

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ОСВІТИ
УКРАЇНИ, ВІДДІЛЕННЯ МЕХАНІКИ ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ

МЕХАНІКА ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

Науково-технічний журнал

1'2011

Держвидання

Свідоцтво Міністерства Інформації України
КВ №3648 від 27.01.1999 р.

ЗАСНОВАНИЙ

рішенням Президії АН ВО України 28.11.96.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

акад. АН ВО, д.т.н., проф. Є.Є. Александров

Заступники головного редактора:

акад. АН ВО, д.т.н., проф. Д.В. Бреславський
акад. АН ВО, д.т.н., проф. А.П. Марченко

Відповідальний секретар:

к.т.н., доц. Т.К. Пильова

Члени редколегії:

акад. АН ВО, д.т.н., проф. Ю.М. Внуков
акад. АН ВО, д.т.н., проф. Ю.С. Воробйов
акад. АН ВО, д.т.н., проф. В.С. Гапонов
акад. АН ВО, д.т.н., проф. А.І. Грабченко
акад. АН ВО, д.т.н., проф. А.Т. Лебедев
акад. АН ВО, д.т.н., проф. Г.І. Львов
акад. АН ВО, д.т.н., проф. О.К. Морачковський
акад. АН ВО, д.т.н., проф. М.А. Подригало
акад. АН ВО, д.т.н., проф. В.Б. Самородов
акад. АН ВО, д.т.н., проф. Ю.В. Тимофієв
акад. АН ВО, д.т.н., проф. А.М. Туренко

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

61002 Харків-2, вул. Фрунзе, 21,
НТУ "ХПІ", каф. КГМ ім. О.О. Морозова
Тел. 707-63-55, 707-63-17
E-mail: mech_mb@meta.ua

ISSN 2078-7766

ЗМІСТ

Прикладна механіка

- Дронь Н.М., Хорольский П.Г., Дубовик Л.Г.,
Безуглый В.А.* Оценка эффективности очистки
низких околоземных орбит от мелкого
космического мусора при отдельном запуске
устройства для его улавливания..... 3
- Ковтун А.В.* Об изменении резонансных частот
колебаний механических систем при наличии
трения 9
- Ольшанский В.П., Ольшанский С.В.* Упрощенный
расчет колебаний зерновой смеси, сепарируемой
цилиндрическим виброрешетом..... 15
- Радиевский А. Е.* Вынужденное движение
гармонического осциллятора..... 23
- Хорольский П. Г.* Оценка баллистической
целесообразности применения ракетных
двигателей с глубоким дросселированием тяги на
первых ступенях ракет-носителей..... 30

Динаміка та міцність машин

- Ищенко О.А., Демина Н.А., Сердюк Ю.Д.,
Ткачук А.В., Танченко А.Ю.* Напряженно-
деформированное состояние элементов
разделительных штампов при варьировании
граничных условий..... 38

Транспортне машинобудування

- Александрова Т. Е., Александрова И. Е.,
Беляев С. Н.* Имитационное моделирование
внешних возмущений, действующих на танковую
пушку..... 43
- Белов В.К., Подгорный М.В.* Релаксационный
гидравлический амортизатор..... 51

<i>Бондарь А.И., Дестярь С.М., Магерамов Л.К.-А., Павленко С.А., Смоляков В.А.</i> К вопросу электрического пуска дизельных двигателей отечественных танков.....	54
<i>Борисенко А.И., Лавришенко О.В., Сосина Е.В.</i> Определение информационных параметров для систем управления и диагностики дизель-генераторов.....	59
<i>Брудь С.Т., Ткачук П.А., Васильев А.Ю., Карпейчик П.И.</i> Моделирование физико-механических процессов в корпусах легкобронированных машин: подходы, модели, эффекты.....	66
<i>Вакуленко В.В., Возгрии Ю.В., Иванов Ю.И., Кузьминский В.А., Лазурко А.В.</i> Исследование пусков двигателя с повышенным противодавлением на выпуске.....	73
<i>Вакуленко В.В., Возгрии Ю.В., Кузьминский В.А., Ковалев М.С., Михайлов В.В.</i> Баланс тепла и температуры в паре трения уплотнения насоса подогревателя.....	83
<i>Волощевич Д.О., Веретенников Е.А.</i> Зависимость динамичности разгона БМ Оплот в различных дорожных условиях от способа разбивки передаточных отношений в бортовых планетарных коробках передач.....	94
<i>Дуцінка В.В., Мусницька Г.В.</i> Оцінка впливу системи підресорювання гусеничної машини на навантаженість її силової установки і трансмісії.....	98
<i>Климов В.Ф., Магерамов Л.К.-А., Герасименко В.И., Кудреватых Д.Н., Шипулин А.А.</i> Система охлаждения – основной фактор, определяющий подвижность бронированных объектов.....	103
<i>Назаров В.И.</i> Підвищення довговічності барабаних гальмових механізмів легкових автомобілів в умовах експлуатації.....	109
<i>Никонов О.Я., Подоляка О.А., Середина А.И.</i> Бионика автомобиля на основе гибридных нейрофаззи сетей.....	118
<i>Подригало М.А., Коробко А.И., Клец Д.М., Мостова А.М.</i> Удосконалення методу визначення компонентів сили опору руху автомобіля.....	123
<i>Подригало М.А., Тарасов Ю.В., Коробко А.И., Шейн В.С.</i> Достижение достоверности результатов испытаний пар трения тормозных механизмов.....	128
<i>Поторока А.В., Решетило Е.И., Дреус С.Ю., Павлов А.Е., Воронцов С.И.</i> Использование аксиально-поршневых гидрообъемных передач для привода водоходного движителя плавающих машин.....	132
<i>Ребров А.Ю., Самородов В.Б., Кучков В.В.</i> Определение рациональной энергонасыщенности пахотного МТА на базе колесного сельскохозяйственного трактора.....	136
<i>Тертоқ Н.Ә., Дудукалов Ю.В., Гладкая П.И., Федченко В.В.</i> Структура системомыследеятельностного комплекса для моделирования транспортных систем.....	141
<i>Чепков И.Б., Бісик С.П., Корбач В.Г., Голуб В.А.</i> Числове моделювання ударно-хвильового навантаження днища транспортного засобу.....	149

Технологія машинобудування

<i>Лавришенко С.И., Ярмук П.С.</i> Исследование динамических характеристик процесса резания оптических полимеров.....	155
<i>Лузган С.О.</i> Структура концепції відновного ремонту газотермічним напиленням покриттів.....	163
<i>Приймаков О.Г., Градиський Ю.О., Ялчик О.Г.</i> Чисельні дослідження міри втомних пошкоджень зносоконттактних пар тертя на базі теорії двомірних марковських процесів.....	169

Історія машинобудування

<i>Епифанов В.В., Писарская Н.В.</i> Главный конструктор дизельных двигателей (к 105-летию со дня рождения И.Я. Трашутина).....	177
---	-----

Друкується за рішенням Вченої ради Національного технічного університету "ХПІ", протокол № 10 від 1.11.2011 р.

Механіка та машинобудування // Науково-технічний журнал. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – № 1. – 184 с.

Збірник наукових та науково-практичних статей з питань механіки, машинобудування та сучасних технологій різноманітних галузей промисловості.

© Національний технічний університет "ХПІ", 2011

ДИНАМІКА ТА МІЦНІСТЬ МА- ШИН

УДК 621.98.073: 539.3

Ищенко О.А., Демина Н.А., канд. техн. наук; Сердюк Ю.Д.,

Ткачук А.В., канд. техн. наук; Танченко А.Ю.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ШТАМПОВ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Введение. Основной направленностью проводимых исследований элементов разделительных штампов, в частности, матриц, является разработка новых подходов, моделей и алгоритмов, и, в конечном итоге, – комплекса численных моделей для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов штамповой оснастки (ЭШО) с учетом контактного взаимодействия [1-3]. Основным результатом работы является инструмент численных расчетов параметров оснастки, встраиваемый в системы их автоматизированного проектирования. В ходе исследований, описанных в [1-3], был решен ряд конкретных задач, которые могут послужить основой для разработки некоторых рекомендаций при обосновании параметров элементов разделительных штампов. Однако полного решения эта задача не получила. В то же время для уточнения решения по определению напряженно-деформированного состояния элементов штампов требуется анализ влияния на него граничных условий в зоне подошвы матриц. Это является предметом исследований, описанных в данной статье.

Постановка задачи. Достаточно актуальным является вопрос баланса перемещений режущих кромок пуансонов и матриц и тесно

48

Механіка та машиноб.

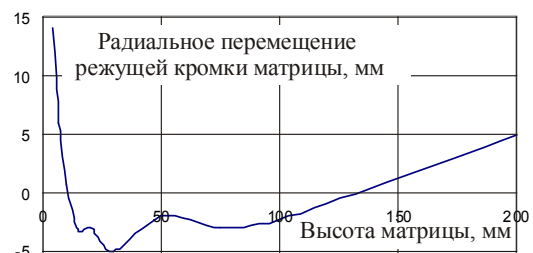


Рис. 1. Баланс перемещений с учетом радиального деформирования кромки матрицы диаметром 30 мм

связанная с ним задача назначения технологического зазора между ними. В ходе исследований установлено, что в общий баланс перемещений в зоне режущих кромок оказывают больший вклад перемещения точек матрицы, а не пуансона. При этом для того или иного набора конструктивных параметров можно построить базу данных, отражающую влияние варьируемых параметров на изменение радиального зазора между режущими кромками матрицы и номинальным геометрическим положением в ненагруженном состоянии. Пример графического представления результатов подобных исследований – на рис. 1. Здесь показано изменение радиального номинального технологического зазора вследствие упругого деформирования кромки матрицы Δ_r . Видно, что при установлении зазора $\Delta > 30\div 50$ мкм влияние фактора Δ_r незначительно. Однако при величине зазора $\Delta \leq 10$ мкм данный фактор становится определяющим. Если же рассматривать беззазорную штамповку, то в диапазоне высот матрицы от 10 мм до 130 мм наблюдается эффект формирования „отрицательного” технологического зазора уже в ходе технологической операции вследствие упругого деформирования. Это на практике может привести к разрушению матрицы пуансоном уже на первых операциях пробивки – вырубки (или – кромок пуансона).

Что касается напряженного состояния пуансонов, матриц и пуансон-матриц, то уровень максимальных эквивалентных напряжений, как следует из [1-3], наблюдается в зоне режущих кромок и, как установлено, прямо пропорционален напряжению среза штампуемого материала: $\sigma_s^{\max} = k_s \sigma_{cp}$, где k_s – коэффициент, определяемый в ходе расчетов напряженно-деформированного состояния.

Тогда вопрос обеспечения прочности пуансонов, матриц и пуансон-матриц при единичном или мелкосерийном производстве определяется условием $k_s \sigma_{cp} \leq \sigma_T / k$, где σ_T – предел текучести материала инструмента; k – коэффициент запаса.

В то же время при крупносерийном и массовом производстве требуется выполнение условия $k_s \sigma_{cp} \leq \sigma_0 / k$, где σ_0 – коэффициент выносливости материала инструмента при импульсном многоцикловом нагружении.

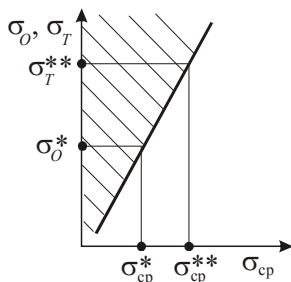


Рис. 2. К выбору свойств материала па-

штамповой оснастки с учетом контактного взаимодействия. Они являются основой при принятии проектных решений.

Тогда по графику на рис. 2 можно или решать задачу обоснования свойств материала пуансонов, матриц и пуансон-матриц, или при выбранном материале определять, для какого штампуемого материала можно применять данную оснастку (в т.ч. для единичного – σ_{cp}^* или крупносерийного – σ_{cp}^{**} производства соответственно).

В то же время приведенные примеры являются достаточно иллюстративными, поскольку только обозначают тенденции принятых проектных решений. Основное внимание следует уделять формированию электронных баз данных по результатам многовариантных расчетов НДС элементов

Рекомендации по применению созданных моделей к проектированию элементов разделительных штампов и выбору технологических параметров штамповки изложены в работах [1-3] и в основном отображают анализ НДС в зоне режущих кромок.

Отдельного рассмотрения требует вопрос влияния граничных условий в зоне подошвы матрицы на ее напряженно-деформированное состояние. Рассмотрены случаи жесткого закрепления подошвы, контакта без трения и с различными коэффициентами сухого трения (рис. 3).

Результаты расчета напряженно-деформированного состояния матриц при помощи метода конечных элементов. На рис. 4-9 приведены картины, характеризующие влияние на напряженно-деформированное состояние точек матрицы граничных условий на подошве. Видно, что ограниченные условия влияют на поведение матрицы только в зоне самой подошвы. В остальной части это влияние мало или пренебрежимо. В связи с этим можно заключить, что при проектировании штампа способ закрепления матриц может выбираться в основном из условий сохранения технологического зазора, а не стойкости матриц.

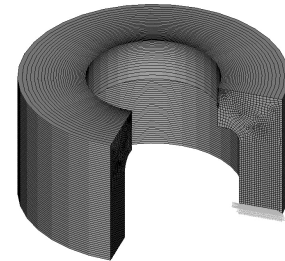
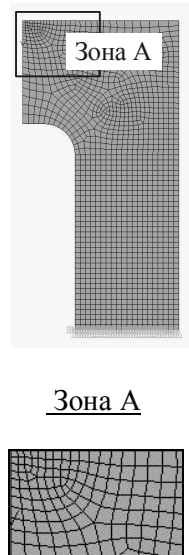


Рис.3. Расчетная схема матрицы разделительного штампа в виде тела вращения

Заключение. В статье описано решение частной, но очень важной задачи обоснования расчетных схем при исследовании напряженно-деформированного состояния матриц разделительных штампов. Действительно, конструктивно матрицы по-разному могут крепиться в разделительных штампах. Это влияет на граничные условия, реализуемые на их подошве.

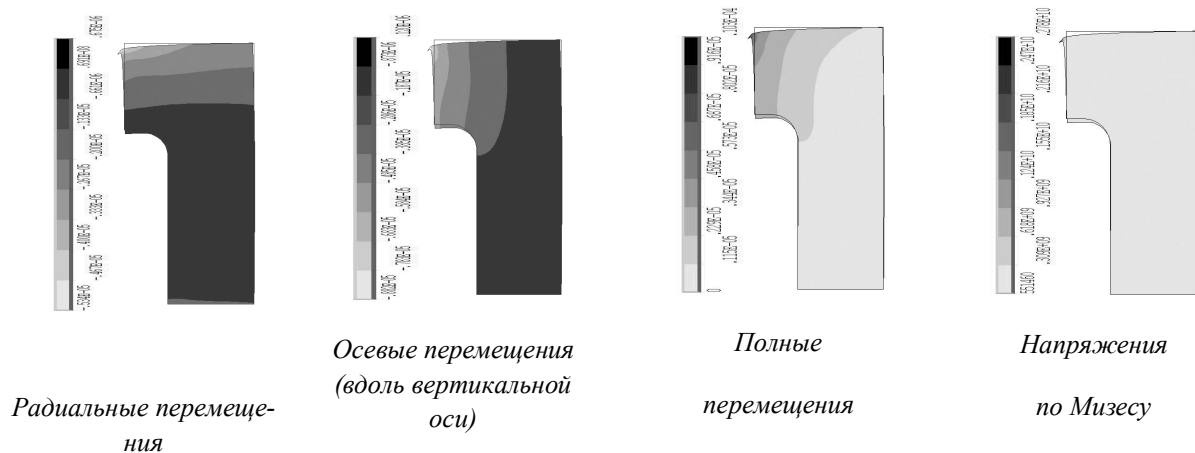


Рис. 4. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай жесткого закрепления

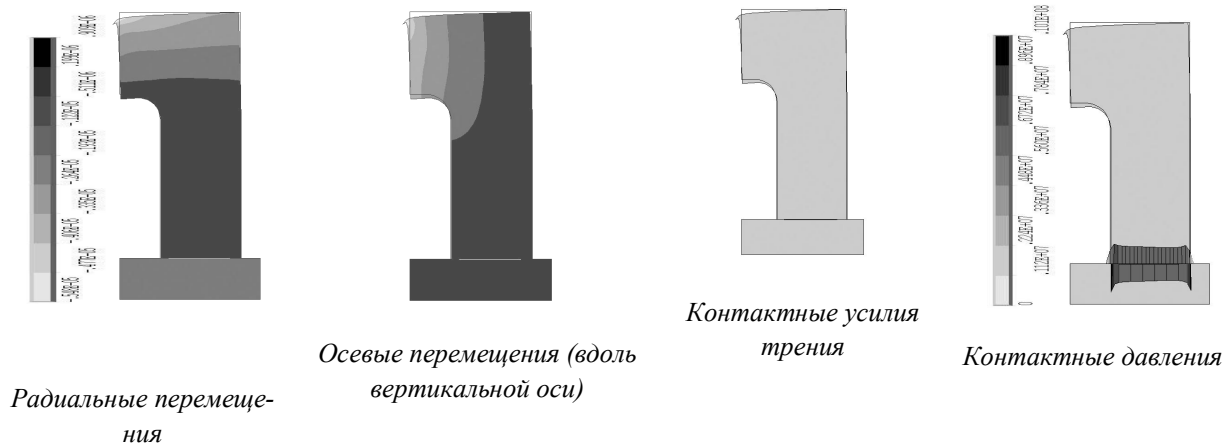


Рис. 5. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай свободного опирания

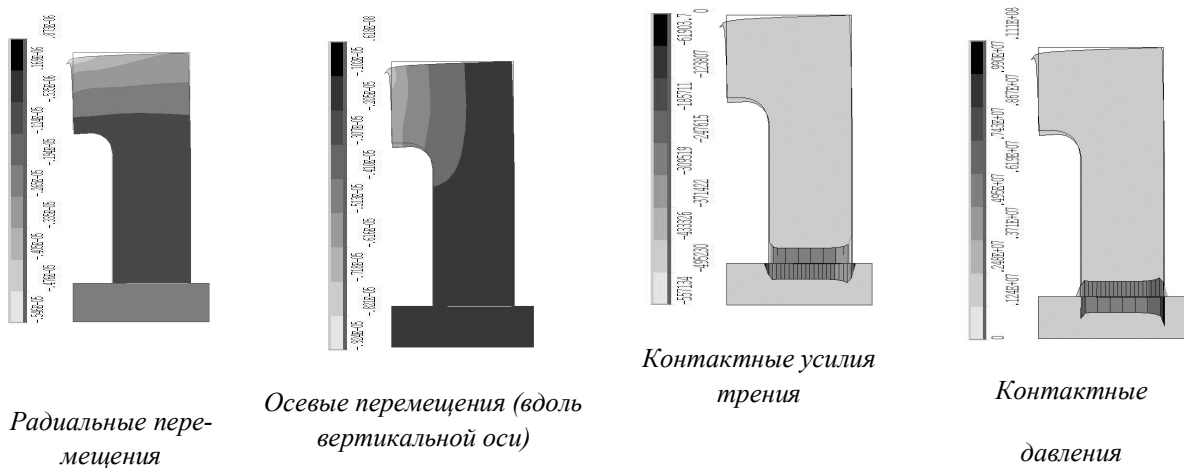


Рис. 6. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай сухого трения с коэффициентом $k = 0.05$

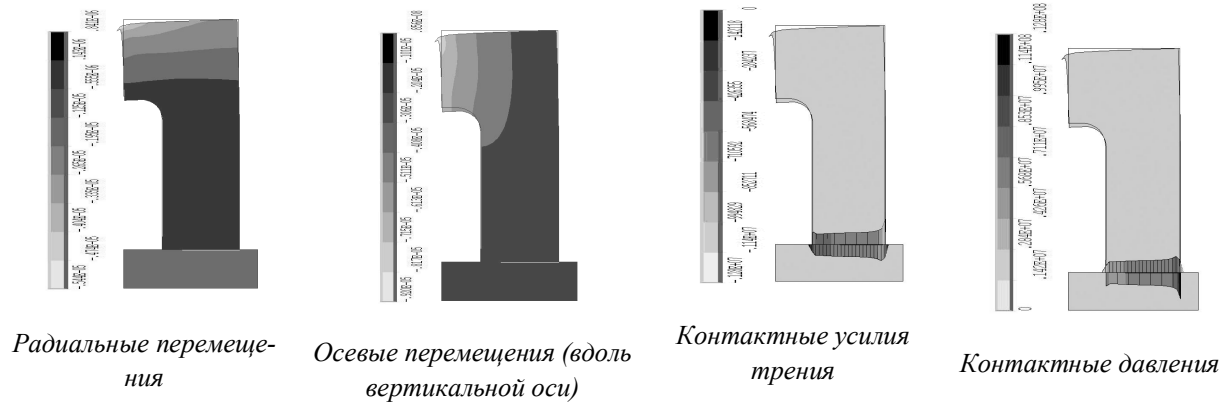


Рис. 7. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай сухого трения с коэффициентом $k = 0.1$

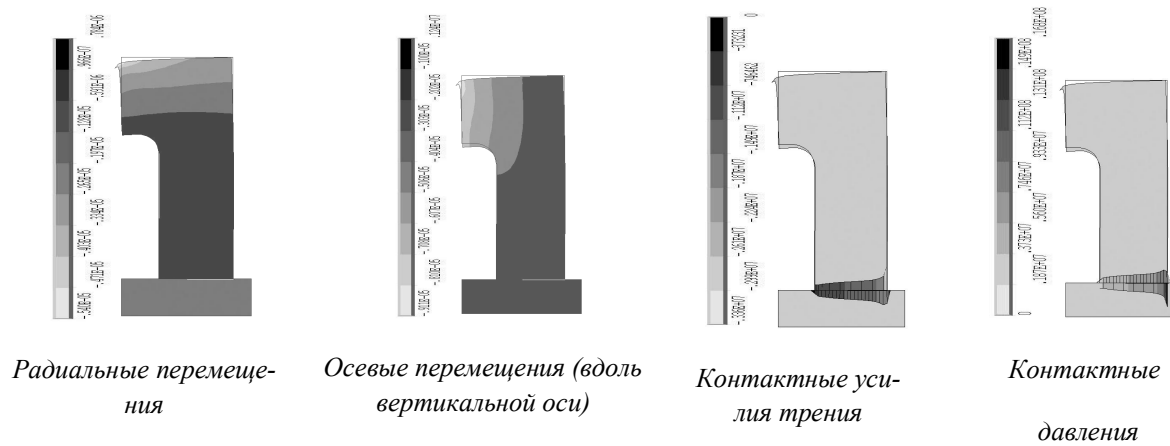


Рис. 8. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай сухого трения с коэффициентом $k = 0.2$

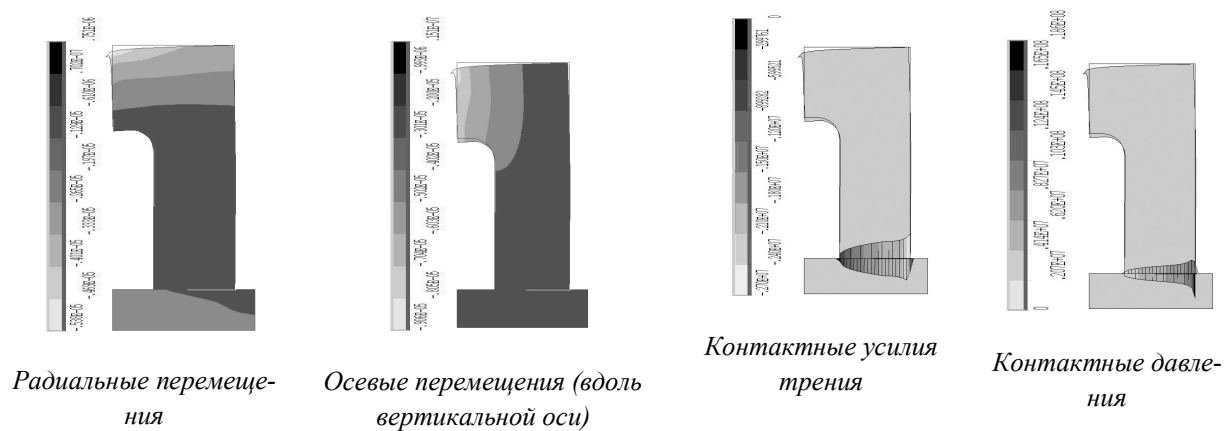


Рис. 9. Картины распределения компонент напряженно-деформированного состояния матрицы при различных видах граничных условий на ее подошве: случай сухого трения с коэффициентом $k = 0,3$

Однако, как было показано в проведенных исследованиях, характер опирания в этой области слабо влияет на напряженно-деформированное состояние в остальных частях матриц средней высоты. Например, для случая жесткого закрепления радиальные перемещения кромки матрицы – 5,34 мкм, для свободного опирания без трения – 5,48 мкм, для контакта с коэффициентом сухого трения $k = 0,3$ – 5,38 мкм. Для максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу отличие – в долях процента. Видимые отличия наблюдаются только в распределении контактных напряжений и компонент НДС непосредственно в области подошвы матрицы (см. рис. 6-9). В то же время уровень напряжений в этой зоне невысок, а перемещения точек подошвы не оказывают существенного влияния на баланс перемещений в зоне режущих кромок. Т.о., можно заключить, что для матриц средней высоты вид граничных условий в районе подошвы слабо влияет на прочностные и жесткостные характеристики матриц, оказывающие заметное влияние на процесс разделения штампуемого материала, а также на стойкость инструмента.

В связи с установленными в процессе численных расчетов особенностями можно распространить все характерные закономерности напряженно-деформированного состояния элементов разделительных штампов, в частности, матриц, на различные виды их закрепления при формировании рекомендаций по их проектированию и эксплуатации.

В дальнейших исследованиях планируется определить влияние условий закрепления и опирания пуансонов, пуансон-матриц и базовых плит штампов на их напряженно-деформированное состояние.

Литература: 1. 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. 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. – 20 с. 3. Демина Н.А. Экспериментальные исследования контактного взаимодействия матриц и пуансонов с листовой заготовкой / Н.А. Демина, Н.А. Ткачук, Ю.Д. Сердюк // Вісник НТУ „ХПІ”. – Харків: НТУ „ХПІ”. – 2011. – № 22. – С.46-50.

Bibliography (transliterated): 1. Zajarnenko E.I. Razrabotka matematicheskikh modelej i raschety na prochnost' razdelitel'nyh perenalazhivaemyh shtampov: diss... doktora tehn. nauk: spec. 01.02.06 i 05.03.05 / Zajarnenko Evgenij Ivanovich. – Har'kov, 1992. – 280 s. 2. D'omina N.A. Udoshkonalennja metodiv rozrahunku elementiv shtampovogo osnashhennja na osnovi analizu ih napruzheno-deformovanogo stanu: avtoreref. dis. na zdobutnja nauk. stupenja kand. tehn. nauk: spec. 05.03.05 „Protsesi ta mashini obrobki tiskom” / N. A. D'omina – Har'kiv, 2011. – 20 s. 3. Demina N.A. Eksperymentalnye issledovannja kontaktnogo vzaimodejstva matric i puansonov s listovoj zagotovkoj / N.A. Demina, N.A. Tkachuk, Ju.D. Serdyuk // Visnik NTU „XPI”. – Har'kiv: NTU „XPI”. – 2011. – № 22. – S.46-50.

N.A. Udoskonalennja metodiv rozrahunku elementiv shtampovogo osnawennja na osnovi analizu ih napruzhenno-deformovanogo stanu: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk: spec. 05.03.05 „Procesi ta mashini obrobki tiskom” / N. A. D'omina – Harkiv, 2011. – 20 s. 3. Demina N.A. Jeksperimental'nye issledovanija kontaktnogo vzaimodejstvija matric i puansonov s listovoj zagotovkoj / N.A. Demina, N.A. Tkachuk, Ju.D. Serdjuk // Visnik NTU „HPI”. – Harkiv: NTU „HPI”. – 2011. – № 22. – S.46-50.

Ищенко О.А., Дьоміна Н.А., Сердюк Ю.Д., Ткачук Г.В., Танченко А.Ю.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ РОЗДІЛОВИХ ШТАМПІВ ПРИ ВАРІЮВАННІ ГРАНИЧНИХ УМОВ

У статті описано розв'язання задачі про аналіз залежності напружено-деформованого стану матриць розділових штампів від типу граничних умов на їх підошві. Установлено, що для матриць середньої висоти вплив граничних умов у цій зоні на напружено-деформований стан в області ріжучих крайок незначний. Це дає змогу формувати конструкцію для фіксації матриць із конструктивних міркувань, а не із міркувань міцності та жорсткості.

Ischenko O.A., Dyomina N.A., Serdyuk Y.D., Tkachuk H.V., Tanchenko A.Y.

STRESS-STRAIN STATE OF DIVIDING STAMPS ELEMENTS AT VARYING OF BOUNDARY CONDITIONS

The paper describes task solution of dependency analysis of stress-strain state of dividing stamps matrices from the type of boundary conditions on their soles. It is established that influence of boundary conditions is negligible for matrices of medium height in the zone of deformation in the cutting edges. This enables you to create a construction of matrices fixation by constructive considerations, not for reasons of strength and rigidity.

ТРАНСПОРТНЕ МАШИНО- БУДУВАННЯ

Прикладна механіка

Наукове видання

Науково-технічний журнал,
що видається два рази на рік

МЕХАНІКА ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

№ 1'2011

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:

Серія КВ № 3648 від 27.01.1999 р.

Підп. до друку 21.11.2011 Формат 60x90 $\frac{1}{8}$. Папір офісний. Riso-друк.

Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 21,4. Наклад 300 прим. 1-й з-д 1-150.

Зам. № 317. Ціна договірна

Видавець і виготовлювач

Видавничий центр НТУ "ХП",

вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.