

КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ

Досліджено взаємодію вентиляторів головного провітрювання у складних вентиляційних мережах вугільних шахт. Доведено, що у випадку використання схем взаємодії вентиляторів з зв'язком на вихідному струмені в умовах обмежень на рівень загальношахтної депресії найкращі результати досягаються використанням розробленого критерію - мінімуму максимального напору вентиляторів головного провітрювання.

THE CRITERION OF OPTIMALITY OF THE FLOW DISTRIBUTION IN A MINE VENTILATION NETWORK

The interaction of the fans in the principal airing in the complicated ventilation networks of the coal mine is studied. It is stated that in case of interaction of the fans in the output stream in conditions of limitations at the level of general mine depression the best results can be obtained if using the designed criterion: minimum of the maximal head of the fans in the principal airing.

Вентиляционные сети современных угольных шахт (ШВС) представляют собой сложные топологические структуры, характеризующиеся значительной размерностью и наличием большого количества источников тяги. Процесс проветривания такой многовентиляторной системы характеризуется сложностью взаимного влияния вентиляторов главного проветривания (ВГП), что обуславливает необходимость исследования указанного процесса и выбора с целью его оптимизации соответствующего критерия.

В настоящее время при оптимизации воздухораспределения в многовентиляторных системах широко применяются следующие критерии:

- минимум мощности, затрачиваемой на проветривание [1];
- минимум суммарного напора ВГП [2];
- максимум возможной общешахтной добычи [3];
- максимум обеспеченности объектов проветривания требуемыми расходами воздуха [4].

С целью оценки эффективности применения указанных критериев в условиях функционирования компьютерной технологии расчета и управления потокораспределением взаимодействие ВГП в случае применения всасывающего проветривания исследовалось на простом соединении ветвей (рис. 1). ВГП, изображенные на этом рисунке соответственно ветвями (4,1) и (5,1), имеют аэродинамическую связь на исходящей струе воздуха.

Предложенная схема соединений является характерной, поскольку независимая работа ВГП в практике встречается крайне редко в силу большой разветвленности ШВС. Потокораспределение в этой сети описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} Q(1,3) + Q(1,2) - Q(4,1) - Q(5,1) = 0 \\ Q(1,3) + Q(2,3) - Q(3,4) = 0 \\ Q(1,2) - Q(2,3) - Q(2,5) = 0 \\ H(5,1) - R(2,5)Q^2(2,5) + R(2,3)Q^2(2,3) + R(3,4)Q^2(3,4) - H(4,1) = 0 \\ (R(1,3) + \Delta R(1,3))Q^2(1,3) + R(3,4)Q^2(3,4) - H(4,1) = 0 \\ (R(1,2) + \Delta R(1,2))Q^2(1,2) + R(2,5)Q^2(2,5) - H(5,1) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для наглядности рассмотрим численное решение системы этих уравнений. С этой целью примем следующие значения аэродинамических сопротивлений выработок: $R(2,5) = 0,25$ ед. СИ; $R(1,3) = 0,5$ ед. СИ; $R(2,3) = 4$ ед. СИ и расходов воздуха $Q(1,3) = 15 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q(1,2) = 10 \text{ м}^3/\text{с}$.

Предполагается, что аэродинамические сопротивления регуляторов ΔR в ветвях (1,3) и (1,2) изменяются, поддерживая заданные расходы воздуха в этих ветвях. В каждом расчете изменялся напор ВГП $H(4,1)$ и решалась система уравнений (1). При этом напор ВГП $H(5,1)$ определялся суммарной депрессией ветвей, входящих в маршрут с нулевым сопротивлением регулятора. Для ВГП (4,1) и (5,1), имеющих связь на исходящей струе воздуха, такой маршрут является общим и проходит через ветвь (1,2).

Для наглядности графики напоров ВГП (4,1) и (5,1) изображены на рис. 2 в зависимости от расхода воздуха в ветви (2, 3). В системе уравнений (1) значения $R(1,2)$, $R(1,3)$ и $H(5,1)$ являются неизвестными и их значения зависят от того, каким будет распределение расходов воздуха и депрессий в ШВС.

В ходе выполнения исследований рассматривались режимы функционирования ШВС, обеспечивающие требуемые расходы воздуха в объектах проветривания при минимизации следующих функций (рис. 2): мощности, затрачиваемой на проветривание (кривая 3), суммарного напора ВГП (кривая 1), максимального напора ВГП №1 и №2 (соответственно кривые 4 и 5). В результате анализа полученных зависимостей установлено, что кривые 1 и 3 – это функции параболического вида, имеющие экстремум. Функция максимального напора ВГП является огибающей кривых 4 и 5, описывающих напоры ВГП №1 и №2. Эти кривые имеют вид соответственно возрастающей и убывающей функций. Функция максимального напора ВГП на интервале {3 - 4} определяется убывающей функцией 5 (напор ВГП №2), а на интервале {5 - 10} – возрастающей функцией 4 (напор ВГП №1) и имеет единственную точку экстремума, соответствующую

щую точку равенства напоров ВГП. Точки оптимума рассмотренных функций достигаются при следующих режимах работы ВГП:

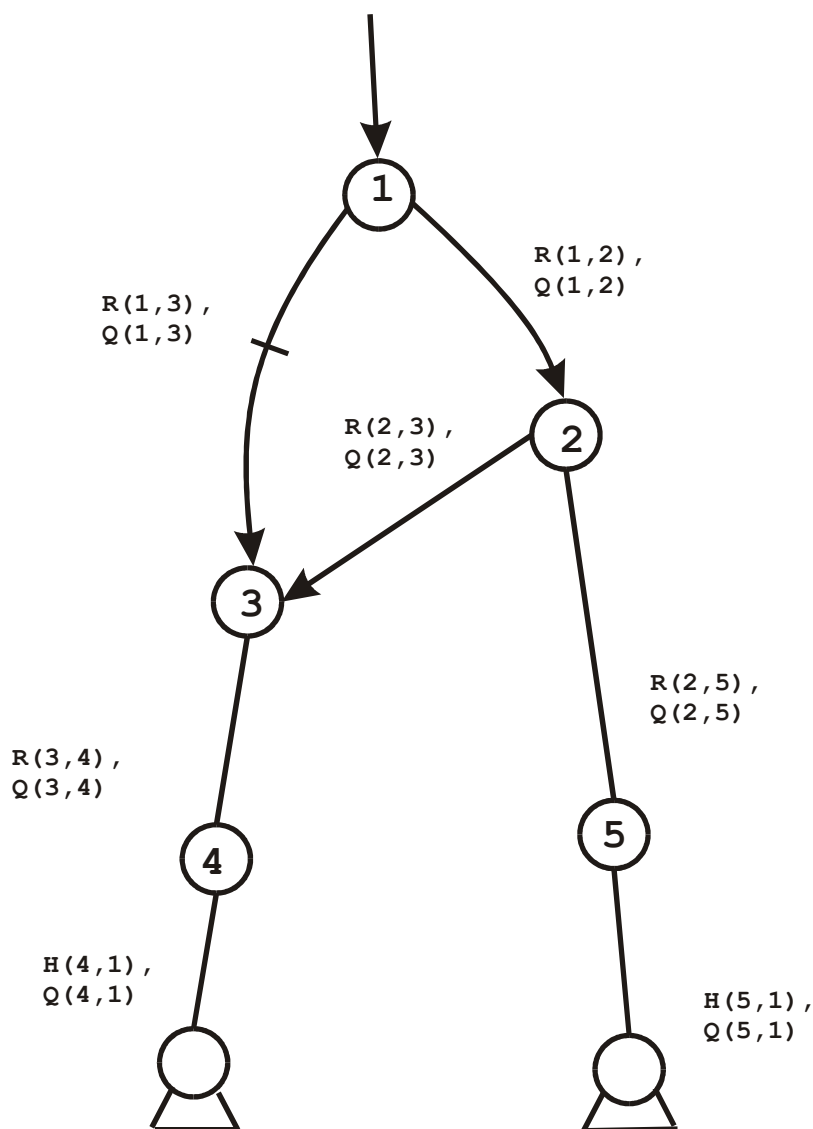


Рис. 1. Схема соединения ВГП со связью на исходящей струе

минимум мощности, затрачиваемой на проветривание:

$$H(4,1) = 254 \text{ даПа,}$$

$$H(5,1) = 388 \text{ даПа;}$$

минимум суммарного напора ВГП:

$$H(4,1) = 354 \text{ даПа,}$$

$$H(5,1) = 228 \text{ даПа;}$$

минимум максимального напора ВГП:

$$H(4,1) = 300 \text{ даПа,}$$

$$H(5,1) = 300 \text{ даПа.}$$

В результате анализа экстремальных точек можно сформулировать следующий вывод. Минимальный уровень общешахтной депрессии, необходимой для обеспечения объектов проветривания требуемыми расходами

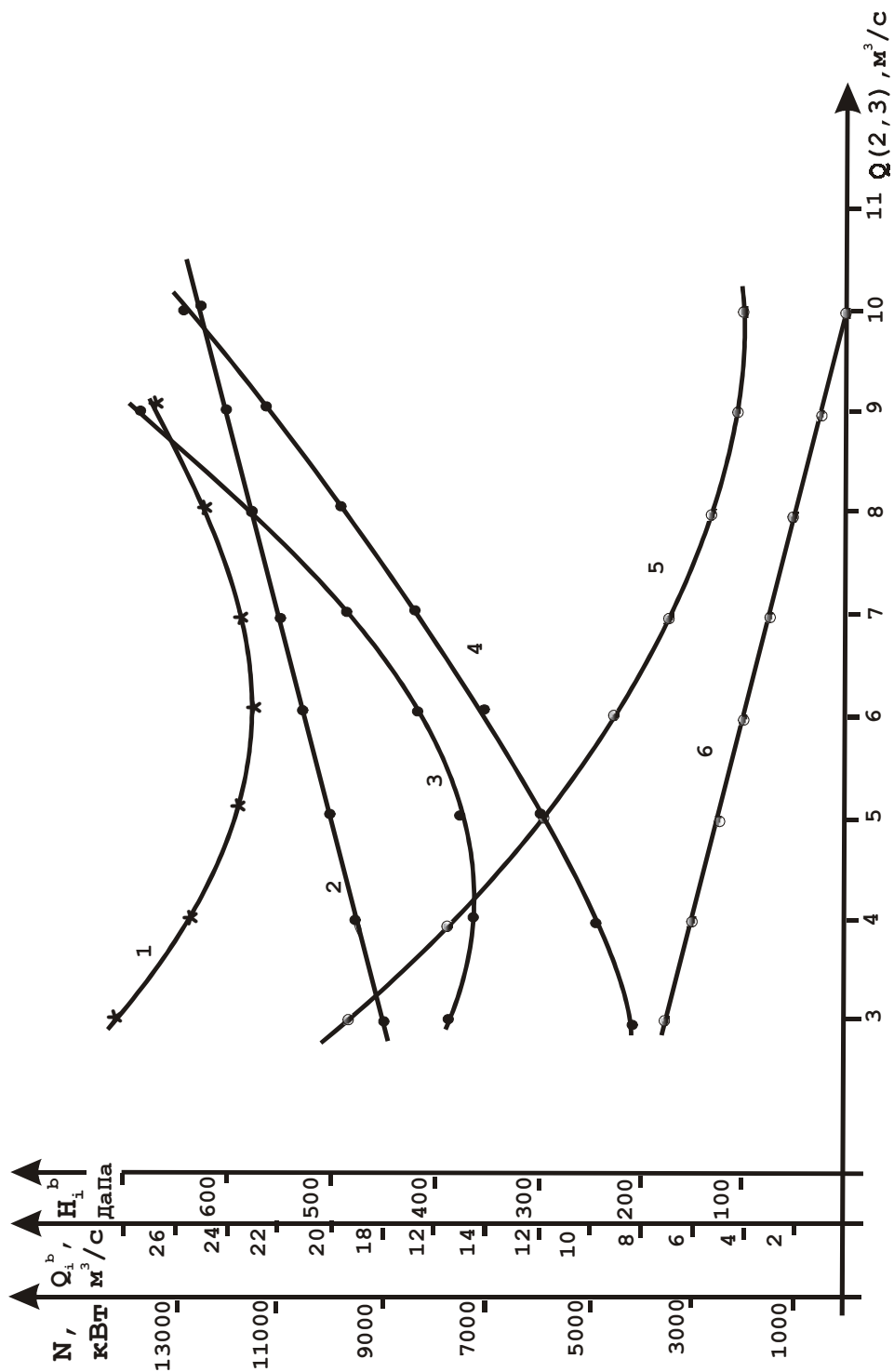


Рис.2. Взаимодействие ВГП, работающих на общую сеть.

- 1 - суммарный напор ВГП; 2 - производительность ВГП №2 - ветвь (2,5);
 3 - мощность, затрачиваемая на проветривание; 4 - напор ВГП №1 - ветвь (3,4);
 5 - напор ВГП №2 - ветвь (2,5); 6 - производительность ВГП №1 - ветвь (3,4)

воздуха, соответствует точке равенства напоров ВГП, совместно работающих на общую сеть. На основании этого предложен новый критерий оптимизации потокораспределения в проектируемой ШВС - "минимум максимального напора ВГП". Использование критерия - "минимум максимального напора ВГП" при решении задач оптимизации потокораспределения в ШВС обеспечивает достижение минимально необходимого для снабжения объектов проветривания заданными расходами воздуха уровня общешахтной депрессии при совместной работе ВГП, что позволяет снизить затраты на проветривание шахт.

Поскольку Правила технической эксплуатации угольных шахт накладывают ограничения на депрессию всех вентиляционных направлений (маршрутов), при оптимизации потокораспределения на стадии проектирования также целесообразно использовать критерий "минимум максимального напора ВГП", поскольку использование других критериев приводит к увеличению минимально необходимого уровня общешахтной депрессии; оптимальный режим работы ВГП со связью на исходящей струе воздуха соответствует точке равенства напоров ВГП.

Включение в состав компьютерной технологии расчета и управления потокораспределением программного средства, реализующего оптимизацию потокораспределения с использованием критерия "минимум максимального напора ВГП", и испытания его на примерах расчета потокораспределения в вентиляционных сетях реальных шахт показали его высокую эффективность, что позволяет рекомендовать указанную разработку к широкомасштабному использованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Ф.А., Тянь Р.Б., Потемкин В.Я. Расчет вентиляционных сетей шахт и рудников. - М.: Недра, 1978. - 238 с.
2. Евдокимов А.Г. Минимизация функций и ее приложение к задачам автоматизированного управления инженерными сетями. - Харьков: Вища школа, Из-во при Харьк. ун-те, 1985. - 288 с.
3. Вылегжанин В.Н. К вопросу комплексной оптимизации параметров вентиляционной сети шахты // Вопросы экон. добычи угля в Кузбассе. - Кемерово. - 1976.- Вып.7. - С. 156-159.
4. Кокоулин И.Е., Сапончик С.В. Долгосрочное прогнозирование и управление вентиляцией действующих шахт в нормальных и аварийных режимах проветривания // Тез. докл. Всесоюз. конф. по проблемам аэрологии горнодобывающих предприятий. - М.: МГИ. - 1980. - С. 76-77.