

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ШТАМПОВ ДЛЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Описан новый подход к исследованию контактного взаимодействия элементов разделительных штампов. Исследованно контактное взаимодействие нижних базовых плит, пакета и подштамповой плиты прессы.

Ключевые слова: контактное взаимодействие, напряженно-деформированное состояние, штамп для разделительных операций, нижняя базовая плита, метод конечных элементов.

Введение

Во многих работах [1–10] для исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов разделительных штампов предложены различные подходы, разработаны расчетные и математические модели, а также созданы соответствующие программно-модельные комплексы и получены отдельные результаты расчетов НДС пуансон, матриц, пуансон-матриц, базовых плит, съемников, колонок и т.п. При этом расчетные схемы элементов исследованных штампов строятся в основном на основе выделения отдельных деталей штампов (а действие остальных заменяется соответствующими граничными условиями и усилиями нагружения). В то же время в некоторых работах используются расчетные схемы и математические модели, предусматривающие анализ НДС с учетом контактного взаимодействия элементов штампов друг с другом, с деталями прессы и листового материала (заготовки). Однако достаточно полная, сбалансированная по адекватности, точности и требованиям к вычислительным ресурсам модели разделительного штампа с учетом множества конструктивных и технологических параметров в настоящее время отсутствует. В свою очередь это заставляет обратиться к формированию расчетных, математических и численных моделей элементов штампов, компромиссных с точки зрения упомянутых факторов.

В частности, в работах [6, 7, 9] описаны подходы к формированию моделей отдельных сегментов разделительных штампов на примере базовых плит, на которые действуют усилия штамповки, передаваемые от сменного пакета. Кроме того, нижние базовые плиты опираются на подштамповые плиты прессы. Таким образом, получаем достаточно сложную подсистему, которая дает возможность моделировать контактное взаимодействие и НДС базовых плит разделительных штампов.

С использованием разработанных в [6, 7, 9] моделей в данной работе ставится цель исследовать влияние варьирования конструктивных параметров на прочностные и жесткостные характеристики нижних базовых плит разделительных штампов.

Материалы и методика исследований

Следуя работам [1, 3], из всего разнообразия разноуровневых подсистем технологической системы штамповки выделим подсистему «сменный пакет – нижняя базовая плита – подштамповая плита прессы» (рис. 1).

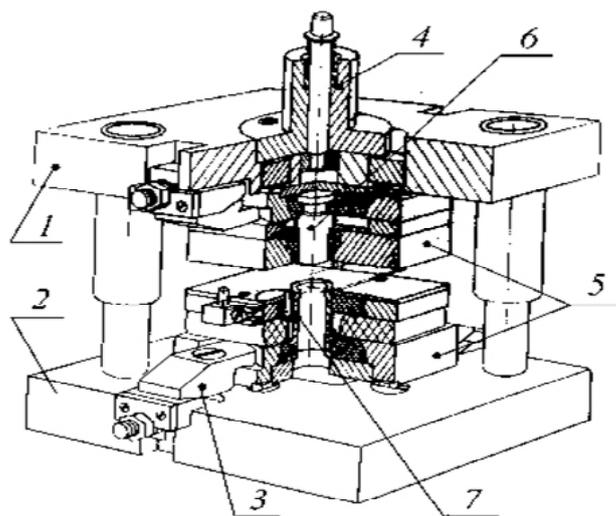


Рис. 1. Взаимодействие элементов разделительных штампов на примере конструкции УСПШ совмещенного действия:

- 1 – верхняя базовая плита; 2 – нижняя базовая плита;
3 – прихваты; 4 – хвостовик; 5 – пакет; 6 – пуансон;
7 – матрица

В данной подсистеме учитывается контактное взаимодействие в сопряжениях «сменный пакет – нижняя базовая плита» и «нижняя базовая плита – подштамповая плита прессы». В силу симметрии рассматривается j конструкции (рис. 2). Усилие штамповки задавалось как $P_{шт} = 10^5$ Н. Размеры нижней базовой плиты штампа 300×300 мм. Высота пакета – 100 мм. Толщина плиты H варьировалась в диапазоне $15 \div 90$ мм, а диаметр провального отверстия – 160–360 мм.

В среде ANSYS Workbench была построена конечно-элементная модель исследуемого объекта, содержащая около 850 тыс. степеней свободы (рис. 3).

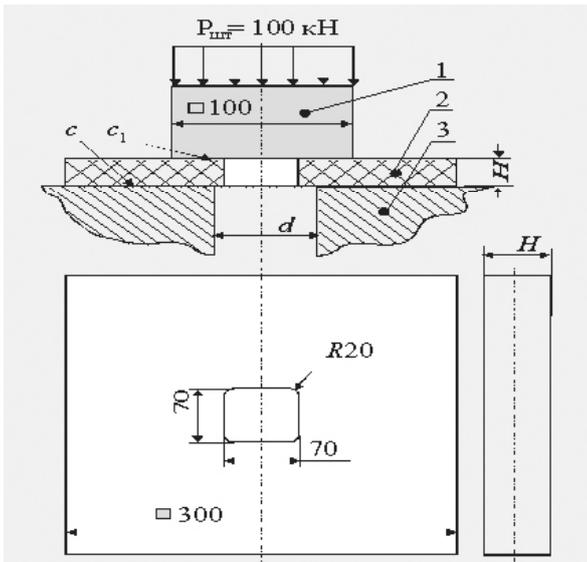


Рис. 2. Расчетная схема нижней базовой плиты во взаимодействии с пакетом и подштамповой плитой прессы:
1 – пакет; 2 – нижняя плита; 3 – поштамповая плита; c, c_1 – поверхности контакта

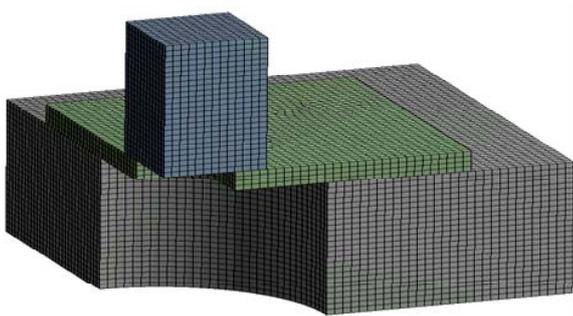


Рис. 3. Конечно-элементная модель (метод создания сетки – sweep-протягивание)

В ходе исследований варьируется толщина нижней базовой плиты штампа H , а также d – диаметр провального отверстия (см. рис. 2). Контролируется величина перемещений точек базовой плиты, напряжения в ней и уровень контактных давлений в верхнем и нижнем сопряжениях (см. рис. 2).

Анализ полученных результатов

Некоторые характерные распределения компонент напряженно-деформированного состояния (НДС) представлены на рис. 4–7.

Большой интерес представляет зависимость характерных величин НДС исследуемой системы от варьируемых параметров (p_1 – толщина нижней базовой плиты штампа H и p_2 – диаметр провального отверстия d). На рис. 8 приведены искомые зависимости.

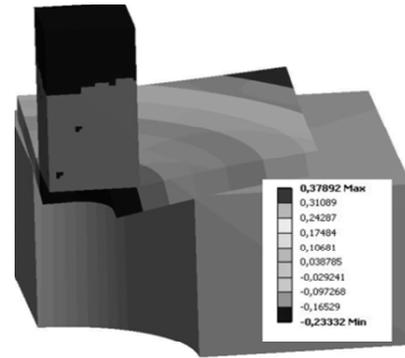


Рис. 4. Перемещения элементов подсистемы (мм) вдоль оси действия усилия штамповки $P_{шт}$ (прогибы)

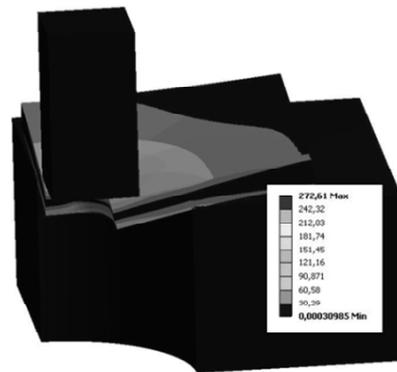


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений по Мизессу (МПа) во всей подсистеме

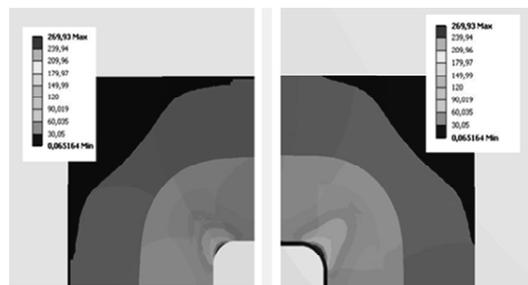


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений по Мизессу (МПа) в нижней базовой плите: вид сверху (слева) и снизу (справа)



Рис. 7. Распределение контактных давлений (МПа) в сопряжениях нижней базовой плиты с пакетом (слева) и подштамповой плитой прессы (справа)

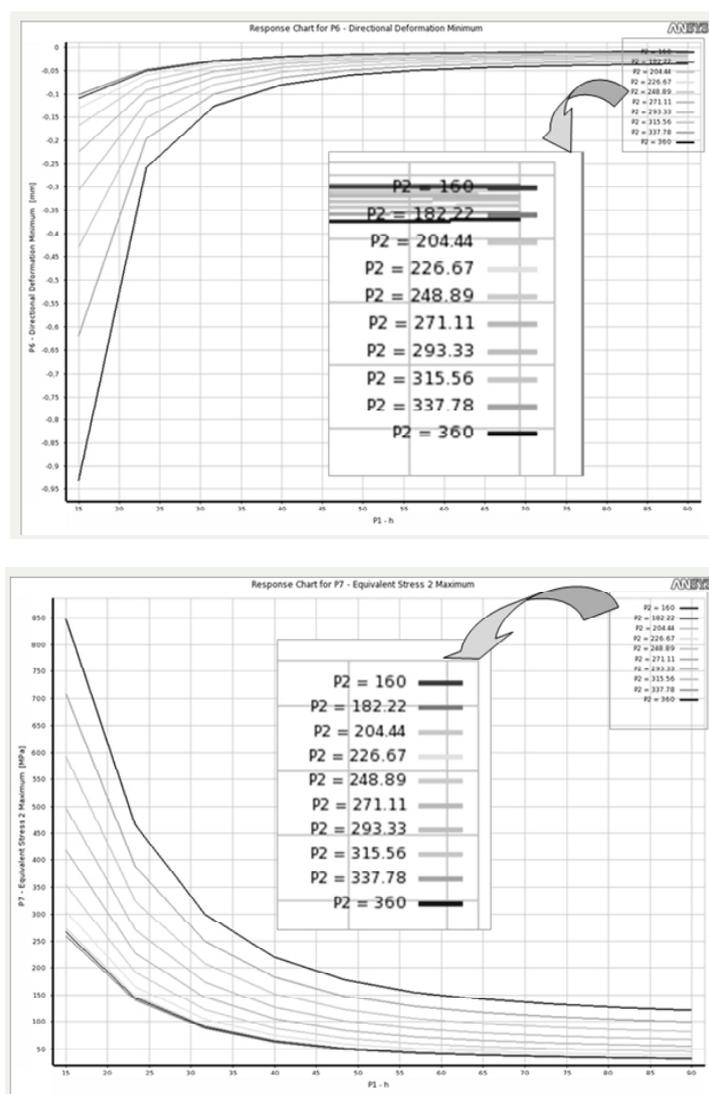


Рис. 8. Изменение максимальных (по модулю) прогибов (мм) в нижней базовой плите при варьировании p_1 (H, мм) и p_2 (d, мм) (верхний график), а также максимальных эквивалентных напряжений (МПа) в этой плите (нижний график)

Выводы

Анализ полученных зависимостей позволяет сделать следующие выводы.

1. Созданная параметрическая модель нижней части штампа дает возможность проводить анализ влияния изменения основных конструктивных параметров исследуемой технологической системы на ее НДС при одновременном их изменении, что отличает данный подход от ранее применяемых [1], когда параметры изменялись поочередно.

2. Полученные графические зависимости максимальных прогибов и напряжений в нижней базовой плите штампа дают возможность достаточно просто решать задачи обоснования конструктивных параметров нижней базовой плиты по критериям прочности и жесткости, напрямую связанных с работоспособностью штампов и качеством выполнения технологической операции штамповки.

3. Анализ полученных зависимостей прогибов и эквивалентных напряжений от толщины нижней базовой плиты и диаметра провального отверстия штампа свидетельствует о том, что в исследованном интервале изменения этих варьируемых параметров поверхности отклика имеют достаточно плавный монотонный характер изменения вдоль каждого сечения. При этом присутствует большая область плавного их изменения, но в зоне малых толщин и больших диаметров наблюдаются резкие всплески. Это является характерной особенностью, которую необходимо учитывать при проектировании штампов.

4. Полученные в работе поверхности отклика могут быть положены в основу при формировании специализированной базы данных для обоснования рациональных параметров базовых плит разделительных штампов по критериям прочности, жесткости, массы, габаритов и качества выполнения технологических операций.

В дальнейших исследованиях планируется проанализировать зависимость компонент напряженно-деформированного состояния элементов штампов на основе предложенного подхода и с использованием построенных моделей от варьируемых конструктивных и технологических параметров.

Список литературы

1. Дьоміна Н. А. Удосконалення методів розрахунку елементів штампного оснащення на основі аналізу їх напружено-деформованого стану: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.03.05 «Процеси та машини обробки тиском» / Н. А. Дьоміна – Харків, 2011. – 20 с.
2. Заярненко Е.И. Разработка математических моделей и расчеты на прочность разделительных переналаживаемых штампов : дисс... доктора. техн. наук: спец. 01.02.06 и 05.03.05 / Заярненко Евгений Иванович. – Харьков, 1992. – 280 с.
3. Базовые плиты разделительных штампов: напряженно-деформированное состояние с учетом контактного взаимодействия / [Ищенко О. А., Демина Н. А., Грабовский А. В. и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2011. – № 51. – С. 50–58.
4. Ткачук А. Н. Экспериментальное исследование контактного взаимодействия сопряженных тел / Ткачук А. Н., Ищенко О. А., Ткачук А. В. // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2012. – № 22. – С. 116–120.
5. Анализ чувствительности прочностных и динамических характеристик машиностроительных конструкций на основе прямого возмущения конечно-элементных моделей / [Ткачук Н. А., Танченко А. Ю., Ткачук А. Н. и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2012. – № 22. – С. 147–69.
6. Влияние геометрических параметров базовых плит на их напряженно-деформированное состояние / [Ищенко О. А., Демина Н. А., Грабовский А. В., Ткачук А. В.] // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 2 (31). – С. 221–226.
7. Ищенко О. А. Формирование комплексных расчетных моделей элементов штампов для разделительных операций / Ищенко О. А., Ткачук Н. А., Кротенко Г. А. // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2012. – № 47(953). – С. 34–38.
8. Экспериментальное определение контактных давлений в технологической системе «пуансон – заготовка – матрица» разделительного штампа / [Мовшович И. Я., Ткачук Н. А., Ткачук А. В., Демина Н. А.] // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2012. – № 9. – С. 25–30.
9. Моделирование напряженно-деформированного состояния базовых плит разделительных штампов / [Ищенко О. А., Демина Н. А., Грабовский А. В., Ткачук Н. А.] // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2012. – № 9. – С. 40–44.
10. Ткачук Н. Н. Моделирование контактного взаимодействия плоского штампа с полупространством / Ткачук Н. Н., Ткачук Н. А. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2012. – № 10. – С. 11–17.

Одержано 12.03.2013

Ищенко О.А. Контактна взаємодія елементів для розділових штампів

Описано новий підхід дослідження контактної взаємодії елементів розділових штампів. Досліджена контактна взаємодія нижніх базових плит, пакету та підштампової плити преси.

Ключові слова: контактна взаємодія, напружено-деформований стан, штамп для розділових операцій, нижня базова плита, метод скінченних елементів.

Ishenko O. Pin co-operation of elements of stamps for dividing operations

The new approach to the contact interaction of elements dividing stamps was given. Contacts of the lower base plate, package and die under the press platens were investigated.

Key words: pin co-operation, tensely-deformed state, stamp for dividing operations, bottom base flag, method of eventual elements.