

## УДК 622

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО  
РУДНИКА «УДАЧНЫЙ»**

Р.Д. Козлов, аспирант гр. ГПа-231, 1 курс; О.В. Долбня, аспирант гр. ГПа-231, 1 курс; Р.Ф. Фаляхов, магистрант гр. СУМ-221, 2 курс  
Ермаков Александр Николаевич, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»  
г. Кемерово

**Аннотация:** Объектом исследования являлась кимберлитовая трубка рудника «Удачный». Цель исследования заключалась в анализе рудника, а также в предложении решения по оптимизации затрат на проветривание выработок. Для повышения эффективности и снижения затрат на проветривание было предложено внедрить автоматические вентиляционные двери и заменить вентилятор меньшей мощностью для обеспечения рациональной подачи воздушных потоков в выработку. В результате исследования произведен расчет, который показал, что заменяемый вентилятор имеет эффективность на 12% выше имеющегося.

**Ключевые слова:** Ventilation On Demand, проветривание, вентиляция, экономическая эффективность.

**Введение**

Задача исследования - формирование предложений, которые позволят руднику «Удачный» оптимизировать затраты для проветривания.

Объектом исследования стала кимберлитовая трубка «Удачная», которая расположена в Мирнинском районе Республики Саха (рис. 1). В верхней части разреза до глубины – 250 м трубка представлена единым телом, а ниже этой отметки она расчленяется на два обособленных рудных тела.

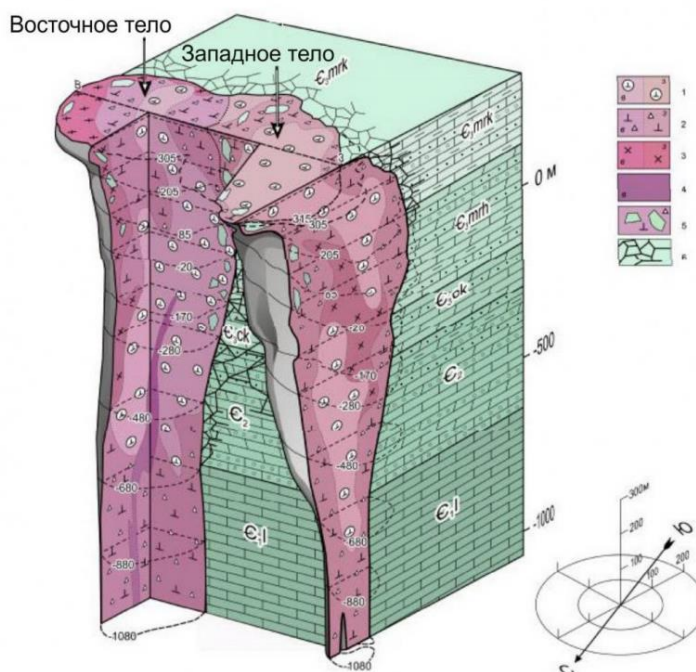


Рис. 1 – Кимберлитовая трубка «Удачная».

Вскрытие месторождения производится тремя стволами, скиповой ствол (СС), который выполняет роль выдачи рудной массы, выдачи отработанного воздуха, а также роль запасного выхода. Клетевой ствол (КС) необходим для подачи свежего воздуха, спуска и подъема на горизонты крупногабаритного оборудования. Вентиляционно-вспомогательный ствол (ВВС) служит для спуска/подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы от проходческих работ, подачи свежего воздуха, водоотлива, запасного выхода.

Факторы, влияющие на рабочую атмосферу в пространстве шахты:

- деятельность горнодобывающего оборудования: область создаваемого загрязнения выхлопных газов в основном сосредоточена в заднем пространстве транспортного средства, так как эта область заблокирована кузовом [1];
- длина и диаметр гибкого трубопровода;
- аэродинамические характеристики вентиляторной установки.

Для оптимизации затрат по проветриванию рудника необходимо проанализировать общие объемы электроэнергии, затраченные предприятием на проветривание рудника в течение года (рис. 2). Для эксплуатации калориферной установки требуется в 3 раза больше электроэнергии, чем для работы главных вентиляторных установок.

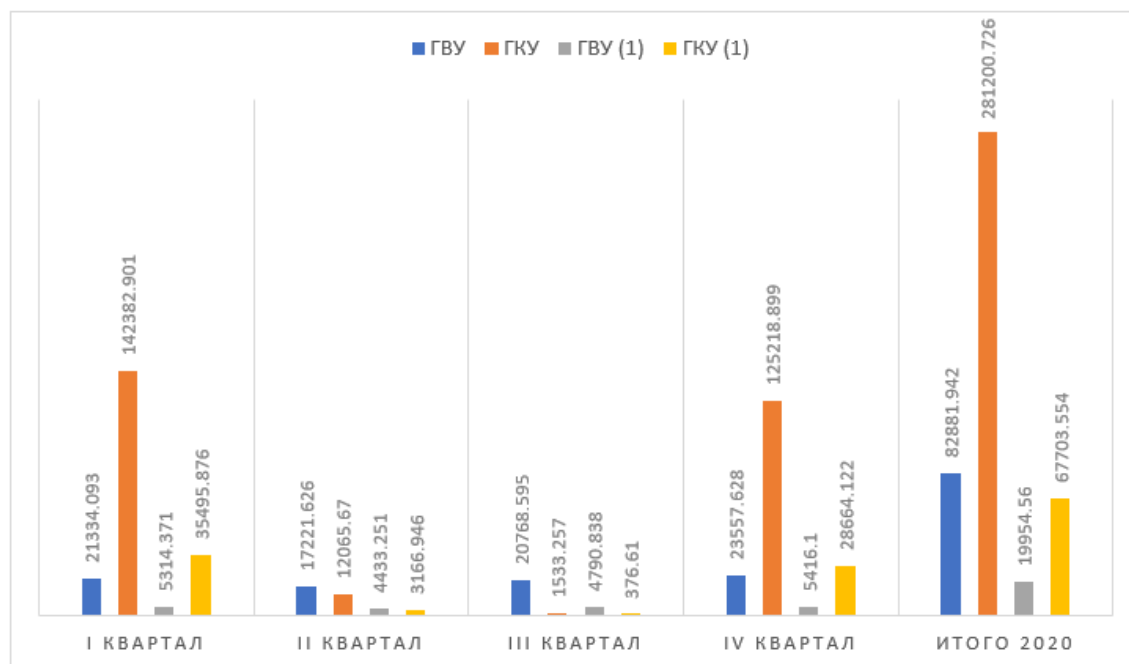


Рис. 2 – Общие затраты предприятия на проветривание в 2020 году  
ГВУ - главная вентиляторная установка;  
ГКУ – главная калориферная установка.

На основе приведенных выше факторов, было сформировано решение по снижению затрат на проветривание рудника.

Незначительное снижение объема подаваемого воздуха позволит повысить температуру воздуха внутри шахты, что снизит потребление электроэнергии как калориферными установками, так и вентиляторными.

### Основная часть (решение).

Для того чтобы решить проблему оптимизации затрат на проветривание, было принято решение заменить вентиляторы меньшей мощностью, а также установить взрывоустойчивые переключки для исключения утечек воздуха в выработанное пространство.

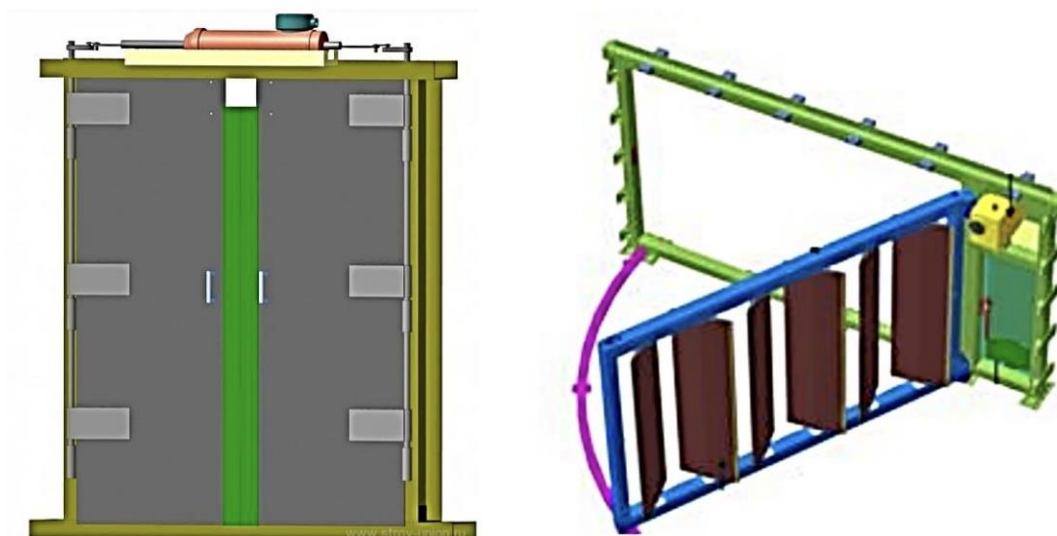


Рис. 3 – Варианты автоматических вентиляционных дверей [2]

На рис. 3 представлены варианты автоматических вентиляционных дверей (АВД), которые представляют собой жалюзийный регулятор углового типа, спроектированный с учетом использования в условиях подземных выработок. Предназначены для полной или частичной изоляции вентиляционных струй в выработках, по которым происходит движение людей или транспорта. Также, благодаря развитию технологий в горной промышленности в исполнении АВД внедрена автоматизация, работающая по принципу вентиляции по требованию (Ventilation On Demand, VOD) [3].

Автоматическая система управления вентиляцией – «Вентиляция по требованию» – представляется на сегодня одним из вариантов решения данной задачи, способным не только сократить расходы, но и увеличить прибыль предприятия за счет улучшения показателей общей производительности.

Установка АВД и управление автоматической вентиляцией позволит рационально использовать подаваемый воздух в выработку за счет сигнала с датчиков, когда концентрация газов будет превышена, а рабочая температура не будет соответствовать нормативным требованиям [4].

### **Заключение (итоги и результаты внедрения)**

Изучив рынок вентиляторных установок для проветривания горных выработок, был найден оптимальный вариант вентилятора для рудника «Удачный» - Dgal-7-220/220 Korgamnn. Использование данного вентилятора, способствует снижению подачи воздуха в горные выработки за счет меньшей мощности, что приведёт к снижению затрат на электроэнергию, которые в 2020 году составили на главных вентиляторных установках ГВУ - 82881,942 тыс.руб. При этом нормы аэрологической безопасности и количество подаваемого воздуха соответствует нормативным требованиям.

По формуле (1) можно рассчитать экономическую эффективность при использовании вентилятора Dgal-7-220/220 в сравнении с ВЭМ-8:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = (\text{Об}_з - \mathcal{Z}_1) - (\text{Об}_з - \mathcal{Z}_2) \quad (1)$$

где:  $\mathcal{E}_{\text{эф}}$  - экономическая эффективность;

$\text{Об}_з$  - общие затраты на ГВУ;

$\mathcal{Z}_1$  - затраты на электроэнергию вентилятора Dgal-7-220/220;

$\mathcal{Z}_2$  - затраты на электроэнергию вентилятора ВЭМ-8.

Экономическая эффективность вентилятора Dgal-7-220/220 по сравнению с ВЭМ-8 составляет:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{эф}} &= (82881942 - 25641427,23) - (82881942 - 29107393,67) \\ &= 349296,44 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Из формулы (1) выявлено, что экономическая эффективность вентилятора Dgal-7-220/220, выше на 12% по сравнению с ВЭМ-8. Затраты на электроэнергию с использованием вентилятора ВЭМ-8 составляют 29107393,67 руб.

Вентилятор Dgal-7-220/220 является наименее энергозатратным, так как он потребляет 385 тыс.кВт/ч, тем самым затраты на электроэнергию будут ниже, чем у ВЭМ-8 на 3492966,44 руб., и составят 25614427,23 руб.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075–03–2021 138/3).

## Список литературы:

1. Numerical simulation study on the exhaust gas migration of fuel vehicles under an airflow field in the confined space of an underground coal mine / G. Shi [и др.] // Fuel. – 2023. – Т. 349. – С. 128674.
2. Вентиляционные двери - ООО «Кемеровский машиностроительный завод» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.oborudunion.ru/ventilyacionnye-dveri-999898484> (дата обращения: 29.11.2023).
3. Acuña E. Updated Ventilation On Demand review: implementation and savings achieved / E. Acuña, R. Alvarez, J. Hurtado. – 2016.
4. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт».