

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В МОДУЛЕ QFORM HEAT TREATMENT

А.М. Бадамшин, З.Ю. Руппель, С.А. Черных, П.С. Гурвич,
Д.А. Ералинова, А.С. Липецкий

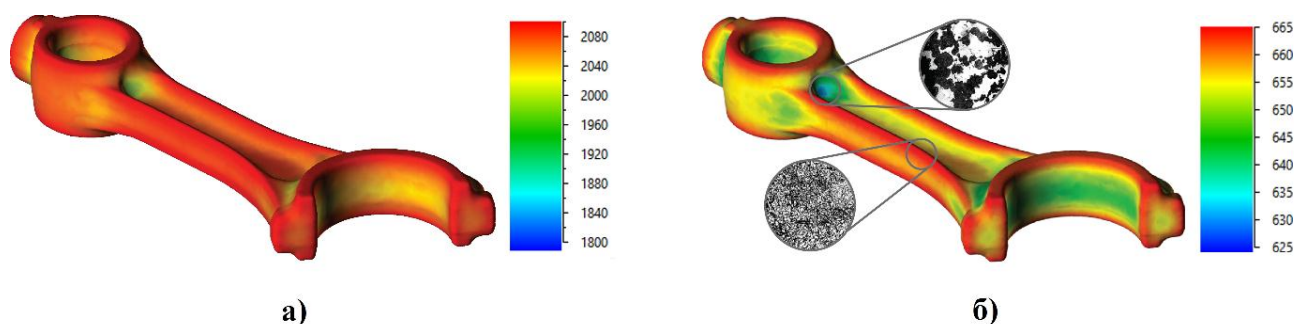
Омский государственный технический университет г. Омск, Россия

Аннотация: в статье рассматривается методика проведения термической обработки в программном комплексе Qform VX (модуль Heat Treatment), решается задача добавления нового материала для термообработки в базу данных программы и производится оценка адекватности модели методом сравнения полученных результатов с экспериментальными данными.

Ключевые слова и словосочетания: термическая обработка, компьютерное моделирование, Qform.

В последние годы одним из наиболее перспективных инструментов для разработки новых технологических процессов в машиностроении является компьютерное моделирование. Адекватно построенные модели позволяют в короткий срок произвести многофакторный эксперимент и оценить поведение исследуемого объекта, в результате чего значительно сокращается трудоёмкость разработки новых технологий и их режимов.

С выходом последних версий программного обеспечения QFORM основное назначение которой – моделирование процессов обработки металлов давлением, появился новый модуль QForm Heat Treatment, позволяющий моделировать процессы термической обработки сталей и цветных сплавов. К основным возможностям модуля относится прогнозирование фазового состава и эксплуатационных свойств термически обрабатываемой детали (рис. 1), а также оценка остаточных напряжений и деформаций как в процессе, так и после термической обработки [1].



**Рисунок 1 – моделирование термической обработки в Qform
а – распределение предела прочности (МПа); б – распределение твердости по Виккерсу
и оценка фазового состава.**

Основным недостатком модуля QForm Heat Treatment является отсутствие встроенной в программу широкой базы данных материалов, внедрение которых ожидается в ближайших версиях программы. Тем не менее, пользователь имеет возможность самостоятельно задать исходные данные для расчета (свойства фаз, кинетика фазовых превращений, скрытая теплота, коэффициенты изменения объема при фазовых превращениях, равновесные объемные доли фаз) [1] и тем самым сгенерировать материал для проведения моделирования термической обработки. Рассмотрим алгоритм добавления нового материала в базу данных программы на примере стали 40X и проведение термической обработки (закалки).

После загрузки геометрии заготовки производится выбор материала. За основу был взят имеющийся в базе данных материал – сталь 60. После чего было произведено изменение хим. состава на состав стали 40X (рис.2).

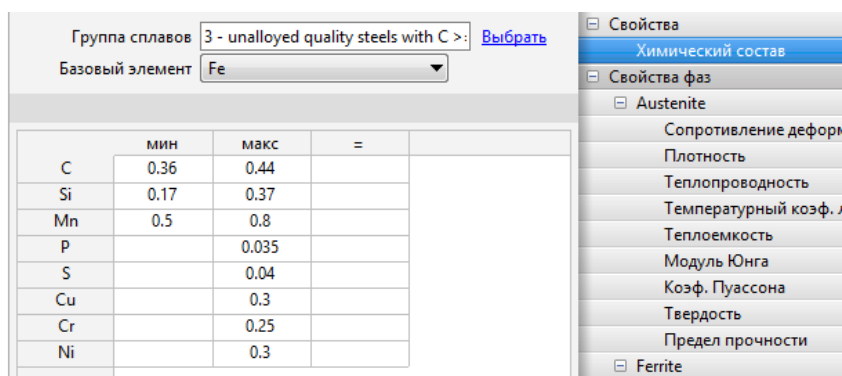


Рисунок 2 – добавление химического состава стали 40X в Qform

По справочным данным [2,3] были заданы физико-механические свойства фаз материала. (рис.3) и проведена адаптация модели фазовых переходов.

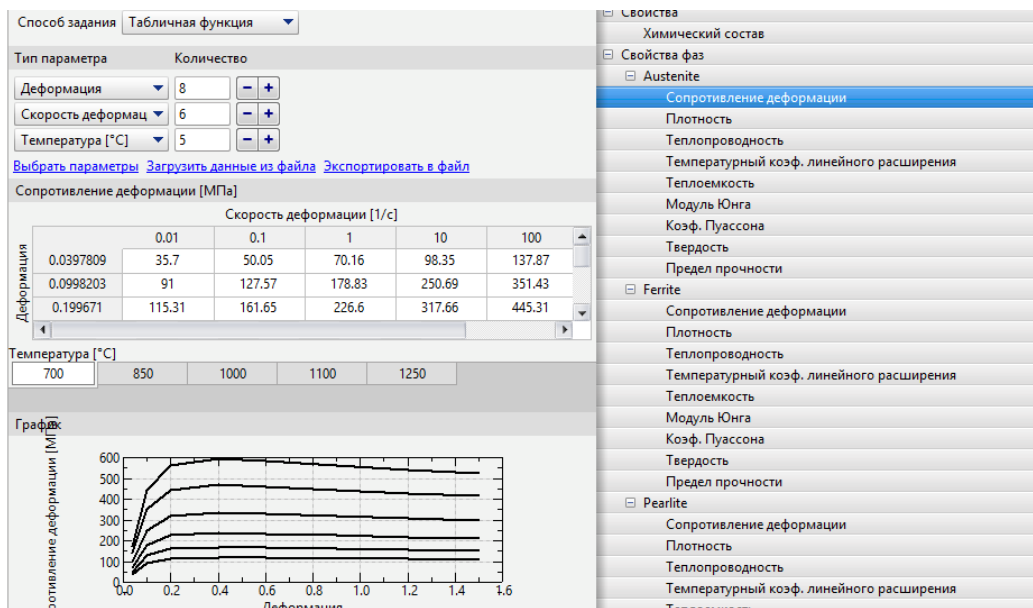


Рисунок 3 – задание физико-механических свойств фаз стали 40X

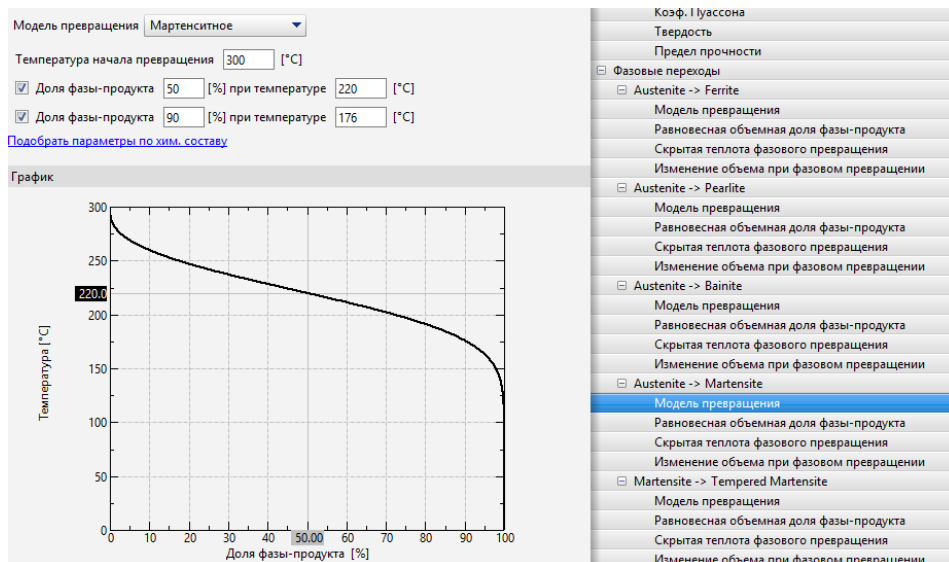


Рисунок 4 – адаптация фазовых переходов под сталь 40X на примере модели мартенситного превращения

После генерации нового материала производится назначение режимов термической обработки. Температура нагрева под закалку составляла 850°C, охлаждающая среда – вода. Время выдержки в охлаждающей жидкости – 1 минута. Распределение твердости в образце по диаметральному сечению после моделирования приведено на рисунке 5.

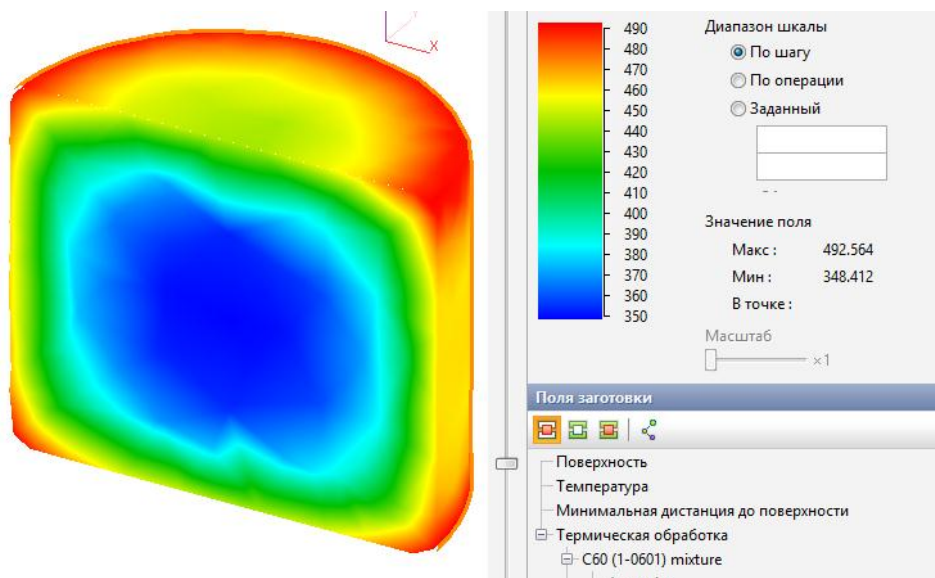


Рисунок 5 – распределение твердости образца после моделирования

Для оценки адекватности модели в ходе исследования была проведена закалка цилиндрических образцов из стали 40X. Микротвердость по сечению определялась методом Виккерса на микротвердомере Shimadzu HNV-2 при нагрузке 50 г. Сравнение результатов приведено на рисунке 6.

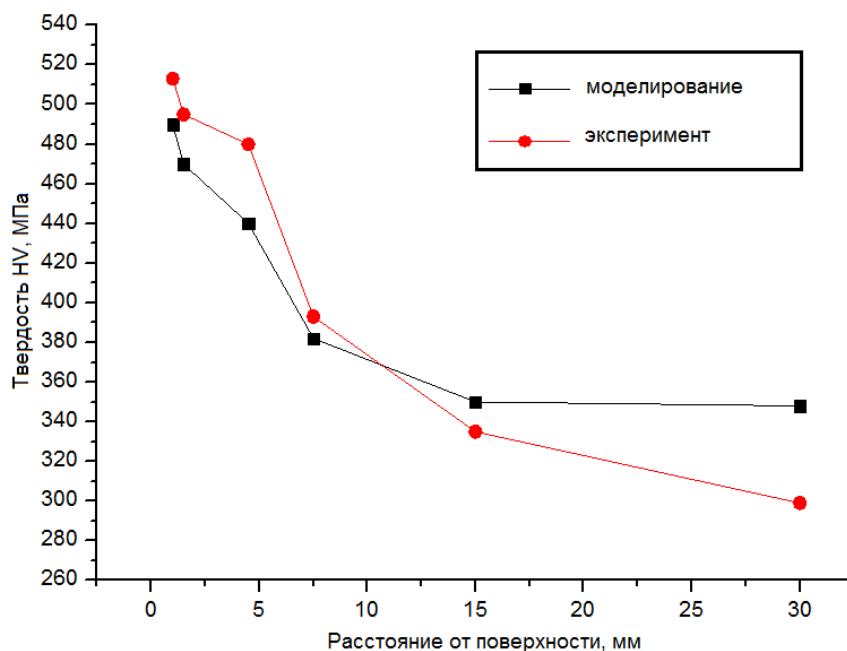


Рисунок 6 – сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных

Как видно по приведенным зависимостям, результат моделирования и экспериментальные данные хорошо согласуются. Дальнейшее повышение качества модели возможно, в частности, при совершенствовании теплофизических характеристик, встроенных в программу охлаждающих сред.

Таким образом, модуль Heat Treatment программного обеспечения QForm VХ является перспективным инструментом для моделирования процессов термической обработки. В том случае, если модуль будет активно развиваться разработчиками программы - комплекс Qform имеет большие шансы стать широко востребованной программой не только у специалистов в области обработки металлов давлением, но и в области моделирования процессов термической обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Qform. Моделирование процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://qform3d.ru/> (дата обращения: 21.05.2020)
- [2] Грост А.И. Железоуглеродистые стали и сплавы: структурообразование и свойства / А.И. Грост – Минск: Белорус. Наука. 2010 – 252 с.
- [3] Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Структура и механические свойства металлов. М., «Металлургия» 1970. 472 с. с ил.