

Шепеленко І.В.<sup>1</sup>, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, д.т.н., професор  
Немировський Я.Б.<sup>2</sup>, професор кафедри механічної інженерії, д.т.н., професор  
Шумляківський В.П.<sup>2</sup>, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доцент  
Красота М.В.<sup>1</sup>, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доцент  
Василенко І.Ф.<sup>1</sup>, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доцент  
<sup>1</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет  
<sup>2</sup>Державний університет «Житомирська політехніка»

## ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВЗ

Подальший розвиток автомобілебудування нерозривно пов'язаний з підвищенням експлуатаційних характеристик та надійності найбільш відповідальних деталей автомобілів. Так, наприклад, ресурс двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) значною мірою визначається терміном служби деталей циліндро-поршневої групи, особливо – гільзи циліндрів [1]. Важливим резервом подовження життєвого циклу гільз циліндрів, а, відтак, економії матеріальних, паливно-енергетичних і трудових ресурсів є вдосконалення технології їх обробки, особливо на завершальних стадіях, з метою досягнення на робочій поверхні сприятливих напружень [2]. Це потребує певних знань закономірностей зміни напружено-деформованого стану (НДС) у поверхневому шарі з'єднання «гільза – поршневе кільце». У зв'язку з цим особливої уваги заслуговують дослідження напруженого стану робочої поверхні гільзи циліндрів під час її експлуатації.

Слід зазначити, що наявні підходи, а також схеми для розрахунку НДС гільз циліндрів не дозволяють достовірно відтворити умови роботи деталі, а, отже, і точність отриманих результатів викликає сумніви. Застосування наявних аналітичних залежностей для оцінки особливостей зміни параметрів НДС на робочій поверхні гільзи потребує врахування характеру роботи з'єднання «гільза - кільце».

Дієвим методом розв'язання цієї проблеми є моделювання НДС робочої поверхні гільзи циліндрів з урахуванням роботи сполучення.

Для виконання моделювання була прийнята розрахункова схема (рис.1, а), при побудові якої враховані основні конструктивні особливості гільзи, умови її навантаження як контактними навантаженнями з боку кілець, так і від тиску газів. З урахуванням тиску робочої суміші в камері згоряння 4,0 МПа контактні навантаження для 1 компресійного кільця прийнято 4,5 МПа, для 2 компресійного та 3 маслоснімні кільця – 0,5 МПа. В якості інших граничних обмежень прийнято умови закріплення гільзи, її матеріал – сірий чавун СЧ20, а також матеріал поршневих кілець – високоміцний чавун.

Обрана розрахункова схема деталі та граничні умови роботи з'єднання дали змогу здійснити моделювання та розрахунок напруженого стану гільзи циліндрів ДВЗ методом скінчених елементів. Модель для розрахунку НДС методом скінчених елементів наведена на рис.1, б.

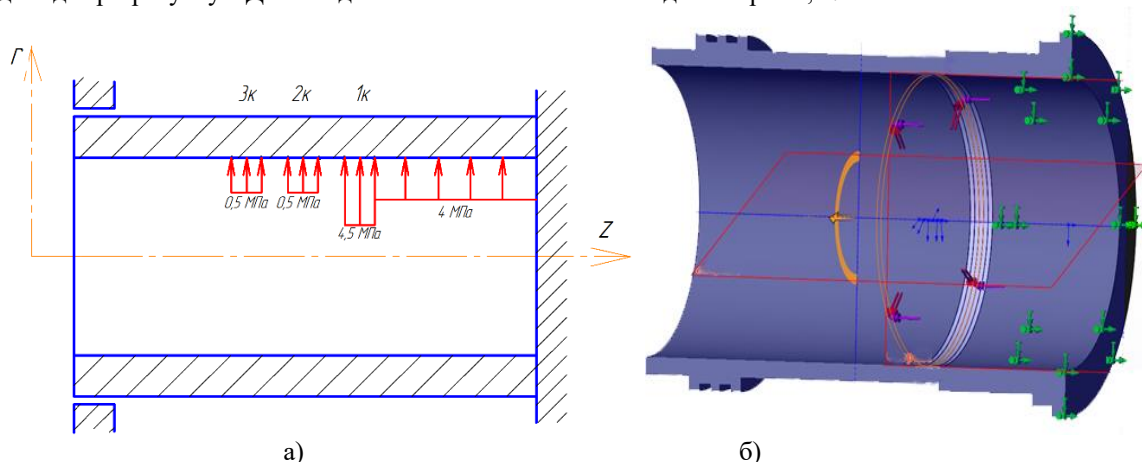


Рис. 1. Схема (а) і модель (б) для розрахунку НДС гільз циліндрів ДВЗ

Оскільки за досить грубої дискретності розрахунків не виявлено особливостей у розподілі напружень у зонах контакту гільзи з кільцями, тому розрахункову схему було уточнено за рахунок дрібнішого розбиття на кінцеві елементи.

Результати розрахунків у вигляді розподілу осьових, окружних та радіальних напружень на поверхні гільзи уздовж всієї контактної зони з 2 поршневым кільцем показано на рис. 2.

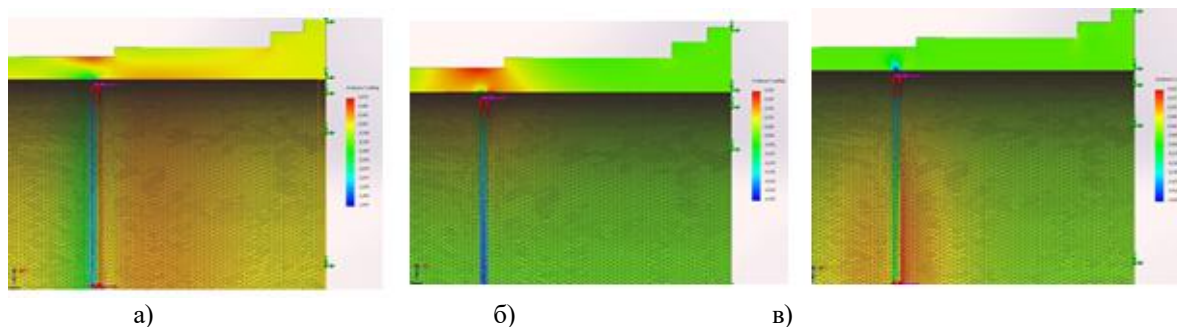


Рис. 2. Розподіл осьових (а), окружних (б) та радіальних (в) напружень в контактній зоні «гільза – 2 поршневе кільце»

Встановлено, що за рухомим кільцем має місце пік розтягуючих осьових напружень, а перед кільцем – стискаючих (рис. 2, а). Причому величина напружень залежить від градієнта контактних тисків на кінцях контактної ділянки.

Подібний характер має еюра окружних напружень. Спостерігаються також піки розтягуючих і стискаючих окружних напружень відповідно за і перед рухомим кільцем (рис. 2, б).

Еюра радіальних напружень (рис. 2, в) практично відповідає зовнішньому навантаженню, хоча за площею контакту присутні незначні піки розтягуючих та стискаючих напружень.

Отримані результати свідчать, що на межах контактної ділянки гільзи з кільцем виникає велика концентрація напружень, причому за рухомим кільцем спостерігається пік розтягуючих напружень, а перед кільцем – стискаючих. Зменшити негативний вплив розтягуючих напружень можливо за рахунок нанесення на робочу поверхню гільзи захисних покриттів, і насамперед – антифрикційних.

#### Література

1. Liu, Q., Huang, X., Shao, X. *et al.* Industrial cylinder liner defect detection using a transformer with a block division and mask mechanism. *Sci Rep* **12**, 10689 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14971-8>.
2. Шепеленко І.В. Технологія зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів із забезпеченням їх антифрикційних властивостей/ І.В. Шепеленко, Я.Б. Немировський, Е.К. Посвятенко// Технологія і техніка друкарства. – 2022. – № 1(75). – С. 29–36. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(75\).2022.266644](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(75).2022.266644).