

УДК 621.311.

Левченко Р.О.? студент гр. ЕЕМ-20

Науковий керівник: Касаткіна І.В., канд . техн. наук, доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем у промисловості та транспорті (Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна)

## ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ: НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Проблеми енергоефективності енерговиробництва поряд із підвищенням екологічної безпеки підприємств стають дедалі актуальнішими. Одним із шляхів вирішення цих проблем є впровадження ефективних технологій, до яких належить технологія мікро факельного спалювання (МІТ – технологія) газоподібного палива. Використання МІТ - технологій, окрім значного зниження шкідливих викидів в атмосферу, дозволяє одночасно підвищити енергоефективність теплових електростанцій. Спосіб роботи комбінованої газопарової установки включає стиск повітря, спалювання палива, змішання продуктів згоряння з перегрітою парою, розширення газопарової суміші в газовій турбіні, використання її корисної роботи для вироблення електроенергії або для приводу газоперекачувального агрегату. Теплову енергію розширеної газопарової суміші використовують для вироблення перегрітої пари, що впорскується в продукти згоряння, сепарування і конденсацію парової складової газопарової суміші, непрямо-випарне охолодження атмосферного повітря і підвищення його вологості перед стисненням, а також охолодження більшої частини сепарованого більшій частині конденсованого конденсату в трубчастому теплообмінному змійовику, розташованому всередині вологого каналу, утвореного внутрішніми стінками зовнішнього трубопроводу і зовнішніми стінками внутрішнього трубопроводу.

Винахід відноситься до галузі енергетики та використовується для приводу електричних генераторів та газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів.

Існує спосіб роботи комбінованої газопарової установки, при якому атмосферне повітря охолоджують і зволожують перед компресором в охолодному пристрої, що працює з непрямо-випарним охолодженням атмосферного повітря за циклом. При цьому атмосферне повітря направляють в сухий робочий канал охолоджуючого пристрою, внутрішню стінку якого охолоджують за рахунок контакту зі зворотним боком зовнішнього вологого робочого каналу, покритого капілярним гнотом, виготовленим, наприклад, целюлози і змочується водою. Температура повітря, що надходить у компресор, знижується при його контакті з вологою стінкою за рахунок прихованої теплоти випаровування води. При цьому проводиться додаткове зволоження стисненого повітря перед камерою згоряння, що покращує процеси згоряння палива та знижує шкідливі викиди в атмосферу.

Недоліком цього способу пов'язана з тим, що в ньому проводиться тільки охолодження повітря перед компресором, але не передбачена можливість охолодження зовнішнього потоку води або конденсату.

Значного позитивного ефекту можна досягти у разі використання установок контактного енергообміну. Яскравий приклад такої газопарової установки «Водолій», робота якої перевищує ККД газотурбінних установок на 10-12% з значним одночасним зниженням концентрації токсичних оксидів азоту і оксиду вуглецю в димових газах. .

В основі технології «ВОДОЛІЙ» використаний принцип вприскування в камеру згоряння газової турбіни водяної пари, що отримується від згоряння газів, що відходять за рахунок утилізації його тепла. Завдяки цьому досягаються високий (до 45%) ККД, значна економія паливного газу та низький – до 35 мг/нм<sup>3</sup> викид NO<sub>x</sub> та CO. При зміні технології виробництва електричної та теплової енергії, що діє в Україні, на технологію «ВОДОЛІЙ»

споживання паливних ресурсів знизиться в 1,56-1,6 рази. Вартість питомої кВт електроенергії складає \$250-320. Термін окупності електростанції потужністю 25-30 МВт не перевищує 3 років.

На газоперекачувальному компресорному заводі «Ставищанська» введено в експлуатацію парогазову установку за технологією «ВОДОЛІЙ». Потужність станції 16 МВт, економія паливного газу 10-11 млн. м<sup>3</sup> /рік. Виробниче застосування технології «ВОДОЛІЙ» у газотранспортній системі України може дати економію понад 1,5 млрд. паливного газу на рік.

Недоліками цього способу роботи комбінованої газопарової установки, прийнятої як прототип винаходу, є відсутність охолодження і підвищення вологості повітря перед стиском в компресорі, а також необхідність застосування в установці, що реалізує цей спосіб роботи, зовнішнього охолоджувача конденсату, наприклад випарної градирні, що викликає збільшення її вартості.

Технологія «ВОДОЛІЙ» не має світових аналогів і базується на нових наукових засадах та інженерних рішеннях. Найближчим прототипом розробленої технології є відомий парогазовий цикл СТІГ подачею в камеру згоряння газової турбіни перегрітої пари, що виробляється за рахунок утилізації тепла парогазової суміші, що відпрацювала газовій турбіні. Упорскування пари збільшує витрату і теплоємність парогазової суміші, що розширюється в газовій турбіні зі збільшенням її потужності і ККД.

Недоліком установки STIG пов'язана з тим, що внаслідок відведення в атмосферу всієї охолодженої парогазової суміші для неї характерні безповоротні втрати великої кількості хімічно очищеної води.

Завданням цього винаходу є розробка способу роботи комбінованої газопарової установки, що усуває недоліки відомих аналогів та прототипу з підвищенням її потужності, термодинамічної та економічної ефективності.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в способі роботи комбінованої газопарової установки в її камеру згоряння подають стиснене повітря, подають «екологічний» пар і паливо, спалюють паливо, продукти згоряння подають «енергетичний» пар, розширюють отриману газопарову суміш у газопаровій турбіні, утилізують її теплову енергію для випаровування і перегріву пари, що використовують для подачі «екологічної» і «енергетичної» пари, конденсують газопарову суміш шляхом впорскування в неї охолодженого конденсату і сепарують конденсат пари, при цьому більшу частину конденсату конденсату охолоджують в охолоджувачі -30°C і використовують для впорскування в газопарову суміш і конденсації пари, меншу частину конденсату використовують її для вироблення перегрітої пари, причому як охолоджувач конденсату використовують непрямо-випарний охолодний пристрій, розміщений на вході атмосферного повітря в компресор, яке складається з внутрішнього і зовнішнього трубопроводів, змійникової поверхні охолодження конденсату, сухого і вологого каналів, і за рахунок якого виробляють одночасне охолодження сепарованого конденсату і підвищення вологості повітря, що надходить у компресор, причому охолодження сепарованого конденсату здійснюють всередині вологого каналу, утвореного внутрішніми стінками, шляхом проходження конденсату через трубчастий теплообмінний змійовик, вхід якого пов'язаний з сепаратором конденсату, а вихід з впорскуючим пристроєм охолодженого конденсату, а підвищення вологості повітря, що надходить у компресор, здійснюють за рахунок того, що внутрішній трубопровід виконують перфорованим, покривають його зовнішні стінки теплопровідного гніт і рівномірно змочують конденсатом, який, у свою чергу, випаровується. Шар капілярного теплопровідного гноту виготовляють із целюлози.