

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШАХТЫ, СВЯЗАННОЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЧЕРЕЗ ВЫРАБОТАННЫЕ ПРОСТРАНСТВА

Н. Н. МОХИРЕВ

Пермский государственный технический университет

Рудники и шахты, горные выработки которых имеют аэродинамическую связь с земной поверхностью через выработанные пространства, всегда были под пристальным вниманием исследователей, т. к. осуществить в них эффективное и устойчивое проветривание рабочих зон не удавалось. Виной тому большие неконтролируемые прососы воздуха с поверхности, которые делают вентиляционные сети шахт трудноуправляемыми. Согласно [1] средняя величина этих практически не контролируемых прососов воздуха с поверхности, составляет 30–40 % дебита главных вентиляторных установок (ГВУ). В неглубоких шахтах этот воздух может участвовать в проветривании рабочих зон, что представляет определенную опасность, т. к. в нем могут содержаться вредные для здоровья человека компоненты. В глубоких шахтах этот воздух в проветривании рабочих зон не участвует, но на его циркуляцию затрачивается огромная энергия.

К предприятиям, имеющим связи с поверхностью через выработанные пространства, относятся бокситовые шахты ОАО «Севуралбокситруда». Как показали исследования, на двух крупнейших шахтах этого акционерного общества прососы воздуха с поверхности составляют: на шахте «Красная Шапочка» – 35,4 %, на шахте «Кальинская» – 34,5 % производительности главных вентиляторных установок, расположенных на флангах шахтных полей. Естественно, что эти шахты сталкиваются с общеизвестными проблемами при организации их проветривания. С целью улучшения общего состояния вентиляции постоянно ведется поиск путей уменьшения прососов воздуха не только с поверхности, но и в пределах горных выработок под землей.

Хорошо известным способом предотвращения (казалось бы) прососов воздуха с поверхности является установление таких режимов работы вентиляторных установок, при которых в шахте образуется зона нулевой депрессии (давления). Эта зона, а вернее точка с нулевой депрессией, может быть достигнута работой минимум двух вентиляторных установок, одна из которых должна работать на нагнетание, другая – на всасывание. Множество точек с нулевой депрессией образует кривую плоскость (поверхность), движение воздуха через которую может осуществляться только по линиям, перпендикулярным

этой плоскости. Однако движение воздуха по выработанным пространствам из шахты или в шахту данная плоскость не предотвращает, т. к. с одной стороны этой плоскости (со стороны воздухоподающего ствола) будет существовать область с избыточным давлением, с другой (со стороны вентиляционного ствола) – область с депрессией. Изменяя режимы работы вентиляторов, т. е. изменяя местоположение плоскости с нулевой депрессией, можно или увеличить выбросы воздуха через выработанное пространство на поверхность (в атмосферу) или, наоборот, увеличить поступление воздуха в шахту.

Для поиска путей движения воздуха в выработках шахт и в выработанном пространстве были смоделированы вентиляционные системы реальных шахт, для чего в качестве вентиляционных сетей были приняты пространственные решетки, в которых ветви представляли существующие выработки и пути движения воздуха в выработанных пространствах. Толщина решетки была эквивалентна сумме вынимаемой мощности пласта и мощности разрушенной пачки налегающих пород, длина – ширине шахтного поля по простираанию пласта и высота – наклонной высоте вынимаемого пласта по падению.

Аэродинамические сопротивления ветвей, представляющих выработки, определялись расчетным путем или на основании натуральных измерений; ветвей, представляющих пути движения воздуха в выработанном пространстве, – с использованием методик, описанных в работах [1, 2]. На рис. 1 показана укрупненно и достаточно упрощенно схема расчетной пространственной решетки в какой-то одной плоскости. Расчетные значения потоков воздуха в каждой ячейке, которая имела форму квадрата, представляли четыре вектора. Каждый вектор имел свое направление и величину в виде расхода воздуха. По четырём векторам в ячейке определялось общее (результатирующее) направление потока воздуха и его расход.

Представив вентиляционные сети реальных шахт в виде расчетных моделей, показанных на рис. 1, были выполнены расчеты естественного распределения воздуха, анализ которого мог бы определить наилучшее размещение источников тяги в подобных моделях. Расчеты проводились при следующем расположении главных вентиляторных установок (основных источников тяги): а) двух на поверхности, работающих на нагнетание на воздухоподающем стволе и на всасывание на вентиляционном стволе; б) одной на поверхности, работающей на всасывание на вентиляционном стволе (рис. 1), в) одной под землей у вентиляционного ствола; г) одной под землей у воздухоподающего ствола. Расчеты проводились при условии подачи требуемых объемов воздуха в рабочие зоны условно двух отрабатываемых горизонтов. Моделирование вентиляционных систем, приближенных к условиям реальных шахт, дало следующие результаты.

При работе двух вентиляторных установок их развиваемые параметры (давление и подача) зависят от выбранных режимов их работы, которые в свою очередь зависят от того, в какой точке необходимо получить нулевую

депрессию. Расчеты вентиляционной модели показывают, что результирующий поток, складывающийся из потоков, выходящих из шахты (в области, примыкающей к воздухоподающему стволу) и входящих в нее (в области, примыкающей к вентиляционному стволу) по выработанным пространствам может составить в среднем до 17 % средней подачи ГВУ для реальной шахты.

При работе поверхностного вентилятора на всасывание, что является типичной схемой проветривания шахт ОАО «Севуралбокситруда», ГВУ должна развивать достаточно высокие параметры (на 15–25 % больше, чем в предыдущем примере), чтобы обеспечить воздухом все рабочие зоны, а это приводит к большим прососам воздуха с поверхности по выработанным пространствам. Общая величина прососов для тех же условий, какие были приняты при работе двух ГВУ, составляет уже 29,5 % производительности вентилятора, установленного на вентиляционном стволе.

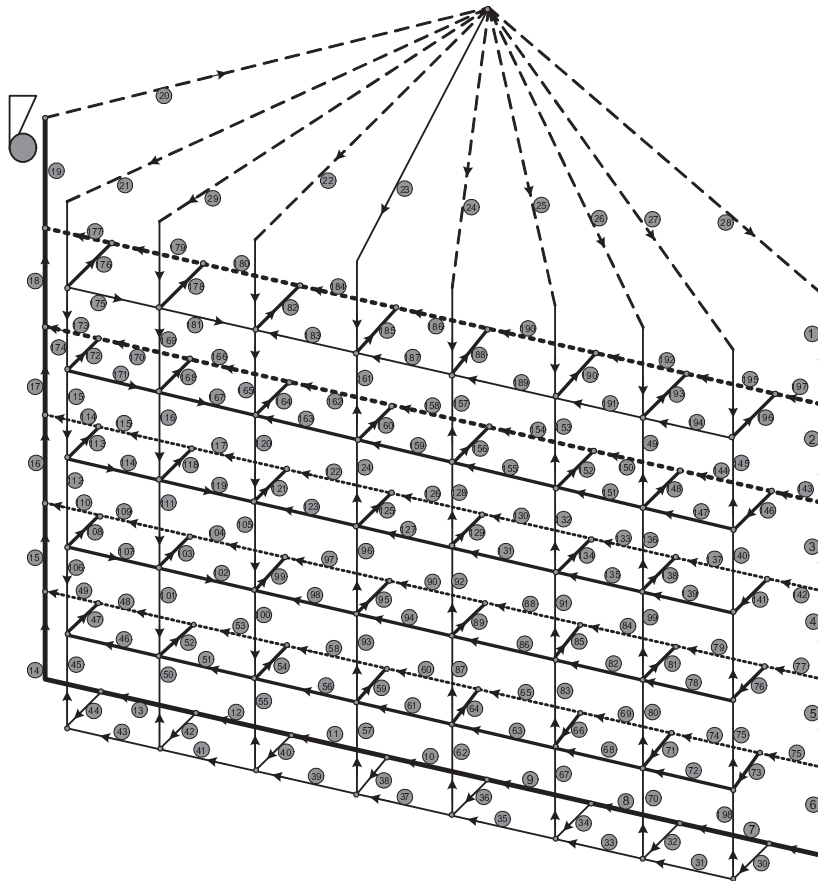


Рис. 1. Вентиляционная модель шахты, имеющей связи с поверхностью через выработанные пространства

При работе подземной ГВУ у вентиляционного ствола (рис. 2, в) ее параметры на 12,3 % меньше, чем при работе одной ГВУ на поверхности, а прососы воздуха по выработанным пространствам составляют всего 12,7 % производительности вентилятора.

При работе ГВУ, расположенной у воздухоподающего ствола (рис. 2, г), развиваемые параметры на 9,9 % меньше, чем у ГВУ на поверхности, при этом прососы воздуха (выбросы на поверхность по выработанным пространствам) составляют 14,8 % производительности вентилятора.

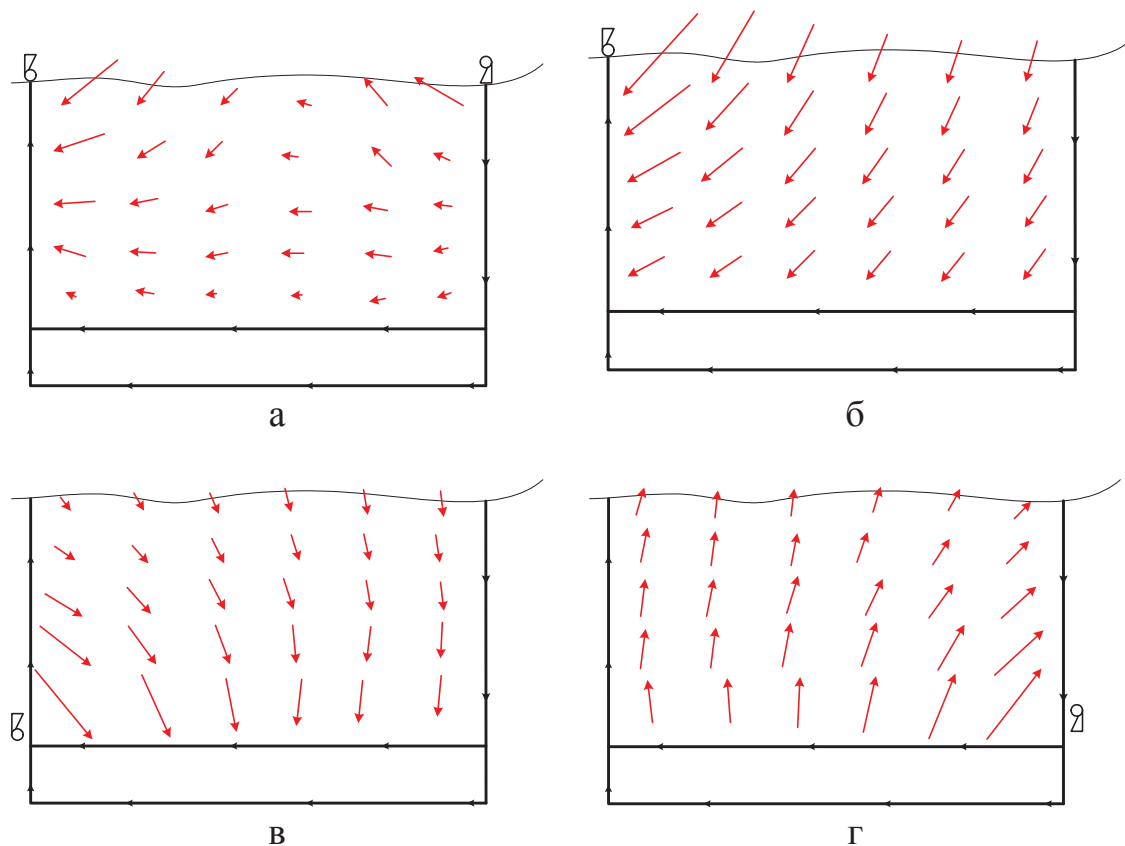


Рис. 2. Распределение потоков воздуха в выработках и выработанном пространстве при работе поверхностных (а, б) и подземных (в, г) ГВУ

Таким образом, были выбраны места размещения подземных вентиляторных установок, обеспечивающих эффективное и устойчивое проветривание рабочих зон при минимальных просачивающихся через выработанные пространства объемов воздуха.

Литература

1. Алборов И. Д., Худиев Ч. М. Аэродинамическое сопротивление зон обрушения // Безопасность труда в промышленности. – 1995. – № 3. – С. 23–27.
2. Ярцев В. А. Аэродинамическое сопротивление обрушений // Горный журнал. Известия ВУЗов. – 1966. – № 2. – С. 50–56.