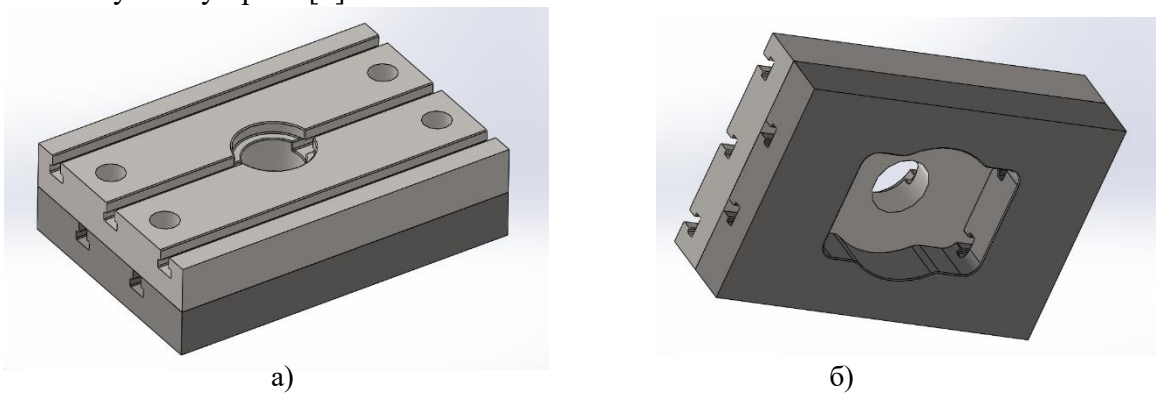
УДК 621.98: 658.512

ДЕФОРМАЦІЙНИЙ СТАН НИЖНІХ ПЛИТ ШТАМПОВИХ БЛОКІВ ПІД ТЕХНОЛОГІЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

О. Пух, група ОТ-21М1,4
В. Мірзак, канд. техн. наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

Відомо, що якість штампованих виробів суттєво залежить від жорсткості штампового оснащення, яке опирається зовнішнім та внутрішнім впливам. У цій «боротьбі» значну роль відіграє жорсткість штампового блоку (стандартного, типового або оригінального). Основними елементами, які забезпечують жорсткість штампового блоку є нижня і верхня плити, колонки та втулки. Найбільш навантаженим елементом цього набору є нижня плита блоку, оскільки вона приймає на себе повне технологічне навантаження. Штампове оснащення, в більшості випадків, експлуатується на відкритих кривошипних пресах, де нижня плита блоку кріпиться до підштампової плити преса за допомогою прихватів або болтів [1]. В підштамповій плиті є отвір для вилучення відходів, кріплення пристрою знімання та виштовхування (рис. 1а). Підштампова плита опирається на стіл преса, який має великий фігурний отвір (рис. 1б), приблизно 30% площі стола [2]. Отже, під навантаженням технологічним зусиллям, вся система (штамповий блок, підштампова плита преса) приходить у складний напружено-деформований стан, де найбільш слабким елементом стає нижня плита блоку. Частина плити, яка знаходиться над отвором, прогинається, що приводить до так званого явища «сходження» або «розходження» напрямних колонок [1]. Як наслідок, виникають додаткові контактні зусилля між колонками та втулками, що погіршує їх експлуатаційні характеристики та впливає на нерівномірність технологічного зазору між робочими деталями штампа. Особливо це небезпечно для штампів з робочими деталями з твердих сплавів. Для таких штампів рекомендують збільшувати товщину нижніх плит майже вдвічі у порівнянні з плитами стандартних блоків, а також застосовувати спеціальні підштампові плити, які встановлюються додатково на підштампову плиту преса [3].



а) б)

Рисунок 1 – Елементи робочого простору преса: а – вид на підштампову плиту з круглим отвором; б – вид на стіл преса з фігурним отвором

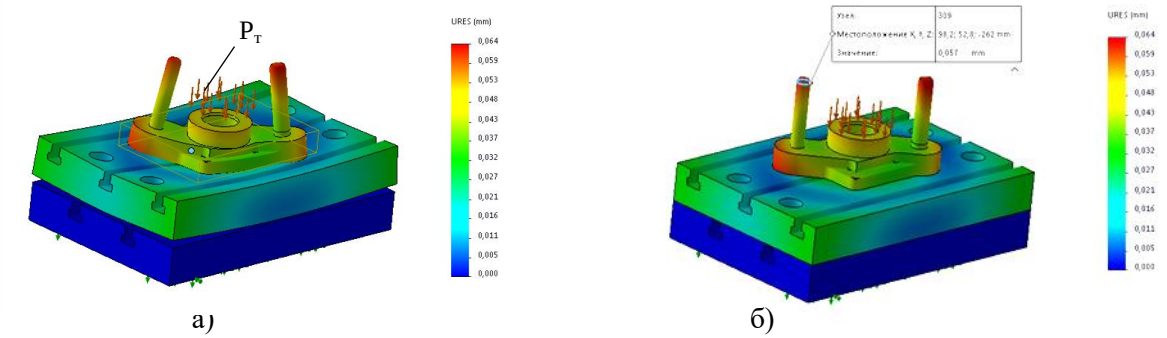
Існує декілька способів підвищення жорсткості нижньої плити: 1 – збільшення товщини плити; 2 – раціональне розміщення кріплення нижньої плити до підштампової плити преса: 3 – модернізації конструкції нижньої плити. Перший спосіб найбільш простий і ефективний, але має суттєвий недолік – збільшення металомісткості блоку та закритої висоти штампу. Другий спосіб менш ефективний, оскільки пов'язаний з габаритами штампового блоку і розташуванням пазів на підштампові плиті. Третій спосіб потребує додаткової механічної обробки поверхні плити і обмежений конструктивними

особливостями штампа.

Найбільш часто на практиці застосовують перший спосіб. В літературі, яка стосується конструювання штампового оснащення, наводяться теоретичні методики розрахунку нижніх плит штампів на міцність [4, 5]. Але ці розрахунки не дають точних результатів. Похибка досягає 15 – 20%, тому, як правило, йдуть шляхом збільшення товщини плит порівняно із результатами розрахунків. Такий підхід суттєво збільшує металомісткість штампів і витрати на його експлуатацію. Окрім того, внаслідок деформації нижньої плити, надзвичайно складно визначити напружено-деформований стан штампу в цілому. Тому робота, що спрямована на зменшення металомісткості штампового оснащення та покращення його експлуатаційних характеристик є актуальним науково-практичним завданням.

Основною задачею даної роботи була розробка оперативної та недорогої методики комплексної оцінки напружено-деформованого стану системи «стіл преса-підштампова плита-штамповий блок», при різних умовах їх силової взаємодії та співвідношенні геометричних параметрів, внаслідок технологічного навантаження. Для рішення цієї задачі був обраний метод кінцевих елементів з використанням просторового комп'ютерного моделювання на базі САПР SolidWorks в середовищі додатка Simulation [6, 7]. Інструментами САПР SolidWorks була побудована в масштабі один до одного твердотільна модель збірки системи «стіл преса-підштампова плита-штамповий блок» з досить високим ступенем деталізації елементів. За основу було взято параметри кривошипного відкритого пресу номінальним зусиллям 400 кН та блок з діагональним розташуванням напрямних елементів. Для цієї моделі збірки у додатку Simulation було створено статичне дослідження.

З метою отримання попередніх результатів поведінки системи під технологічним навантаженням були проведені оціночні випробування моделі збірки з різними варіантами налаштування параметрів дослідження (вибір матеріалів, встановлення контактів компонентів, призначення зовнішніх навантажень, підбір параметрів сітки кінцевих елементів, тощо). На цьому етапі порівнювалися два варіанти поведінки системи. У першому випадку плита не закріплювалась на столі преса, а у другому – моделювалось її закріплення у робочому положенні за допомогою чотирьох болтів. Штамповий блок, в обох випадках, вільно розташовувався по центру підштампової плити. Результати досліджень напружено-деформованого стану системи наведено на (рис. 2).

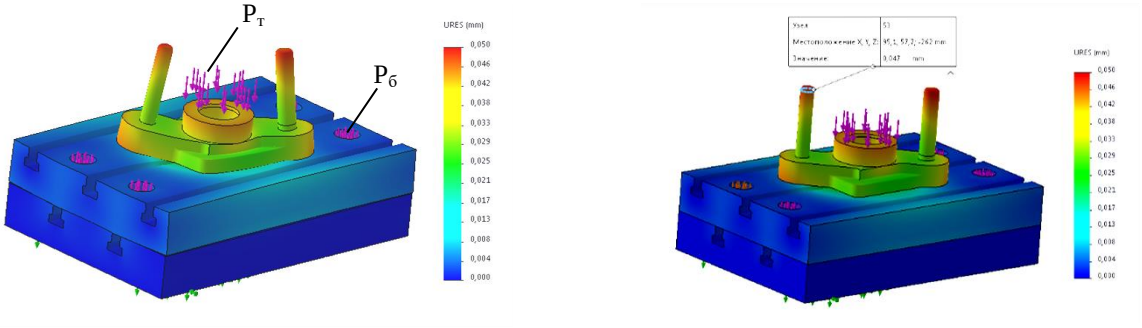


а) б)

Рисунок 2 – Напружено-деформований стан системи «стіл преса-підштампова плита-штамповий блок» при технологічному навантаженні Рт = 200 кН, (підштампова плита не закріплена): а – епюра переміщень; б – результат зондування

На епюрі переміщень відображається, як не закріплена підштампова плита під технологічним навантаженням частково «втягується» в фігурний отвір стола преса, що приводить до її інтенсивного вигинання по контуру, особливо по кутах (рис. 2, а). Штамповий блок, який знаходиться над отвором в підштамовій плиті, також деформується, що наочно видно по переміщенню напрямних колонок до центру блока (явище «сходження» колонок, яке було згадано вище). Задіяння інструменту зондування дало змогу визначити числове значення переміщення верхньої частини колонки, яке склало 0,057 мм (рис. 2, б).

Дещо інша картина спостерігається після закріплення підштампової плити до стола преса у чотирьох точках (рис. 3). Плита майже щільно прилягає по контуру до столу преса і прогин помітний лише у центральній частині (рис. 3, а). Закріплення плити також вплинуло і на переміщення напрямних колонок блоку, що підтверджується результатом зондування (рис. 3, б). Сходження колонок зменшилось до 0,047 мм.



а) б)

Рисунок 3 – Напружено-деформований стан системи «стіл преса-підштампова плита-штамповий блок» при технологічному навантаженні Рт = 200 кН та зусиллі затягування болтів Рб = 100 кН, (підштампова плита закріплена): а – епюра переміщень; б – результат зондування

Отже по результатам оціночних випробувань можна зробити висновок, що моделювання складних деформаційних процесів у системах типу «прес-штамп» в САПР SolidWorks дає об'єктивну картину напружено-деформованого стану системи і може бути взято за основу в подальших дослідженнях.

Данна робота не є завершеним науковим дослідженням і, в подальшому, передбачається її продовження. На підставі отриманих оціночних результатів йде підготовка до коригування твердотільної тривимірної моделі системи «блок-підштампова плита-стіл преса» у напрямку введення в систему елементів кріплення нижньої плити блоку до підштампової плити. Продовжується робота по уточненню початкових умов, умов фіксації елементів, схеми навантаження, підбору параметрів сітки кінцевих елементів. Також розробляються план комп'ютерного експерименту та методика перевірки достовірності отриманих результатів.

Список літератури

1. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке : [6-е изд.] / Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. 530 с.
2. Справочник по оборудованию для листовой штамповки / Л. И. Рудман, А. И. Зайчук, В. Л. Марченко и др.; под ред. Л. И. Рудмана. Киев : Техніка, 1989. 231 с.
3. Справочник конструктора штампов : Листовая штамповка / под общ. ред. Л. И. Рудмана. Москва : Машиностроение, 1988. 496 с.
4. Штампы для листовой штамповки: справочник / под ред. В. В. Белова, Г. И. Хесина. Москва : Машиностроение, 1992. 292 с.
5. Зубцов М. Е. Листовая штамповка : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». Изд. 3-е, перераб. и доп. Ленинград : Машиностроение, 1980. 432 с.
6. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов.– Москва : ДМК Пресс, 2004. 432 с.
7. Алямовский А.А. Инженерные расчёты в SolidWorks Simulation. Москва : ДМК Пресс, 2010. 464 с.