

Рис. 4. Фазовий портрет коливань ТН для різних значень пружного та в'язкого опору

5. Висновки. Наявність в'язкого опору зменшує амплітуду коливань та позитивно впливає на стійкість системи. Певним підбором параметрів системи можна добитися необхідного динамічного режиму роботи ТН, віброгратки та системи в цілому для забезпечення її ефективної роботи.

Список літератури: 1. Математическая модель многосекционных выбивных агрегатов с учётом рассеяния энергии / В.П. Нисонский, И.И. Гергега, М.Р. Козулькевич Ю.В. и др. // Пробл. прочности. – 1994. – №10. – С. 30–36. 2. Гергега И.И. Математична модель ланцюгово-розгалуженої віброударної коливальної системи/ І.І.Гергега, В.П.Нисонський // Доп. НАН України. – 1994. – №5. – С. 58-63. 3. Нисонський В.П. Математична модель багатосекційного вібраційного агрегату / В.П.Нисонський, І.І.Гергега, В.М.Шопа // Доп. НАН України. – 2000. – №6. – С.62-65. 4. Барчан Е.Н. Экспериментальное исследование динамических процессов в выбивной машине с дебалансным приводом / Е.Н. Барчан, Н.А. Ткачук, А.В. Грабовский // Вісник НТУ «ХП». Тем. вип.: Машинознавство та САПР. – Харків:НТУ «ХП». – 2007. – №3. – С. 17-23. 5. Грабовский А.В. Методы и алгоритмы верификации сил ударного взаимодействия в виброударных системах / А.В.Грабовский // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. - № 3/9 (45). – С.42-46. 6. Нисонський В.П. Математичне моделювання динамічного режиму роботи віброударних агрегатів з ланцюгово-розгалуженим способом з'єднання твердих тіл / В.П.Нисонський // Автомат. вироб. процесів у машинобуд. та приладобуд. – Вип. 40. – С. 170-177. 7. Вешневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе / С.Н. Вешневский. – М., Л.: Энергия, 1966. – 400 с. 8. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учебное пособие для ВУЗов. 2 изд. / И.И.Алиев. – М.: Высшая школа, 2000. – 256 с. 9. Кононенко В.О. Колебательные системы с ограниченным возбуждением / В.О.Кононенко – М.: Наука, 1964. – 254 с.

Поступила в редколлегию 16.03.11

Н.А. ДЕМИНА, ст. преподаватель каф. высшей математики, Государственный Таврический агротехнологический университет, Мелитополь,
О.А. ИЩЕНКО, ассистент каф. высшей математики, Государственный Таврический агротехнологический университет, Мелитополь,
Ю.Д. СЕРДЮК, генеральный директор, ЗАО «АзовЭлектросталь», Мариуполь

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАТРИЦ И ПУАНСОНОВ С ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКОЙ

У статті описані результати дослідження контактної взаємодії пуансонів і матриць розділових штампів з листовою заготовкою. Застосована технологія чутливих до тиску індикаторних плівок. Отримані розподіли контактної тиску і контактних зон в області ріжучих кромки пуансонів і матриць

В статье описаны результаты исследования контактного взаимодействия пуансонов и матриц разделительных штампов с листовой заготовкой. Применена технология чувствительных к давлению индикаторных пленок. Получены распределения контактного давления и контактных зон в области режущих кромок пуансонов и матриц

In the paper the results of research of contact interaction of puncheons and matrices of dividing stamps with sheet purveyance are described. Technology of sensible to pressure indicator tapes is applied. Distribution of contact pressure and contact areas is got in area of cuttings edges of puncheons and matrices

Введение. Для исследования прочности элементов разделительных штампов используются различные методы и средства. Описание некоторых традиционных методов приведены в диссертации Е.И. Заярненко [1]. В то же время появились новые методики исследований. Они представлены, в частности, в диссертации [2] и статьях [3-8].

Описанные в этих работах подходы и модели, а также полученные результаты численного моделирования требуют экспериментального подтверждения. Это составляет цель работы. Для расчетно-экспериментального исследования привлекаются результаты исследований контактного давления и контактных площадок в зоне сопряжения пуансонов и матриц разделительных штампов с листовой заготовкой.

1. Методика экспериментальных исследований. Сравнительный анализ результатов численных и экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов штамповой оснастки можно провести по результатам моделирования компонент НДС или по картинам распределения контактных давлений. Первый из упомянутых наборов результатов является более доступным для измерений, в связи с чем был получен многими исследователями. В частности, можно привлечь результаты

экспериментальных исследований, полученные методами фотоупругости, тензометрии, голографической интерферометрии, описанные в [1]. С другой стороны, определение контактных давлений (второй набор результатов) требует проведения более тщательных экспериментов, поскольку их измерение в зоне режущих кромок затруднительно, т.к. они труднодоступны. Кроме того, сами средства измерения достаточно дороги (если они обладают высокой точностью) или неточны (при доступной цене). В связи с этим потребовалось проведение дополнительных исследований с применением чувствительных к контактному давлению материалов.

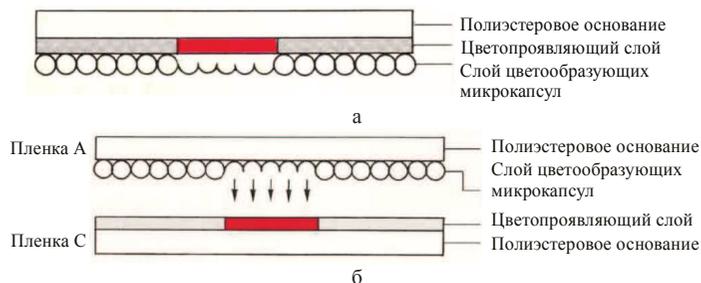


Рис. 1. Строение и принцип действия одинарных (а) и составных (б) контактных пленок

В частности, в работе были использованы чувствительные к давлению контактные пленки фирмы Fujitsu

[www.fujitsumicro.com]. Они бывают различной чувствительности (от долей до сотен МПа) и применяются в контактном сопряжении различных взаимодействующих элементов. Схема работы пленок приведена на рис. 1, а данные для их расшифровки – на рис. 2. В данном случае они устанавливаются между пуансоном и штампуемым материалом – Π_1 , между заготовкой и матрицей – Π_2 (рис. 3). Сборка пуансон – матрица – пуансон-матрица с размерами (рис. 4, табл. 1) устанавливалась на нагрузочном приспособлении (рис. 5).

Усилие в приспособлении создавалось при помощи винтовой пары и измерялось при помощи динамометра (месдоза с наклеенными тензодатчиками, протарированная от 0 кН до 10 кН). Расшифровка контактных

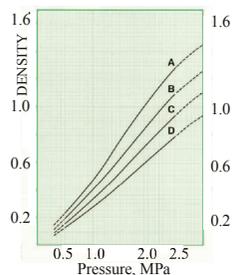


Рис. 2. Кривые зависимости давление – интенсивность цвета отпечатка для пленки LLW

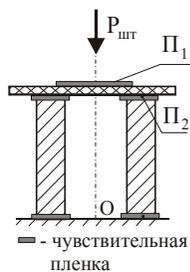


Рис. 3. Схема установки контактных пленок

Таблица 1
Размеры исследуемых элементов штамповой оснастки, мм

d_4	H_1	H_2	d_2	d_3	d_1	t	H_3
30	50	30	50	31	30,0	1	10
					30,0-0,1	2	
					30,0-0,2	5	
					30,0-0,5		

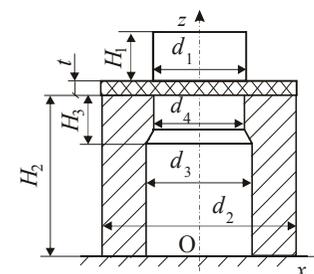


Рис. 4. Геометрические параметры исследуемой сборки



Рис. 5. Экспериментальная установка (нагрузочное приспособление)

2. Результаты сравнительных расчетно-экспериментальных исследований. На рис. 6-8 представлены полученные в ходе экспериментальных измерений контактные отпечатки. Некоторые отпечатки приведены для контакта по всей поверхности, некоторые – для секторальных вырезов. Видно полное качественное и удовлетворительное количественное соответствие по контактным площадкам и контактным давлениям. Погрешность – не выше $10 \div 15\%$ [2] (рис. 9).



Рис. 6. Пробный оттиск в сопряжении матрица – заготовка – пуансон (нулевой зазор)

Рис. 7. Контактные отпечатки, полученные в ходе экспериментальных измерений (заготовка толщиной 5 мм, зазор 0,1 мм, усилие $P_{шт} = 9$ кН)

Таким образом можно заключить, что наблюдается удовлетворительное соответствие расчетных и экспериментальных результатов. Экспериментально подтверждена достоверность и точность полученных при численном расчете результатов. Результирующая погрешность не превышает 15%. Это достаточно

хорошее соответствие, особенно учитывая сложность моделируемых процессов и состояний, а также неизбежно вносимое при размещении пленок искажение реальных условий контакта, а, значит, и соответственно образующую погрешность в определении давлений.

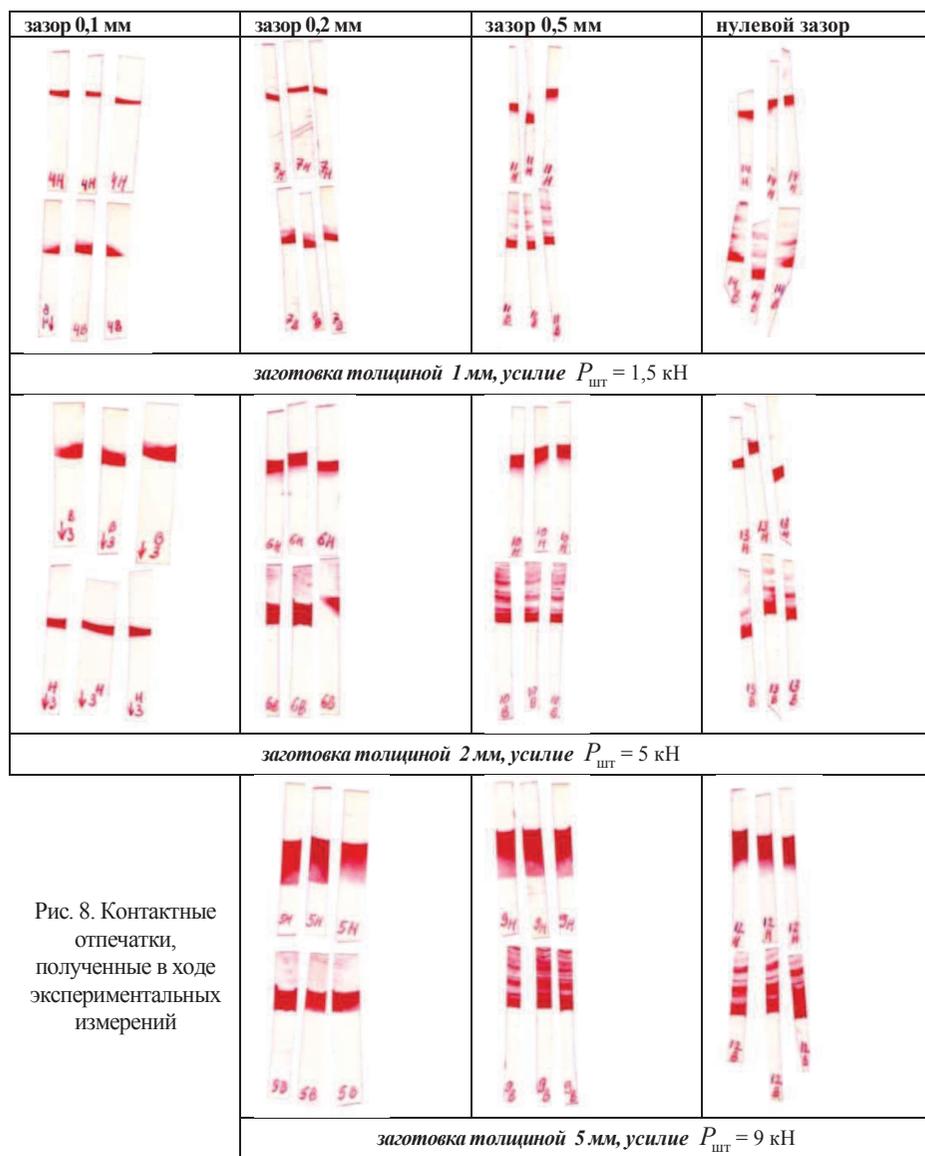


Рис. 8. Контактные отпечатки, полученные в ходе экспериментальных измерений

Заключение. По материалам исследований, описанных в работе, можно

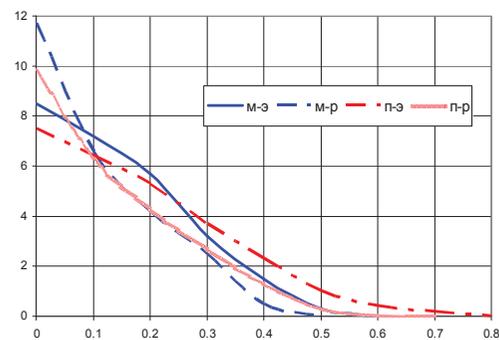


Рис. 9. Распределение контактного давления, МПа, по ширине пояса контакта, мм: «п-э» – пуансон, эксперимент; «п-р» – пуансон, расчет; «м-э» – матрица, эксперимент; «м-р» – матрица, расчет

подтверждение концентрация всех компонент тензора напряжений в зоне режущих кромок пуансонов, матриц и пуансон-матриц

3. Установлено, что погрешность полученных численным путем результатов не превышает 15 %.

В качестве направлений дальнейших исследований планируется анализ распределений контактных давлений в сопряжениях матриц и пуансонов с листовыми заготовками при варьировании толщины и свойств материалов заготовок.

Список литературы: 1. Зяярненко Е.И. Разработка математических моделей и расчеты на прочность разделительных перенастраиваемых штампов: дисс... доктора. техн. наук: спец. 01.02.06 и 05.03.05 / Зяярненко Евгений Иванович. – Харьков, 1992. – 280 с. 2. 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. – 21 с. 3. Гоголь Н.А. (Деміна Н.А.) К задаче формирования расчетных элементов технологических систем листовой штамповки / Н.А. Гоголь, О.В. Назарова, А.В. Ткачук [и др.] // Вестник НТУ „ХПИ”. – Харьков: НТУ „ХПИ”. – 2005. – № 47. – С.50-60. 4. Деміна Н.А. Влияние конструктивных и технологических параметров на напряженно-деформированное состояние матриц штампов холоднолистовой штамповки / Н.А. Деміна // Вестник НТУ „ХПИ”. – Харьков: НТУ „ХПИ”. – 2005. – № 60. – С.68-76. 5. Деміна Н.А. Моделирования элементов технологических систем листовой штамповки / О.П. Назарова, Н.А. Деміна // Мат. 2 Міжнар. наук.-практ. конф. „Дні науки-2006”. Том 10. Технічні науки. – Дніпропетровськ, 2006. – С.45-47. 6. Деміна Н.А. Численное моделирование процесса холоднолистовой штамповки / Н.А. Деміна, О.П. Назарова, А.Д. Чепурной [и др.] // Вестник НТУ „ХПИ”. – Харьков: НТУ „ХПИ”. – 2006. – № 3. – С.70-79. 7. Деміна Н.А. Контактное взаимодействие в сопряжении „пуансон – штампуемый материал – матрица” / Н.А. Деміна, О.П. Назарова, А.Н. Ткачук // Вестник НТУ „ХПИ”. – Харьков: НТУ „ХПИ”. – 2007. – № 23. – С.39-48. 8. Деміна Н.А. Моделирование контактного взаимодействия элементов штамповой оснастки / Н.А. Ткачук, Н.А. Деміна, Ю.Д.Сердюк [и др.] // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2010. – № 2 (23). – С. 240-248.

сделать следующие выводы.

1. Экспериментально подтверждено, что контакт режущих элементов разделительных штампов со штампуемым материалом осуществляется по локальным площадкам шириной 0,1÷0,5 от толщины штампуемого материала.

2. Установлено, что контактное давление в сопряжении матриц, пуансонов, пуансон-матриц со штампуемым материалом распределяется неравномерно, при этом максимум достигается в зоне режущей кромки. Получила