

денным экспериментальным исследованиям можно сделать некоторые выводы. Металлоконструкция оптимизированной инерционной выбивной решетки имеет достаточную усталостную прочность, так как напряжения в контролируемых опасных точках в 2.5 раза меньше предела усталостной прочности при динамическом воздействии экспериментального груза 2,2 т.

Таблица

Напряжения в металлоконструкции грохота при прогоне испытательного груза массой 2,2 т

Исследуемый элемент – подрешетчатая балка	№ тензорезистора	Напряжения σ , МПа				Интервал времени t, с
		При холостом ходе грохота	Средние	max растягив.	max сжим.	
№ 1	1	3	37,5	48,0	-27,0	0...1
	2	1,5	6,5	6,5	-6,5	3,5...4,5
№ 4	3	9,5	61,5	44,0	-79,0	5,8...6,8
	4	2,8	6,1	6,9	-5,3	6,0...7,0
№ 7	5	4	57,8	75,5	-40,1	13,5... 14,5
	6	14	18,3	28,2	-8,4	21,4...22,4
№ 10	7	4	51,0	50,0	-52,0	19,0...20,0
№ 12	9	8,5	51,0	15,0	-87,0	23,5...24,4
	10	1,5	20,9	15,8	26,0	21,0...22,0

Таким образом, можно заключить, что в результате проведенных расчетно-экспериментальных исследований была спроектирована работоспособная и надежная металлоконструкция выбивной инерционной решетки с дебалансными вибро-возбудителями. Полученную модернизированную выбивную решетку конструкции ОАО „ГСКТИ” планируется внедрить в автоматизированную линию „KW” на ЗАО „АзовЭлектроСталь”.

Список литературы: 1. Барчан Е.Н. Особенности работы выбивного оборудования в составе автоматизированной формовочной линии крупного литья // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2005. – №53. – С.19-23. 2. Барчан Е.Н. О напряженном состоянии несущих конструкций выбивных транспортирующих решеток в составе комплексной автоматической формовочной линии // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2006. – №24. – С.16-20. 3. Барчан Е.Н., Чепурной А.Д., Ткачук Н.А. Розробка конструкції та вдосконалення параметрів решітки вибивальної транспортуючої у складі автоматизованої формувальної лінії крупного вагонного литва // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів. – 2006. – №40. – С.11-20. 4. Барчан Е.Н. Методы, модели и алгоритмы для синтеза параметров выбивной инерционной машины на основе моделирования динамических процессов // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – №3. – С.3-17. 5. Барчан Е.Н., Ткачук Н.А., Грабовский А.В. Экспериментальное исследование динамических процессов в выбивной машине с дебалансным приводом // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – №3. – С.14-24.

Поступила в редколлегию 15.05.07

УДК 621.87:531.8:539.3

Ю.Б. ГУСЕВ, В.А. ШКОДА, канд. техн. наук, ОАО “Головной специализированный конструкторско-технологический институт”, г. Мариуполь, **А.Ю. ТАНЧЕНКО**, НТУ „ХПИ”

ФОРМИРОВАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ УГЛЕПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

У статті описана технологія формування параметричних скінченно-елементних моделей метало-конструкції вуглеперевантажувача. Наведені приклади побудованих моделей та результати розв'язання тестових задач про власні коливання та напружено-деформований стан.

Technology of forming of parametrical finite-elements models of coal-loader hardware is described in the article. The examples of the built models and results of solution of test problems of own vibrations and stressedly-deformed state are presented.

Введение. В статьях [1-5] описаны проблемные вопросы, возникшие в процессе проектирования и опытной эксплуатации углеперегрузателя конструкции ОАО „ГСКТИ” грузоподъемностью 200 кН. Эти вопросы неизменно возникают при проектировании машин такого типа. В частности, основными факторами, обеспечивающими работоспособность, долговечность, нагрузочную способность и приемлемую массу углеперегрузателя, являются следующие: износ подтележных путей углеперегрузателя; прочность и жесткость металлоконструкций; частотные характеристики металлоконструкции углеперегрузателя; реакция углеперегрузателя на действие подвижной динамической перегрузки от грейферной тележки, совершающей ускоренное движение с грузом.

Первый из перечисленных вопросов освещен в работе [5]. Для решения остальных вопросов, связанных с расчетом напряженно-деформированного состояния (НДС) сложной пространственной конструкции, необходимо разработать соответствующее математическое и программное обеспечение. В силу сложности объекта исследований возникает необходимость привлечения численных методов для решения всего комплекса задач анализа и синтеза. В первую очередь в качестве основного численного метода анализа привлекается метод конечных элементов (МКЭ) [6], являющийся достаточно мощным современным методом численного моделирования физико-механических процессов. Он реализован в виде универсальных программных комплексов ANSYS, NASTRAN, Cosmos. Однако применение такого класса программных комплексов особенно эффективно при наличии расчетных моделей, предоставляющих возможность их параметрического изменения. Это, в свою очередь, составляет отдельную актуальную и важную задачу, являющуюся предметом рассмотрения в данной статье.

Технология построения конечно-элементной модели. Для построения параметрических моделей сложных машиностроительных конструкций, управляемых извне программных комплексов и приспособленных для их

варьирования, наиболее естественным образом подходит метод обобщенного параметрического описания элементов сложных механических систем [7-9]. Следуя этому методу, можно создавать геометрические и конечно-элементные модели (КЭМ) достаточно сложных конструкций, которые удовлетворяют следующим противоречивым требованиям:

- качество модели (т. е. конечно-элементной сетки);
- управляемость (как извне, так и изнутри программных комплексов);
- автоматизация (актуально при организации нацеленного варьирования модели исследуемого объекта);
- оперативность (особенно важно в условиях дефицита времени при проведении расчетных исследований).

В данном случае при построении конечно-элементной модели углеперегрузителя была принята в качестве базовой CAD – системы SolidWorks, а в качестве базовой CAE – ANSYS. Соответственно, параметрическая КЭМ содержит набор инструкций, который по заданным геометрическим размерам, свойствам материалов и характеристикам конечно-элементной сетки позволяет генерировать семейство конечно-элементных моделей металлоконструкций углеперегрузителя.

Параметрическая конечно-элементная модель металлоконструкций углеперегрузителя. Углеперегрузитель (рис. 1) представляет собой сложную пространственную сварную конструкцию. В качестве геометрических параметров для ее описания служат форма в плане, размеры, толщина свариваемых листов, вид поперечного сечения каждого элемента и схема сопряжения отдельных элементов.

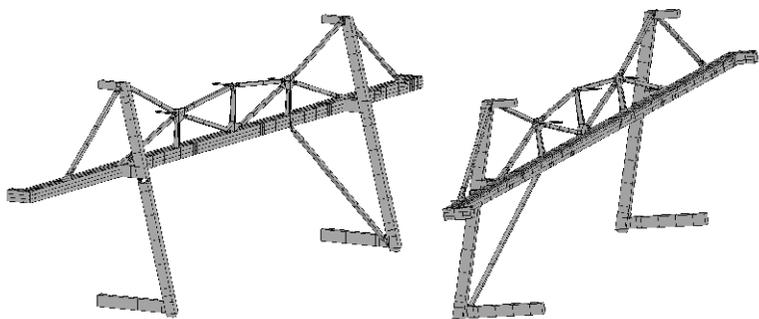


Рис. 1. Геометрическая модель металлоконструкции углеперегрузителя (симметричная половина)

В качестве физико-математических параметров выступают модули упругости, коэффициенты Пуассона, плотность каждого материала, из которого изготавливается тот или иной элемент металлоконструкции. Для задания конечно-элементной модели требуется указание типов и размеров конечных элементов, зон их сгущения-разрежения и условий сопряжения. На рис. 2 показаны конечно-элементные модели отдельных фрагментов металлоконструкции и

вся модель в целом. Особое внимание следует обратить на моделирование шарнира (см. рис. 2), который представляется в виде искусственной модели, содержащей стержневые и пластинчатые элементы со связыванием поступательных степеней свободы в узлах, геометрически совпадающих с центрами поперечных сечений центрального стержня плоскостями, совпадающими со срединными поверхностями сопряженных с ними опорных пластин.

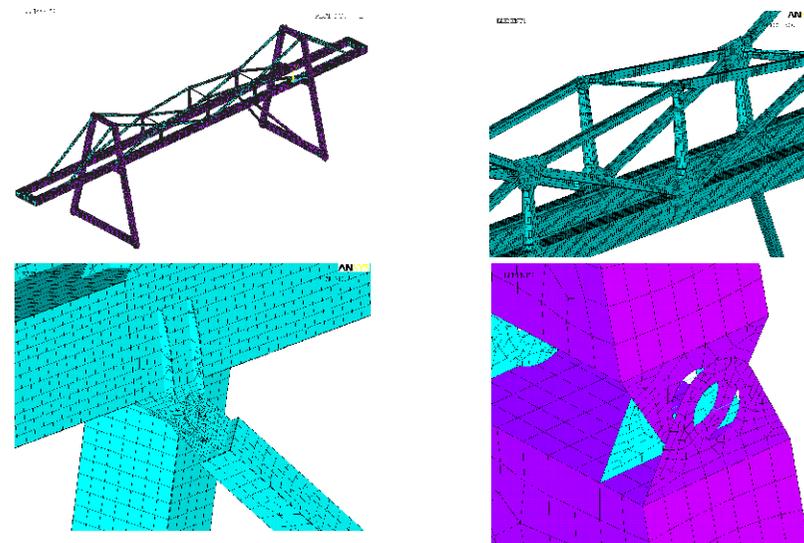


Рис. 2. Конечно-элементная модель металлоконструкции перегружателя и ее фрагменты

В качестве базовых конечных элементов (КЭ) выступают элементы типа Shell, Solid, Beam. В среднем показанная на рис. 2 КЭМ содержит около 100 тыс. конечных элементов и узлов.

Управление моделью осуществляется при помощи специально разработанной процедуры, реализованной в виде внешней подпрограммы, которая по задаваемым параметрам изменяет командный файл, выполнение которого в свою очередь изменяет геометрическую или конечно-элементную модель металлоконструкции углеперегрузителя.

Тестирование конечно-элементной модели. Поскольку создаваемая и изменяемая в автоматическом режиме КЭМ металлоконструкции углеперегрузителя предназначена для встраивания в процесс автоматизированного многовариантного исследования напряженно-деформированного состояния, от нее требуется, кроме перечисленных выше (автоматизация, управляемость, оперативность, качество), также достоверность и работоспособность. Для проверки этих свойств были решены тестовые задачи о НДС металлоконструкции углеперегрузителя при действии собственного веса, веса рейферной

тележки с грузом, а также расчет собственных частот и форм. На рис. 3 и в таблице представлены результаты решения некоторых задач.

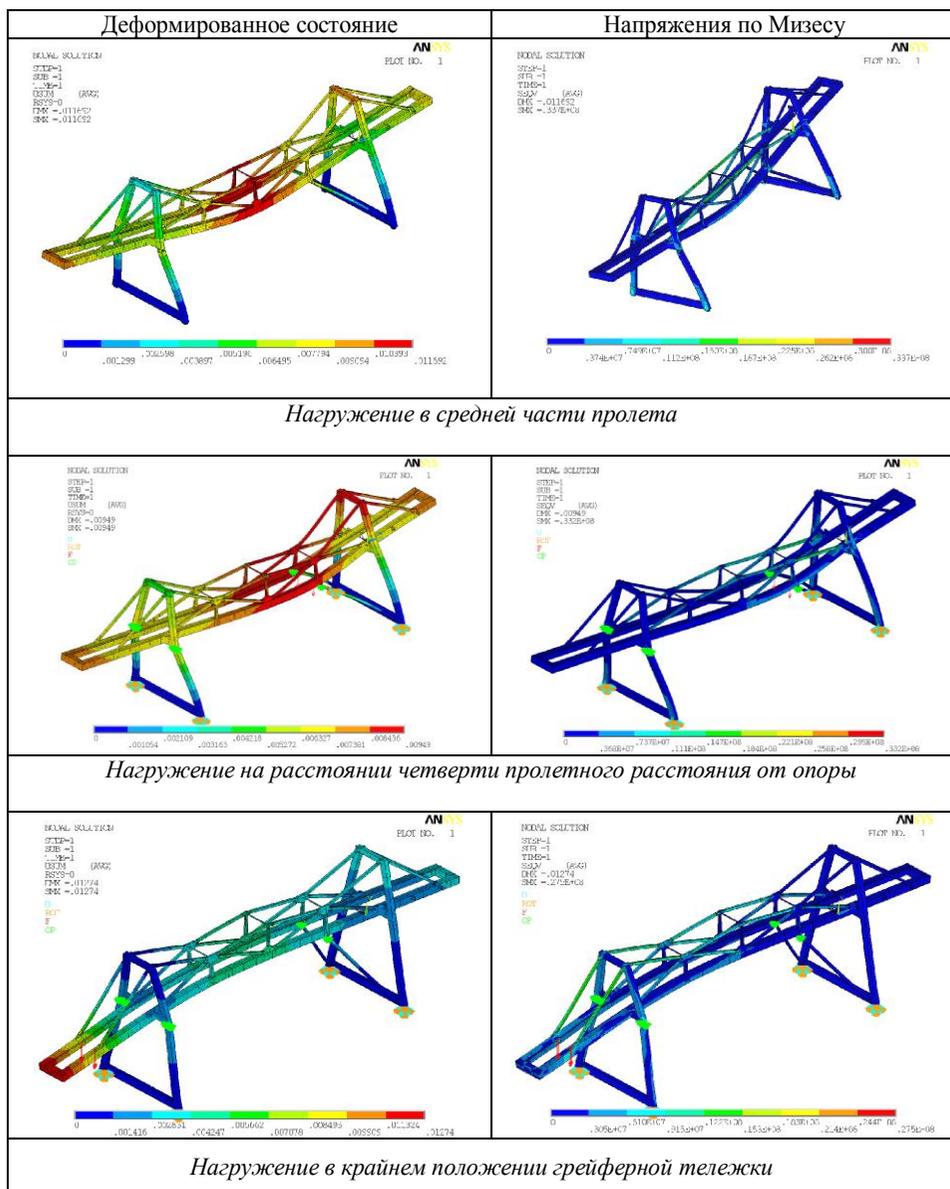
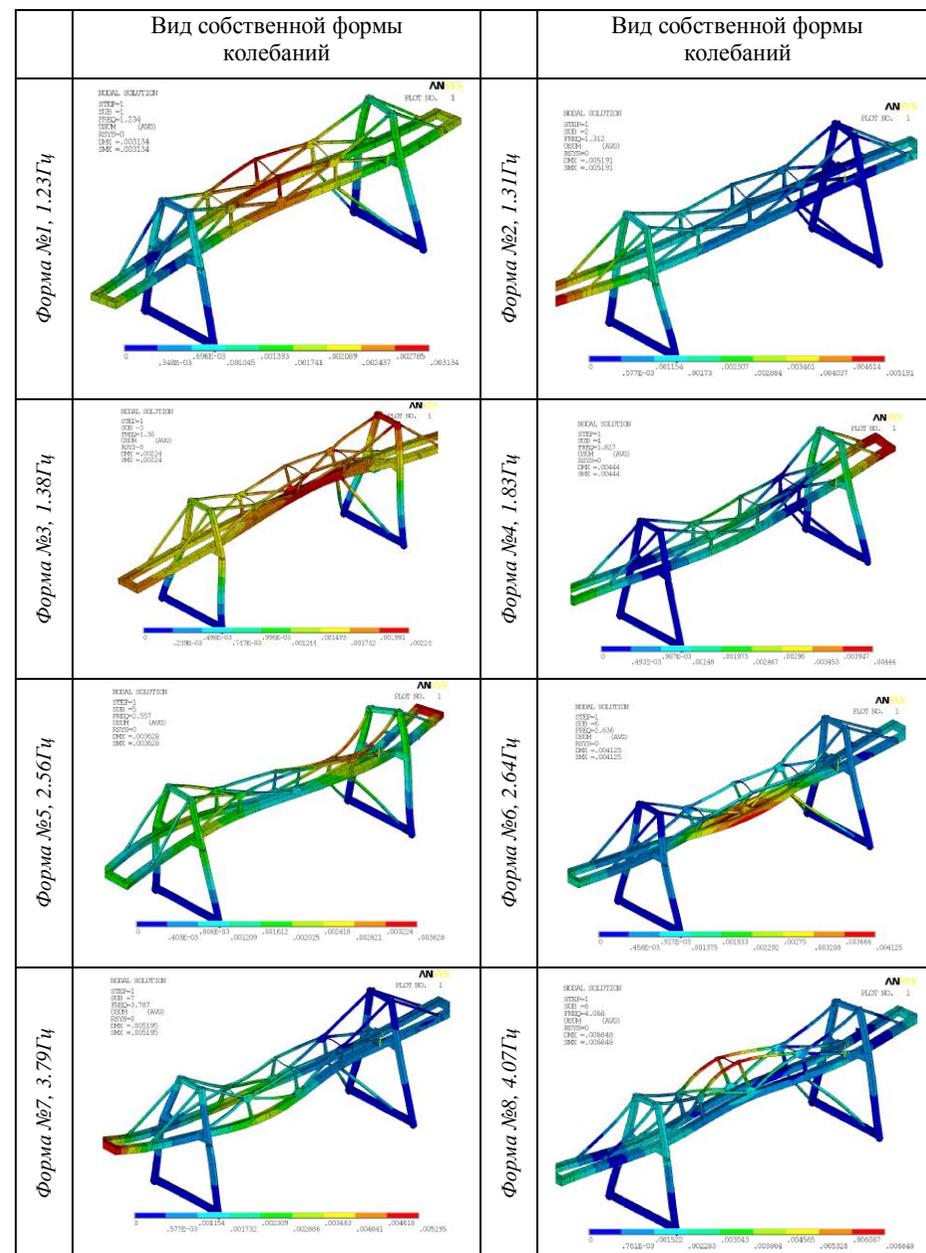
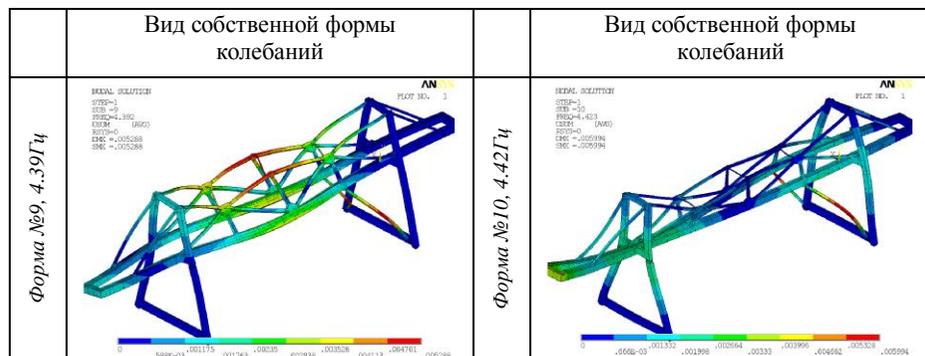


Рис. 3. Деформированное состояние металлоконструкции углеперегрузателя при действии веса грейферной тележки

Таблица
Собственные формы колебаний металлоконструкции углеперегрузателя





Предварительный анализ полученных распределений перемещений и напряжений в металлоконструкции перегружателя показывает, что данная конструкция достаточно податлива и обладает густым спектром собственных частот колебаний, начиная с единиц Гц. При этом характерны как глобальные формы колебаний всей металлоконструкции, так и локальные формы колебаний отдельных элементов, а также встречаются оболочечные формы колебаний отдельных панелей. Т.о., при обосновании параметров металлоконструкции углеперегрузателя необходимо принимать во внимание и действие гравитационных сил, и действие динамических нагрузок, и влияние подвижных элементов на ее напряженно-деформированное состояние.

Заключение. В статье предложена технология автоматизированной генерации конечно-элементных моделей металлоконструкций углеперегрузателей, реализующая метод обобщенного параметрического описания сложных механических систем. Отличительными особенностями этой технологии являются:

- возможность управления извне геометрическими и конечно-элементными моделями металлоконструкции углеперегрузателя, используемыми CAD/CAE – системами высокого уровня для решения задач анализа напряженно-деформированного состояния;
- возможность задания в качестве варьируемых параметров геометрических размеров, физико-механических свойств материалов и законов их сгущения-разрежения;
- сопрягаемость с различными CAD/CAE – системами.

Как продемонстрировали результаты решения тестовых задач, предложенная технология построения конечно-элементных моделей работоспособна, эффективна, позволяет генерировать достаточно адекватные модели с умеренным количеством конечных элементов.

В дальнейшем предполагается проведение комплекса многовариантных исследований напряженно-деформированного состояния металлоконструкции углеперегрузателя с целью обоснованного выбора его параметров по

критериям прочности, жесткости, долговечности, вибростойкости, нагрузочной способности и материалоемкости.

Список литературы: 1. *Чепурной А.Д., Глинин Г.П., Гусев Ю.Б., Пеклич М.М., Барчан Е.Н., Ткачук Н.А.* Расчетно-экспериментальный метод определения параметров элементов машиностроительных конструкций // Вестник НТУ „ХПИ“. Тем. вып. „Машиноведение и САПР“. – 2005. – №53. – С.162-176. 2. *Ткачук Н.Н., Гусев Ю.Б., Танченко А.Ю., Васильев А.Ю.* Системный подход к проектированию, анализу и синтезу элементов зубчатых передач и транспортных средств на основе взаимного обмена данными между подсистемами // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2006. – Вип.36. – С.115-121. 3. *Глинин Г.П., Гусев Ю.Б., Головченко В.И., Орлов Е.А.* Методи автоматизованого аналізу міцності та жорсткості просторових конструкцій // Вестник НТУ „ХПИ“. Тем. вып. „Машиноведение и САПР“. – 2006. – №3. – С.58-69. 4. *Гусев Ю.Б.* К вопросу об исследовании напряженно-деформированного состояния металлоконструкции перегружателя ПМГ-20 // Вестник НТУ „ХПИ“. Тем. вып. „Машиноведение и САПР“. – 2006. – №24. – С.70-75. 5. *Гусев Ю.Б., Слободяник В.А., Ткачук Н.А., Танченко А.Ю.* К вопросу об определении причин сверхнормативного износа реборд колес грейферной тележки мостового крана-перегрузателя // Вестник НТУ „ХПИ“. Тем. вып. „Машиноведение и САПР“. – 2007. – № 3. – С.55-66. 6. *Зенкевич О.К.* Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с. 7. *Ткачук Н.А., Гриценко Г.Д., Глуценко Э.В., Ткачук А.В.* Решения задач расчетно-экспериментального исследования элементов сложных механических систем // Механіка та машинобудування, 2004. – №2. – С.85-96. 8. *Ткачук Н.А., Бруль С.Т., Малакей А.Н., Гриценко Г.Д., Орлов Е.А.* Структура специализированных интегрированных систем автоматизированного анализа и синтеза элементов транспортных средств специального назначения. // Механіка та машинобудування, 2005. – № 1. – С.184-194. 9. *Ткачук Н.А., Гриценко Г.Д., Чепурной А.Д., Орлов Е.А., Ткачук Н.Н.* Конечно-элементные модели элементов сложных механических систем: технология автоматизированной генерации и параметризованного описания // Механіка та машинобудування, 2006. – № 1. – С.57-79.

Поступила в редколлегию 21.04.2007

УДК 534.3

Н.А. ДЕМИНА, О.П. НАЗАРОВА, канд. техн. наук,
Таврийская государственная агротехническая академия, г. Мелитополь,
А.Н. ТКАЧУК,
НТУ „ХПИ“

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СОПРЯЖЕНИИ „ПУАНСОН – ШТАМПУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ – МАТРИЦА“

Розглянуто частинне питання розподілу контактної тиску в зоні розділення листового матеріалу.

The partial question of contact pressure distribution is considered in the area of division of sheet material.

Введение. Для получения широкого спектра деталей используют процесс листовой штамповки [1]. Одним из видов листовой штамповки является вырубка по замкнутому контуру. В качестве заготовки используется лист или полоса толщиной несколько миллиметров. После того, как заготовка закреплена в штампе (рис. 1), пуансон с некоторым усилием опускается и пробивает