

Перевалов А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГИБА В РОЛИКАХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СИСТЕМЕ MSC MARC

Перевалов А. А.

A. A. Perevalov

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГИБА В РОЛИКАХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СИСТЕМЕ MSC MARC

MODELLING OF BENDING ROLLS OF EXTRUDED ASYMMETRIC BENDING PROFILES IN THE MSC MARC



Перевалов Анатолий Анатольевич – аспирант Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); 89242278373. E-mail: Anatoly84@rambler.ru.

Mr. Anatoly A. Perevalov – PhD Candidate, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); 89242278373. E-mail: Anatoly84@rambler.ru.

Аннотация. В статье описаны особенности изгиба несимметричных профилей, связанные с ним проблемы и перспективность решения данной задачи. Описана целесообразность применения системы конечно-элементного анализа MSC MARC при расчете изгиба с закручиванием несимметричных профилей. Также приведены особенности построения модели процесса и физических свойств материала.

Summary. The paper describes the features of asymmetric bending sections, related problems and prospects of solving this task. We describe the usefulness of the system, application of the finite element analysis of MSC MARC to calculation of bending with twisting of asymmetric sections. Just shows the features of model building process, and physical properties of the material.

Ключевые слова: MSC MARC, гибка, профиль, несимметричный, ролики.

Key words: MSC MARC, bending, section, asymmetric, rollers.

УДК 629.73.002.2

Детали, получаемые гибкой прессованных и гнутых из листа профилей, используются во многих элементах конструкции планера летательного аппарата. Объясняется это тем, что при относительно небольших размерах поперечного сечения, а следовательно, незначительной массе профили обладают весьма высокой удельной сопротивляемостью к действию внешних нагрузок.

Одним из перспективных способов формообразования длинномерных профилей является гибка в роликах. Данный вид гибки обладает рядом преимуществ:

- широкие возможности по формоизменению длинномерных заготовок при относительно малых габаритах оборудования;
- возможность формоизменения широкой номенклатуры профилей без замены формообразующих элементов;
- высокая возможность автоматизации процесса.

Наряду с этим существуют некоторые трудности, связанные с формообразованием несимметричных профилей. Вследствие несовпадения главных осей поперечного сечения несимметричных профилей с плоскостью изгиба происходит закручивание и изгиб профиля в плоскости, перпендикулярной плоскости изгиба. Решение задачи определения угла закручивания и изгиба несимметричных профилей позволит разработать схему гибки с компенса-

ей нежелательных отклонений. С целью определения углов закручивания и силовых факторов гибки было проведено моделирование изгиба несимметричного профиля уголкового сечения в роликах в системе MSC MARC (см. рис. 1).

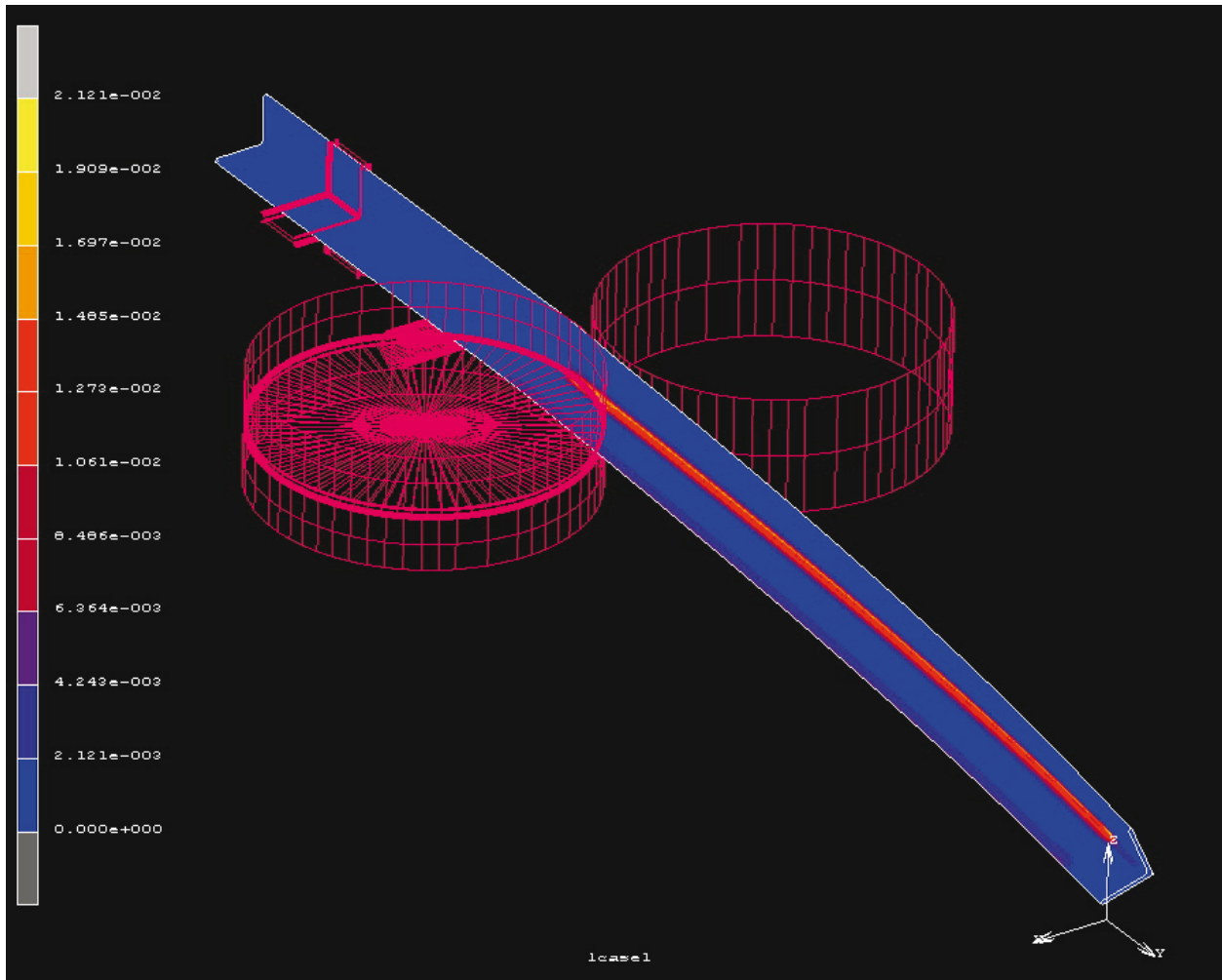


Рис. 1. Результат расчета деформаций несимметричного профиля в MSC MARC

Схема изгиба и все геометрические соотношения взяты идентичными экспериментальной установке для гибки профилей (см. рис. 2).

Перевалов А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГИБА В РОЛИКАХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СИСТЕМЕ MSC MARC



Рис. 2. Экспериментальная установка для гибки профилей

Моделирование рабочих элементов установки производилось непосредственно в системе MSC MARC. Фильера и ролики выполнены поверхностями. Профиль разбит на конечные элементы (см. рис. 3). Данная схема разбиения профиля на элементы была принята с целью упрощения расчета. Суммарное количество элементов для профиля 15x15x450 составило 13 960.

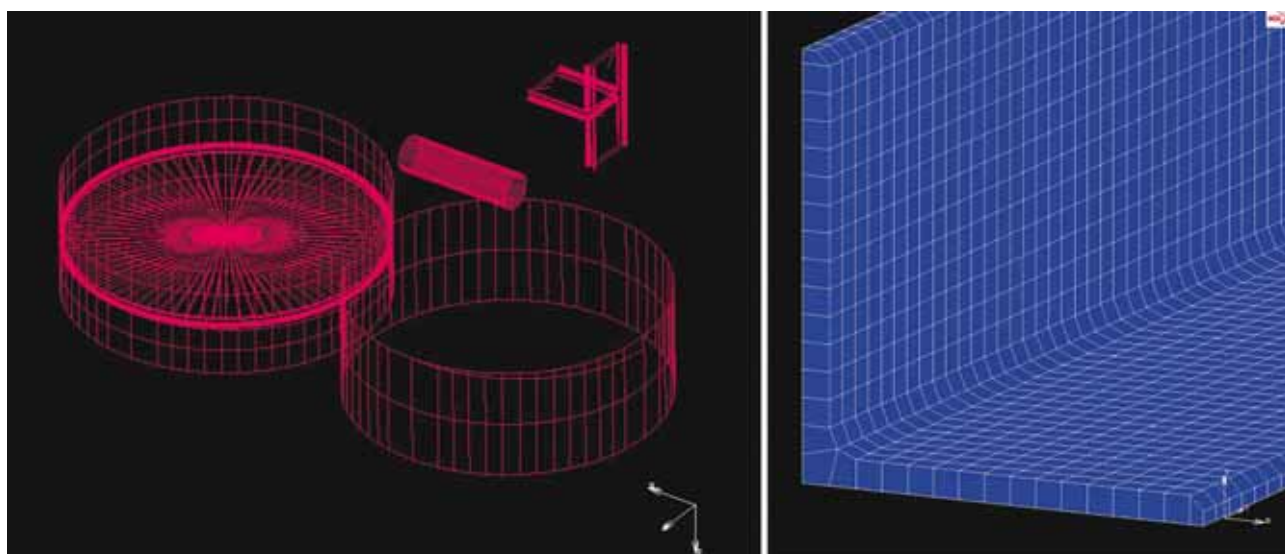


Рис. 3. Модель рабочих элементов установки и конечно-элементная модель профиля в системе MSC MARC

На рис. 4 представлена модель установки в начальном положении. Все элементы модели, за исключением профиля, недеформируемые. Коэффициент трения принят равным нулю.

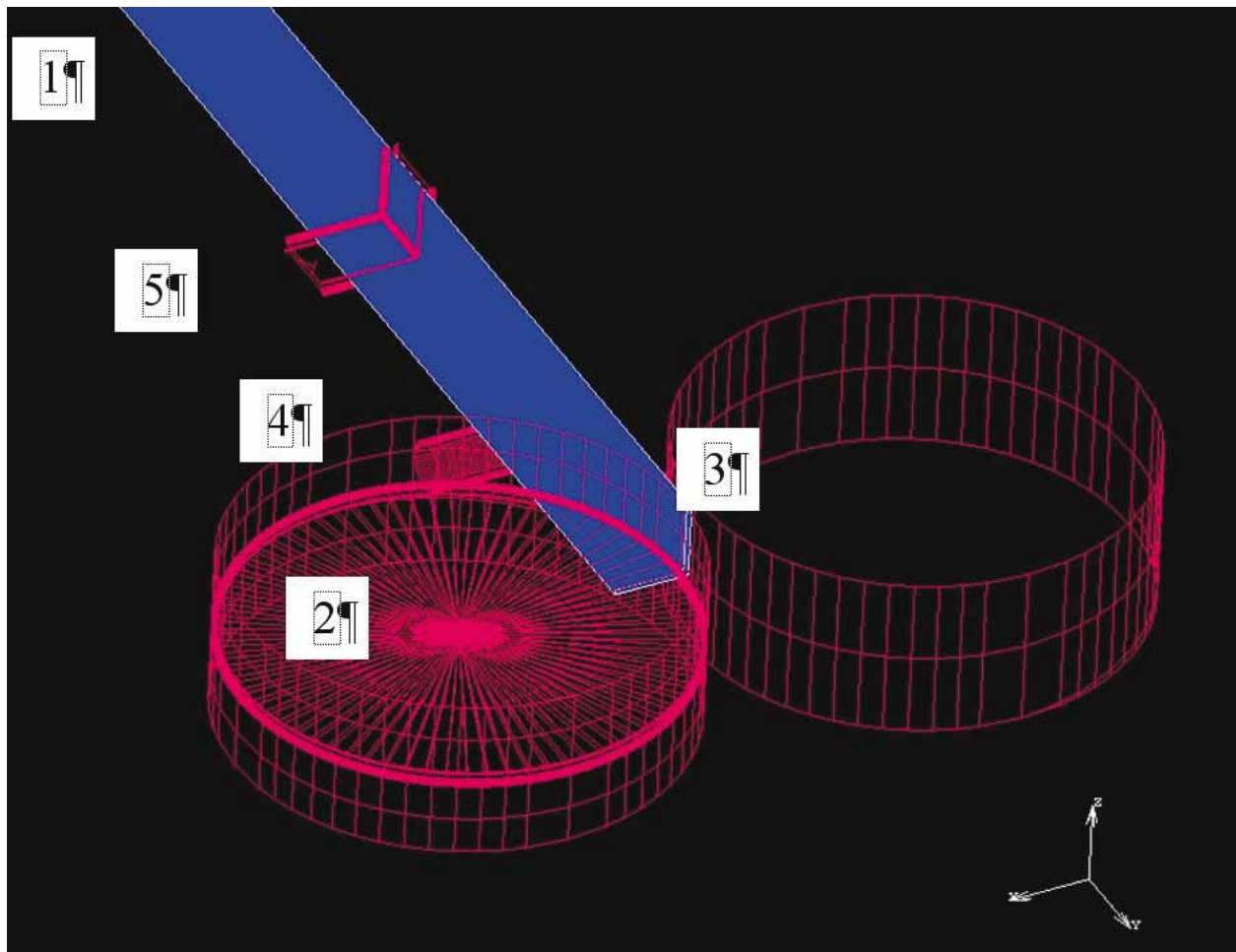


Рис. 4. Модель установки для гибки профилей: 1 – профиль уголкового сечения 15x15x450; 2 – ролик разрезной; 3 – ролик прижимной; 4 – поддерживающий вал; 5 – фильера

Материал Д-16АТ задан графически (см. рис. 5). Необходимо обратить внимание на особенность задания материала в системе MSC MARC – при задании материала линейный участок не задается. Первая точка графика обозначает момент перехода линейной зависимости к нелинейной. Задание всех перемещений производится графически. При этом сначала происходит выборка зазоров, а потом переход в рабочий режим.

Первалов А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГИБА В РОЛИКАХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СИСТЕМЕ MSC MARC

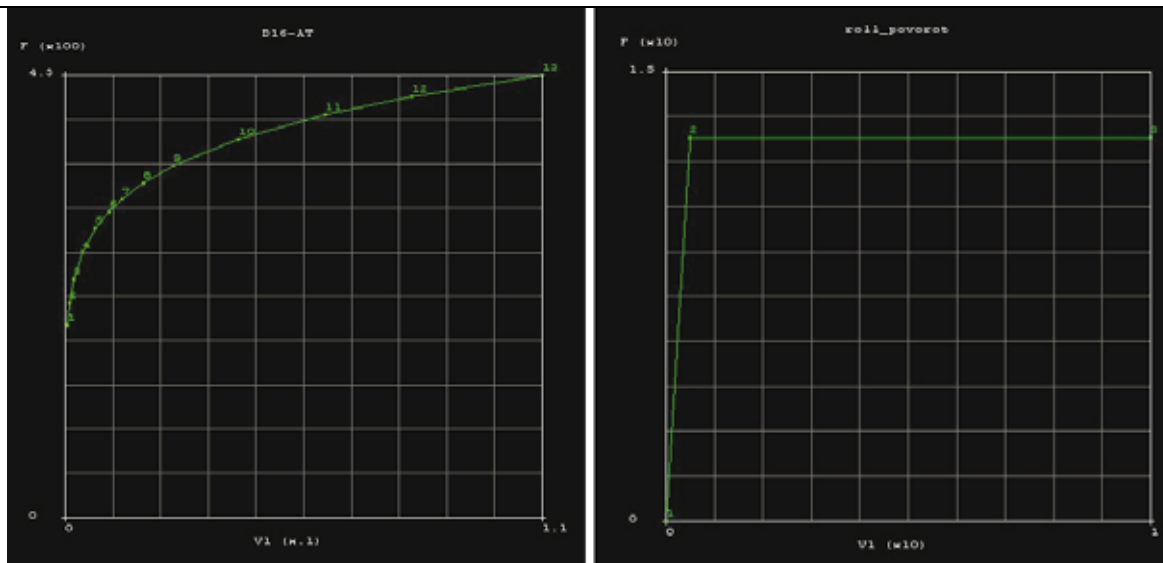


Рис. 5. Графическое задание свойств материала и перемещений в MSC MARC

Моделирование процесса изгиба несимметричных прессованных профилей позволяет определить технологические параметры процесса, такие как предельные углы закручивания и изгиба профиля. Дальнейшая обработка результатов с целью получения радиусов кривизны и углов закручивания производится в системе MS Excel.

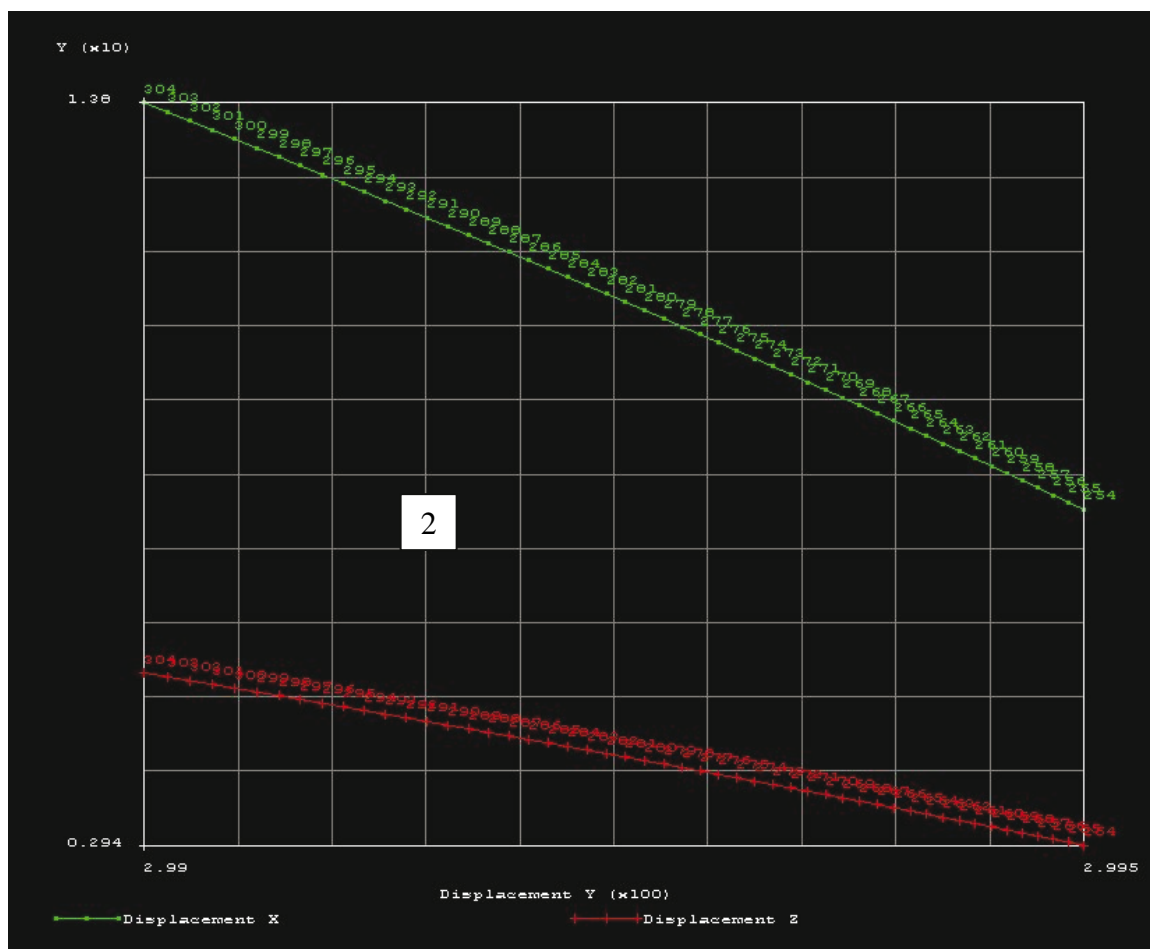


Рис. 6. Графики перемещений узлов в плоскостях: 1 – Y0X; 2 – Y0Z

Определение радиусов кривизны контура во всех расчетных точках можно решить, заменяя радиусы кривизны расчетного контура радиусами окружностей, проходящих через каждые три точки этого контура.

Математическая модель этой операции реализуется простыми зависимостями, получаемыми на основе решения системы уравнений окружности, проходящей через три точки:

$$\begin{cases} (Xc - x_i)^2 + (Yc - y_i)^2 = (Xc - x_{i-1})^2 + (Yc - y_{i-1})^2, \\ (Xc - x_i)^2 + (Yc - y_i)^2 = (Xc - x_{i+1})^2 + (Yc - y_{i+1})^2. \end{cases}$$

Для трех последовательных точек контура $i-1, i, i+1$ эта система имеет единственное решение в виде:

$$Xc = \frac{(x_{i-1} - x_i)(y_i^2 - y_{i+1}^2 + x_i^2 - x_{i+1}^2) + (x_i - x_{i+1})(x_i^2 - x_{i-1}^2 + y_i^2 - y_{i-1}^2)}{2[(x_i - x_{i+1})(y_{i-1} - y_i) - (x_{i-1} - x_i)(y_i - y_{i+1})]},$$

$$Yc = \frac{x_i^2 - x_{i-1}^2 + y_i^2 - y_{i-1}^2 - 2Xc(y_{i-1} - y_i)}{2(x_{i-1} - x_i)},$$

$$R = \sqrt{(Xc + x_i)^2 + (Yc + y_i)^2},$$

где x_i, y_i – координаты точек кривой; R – расчетный радиус кривизны в точках.

При превышении максимально допустимых углов закручивания и изгиба наблюдалась потеря устойчивости модели профиля при расчете в MSC MARC аналогично потери устойчивости профиля при натурном эксперименте (см. рис. 7).

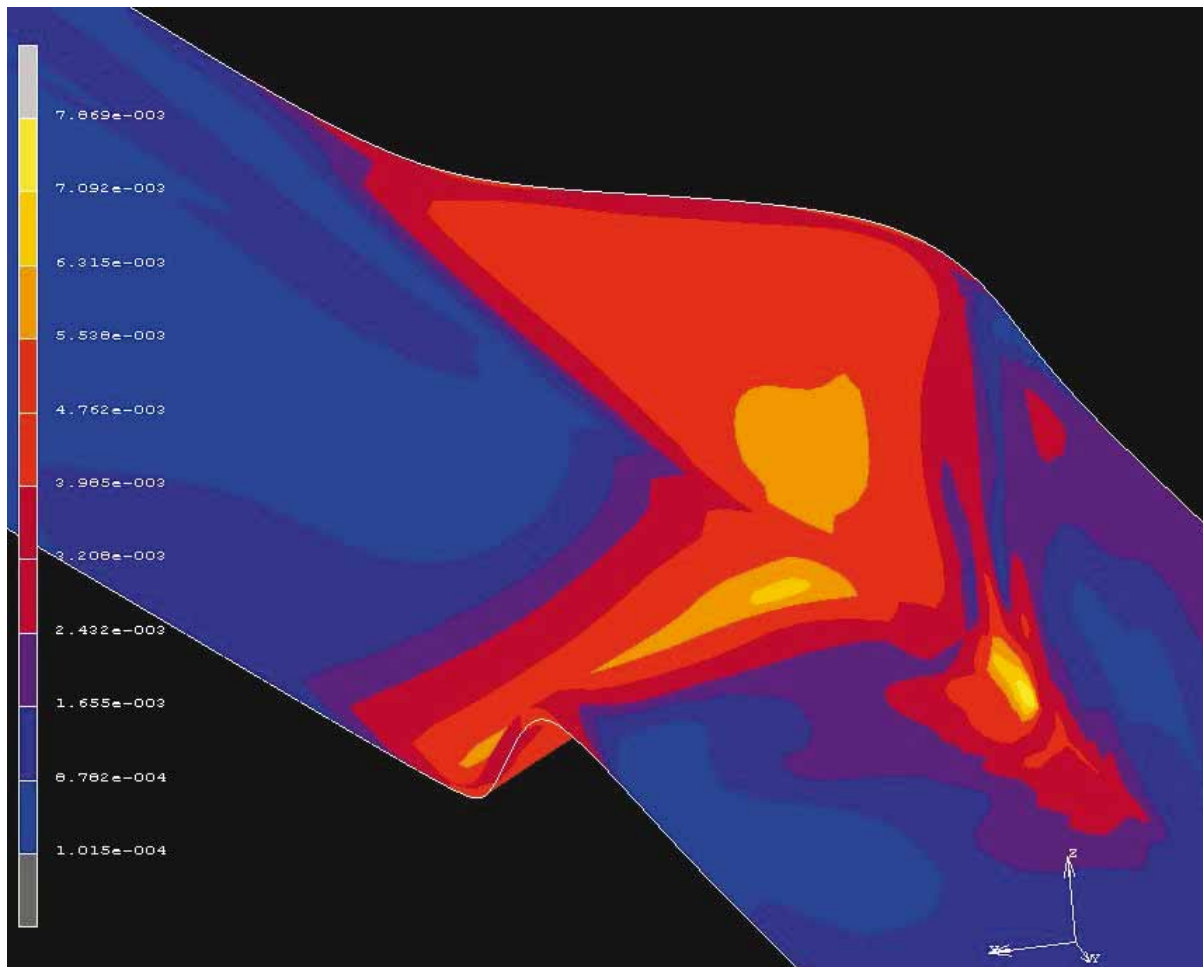


Рис. 7. Потеря устойчивости профиля (эпюра деформаций)

Перевалов А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГИБА В РОЛИКАХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СИСТЕМЕ MSC MARC

Анализ результатов расчета процесса гибки профиля позволил определить оптимальные геометрические параметры положения рабочих органов установки, максимальные допустимые углы изгиба и закручивания профилей. Также в результате моделирования получены данные об оптимальных углах изгиба и закрутки профиля для минимизации конечного закручивания профиля. Все это позволяет провести натурные эксперименты с ограниченным набором установочных параметров установки, тем самым добиться экономии как временных, так и материальных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовин, С. И. Методы расчета и проектирования на ЭВМ процессов штамповки листовых и профильных заготовок / С. И. Вдовин. – М.: Машиностроение, 1988. – 160 с.
2. Выгодский, М. Я. Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М.: Наука, 1965. – 872 с.
3. Феоктистов, С. И. Автоматизация проектирования технологических процессов и оснастки заготовительно-штамповочного производства авиационной промышленности / С. И. Феоктистов. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 183 с.