Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. L, вып. 1, 1965 г.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КРАЙНЕГО СЕВЕРА (НА ПРИМЕРЕ ШАХТ ЯКУТСКОЙ АССР)

В. С. Вепров

Большинство обследованных нами шахт северо-восточной части страны (Норильска, Якутской АССР и других районов) разрабатывает при штольневом способе вскрытия нагорные угольные месторождения, залегающие в зоне вечной мерзлоты.

Шахты, как правило, в холодное время года работают без предварительного подогрева воздуха. Поэтому в районе выемочных участков, исключая отдельные случаи, температура рудничной атмосферы остается круглый год отрицательной (минус 2 — минус 4° С).

При естественном тепловом режиме этих предприятий низкие температуры ограничивают скорость движения воздуха в шахтных выработках, способствуют повышению запыленности рудничной атмосферы и исключают применение эффективных способов пылеподавления на рабочих местах.

При отработке пластов покрывающая толща многолетнемерзлых пород криолитозоны обрушается с образованием большого количества трещин и провалов. Через эти зоны обрушения шахтные вентиляторы начинают подсасывать с поверхности значительное количество воздуха, которое достигает иногда 80—100% и даже более от дебита общешахтной поступающей струи $Q_ш$. Так, на шахте «Центральная» Сангарского шахтоуправления (Якутская АССР) при $Q_ш = 1045$ *м*^{3}/*мин* (замеренное в воздухоподающей штольне) подсос воздуха $Q_{подс}$ составлял 1210 *м*^{3}/*мин*, или 116% от $Q_ш$.

При таких больших подсосах с поверхности возрастает непроизводительный расход электроэнергии, особенно при работе центробежных вентиляторов, уменьшается количество воздуха, поступающего в очистные и подготовительные забои, и снижается депрессия вентиляторов, в результате чего вентиляция отдельных выемочных участков или шахты в целом становится неуправляемой.

Вредное влияние подсосов воздуха на состояние проветривания особенно сказывается в летние месяцы, когда величина их достигает максимального значения. Засасываемый через зону обрушения теплый воздух размораживает многолетнемерзлые породы, а это, в свою очередь, снижает сопротивление аэродинамической связи с поверхностью, нарушает устойчивость породного массива и приводит к резкому увеличению притока воды в шахтные выработки. Из-за низких температур воздуха и вмещающих пород стекающая вода замерзает и образует наледи, которые уменьшают сечение выработок, затрудняют передвижение людей и перевозку грузов и т. п.

В холодное время года обмерзают не только шахтные выработки, но и вентиляторные установки. Это происходит, во-первых, вследствие конденсации влаги и образования инея при смешивании исходящей вен-

тиляционной струи (имеющей более высокую температуру и влажность) с подсасываемым воздухом, во-вторых, вследствие контакта струи с холодными стенками окружающих пород и канала вентилятора. Обмерзание увеличивает аэродинамическое сопротивление выработок, разрушает бетонные каналы и диффузоры вентиляторных установок и может вызвать аварию рабочего колеса вентилятора. Кроме того, при обмерзании вентиляционных устройств в каналах трудно добиться быстрого реверсирования вентиляционной струи.

Обмерзание и образование инея в значительной мере можно устранить, применяя в шахтах области вечной мерзлоты, разрабатывающих, как правило, угольные пласты вблизи поверхности земли (а также при отработке бремсберговой части шахтного поля), нагнетательный способ проветривания. Преимущества этого способа в данных условиях следующие: ликвидируется подсос воздуха с поверхности и связанное с ним обмерзание: увеличивается дебит общешахтной поступающей струи и количество воздуха, доходящее до выемочных участков; режим вентиляции очистных выработок и шахты в целом становится более устойчивым; облегчается реверсирование вентиляционной струи; снижается приток воды в шахту в переходный и летний периоды года и уменьшается обмерзание выработок; при отработке свиты пластов число вентиляторов, установленных на шурфах (стволах), сокращается до одного.

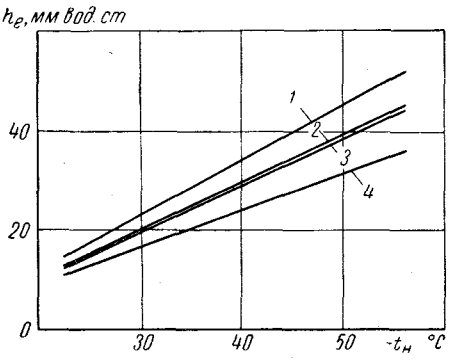


Рис. 1. Изменение естественной тяги в шахте «Центральная» от температуры наружного воздуха в холодный период года:

1 — по пласту «Загадка» при $H = 172$ *м*; *2* — по шахте; *3* — по пласту «Сложный» при $H = 142$ *м*; *4* — по пласту «Логовой» при $H = 116$ *м*.

Вентиляторы главного проветривания, согласно правилам безопасности, должны располагаться на поверхности земли, у устья стволов или штолен. Но при работе нагнетательного вентилятора у устья воздухоподающей штольни, где монолитность окружающих пород нарушена периодическим протаиванием и промораживанием, возникнут значительные утечки воздуха «накоротко» через трещины и пустоты. Учитывая это и принимая во внимание отсутствие в большинстве случаев из-за пересеченного рельефа в районе устья штолен подходящей площадки для сооружения здания вентиляторной установки, целесообразнее располагать вентиляторы под землей — в конце зоны интенсивного оттаивания пород, где толщина (ореол) оттаянного слоя не превышает 1—1,5 *м*. При естественном тепловом режиме шахт место расположения вентиляторов будет находиться в 200—300 *м* от устья воздухоподающей выработки, а при регулировании режима (и уменьшении ореола оттаянного слоя) в 100—150 *м*.

При наличии штольневого горизонта в шахтах Крайнего Севера даже при небольшой глубине разработки действует значительная по величине естественная тяга h_e, оказывающая существенное влияние на состояние проветривания. Так, в шахте № 11 шахтоуправления Джебарики-Хая при разности высотных отметок устья вентиляционного шурфа и штольни $H = 54$ *м* естественная тяга в холодные дни достигает 15 *мм вод. ст.*, а в шахте «Центральная» Сангарского шахтоуправления по пласту «Загадка» при $H = 172$ *м* она по замеру была равна 50 *мм вод. ст.* (рис. 1). Зимой естественная тяга примерно в два раза больше, чем летом. При изменении температуры наружного возду-

ха $t_н$ величина $h_е$ в шахтных выработках изменяется по уравнению прямой

$$h_е = -(a + bt_н).$$

Зимой тяга, как правило, помогает вентиляторам, а летом противодействует их работе. Для уменьшения вредного влияния отрицательной естественной тяги, возникающей летом, по нашей рекомендации на некоторых шахтах (где воздуха поступает недостаточно для проветривания выемочных участков) параллельно включается резервный вентилятор.

В холодное время года совместная работа вентиляторов главного проветривания и естественной тяги на шахтную сеть $R_ш$ может быть не только не полезной, но даже вредной. Так, в январе 1962 г. при $t_н = -29°$ С

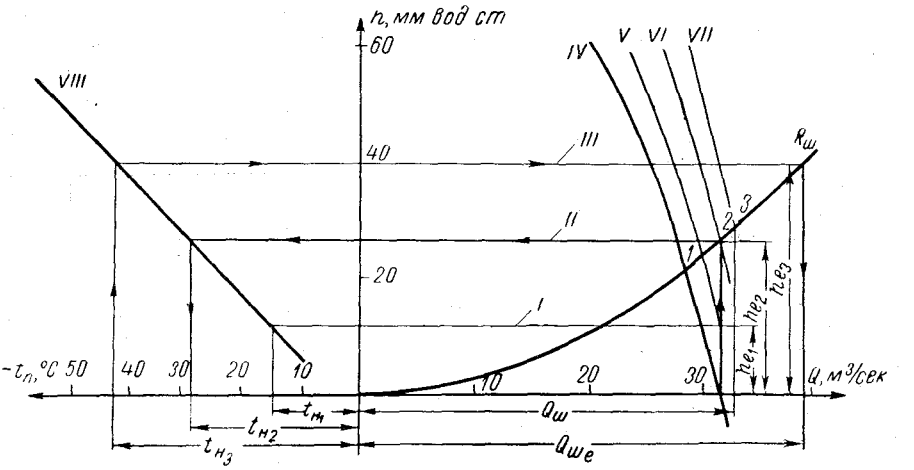


Рис. 2. Номограмма для определения температуры наружного воздуха, при которой совместная работа вентилятора и естественной тяги нецелесообразна.

I, *II* и *III* — характеристики естественной тяги при $t_{н_1}$, $t_{н_2}$ и $t_{н_3}$; *IV* — индивидуальная характеристика вентилятора; *V*, *VI* и *VII* — суммарные характеристики вентилятора и естественной тяги при $t_{н_1}$, $t_{н_2}$ и $t_н$; *VIII* — график зависимости $h_е = f(t_н)$.
Режим совместной работы вентилятора и естественной тяги:
1 — выгодный; *2* — нецелесообразный; *3* — вредный.

в шахту «Центральная» при искусственном проветривании поступало $Q_ш = 1040$ *м³/мин* воздуха, а при естественном — $Q_{ш_е} = 1126$ *м³/мин*. С понижением $t_н$ разность $Q_{ш_е} - Q_ш$ возрастает.

Температура наружного воздуха, при которой совместная работа вентилятора и естественной тяги становится нецелесообразной, можно определить графически, пользуясь номограммой $h_е = f(t_н$ и $Q_{ш_е})$ и индивидуальной характеристикой вентилятора (рис. 2). Для шахты № 11 эта температура равна $-21°$ С, а для шахты «Центральная» $-23°$ С. При такой температуре наружного воздуха целесообразно останавливать вентиляторы, открывать ляды вентиляционных шурфов (стволов) и переходить на́ естественный режим проветривания шахтных выработок.

Вследствие большого температурного перепада между поступающей и исходящей струями величина естественной тяги, возникающей в шахтах области вечной мерзлоты в холодное время года, зачастую превосходит депрессию вентилятора. В связи с этим бывают случаи, когда, вопреки правилам безопасности, при реверсии вентилятора в холодные дни не удается опрокинуть вентиляционную струю в шахтной сети. Поэтому для шахт, расположенных в северо-восточной части страны, выбирать вентиляторы главного проветривания следует с учетом не только отрицательной естественной тяги, возникающей летом, как это делается обычно,

но и положительной, действующей зимой, с тем, чтобы выбранный вентилятор преодолевал ее при реверсии и давал необходимый дебит.

При изучении состояния проветривания шахт Якутской АССР обращает на себя внимание также следующая их особенность. Газовые съемки, проведенные на шахтах в летние и зимние месяцы, показали, что даже при очень низкой обеспеченности шахт воздухом ни в одной из взятых проб в исходящих струях участков, пластов или шахты в целом не было обнаружено (за исключением случаев, когда пласты разрабатывались в талых породах) присутствия метана, содержание углекислого газа не превышало 0,3%, а концентрация кислорода всегда была выше санитарной нормы.

Как видно из прилагаемой таблицы, степень обеспеченности воздухом C шахты Джебарики-Хая (отнесенной к категории I по газу) в целом равна 50%, а действующих лав 30—65%.

Результаты газовой съемки шахты № 11 Джебарики-Хая (Якутская АССР)

Место взятия пробы	CO_2	O_2	CH_4	Q, м³/мин
Вентиляционная печь лавы № 8 (исходящая струя)	0,15	20,65	Нет	102
8-й транспортерный штрек перед лавой № 8	0,10	20,70	»	149
Вентиляционная печь лавы № 8 (исходящая струя)	0,20	20,50	»	149
Вентиляционная печь лавы № 7 (исходящая струя)	0,10	20,70	»	85
2-й южный откаточный штрек (исходящая лавы № 1)	0,10	20,60	»	118
Замерная станция № 5 (исходящая северного крыла)	0,20	20,60	»	271
Замерная станция № 6 (исходящая южного крыла)	0,15	20,65	»	304

Величина C определялась отношением фактического количества воздуха $Q_{факт}$, поступающего в лаву (шахту), по замеру — к потребному $Q_{потр}$, подсчитанному по добыче, исходя из существующих норм

$$C = \frac{Q_{факт}}{Q_{потр}} 100\%.$$

Хороший состав атмосферы при недостаточной обеспеченности шахт воздухом объясняется не только тем, что рекомендуемые Правилами безопасности нормы воздуха по добыче вообще, как известно, завышены, но и тем, что в шахтах области вечной мерзлоты разрабатываемые угольные пласты в мерзлом состоянии обладают очень малой газопроницаемостью. Кроме того, при низких температурах воздуха и пород окислительные процессы, являющиеся основной причиной изменения качественного состава рудничной атмосферы на рассматриваемых объектах, протекают медленно. Учитывая нежелательность подачи больших масс воздуха с очень низкой температурой в шахты, разрабатывающие пласты в зоне вечной мерзлоты, целесообразнее установить для них особые, уменьшенные нормы воздуха или при оценке обеспеченности воздухом отдельных выемочных участков, пластов и шахт в целом принимать во внимание прежде всего качественный состав рудничной атмосферы при существующем состоянии проветривания этих предприятий.

ВЫВОДЫ

1. Подсос воздуха с поверхности через зону обрушения при всасывающем проветривании достигает 80—100 и более процентов от поступающей струи. В теплое время года подсасываемый воздух размораживает покры-

вающую толщу многолетнемерзлых пород, а зимой вызывает чрезмерное обмерзание шахтных выработок и вентиляторных установок. При нагнетательном способе проветривания шахт со штольневым вскрытием указанные явления значительно ослабевают. При этом способе вентиляторы следует располагать под землей — в конце зоны интенсивного оттаивания пород, где толщина (ореол) оттаянных пород не превышает 1—1,5 *м*.

2. При небольшой глубине разработки (50—170 *м*) со штольневым способом вскрытия зимой возникает значительная естественная тяга, достигающая 50 *мм вод. ст.* При этом работа шахтных вентиляторов в ряде случаев становится бесполезной, так как при остановленных вентиляторах воздуха в шахту подается больше, чем при работающих.

3. Температура наружного воздуха, при которой шахты обеспечиваются воздухом за счет естественной тяги, может быть определена по номограмме $h_e = f(t_н \text{ и } Q_{ш_e})$ и индивидуальной характеристике вентилятора.

4. В целях обеспечения шахт необходимым количеством воздуха при реверсии выбор вентиляторов главного проветривания для шахт области вечной мерзлоты следует производить с учетом не только отрицательной естественной тяги, но и положительной h_e, действующей зимой.

5. Рудничная атмосфера в угольных шахтах области вечной мерзлоты удовлетворяет требованиям промышленной санитарии даже при 50—60% обеспеченности воздухом по существующим нормам Правил безопасности.
