработок при оперативном управлении вентиляции, выполнении научно-исследовательских работ, а также для производства депрессионных съемок. В последнем случае применяют высокоточные барометры-операторы, которые получили специальное название – микробарометры; их

иногда называют микробаронивелирами, так как они служат и для производства нивелировок местности при ведении геофизических и геологических работ на земной поверхности.

Чашечный ртутный барометр. Стационарный прибор мало пригоден для работы в подземных условиях, им пользуются главным образом при проведении различных исследований на поверхности и проверке барометров-анероидов.

Беспружинный барометр-анероид БАММ. Принцип работы прибора основан на изменении длины соединенных в один блок нескольких анероидных коробок при повышении или понижении атмосферного давления.

Устройство прибора следующее. Между двумя пластинками 1 (рис. 5), соединенными металлическими столбиками, находится приемный и передающий механизм прибора. Приемником давления служат три последовательно соединенные анероидные коробки 2. Одна плоскость блока укреплена неподвижно, а ко второй присоединена тяга 3, которая приводит в действие шарнирно связанный с ней рычаг регулятора 4. Этот рычаг наглухо соединен с осью 5. Винт 6 предназначен для регулирования чувствительности прибора, что достигается изменением длины рычага при вращении винта.

Вверху на оси закреплен рычаг 7, соединенный с цепочкой 8. Второй конец цепочки прикреплен к ролику 9, напрессованному на ось 10 стрелки 11. Для ликвидации зазоров во всех подвижных деталях передаточного механизма барометра служит спиральная пружина 12. К верхней пластине прикреплен циферблат 13. Между пластиной и циферблатом расположен ртутный термометр 14.

Для установки стрелки прибора на деление шкалы, соответствующее истинному давлению, служит винт 15.

При повышении или понижении атмосферного давления анероидные коробки 2 сжимаются или расширяются и передающая система поворачивает стрелку 11 над циферблатом 13. Шкала имеет пределы измерения 600–800 мм рт. ст., цена деления – 0,5 мм.

При измерении давления по барометру-анероиду следует обратить внимание на следующее:

1) при отсчетах anerоид обязательно должен лежать горизонтально, стеклом кверху;

2) перед отсчетом нужно слегка постучать пальцем по стеклу anerоида;

3) при отсчете показания стрелки следует смотреть вдоль стрелки под прямым углом к циферблату, свет должен падать в том же направлении;

4) отсчет производится с точностью до 0,1 мм;

5) отсчитав и записав показания стрелки и термометра, отыскивают в поверочном свидетельстве соответствующую поправку.

В поверочном свидетельстве приводятся следующие поправки: поправка шкалы, температурная поправка, добавочная поправка (учитывающая явления упругого последствия коробки и пружины) и другие неточности.

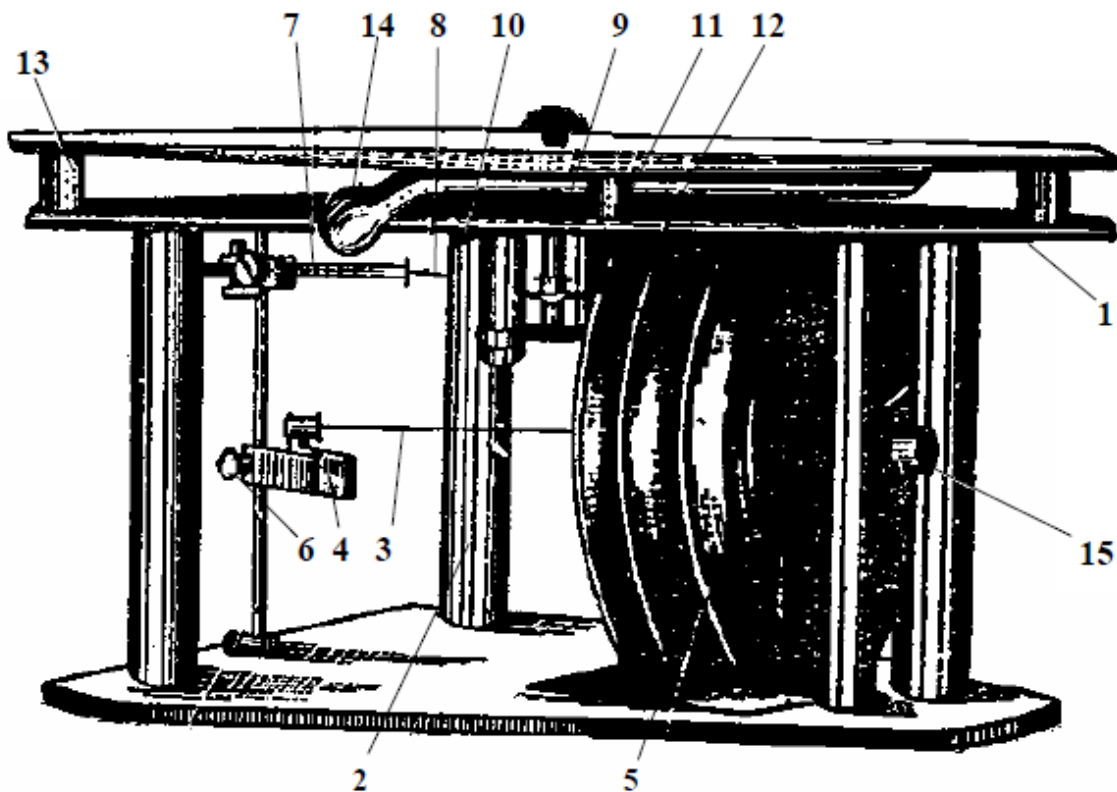


Рис. 5. Беспружинный барометр-анероид БАММ

Барограф. Является самопишущим барометром-анероидом, который автоматически ведет непрерывную запись изменения давления атмосферы. Необходимость такого прибора для шахт диктуется зависимостью газовыделения в шахте (экстренные вы-

деления) от колебаний атмосферного давления. Непрерывная регистрация изменения давления даст возможность своевременно принять необходимые меры для предупреждения увеличения газовыделения.

Изменения давления фиксируются на ленте, намотанной на барабан. Лента барографа представляет собой полоску бумаги, разграфленную горизонтальными параллельными и вертикальными дугами. Горизонтальные деления выражают давление в миллиметрах ртутного столба, одно деление соответствует 1 мм рт. ст. Вертикальные дуги соответствуют времени.

Воспринимающая часть барографа состоит из группы небольших последовательно свинченных анероидных коробок. Так же, как и в анероидах, в этом приборе имеется регулировочный винт, служащий для установки стрелки барографа по показанию ртутного барометра.

Пишущая часть состоит из барабана, вращающегося от часового механизма, и пера для записи.

Каждый барограф должен быть проверен и снабжен соответствующим поверочным свидетельством.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Преподаватель дает пояснения о цели работы и особенностях ее выполнения. Выдает каждому студенту одну на все лабораторные работы типовую рабочую схему вентиляции шахты в соответствии с возможной его будущей работой или по желанию. Типовые рабочие схемы вентиляции угольных и рудных шахт вычерчены на рабочих планшетах, вывешенных в лаборатории, а также имеются в методических указаниях по составлению вентиляционных планов.

Студент вычерчивает рабочую схему на каждую лабораторную работу с рабочего планшета или ксерокопирует задание с полученной от преподавателя методички. На каждое занятие студент приходит с приготовленной рабочей схемой.

Преподаватель знакомит студента с типовой методической схемой мест замера аэрологических параметров данной лабораторной работы. Методические схемы для каждой съемки аэрологических параметров вычерчены на планшетах. В соответствии с

типовой методической схемой студент наносит места замера параметров на свою рабочую схему.

Лаборант выдает студентам методические пособия и приборы по каждой работе и принимает их по окончании работы.

Студент при выполнении лабораторной работы должен:

- получить рабочую схему от преподавателя, методички и приборы – от лаборанта;
- ознакомиться с теоретическими положениями;
- изучить природу и единицы измерения параметров микроклимата;
- изучить нормы по ПБ;
- ознакомиться с приборами и оборудованием;
- изучить методическую схему мест замера газовых параметров в шахте (рис. 6);
- провести замеры соответствующих параметров микроклимата в лаборатории;
- нанести места замера параметров микроклимата на выданную преподавателем рабочую схему вентиляции шахты;
- составить отчет по работе с учетом задания преподавателя по микроклиматической съемке;
- защитить отчет.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с инструкцией по правилам техники безопасности при выполнении лабораторной работы, а также знать устройство всех приборов, которые необходимы для замеров параметров микроклиматической съемки.

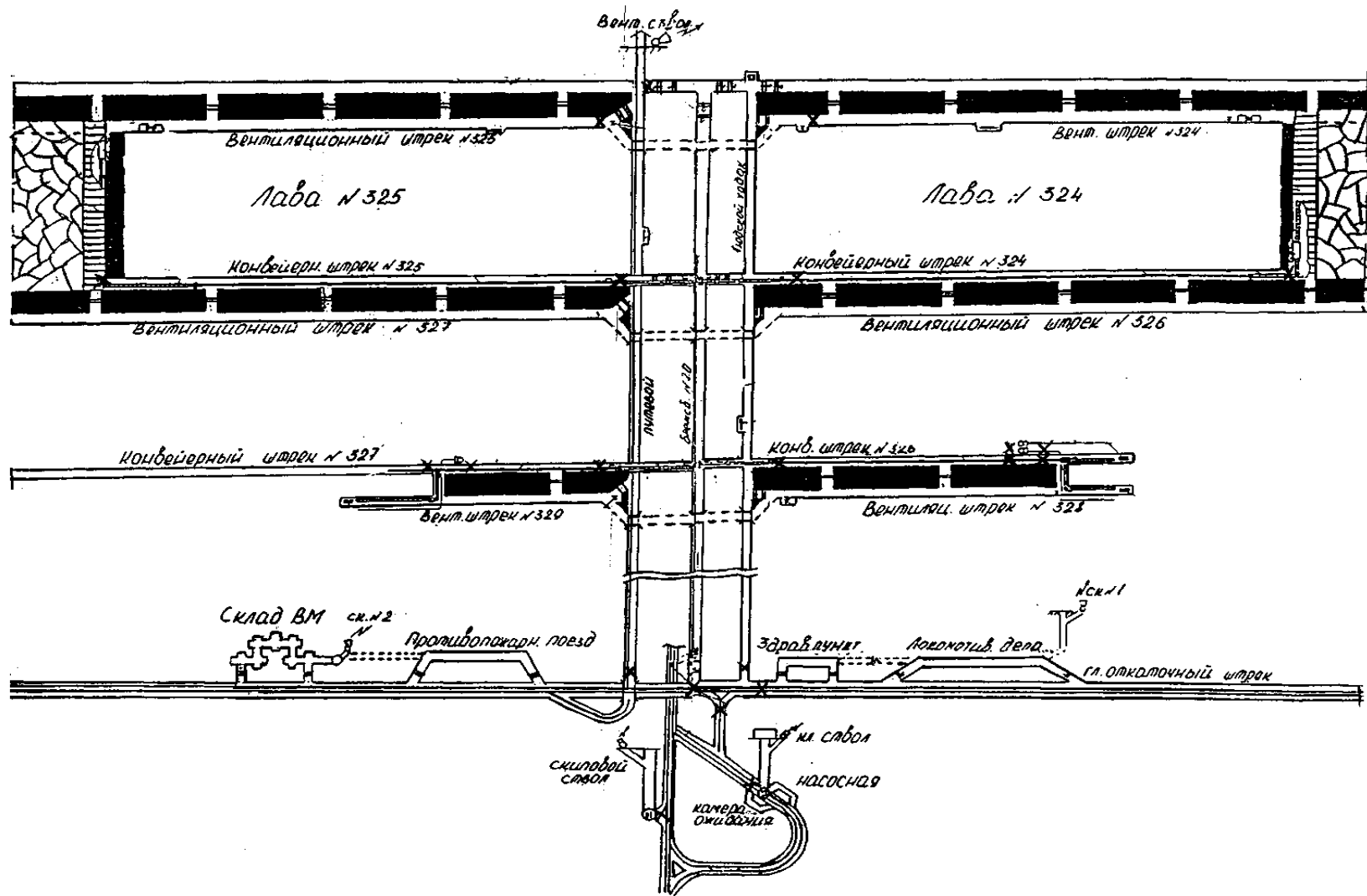


Рис. 6. Схема расположения пунктов замера параметров микроклимата

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение микроклиматической съемки.
2. Какие параметры необходимы для определения микроклимата?
3. Нормы безопасности по категориям работ.
4. Какими приборами измеряется температура и принцип их действия?
5. Какими приборами измеряется влажность воздуха, их устройство и порядок работы с ними.
6. Какими приборами измеряется атмосферное давление?
7. В каких местах шахты замеряются параметры микроклимата?
8. Какая периодичность замера параметров микроклимата в различных местах шахты?

Составитель
Владислав Александрович Колмаков

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ СЪЕМКА В ШАХТАХ

Методические указания к практической работе по дисциплине
«Аэрология горных предприятий»
для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.02.2019. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Гарнитура «TimesNewRoman». Уч.-изд. л. 0,8
Тираж 24 экз. Заказ
КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а