

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЕЧАЕК ПРИ ИХ ФОРМОВКЕ

Целью данной работы является разработка математической модели напряженно-деформированного состояния металла обечаек при их формовке, а также автоматизированное проектирование технологических режимов процесса формовки на листогибочных машинах. При реализации вальцовки используют двухвалковые, трехвалковые и четырех-валковые листогибочные машины или вальцы. Математическая модель напряженно-деформированного состояния металла основывается на выделении элементарного поперечного сечения листа, а затем численном решении конечно-разностной формы условия статического равновесия для него. В соответствии с этим, рассматриваемая расчетная схема (рис. 1, а), включает в себя исходное состояние заготовки, характеризуемое толщиной h и исходной кривизной χ_0 , нагруженное состояние с текущей кривизной χ_1 и прогибом опорной системы W , и конечное состояние, которое характеризуется требуемой кривизной χ_{ocm} .

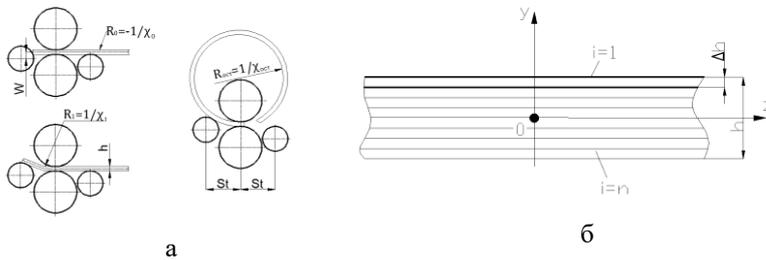


Рис. 1. Технологическая схема формовки листового металла:
а – расчетная схема модели; б – расчетная схема поперечного сечения листа применительно к математическому моделированию процесса гибки

Влиянием деформаций сдвига и связанными с ними касательными компонентами тензора напряжений пренебрегаем, что позволяет использовать гипотезу плоских сечений и существенно упрощает аналитическое описание условия связи деформаций и напряжений. Непосредственно математическое моделирование заключается в разбиении поперечного сечения листа на элементарные поперечные сечения с порядковыми номерами $i=1..n$ и последующем определении их геометрических характеристик (см. рис. 1, б). Приняв допущение о соответствии линии упругопластического изгиба дуге окружности, определялся радиус кривизны средней линии (см. рис. 1 а) R_1 . Полученные аналитические выражения при одновременном указании диапазонов их возможного использования, определяемых количественно соответствующим показателям интенсивности деформации, сведены в табл. 1.

Таблица 1.

Зависимости для определения напряжений и деформаций при вальцовке

Параметр	Характер нагружения металла		
	Упругопластическое растяжение	Упругая деформация	Упругопластическое сжатие
ε_i	$\varepsilon_i^{(+)} > \varepsilon_{ocm_i} + \sigma_{R_i} / E$	$\varepsilon_i^{(+)} \leq \varepsilon_{ocm_i} + \sigma_{R_i} / E$ $\varepsilon_i^{(-)} \leq \varepsilon_{ocm_i} + \sigma_{S_i} / E$	$\varepsilon_i^{(-)} < \varepsilon_{ocm_i} + \sigma_{S_i} / E$
σ_Y	σ_{R_i}	$E(\varepsilon_i - \varepsilon_{ocm_i})$	σ_{S_i}
ε_{ocm}	$\varepsilon_i - \sigma_{Y_i} / E$	ε_{ocm_i}	$\varepsilon_i - \sigma_{Y_i} / E$

Представленные зависимости (см. табл. 1) в сочетании с организацией численного интегрирования составили полный алгоритм по автоматизированному расчету напряженно-деформированного состояния обечаек при их формовке. Разработанная математическая модель выполнена с учетом блок-схемы алгоритма автоматизированного проектирования технологических и конструктивных режимов формовки обечаек (рис. 2).

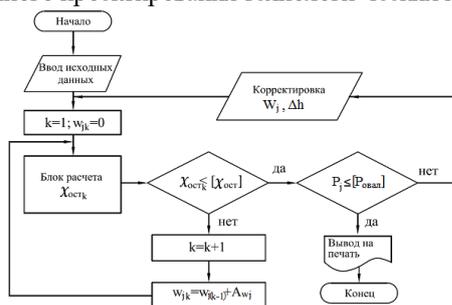


Рис. 2. Укрупненна блок-схема алгоритма автоматизованого проектування технологічних режимів роботи і настройки оброблення косовалкових трубоправильних машин.