

УДК 621.982.45

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРАВКЕ

Ястребова Ирина Александровна

Студентка 6 курса, специалитет

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.В. Иванов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

При получении толстолистового проката листы после выхода из прокатного стана подвергаются ускоренному охлаждению, целью которого является получение заданной микроструктуры и требуемых механических свойств металла [1]. Охлаждение листов обычно осуществляется в установке контролируемого охлаждения до температур порядка 550 – 700 °С в зависимости от марки стали и толщины листа. В ряде случаев из-за неравномерного охлаждения могут появляться дефекты формы листа, среди которых наиболее распространены волнистость кромок и коробоватость середины. Эти дефекты могут быть исправлены на машинах горячей валковой правки. Правка в таких машинах осуществляется посредством многократного знакопеременного упругопластического изгиба листа между правильными валками.

На некоторых предприятиях после машины горячей правки на следующих технологических этапах производства листового проката, например, после замедленного охлаждения или резки на мерные длины, можно наблюдать повторное появления дефектов формы листа. Причина повторного коробления заключается в наличии больших остаточных напряжений после горячей правки [2,3].

Решение этой проблемы возможно только при наличии достоверной и полной информации о напряженно-деформированном состоянии (НДС) листа во время горячей и теплой правки.

Для этого автором была предложена конечно-элементная модель для анализа НДС листа вовремя и после упругопластического изгиба. Модель создана в программе конечно-элементного анализа ANSYS и записана в виде макрокоманд в параметризованном виде на языке APDL. Предложенная модель позволяет исследовать влияние основных параметров правки на распределение остаточных напряжений по толщине листа, среди которых температура, скорость правки и радиус изгиба листа.

Для получения адекватных результатов моделирования были проанализированы вязкопластические модели материалов, доступные в программе ANSYS для моделирования горячей обработки металлов давлением. В результате анализа была выбрана модель Ананда, как наиболее комплексная и позволяющая учитывать систематическое влияние таких параметров процесса как температуру, степень и скорость деформации, а также деформационное упрочнение и разупрочнение вовремя междеформационных пауз [4].

На основе анализа литературы была найдена информация по определению материальных констант модели Ананда. Были проведены тестовые решения характерных задач, позволяющие уточнить коэффициенты модели Ананда для ст3 в диапазоне скоростей деформации 0.1-1 1/с и температур 600-900 °С, что соответствует режимам горячей правки толстых листов на стане 5000 АО «ВМЗ». Полученные

зависимости напряжений течения от параметров обработки сопоставлялись с данными, приведенными в технической литературе и полученными на основе экспериментов.

Предложенная конечно-элементная модель позволяет адекватно оценивать НДС материала толстых листов вовремя и после горячей и теплой правки на валковой машине АО «ВМЗ» с учетом параметров процесса, что необходимо для правильной настройки положения валков правильной машины.

Литература

1. Выксунский металлургический завод. – Режим доступа: <https://omk.ru/vmz>
2. F. Remírez: «Richten von Stählen mit hoher Fließgrenze», Stahlmarkt, vol. 56 (2006).
3. R. P. Smith: «Mathematical modeling of the cold leveling process for steel plates», 36th Mechanical Working and Steel Processing Conference, Baltimore, US, Oct. 16–19, 1994, proceedings pp. 301–308.
4. ANSYS. Structural Analysis Guide. Rel. 19.0.
5. S.B. Brown, K.H. Kim, L. Anand. An internal variable constitutive model for hot working of metals // International Journal of Plasticity, volume 5, issue 2, pp. 95-130.
6. S. Koric, B.G. Thomas. Thermo-mechanical models of steel solidification based on two elastic visco-plastic constitutive laws // Journal of Materials Processing Technology, volume 197, issues 1 – 3, pp. 408-418.