

# MAGMATIMES

## Возможно ли получение крупных отливок без деформации?

Ответ однозначный: «Да». MAGMASOFT® позволяет произвести точный расчёт отливки крупной детали – в данном случае несущей балки кузова. Этот элемент имеется в задней части автомобилей VW (Фольксваген) Touareg и Porsche Cayenne.

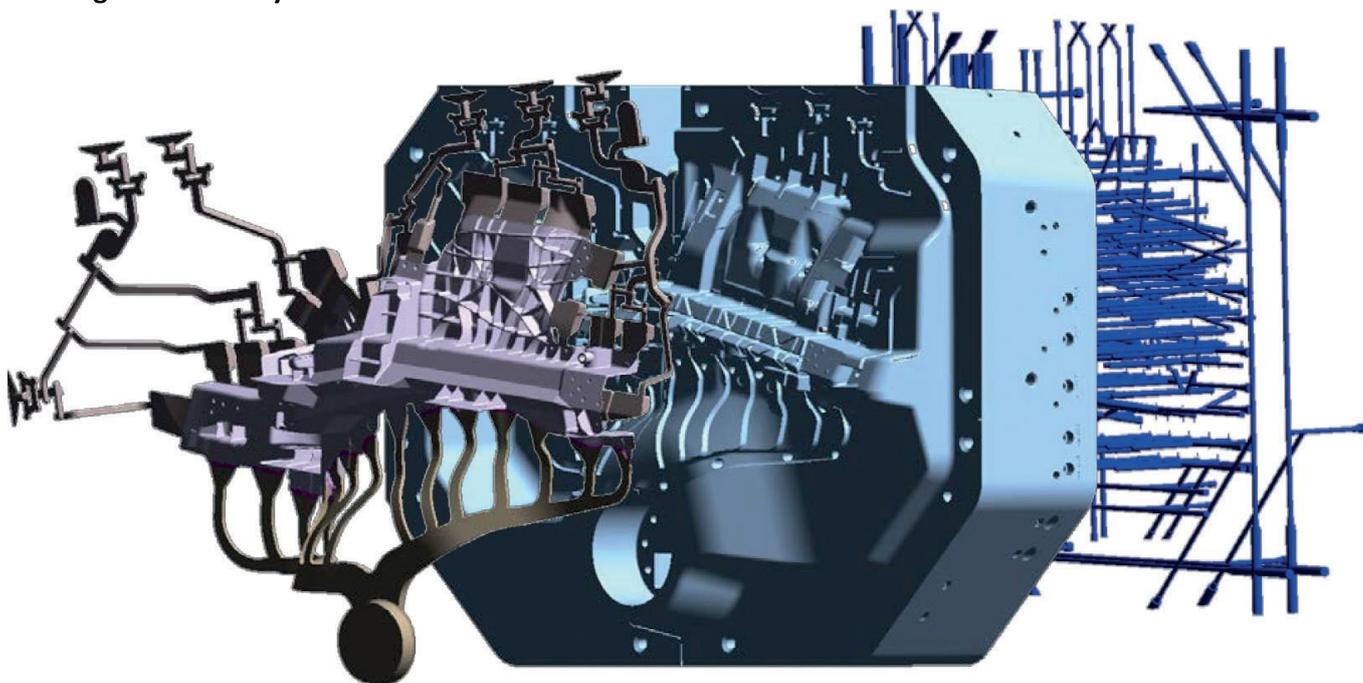


Рис. 1: Геометрическая модель литейной оснастки

До недавнего времени проблема немецкого концерна Фольксваген заключалась в необходимости многочисленных циклов коррекции оснастки при производстве автомобиля, вплоть до тех пор, пока отливка не станет соответствовать модели. Выдержать заданную точность размеров помогает расчёт возможных деформаций в MAGMASOFT®. Под

прогнозированием следует понимать коррекцию оснастки для обеспечения «контрдеформирования» отливки и приведения её к заданной геометрии. Тем самым уменьшается стоимость всей технологической цепочки и, соответственно, значительно сокращается объём брака. Одновременно существенно сокращается количество

коррекций формы после первой заливки – ресурсы экономятся, затраты сокращаются. До сих пор подобные действия совершались на основе практического опыта на основе уже существующей оснастки. Предварительный расчёт литейного процесса избавляет от необходимости экспериментировать с реальной оснасткой.

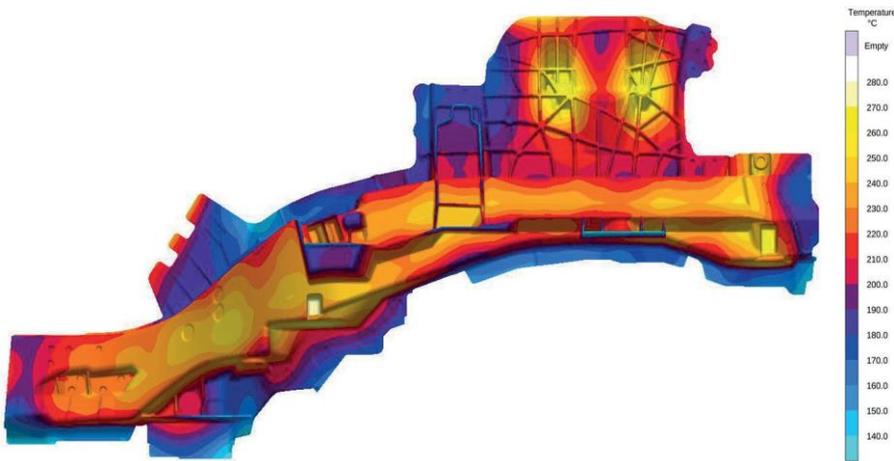


Рис. 2: Распределение температур в момент извлечения отливки из формы

Ниже на примере алюминиевой отливки для VW (рис. 1) показано, как MAGMASOFT® учитывает вероятность возникновения деформации ещё на уровне литниковой системы высокого давления. Тонкостенные отливки производятся на литейных установках, разработанных для работы с пластичным алюминиевым сплавом. Пластичный сплав имеет то преимущество, что не требует последующей дорогостоящей термообработки. Важным условием для надёжного прогнозирования деформации отливки является близкая к реальности визуализация процессов заполнения формы и затвердевания. Кроме того, наряду с разделением формы в расчётной модели учитывается общая терморегуляция формы, а также многочисленные циклы разогрева. Затем рассчитываются деформации отливки внутри формы, после извлечения, закалки в охлаждающей ванне, а также после отделения от литниковой системы и промывников. Конечный результат расчётов в дальнейшем учитывается при моделировании оснастки.

Коэффициент сравнения результатов расчётов с данными экспертов составил  $-0,75$  ( $-1$  означает 100-процентное совпадение,  $-0,75$  соответствует 75 %). Далее геометрическая модель корректируется до размеров полости. Модифицированный результат расчётов 3D-модели послужил основой для конструирования формы. На основе расчётных отклонений в размерах формы была скорректирована конструкция оснастки (отливка, литник, промывник, элементы формы). В заключение был выполнен расчёт с учётом коррекции параметров формы. Для оценки стабильности процесса инженеры компании VW при помощи MAGMASOFT® оценили влияние таких критичных параметров, как температуры

охлаждения и время раскрытия формы на вероятность возникновения деформации детали. «Виртуальная коррекция» оснастки показала, что большинство участков отливки находилось в допустимых пределах. После оптического замера формы во избежание ошибок при её изготовлении, на VW были отлиты первые заготовки, реальные отклонения на которых были сопоставлены с расчётными. Результаты оптического замера реальной отливки были сопоставлены с расчётными отклонениями. Параллельно были проанализированы важнейшие параметры процесса. Учитывалось влияние времени раскрытия и терморегуляции формы на вероятность возникновения деформации. На рис. 2 показано распределение температур на момент извлечения отливки. Деформация складывается из «разжимания пружины» во время извлечения и последующей (свободной) деформации в связи с понижением температуры окружающей среды. Участки с более высокой температурой при охлаждении „натягиваются“ сильнее, чем более холодные участки, что вызывает термическую деформацию.

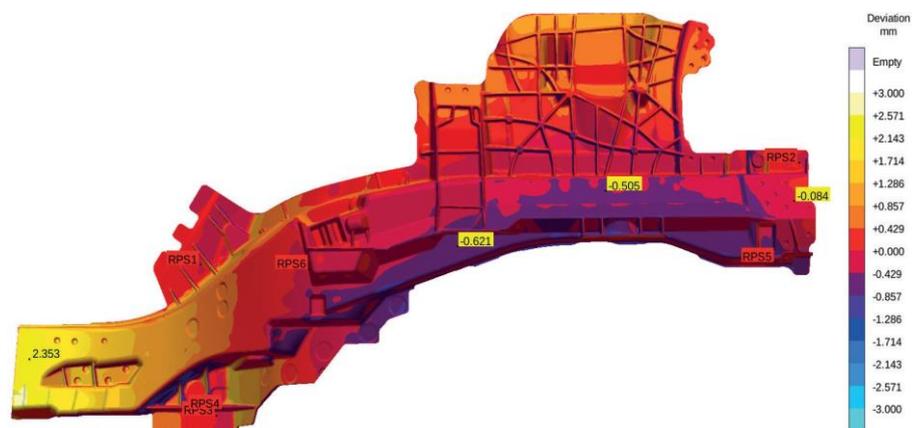


Рис. 3: Оценка деформации в разделе измерений MAGMASOFT®. Отклонения на центральном участке составили прибл.  $-0,6$  мм, максимальные отклонения от геометрической модели составили прибл.  $+2,3$  мм в левой части детали.

На рис. 3 показан замер деформации на виртуальной модели без предварительного расчёта в MAGMASOFT®. Максимальное отклонение от проекта составляет пригл. + 2,3 мм в левой части детали. Замер производился методом так наз. RPS-позиционирования. Задание ссылочных точек (RPS) однозначно определяет положение детали в пространстве.

Рис. 4а демонстрирует расчётный результат деформации без прогноза. Перенос расчётной деформации в применяемую на VW систему измерительной оценки позволяет составлять виртуальный протокол замеров по аналогии с контролем качества реальных изделий при серийном производстве. Такая технология позволяет отслеживать деформацию детали по отношению к спецификации. В соответствии с оценкой в разделе измерений MAGMASOFT® (рис. 3) здесь также отчётливо фиксируется максимальное отклонение от образца в левой части балки (RPS-позиционирование).

На рис. 4б показана деформация на основе расчёта также в виде RPS-позиционирования. Деформация заметно сокращена. Допуск на критичных участках находится в пределах +/- 0,7 мм.

Рис. 4с отображает реальный результат измерений отливки балки с теми же параметрами, которые были использованы для расчёта прогноза деформации в MAGMASOFT®. Размеры отливки находятся в заданных пределах и соответствуют в количественном и качественном отношении расчётной геометрической модели.

Расчётное прогнозирование деформации несущей балки кузова в MAGMASOFT® показало хорошее совпадение с результатами измерений на

реальной отливке. Виртуальная коррекция оснастки помогла избежать внесения дополнительных фактических в неё изменений после получения первой отливки. До сотрудничества с MAGMA устранение деформаций при литье происходило экспериментальным путём. Старый метод был дорогим, трудоёмким и часто не обеспечивал ожидаемых результатов. Теперь же производству крупных отливок без деформаций на VW дан зелёный свет.

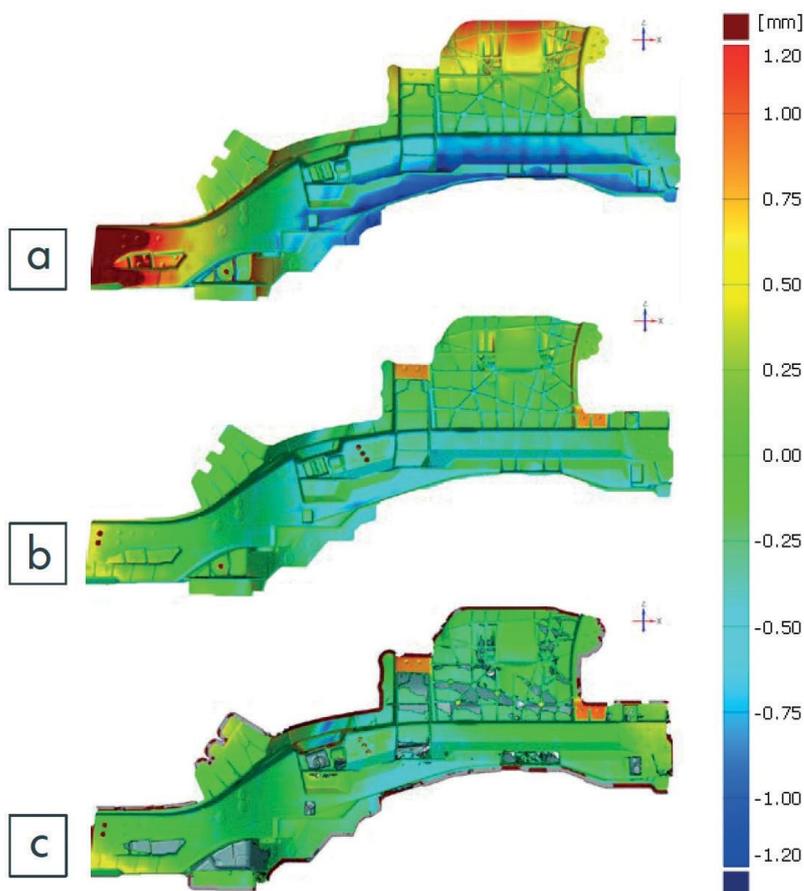


Рис. 4: Оценка деформации несущей балки: расчётная деформация без коррекции формы (а), расчётная деформация с скорректированной формой в RPS-позиции (б), результаты измерений реальной несущей балки (с)



Компания Volkswagen AG (VW) (Фольксваген) с центральным офисом в Вольфсбурге является одним из крупнейших производителей автомобилей в Европе.