

1. Розроблений спосіб відноситься до способів цифрових розрахунків та обробки даних спеціально призначених для специфічних функцій, а саме для мінімізації тиску в багаторівневих потокорозподільних мережах.

2. В теперішній час розроблений спосіб НЕ МАЄ АНАЛОГІВ.

3. Умовні позначення:

БПРМ - багаторівнева потокорозподільна мережа;

ТР - речовина рідкої, газоподібної або іншої природи, що транспортується та розподіляється за допомогою БПРМ;

надлишковий тиск - різниця між реальним тиском на вході (або виході) рівня БПРМ та нижнім обмеженням тиску, заданим на цьому вході (або виході).

4. Мета та задача розробленого способу мінімізації тиску в потокорозподільних мережах полягає в:

- скороченні невикористаних витрат ТР, що пов'язані з його витоками та, отже, зменшенні ризиків виникнення аварійних ситуацій та техногенних катастроф при транспортуванні та розподіленні ТР;

- мінімізації ймовірності відключення автоматичних регуляторів тиску в наслідок виходу тиску ТР за припустимі обмеження та відключення споживачів БПРМ; при цьому зменшуються часові та економічні витрати на відновлення режимів роботи та штрафні санкції за порушення контрактних зобов'язань перед споживачами ТР;

- зменшенні ймовірності виникнення дефіциту у споживачів ТР та пов'язаних з цим економічних витрат за порушення контрактних зобов'язань.

5. Спосіб мінімізації тиску в потокорозподільних мережах полягає у обробці даних, що поступають з Джерел інформації, Обчислювальним вузлом за Алгоритмом, та передачі отриманих результатів до Приймачів кінцевої інформації для впливу на роботу БПРМ. Джерела інформації - вимірювальні прилади БПРМ, системи управління базами даних (у вигляді ЕОМ), безпосередньо диспетчер, що вводить оперативні дані, та ін. Обчислювальний вузол - ЕОМ, група ЕОМ, незалежні обчислювальні прилади, спеціальні обчислювальні прилади, розроблені для виконання цієї задачі, та ін. Приймачі кінцевої інформації - керовані пристрої БПРМ, системи управління базами даних (у вигляді ЕОМ), засоби візуального відображення та ін. Алгоритм мінімізації тиску в потокорозподільних мережах базується на послідовній мінімізації тиску на кожному рівні БПРМ починаючи зі стартового рівня БПРМ. Стартовим рівнем БПРМ вважається такий, з якого починається мінімізація. Звичайно за стартовий береться нульовий рівень БПРМ, тобто рівень БПРМ до якого безпосередньо підключаються споживачі.

5.2 Для мінімізації на кожному рівні БПРМ апріорно необхідне знання наступних параметрів для кожного рівня БПРМ: математичні сподівання витрат ТР на всіх виходах; два з чотирьох наборів дисперсій: дисперсії витрат ТР на всіх виходах, дисперсії витрат ТР на всіх входах, дисперсії тисків ТР на всіх виходах, дисперсії тисків ТР на всіх входах; нижні та верхні обмеження на витрати ТР на всіх входах (за необхідністю будь-яке з них або всі можуть бути замінені на односторонні обмеження: верхні або нижні) нижні та верхні обмеження на тиск ТР на всіх виходах (за необхідністю будь-яке з них або всі можуть бути замінені на односторонні нижні обмеження).

Для стартового рівня БПРМ математичні сподівання витрат ТР на всіх виходах беруться з Джерел інформації, для всіх інших рівнів вони розраховуються за допомогою математичної моделі регуляторів, що використовуються для з'єднання  $k$ -го та  $(k+1)$ -го рівнів з використанням даних, що характеризують реальний режим роботи регуляторів, після закінчення оптимізації на  $k$ -му рівні. Інші дані беруться з Джерел інформації, за їх відсутності - розраховуються.

5.3 При мінімізації використовуються наступні обмеження: обмеженнями на витрати ТР на всіх входах кожного рівня БПРМ (див. 5.2), обмеженнями на тиск ТР на всіх виходах кожного рівня БПРМ (див. 5.2), функціональними обмеженнями у вигляді рівностей, що задають зв'язок між тисками ТР та витратами ТР для кожного рівня БПРМ, обумовлюються математичною моделлю потокорозподілення ТР; ймовірнісними обмеженнями, що характеризують необхідну якість роботи БПРМ.

Останні обмеження в загальному вигляді означають що: 1) ймовірність того, що оптимальні витрати ТР на кожному вході будуть знаходитися між своїми верхніми та нижніми обмеженнями (що може бути замінено на ймовірність того, що витрати ТР на деяких входах будуть не менше (не більше) нижнього (верхнього) їх обмеження; знак нестрогої нерівності може бути замінено на знак строгої нерівності; конкретний вигляд даного обмеження залежить від вигляду розподілення випадкової величини витрати ТР), буде більш або рівною деякій константі  $\alpha \approx 1$ , що гарантує максимальну режимну стійкість всіх регуляторів на всіх рівнях БПРМ. Це означає мінімізацію ймовірності відключення автоматичних регуляторів та, отже, відключення споживачів БПРМ; 2) та ймовірність того, що оптимальний тиск на кожному виході буде менший свого мінімального обмеження (що на деяких виходах може бути замінено на ймовірність того, що тиск буде не більший свого верхнього обмеження або тиск буде поза відрізком, що задається обмеженнями; знак строгої нерівності може бути замінено на знак нестрогої нерівності; конкретний вигляд даного обмеження залежить від вигляду розподілення випадкової величини тиску ТР), буде менш або рівною деякій константі  $\beta \approx 0$ , що гарантує мінімальну ймовірність виникнення дефіциту ТР на всіх рівнях БПРМ.

5.4 Для виконання цих ймовірнісних функціональних обмежень проводиться модифікування обмежень: на витрати ТР на всіх входах  $k$ -го рівня БПРМ (див. 5.2), на тиск ТР на всіх виходах  $k$ -го рівня БПРМ (див. 5.2). Модифікація обмежень полягає у відступі від границі на потроєне середньоквадратичне відхилення усередину інтервалу обмеження. Отримані обмеження також можуть бути в залежності від задачі замінені частково або повністю на односторонні, як і (5.2). Якщо деякі набори дисперсій невідомі з Джерел інформації або з їх характеристик, то робиться їх розрахунок із використанням відомих наборів дисперсій. Для цього використовується метод статистичної лінеаризації неявно заданих функцій, що застосовується до функціональних обмежень у вигляді рівностей, що задають зв'язок між тисками ТР та витратами ТР для кожного рівня БПРМ та обумовлюються математичною моделлю потокорозподілення ТР, відносно відомих дисперсій. Система рівнянь, що сформувалася завдяки лінеаризації, розв'язується прямими методами. Якщо така можливість відсутня, то можливе використання інших методів розв'язку.

5.5 Значення суми надлишкових тисків на виходах для цього рівня БПРМ для заданого набору витрат ТР на входах цього рівня БПРМ розраховується наступним чином. Згідно з вибраною математичною моделлю потекорозподілення ТР розраховуються перепади тисків ТР на всіх носіях ТР (для води, нафти та газу - це труби). Задають по черзі на кожному виході рівня БПРМ тиск, який дорівнює своїй мінімальній границі з урахуванням модифікації обмежень, та розраховують, згідно з вибраною для даного ТР математичною моделлю потекорозподілення, тиски на всіх інших виходах рівня БПРМ. Сумують надлишкові тиски на всіх виходах. Таким чином отримують набір значень сум надлишкових тисків кількістю у кількість виходів у БПРМ. Вибирається серед всіх розрахованих значень мінімум (таких значень може бути декілька). Це значення є мінімальною сумою надлишкових тисків ТР для рівня для заданих витрат ТР на входах рівня БПРМ.

5.6 Для мінімізації на кожному рівні БПРМ спочатку на входах задається довільне наближення для витрат ТР, але таке, що сума витрат ТР на входах дорівнює сумі витрат ТР на виходах. Далі проводиться оптимізація за набором значень витрат ТР на входах рівня БПРМ з використанням будь-якого методу прямої оптимізації нульового порядку. Можливе також використання інших методів оптимізації. Істотна вимога - додавання до методу операції проектування отриманого на кожній ітерації рішення на багатокутник, що утворюється модифікованими обмеженнями (див. 5.4) на змінні, за якими йде мінімізація.

5.7 Після закінчення мінімізації на рівні  $k$  переходять до мінімізації надлишкових тисків на сусідньому більш високому рівні ( $k + 1$ ). При цьому розподілення витрат на виходах ( $k+1$ )-го рівня БПРМ та обмеження на тиски ТР на виходах ( $k+1$ )-го рівня БПРМ визначаються математичною моделлю регулятора, що використовується для з'єднання  $k$ -го та ( $k+1$ )-го рівнів, та його реальними характеристиками.

5.8 Отримані значення витрат на входах кінцевого рівня мінімізації надлишкового тиску в БПРМ є кінцевим результатом роботи Алгоритму. Вони відправляються на Приймачі кінцевої інформації для подальшого змінення режиму роботи БПРМ на більш оптимальний. Розрахунок та відправлення даних повинно проходити таким чином, щоб враховувати час, що потрібен БПРМ для виходу на новий режим роботи.

5.9 Розроблений спосіб мінімізації тиску в потекорозподільних мережах може використовуватися також у зворотному порядку: мінімізується сума надлишкових тисків не на виходах БПРМ, а на входах БПРМ. Тоді у всіх викладках вище «вхід» у всіх відмінках та числах змінюється на «вихід» у відповідних відмінках та числах; «вихід» у всіх відмінках та числах змінюється на «вхід» у відповідних відмінках та числах.

5.10 Розроблений спосіб мінімізації тиску в потекорозподільних мережах не накладає ніяких обмежень на вибір стартового рівня кільця БПРМ, з якого починається розрахунок.