

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
Національної академії наук України



ЖАЛІЛОВ ОЛЕКСАНДР ШАМІЛІЙОВИЧ

УДК [622.451+622.44:621.63].001.24(043.3)

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ВЕНТИЛЯТОРІВ
ГОЛОВНОГО ПРОВІТРЮВАННЯ І ШАХТНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ
МЕРЕЖІ, ЩО РЕКОНФІГУРУЄТЬСЯ

Спеціальність 05.05.06 - Гірничі машини

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро - 2018

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), м. Дніпро.

Науковий керівник - доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Бунько Тетяна Вікторівна,
старший науковий співробітник відділу розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України.

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор
Ширін Леонід Никифорович,
завідувач кафедри транспортних систем і технологій Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» Міністерства освіти і науки України;

- кандидат технічних наук
Соломенцев Костянтин Анатолійович,
технічний директор Філіалу ПАТ «Науково-дослідний інститут гірничої механіки імені М.М. Федорова» у м. Києві.

Захист відбудеться « 09 » листопада 2018 р. о 15-00 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.08.188.01 при ІГТМ НАН України за адресою: вул. Сімферопольська, 2а, м. Дніпро, 49005, факс (0562) 46-24-26.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ІГТМ НАН України за адресою: вул. Сімферопольська, 2а, м. Дніпро, 49005.

Автореферат розіслано « 08 » жовтня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор



В.Г. Шевченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Збільшення обсягів вуглевидобутку в Україні висуває особливі вимоги до ефективності процесу провітрювання вугільної шахти, протікання якого забезпечують потужні турбомашини – вентилятори головного провітрювання (ВГП). Незважаючи на значні успіхи у створенні ВГП з відмінними статистичними аеродинамічними характеристиками, у практичних умовах більшість з них мають коефіцієнт корисної дії (к.к.д.), значно нижчі за нормативні значення, а загальна вартість витрат електроенергії на їх експлуатацію складає більш ніж 25% витрат вугільного підприємства. Викликається це особливостями технологічного навантаження турбомашин, які визначаються аерологічними параметрами сучасних шахтних вентиляційних мереж (ШВМ). Їх топологія і аеродинамічні параметри безперервно змінюються (реконфігуруються), що приводить до виходу режимів роботи ВГП за межі зон промислового використання.

Існуючі критерії оцінки функціонування елементів системи «ВГП - ШВМ» орієнтовані головним чином на одновентиляторні системи, тому необхідні уточнення і обґрунтування критерію оцінки ефективності спільної роботи ВГП в системі «ВГП – ШВМ» з метою підвищення економічності та енергоефективності провітрювання.

Встановлені у нинішній час для одновентиляторних систем «ВГП - ШВМ» особливості функціонування не враховують взаємовпливу ВГП у багатовентиляторних системах; його закономірності маловивчені і потребують доопрацювання.

Вдосконалення потребують методи визначення раціональних робочих режимів ВГП (їх комплексування) у системі «ВГП - ШВМ» з урахуванням закономірностей взаємодії її елементів та виконання вимог безпеки ведення гірничих робіт за чинниками провітрювання і енергоефективності.

У холодний період року робота ВГП ускладнюється в результаті потрапляння і замерзання води у вентиляційному каналі. Зниження впливу цього негативного чинника сприятиме підвищенню надійності провітрювання, оскільки вихід з ладу ВГП здатний привести до серйозного економічного збитку.

Вентиляційна система, що реконфігурується, є вельми динамічною внаслідок зміни аеродинамічного опору окремих її елементів, пов'язаного з рухом у них транспортних засобів. Аеродинамічна взаємодія рухомих посудин у стовбурах між собою і з їх армуванням здатна викликати зміщення робочої точки ВГП, що спричиняє неефективну роботу ВГП.

Тому обґрунтування критерію оцінки ефективності функціонування системи «ВГП - ШВМ», встановлення закономірностей взаємодії ВГП, що спільно працюють на вентиляційну мережу, та вдосконалення методів визначення раціональних робочих режимів ВГП (напору, продуктивності, к.к.д., потужності), є *актуальним* науковим завданням роботи, що сприятиме підвищенню енергоефективності провітрювання шахти.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційні дослідження виконано в рамках науково - дослідних тем ІГТМ НАН України: «Дослідження чинників спонтанної та спровокованої трансформації вугільної речовини у системі «вугілля-флюїд-газ», впливу геологічних умов на ха-

рактер процесів десорбції, міграції, накопичення і збереження метану, розвиток теорії і методів ефективного контролю та безпечного керування аеродинамічними процесами провітрювання в системі «гірничі виробки вугільних шахт - вироблений простір», встановлення гірничо-геологічних показників для підрахунку видобувних запасів шахтного метану, обґрунтування методів комплексного контролю стану обводненого газонасиченого масиву та встановлення закономірностей його руйнування» (№ ДР 0111U005135), «Розвиток теорії і методів управління станом геотехнологічних систем для забезпечення інтенсифікації роботи гірничовидобувних підприємств» (№ ДР 0115U002534), у яких автор був виконавцем.

Ідея роботи полягає у використуванні встановлених закономірностей взаємовпливу ВГП для визначення раціональних робочих режимів багатовентиляторних систем «ВГП - ШВМ», що реконфігуруються.

Мета роботи. Встановити закономірності взаємодії ВГП, що спільно працюють на вентиляційну мережу, обґрунтувати критерії оцінки ефективності функціонування системи «ВГП - ШВМ» та вдосконалити методи визначення раціональних режимних параметрів системи «вентилятори головного провітрювання - шахтна вентиляційна мережа» для підвищення енергоефективності за умови забезпечення вимог безпеки праці.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і вирішені наступні основні наукові задачі:

1. Обґрунтування критеріїв оцінки ефективності функціонування та розробка імітаційної моделі системи «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа», що реконфігурується.

2. Встановлення закономірностей взаємовпливу вентиляторів головного провітрювання під час роботи на загальну вентиляційну мережу.

3. Обґрунтування методу визначення раціональних робочих режимів вентиляторів головного провітрювання з урахуванням впливу інших технологічних процесів шахти.

4. Дослідно-промислова перевірка методичного і технічного забезпечення щодо вибору раціональних режимів спільної роботи ВГП в шахтній вентиляційній системі.

Об'єкт дослідження: робочі процеси функціонування багатовентиляторної системи «ВГП - ШВМ», яка реконфігурується.

Предмет дослідження: параметри і закономірності взаємодії і взаємовпливу елементів системи «ВГП – ШВМ» та методи визначення раціональних робочих режимів ВГП у багатовентиляторних ШВС, які реконфігуруються, з урахуванням специфіки роботи устаткування.

Методи дослідження. У роботі використано комплексний метод досліджень, що включає: аналіз і узагальнення науково-технічних досягнень у галузі розробки критеріїв, методів оцінки функціонування і розрахунку раціональних робочих режимів ВГП; імітаційне моделювання процесів взаємовпливу ВГП і ВГП з іншими елементами ШВС з використанням фундаментальних законів теорії турбомашин і рудникової аерології; апробація результатів роботи в умовах діючої шахти.

Основні наукові положення, що виносяться на захист:

1. Критерій оцінки ефективності функціонування системи «ВГП – ШВМ», який забезпечує обґрунтування раціональних аерологічного навантаження і робочих режимів системи, комплексно включає топологічний критерій взаємовпливу ВГП, який визначається ізоморфним перетином зон впливу ВГП, параметричний критерій взаємовпливу ВГП, який визначається кількісним співвідношенням вхідних і вихідних дебітів повітря на межах зон взаємовпливу ВГП, критерій функціонального комплексування, що характеризує ступінь узгодженості аеродинамічних характеристик ВГП з параметрами ШВМ і визначається диференційованим показником питомої потужності кожного ВГП, критерій технічної ефективності, який адитивно враховує потужність на валу двигуна, та вимоги безпеки.

2. Залежності між зміною робочих режимів ВГП та аеродинамічними параметрами об'єктів-споживачів є попарно інваріантними, близькими до лінійних, апроксимаційними характеристиками та відображаються матрицею взаємодії $\|K_i^j\|$, стовпці якої відповідають подачі j -го ВГП Q_j , а рядки - об'єктам провітрювання i . Значення елементів матриці $-1 < K_i^j < 0$ відповідають умовно-паралельному з'єднанню «ВГП-споживач», $0 < K_i^j < 1$ - умовно-последовному з'єднанню; при значенні $|K_i^j| < 0,01$ взаємозв'язок вважається неістотним. У складних розгалужених мережах діапазон зміни K_i^j буде тим менше, чим сильніше розгалуженість мережі, що пояснює факт майже лінійного характеру взаємозв'язку Q_i та Q_j .

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше запропоновано топологічний і параметричний критерії оцінки взаємовпливу ВГП у шахтній вентиляційній системі, використання яких забезпечує вибір раціональної топологічної розмірності зони взаємного впливу ВГП і економічний перерозподіл вентиляційних потоків між ними.

2. Вперше запропоновано критерій функціонального комплексування параметрів системи «ВГП-ШВМ», що розраховується згідно коефіцієнту завантаженості провітрювання диференційовано для кожного ВГП і враховує коефіцієнт корисної дії мережі.

3. Вперше встановлено залежності впливу режиму роботи ВГП на аеродинамічні параметри об'єктів-споживачів та запропоновано матрицю взаємодії параметрів системи «ВГП-споживачі», структурні елементи якої описують області змін продуктивності ВГП, а терминальні – коефіцієнти взаємозв'язку аеродинамічних параметрів елементів системи, які були використані у методах визначення раціональних робочих режимів роботи ВГП у багатовентиляторних вентиляційних системах.

4. Вперше розроблено метод визначення раціональних робочих режимів функціонування системи, що забезпечує мінімум сумарної потужності ВГП з комплексним урахуванням вимог безпеки та ресурсозбереження. Складовою методу є врахування змін аеродинамічного стану вентиляційної мережі за рахунок руху підйомних посудин у шахтних стовбурах.

Наукове значення роботи полягає у обґрунтуванні критеріїв, встановленні закономірностей взаємовпливу ВГП під час роботи на загальну вентиляційну мережу та розробці методу визначення раціональних робочих режимів системи

«ВГП - ШВМ» з урахуванням впливу динамічних змін аеродинамічних параметрів шахтних стовбурів, пов'язаних з рухом у них підйомних посудин.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблено «Методичні вказівки щодо вибору раціональних режимів роботи вентиляторів головного провітрювання у системі «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа»».

2. Розроблено технічні рішення та рекомендації щодо підвищення рівня безпеки провітрювання шахт в холодний період року, що полягають у застосуванні для усунення обмерзання елементів вентиляційної установки при використанні реверсивного вентиляційного режиму подачі рідини з низькою температурою замерзання до лопаток колеса ВГП..

Реалізація результатів роботи.

Основні результати дисертаційної роботи впроваджені під час проведення робіт щодо вдосконалення вентиляційної системи шахти «1/3 Новогродівська» шляхом мінімізації зон взаємного впливу ВГП системи «ВГП – ШВМ» (довідка № 21 від 15.03.2018 р.). Очікуваний економічний ефект від впровадження «Методичних вказівок щодо вибору раціональних режимів роботи вентиляторів головного провітрювання у системі «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа» (розрахунок від 15.03.2018 р.) складатиме 2018409,1 грн (частка автора 605,52 тис. грн).

Розроблені рекомендації щодо вдосконалення системи захисту ВГП від шкідливого впливу обводнення його каналів у холодний період року реалізовані технічно і впроваджені на шахті «1/3 Новогродівська». Очікуваний економічний ефект складатиме орієнтовно 2195,0 тис. грн. (розрахунок від 20.10.2016 р.)

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджуються: відповідністю прийнятих припущень в постановках задач меті і задачам досліджень; використанням теорії турбомашин і фундаментальних фізичних закономірностей функціонування ШВМ і ВГП; коректністю математичних і логічних викладень під час обґрунтування методів визначення раціональних режимів роботи ВГП; експериментальною перевіркою основних теоретичних положень; задовільною збіжністю розрахункових і експериментальних даних (в межах 15-20 %) і позитивними результатами впровадження розроблених «Методичних вказівок...» та рекомендацій у практику роботи гірничого підприємства.

Особистий внесок здобувача. Автор самостійно сформулював ідею, мету роботи і задачі досліджень, основні наукові положення і висновки; теоретично обґрунтував методи вдосконалення функціонування вентиляційної системи шахти з використанням одержаних результатів; розробив технологічні і технічні рішення щодо організації провітрювання шахт в умовах їх реконфігурації; брав безпосередню участь у проведенні розрахункових і натурних досліджень, дослідно-промисловій перевірці одержаних у дисертації результатів. Зміст дисертації і автореферату викладено автором особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи докладалися і одержали позитивну оцінку на XII, XIII і XIV конференціях молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (Дніпропетровськ –

13 листопада 2014 р., 29 жовтня 2015 р., 27 жовтня 2016 р., очні), XIV і XV Всеукраїнських конференціях «Потураєвські читання» (Дніпропетровськ – 19 січня 2016 р., Дніпро – 15 січня 2017 р., очні), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в XXI столітті» (Дніпропетровськ – 20-21 жовтня 2016 р., очна), IV Всеукраїнської науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Молодь: наука і інновації» (Дніпропетровськ – 6-7 грудня 2016 р.).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані у 17 наукових роботах, з них 3 самостійних, 1 монографії. Статей у наукових спеціалізованих виданнях – 12, у виданнях іноземних держав - 1. Тез доповідей, опублікованих у збірках матеріалів вітчизняних і міжнародних наукових конференцій - 3.

Структура і об'єм дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів і висновків, списку використаної літератури і додатків. Загальний об'єм роботи - 242 сторінки, з них 159 сторінок – основний текст. Дисертація містить 45 малюнків, 19 таблиць. Список використаних літературних джерел містить 179 найменувань. Додатків 5 на 24 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання досліджень. Наведено наукові положення і результати, наукову новизну і практичну цінність роботи.

У першому розділі виконано аналіз особливостей вентиляційних систем шахт України, елементами якої є потужні турбомашини – ВГП. У нинішній час достатньо розроблено теорію і методи вибору раціональних аеродинамічних схем ВГП, конструкцій елементів вентиляторної установки, номінальних режимів роботи високоекономічних вентиляторів, що дозволило у стендових умовах досягти значного покращення параметрів подачі, тиску і максимізації к.к.д. ВГП. Але якість і енергоємність роботи моделей ВГП і ВГП у складі вентиляторних установок реальних шахт істотно різняться. Причинами цього є наступні:

а) модель ВГП випробується і експлуатується відокремлено від споживача повітря, яким для реального ВГП є ШВМ;

б) роботи ІГС ім. О.О. Скочинського, НГУ, ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України, НДІГС «Респіратор», КІА та інших галузевих та академічних інститутів відносяться до розрахунку параметрів власне ШВМ, вважаючи роботу ВГП постійною і не враховуючи зворотний зв'язок між ВГП і елементами ШВМ. Крім того, вони не в достатній мірі враховують динаміку розвитку ШВМ, орієнтуються переважно на одновентиляторну ШВС, або багатовентиляторну без урахування взаємовпливу ВГП і їх спільного впливу на елементи ШВМ;

в) досі немає єдиного підходу до критеріальної оцінки ступеню взаємовпливу ВГП. Існуючі критерії оцінки ефективності функціонування вентиляційних систем не в повній мірі враховують особливості їх реконфігурації, а загальний критерій її взагалі відсутній;

г) сучасні вентиляційні мережі є об'єктами, які реконфігуруються, тобто потребують урахування не тільки взаємовпливу елементів ШВМ у процесі провітрю-

вання шахти, але і впливу на роботу ВГП інших технологічних процесів шахти. Одним з таких процесів є динаміка змін аеродинамічного опору шахтних стовбурів внаслідок взаємодії підйомних судів, які у них рухаються, між собою та з елементами армування. Ці, хоча й короткочасні, збурення аеродинамічного стану стовбурів і прилягаючих ділянок мережі спроможні вплинути на тимчасове зміщення робочої точки і стабільність роботи ВГП;

д) характеристики режиму роботи ВГП суттєво відрізняються від отриманих у лабораторних умовах під час реверсування ВГП, особливо у зимовий період року, що може викликати виникнення аварійної ситуації через непередбачене змінення аеродинамічних характеристик ВГП внаслідок контакту частин установки з холодним і вогким зовнішнім повітрям.

Коригування потребує методичне і програмне забезпечення визначення раціональних режимів роботи ВГП у складі багатовентиляторної системи «ВГП - ШВМ» шляхом рішення проаналізованих питань, а також організації структурно – параметричної реконфігурації вентиляційних систем.

Виходячи з результатів аналізу, сформульовано мету і задачі досліджень.

У другому розділі вибрано і обґрунтовано методологію досліджень вентиляції вугільної шахти, як багатовентиляторної системи «ВГП - ШВМ», що реконфігурується. Прикладом такої системи є шахта «1/3 Новгородівська» ДП «Селідіввугілля», спрощену схему вентиляції якої наведено на рис 1.

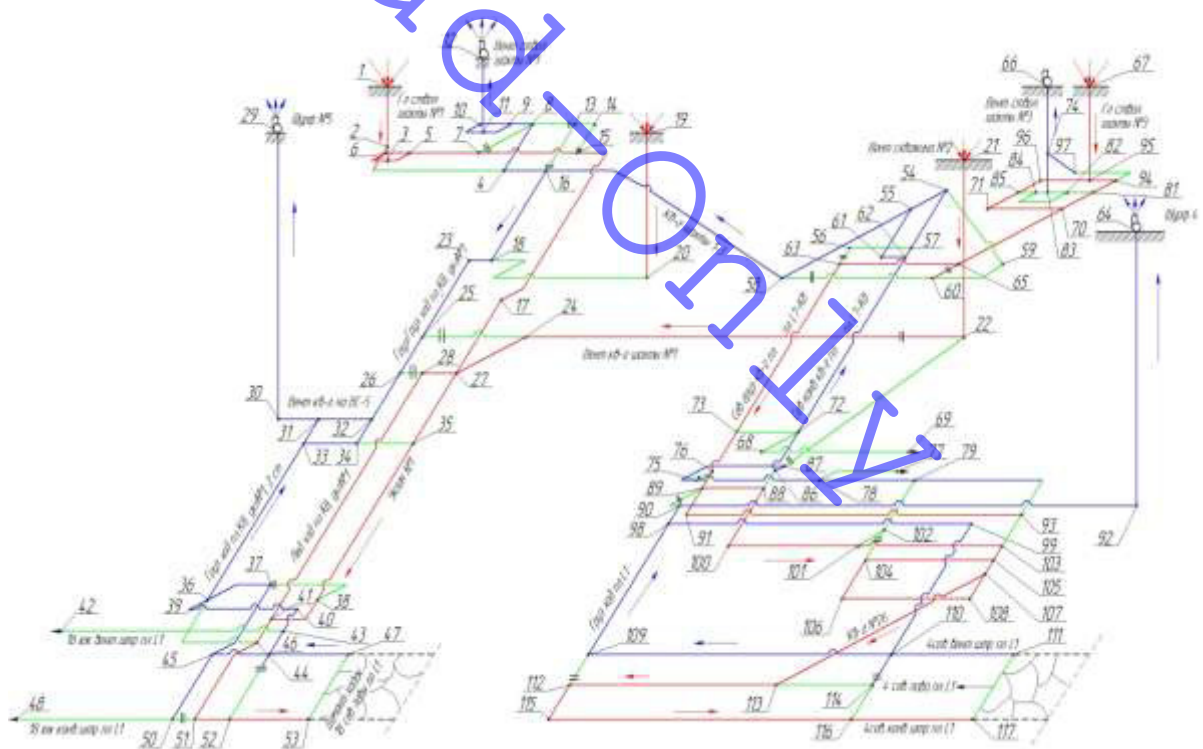


Рисунок 1 – Система «ВГП - ШВМ» шахти «1/3 Новгородівська»

На шахті працює три осьових ВГП і один відцентровий; схему ВГП ВОД-21 представлено на рис. 2, схему роботи вентиляційної установки у нормальному режимі – на рис. 3.

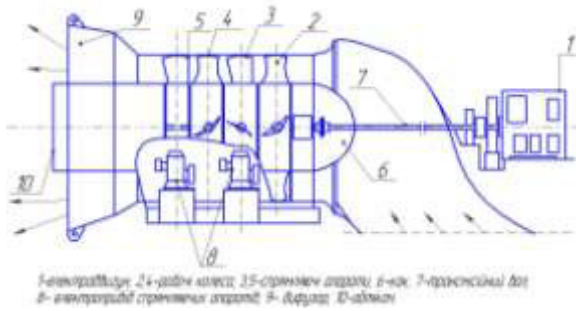


Рисунок 2 – Схема ВГП

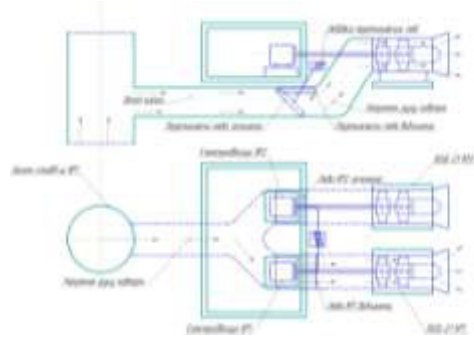


Рисунок 3 – Схема вентиляційної установки

Вентиляційний режим шахти (робоча точка ВГП) визначається перетином аеродинамічної характеристики ШВМ і лінії з робочого графіку ВГП – точкою $a(Q, H)$ на рис. 4, визначеною за методикою ІГМ ім. М.М. Федорова. Важливою характеристикою ВГП є зона його промислового використання, обмежена максимальними лініями робочого графіку і лініями мінімального і максимального значення к.к.д. ВГП. Зону промислового використання ВГП ВОД-21 зображено на рис. 5. Всі розрахунки щодо вибору раціональних режимів роботи ВГП здійснюються виключно у межах зони його промислового використання.

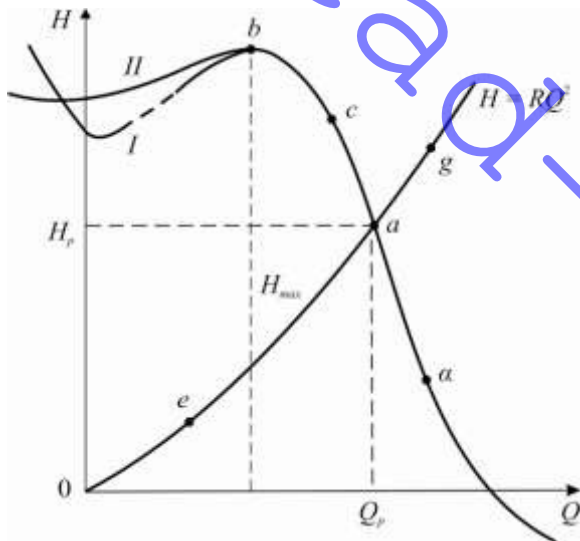


Рисунок 4 – Робоча точка ВГП

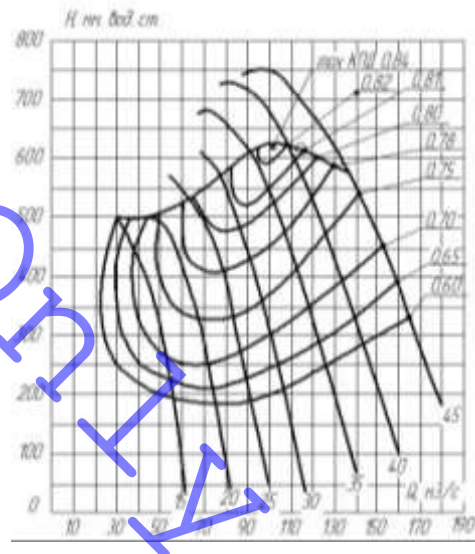


Рисунок 5 – Зона промислового використання ВГП

Задача обґрунтування параметрів Q (витрата повітря) і H (депресія) взаємодії ВГП у багатовентиляторній системі «ВГП – ШВМ» вимагає виконання ряду різнопланових критеріїв. Ефективність функціонування її елементів і системи в цілому базується на задоволенні комплексного критерію з чотирьох наступних складових:

а) критерій визначення ступеню взаємовпливу ВГП забезпечує мінімізацію топологічної розмірності зон взаємовпливу ВГП і оптимізацію аеродинамічних параметрів її елементів. Він є комплексним: його складовими є критерії структурного

$$\bar{U} = \bigcup_{i=1}^{m_e} \bigcup_{j=1}^{m_e} U_i^e \cap U_j^e \rightarrow \min. \quad (1)$$

і параметричного взаємовпливу ВГП

$$\bar{U}_{заг} = \sum_{(j, j_k) \in \bar{U}_{вих}} Q(j, j_k) \rightarrow \sum_{(j, j_k) \in \bar{U}_{вих}} \left\{ \min \sum_{\substack{(j, j_k) \in U_l^e \\ \sum_k Q(j, j_k) \leq \sum_m Q(j, j_m)}} Q(j, j_k) + \max \sum_{(j, j_m) \in U_p^e} Q(j, j_m) \right\}, \quad (2)$$

де $\bar{U}_{вих}$ - множина гілок, що виходять з j_k ; l, p – номери взаємодіючих ВГП.

б) критерій функціонального комплексування, що характеризує ступінь узгодженості аерогазодинамічних характеристик ВГП з параметрами ШВМ, визначається диференційованим коефіцієнтом завантаженості провітрювання кожного ВГП і враховує зміни площі поперечного перетину гірничих виробок у часі. Він визначається показником завантаженості провітрювання

$$n_{y\partial} = \left\{ \frac{Q_1^e H_1^e}{100 \left(\sum_i^{n_1^{yc}} Q_{yc}^i + \sum_i^{n_1^{kam}} Q_{kam}^i + \sum_i^{n_1^{nod}} Q_{nod}^i \right) \eta_1}, \frac{Q_2^e H_2^e}{100 \left(\sum_i^{n_2^{yc}} Q_{yc}^i + \sum_i^{n_2^{kam}} Q_{kam}^i + \sum_i^{n_2^{nod}} Q_{nod}^i \right) \eta_2}, \dots, \frac{Q_{n_e}^e H_{n_e}^e}{100 \left(\sum_i^{n_{n_e}^{yc}} Q_{yc}^i + \sum_i^{n_{n_e}^{kam}} Q_{kam}^i + \sum_i^{n_{n_e}^{nod}} Q_{nod}^i \right) \eta_{n_e}} \right\} \quad (3)$$

де n_e - кількість ВГП, працюючих на ШВМ; η_i - к.к.д. i – го ВГП (приймається за положенням робочої точки на графіку аеродинамічних характеристик).

Ще більш правильним під час вираховування трудності провітрювання буде здійснювання розрахунку ефективності ВГП з урахуванням к.к.д. всіх структурних елементів установки і їх складових, але така методика у нинішній час відсутня;

в) критерій технічної ефективності \bar{N}_e , що характеризує можливості ВГП щодо зміни їх аеродинамічних параметрів і визначається глибиною регулювання за тиском, подачею і к.к.д. ВГП, областей їх управління і керованості. Основною складовою критерію є потужність N_e на валу кожного ВГП

$$\bar{N}_e = \sum_{i=1}^{n_e} N_{e_i} = \sum_{i=1}^{n_e} \frac{Q_{e_i} H_{e_i}}{100 \eta_{e_i}} \rightarrow \min,$$

де Q_v, H_v, η_e – продуктивність, депресія і статичний к.к.д. ВГП в даному режимі його роботи (статичний к.к.д. ВГП менший за повний на 20÷30%).

Величина статичного к.к.д. ВГП коливається у межах 0,78÷0,81 для осьових і 0,84÷0,86 для відцентрових ВГП. Глибина регулювання DH визначається співвідношенням значень мінімального і максимального статичного тиску, а області управління і керованості – зоною промислового використання ВГП;

г) вимоги безпеки, визначувані витратами повітря та коефіцієнтами його запасу в об'єктах-споживачах (згідно Керівництва з проектування вентиляції), показниками аерологічного навантаження на ВГП, Правилами безпеки і Правилами технічної експлуатації.

Різномановність критеріїв а) - г) не дозволяє аналітично описати критерій оцінки ефективності функціонування системи «ВГП – ШВМ» з урахуванням, крім того, технологічних, геомеханічних, економічних та екологічних чинників; тому запропоновано використовувати ранжування часткових критеріїв по значущості і перевірки їх виконання за правилом: «турбомашини» - «аерологічне навантаження системи» - «економічність» - «безпека» - «інші показники». Критерії взаємовпливу ВГП для багатовентиляторних систем «ВГП - ШВМ» аналізуються на проміжному етапі «економічність - безпека». Обґрунтовано критерії комплексування елементів системи «ВГП - ШВМ» і сформульовано перше наукове положення.

Було розроблено імітаційну модель шахтної вентиляційної системи, що реконфігурується, узагальнено її структурно-ієрархічну модель, що дозволяє оцінювати спільний вплив ВГП на режими вентиляційної мережі.

У третьому розділі було розроблено технологічну постановку задачі обґрунтування параметрів взаємодії ВГП і ШВМ, для рішення якої необхідно розробити комплексний метод розрахунку повітророзподілу у системі «ВГП – ШВМ» з урахуванням динамічності зміни $R(i,j)$ у вертикальних виробках, обладнаних підйомним обладнанням, і підвищення економічності роботи ВГП за рахунок урахування зон їх взаємного впливу.

На основі технологічної було розроблено математичну постановку задачі у вигляді:

$$\sum_{(i,j) \in U_l} Q(i,j) = 0, \quad l = 1, \dots, m_u, \quad (4)$$

$$\sum_{(i,j) \in U_\mu} (\text{sign}(Q(i,j))R(i,j)Q^2(i,j) \pm h_e) + \sum_{(i,j) \in (U_\mu \cap U_b)} H(i,j) = 0, \quad \mu = 1, \dots, n_u - m_u + 1 \quad (5)$$

$$H(i,j) = a(i,j) - b(i,j)Q^2(i,j), \quad (i,j) \in U_b, \quad (6)$$

$$R(i,j) = \frac{\alpha(i,j)L(i,j)P(i,j)}{S^{2,5}(i,j)}, \quad (i,j) \in U, \quad (7)$$

$$R_{заз}(i,j) = R(i,j) + R_{арм} + R_c \quad (8)$$

$$R_{заз}(i,j) = \begin{cases} R(i,j) + R_{арм}, H_c^1 - H_c^2 = H_{зор} \\ R(i,j) + R_{арм} + R_c, 0 < H_c^1 - H_c^2 < H_{зор} \\ R(i,j) + R_{арм} + 2R_c, H_c^1 - H_c^2 = 0, \end{cases} \quad (i,j) \in U_c, \quad t = \frac{2h_c}{v} \quad (9)$$

де U, U_μ, U_b, \bar{U} – множини гілок ШВМ, гілок, які належать до μ – го незалежного контуру и відображають ВГП, і гілок зон взаємовпливу ВГП; $Q(i,j)$, $R(i,j)$, $H(i,j)$ – витрата повітря, опір та депресія виробки (i,j) ; $a(i,j), b(i,j)$ – коефіцієнти

напірної характеристики ВГП; $\alpha(i,j)$ – коефіцієнт аеродинамічного опору; $L(i,j)$, $S(i,j)$, $P(i,j)$ – довжина, площа перетину і периметр виробки; n_{ui} , m_{ui} – кількість гілок і вузлів у розрахунковій схемі системи «ВГП – ШВМ» відповідно; m_e – кількість ВГП; U_i^e – зона впливу i – го ВГП; $R_{арм}$, R_c – аеродинамічний опір армування стовбура і підйомної посудини відповідно; H_c – висотна відмітка знаходження підйомної посудини; h_c , v – висота посудини і швидкість її руху відповідно; t – час аеродинамічної взаємодії посудин.

З метою оцінки ступеню взаємовпливу ВГП у системі «ВГП - ШВМ» до системи обмежень (6) – (9) було додано критерії (1) – (2).

Для рішення цієї задачі було розроблено метод розрахунку раціональних робочих режимів (спільної роботи ВГП і елементів ШВМ), структурну схему якого представлено на рис. 6.



Рисунок 6 - Структура рішення задачі визначення раціональних робочих режимів функціонування системи «ВГП - ШВМ»

З метою вирішення задач аналізу і управління станом системи «ВГП - ШВМ» було введено поняття коефіцієнту взаємовпливу ВГП з елементами ШВМ K_i^j (i – номер ВГП; j – номер елемента ШВМ).

Доцільно оцінювати лише ті K_i^j , що характеризують взаємовплив ВГП та об'єктів – споживачів повітря у ШВМ (видобувні і прохідницькі ділянки, камери, підтримувані виробки), яких у шахті небагато. Для наочного представлення системи K_i^j формується матриця взаємовпливу $\| K_i^j \| = \| \frac{\Delta Q_i^{j_k}}{\Delta Q^{j_k}} \|$ (рис. 7).

$$\begin{pmatrix} & Q^{j_1} & \dots & Q^{j_m} \\ Q_{i_1} & K_{i_1}^{j_1} & \dots & K_{i_1}^{j_m} \\ Q_{i_2} & K_{i_2}^{j_1} & \dots & K_{i_2}^{j_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{i_n} & K_{i_n}^{j_1} & \dots & K_{i_n}^{j_m} \end{pmatrix}$$

Рисунок 7 - Матриця взаємовпливу «ВГП - споживачі»

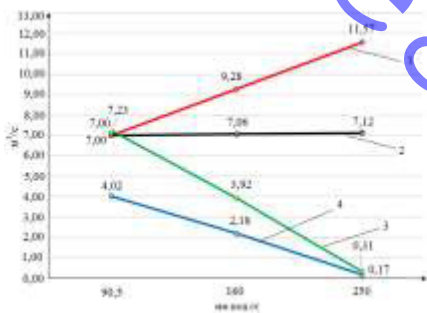


Рисунок 8 - Взаємозв'язок «Споживач - ВГП»

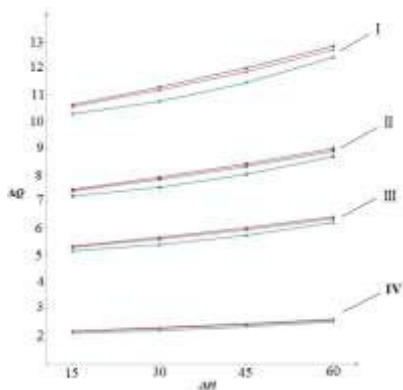


Рисунок 9 - K_i^j у багатовентиляторних мережах

Якщо $K_i^j > 0$, то при збільшенні подачі ВГП витрата повітря у керованому об'єкті провітрювання відносно базової витрати збільшується, у протилежному випадку – навпаки. Першому випадку відповідає лінія 1 на рис. 8 (споживач розташований умовно-паралельно керуючому ВГП), другому – лінії 3 і 4 (умовно-послідовне з'єднання). Випадку $K_i^j = 0$ відповідає лінія 2 на графіку. Рисунок 8 відповідає умовам впливу одного ВГП на стан i -го споживача. У складних багатовентиляторних мережах діапазон зміни K_i^j буде тим менше, чим сильніше розгалуженість мережі, що пояснює факт майже лінійного характеру взаємозв'язку Q_i та Q_j (рис. 9). Графіки побудовано для $n_{ur} = 100, 200, 300$ і більше гілок відповідно.

На інтервалі $(0, H_k^e)$ вираз для визначення витрати повітря в будь-якій виробці у залежності від H_k^e матиме вигляд

$$Q_i^j = Q_{0i}^j \left[1 + \frac{\Delta H_k^e}{2 \cdot a_k^e - b_k^e Q_j^2} \left(2 - \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta H_k^e}{a_k^e - b_k^e Q_j^2} \right)^2} \right) \right] \quad (10)$$

де Q_{0i}^j – витрата повітря у виробці при напорі k -го ВГП, що дорівнює H_k^e . Вираз у квадратних дужках і представляє собою K_i^j для умов зміни напору ВГП на ΔH_k^e і двочленного представлення його напірної характеристики.

Для аналітичного представлення методу розрахунку витрати повітря для цих випадків необхідно уточнювати Q_i^j за формулою

$$\Delta Q_s^e = \sum_{k=1}^{N_{\text{ВГП}}} K_k^{(i,j)} \Delta Q_k^e,$$

де ΔQ_k^e - приріст витрати повітря через k -ий ВГП залежно від зміни стану інших; $K_k^{(i,j)}$ - коефіцієнт взаємовпливу по Q між (i,j) і k -им ВГП, вираховується з (10).

На основі розробленого критерію оцінки ефективності функціонування системи «ВГП - ШВМ», і з допомогою коефіцієнтів взаємовпливу, можливо оцінити ступінь взаємовпливу ВГП шляхом зменшення топологічної розмірності зони, у якій відбувається спільний вплив ВГП на виробки, які її складають. Керуючись цим, розроблено імітаційну модель системи «ВГП – ШВМ», яка реконфігурується.

Сформульовано друге наукове положення.

Результати виконаних досліджень склали основу для розробки методів вибору раціональних аеродинамічних параметрів і комплексування елементів багатовентиляторних систем «ВГП – ШВМ».

Розрахунок значень критерію $\bar{U}_{заг}$ проводиться наступним чином.

1. Методами топологічного аналізу визначається ВГП с номером l і гілка $(j,j_k) \in U_l^e$, і формується $\bar{U}_{зак}$ для вузла j . Якщо до вказаної множини входить тільки одна $(j,j_k) \in U_l^e$ і одна $(j,j_p) \in U_p^e$ - здійснюється маневрування l -тим ВГП по схемі $Q(j,j_k) \rightarrow \min$. При цьому $Q(j,j_p) \rightarrow \max$. У разі недосяжності реалізації цих умов взаємний вплив ВГП для вузла j змінюється у бік збільшення впливу p -го ВГП. Якщо ж досяжна ситуація $Q(j,j_k) -$ у подальшому $Q(j,j_k) = Q(j_k,j)$ і $Q(j,j_k)$ виключається з зони взаємного впливу l -го і p -го ВГП.

2. Проводиться аналіз ШВМ на зміни, які потягла за собою реалізація управління п. 1, коригуються зони взаємного впливу ВГП, повторюються ті ж дії для вузлів границі зони взаємного впливу l -го і p -го ВГП, і виконуються дії п. 1.

3. Після вичерпання вузлів границі зони $U_l^e \cap U_p^e$ проводиться аналогічний розгляд наступної зони взаємного впливу ВГП, і так далі до їх вичерпання. На будь-якому етапі оптимізації вентиляційного режиму процес може бути призупинено у випадку, якщо не зможуть бути виконані граничні умови на аеродинамічні характеристики системи «ВГП – ШВМ».

Найбільш складним питанням визначення опору стовбура $R_{заг}(i,j)$ є урахування аеродинамічної взаємодії у місці зустрічі посудин. У разі використання у стовбурі одної підйомної установки місце зустрічі підйомних посудин і, відповідно, аеродинамічного навантаження на армування обмежиться короткою, середньою по глибині, ділянкою стовбура. Схему перетину стовбура із підйомним посудинами представлено на рис. 10. В ході експериментальних досліджень на шахті «1/3 Новогродівська» було виявлено вплив на роботу ВГП не тільки зміни $R_{заг}(i,j)$ повітроподаючих стовбурів, але й, у більшій мірі, перекриття посудинами вентиляційних стовбурів, на яких вони встановлені.

В результаті детального аналізу графіків системи УТАС, яка працює на шахті, було зроблено практичний висновок, що рух посудин у повітроподаючих і ве-

вентиляційних стовбурах безпосередньо впливає на робочі параметри ВГП короткочасно і незначно. Багаторазове повторювання протягом робочого циклу шахти операцій підйому, яке не підкоряється реальній формалізації, робить неможливим врахування динамічного впливу руху підйомних посудин у стовбурах на режим роботи ВГП у реальному часовому режимі, і необхідно мати його на увазі під час перспективного планування провітрювання шахти. У кожний конкретний момент часу це спричинить деякі похибки, але в цілому сприятиме підвищенню якості вентиляційних розрахунків і енергозбереженню шахти.

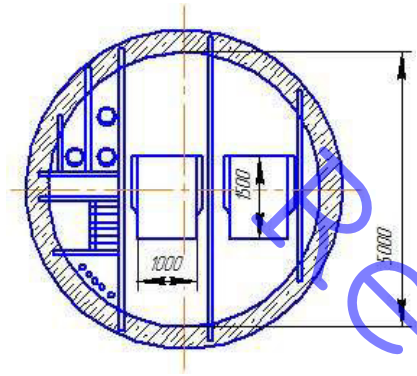


Рисунок 10 - Схема стовбура

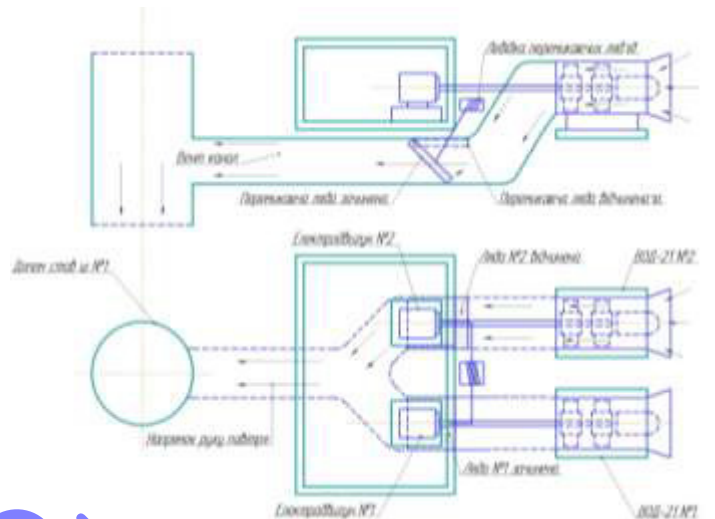


Рисунок 11 - Схема роботи вентиляційної установки

Результати досліджень показали, що ефективна робота ВГП у холодний період року (схему реверсування вентиляційної установки представлено на рис. 11) може бути забезпечена лише прийняттям спеціальних мір щодо зниження обмерзання каналів ВГП, яке може погіршити якість провітрювання і навіть привести до катастрофічних наслідків. Обґрунтовано методичний підхід і запропоновано здійснити рішення цієї задачі шляхом змащення лопаток направляючого апарату ВГП мастилом з температурою замерзання нижчою, ніж зимова температура повітря в умовах України.

У четвертому розділі розроблено інформаційне забезпечення розрахунку аеродинамічних параметрів елементів системи «ВГП – ШВМ», і форми вхідної і вихідної інформації.

Проведено дослідно-промислову перевірку отриманих у дисертаційній роботі результатів на шахті «1/3 Новгородівська». З цією метою, базуючись на матеріалах дільниці ВТБ шахти, було виділено зони провітрювання чотирьох ВГП (сукупність маршрутів руху повітря від повітроподаючих стовбурів до вибраного ВГП), визначено границі зон їх взаємодії, проведено розрахунки чотирьох варіантів спільної роботи ВГП, побудовано матриці взаємозв'язку підсистеми «ВГП - споживачі» і проаналізовано зміни витрати повітря у чотирьох вибраних виробках-споживачах (двох лавах, одній виробці, яка підтримується, і одній, контрольній, яка не є додатковим споживачем). У ході другого експерименту було проведено моделювання динаміки зміни витрати повітря у одній з виробок, інцидент-

них границі зони взаємовпливу двох ВГП. Показано, що перерозподіл повітря в бік одного з ВГП (шурфу № 5) приводить до можливості значнішого зменшення депресії взаємозв'язаного з ним шурфа № 4 і, тим самим, здійсненню енергоефективного режиму провітрювання без порушення вимог безпеки щодо повітропостачання споживачів. Результати розрахунків дозволили виявити «вузькі місця» провітрювання шахти «1/3 Новогродівська» і виробити рекомендації щодо його вдосконалення: В частині впровадження результатів, отриманих у дисертаційній роботі, такими рекомендаціями є: перерозподіл повітря між вентиляційними ділянками шахт № 1 і № 3 і зняття частини вентиляційного навантаження з ВГП шурфа № 5 з «перетягуванням» частини повітря у напрямку ВГП ДС шахти № 1, а також скорочення зовнішніх підсосів на ВГП. Можна зробити висновок щодо доцільності зміни режимів роботи ВГП шурфа № 5 шляхом установки лопаток робочого колеса на кут 29° , а вентиляційного стовбура шахти № 3 – на кут 15° .

В результаті виконаних дій можна очікувати отримання певного економічного ефекту (розрахунок від 15.03.2018 р).

З використанням результатів роботи в частині забезпечення більш ефективної роботи ВГП при реверсуванні його у холодний період року у будинку ВГП допоміжного стовбура шахти № 3 було змонтовано пристрій зрошення ВГП (рис. 12). Схему монтажу пристрою наведено на рис. 13.

В ході експерименту 10 л незамерзаючої рідини було розпилено у вентиляційному каналі перед робочими колесами. Спостереження за роботою ВГП протягом години при температурі зовнішнього повітря -10°C не виявило обледеніння робочих поверхонь ВГП, які досліджувалися. Оскільки обледеніння лопаток ВГП призводить до дисбалансу робочого колеса з подальшим руйнуванням корпусу вентилятора і необхідністю його заміни (аварія такого типу на шахті мала місце у 2010 році) – впровадження рекомендації є доцільним і економічно ефективним.

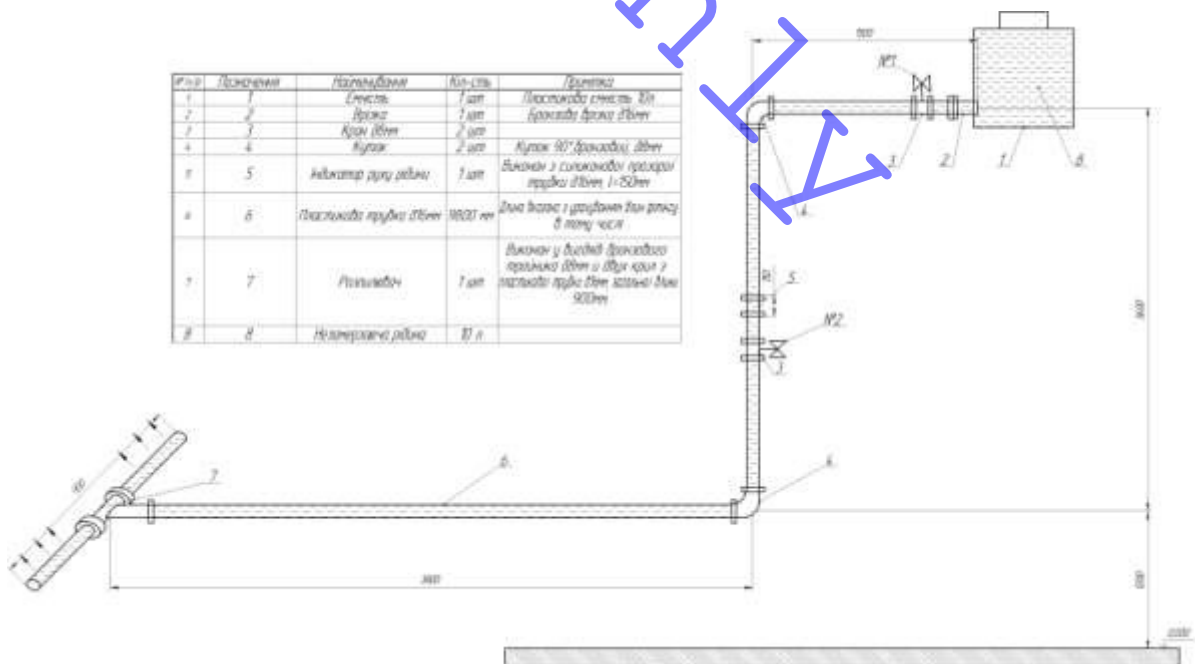


Рисунок 12 – Принципова схема пристрою зрошення вентиляторної установки



Рисунок 13 - Монтаж пристрою зрошування ВГП

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою у галузі гірничих машин, у якій отримано нове рішення актуальної наукової задачі визначення раціональних параметрів взаємодії вентиляторів головного провітрювання і вентиляційної мережі, яка реконфігурується, шляхом обґрунтування комплексного критерію оцінки ефективності функціонування системи «ВГП – ШВМ», встановлення закономірностей взаємовпливу ВГП в шахтній вентиляційній системі та вдосконалення методів визначення раціональних робочих режимів елементів вентиляційної системи, що дозволило скоротити витрати на провітрювання шахти та очікувати отримання економічного ефекту у сумі 2800,5 тис. грн.

Основні наукові і практичні результати роботи зводяться до наступного:

1. Аналіз показав, що ВГП з відмінними стендовими аеродинамічними характеристиками у практичних умовах мають к.к.д. нижчий за проектні значення. Існуючі критерії та розрахункові методи не дозволяють оцінити взаємовплив ВГП у багатовентиляторних системах, що обумовлює необхідність обґрунтування критеріїв, встановлення закономірностей та розробки методів визначення раціональних параметрів системи «ВГП-ШВМ».

2. На підставі проведеного теоретико-множинного аналізу шахтної вентиляційної системи вперше обґрунтовано критерії: топологічного, параметричного взаємовпливу, які характеризують ізоморфний перетин зон взаємовпливу ВГП і кількісне співвідношення вхідних і вихідних дебітів повітря на їх межах; функціонального комплексування, який характеризує ступінь узгодженості аеродинамічних характеристик ВГП із параметрами ШВМ; технічної ефективності. Їх сукупність складає комплексний критерій оцінки ефективності функціонування системи «ВГП – ШВМ», використання якого дозволяє визначити ступень взаємовпливу спільно працюючих ВГП.

3. Встановлено дещо відмінний від лінійного характер залежності між напором та продуктивністю ВГП і витратами повітря у об'єктах провітрювання у розгалужених шахтних багатовентиляторних вентиляційних системах, що дозволяє

апроксимувати їх лінійними залежностями з відносною похибкою, що не перевищує 10-15 %.

4. Вдосконалено метод розрахунку та визначення раціональних робочих режимів ВГП, що відрізняються використанням попарних нелінійних залежностей між напором і подачею ВГП і витратами повітря у окремих об'єктах провітрювання, критеріїв топологічного і параметричного взаємовпливу, що дозволило підвищити ефективність провітрювання багатовентиляторних систем «ВГП-ШВМ» з урахуванням обмеженої продуктивності ВГП.

5. На основі дослідження впливу руху підйомних посудин у стовбурі на аеродинамічні характеристики ВГП вперше встановлено, що короткочасний, але багато разів повторюваний протягом робочого циклу шахти, динамічний вплив руху підйомних посудин у стовбурах на режим роботи ВГП потрібно врахувати під час перспективного планування, що сприятиме підвищенню стійкості провітрювання шахти.

6. Вперше теоретично обґрунтовано і експериментально доведено можливість зниження небезпеки виникнення аварії на ВГП під час реверсування його у холодний період року, запропоновано спосіб рішення цієї задачі шляхом змащення рухомих елементів вентиляційної установки рідиною з низькою (для кліматичних умов України) температурою замерзання, і технічні засоби його практичної реалізації на вентиляторній установці допоміжного стовбура № 3 шахти 1/3 «Новгородівська».

7. Розроблено методичне забезпечення визначення параметрів взаємодії вентиляторів головного провітрювання і шахтної вентиляційної мережі, що реконфігурується, та затверджено у вигляді «Методичних вказівок щодо вибору раціональних режимів роботи вентиляторів головного провітрювання у системі «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа»».

8. Отримані результати пройшли дослідно-промислові випробування на шахті «1/3 Новгородівська» ДП «Селидіввугілля». На їх основі було побудовано імітаційну модель, і прораховано декілька варіантів організації роботи системи «ВГП – ШВМ» у різних квазістабільних періодах її функціонування, а також при зміні аеродинамічних характеристик (напору, продуктивності, к.к.д., потужності) ВГП, спільно працюючих на загальну мережу, що дозволило скоротити витрати електроенергії на 18%.

Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів роботи може скласти:

- від використання методики оцінки ефективності спільної роботи ШВМ і ВГП та визначення їх аеродинамічних параметрів – 605,522 тис. грн на рік (частка автора);

- від впровадження технічних засобів запобігання аварійним ситуаціям на ВГП під час його реверсування у холодний період року – орієнтовно 2195,0 тис. грн на рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш., Бокий А.Б. Совершенствование метода расчета реконфигурируемых шахтных вентиляционных систем с использованием параллельных вычислений // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2014. Вип. 119. С. 87-99.
2. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш., Пирогов Э.Я. Совершенствование проветривания шахты вентиляторами главного проветривания в холодный период года // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 123. С. 259-267.
3. Булат А.Ф., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Яценко И.А., Жалилов А.Ш., Шевченко В.Г. О единой концепции техногенной безопасности угольных шахт // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 124. С. 3-15.
4. Булат А.Ф., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш., Новиков Л.А., Бокий А.Б. Вопросы обеспечения экологической безопасности при функционировании высокопроизводительных угольных шахт // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 125. С. 4-18.
5. Жалилов А.Ш. Предотвращение аварий на вентиляторах главного проветривания в холодный период года // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 126. С. 128-136.
6. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш. Влияние положения сосудов в стволах на работу вентиляторов главного проветривания в условиях шахты «1/3 Новогородовская» // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 127. С. 186-196.
7. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш. Минимизация зоны взаимного влияния вентиляторов главного проветривания угольной шахты // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 128. С. 96-104.
8. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш. Исследование особенностей функционирования системы «вентиляторы главного проветривания – шахтная вентиляционная сеть» на угольных шахтах // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 130. С. 243-256.
9. Бунько Т.В., Яценко И.А., Новиков Л.А., Жалилов А.Ш., Дудник М.Н. Разработка методов и технических средств идентификации параметров шахтных вентиляционных и дегазационных систем // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 131. С. 44-58.
10. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш., Дудник М.Н. Анализ взаимного влияния вентиляторов главного проветривания вентиляционной системы угольной шахты // Znatstvena misel. Ljubljana, 2017. № 5. Pp. 65-71.
11. Булат А.Ф., Бунько Т.В., Жалилов А.Ш., Яценко И.А., Кокоулин И.Е., Бокий А.Б. Комплексование параметров вентиляторов главного проветривания и реконфигурируемой вентиляционной сети угольной шахты. Дніпро, 2017.- 156с.
12. Булат А.Ф., Круковский А.П., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Яценко И.А., Жалилов А.Ш. Оценка опасности шахт с использованием теории рисков // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2017. Вип. 135. С. 3-15.
13. Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Жалилов А.Ш., Мирошниченко В.В. Інформаційне забезпечення структурно-параметричної реконфігурації системи «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа - вироблений

простір» // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2017. Вип. 135. С. 46-55.

14. Рубель А.А., Рубель А.В., Жалілов А.Ш. Исследование влияния аэродинамических сил на конструкции сосудов при движении их по глубине ствола // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2017. Вип. 135. С. 3-15. С. 266-274.

5 Булат А.Ф., Бунько Т.В., Ященко И.А., Жалилов А.Ш., Новиков Л.А. О единой концепции техногенной безопасности угольных шахт // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті», 20-21 жовтня 2016 р. ПДАБА. Дніпропетровськ. С. 27-30.

16. Жалілов А.Ш. Методика аналізу ефективності функціонування системи «вентилятор головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа» // Тези доповідей IV Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Молодь: наука та інновації», 6-7 грудня 2016 р. Дніпро: НГУ, 2016.

17. Жалілов О.Ш. Вплив руху підйомних посудин на режими функціонування шахтної вентиляційної мережі / Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна». Дніпро, 2017. Том 9. Безпека праці. С. 10-11.

Внесок автора в роботи, що опубліковані в співавторстві: [1] - розглянуті методи розрахунку вентиляційних мереж, елементи яких мають неквадратичний закон аеродинамічного опору; [4] – обґрунтовані методи врахування екологічних аспектів під час функціонування вентиляційних систем, які ре конфігуруються; [2] – обґрунтовано метод зниження шкідливого впливу обмерзання каналів на функціонування вентиляторів головного провітрювання у зимовий період року; [3, 6] - запропоновано включити до концепції безпеки доповнень, пов'язаних з особливостями функціонування системи «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа – вироблений простір»; [9-12] – запропоновано метод скорочення взаємовпливу вентиляторів головного провітрювання на аеродинамічний стан вентиляційної мережі і топологічні і аеродинамічні критерії його оцінки, [13] – розроблено комплексний підхід до оптимізації функціонування багатовентиляторних реконфігуруємих систем «ВГП - ШВМ»; [15] – сформульовано кілька критеріїв безпечної та економічної роботи ВГП у багатовентиляторній системі; [16] – розроблено структуру і терміни підготовки і коригування вхідної інформації для розрахунків багатоваентиляторної системи «ВГП - ШВМ»; [17] – розглянуто питання аеродинамічної взаємодії підйомних посудин у стовбурі під час їх зустрічного руху.

АНОТАЦІЯ

Жалілов О.Ш. «Обґрунтування параметрів взаємодії вентиляторів головного провітрювання і шахтної вентиляційної мережі, що реконфігурується» - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.06 - Гірничі машини. – Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, 2017.

Проведено дослідження і встановлено закономірності функціонування системи «вентилятори головного провітрювання – шахтна вентиляційна мережа» (ВГП – ШВМ), як багатовентиляторної вентиляційної системи, що реконфігурується.

Обґрунтовано комплексний критерій оцінки ефективності функціонування системи «ВГП – ШВМ», який враховує: топологічний (мінімізацію розмірності

зон взаємного впливу ВГП), параметричний (перерозподіл зон їх провітрювання за рахунок реконфігурації співвідношення депресій елементів, які складають ці зони) критерій, критерій функціонального комплексування, який характеризує ступінь узгодженості аеродинамічних характеристик ВГП з параметрами ШВМ, критерій технічної ефективності та вимоги безпеки.

З метою підвищення ефективності і спрощення використання критерію оцінки ступеню взаємного впливу ВГП введено поняття коефіцієнту взаємозв'язку, фізичний смисл якого полягає у встановленні майже лінійної залежності зміни витрати повітря у виробці-споживачеві від зміни напору ВГП, і запропоновано метод створення і використання матриці взаємозв'язку «ВГП - споживачі» для рішення задач визначення раціональних робочих режимів багатовентиляторних систем «ВГП - ШВМ», що реконфігуруються.

Доведено необхідність врахування впливу руху підйомних посудин у шахтних стовбурах на розподіл повітря між горизонтами і споживачами шахти шляхом здійснення розрахунків змін аеродинамічного опору стовбура внаслідок аеродинамічної взаємодії посудин у ньому під час перспективного планування розвитку вентиляції, а тим самим – і на режим роботи ВГП, у зоні дії якого знаходиться стовбур.

Розроблено і технічно реалізовано в умовах шахти «1/3 Новогродівська» метод вдосконалення роботи ВГП під час реверсування у холодний період року.

Ключові слова: вентиляційні системи вугільних шахт, імітаційне моделювання, оцінка ефективності функціонування, критерій оцінки ступеню взаємного впливу ВГП, рух посудин у стовбурі, структурно-параметрична реконфігурація.

АННОТАЦІЯ

Жалилов А.Ш. «Обоснование параметров взаимодействия вентиляторов главного проветривания и реконструируемой шахтной вентиляционной сети» - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 - Горные машины. – Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова Национальной академии наук Украины, Днепр, 2018.

Проведены исследования и установлены закономерности функционирования системы «вентиляторы главного проветривания – шахтная вентиляционная сеть» (ВГП – ШВС), как многовентиляторной реконструируемой вентиляционной системе.

Обоснован комплексный критерий оценки эффективности функционирования системы «ВГП – ШВС», учитывающий топологический (минимизацию размерности зон взаимного влияния ВГП), параметрический (перераспределение зон их проветривания за счет реконструкции соотношения депрессий элементов, составляющих эти зоны) критерии, критерий функционального комплексования, характеризующий степень согласованности аэродинамических характеристик ВГП с параметрами ШВС, критерий технической эффективности и требования безопасности.

С целью повышения эффективности и упрощения использования критерия оценки степени взаимного влияния ВГП введено понятие коэффициента взаимосвязи, физический смысл которого заключается в установлении почти линейной зависимости изменения расхода воздуха в выработке-потребителе от изменения напора ВГП, и предложен метод создания и использования матрицы взаимосвязи «ВГП - потребители» для решения задач определения рациональных рабочих режимов многовентиляторных реконструируемых систем «ВГП - ШВС».

Доказана необходимость учета влияния движения подъемных сосудов в шахтных стволах на воздухораспределение между горизонтами и потребителями шахты путем осуществления расчетов изменения аэродинамического сопротивления ствола в результате аэродинамического взаимодействия сосудов в нем при перспективном планировании развития вентиляции, а тем самым – и на режим работы ВГП, в зоне действия которого находится ствол.

Разработан и технически реализован в условиях шахты «1/3 Новогородовская» метод совершенствования работы ВГП при реверсировании в холодный период года.

Ключевые слова: вентиляционные системы угольных шахт, имитационное моделирование, оценка эффективности функционирования, критерий оценки степени взаимовлияния ВГП, движение сосудов в стволе, структурно-параметрическая реконфигурация.

ANNOTATION

Zhalilov A.Sh. «Ground of parameters co-operation of main fans and reconfigured mine ventilation network» - Manuscript.

Dissertation on the receipt of scientific degree of candidate of technical sciences after speciality 05.05.06 - «Mining machines». – N.S. Polyakov Institute of geotechnical mechanics of National academy of sciences of Ukraine, Dnepr, 2017.

Research is conducted and set to conformity to the law of functioning of the system «main fans - mine ventilation network» (MF – MVN), as in the multy-fans ventilation system, which reconfigured.

The complex criterion estimation of efficiency functioning of the «MF - MVN» system», which takes into account topology (minimization dimension of the mutual affected zones of MF), parametrical (redistribution areas of their ventilation due by the reconfiguration correlation of depressions of elements which compiles these areas) criteria, criterion of functional complexing, which characterizes the degree of coordination of the aerodynamic descriptions of MF with the MVN parameters, criterion of technical efficiency and requirements of safety, is grounded.

With the purpose of increase efficiency and simplification of the use criterion of estimation degree of the mutual influencing of MF a concept to the coefficient of intercommunication, physical sense of which consists in establishment almost of linear dependence change of expense of air in to making-user from the change of the MF pressure, is entered, and the method of creation and use of matrix of the «MF - users» for the decision of tasks of determination of rational operating conditions of the multy-fans reconfigured systems «MF - MVN», is offered.

The necessity of account influencing of motion of lifting vessels in mine shafts on asr-distribution between horizons and users of mine by realization of calculations of changes of aerodynamic resistance of shaft as a result of aerodynamic co-operation of vessels in it during the perspective planning development of ventilation, and the same – and on the MF regime of work, in the area action of which there is a shaft, is proved.

Method of perfection of the MF work in a cold period of year is developed and technically realized in the conditions of 1/3 «Novogradovskaya» mine.

Keywords: ventilation systems of coal mines, imitation modelling, estimation of efficiency of functioning, criterion estimation degree of MF interconnection, motion of vessels in a shaft, structure-parametrical reconfiguration.

ЖАЛІЛОВ ОЛЕКСАНДР ШАМІЛІЙОВИЧ

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ВЕНТИЛЯТОРІВ ГОЛОВНОГО
ПРОВІТРЮВАННЯ І ШАХТНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ,
ЩО РЕКОНФІГУРУЄТЬСЯ

(Автореферат)

Підп. до друку
Папір офсет.
Обл.-вид. арк.

Формат 60×90/16
Ум. друк. арк. 0,9
. Тираж 100 прим.

Зам. №