

УДК 621.7:519.85

Постановка и решение частного случая основной задачи теории суммирования поврежденный / Михалевич В. М., Матвийчук В. А., Трач Е. А., Добранюк Ю. В., Зайкова В. С. // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2012. – №47(953). – С. 67–71. – Бібліогр.: 12 назв.

Розглянуто задачу моделювання граничного стану матеріалу бічної поверхні циліндричних зразків під час вісесиметричного стиснення. Отримано нову форму моделі граничного стану матеріалу бічній поверхні та вдосконалено методику побудови кривої граничних деформацій, що надало можливість скоротити час побудови графіка однієї кривої більш, ніж в 10 разів.

Ключові слова: вісесиметричне стиснення, бічна поверхня, напружено-деформований стан, гранична деформація.

This is the problem of determining of the mode of deformation and limiting state of the material of the cylindrical samples' lateral surface at face-end compression. A new form of the model the limiting state of the material and improved method of constructing curves of the strain, which has reduced the time plotting a curve of more than 10 times.

Keywords: face-end compression, lateral surface, mode of deformation, limit strain.

УДК 621.771.63

С. Ю. ПЛЕСНЕЦОВ, аспірант, НТУ «ХПИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ИЗГИБЕ ДО 180° С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА DEFORM 3D

Проведено моделювання процесу изгиба листового металла до 180° посредством программного комплекса Deform 3D. Получены распределения напряжений и деформаций, а также график усилия на инструменте. Выполнено сопоставление результатов моделирования с данными, полученными в ходе экспериментальных исследований процесса изгиба листового металла до 180°.

Ключевые слова: изгиб, программный комплекс, Deform 3D, моделирование

Вступлення. В условиях формирования основ рыночной экономики в Украине проблема энерго- и материалоемкости промышленной продукции и вывода ее по этим показателям на уровень, достигнутый в ведущих промышленно развитых странах, приобретает все большую значимость [1]. Гнутые профили проката являются одним из наиболее эффективных видов металлопродукции, поскольку в ходе их производства возможна минимизация расхода материалов и энергии, а продукция зачастую не требует дальнейшей обработки.

Возможности современной вычислительной техники позволяют значительно упростить теоретический анализ процессов обработки давлением. Программные комплексы Deform 3D и QForm обеспечивает возможность осуществления моделирования процессов как объемного, так и листового формоизменения на основе метода конечных элементов.

На рис. 1 приведены наиболее распространенные виды продукции, содержащие элементы изгиба на 180°.

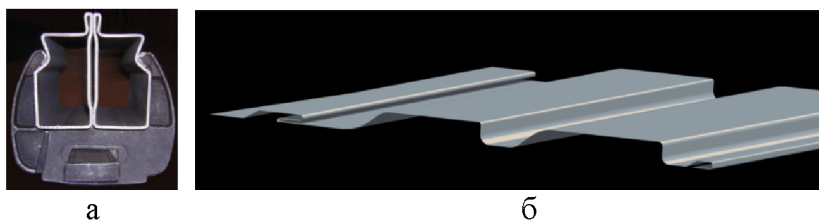


Рис. 1 – Продукция профилирования с элементами изгиба на 180°: а – профили опалубки; б – сайдинговый профиль

© С. Ю. Плеснецов, 2012

В странах СНГ доля легких металлоконструкций в различных конструктивных элементах зданий и сооружений составляет 4-11%, в то время, как в странах ЕС этот показатель оценивается в 50-75%. Перспективная потребность рынка стран СНГ (с учетом достигнутого показателя в странах ЕС) может быть оценена величиной в 12-14 раз большей.

К крупнейшим российским предприятиям-производителям сайдинга, фасадных и других видов продукции из оцинкованной стали и стали с декоративно-защитными покрытиями следует отнести: ОАО «Самарский завод «Электрощит», ОАО «Акционерная компания «Лысьвенский металлургический завод», ОАО «Челябинский профнастил», ОАО «Киреевский завод легких металлических конструкций», ЗАО «Компания «Сплав», Группа предприятий «Стальные конструкции», ЗАО «Стальинвест», Группа компаний «Стройпромет» и ряд других.

К числу наиболее известных западных корпораций-производителей специальных гнутых профилей относятся такие, как Rautaruukki Group, Arcelor Construction, Tekla и др.

Анализ последних исследований и литературы. Вопросам разработки сортамента специальных гнутых профилей с местами изгиба до 180° и освоения их производства в Украине уделяется значительное внимание ввиду эффективности их применения. Наибольшее количество разработок в этом направлении выполнено в Украинском научно-исследовательском институте металлов (УкрНИИМете) [2-4]. Результаты исследований деформированного состояния и коэффициенты смещения нейтрального слоя при изгибе приведены также в работе [5].

Цель исследования: оценка точности моделирования процессов гибки и валковой формовки листового металла в программном комплексе Deform 3D.

Материалы исследования. Моделирование процесса деформирования листового металла осуществлялось по методике, изложенной в работе [6], то есть использовались аналогичные толщины металла s (0,5 мм, 1 мм, 1,5 мм, 2 мм, 2,4 мм), образцы размерами 30x80 мм и углы подгибки 90° , 120° и 180° при радиусах в месте изгиба, равных s , $2s$ и $3s$.

Для моделирования изгиба посредством программного комплекса Deform 3D были созданы модели оснастки, преобразованные в формат *.stl. Шаг сетки моделей составляет 0,1 мм, что обеспечивает достаточную плавность скругленных элементов оснастки.

Использованные модели оснастки приведены на рис. 2.

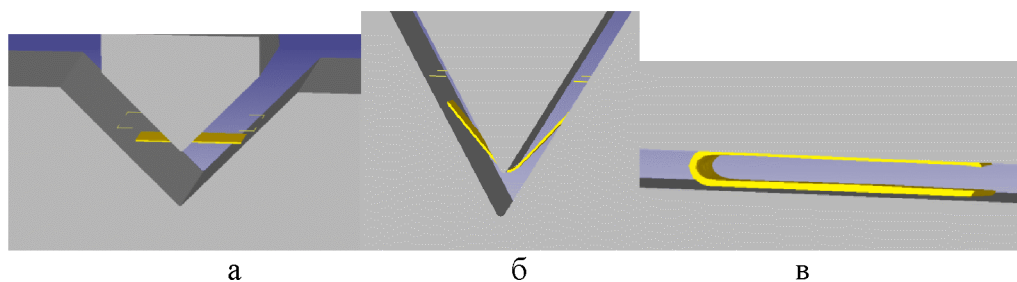


Рис. 2 – Этапы моделирования процесса гибки до 180° : а – 90° ; б – 120° ; в – 180°

Геометрия моделей оснастки повторяла геометрию инструментов, использовавшихся в ходе экспериментальных исследований [6].

При моделировании процесса были заданы следующие условия его протекания:

- коэффициент трения 0,12;
- температура окружающей среды, заготовки и оснастки 20°C ;
- число элементов заготовки 50000;
- скорость движения пуансона 10 мм/с;
- число шагов симуляции на каждом этапе 100;

В результате осуществления расчета на ПК были получены распределения напряжений и деформаций на участке изгиба, а также усилия при изгибе в зависимости от перемещения пуансона (см. рис. 3).

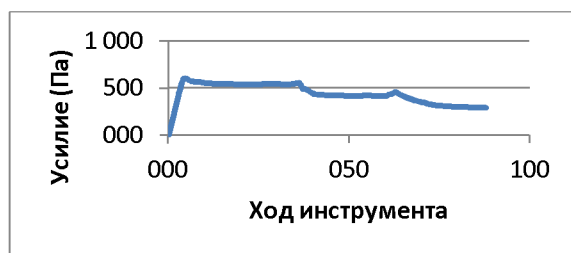


Рис. 3 – График зависимости усилия при изгибе от перемещения пуансона (мм)

На каждом этапе производилась замена моделей инструмента и перерасчитывались межэлементные связи.

После завершения расчета образец приобрел U-образную форму, приведенную на рис. 4.

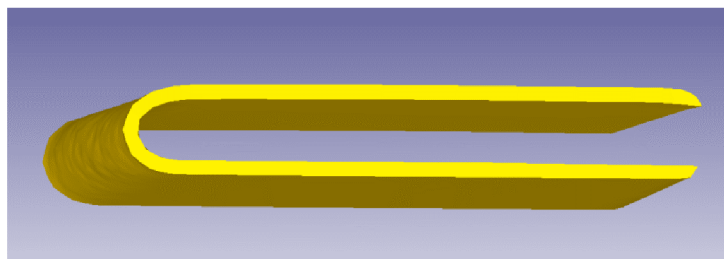


Рис. 4 – Конечная форма образца

Результаты сопоставления величин максимальных утонений при компьютерном моделировании процесса изгиба и экспериментальных данных, полученных в работе [6], для толщин 1 мм, 1,5 мм и 2,4 мм при изгибе на 180° приведены в таблице.

Полученное расхождение не превышает 2,5%, что позволяет использовать результаты, полученные посредством программного комплекса Deform 3D, для инженерных расчетов.

Таблица. – Максимальная деформация металла для толщины 1 мм при изгибе на 180° и погрешность измерений в системе Deform 3D относительно экспериментальных показателей

Толщина металла, мм	Теоретический расчет, мм	Расчет в Deform 3D, мм	Экспериментальные исследования, мм	Абсолютная погрешность, мм	Относительная погрешность, %
1	0,038	0,04	0,039	0,002	2,5
1,5	0,225	0,228	0,227	0,001	0,4
2,4	0,236	0,234	0,24	0,001	1,25

Вывод. Программный комплекс Deform 3D может быть применен для теоретического исследования процессов изгиба листового металла, обеспечивая достаточную для инженерных расчетов точность при погрешности, не превышающей 2,5%.

Список литературы. 1. *Тришевский О.И.* Анализ современного состояния производства и применения специальных гнутых профилей с местами изгиба на 180°. // Сб.: «Обработка материалов давлением» №2 (21). Краматорск: ДГМА, 2009. – 452 с. С. 227-230. 2. *Стукалов В.П.* Основные принципы проектирования калибровок валков для формовки профилей с элементами двойной толщины. Сб.: «Гнутые профили проката: Тематический сборник научных трудов». Вып. III. Харьков: УкрНИИмет, 1975. – С. 102 – 108. 3. *Стукалов В.П.* Разработка и исследование технологии производства нового T-образного гнутого профиля. / *В.П. Стукалов, А.И. Медведев, О.И. Дробот* // Сб.: «Совершенствование

технологии производства сортового проката и гнутых профилей: Отраслевой сборник научных трудов». – Харьков: УкрНИИмет, 1989. – С. 87 – 90. **4.** Тришевский И.С. Некоторые особенности деформации металла в месте изгиба на 180°. Сб.: «Обработка металлов давлением: Сборник трудов», вып. XX. / И.С. Тришевский, В.П. Стукалов – Харьков: УкрНИИмет, 1972. – С. 93 – 99. **5.** Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Издание 6-е, переработанное. Из-во Машиностроение, 1979г, 520с., ил. **6.** Тришевский О.И. Исследование деформированного состояния металла на участке его изгиба на 180°. // Сб.: «Университетская наука-2009»: Сб. тезисов и докладов в 2-х томах. Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 433 с. С. 182. **7.** Тришевский О.И. Моделирование изгиба металла на 180° и исследование его деформированного состояния с использованием цифровых методов. // Сб.: Вестник Национального технического университета «ХПИ»: Х.: НТУ «ХПИ-2009». – №15 – 124 с. – С.71-76.

Надійшла до редколегії 15.10.2012

УДК 621.771.63

Исследование деформированного состояния металла при изгибе до 180° с помощью программного комплекса DEFORM 3D / Плеснецов С.Ю. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 71–74. – Бібліогр. 7 назв.

Проведена трьохетапне моделювання процесу згину листового металу до 180° за допомогою програмного комплексу Deform 3D. Отримані розподілення напружень і деформацій, а також графік зусилля на інструменті. Виконано порівняння результатів моделювання з даними, отриманими в ході експериментальних досліджень процесу вигину листового металу до 180°.

Ключові слова: згин, програмний комплекс, Deform 3D, моделювання.

Conducted a three-phase modelling of the process of bending sheet metal up to 180° through the software package Deform 3D. Received distributions of stresses and strains, as well as the force curves on the instrument. Achieved comparison of the modeling results with those obtained in experimental studies of the process of bending sheet metal up to 180°.

Keywords: bending, software system, Deform 3D, simulation model

УДК 621.771.634

Ю. А. ПЛЕСНЕЦОВ, канд. техн. наук, зав. кафедрой, НТУ «ХПІ»

М. А. РУДЮК, студентка, НТУ «ХПІ»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ С ОТБОРТОВКАМИ

На основе теоретического анализа получены зависимости для определения параметров напряженно-деформированного состояния металла и минимальных радиусов изгиба криволинейных элементов профилей при формовке с растяжением (сжатием). Результаты исследований использованы при разработке технологических схем профилирования и конструировании калибров валков.

Ключевые слова: профиль гнутый, отбортовка, напряженно-деформированное состояние

Введение. Тонкостенные гнутые профили с отбортовками все шире применяются в различных отраслях промышленности и строительства. Это позволяет уменьшить число элементов в конструкциях, улучшить их внешний вид, повысить технологичность изготовления, ускорить сборку изделий из профилей и монтаж конструкций из них и т.д. Отбортовки могут выполняться на полках швеллеров, корытных, С-образных, зетовых и других сортов профилей. Наличие отбортовки повышает местную устойчивость плоских участков, жесткость полок и профиля в целом без увеличения его толщины и металлоемкости.

Анализ последних исследований и литературы. Профили с отбортовками имеют сложную форму поперечного сечения, большое число мест изгиба и подгибаемых элементов. Поскольку они, как правило, служат готовыми элементами сборных конструкций, предъявляются повышенные требования к их прямолинейности по всей длине и к геометр-

© Ю. А. Плеснецов, М. А. Рудюк, 2012