

2. Предложена структурная схема моделирования в процессе выбора технологии восстановления деталей.

**Список литературы:** 1. Шадричев, В.А. Ремонт автомобилей [Текст] / В.А. Шадричев. – М.: Высшая школа, 1970. – 180 с. 2. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин [Текст] / В.В. Курчаткин. – М.: Колос, 2000. – 775 с. 3. Никифоров, В.Г. Организация и технология судостроения и судоремонта [Текст] / В.Г. Никифоров, Ю.В. Сумеркин. – М.: Транспорт, 1989. – 254 с. 4. Харламов, Ю.А. Газотермическое напыление покрытий и экологичность производства, эксплуатации и ремонта машин [Текст] / Ю.А. Харламов // Тяжёлое машиностроение. - 2000. - №2. - С. 10-13.

*Поступила в редколлегию 01.12.2010*

**УДК 621.774.72**

**А.Ф. ТАРАСОВ**, докт. техн. наук, проф., зав. кафедрой компьютерных информационных технологий ДГМА, г. Краматорск  
**В.А. ПАЛАМАРЧУК**, канд. техн. наук, доц., ДГМА, г. Краматорск  
**Е.В. ГОРБАЧ**, ассистент ДГМА, г. Краматорск  
**М.Л. КОРНЕВА**, ассистент ДГМА, г. Краматорск

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ОБКАТКИ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК В СРЕДЕ DELCAM POWERSHAPE**

Поставлена и решена задача разработки автоматизированной инженерной методики проектирования инструмента для тангенциальной обкатки днищ с переменной кривизной образующей, моделирующей взаимное расположение касательной прямой с известным углом наклона и эллипса с известными полуосями. Предложен алгоритм построения рабочей поверхности инструмента в среде Delcam PowerSHAPE, что позволило снизить затраты на разработку и ускорить внедрение новых технологических процессов.

Ключевые слова: тангенциальная обкатка, трубчатая заготовка, инструмент, система Delcam PowerSHAPE

Поставлена та розв'язана задача розробки автоматизованої інженерної методики проектування інструменту для тангенційного обкочування днищ із змінною кривиною твірної, яка моделює спільне розташування дотичної прямої з відомим кутом нахилу і еліпсу з відомими напіввісями. Запропоновано алгоритм побудови робочої поверхні інструменту в середовищі Delcam PowerSHAPE, що дозволило знизити витрати на розробку та прискорити впровадження нових технологічних процесів.

Ключові слова: тангенційне обкочування, трубна заготівка, інструмент, система Delcam PowerSHAPE

The problem of development of the automated engineering design technique of instrument for the tangential rolling of bottoms with variable curvature of generatrix, designing the mutual location of tangent a line with the known angle of slope and ellipse with the known semiaxes is set and decided. The algorithm of instrument's working surface construction in the environment of Delcam PowerSHAPE, that allowed to reduce expenses for development and accelerate introduction of new technological processes, is offered.

Key words: tangential rolling, tubular purveyances, instrument, Delcam PowerSHAPE system.

В работе [1] нами была рассмотрена проблема проектирования инструмента для тангенциальной обкатки трубчатых заготовок. В этом процессе вращающаяся заготовка взаимодействует с инструментом переменного профиля, который движется перпендикулярно оси ее вращения и производит постепенное деформирование конца заготовки до заданной формы, определяемой рабочей поверхностью (профилем) инструмента.

Для деталей, днище которых в сечении имеет кривизну одного знака, применяют инструмент с линейчатой рабочей поверхностью. Инструмент по форме представляет собой параллелепипед, изготовленный из высокохромистого сплава литьём по деревянной модели. Пять сторон инструмента образованы плоскостями, а шестая, рабочая сторона представляет собой линейчатую пространственную поверхность, обеспечивающую кинематику деформирования заготовки [2]. Рабочий профиль инструмента строится из условия плавного поворота (по его длине) касательной к образующей днища готового изделия. Следом рабочей поверхности при ее сечении плоскостью, перпендикулярной к оси ОХ перемещения инструмента, является прямая 1, касательная к образующей 2 получаемого изделия (см. рис. 1).

Разметка деревянной модели осуществляется по линиям пересечения прямых, касательных к образующей заданного к получению изделия в соответствующем сечении, и граней заготовки модели, представляющей собой параллелепипед [3].

В настоящее время при проектировании предварительно вычисляют и формируют массивы координат точек пересечения рабочей поверхности с гранями инструмента. Для этого в цикле с фиксированным шагом задают текущие значения координаты длины инструмента, используя аналитические соотношения, которые характеризуют параметры касательной прямой, проведенной к упомянутой образующей. Эффективность таких методик часто снижается из-за необходимости предварительных расчетов перед проектированием и вводом результатов расчета при проектировании в САД-системе в ручном режиме.

**Цель работы.** Разработка автоматизированной инженерной методики проектирования инструмента для тангенциальной обкатки днищ трубчатых заготовок с переменной кривизной образующей и алгоритма построения рабочей поверхности инструмента в САД-системе.

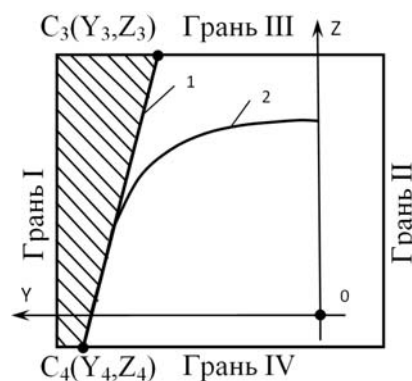


Рис. 1 – Схема построения сечения заготовки инструмента

- трения:
- а – прямая, касательная к образующей (след рабочей поверхности);
  - б – образующая получаемого днища. Ось вращения заготовки – ОУ, инструмент движется вдоль оси ОХ (перпендикулярно плоскости чертежа)

Задача решалась на основе использования системы поверхностного проектирования Delcam PowerSHAPE [4, 5]. В процессе решения на плоскости строилась система касательных к образующей дна заданного к получению изделия. Затем касательные размещались в пространстве в соответствии с требованиями технологического процесса, и по ним создавалась линейчатая поверхность рабочего профиля инструмента.

Рассмотрим алгоритм проектирования на примере инструмента для тангенциальной обкатки эллипсоидных дниц.

Образующая дна определяется уравнением вида  $\frac{x^2 + y^2}{a_1^2} + \frac{z^2}{b_1^2} = 1$ ,

где  $x, y, z$  – координаты точки в пространстве,  $a_1, b_1$  – полуоси эллипсоида.

Примем диаметр трубы – 89 мм, а толщину стенки 2 мм (по ГОСТ 8732–70). Полуоси эллипсоида составляют:  $a_1=44,5$  мм и  $b_1=22,25$  мм (рис. 2).

Примем также следующие основные характеристики обкатки: увеличение угла образующей за один оборот заготовки (дробность деформации) не более  $\Delta\varphi = 1,5^\circ / об$ , скорость инструмента  $v = 40$  мм/с, частота вращения заготовки  $n = 10$  об/с, тогда длина рабочей части инструмента

$$L = \frac{90^\circ}{1,5^\circ / об \cdot 10 об / с} \cdot 40 \frac{мм}{с} = 240 мм.$$

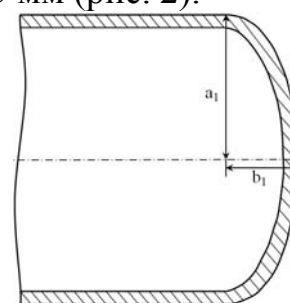
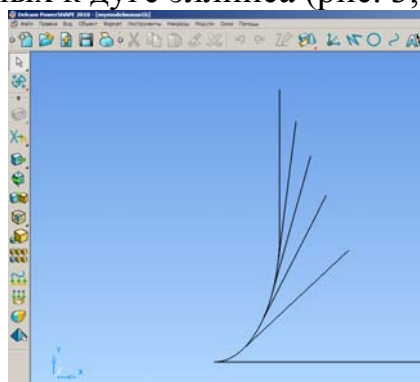
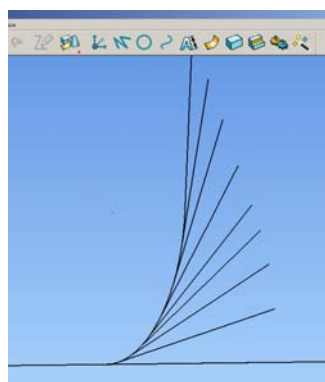


Рис. 2. Эллипсоидное дно, получаемое тангенциальной обкаткой

**Этап 1.** Выделим правую нижнюю четверть дуги эллипса. Используем опцию «создать массив точек», к каждой из которых будет проведена касательная. Массив касательных формируется режимом «поворот копий относительно оси». После некоторого редактирования получаем совокупность касательных к дуге эллипса (рис. 3, а).



а)



б)

Рис. 3. Касательные, проведенные к дуге, образующей дно эллипса: а – исходный массив касательных, проведенных к образующей дна; б – массив касательных с выравниванием углов и дополнительными касательными

Недостатком этого способа проведения касательных есть тот факт, что точки касания программа выбирает путём равномерного деления длины дуги на

заданное количество равных частей. Поэтому углы поворота касательных снизу вверх неодинаковы, так для этого случая угол между горизонтальной касательной и следующей за ней составляет  $43,68^\circ$ , между следующими по порядку касательными угол равен  $19,8^\circ$  и т.д.

С целью обеспечения более равномерной дробности деформации по длине инструмента, между первой и второй касательными тем же методом были размещены ещё две (углы:  $17,7^\circ$ ;  $14,8^\circ$ ;  $11,1^\circ$ ) (рис. 3, б).

**Этап 2.** Строим линию перпендикулярно плоскости предыдущего рисунка. Длина линии должна быть равна длине рабочей части инструмента.

Опцией «создать массив» (это будет массив фигур из рис. 3) в режиме «кривая» (в качестве кривой выбираем ранее построенную прямую) копируем касательные в соответствующее количество точек, равномерно расположенных по указанной прямой. После некоторого редактирования получаем следующую фигуру (рис. 4). Через эти линии будет построена рабочая поверхность инструмента.

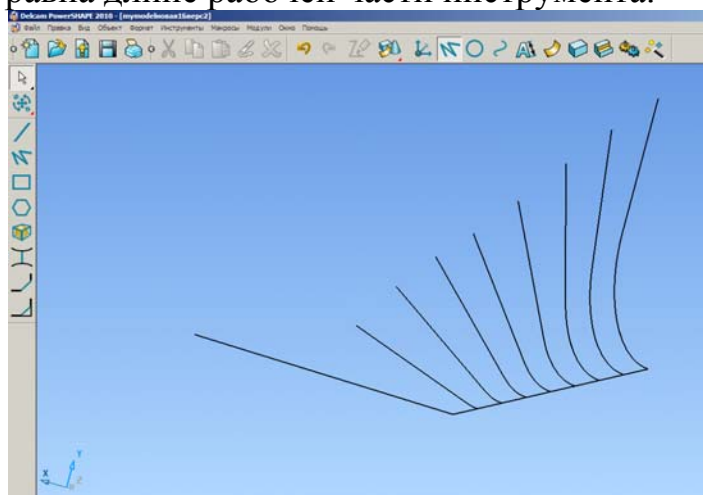


Рис.4. «Каркас» для построения рабочей поверхности инструмента

**Этап 3.** Далее с помощью стандартных опций «линия», «создать контур», «создать поверхность» строим тело инструмента: рабочую поверхность и боковые поверхности тела инструмента (рис. 5).

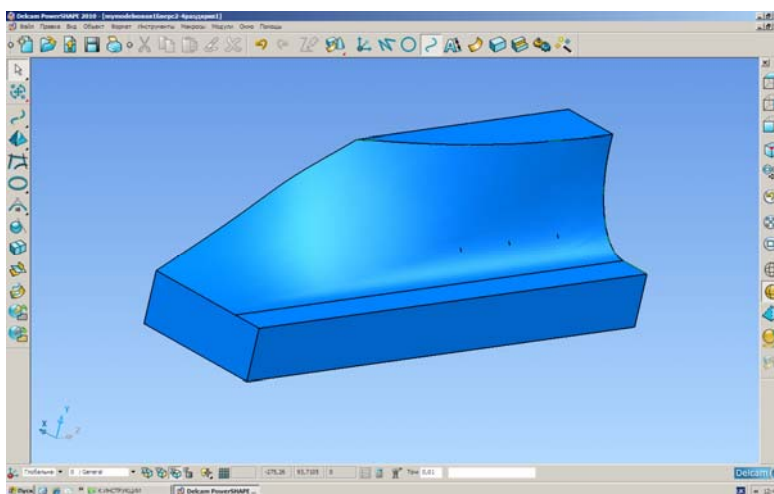


Рис.5. Поверхностная модель спроектированного инструмента трения для получения эллиптического днища обкаткой

**Выводы.** Таким образом, предложена методика проектирования инструмента трения для тангенциальной обкатки в системе Delcam PowerSHAPE.

Для дальнейшей автоматизации процесса проектирования необходима разработка программы, интегрированной с PowerSHAPE, а также разработка библиотеки функций, обеспечивающих автоматизированное построение линий

и поверхностей в пространстве на основе использования программного интерфейса PowerSHAPE.

Работа выполнена в рамках договора о сотрудничестве с фирмой DELCAM plc (лицензия 2165 от 17 марта 2009 года).

**Список литературы:** 1. Серeda В.Г. Проектирование инструмента для тангенциальной обкатки трубчатых заготовок / В.Г. Серeda, В.А. Паламарчук, Е.В. Горбач // в сб. «Материали за 6 международна научна практична конференция «Найновите постижения на европейската наука – 2010» 17-25 юни, 2010. – Том 20, Технологии. – София, БялГРАД ООД. – с. 46-50. 2. Серeda В.Г. Проектирование рабочей поверхности инструмента для тангенциальной обкатки труб с использованием ЭВМ / В.Г. Серeda, В.А. Паламарчук, Е.В. Горбач // Обработка материалов давлением: сб. научных трудов. – 2010. – №3. – Краматорск: ДГМА. – с. 89-93. 3. Производство изделий машиностроения горячей обкаткой / Под ред. В.С. Рыжикова, В.К. Удовенко. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 284 с. – ISBN 966-379-067-9 4. Delcam PowerSHAPE. Getting started, [www.powershape.com](http://www.powershape.com). 5. Медведев Ф.В. Автоматизированное проектирование и производство деталей сложной геометрии на базе программного комплекса PowerSolution: Учеб. пособие / Ф.В. Медведев, И.В. Нагаев / Под общ. ред. А.Г. Громашева. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005 – 167 с.

*Поступила в редколлегию 01.12.2010*

**УДК 621.771**

**Ю.О. ПЛЕСНЕЦОВ**, канд. техн наук, доцент, НТУ «ХПИ», м. Харків

**О.С. ЗАБАРА**, магістр, НТУ «ХПИ», м. Харків

**Т.Л. КОВОРТНИЙ**, асистент, НТУ «ХПИ», м. Харків

**М.С. ЛЮБИМОВ**, студент, НТУ «ХПИ», м. Харків

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛУ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ ЗАМКНЕНОГО ПЕРЕТИНУ**

На основе полных факторных экспериментов  $2^2$  получена расчетно-экспериментальная модель, позволяющая определять основные технологические параметры процесса валковой формовки гнутых профилей замкнутого поперечного сечения. Проверка адекватности модели показала, что полученные уравнения могут быть использованы для расчета утонения и угла пружинения металла в процессе валковой формовки гнутых профилей замкнутого поперечного сечения

На основі повних факторних експериментів  $2^2$  отримано розрахунково-експериментальну модель, що дозволяє визначати основні технологічні параметри процесу валкової формовки гнутих профілів замкнутого поперечного перетину. Перевірка адекватності моделі показала, що отримані рівняння можуть бути використані для розрахунку потоншення та кута пруження металу у процесі валкової формовки гнутих профілів замкнутого поперечного перетину

Basing on a full factor experiment  $2^2$  the calculated experimental model was acquired, which do allow defining basic technological parameters of process of roll forming of closed roll-formed section. Checking for adequateness of a model has shown that the acquired equations can be used for calculation of thinning and of springing angle of metal during roll forming of the closed cold rolled section process

Гнуті профілі замкнутого перетину (ГПЗП) є одним з найбільш затребуваних видів будівельного металопрокату. Застосування ГПЗП можливо