Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LV, вып. 1, 1968 г.

УДК 622.457

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗОНЫ НУЛЕВОЙ ДЕПРЕССИИ ПРИ НАГНЕТАТЕЛЬНО-ВСАСЫВАЮЩЕМ ПРОВЕТРИВАНИИ РУДНИКОВ

В. Б. Комаров, Ш. Х. Килькеев, В. И. Фомичев

Многие рудные шахты, имеющие активную аэродинамическую связь подземных выработок с поверхностью через зону обрушения, проветриваются нагнетательно-всасывающим способом. При этом способе, регулируя работу всасывающего и нагнетательного вентилятора, можно создать в районе, примыкающем к обрушению, так называемую зону нулевой депрессии. В этой зоне действующая депрессия крайне мала, вследствие чего не должно быть ни подсоса воздуха с поверхности, ни выхода его из рудника на поверхность. Фактические же большие размеры района обрушения и возникновение местных естественных тяг не допускают полного устранения движения воздуха через обрушения. Воздух может в одной части обрушения двигаться в восходящем порядке, а в другой в нисходящем, но в значительно меньших количествах, чем при работе одного вентилятора. Таким образом, зона нулевой депрессии, создаваемая при нагнетательно-всасывающем способе проветривания, служит мерой борьбы с подсосом воздуха через зону обрушения. На рудниках северных районов положение зоны нулевой депрессии играет важную роль в улучшении атмосферных условий этих рудников, уменьшая поступление холодного воздуха с поверхности.

Нулевая зона играет важную роль и в снижении пожароопасности рудников, разрабатывающих самовозгорающиеся руды. Отсюда понятен интерес, который вызывает задача правильного определения местоположения этой зоны и управления ею. Известны расчетный и графический способы решения этой задачи.

Расчетный метод *. В вентиляционной сети рудника выбирают направление от входа струи воздуха до выхода на поверхность. Депрессионной съемкой определяют депрессии участков, составляющих струю, h_1, h_2, . . ., h_n. Замеряют напор и депрессию нагнетательного и всасывающего вентиляторов. В выбранном направлении определяют положение выработки (участка сети), в которой располагается зона нулевой депрессии. Со стороны нагнетания она определится неравенством

$$\sum_1^k h_k \geqslant h_{\text{наг}} \pm h_{\text{е}} \geqslant \sum_1^{k-1} h_{k-1},$$

где $\sum_1^k h_k$ — сумма всех депрессий, включая и депрессию участка k с зоной «нулевой депрессии»; $\sum_1^{k-1} h_{k-1}$ — сумма депрессий всех участков до $(k-1)$ участка; $h_{\text{наг}}$ — напор нагнетательного вентилятора; $h_{\text{е}}$ — естественная тяга.

* Подробное изложение метода см. Цой С. и Рогов Е. И. Основы теории вентиляционных сетей. Наука, Алма-Ата, 1965.

Со стороны всасывания

$$\sum_{1}^{k} h_k \geqslant h_{вс} \pm h_e \geqslant \sum_{1}^{k+1} h_{k+1},$$

где $h_{вс}$ — депрессия всасывающего вентилятора.

При отсутствии опытных данных величину депрессии участков подсчитывают по обычной формуле и к сумме этих депрессий прибавляют 10—15% — потерю давления на местные сопротивления. Затем определяют величину естественной тяги. Этот способ менее точен, чем первый.

Установив участок расположения зоны нулевой депрессии данного направления, определяют точки нулевой депрессии

$$h_{наг} \pm h_e = \sum_{1}^{k-1} h_{k-1} + h_k = \sum_{1}^{k-1} h_{k-1} + \alpha \frac{LP}{S^3} Q^2,$$

откуда

$$L = \frac{h_{наг} \pm h_e - \sum_{1}^{k-1} h_{k-1}}{\alpha \frac{P}{S^3} Q^2}, \text{ м},$$

где h_k — потеря напора на участке с нулевой депрессией, равная $\alpha \frac{LP}{S^3} Q^2$; L — расстояние от начала участка до искомой точки нулевой депрессии, *м*; P, S — соответственно периметр и площадь сечения выработки с нулевой депрессией; α — коэффициент.

Когда вентиляционная сеть представляет собой систему параллельных струй, соединяющихся перед всасывающим вентилятором, и на одной из струй найдена зона нулевой депрессии, она должна быть и на остальных параллельных струях. Однако, если всасывающих вентиляторов несколько, то не обязательно, чтобы на каждой струе, проветриваемой этими вентиляторами, была зона нулевой депрессии. Такой зоны может и не быть. Вся струя в этом случае будет находиться в зоне действия нагнетательного вентилятора.

Графический метод. Аналогично первому методу, выбирают направление от входа струи воздуха до выхода на поверхность. Определяют депрессию отдельных участков. При этом нет необходимости в полной депрессионной съемке всего рудника по данному направлению. Достаточно укрупненной съемки по замерам в начале струи, внизу у вентиляционного ствола и двух-трех замеров на пути следования воздуха от начального до конечного пункта.

По данным съемки строят депрессиограмму. На прямой, принятой за уровень атмосферного давления, откладывают в определенном масштабе расстояния, соответствующие длине участков съемки. От этой прямой откладывают соответствующие значения депрессии участков, полученные укрупненной съемкой. Напор, создаваемый нагнетательным вентилятором, откладывают вверх от оси абсцисс, а депрессию — вниз. Местоположение точки нулевой депрессии определится пересечением кривой распределения депрессии с осью абсцисс.

По мере развития очистных работ находящаяся над ними зона обрушения перемещается, и возникает необходимость в соответственном перемещении и зоны нулевой депрессии. Пусть, например, в некоторый момент зона нулевой депрессии расположена в точке A (рис. 1, *а*). Требуется, следуя за ходом очистных работ, переместить ее в точку B. Это можно осуществить изменением режима работы вентиляторов — нагнетательного или всасывающего или обоих одновременно. В первом случае (рис. 1, *б*) при повышении напора только нагнетательного вентилятора общее количество воздуха несколько увеличится. Во втором случае (рис. 1, *в*) при снижении

депрессии только всасывающего вентилятора общее количество воздуха несколько уменьшится. В третьем случае (рис. 1, *г*) при одновременном изменении депрессий, развиваемых обоими вентиляторами, т. е. повышении депрессии нагнетательного и снижении всасывающего вентиляторов можно так отрегулировать величину депрессии, что общее количество воздуха остается неизменным.

При регулировании режима совместной работы вентиляторов по схеме рис. 1, *б* нужно, чтобы нагнетательный вентилятор обладал большим резервом производительности. При регулировании по схеме рис. 1, *в* общий дебит обоих вентиляторов может не дать необходимого количества воздуха. Поэтому более целесообразно перемещение зоны нулевой депрессии одновременным изменением режима работы обоих вентиляторов без существен-

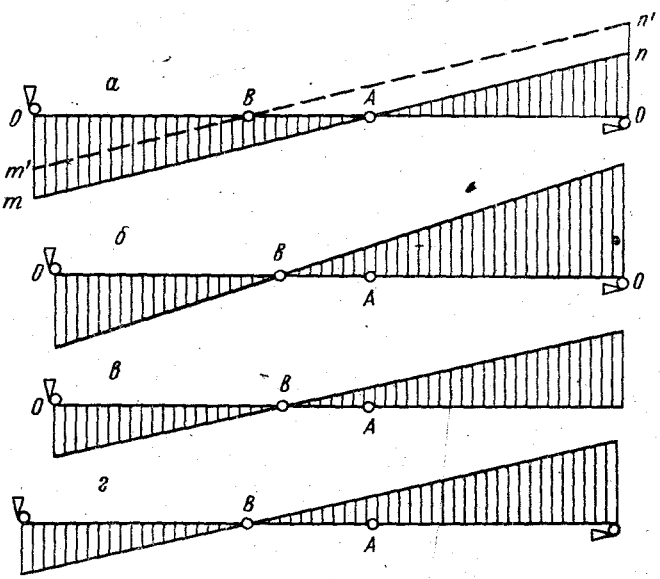


Рис. 1. Схема регулирования зоны нулевой депрессии изменением работы нагнетательного и всасывающего вентиляторов.

ного уменьшения их общего дебита. Предполагается, что предварительно выполнена депрессионная съемка и известны характеристики обоих вентиляторов.

Графически задача решается в следующей последовательности.

1. На диаграмме рис. 1, *а* через точку *B* проводим прямую параллельно *mn*. Она пересекает оси ординат у обоих вентиляторов в точках *m'* и *n'*. Отрезки *om'* и *on'* будут, очевидно, равны депрессиям вентиляторов, обеспечивающим перемещение точки нулевой депрессии из положения *A* в положение *B*.

2. На характеристике каждого вентилятора находим режим, отвечающий депрессиям *om'* и *on'*. Для всасывающего вентилятора, депрессия которого уменьшается, новый режим будет всегда возможным.

Этот метод был использован авторами для определения наивыгоднейшего положения зоны нулевой депрессии на руднике 9 «Заполярный» Норильского комбината им. А. П. Завенягина. Этот рудник проветривается вентилятором ВУПД-2,4, установленным у устья наклонной вентиляционной шахты 9, и двумя подземными вентиляторами типа ОДВ-1,8 и ВУПД-1,8, установленными, соответственно, на горизонтах 201 и 240 *м* (рис. 2). Вентилятор ВУПД-2,4 работал при угле установки лопастей $\theta = 45°$, создавая депрессию $h = 232$ *мм вод. ст.*, вентилятор горизонта 240 *м* — при

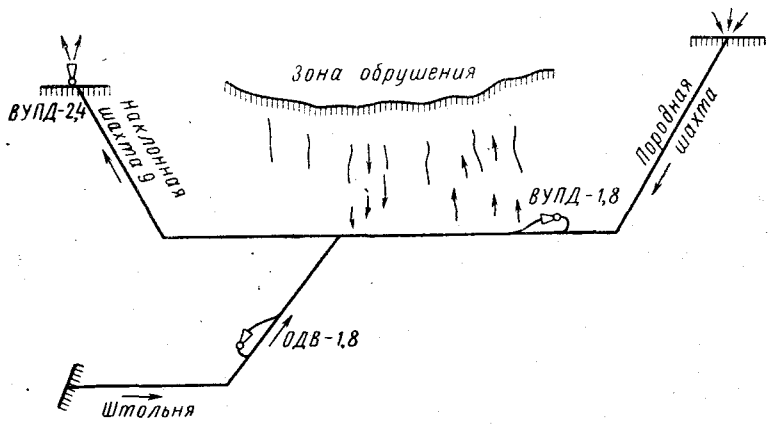


Рис. 2. Схема проветривания рудника 9 «Заполярный».

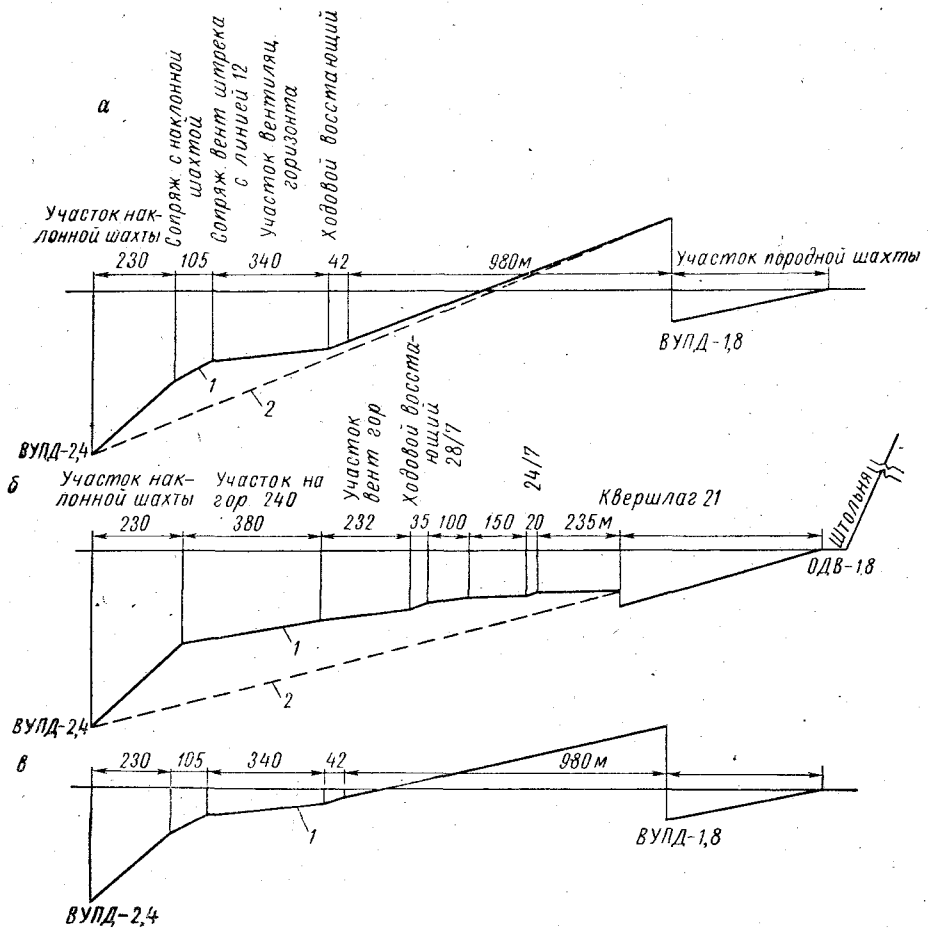


Рис. 3. Фактическое *1* и теоретическое *2* распределение депрессии по выработкам рудника в направлении: *а* — от устья породной шахты до устья наклонной шахты 9; *б* — от устья штольни до устья наклонной шахты *9*; *в* — от устья породной шахты до устья шахты *9* при работе всасывающего вентилятора, $\theta = 35°$.

$\theta = 45°$ и $h = 128$ *мм вод. ст.* и вентилятор горизонта 201 *м* — при $\theta = 15°$ и $h = 32{,}7$ *мм вод. ст.* По данным депрессионных съемок двух наиболее характерных маршрутов, по которым движется основная масса воздуха (рис. 3), подземный вентилятор горизонта 240 *м* создает напор, превышающий разрежение вентилятора шахты 9 на этом участке. При этом кривая распределения депрессии (рис. 3, *а*) пересекает прямую, принятую за уровень атмосферного давления на расстоянии 500 *м* от нагнетательного вентилятора горизонта 240 *м*, т. е. в районе отработанных блоков. Очистные же работы ведутся впереди, т. е. ближе к всасывающему вентилятору относительно зоны нулевой депрессии.

При таком положении зоны нулевой депрессии прососы воздуха из рудника в атмосферу на участке нагнетания составили 1120 *м*^{3}/*мин*, а из атмосферы в рудник 3380 *м*^{3}/*мин*. Распределение депрессии по второму направлению имеет несколько иной характер.

Как видно из рис. 3, *б*, кривая распределения депрессии не пересекает линии атмосферного давления, т. е. при совместной работе этих вентиляторов зона нулевой депрессии на этом направлении отсутствует. Объясняется это весьма малым углом θ вентилятора горизонта 201 *м*. Такой режим работы вентилятора вызван необходимостью обеспечения поступления воздуха на соседний рудник 7. Вся депрессия этого вентилятора расходуется на преодоление сопротивления штольни воздухом, поступающим в рудники 9 и 7. Пройдя вентилятор, воздух попадает в зону разрежения, находящуюся под действием главного вентилятора наклонной шахты 9. Это разрежение настолько велико, что оно полностью нейтрализует напор вентилятора горизонта 201 *м*, после выхода из которого депрессия несколько повышается (рис. 3, *б*). Кривая депрессии при этом не пересекает линии атмосферного давления.

Для снижения прососов воздуха через обрушения зону нулевой депрессии приблизили к району очистных работ. В условиях рудника 9 это было достигнуто уменьшением угла установки лопастей всасывающего вентилятора, так как вентилятор ВУПД-1,8 работал при $\theta = 45°$.

При новом режиме работы всасывающего вентилятора (рис. 3, *в*) местоположение зоны нулевой депрессии переместилось на 340 *м*. Такое перемещение способствовало значительному снижению прососов воздуха. По данным воздушных съемок это снижение составляло $56 - 31{,}7 = 24{,}3$ *м*^{3}/*сек*, т. е. 45%.