

По разработанной технологии изготавливаются тонкостенные профили ко-рытной и С-образной формы с элементами двойной толщины, со сложными многоэлементными отбортовками для электромонтажных изделий и теплиц.

**Список литературы.** 1. *Тришевский И.С.* Теоретические основы процесса профилирования / Тришевский И.С., Докторов М. Е // М.: Металлургия, 1980. – 288 с. 2. *Сторожев М. В.* Теория обработки металлов давлением./ Сторожев М. В., Попов Е. А.// М.: Машиностроение, 1971. – 424 с. 3. *Мошин Е. Н.* Определение основных параметров процесса гибки с растяжением. – Вестник машиностроения. Машгиз, 1953, № 12, с. 36–41. 4. *Тришевский И.С.* Особенности производства гнутых профилей с многоэлементными отбортовками. / Тришевский И.С., Докторов М. Е., Пшеничная Н. В. // Сталь, 1981, № 3, с. 51-54. 5. *Тришевский И. С.* Минимальные радиусы изгиба при профилировании в валках. / Тришевский И. С., Докторов М. Е., Антипенко А. П. // Металлург. 1970, № 8, с. 30–32. 6. *Докторов М. Е.* К вопросу изготовления гнутых профилей с отбортовками. / Докторов М. Е., Пшеничная Н. В. // В сб.: Теория и технология производства гнутых профилей проката. Харьков: УкрНИИМет, 1981, с. 15–23.

Надійшла до редколегії 15.10.2012

УДК 621.771.634

**Исследование напряженно-деформированного состояния гнутых профилей с отбортовками / Пленецов Ю.А., Рудюк М.А.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 74–79. – Бібліогр. 6 назв.

На основі теоретичного аналізу отримано залежності для визначення параметрів напружено-деформованого стану металу і мінімальних радіусів вигину криволінійних елементів профілів при формуванню з розтягуванням (стискуванням). Результати досліджень використані при розробці технологічних схем профілювання і конструюванні калібрів валків.

**Ключові слова:** профіль гнутих, відбортовка, напружено-деформований стан.

Based on the theoretical analysis of the dependences for the parameters of the stress-strain state of the metal and the minimum bend radius of curved elements in molding profiles with tension (compression). The results of the studies were used in the development of process flow diagrams and design profiling caliber rolls.

**Keywords:** profile bending, flanging, the stress-strain state.

УДК 621.73: 621.98: 004.9 (075.8)

*Е. Н. ПОЧЕКУЕВ*, канд. тех. наук, доц., «ТГУ», Тольятти

*П. Н. ШЕНБЕРГЕР*, ст. преподаватель, «ТГУ», Тольятти.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ШТАМПОВ ДЛЯ ВЫРУБКИ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

Рассматривается процесс проектирования разделительных штампов для вырубки листовых заготовок. Представлены методы формализации базы знаний процесса проектирования типовых штампов с помощью системного подхода на основе иерархической структуры конструкции, состоящей из параметризованных механизмов и узлов.

**Ключевые слова:** проектирование разделительных штампов, параметризация конструкции, формализация базы знаний.

**Введение.** Процесс проектирования последовательных разделительных штампов для холодной листовой штамповки сопряжен со значительными трудностями при выборе необходимой конструкции штампа. Сложность определения структуры штампа обусловлена значительным количеством возможных вариантов его конструкций.

Связи между деталями и узлами определяемой конструкции штампа устанавливаются логическими предложениями и высказываниями, формирующими базу знаний процесса проектирования [1]. Отсутствие методик установления, формализации и переноса логических данных в вид, приемлемый для систем автоматизированного проектирования,

© Е. Н. Почекуев, П. Н. Шенбергер, 2012

приводит к необходимости определения подходов трансформации базы знаний в среду автоматизированного конструирования штампов.

Включение логических взаимосвязей в процесс автоматизированного моделирования разделительных штампов целесообразно выполнять с использованием системного подхода на основе иерархической структуры штампа, состоящей из параметризованных механизмов и узлов.

Иерархия конструктивных признаков отдельных узлов и механизмов выявляется на основе анализа существующих типовых конструкций разделительных штампов и производственного опыта [2].

Разделительный штамп как сборочная единица характеризуется взаимосвязями между узлами и деталями, которые определяются параметрами формы, размеров, положения и посадки отдельных компонентов, узлов и т.д.

**Содержание работы.** Решение задач синтеза конструкции устанавливается с помощью инструментов программы PLATINUM BРwin, что позволяет сформировать многоуровневую систему конструктивных взаимосвязей между узлами, механизмами и деталями штампа в сборке. Полученные взаимосвязи в BРwin для разделительного штампа представлены в виде схемы на рис. 1.

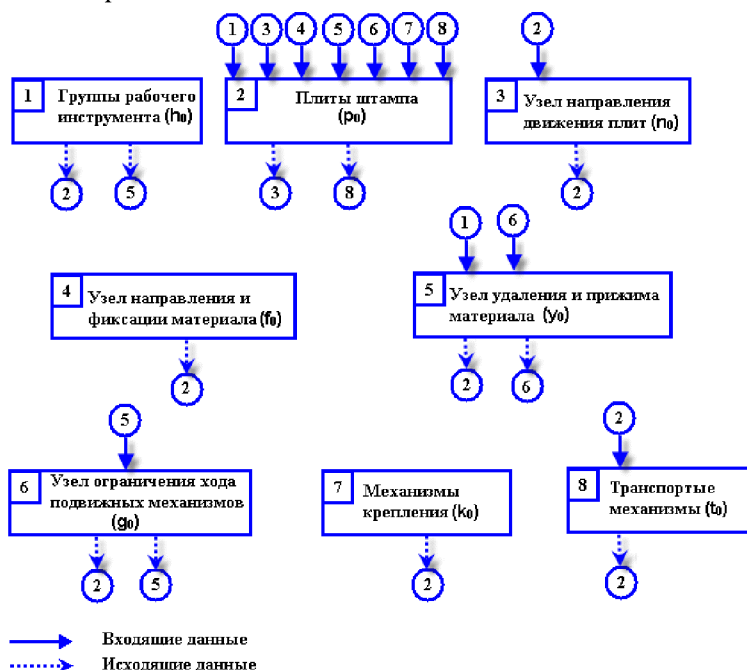


Рис. 1 – Взаимосвязи между узлами и механизмами штампа

Реализация взаимосвязей выполняется в процессе изменения параметров узлов, механизмов, деталей и элементов штампа. Например, взаимосвязи рабочего инструмента с плитами штампа обозначают, что в зоне установки высота, форма и параметры позиционирования режущего инструмента влияют на габариты и геометрию плит верха и низа.

Содержание взаимосвязей раскрывается в виде потоков данных, отражающих параметрические характеристики штампа. Информационные потоки переносят параметры к объектам (узлам, механизмам, деталям), которые преобразуют информацию и порождают новые – исходящие потоки, передающие информацию к другим узлам, механизмам, деталям и элементам штампа.

Узловая декомпозиция конструкции штампа и установленные взаимосвязи позволяют выделить модели узлов, механизмов и деталей, которые подлежат параметризации. Параметризация модели штампа на более высоком уровне унификации предполагает парамет-

ризацію на рівні типових механізмів і вузлів, що приводить до зниженню трудоемкості проектних процедур в отличие от модели, сформированной из отдельных деталей.

Определение функций выполняется на основе вычислительных процедур, которые по любому значению аргумента выдают соответствующее значение функции. Выявленные функциональные соответствия, справочные материалы, конструкторский опыт и статистические данные позволяют выполнить задание функций, однозначно описывающих параметры разделительного штампа.

Установленные взаимосвязи позволяют создать компьютерную базу параметризованных данных и знаний в виде библиотеки 3D-мастер-моделей узлов и механизмов штампа [3].

Реализация системного подхода с помощью объектно-ориентированного программирования позволяет представить взаимодействующие объекты (узлы, механизмы, детали) как экземпляры определенного класса, причем классы образуют иерархию на принципах наследования.

Иерархия по составу определяет отношения агрегирования. Более высокий уровень представляют те абстракции, которые используют в своём составе другие классы. Например, класс, отвечающий за параметры узла фиксации материала, является родительским для каждого класса деталей фиксации.

Используя такой подход, формируется система вложенных классов для узлов, механизмов и деталей с наследованием их свойств. Создается общий класс – Stamp, который определяет черты, присущие множеству дочерних элементов – узлов и механизмов. Эти классы затем наследуются другими классами – деталями и элементами штампа, каждый из которых добавляет то, что уникально для него. На рисунке 2 представлена диаграмма классов для узла направления движения плит штампа.

На основе сформированной диаграммы классов и установленных потоков данных осуществляется программирование, которое предполагает упаковку классов в динамически компоную библиотеку.

Использование предложенных методов позволило создать прикладной программный продукт с системным подходом к определению структуры штамповой оснастки в среде NX OPEN на языке программирования C# [4]. Сформированная модель приложений отразила поведение системы в терминах обмена сообщениями между объектами.

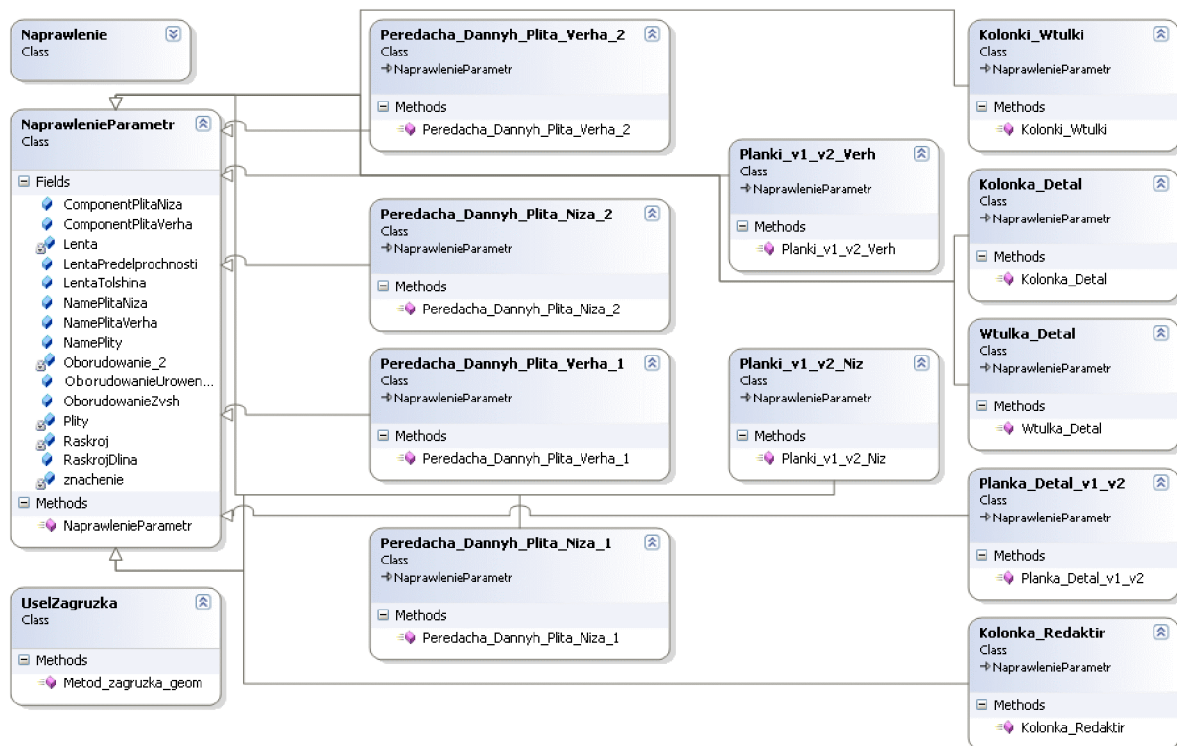


Рис. 2 – Диаграмма классов узла направления движения плит штампа

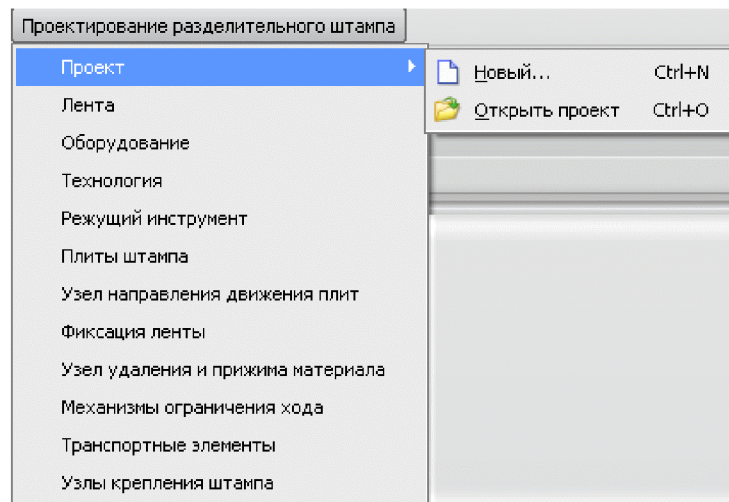


Рис. 3 – Алгоритм меню проектирования

В распоряжении пользователя находится интерфейс, позволяющий последовательно проходить всю процедуру проектирования. Алгоритм меню был создан в соответствии с узловой декомпозицией штампа (рис. 3). Разработка пользовательских интерфейсов осуществлялась с помощью инструментов приложения NX User Interface Styler (Siemens PLM Software), которое формирует файлы, соответствующие по своему содержанию, определенному коду из динамической библиотеки программы.

**Вывод.** Таким образом, представленные подходы для формализации базы знаний процесса проектирования штампов позволили разработать программные приложения для NX, предназначенные для создания типовых конструкций разделительных штампов с помощью системного подхода на основе иерархической структуры конструкции, состоящей из параметризованных механизмов и узлов.

**Список литературы:** 1. Почекуев, Е.Н. Методы автоматизированного проектирования разделительных штампов для холодной листовой штамповки: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию кафедры «Высокоэнергетические устройства автоматических систем» / Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2009. – 172 с. 2. Листовая штамповка: справочник конструктора штампов / В.Л. Марченко [и др.]; под ред. Л.И. Рудмана. М.: Машиностроение, 1988. – 496 с. 3. База графических данных типовых унифицированных пространственных моделей узлов, механизмов и деталей последовательных разделительных штампов вырубке листовой заготовки: авторское свидетельство РФ, № 2011620509, Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер, 2011. 4. Автоматизированная система для проектирования последовательных разделительных штампов вырубке листовой заготовки: авторское свидетельство РФ, № 2011614118, Е.Н. Почекуев, А.В. Скрипачев, П.Н. Шенбергер, 2011.

Надійшла до редколегії 19.10.2012

УДК 621.73: 621.98: 004.9 (075.8)

**Формализация базы знаний процесса проектирования последовательно-разделительных штампов для вырубке листовых заготовок / Почекуев Е.Н., Шенбергер П.Н. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2012. – № 47(953). – С. 79-83 – Бібліогр.: 4 назв.**

Розглядається процес проектування розділових штамів для вирубке листових заготовок. Представлені методи формалізації бази знань процесу проектування типових штамів за допомогою системного підходу на основі ієрархічної структури конструкції, що складається з параметризованих механізмів і вузлів.

**Ключові слова:** проектування розділових штамів, параметризація конструкції, формалізація бази знань.

The process of dividing the design of dies for cutting sheet metal blanks. The methods of formalizing knowledge of the design process model dies with a systematic approach based on the hierarchical structure, consisting of a parameterized mechanisms and components..

**Keywords:** design dies for cutting sheet blanks, design parameterization, formalizing the knowledge base.

УДК 621.7.044

*Р. Г. ПУЗЫРЬ*, канд. техн. наук, доц., КрНУ, Кременчуг

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЗОНЫ ВОЗМОЖНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ НА ПЕРВОЙ ОПЕРАЦИИ РАЗДАЧИ ПРИ ПРОФИЛИРОВАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

Теоретическим анализом установлена возможная граница потери устойчивости заготовки при раздаче коническими пуансонами цилиндрической заготовки. Для анализа использовали инженерный метод определения напряженного состояния в очаге деформации и теоретические методы теории цилиндрических оболочек. Полученные зависимости могут быть использованы для проектирования технологических процессов деформирования трубных заготовок.

**Ключевые слова:** цилиндрическая заготовка, устойчивость, напряжения, изгибающий момент, деформация.

**Введение.** Радиально-ротационное профилирование считается высокопроизводительным технологическим процессом производства ободьев колес транспортных средств из стальных листовых заготовок. Для интенсификации этого процесса и уменьшения зон локализации деформаций перед профилированием применяют операцию раздачи цилиндрической заготовки коническими пуансонами с двух сторон.

**Анализ последних исследований и литературы.** Обзор литературных источников, патентной информации показал, что процессу раздачи, изучению напряженно-деформированного состояния, условий потери устойчивости заготовки от различных показателей деформирования посвящено большое количество работ [1, 2, 3, 4], что свидетельствует о достаточной изученности вопроса. Критическая степень деформации при раздаче регламентируется двумя видами потери устойчивости – возникновением складки на некотором расстоянии от зоны передачи усилия и появлением шейки в одном или сразу в нескольких участках кромки деформируемой части заготовки с дальнейшим возникновением трещины.

Максимальное меридиональное напряжение без учета утонения и упрочнения материала, действующее в стенках недеформированной части заготовки равно [3]

$$\sigma_{\rho max} = -\sigma_s \left[ \left( 1 + \frac{\mu}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \left( \frac{R_u}{r_3} - 1 \right) + \sqrt{\frac{2s}{R_u}} \sin \alpha \right] (3 - 2 \cos \alpha), \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения;

$R_u$  – радиус свободного изгиба;

$r_3$  – радиус заготовки;

$s$  – толщина стенки заготовки.

Из зависимости (1) следует, что с увеличением угла конуса пуансона, толщины заготовки и коэффициента раздачи сжимающие напряжения увеличиваются.

**Цель исследований, постановка проблемы.** Целью исследований является определение размеров зоны начала складкообразования при раздаче коническим пуансоном с целью формирования рекомендаций для устойчивого деформирования цилиндрических заготовок.