

**Луценко А.С.**

## **ВИБІР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ РОТОРУ ТУРБІН АЕС**

Оскільки умови роботи турбін АЕС відрізняються від умов їх роботи на електростанціях органічного палива, перед турбобудівниками виник ряд специфічних проблем.

Важливою групою проблем є підвищення одиничної потужності енергоблоків АЕС. Досвід турбобудування показав, що найбільш перспективним шляхом підвищення одиничної потужності турбін є питання про роль площі вихлопу, яке досягається переходом до створення турбін на 1500 об/хв.

Із зростанням одиничної потужності агрегату підвищуються вимоги до його надійності. Але чим більше потужність турбіни при незмінній частоті обертання, тим важче забезпечити її надійну роботу, оскільки знижуються запаси з механічної міцності, а також загострюється проблема ерозії робочих лопаток останніх ступенів.

Вирішальну роль при визначенні максимально досяжної одиничної потужності турбоагрегату грає пропускна спроможність останнього ступеня. Торцева площа одиничного вихлопу турбін на 3000 об/хв не перевищує  $9 \text{ м}^2$ . Вже при цьому вкрай великі напруги в лопатках і дисках останніх ступенів, що виникли від відцентрових навантажень.

Подальше збільшення пропускної спроможності вихлопу в турбінах на 3000 об/хв вимагає вживання двох'ярусного ступеня або виготовлення довших робочих лопаток останніх ступенів з матеріалів із підвищеними питомими показниками міцності (наприклад, сплави титану). Але навіть якщо вважати вирішеним питання забезпечення міцності, збільшення розмірів вихлопу в останньому випадку приводить до надзвичайно високих окружних швидкостей на периферії робочих лопаток і, як наслідок, до підвищення небезпеки ерозійного зносу і виникнення надзвукових відносних швидкостей пари на вході в робочі лопатки.

Гранична потужність турбіни на 3000 об/хв, що розрахована для роботи на насиченій парі з тиском на вході 6,0 – 7,0 МПа, на виході – 4 кПа і що має вісім вихлопів на базі лопаток останніх ступенів завдовжки близько 1000 мм, що виготовляються з вуглецевої сталі, оцінюється в 700 МВт, а потужність 1000 МВт може бути досягнута лише при погіршенні вакууму.

Турбіни на 3000 об/хв при таких потужностях є вже п'ятициліндровими агрегатами і практично не мають перспектив збільшення одиничної потужності.

Подальше істотне підвищення одиничної потужності може бути забезпечене шляхом переходу до турбін, що працюють з частотою обертання 1500 об/хв. Такий перехід теоретично дозволяє збільшити площу одиничного вихлопу і граничну потужність турбіни в 4 рази, а при помірній площі вихлопу знизити рівень окружних швидкостей і забезпечити високу надійність за рахунок зниження напруги і ерозійного зносу практично без обмежень навантаження вихлопу і параметрів теплового циклу.

Остання обставина, а також підвищення к.к.д. проточних частин тихохідних турбін дозволяє підвищити економічність турбоустановки і отримати за рахунок цього додаткову потужність при заданих фіксованих витратах пари і його параметрах на вході і виході турбіни. Це дає можливість без зміни парогенеруючої частині АЕС збільшити встановлену потужність турбогенераторів і компенсувати, таким чином, підвищену вартість турбін на 1500 об/хв.

