

Нікітченко Ігор Миколайович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, igor.nikitchenko@gmail.com  
Тесленко Едуард Вікторович, інженер, Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Назаров Артем Олександрович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Богданов Андрій Іванович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ПНЕВМАТИЧНИЙ ДВИГУН ІЗ ЗОВНІШНІМ ПІДВОДОМ ТЕПЛОТИ

Істотне покращення витрати палива і екологічних показників, котре б виправдало ускладнення силової установки і подорожчання автомобіля у разі використання гібридної силової установки може бути досягнутим лише при умові, що ДВЗ в її складі не буде працювати на режимах холостого ходу, малих навантажень і на перевантаженні з недопустимо низьким коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha$  (можливість роботи з низькими  $\alpha$  повинна бути заблокована). Зрушення з місця, розгін до певної (оптимізованої) швидкості і рух автомобіля з малими швидкостями, наприклад, «у пробках» повинні здійснюватися за допомогою енергії стисненого повітря (за винятком, безумовно, тих випадків, коли балони з ним порожні).

Підігрів стисненого повітря на впуску дозволяє збільшити максимально припустимий ступінь розширення робочого тіла в циліндрі пневмодвигуна, що додатково підвищує його економічність.

Аналіз експериментальних даних показав, що зниження маси витоків практично повністю відповідає зниженню густини повітря, що надходить до циліндра, обумовленої підігрівом. Коефіцієнт витоків  $\eta_{вт}$  змінюється від 0,6 за умови  $n = 200 \text{ хв}^{-1}$  до 0,01 за умови  $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$ .

Основними недоліками двигунів з підігрівом стиснутого повітря є недостатня ефективність перетворення теплоти згоряння палива в механічну роботу газів та підвищені викиди з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук, обумовлених процесом згоряння палива.

На даний час проводиться робота з вдосконалення способу роботи поршневого двигуна з розділеним двотактним циклом з метою підвищення ефективності використання енергії стиснутого повітря та підведеної до нього теплоти в механічну роботу газів та відсутності викидів з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук.

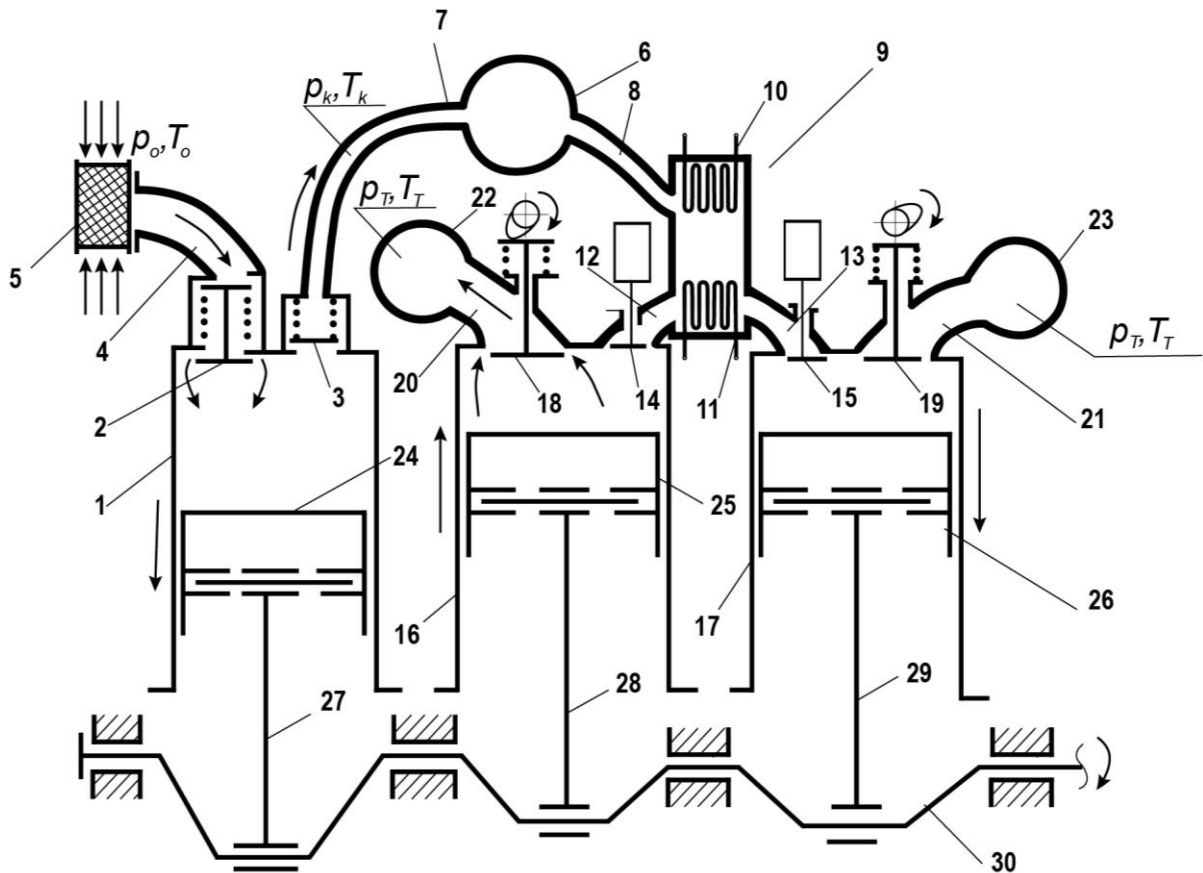


Рисунок 1 – Схема енергетичної установки

Спосіб роботи теплового двигуна здійснюють за один оберт колінчастого вала. На такті впуску в компресорному циліндрі 1 повітря з навколишнього середовища через повітряний фільтр 5, канал 4 та впускний клапан 2, наприклад, пластинчатий, поступає в надпоршневу порожнину компресорного циліндра 1, а при зворотному русі поршня 24 від нижньої мертвої точки до верхньої здійснюють стиск повітря. В кінці такту випуску стиснене до 3–5 МПа повітря через випускний клапан 3, канал 7 та електричні нагрівачі елементи 10, 11 подається для зниження коливань тиску до камери стисненого повітря 6, з'єднаною каналом 8 з камерою підігріву 9, спільною для двох робочих циліндрів 16 та 17. Температуру стисненого повітря, що поступає до камери підігріву 9 підтримують на заданому рівні. Відпрацьоване повітря через випускні канали 20 та 21, випускні клапани 18 та 19, відводиться в навколишнє середовище. Впускні клапани відкривають за 5–10 градусів оберту спільного на всі циліндри колінчастого вала 30 до верхньої мертвої точки поршнів 25 та 26 робочих циліндрів, а закривають залежно від режиму роботи за 5-40 градусів

оберту колінчастого вала 30 за верхньою мертвою точкою. На такті розширення стисненого повітря в робочих циліндрах при положенні поршнів робочих циліндрів за 0–40 градусів оберту колінчастого вала до нижньої мертвої точки (відповідно до порядку роботи циліндрів) випускні клапани відкривають за допомогою кулачкового механізму. Відпрацьоване повітря із робочих циліндрів видаляють протягом 80–120 градусів оберту колінчастого вала при переміщенні поршнів від нижньої мертвої точки до верхньої. При положенні поршнів в робочих циліндрах за 60–100 градусів оберту колінчастого вала до їх верхніх мертвих точок випускні клапани закривають, повітря, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів протягом 60–100 градусів оберту колінчастого вала стискають. Таким чином, робочий цикл здійснюють в даному випадку в трьох циліндрах, один з яких компресорний, за один оберт колінчастого вала.

На режимах холостого ходу і часткових навантажень, які є визначальними для автомобільних двигунів, що працюють за міським циклом, температуру відпрацьованих газів підтримують не нижче температури навколишнього середовища шляхом зміни подачі палива в камеру згорання і тривалості відкриття впускного клапана.

Існуюча розрахункова модель дозволяє визначити показники двигуна з зовнішнім підводом теплоти при створенні його шляхом конвертації ДВЗ. Кінцевою метою розрахунку є побудова індикаторної діаграми, що представляє собою зміну тиску робочого тіла в надпоршневій порожнині протягом циклу. Це дозволяє оцінити техніко-економічні показники пневматичного двигуна з зовнішнім підводом теплоти і порівняти їх з показниками базового ДВЗ.

## Література

1. Дьяченко В.Г. Двигатель внешнего сгорания – проблемы, перспективы / В.Г. Дьяченко, А.И. Воронков, О.Ю. Линьков, И.Н. Никитченко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – №1. – С. 113-120.
2. Воронков О.І. Розробка та дослідження нагрівача стиснутого повітря, що надходить до пневмодвигуна / О.І. Воронков, І.М. Нікітченко // 76 науково-технічна й науково-методична конференція університету. – 2012. – С. 9.
3. Абрамчук Ф.І. Стенд для випробування і дослідження пневмодвигунів / Ф.І. Абрамчук, О.І. Воронков, А.І. Харченко, С.С. Жилін, І.М. Нікітченко, В.С. Червяк // Двигатели внутреннего сгорания: Всеукр. науч.-техн. журнал. – 2011.