

УДК 621.515.1

**Бобокало В.С.**, студент гр. 184-21ск-1 ММФ

**Науковий керівник: Трофимова О.П.**, старший викладач кафедри транспортних систем та енергомеханічних комплексів

(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)

## ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ШАХТНИХ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ

На багатьох підприємствах гірничорудної промисловості, металургії і машинобудування основним видом енергії, яка використовується для механізації і автоматизації основних і допоміжних процесів, є пневматична енергія. Для постачання шахт і кар'єрів, а також технологічних ліній машинобудівних заводів стислим повітрям нині застосовуються компресори поршневого і турбінного типів загального призначення найрізноманітнішої продуктивності.

Нормальне функціонування компресорів забезпечується за відповідних якостей засмоктуваного в них атмосферного повітря і охолоджувальної води, циркулюючої в системах охолодження проміжних і кінцевих повітроохолоджувачів. Незадовільна якість води в системах охолодження пневматичних установок гірничих підприємств призводить до недоохолодження повітря в проміжних повітроохолоджувачах, що викликає зниження продуктивності компресорів і збільшення потужності, що споживається приводом електродвигунів компресорів. Наряду з достоїнствами стиснене повітря як енергоносіє має свої недоліки: по-перше, значні втрати через різні витоки (до 10-40 %), по-друге, його висока собівартість через велику енергоємність його виробництва.

Стратегічна мета розвитку вугільної промисловості полягає у стабілізації стану і подальшому сталому розвитку галузі для задоволення потреб економіки країни та населення у вугіллі власного видобутку. Однією з ключових засад шляхів досягнення стратегічної мети розвитку галузі є економічно виправдане збереження існуючого виробничого потенціалу галузі за умов його оновлення і підвищення ефективності функціонування [1]. Удосконалення системи забезпечення шахт стисненим повітрям є одним з основних напрямків енергозбереження у гірничій галузі.

Високою надійністю, довговічністю роботи, поданням стисненого газу без пульсацій тиску відрізняються турбокомпресори. Межі максимальної потужності таких машин сягають до 1000 м<sup>3</sup>/хв і більше. Як в процесі стиснення, так і в процесі підготовки стисненого газу перед подачею його споживачеві, стиснений газ охолоджується. В сучасних машинах застосовується зовнішнє охолодження. Стиснений газ надходить в проміжний охолоджувач, де охолоджується водою, а після, газ знову подається в компресор. Проміжні повітроохолоджувачі турбокомпресорів являють собою рекуперативні протитечійні кожухотрубні апарати, у трубках яких тече охолоджувальна вода, а в міжтрубному просторі – повітря. Зовнішня поверхня трубок має ребра. Кількість таких охолоджувачів залежить від її призначення, ступеня підвищення тиску. Перевагою зовнішнього охолодження є інтенсивне охолодження газу, за рахунок того, що поверхня охолодження може бути досить великою. Якщо засмітиться проміжний холодильник з боку повітря або води, то немає потреби в тривалій зупинці компресора. Тоді пучок труб замінюється запасним, а основний пучок підлягає очищенню. Зовнішня поверхня трубок

при очищенні обдувається стисненим повітрям або парою, а внутрішня (з боку води) очищається, наприклад, щітками [3].

Охолодження повітря в процесі стиснення в компресорних агрегатах обумовлене наступними економічним фактором та фактором безпеки. Охолоджене повітря має, відповідно, меншу внутрішню енергію, що приводить до зниження роботи на його стиснення. Чим інтенсивніше охолодження, тим менше витрачається електроенергії на стиснення повітря і вище ККД компресору. Також, при роботі компресорного агрегату змащування його рухомих елементів призводить до утворення нагару та вибухонебезпечних сумішей. Їх вибухонебезпечність збільшується з підвищенням температури стисненого повітря. Саме тому правила експлуатації компресорів вимагають, щоб температура повітря після кожної ступені стиснення компресора в нагнітаючому патрубку не перевищувала 170 °С [2].

Ефективність виносних повітроохолоджувачів може знижуватися через забруднення теплообмінних поверхонь накипними відкладеннями внаслідок відсутності на шахтних компресорних станціях водопідготовки. Так, температура повітря на виході їх повітроохолоджувачів може досягати 75...90 °С, а не 35°С. Що не сприяє поліпшенню показників роботи турбокомпресорів. Також забруднення збільшують гідравлічний опір апаратів по повітрю (як наслідок, характеристики турбокомпресора через зростання падіння тиску на повітроохолоджувачі) і воді (як наслідок, збільшення температури повітря) [2]. Щоб оцінити вплив ступеня забруднення поверхонь теплообміну проміжних повітроохолоджувачів на показники роботи компресора, необхідно розрахувати значення цих показників за різної товщини відкладень накипу на теплообмінних поверхнях трубок проміжних повітроохолоджувачів.

В основі такого розрахунку лежить аналітичне визначення кінцевого тиску  $P_K$ , потужності на валу  $N_e$  та ізотермічного ККД  $\eta^{iz}$  за заданої витрати повітря, що всмоктується турбокомпресором, та заданих характеристик забруднення поверхонь теплообміну проміжних повітроохолоджувачів, яке здійснюється шляхом спільного розв'язання рівнянь, що описують газодинамічні характеристики секцій неохолоджуваних ступенів турбокомпресора і процесу теплообміну в проміжних повітроохолоджувачах.

Отже, задля підвищення енергетичної ефективності виробництва стисненого повітря в шахтних компресорних установках, необхідно проводити дослідження по знаходженню раціональних параметрів апаратів контактної системи охолодження в залежності від режимів роботи та початкових умов.

#### Список використаних джерел:

1. Енергетична стратегія України до 2030 року//Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 за № 145-р.
2. Замицький, О.В., Лідер, М.Ю. Дослідження шляхів підвищення енергетичної ефективності виробництва стисненого повітря в шахтних компресорних установках. *Гірничий вісник*, 2017, 102, 35-39.
3. Замицький, О.В., Ільченко, О.В.. Дослідження сучасних методів охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах. *Вісник Криворізького національного університету*, 2021. - С. 107 -112.