

**Моделирование процессов комплекса Gleeble HDS-V40**

Студент гр. 10402220 Комар А.В.  
Научный руководитель – Томило В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Моделирование в настоящее время стало неотъемлемой частью любой научно-исследовательской работы. Оно позволяет с относительно небольшими затратами труда и времени описать сложный процесс, оценить влияние внешних факторов и выявить среди них наиболее значимые. Особенно широко моделирование используют при изучении сложных многофакторных процессов, таких как обработка металлов давлением [1].

Непрерывная разливка с последующей прямой прокаткой (CC-DR) предлагает производителям стали возможность существенной экономии энергии и снижения капитальных затрат, что, в свою очередь, может снизить затраты. Развитие технологий непрерывного литья и полутвердого проката предлагает еще больший потенциал экономии средств, но широкая коммерциализация создает новые технические проблемы.

До сих пор большинство разработок в области CCDR и полутвердой прокатки осуществлялись с использованием опытных или полноразмерных станов для экспериментальных работ. Эти методы являются дорогостоящими, а контроль процесса на мельнице затруднен. Альтернативный метод заключался в использовании лабораторного плавильного аппарата или традиционных машин для горячей деформации.

Однако они могут изучать только один этап процесса. Для более подробного изучения процессов CC-DR и прокатки полутвердых материалов по сравнению с существующими лабораторными методами и с меньшими затратами по сравнению с заводскими испытаниями компания Dynamic Systems Inc. разработала новый лабораторный физический симулятор, модель HDS-V40 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Лабораторный комплекс HDS-V40

HDS-V40 – единственная коммерчески доступная лабораторная система, способная моделировать прямую прокатку, от машины непрерывного литья заготовок до конца процесса горячей прокатки, и все это в одной непрерывной последовательности с использованием одного образца. Впервые производители стали могут изучить перспективы непрерывной

разливки и прямой прокатки (CC-DR) в доступном воспроизводимом лабораторном масштабе. В дополнение к прямой прокатке, эта система может использоваться для моделирования полутвердой прокатки (восстановление сердечника из жидкого металла), плоского деформационного сжатия, горячей прокатки и ковки [2].

HDS-V40 использует прямой резистивный нагрев, разработанный на всемирно известном приборе Gleeble, и расширяет технологию для использования более крупных образцов, что позволяет проводить последующие испытания свойств материала образца после деформации. Инновационная система локализации расплава представляет собой тигель, который удерживает расплавленный материал на месте и может быть удален под управлением компьютера перед деформацией.

HDS-V40 имеет две 40-тонные гидравлические системы, расположенные друг напротив друга, которые деформируют образец в равных количествах для истинной плоской деформации. Максимальная скорость хода 1,7 метра в секунду; минимальная скорость хода составляет 0,1 миллиметра в секунду. Каждая механическая система оснащена собственным внутренним гидроприводом для точного контроля деформации и скорости деформации. HDS-V40 поддерживает образцы больших размеров со стандартными размерами 10 мм x 50 мм x 152,4 мм

С помощью другой сервогидравлической системы HDS-V40 также может точно контролировать расширение и сжатие материала по мере его плавления и затвердевания, чтобы обеспечить более точное моделирование.

Образец стандартного размера (толщина 10 мм, ширина 50 мм, длина 152,4 мм) подвергается плавлению, затвердеванию и горячей деформации в HDS-V40 (рисунок 2).

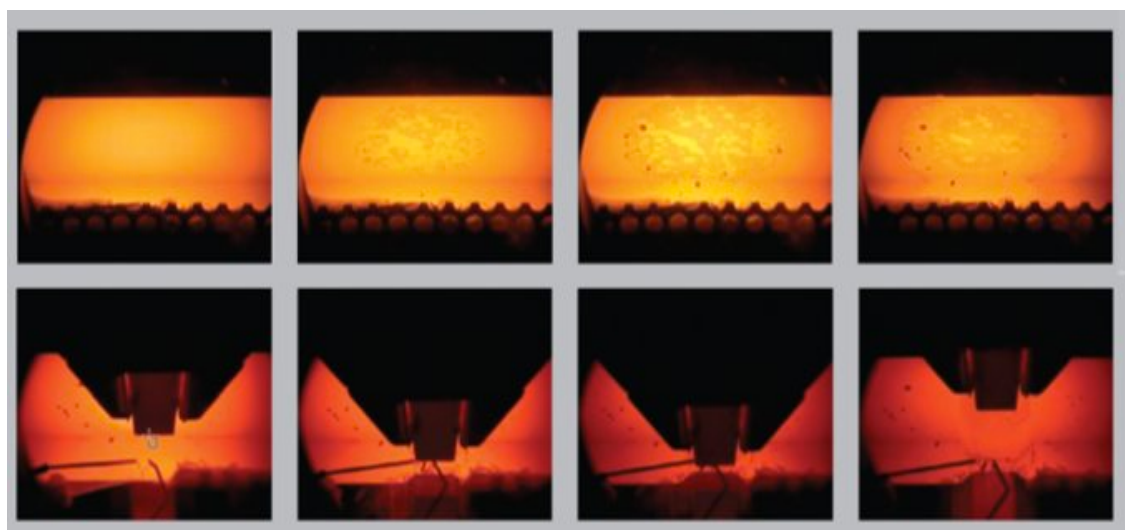


Рисунок 2 – Образец, подвергаемый плавлению, затвердеванию и горячей деформации

В машине используются две компьютерные системы. Одна компьютерная система используется для хранения всех программ HDS-V40 и запуска машины. Второй компьютер используется для создания тестовых программ, загрузки программ в управляющий компьютер, сбора всех данных от измерительных систем на машине, а также анализа и печати данных. Управляющий компьютер является автономным и может управлять машиной независимо от второго компьютера. Это позволяет отображать данные предыдущих тестов с использованием второго компьютера, в то время как новый тест выполняется с использованием управляющего компьютера. Кроме того, машиной можно управлять вручную с помощью органов управления на передней панели консоли управления [2].

Ни одна другая система не предлагает такой гибкости для моделирования плавления, затвердевания и деформации столь разнообразными способами. HDS-V40 может выполнять плоскую деформацию и моделировать деформацию в различных частях зоны расплава – либо в полутвердом материале, либо в предварительно расплавленном и повторно затвердевшем материале. Моделирование может выполняться в контролируемой атмосфере. Кроме того, деформационные наковальни имеют отдельные элементы управления нагревом, так что температуру наковальни можно регулировать независимо от образца. Это позволяет оператору имитировать температуру валков при их контакте с пластиной. Дополнительный лазерный дилатометр позволяет собирать данные о трансформации по мере охлаждения образца.

Приложения HDS-V40 включают:

- моделирование прямой прокатки;
- горячая деформация – моделирование многоклетевого прокатного стана;
- моделированиековки с несколькими ударами;
- моделирование полутвердой прокатки.

HDS-V40 может выполнять плавление, затвердевание и горячую деформацию образца на месте в одном эксперименте, что позволяет моделировать любой из этих процессов, от непрерывной разливки до прокатного стана горячей прокатки.

Возможности HDS-V40:

- непрерывное литье – прямая прокатка, восстановление стержней из жидкого металла, моделирование горячей прокатки и горячейковки;
- прямой нагрев сопротивлением для высокой скорости нагрева и точного управления;
- скорость деформации от 1,7 м/с до 0,1 мм/с;
- моделирование может выполняться на воздухе, в вакууме или в инертном газе;
- охлаждение на месте в любое время во время моделирования;
- восемь каналов теплового и механического контроля;
- точная цифровая система управления;
- 16 каналов сбора данных со скоростью до 50 000 отсчетов/сек [2].

На сегодняшний день системами физического моделирования Gleeble оснащены многие технические университеты и передовые промышленные предприятия во всем мире. Имеются они также в нескольких технических университетах России, однако в Беларуси они отсутствуют. Приобретение такого оборудования существенно повысило бы научный потенциал БНТУ, оно являлось бы востребованным инструментом проведения научных исследований и хозяйственных работ всеми выпускающими кафедрами и лабораториями механико-технологического факультета.

Лабораторный комплекс HDS-V40 дает новые разнообразные возможности по исследованию проектированию и совершенствованию технологических режимов прокатки при высоких скоростях, разнообразных температурных диапазонах и видах окружающей среды. Система снабжена цифровой СУ, что предоставляет возможность для точного контроля параметров.

### Список использованных источников

1 Физическое моделирование процессов производства горячекатаного листа с уникальным комплексом свойств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskoe-modelirovanie-protsessov-proizvodstva-goryachekatanogo-lista-s-unikalnym-kompleksom-svoystv/viewer>. – Дата доступа: 02.04.2022.

2 HDS-V40 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gleeble.com/products/specialty-systems/gleeble-hds-v40.html>. – Дата доступа: 03.04.2022.