

С.А. Некоз, Е.В. Штефан, Р. Hejft*, А.И. Некоз
Украинский государственный университет пищевых технологий (Киев)
Politechnika Białostocka

65

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ РЕШЕТОК МЯСОРЕЖУЩИХ ВОЛЧКОВ

Содержание: Работа посвящена анализу напряженно-деформированного состояния решеток мясорезающих волчков. Сформулирована общая задача упруго-пластичности, решение которой выполнено с использованием проекционно-сеточных методов. Численное исследование с использованием программной системы PLASTIC-002 дало возможность определить значение напряжений и перемещений решетки.

1. Вступление

Эффективность работы мясоперерабатывающих предприятий в значительной мере определяется надежностью и долговечностью мясоизмельчительного оборудования, в том числе волчков, основным рабочим органом которых является режущий комплект. Точность изготовления, тщательность заточки, износостойкость ножей и решеток волчков влияют также на качество перерабатываемой продукции, так как от этих факторов зависит степень сопряжения трущихся поверхностей ножей и решеток радиус округления их режущих лезвий. Кроме того, в процессе работы волчка под действием нагнетаемого шнеком перерабатываемого продукта происходит деформация ножей и решеток. Это приводит к нарушению прилегания пары трения нож-решетка, и появлению неравномерных зазоров между ними, что в свою очередь обуславливает ухудшение процесса резания. Накапливающиеся в этих зазорах частицы продукта способствуют интенсификации изнашивания деталей комплекта и их возрастающей деформации. Однако эти вопросы исследованы недостаточно, изучение их носит эмпирический характер, при

этом не учитывается напряженно-деформированное состояние деталей комплекта.

2. Математическая постановка задачи

Теоретическое исследование напряжений и деформаций решетки выполнено на основе постановки общей краевой задачи упруго-пластичности.

Предполагая, что конфигурации исследуемой конструкции в момент времени t соответствует область V , ограниченная поверхностью Ω , силовое нагружение конструкции в произвольной точке x задается в виде граничных условий, в соответствии с которыми на части границы $\Omega_1 \in \Omega$ заданы усилия

$$\vec{P} |_{\Omega_1} = \vec{P}(x)$$

В каждой точке области V должны выполняться условия равновесия и неразрывности соответственно

$$\sigma_{ik,k} + \rho^* \vec{F}_i = 0 \quad \text{и} \quad \text{lh} \dot{\rho} + \text{div} \vec{U} = 0,$$

и кинематические соотношения

$$\epsilon_{ik} = \frac{1}{2} * (\dot{U}_{i,k} + \dot{U}_{k,i}),$$

где: σ_{ik} , ϵ_{ik} - тензоры напряжений и скоростей деформаций, соответственно;

\vec{U} , \vec{F} - векторы перемещений и усилий, соответственно;

ρ - плотность материала.

Ввиду практической невозможности точного решения задачи упругопластичности применительно к условиям работы режущего комплекта выполнена вариационная формулировка задачи. При этом, используя в качестве весовых функций вариации искомых величин скоростей перемещений $\{\delta \dot{U}\}$, получено вариационное уравнение равновесия в виде

$$\int_V (\nabla \cdot \{\sigma\}) \cdot \{\delta \bar{U}\} dV + \int_V \{\bar{F}\}^T \cdot \{\delta \bar{U}\} \cdot dV - \int_{\Omega_2} \{\bar{n}\}^T \cdot \{\sigma\} \cdot \{\delta \bar{U}\} d\Omega + \int_{\Omega_1} \{\bar{P}\}^T \cdot \{\delta \bar{U}\} d\Omega = 0$$

где $\nabla = \frac{\partial}{\partial X_i}$ - набла-оператор, $\{\bar{n}\}$ - вектор нормали к поверхности Ω_2 .

3. Результаты численного исследования

Для решения сформулированной задачи использованы проекционно-стochastic методы в форме методов конечных элементов по пространственным координатам и конечных разностей по временному аргументу. При этом исходную область аппроксимировали совокупностью треугольных симплекси-элементов с конечным числом узловых точек. Разработанные алгоритмы реализованы в виде программной системы PLASTIC-002.

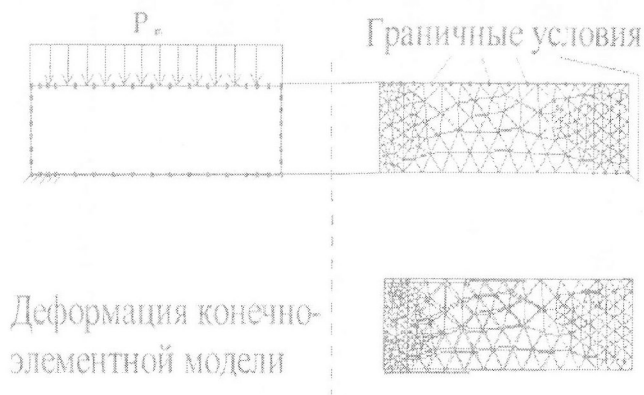


Рис. 1. Расчетная схема деформаций решетки

С использованием этой программной системы проведено численное исследование напряженно-деформированного состояния решеток волчков (Рис. 1). Это дало возможность получить численные значения перемещений при различных параметрах нагружения (Рис. 2), а также распределение гидростатического давления при экструзии фарша через отверстия решетки. Полученные результаты свидетельствуют, что деформация элементов режущего комплекта обуславливает неравномерность изнашивания режущих кромок и необходимость более частого их затачивания.

При этом распределение напряжений соответствует величине неравномерности изнашивания по длине режущего лезвия.

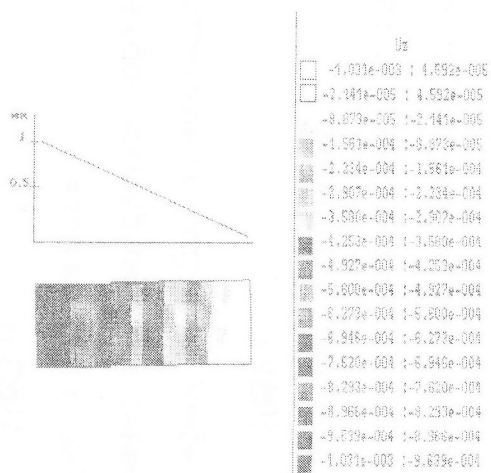


Рис. 2. Распределение перемещений решетки

Литература

- [1] Максименко А.А., Штефан Е.В. *Численное моделирование полос сдвига в упруго-пластической пористой среде. Девятая зимняя школа по механике сплошных сред*, Пермь, ИМСС УРО АН СССР, 1991.