

Наиболее сложной и важной задачей при термической обработке является прогнозирование и контроль над деформациями, вызванными данным процессом. Программа DEFORM-HT является мощным инструментом для моделирования процессов термообработки. Программа определяет деформации, вызванные термической обработкой, остаточные напряжения и объемную долю фаз. Моделирование термической обработки помогает достичь необходимой твердости и прочности изделия при одновременном снижении остаточных напряжений и деформаций.

Компания Kistler-IGeL GmbH, официальный дистрибьютор программы DEFORM в Германии, работала с компаниями Rob. Bosch GmbH, DaimlerChrysler AG, Institute of Material Science and Engineering (Karlsruhe) и другими партнерами по программе Computer Aided Simulation of Heat Treatment (CASH), финансируемой German Federal Ministry for Education and Research. Целью этого проекта являлось создание методологии моделирования процессов термической обработки для сложных изделий.

Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

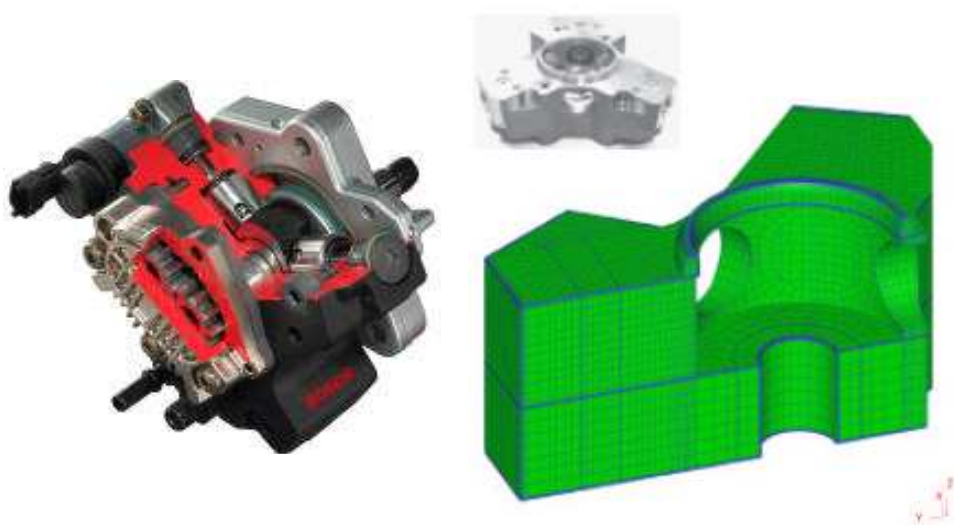
Телефон/факс: (495) 795-64-48

Web: www.artech-eng.ru

E-mail: info@artech-eng.ru

Моделирование процессов термической обработки

Компания Bosch проявила интерес при моделировании процесса термической обработки корпуса топливного насоса, выполненного из легированной стали AISI 5120. Насос представляет собой толстостенную деталь с направляющей для поршня и сложными конструктивными элементами. Для точного определения глубины термообработки и наличия деформаций требуется очень мелкая сетка, порядка одного миллиона элементов. Проводить моделирование для изделий с таким количеством элементов нецелесообразно.



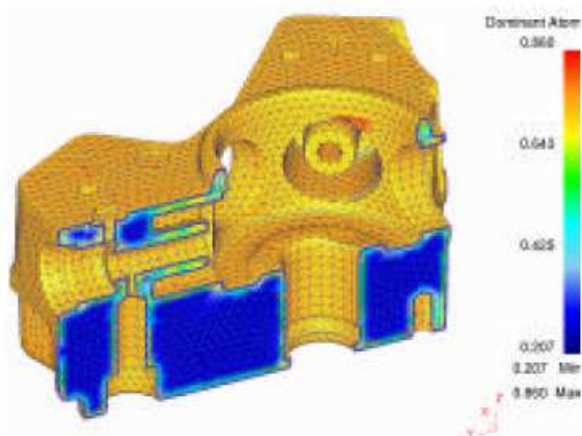
Топливный насос (Bosch)

Для моделирования процесса цементации используется сеточная модель (зеленый цвет). Реальный корпус топливного насоса показан сверху (серый цвет)

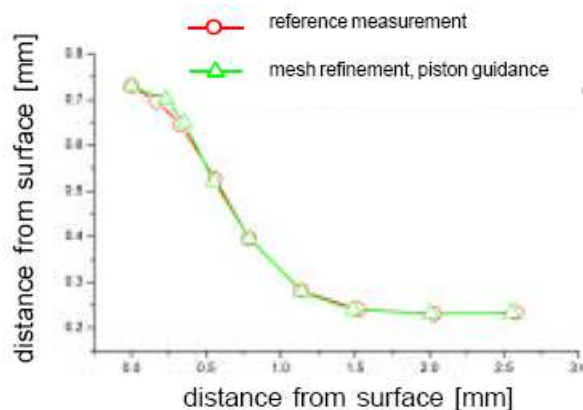
Для того, чтобы сохранить необходимый размер элементов для получения точных результатов геометрия модели была несколько упрощена. Была использована симметрия и удалены слишком мелкие конструктивные элементы, что позволило заметно сократить количество элементов. Этот компромисс стал возможен после многочисленных опытных моделирований с использованием различного уровня допущений в геометрии изделия. Тонкие слои с содержанием сильно измельченных элементов использовались для моделирования поведения поверхности изделия при цементации. Для моделирования деформаций от термообработки не являлось критичным упрощение геометрии без изменения массы всего изделия. В этом случае, объем необходим для точного учета изменения температуры и преобразований фаз. Точные результаты можно получить путем сравнения вариантов изделий с разным уровнем упрощения геометрии.

Были созданы два материала с подробными свойствами, соответствующие различным упрочненным сталям AISI 5120 и 18CrNiMo7-6. В них определены содержание углерода, механизм фазовых превращений, термические и механические свойства в зависимости от температуры. Определен коэффициент теплопередачи как функция от температуры и среда, в которой будет производиться процесс закалки.

При определении глубины науглероженного слоя топливного насоса после цементации, установлено, что полученные результаты моделирования соответствуют значениям, полученным при промышленных испытаниях. Спрогнозированное распределение температуры во время процесса закалки, в местах расположения термопар, соответствует реальным значениям. Полученные при помощи моделирования, значения объемной доли фазы остаточного аустенита с большой степенью точности совпадают с экспериментальными значениями.



Содержание углерода после цементации



Значения глубины науглероженного слоя после моделирования соответствуют экспериментальным значениям

Деформации, вызванные процессом термической обработки, зависят от расположения изделий в партии во время закалки. Для изучения данного явления был проведен ряд моделирований. Деформации в направляющем отверстии для поршня были замерены и сравнены с экспериментальными данными. Предсказанные значения и характерное изменение формы совпали с реальными испытаниями.

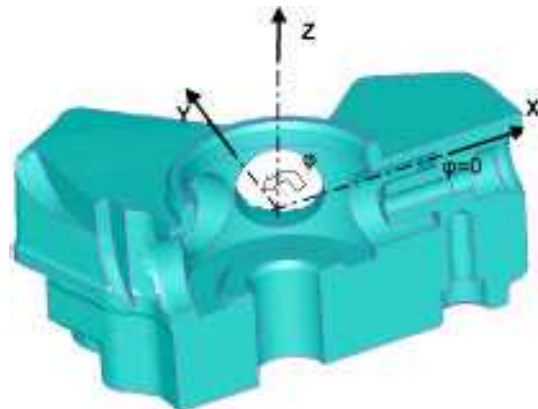
Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

Телефон/факс: (495) 795-64-48

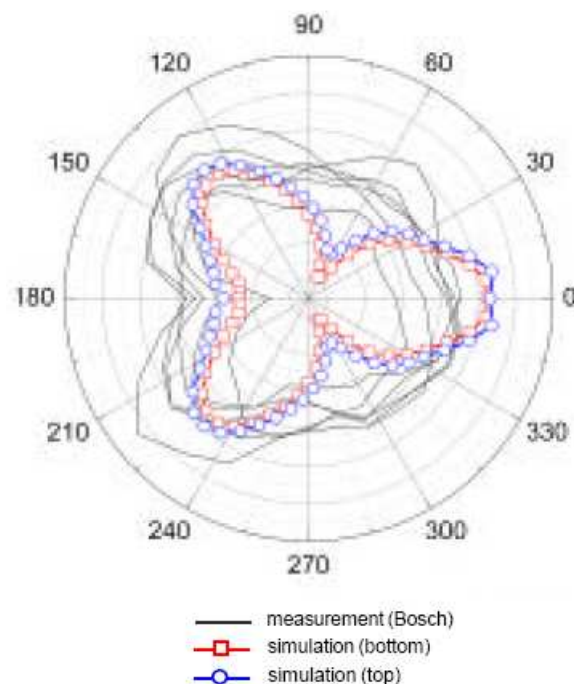
Web: www.artech-eng.ru

E-mail: info@artech-eng.ru



На рисунке показана часть твердотельной модели с системой измерения координат округлости отверстия

Этот проект в целом демонстрирует возможность и точность расчета в DEFORM при моделировании процессов термической обработки. Моделирование позволяет достичь оптимального баланса механических свойств в изделии (например, твердость относительно пластичности). При моделировании можно определить и достаточно просто проанализировать наиболее важные параметры процесса и их влияние на остаточные напряжения и деформации, вызванные термической обработкой.



На рисунке показана проверка деформаций, вызванных термической обработкой

Наш адрес:

ООО «АРТЕХ»
127015, Москва, ул. Новодмитровская,
д.5А, стр. 1, оф.1509Б

Телефон/факс: (495) 795-64-48
Web: www.artech-eng.ru
E-mail: info@artech-eng.ru

Перевод осуществлен компаниями ООО «Артех» и ООО «НТП «РадиалПро».