

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА РОЗПОДІЛУ СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Запорізька державна інженерна академія, кафедра ЕЕЕ

Ділянка виробництва стиснутого повітря (далі ВСП) займається виробленням стиснутого повітря та розподілом його поміж споживачів. До виробленого стиснутого повітря висуваються вимоги якості, а саме кількість, тиск та ступень осушення (до осушеного повітря). Встановлене на центральній компресорній станції обладнання на теперішній час є фізично, а в деяких випадках і морально застарілим, що при постійному навантаженні може викликати збої в роботі, та навіть при стабільній роботі вимагає великої кількості енергоносіїв.

Компресорна станція обладнана п'ятьма компресорами продуктивністю 120 м³/хв., одним компресором продуктивністю 25 м³/хв. і двома компресорами продуктивністю 5 м³/хв. Так само компресорна станція забезпечує споживачів осушеним повітрям в обсязі до 100 м³/хв. Споживання електричної енергії на виробництво одного м³ стиснутого повітря за допомогою компресора 4ВМ10-120/9 складає 0,093 кВт·год. Вартість 1 м³ стиснутого повітря складає 0,164 грн./м³.

Витрати стиснутого повітря складаються з витрат на потреби споживачів (технічне та осушене стиснуте повітря), витрат на проведення регенерації адсорбенту, та витрат в магістралі на арматурі для відведення конденсату. Основною статтею витрат є витрати на роботу компресорного обладнання для вироблення стиснутого повітря – 62%.

При виробленні та передаванні стиснутого повітря до споживачів втрачається близько треті витраченої на його вироблення енергії (34%).

Математична модель системи повітропостачання враховує характеристику компресорної станції, зокрема кількість та потужність компресорів та допоміжного обладнання, параметри мережі трубопроводів, а саме довжину та діаметр трубопроводів усіх ділянок, та характеристику розподільних пристроїв.

Враховуючи мету підвищення енергоефективності систем повітропостачання, цільовою функцією обрано питоме споживання електроенергії на виробництво 1м³ стиснутого повітря.

$$w = \frac{W_{ВСП}}{V_{СП}} \rightarrow \min$$

де $W_{ВСП}$ – споживання електроенергії основним та допоміжним обладнанням центральної компресорної станції $W_{КС}$ та автономних компресорів W_{Ki} , встановлених біля споживача, кВт·год; $V_{СП}$ – обсяг виробленого стиснутого повітря, м³.

$$W_{ВСП} = \sum W_{КС} + \sum W_{Ki};$$

$$\text{При цьому навантаження на компресорну станцію } V_{КС} = \sum_{i=1}^n (V_i + q_i) = \sum_{k=1}^m V_K$$

визначається кількістю повітря, корисно спожитого n споживачами, V_i , та втратами при виробництві, транспортуванні та споживанні, q_i , і повинно відповідати кількості повітря, виробленого m компресорами, V_K .

Доцільність децентралізації повітропостачання окремих споживачів запропоновано обґрунтовувати перевищенням втрат при розподілі стиснутого повітря q_i понад 15%. Тобто якщо $q_i > 15\%$, навантаження окремих споживачів на центральну компресорну станцію $V_i = 0$, і враховується для визначення потужності локальних компресорів, встановлених у споживача $V_{ai} = V_i$. При цьому знижується завантаження компресорів

центральної компресорної або кількість агрегатів, що знаходяться в роботі, та зростає необхідність регулювання продуктивності.

Перебір можливих варіантів децентралізації, враховуючи глибину регулювання та можливу заміну компресорів центральної компресорної станції, дозволить визначити заходи з підвищення енергоефективності виробництва стиснутого повітря для системи ВСП та суттєво знизити споживання електроенергії.

З огляду на вище зазначене розглянуті проекти, які дозволять підвищити енергоефективність вироблення та передачі стиснутого повітря:

- заміна компресорного обладнання:
- зниження вартості стиснутого повітря до 0,068 грн./м³;
- зниження витрат технічної води на 210240 м³/рік;
- зниження виробництва стиснутого повітря на 14229473 м³/рік;
- часткова децентралізація повітряпостачання:
- зменшення витрат стиснутого повітря на 12088800 м³/рік;
- модернізація УОП;
- зменшення витрат електричної енергії на 68437 кВт·год./рік;
- зменшення витрат стиснутого повітря на 930750 м³/рік;
- зменшення витрат на купівлю ПЕР – 449662,7 грн./рік;
- встановлення регулятора тиску для пріоритету повітряпостачання в системі осушеного стиснутого повітря;
- зменшення витрат стиснутого повітря на 4585526 м³/рік.