

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ СТАЛЕЙ, ПРОКАТАННЫХ  
НА СТАНЕ 5000 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ *HOT STRIP MILL MODEL (HSMM)*

Внедрение в системы управления качеством прокатной продукции компьютерных программ для расчета структуры и механических свойств горячекатаного металла является актуальной задачей. Санкт-Петербургским Государственным Политехническим Университетом проведена работа по адаптации программы Hot Strip Mill Model (*HSMM*), разработанной Американским институтом чугуна и стали совместно с коммерческой группой *INTEG process group Inc.*, к условиям стана 5000 ОАО «Северсталь». Были выполнены следующие задачи:

- адаптация модели *HSMM* к условиям прокатки на стане 5000;
- сбор и загрузка в программу информации о характеристиках стана и режимах прокатки;
- калибровка модели по температуре для четырех трубных марок стали;
- калибровка модели по механическим свойствам трубных марок стали;
- исследование чувствительности модели к изменению химического состава сталей и параметров технологического процесса;
- расчеты формирования параметров структуры, механических свойств сталей, энергосиловых параметров прокатки при различных технологических режимах прокатки;
- разработка новой технологии производства трубной стали, позволяющей улучшить комплекс ее свойств и сократить цикл производства.

При адаптации программы *HSMM* составлена виртуальная модель стана, которая включает все существующие в настоящее время механизмы и агрегаты стана 5000.

Большое значение имеет расчет температуры прокатываемой полосы. Он выполняется посредством решения дифференциального уравнения теплопроводности с использованием четырех граничных условий. Эти граничные условия учитывают излучение металла в окружающую среду, охлаждение металла водой (при гидросбиве окалины, при работе установок межклетевого охлаждения, при охлаждении на выходном рольганге), теплоотдачу металла в валки прокатного стана, прибыль тепла от работы пластической деформации. Граничные условия изменяются по ходу прокатки.

Поскольку ни одна из существующих программ не может обеспечить абсолютной точности решения тепловой задачи для прокатываемого металла на современном прокатном стане, который в своем составе имеет несколько прокатных клетей, установки гидросбива, различное количество бачков установок ускоренного охлаждения, в модели *HSMM* предусмотрена подстройка расчетной температуры металла по показаниям пирометров. Наиболее сложен учет влияния теплоотдачи от металла в валки прокатного стана. Это обусловлено тем, что коэффициент теплопередачи зависит от многих переменных, в том числе от толщины и химического состава окалины, от качества поверхности валков и других факторов. В связи с этим в модели *HSMM* используется ряд калибровочных коэффициентов, «подстраивающих» расчетные температуры под показания пирометров. Подстройка производится одновременно для переднего, заднего концов полосы и ее середины.

При помощи модели *HSMM* было исследовано формирование структуры и механических свойств трубных марок стали. После адаптации модели к условиям прокатки на стане 5000 были выполнены контрольные проверочные расчеты формирования параметров структуры и механических свойств. Они показали, что адаптированная

программа способна рассчитывать параметры структуры и механические свойства металла с достаточно высокой точностью.

Адаптация модели в условиях стана 5000 ОАО «Северсталь», показывает, что современные компьютерные программы расчета механических свойств и параметров структуры сталей при горячей прокатке, в частности программа *HSMM*, позволяют выполнять вычисления с точностью, гарантированной разработчиком, а именно, с ошибкой не более 5 %. Особенно эффективно, использование на стане 5000 программ управления свойствами проката при изготовлении толстых стальных листов, в частности, при производстве металла для труб большого диаметра. Это обусловлено тем, что при использовании многоузлового режима работы программы существует возможность расчета температуры, параметров структуры и механических свойств по толщине листа.