

О ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ УГОЛЬНЫХ ШАХТ НОРИЛЬСКА

В. С. Венров

Возможность применения на шахтах Норильского комбината мокрого способа пылеподавления при выемке, погрузке и транспортировке угля устанавливалась термометрическими замерами воздуха и вмещающих пород по ходу вентиляционной струи. Исследования проводились сотрудниками кафедры рудничной вентиляции Ленинградского горного института в 1959—1960 гг.

При обработке материалов получены некоторые данные о температурном режиме шахт, разрабатывающих пласты в зоне многолетней мерзлоты.

Температура рудничного воздуха измерялась по ходу вентиляционной струи через каждые 200—300 м и, кроме того, в местах пересечения трассы с другими выработками, начиная от устья воздухоподающей штольни и кончая каналом вентилятора главного проветривания. Психрометры Ассмана с ценой деления $0,1^{\circ}$ предварительно тарировались в Бюро поверки при Главной геофизической обсерватории. По психрометру в точках замера брался отсчет и по мокрому термометру для определения относительной влажности воздуха n , %. На шахтах «Западная» и «Кайеркан», работающих без калориферных установок, проводились повторные съемки одного и того же маршрута при различной температуре наружного воздуха.

В шахте «Западная» температура рудничного воздуха замерялась по следующему вентиляционному пути: Восточная и Западная штольни, откаточный штрек пласта III, квершлаг 7, откаточный штрек пласта IV, рельсовый ходок наклонного квершлага, рельсовый ходок уклона 1, лава столба 600, обрезная печь столба 600, 602-й вентиляционный штрек, уклон 1, наклонный вентиляционный квершлаг, гезенк 2, ходок центрального вентиляционного уклона и сам уклон. Съемка маршрута выполнялась 27 января и 2 февраля 1960 г. при температуре наружного воздуха соответственно -26 и -35° (рис. 1, а).

Температура воздуха в выработках шахты «Западная-Коксовая» замерялась осенью и зимой по одному и тому же пути: штольня, откаточный штрек 1, заезд на западный уклон, лава столба 12, обрезной штрек столба 12, рельсовый уклон и вентиляционная сбойка. Кроме того, определялась температура в забоях подготовительных выработок: главного откаточного, транспортного и главного вентиляционного штреков, разведочной печи и т. д. (рис. 1, б).

На шахте «Норильская» маршрут включал: штольню, откаточную штольню 15, рельсовый ходок бремсберга 4, выемочные участки столбов 63 и 64, бремсберг 4 пласта II (рис. 1, в).

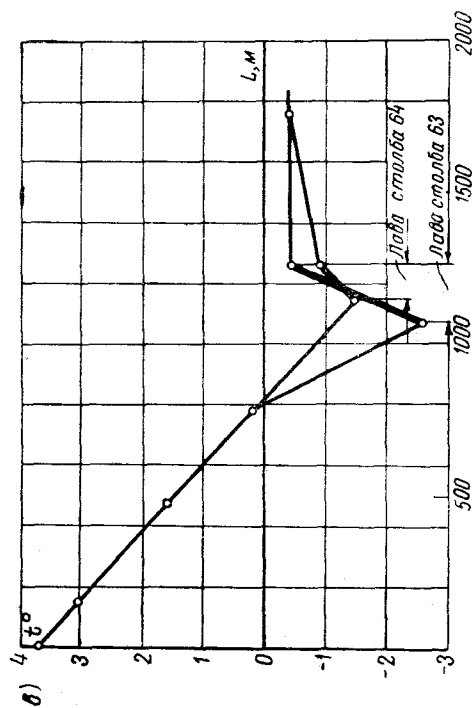
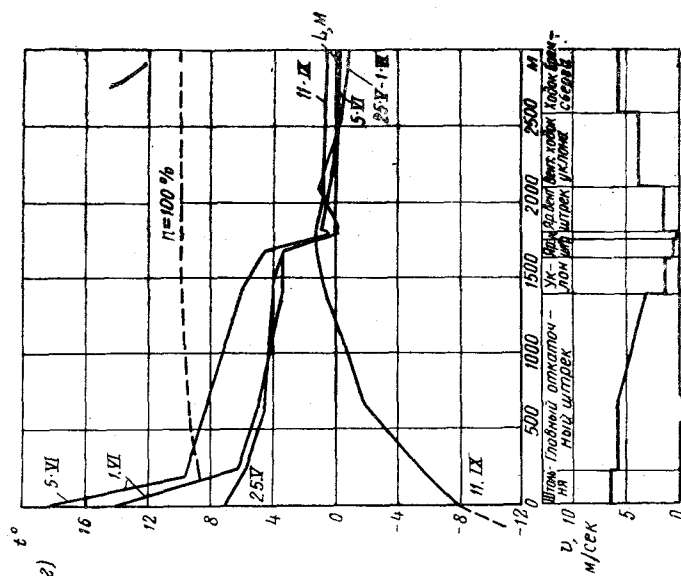


Рис. 1. Изменение температуры воздуха по ходу вентиляционной струи в выработках шахт: а — «Западная»; б — «Западная-Новосая» (калорифер работал с перерывами); в — «Норильская»; г — «Кайерсан»

Температура и скорость движения u воздуха в выработках шахты «Кайеркан» замерялись¹ в мае, июне и октябре 1960 г. по вентиляционному пути, включающему: штольню, главный откаточный штрек пласта I, уклон, ярусный транспортный штрек, выемочную печь и камеру, ярусный вентиляционный штрек, вентиляционный ходок уклона и рельсовый ходок бремсберга 3 (рис. 1, а).

В результате анализа зимних замеров температуры воздуха в шахтах Норильского комбината можно сделать следующие выводы:

1. Температура воздуха в выработках шахт изменяется в широких пределах: от -31 (устье штольни) до $+3,8^{\circ}$.

2. При движении воздуха по воздухоподающим выработкам почти во всех случаях (за исключением участка 2—7 шахты «Западная-Коксовая», работающей с калориферной установкой) значительно повышается температура вентиляционной струи, что объясняется большим температурным напором между породным массивом и рудничным воздухом.

3. В зависимости от степени нагрева поступающей струи температура воздуха в очистных выработках может быть положительной и отрицательной. Минимальная температура в очистных и подготовительных забоях в период зимних замеров -2° , за исключением одной лавы столба 600 шахты «Западная» (см. рис. 1, а), где она понижалась до -4° .

4. При движении вентиляционной струи за пределами выемочных участков температура вначале немного повышается, затем снижается в результате подсоса холодного воздуха из воздухоподающих выработок через неплотности различных вентиляционных сооружений и раздавленные целики угля.

Анализ результатов температурных замеров на шахтах Норильского комбината в летний и осенний периоды показывает следующее:

1. Температура воздуха в подземных выработках изменяется в значительно меньших пределах, чем в зимний период: от 14 до $-2,6^{\circ}$.

2. При движении вентиляционной струи до выемочных участков температура воздуха понижается. Направление процесса теплообмена между воздухом и породным массивом, окружающим выработку, противоположное тому, которое было в период зимних замеров.

3. Резкое понижение температуры наблюдается в очистных выработках, что объясняется повышенной охлаждающей способностью свежееобнаженного забоя и отбитого угля, а также снижением скорости вентиляционной струи.

4. Минимальная температура в очистных и подготовительных забоях во время замеров $-2,6^{\circ}$.

5. За пределами выемочных участков температура исходящей струи вначале резко увеличивается (на шахте «Норильская» от $-2,6$ до $-0,4^{\circ}$, на шахте «Кайеркан» от -2 до $+1,7^{\circ}$), а затем принимает определенное для каждой шахты значение.

6. В некоторых выработках, в том числе очистных и подготовительных, температура воздуха в течение года остается отрицательной.

Относительная влажность воздуха в выработках угольных шахт Норильска колеблется от 76 до 96% (если исключить случаи снижения до 25% после калориферной установки). Как правило, с понижением температуры возрастает относительная влажность воздуха.

Проведенные в течение года наблюдения показывают, что сезонные колебания температуры воздуха затухают при движении вентиляционной струи и в выработках, находящихся в 1600—1700 м от устья

¹ По данным исследований коллектива кафедры разработки пластовых месторождений Ленинградского горного института.

воздухоподающей штольни (см. рис. 1, а и г), их амплитуда не превышает 1° .

Температура вмещающих пород измерялась параллельно с температурой воздуха в подземных выработках трех угольных шахт: «Западная», «Западная-Коксовая» и «Норильская» в сентябре 1959 г. и в январе-феврале 1960 г. — в наиболее характерный для этого района низкотемпературный период.

Для измерения температуры пород использовались минимальные спиртовые термометры с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$. Термометры, заключенные в металлические гильзы, помещались в шпуров глубиной 1,8—2,2 м с последующей герметизацией их устья деревянной пробкой с глиняной изоляцией. Шпуров бурились в свежесоборанных забоях подготовительных или других выработок, проведение которых осуществлялось на различных горизонтах.

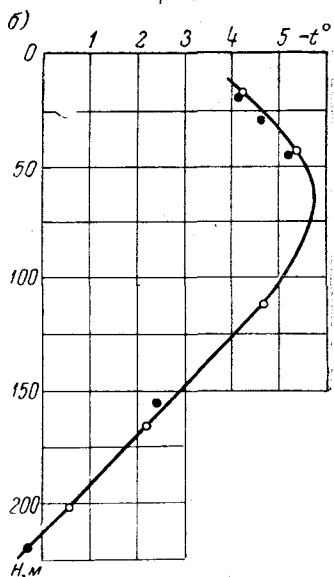
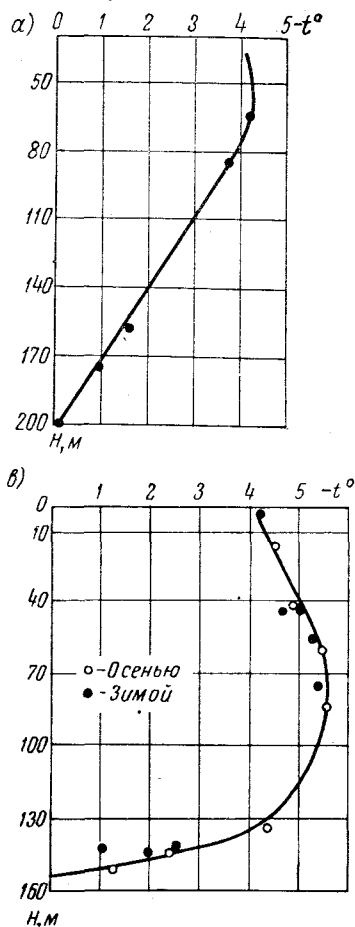


Рис. 2. Изменение температуры пород с глубиной на шахтах: а — «Западная»; б — «Западная-Коксовая»; в — «Норильская»

Места замерных пунктов и их число определялись с таким расчетом, чтобы в дальнейшем при обработке результатов наблюдений можно было получить полную картину изменения температуры пород по глубине, начиная от поверхности и кончая нижним горизонтом, находящимся в стадии подготовки.

По истечении 20—24 ч помещенные в шпуров термометры извлекались и по ним быстро производился отсчет. В маркшейдерском отделе шахты на плане горных работ определялись высотные отметки замерных пунктов, по изогипсам вычерчивался профиль поверхности и находилось кратчайшее расстояние H от точки замера до поверхности земли. По этим данным строился график изменения температуры пород с глубиной. По кривым $t = f(H)$ (рис. 2) можно сделать следующие выводы.

1. Температура пород на различных горизонтах в зоне многолетней мерзлоты угольных шахт не остается постоянной.

2. Примерно в 20 м от земной поверхности (по нормали) температура породного массива на глубине 1,8—2,2 м от стенки выработки в среднем равна $-4,3^{\circ}$.

3. С увеличением глубины температура пород понижается и достигает минимума $-5,7^{\circ}$ (а по шахте «Западная» $-4,3^{\circ}$) в 60—75 м от поверхности земли. Такой характер изменения температуры породного массива по глубине свидетельствует о деградации многолетней мерзлоты угольного месторождения Норильска.

4. При дальнейшем понижении горных работ температура пород повышается и на глубине 200—210 м становится равной нулю. Ниже этой отметки — зона талых пород. На шахте «Норильская» эта зона начинается значительно раньше, на глубине 150—160 м, что, по-видимому, объясняется дополнительным прогревом породного массива летом, когда вентилятор главного проветривания засасывает через многочисленные провалы некоторое количество теплого воздуха в шахтные выработки.

5. Геотермическая ступень зоны многолетней мерзлоты в пределах рассматриваемых шахтных полей, считая от горизонта минимальных температур, для шахты «Западная» равна 33 м/град и для шахты «Западная-Коксовая» 27 м/град. Различные значения геотермической ступени двух шахтных полей вызваны влиянием различных факторов: различным соотношением в угленосной толще изверженных и осадочных пород с неодинаковыми теплофизическими константами, особенностями рельефа и др. Для окончательного решения вопроса о геотермической ступени криолитозоны Норильского месторождения необходимо провести дополнительные наблюдения, причем при измерении температуры пород шпуров следует бурить длиной (см. далее) не менее 3,5—4 м.

Температура в глубине породного массива измерялась на шахте «Западная» в феврале 1960 г. Массив окружает воздухоподающую выработку, вентиляционную выработку, по которой движется общеисходящая струя, и очистную выработку. В каждой выработке в 0,8—1 м один от другого бурили шпуров глубиной 0,5; 1,0; 1,5 и 2 м, затем измеряли температуру пород по указанной выше методике. По данным таблицы, где приведены результаты замеров, построены графики изменения температуры вмещающих пород в зависимости от глубины шпура (рис 3). Анализ кривых дает возможность заключить следующее:

Температура в глубине породного массива на шахте «Западная»

Место замера	Температура воздуха в выработке, $^{\circ}\text{C}$	Температура породного массива при глубине шпура (м), $^{\circ}\text{C}$			
		0,5	1	1,5	2
Рельсовый ходок уклона 1 (сопряжение с наклонным квершлагом)	$-25,0$	$-14,3$	$-11,0$	$-8,1$	$-6,0$
Лава столба 600	-4	$-1,9$	$-1,5$	$-1,2$	$-1,0$
Уклон 1 (сопряжение с вентиляционной сбойкой)	$-1,2$	$-0,6$	$-1,0$	$-1,6$	$-2,5$

1. В зимних условиях температура породного массива при удалении от стенки воздухоподающей выработки повышается. Если при длине шпура 0,5 м температура была $-14,3^{\circ}$, то при 2 м она равна -6° . Температурный перепад на этом участке породного массива $-8,3^{\circ}$. В воздухоподающей выработке происходит нагревание вентиляционной струи с одновременным промораживанием вмещающих пород; направление теплового потока — от пород к воздуху.

2. Характер изменения температуры в породном массиве, окружающем очистной забой, тот же, что и в воздухоподающей выработке: при удалении от ее стенки температура пород повышается. Так, при глубине шнура 0,5 м температура пород равна $-1,9^{\circ}$, а при 2 м -1° . Температурный перепад составляет всего лишь $-0,6^{\circ}$, что в 13,8 раза меньше перепада температуры пород, окружающих воздухоподающую выработку.

3. При удалении от стенки выработки, находящейся за пределами выемочного участка, считая по ходу струи, температура породного массива понижается: если на глубине 0,5 м она была $-0,6^{\circ}$, то при 2 м она равна $-2,5^{\circ}$. Температурный перепад на замеренном участке $1,9^{\circ}$.

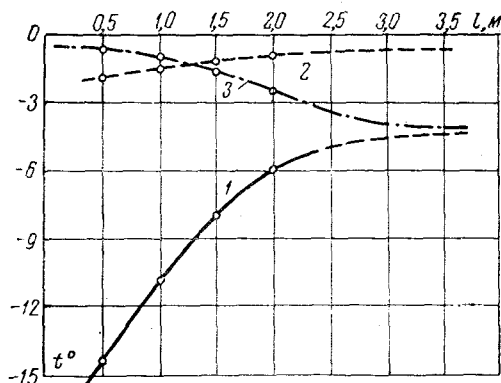


Рис. 3. Температура пород в глубине массива шахты «Западная» (10–15 февраля 1960 г.):

1 — на входящей струе; 2 — в районе выемочного участка; 3 — на исходящей струе

4. В вентиляционных выработках в зимний период происходит прогревание окружающих пород, т. е. направление теплового потока — от выработки в глубь породного массива.

Таким образом, при движении вентиляционной струи от устья воздухоподающей штольни до канала вентилятора процесс теплообмена между воздухом и окружающим выработки породным массивом меняет свое направление, т. е. имеет знакопеременный характер.

Выводы

1. Температура воздуха в выработках шахт Норильского комбината изменяется зимой от $3,8$ до -31° (устья штольни), летом от 14 до $-2,6^{\circ}$. В некоторых очистных и подготовительных забоях она в течение года отрицательная и достигает -3° .

2. Сезонные колебания температуры воздуха затухают (амплитуда не превышает 1°) при движении вентиляционной струи в выработках, находящихся в 1600 — 1700 м от устья воздухоподающей штольни.

3. Процесс теплообмена между воздухом и окружающим выработки породным массивом по ходу вентиляционной струи имеет знакопеременный характер (в период замеров).

4. Многолетняя мерзлота угленосной толщи Норильского месторождения носит деградирующий характер и распространяется на глубину 200 — 215 м.

5. Температура многолетнемерзлых пород с глубиной сначала понижается, достигая минимума $-5,7^{\circ}$ в 60 — 75 м от поверхности земли, а затем увеличивается в среднем на 1° на каждые 30 м (геотермическая ступень криолитозоны).