

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

МАТЕРІАЛИ

**НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(Суми, 14–17 квітня 2015 року)**

ЧАСТИНА 2

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми
Сумський державний університет
2015

ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОГОНАХ ПАРОЕЖЕКТОРНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ МАШИНАМИ (ПЕХМ) З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛА ВІДХІДНИХ ГАЗІВ ГПА

Курилов А. Ф., доцент; Влезько С. А., студент; Іванова К. Ю., студентка

Основним завданням модернізації Української газотранспортної системи (ГТС) є збільшення пропускної здатності ГТС. Підвищення швидкості течії приведе до зростання гідравлічного опору пропорційно квадрату швидкості та відповідно до збільшення потужності приводу. При збільшенні діаметру газогону значно ускладнюється зовнішній теплообмін заглибленого трубопроводу, внаслідок чого температура природного газу на вході компресорної станції зростає до 80°C, тоді як наведена температура газу, при якій вказують об'ємну продуктивність нагнітника, становить 15-20°C. Як видно з рівняння масової витрати $G = \rho w F$, кращим шляхом для зростання масової витрати буде підвищення густини газу за рахунок охолодження-зменшення температури газу до 0-5°C. Для такого глибокого охолодження треба застосовувати холодильні машини, які використовують тепло відхідних газів ГТУ-пароежекторні або абсорбційні з низько киплячим робочим тілом (НРТ).

Конструктивно пароежекторні машини простіші абсорбційних, крім того у них можна використовувати не тільки НРТ, а також і воду, як робоче тіло. Технологічна схема ПЕХМ для охолодження природного газу на КС наведена на малюнку. ПЕХМ має паросиловий і холодильний контури. В паросиловому контурі генерується робоча пара тиском 5-7 кгс/см², енергія якої в робочому соплі перетворюється на кінетичну енергію струмка зі швидкістю 1000-1500 м/с що забезпечує низький тиск пари 1-5 кПа у випарнику та стиснення холодної пари в ежекторі до тискув конденсаторі. Рідина після конденсатора розподіляється на два потоки – один насосом подається в парогенератор, де рідина нагрівається відхідними газами та перетворюється на пару, другий потік рідини дроселюється в дросельному вентилі та прямує у випарник, де рідина випарюється при низькому тиску та відповідній температурі, при цьому утворюється так звана «льодяна» вода, яка циркулює через охолоджувач Гх, де природний газ охолоджується до заданої температури. Холодна пара відсмоктується ежектором, стискується в дифузорі та надходить до конденсатора, і цикл повторюється.

Можливий тепловий потенціал відхідних газів Q_r при температурі доквілля $t_d = 20^\circ\text{C}$, для газоперекачуючого агрегату ГПА – Ц1-16 становить

28 МВт, потенціально можлива холодовидатність 7,5-8 МВт, в залежності від коефіцієнта ежекції, що дає можливість охолоджувати природний газ на 15-30°C, який перекачується агрегатом ($C_{т.пр.г.} = 253 \text{ кг/с}$). Підсумкове охолодження природного газу на вході в нагнітник разом з існуючим водяним охолодником становить 50-60°C, що дає нам температуру на вході $T'_{вх.} = 278-280 \text{ К}$, відносно зростання густини газу при охолодженні при температурі 310-315 К, має значення $\delta = 10-12\%$, відповідне зростання масової витрати природного газу також буде в межах 10-12%. Аналогічні розрахункові результати отримані при охолодженні атмосферного повітря на вході в повітряний компресор ГТУ від 40 до 15°C при застосуванні ПЕХМ. Таким чином проведені розрахунки показують можливість підвищення пропускної здатності існуючої ГТУ на 10-12% без суттєвих капітальних затрат.

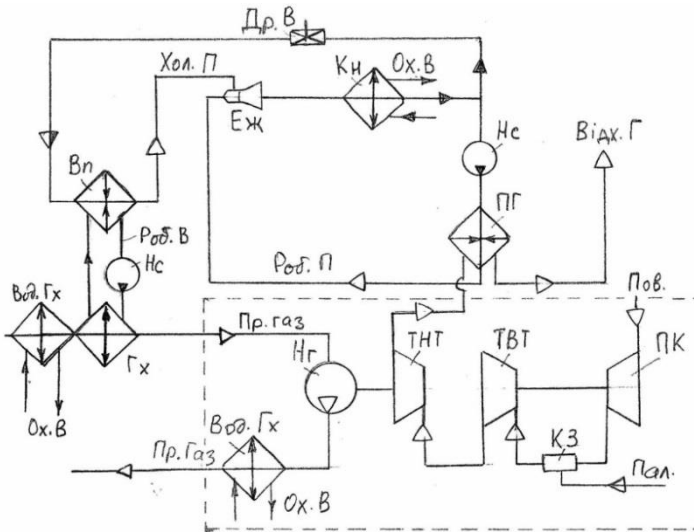


Рисунок 1 – Схема ПЕХМ з утилізацією тепла відхідних газів ГПА для охолодження природного газу на КС магістральних газопроводів:

M_r – нагнітник природного газу; ТнТ – турбіна низького тиску; ТВТ – турбіна високого тиску; ПК – повітряний компресор ГТУ; $E_{ж}$ – ежектор ПЕХМ; $K_{н}$ – конденсатор; КЗ – камера згорання; $H_{с}$ – циркуляційний насос; ПГ – парогенератор робочої пари; $V_{п}$ – випарник; $\Gamma_{х}$ – охолодник газу на вході в нагнітник; $V_{д.Г}$ – водяний охолодник газу на виході з нагнітника (існуючий); $V_{дх.Г}$ – відхідні гази ГТУ; $X_{л.П}$ – холодна пара; $P_{о.В}$ – робоча вода (льодяна); $O_{х.В}$ – охолоджувальна вода (з доквілля).