

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В РУДНИЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СЕТЯХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ РУДНИКОВ

*Ахмедов С.Т. - ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГТУ  
Махмудов А. - проф. кафедры «Горная электромеханика» НГГТУ, к.т.н.  
Умирзаков У.Т.-ассистент кафедры «Горная электромеханика» НГГТУ  
Тухтаев Ш.З. - магистрант кафедры «Горная электромеханика» НГГТУ*

**Аннотация.** В работе рассмотрены процесс проветривания шахты путем создания воздушного потока в сети горных выработок и анализа способов регулирования воздухораспределением в рудничных вентиляционных сетях для повышения эффективности проветривания многоступенчатой разветвленной вентиляционной сети при заданных параметров вентиляционной системы и главной вентиляторной установки.

**Опорные слова:** шахта, проветривания, воздух, поток, выработка, модель, перемычки, узел, лопаток, направляющий аппарат, угла установки, аэродинамическая схема, сопротивления, линеаризация, минимизация, вентилятор, мощность.

**Введение.** Интенсивное развитие горных работ приводит к увеличению протяженности сетей горных выработок, и как следствие - к снижению эффективности проветривания.

В условиях рудников со сложными системами вентиляции для повышения эффективности проветривания требуется выбирать оптимальные места для главной вентиляторной установки и средств отрицательного регулирования, подбирать их оптимальные параметры, а также осуществлять их взаимную увязку.

В зависимости от разветвленности и протяженности вентиляционной сети методы регулирования воздухораспределения можно разделить на две большие группы:

1. Индивидуальные - регулирование отдельно взятым способом в рабочей зоне или внутри участка вентиляционной сети.
2. Совместные - регулирование всеми способами вместе во всей сети.

В Горном институте КНЦ РАН С.А. Козыревым и А.В. Осинцевой разработана система, оптимизирующая размещение регуляторов воздухораспределения в вентиляционных сетях подземных рудников на основе генетического алгоритма. Эта система основывается на предварительно

расставленных средствах регулирования и дальнейшем подборе их оптимальных параметров посредством применения генетического алгоритма, путем перебора множества вариантов.

**Материалы и методы.** Индивидуальные методы предназначены для регулирования воздухораспределения внутри участков рудничной вентиляционной сети. Применение индивидуальных методов осуществляется: при подаче в рудник воздуха меньше расчетного значения, при выявленных утечках воздуха в рудничной вентиляционной сети, при неправильном распределении воздуха между горизонтами рудника и при подаче в рабочую зону расхода воздуха меньше расчетного значения.

Совместное регулирование воздухораспределения осуществляется для повышения эффективности проветривания всей вентиляционной сети рудника. Применение данного метода позволяет уменьшить затраты на материалы, оборудование и потребляемую вентиляторными установками электроэнергию [1-8].

Ниже приведена общая аэродинамическая характеристика главного вентилятора ВОД-30 (Рис.1).

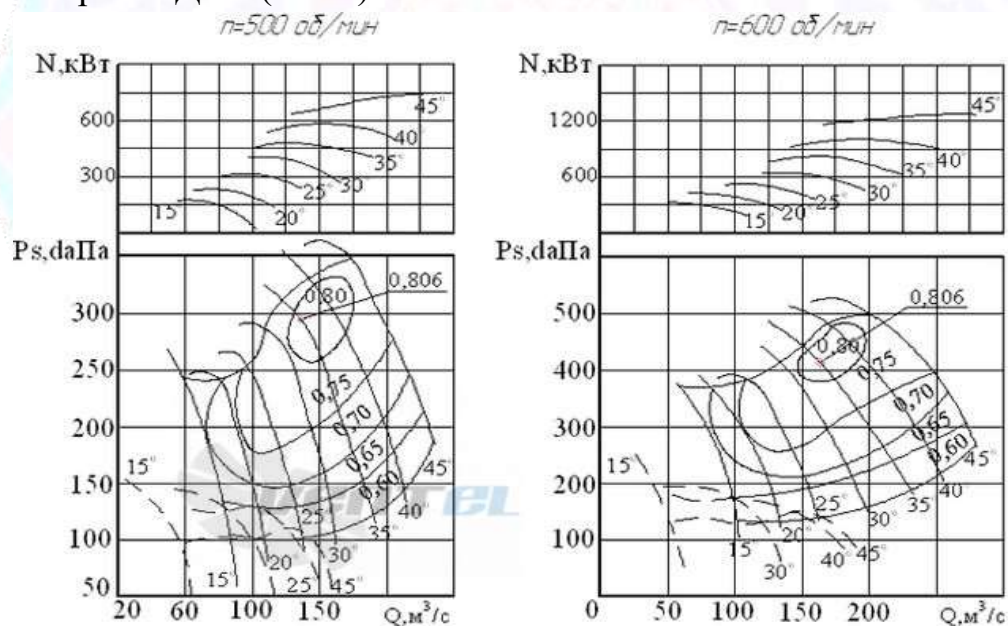


Рис.1. Аэродинамическая характеристика главного вентилятора ВОД-30.

При этом применение каждого из методов в условиях рудников со сложными системами вентиляции требует предварительной проработки и зависит от конкретных горнотехнических, правовых и материальных условий предприятия [9-20].

Индивидуальное регулирование воздухораспределения внутри участков рудничной вентиляционной сети осуществляется путем:

- изменения режима работы главной вентиляторной установки;
- увеличения или уменьшения аэродинамического сопротивления в

горных выработках.

Оперативное увеличение или уменьшение общешахтного количества воздуха осуществляется за счет изменения режима работы главной вентиляторной установки.

Одним из наиболее распространенных способов регулирования распределения расходов воздуха в вентиляционных сетях является увеличение аэродинамического сопротивления горных выработок. Такой способ называется отрицательным регулированием, так как за счет дополнительно введенного сопротивления увеличиваются энергозатраты всей вентиляционной системы. Регулирование воздухораспределения путем увеличения аэродинамического сопротивления горных выработок достигается установкой в них регуляторов отрицательного типа - вентиляционных дверей, перемычек [9-20].

**Результаты.** Уменьшение аэродинамического сопротивления горных выработок осуществляется путем проведения дополнительной выработки, параллельной выработке с большим сопротивлением; расширения выработок с большим аэродинамическим сопротивлением и установки в них вспомогательных вентиляторов.

В зависимости от сложности топологии вентиляционной сети регулировать воздухораспределение можно применением отдельно взятого метода или применением комплекса методов.

Задача оптимального распределения воздуха на действующих рудниках появляется при проектировании дополнительных выработок и неоднократно решается в течение всего периода ведения горных работ. Перераспределение воздуха производится путем установки новых вентиляционных сооружений и вентиляторных установок. По завершении реконструкции производится корректировка работы главной вентиляторной установки.

Ниже приведена аэродинамическая характеристика регулирования вентиляторов главной вентиляторной установки (рис.1).

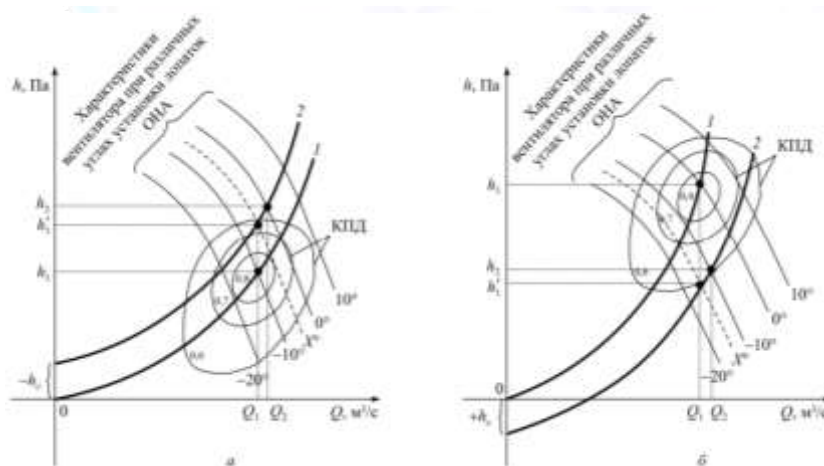




Рис. 2. Характеристика регулирования вентилятора при различных углах установки лопаток главной вентиляторной установки

Решением задачи регулирования воздухораспределения, проектирования вентиляции и моделирования аэрогазодинамических процессов в вентиляционных сетях шахт и рудников занимались: С.В. Цой, С.М. Цхай, В.Я. Потемкин, Р.Б. Тянь, Б.П. Казаков, Л.Ю. Левин, Ю.В. Круглов, С.С. Кобылькин, Г.В. Стась, А.В. Осинцева и другие.

Система оптимального управления воздухораспределением, разработанная Ю.В. Кругловым, позволяет определять оптимальное положение автоматических вентиляционных дверей и корректировать режим работы главной вентиляторной установки для минимизации потребления электроэнергии главным вентилятором. Для снижения депрессии главной вентиляторной установки и мощности потребления электроэнергии устанавливаются рециркуляционные установки. Данная система активно применяется на рудных шахт. Использование рециркуляционных установок позволяет существенно снизить потребление электроэнергии на главной вентиляторной установке.

**Обсуждение результатов.** Применение системы оптимального управления требует существенных капитальных и эксплуатационных затрат. В условиях протяженных и разветвленных рудников данная система трудно реализуема ввиду того, что рудники обладают сложной топологией вентиляционной сети с большим количеством горизонтов и стволов, двумя и более поверхностными главной вентиляторной установки [1-8].

При регулировании воздухораспределения в условиях рудников со сложными системами вентиляции необходимо учитывать ряд особенностей:

- подземная часть имеет большую протяженность и разветвленность, следовательно, возникают проблемы с расстановкой регуляторов.
- проветривание протяженных и разветвленных рудников осуществляется двумя и более главными вентиляторными установками, следовательно, появляются сложности с подбором оптимальных параметров работы всех главной вентиляторной установки.

Максимального эффекта при регулировании воздухораспределения рудников сложной топологии можно добиться путем рационального выбора мест установки средств регулирования и определения их минимального количества и оптимальных параметров. Достичь этого в разветвленных и протяженных рудниках можно, используя методы математического моделирования [9-20].

Зачастую проветривание разветвленных рудников осуществляется двумя и более вентиляторными установками. Это обусловливается большими объемами ведения горных работ и увеличением расчетного количества воздуха для

проветривания рудника. Основной проблемой при использовании нескольких главной вентиляторной установки является подбор оптимальных параметров с учетом их взаимного влияния друг на друга. Главные вентиляторные установки должны одновременно и с наибольшей эффективностью работать на вентиляционную сеть рудников или шахт.

Совершенствование автоматизированных методов регулирования воздухораспределения в рудничных вентиляционных сетях является перспективным направлением при развитии горных работ.

Для повышения эффективности проветривания необходимо, чтобы регулирование воздухораспределения осуществлялось с наименьшими затратами на материалы, оборудование и электроэнергию. В связи с этим на основе совершенствования расчетной модели необходимо разработать автоматизированную систему для проведения прогнозных расчетов и оптимизации параметров средств регулирования воздухораспределения.

#### Библиографический список:

1. Alymenko N.I., Kamenskikh A.A., Nikolaev A.V., Petrov A.I. The choice of the main fan installation. Current Problems of Enhancing Efficiency and Safety of Underground Mining and Oil Field Equipment: II International Scientific and Practical Conference Proceedings. Perm: PNIPU. 2015. Vol. 1. pp. 190–199.
2. Казаков Б.П., Колесов Э.В., В., Исаевич А.Г. Обзор моделей и методов расчета аэрогазодинамических процессов в вентиляционных сетях шахт и рудников // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2021. -№6. -С.5-33. doi:10.25018/023614 932021605.
3. Махмудов А., Мусурманов Э.Ш., Ахмедов С.Т. Повышение эффективности вентиляционных оборудований управлением движения потока воздуха // Universium: технические науки: электронный научный журнал, 2023. 9(114). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16013> 2023. – S. 16-21. doi – 10.32743/UniTech.2023.114.9.16013.
4. Musurmanov E.Sh. Murakkab kon-texnologik sharoitli konlarda uchastkalarni shamollatishni optimallashtirish // «Ilm-fan va innovatsion rivojlanish» ilmiy jurnali. 2023 yil. – 3-son. – 24-31 b.
5. Mislibayev I.T., Musurmanov E.Sh. G‘ujumsoy koni stvolida havo oqimini boshqarish samaradorligini oshirishda havo pardasini qo‘llash // «Ilm-fan va innovatsion rivojlanish» ilmiy jurnali, 2023 yil. – 5-son. – 23-32 b.
6. Левиский Ж.Г., Нургалиева А.Д. Управление расходами воздуха в вентиляционной сети с активным регулятором // Вестник КузГТУ. Кемерово, КузГТУ. – 2011. – № 4. С. 23 – 27.
7. Khamzaev, A., Mambetsheripova, A., Nietbaev, A. **Thyristor-based control for high-power and high-voltage synchronous electric drives in ball mill**

- operations/ E3S Web Conf. Volume 498, 2024/ III International Conference on Actual Problems of the Energy Complex: Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection (ICAPE2024) DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449801011>
8. Akbar, K., Javokhir, T., Lazizjon, A., Umidjon, K., Muhammad, I. Improvement of Soft-Start Method for High-Voltage and High-Power Asynchronous Electric Drives of Pumping Plants. *AIP Conference Proceedings.*, 2024, 3152(1), 040006. <https://doi.org/10.1063/5.0218899>
  9. Akbar, K., Sadovnikov, M., Toshov, B., Rakhmatov, B., Abdurakhmanov, U. Automation measures for mine fan installations. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering.*, 2024, 12986, 129860R. <https://doi.org/10.1117/12.3017728>
  10. Buri, T., Akbar, K., Shaxlo, N. Development of a Circuit for Automatic Control of an Electric Ball Mill Drive. *AIP Conference Proceedings.*, 2023, 2552, 040017. <https://doi.org/10.1063/5.0116128>
  11. Buri, T., Akbar, K. Development of Technical Solutions for the Improvement of the Smooth Starting Method of High Voltage and Powerful Asynchronous Motors. *AIP Conference Proceedings.*, 2023, 2552, 040018. <https://doi.org/10.1063/5.0116131>
  12. Khamzaev Akbar, A., Toshov Buri, R., Niyetbayev Arislanbek, D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 2023, 12616, 126160U. <https://doi.org/10.1117/12.2675694>
  13. O U Zokhidov, O.O. Khoshimov and Sh. Sh. Khalilov. Experimental analysis of microgases installation for existing water flows in industrial plants. *International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture. E3S Web of Conf. Volume 463, 2023 III.*
  14. Асқарбек Илашевич Қаршибаев, Одил Умирзокович Зоҳидов. Рончилик корхоналари шароитида фаза роторли асинхрон генераторларли микро гэс қурилмаларини қўллаш методикаси/ 2023/ Технические науки: проблемы и решения.
  15. О.У. Зоҳидов, М.В. Меркулов. Исследование потенциала и эффективности применения возобновляемой энергии на горных предприятиях Республики Узбекистан. Новые идеи в науках о Земле. Москва 2021г.
  16. Асқарбек Қаршибаев, Одил Зоҳидов, Акбар Хамзаев. Муқобил энергия манбалари асосида электр энергия истеъмоли самарадорлигини оширишнинг экспериментал тадқиқотлари. *Innovatsion texnologiyalar*, 2022й.



17. А.А. Умаров, А.А. Хамзаев, Ш.Б. Хайдаров, О. У. Зоҳидов, Н. О. Полвонов. Насос қурилмаларида кавитация ҳодисасини камайтириш эвазига хизмат муддатини ошириш. Academic research in educational sciences, 2022.
18. A.I. Karshibaev, O.U. Zokhidov. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, 2020.
19. SK Alimhodzhaev, OU Zakhidov, MH Taniev - ASYNCHRONOUS PHASE ROTOR GENERATORS FOR POWER PLANES OPERATING PARALLEL WITH A NETWORK. Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers, 2019.
20. АА Хамзаев, ОУ Зоҳидов. Выбор и обоснование оптимального варианта управления электрического привода насосных установок. Интернаука, 2018.

