

MAGMATIMES

Борьба с пористостью методом оптимизации геометрической модели

Компания Hyundai WIA ставит целью, как и другие предприятия: оптимальное качество продукции при эффективном использовании материалов. Большие объёмы расплава обходятся дорого, а это невыгодно. Поэтому производители стараются оптимизировать затраты путём сокращения объёма материалов. Однако на практике это не всегда гарантирует наилучший результат.

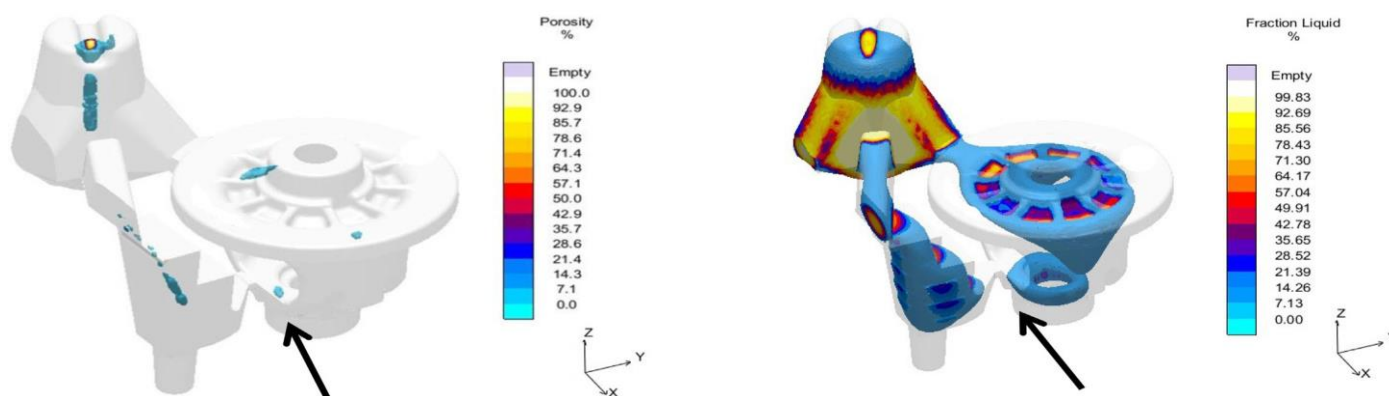


Рис. 1: Расчёт показал пористость (слева). Устранить дефект при помощи прибылей не удалось. Правая иллюстрация отображает долю жидкого расплава во время затвердевания. Наблюдается сужение шейки прибыли, что приводит к формированию участков, на которых при затвердевании образуется пористость.

Hyundai WIA производит корпуса дифференциального привода для автомобилей из стали марки GJS-700 методом литья в землю. Требования к изделию весьма высоки, т.к. они подвергаются значительным механическим нагрузкам. Соответственно, уровень качества продукции должен быть настолько высоким, чтобы не возникала необходимость в дорогостоящем ремонте, и престиж компании оставался высоким.

Меньше расплава – больше проблем.
Конструкция представлялась совершенной. Изделие следовало изготовить из минимально возможного количества материала. Однако результат не оправдал ожиданий: расчёт модели обнаружил значительную тенденцию к образованию пористости. Причиной тому послужила неспособность прибылей (шейки) справиться с компенсацией дефицита объёма при затвердевании (рис. 1). В

результате на Hyundai WIA был изготовлен прототип, подтвердивший результаты расчётов: на критичных участках образовалась значительная пористость. При эксплуатации такой корпус был неспособен выдерживать длительные механические нагрузки и не соответствовал требованиям качества. Серийное производство оказалось невозможным (рис. 2).
Как исправить ситуацию? Чтобы не создавать дополнительную прибыль, инженеры попытались

решить проблему вводом в литейную форму охлаждающего кокиля. Однако расчёты и прототип показали, что в непосредственной близости от холодильника расплав затвердевал слишком быстро, что вызвало образование типичного для такого случая отбела (рис. 3). Это явление не только снизило качество продукции, но и привело к повышенному износу

оборудования при последующей обработке. Специалисты фирмы задались вопросом, нельзя ли локализовать пористость таким образом, чтобы она не влияла на качество отливки, т.е. на таком участке, который не затрагивается при последующей обработке. Была предпринята попытка заполнения критического участка в отливке. На рис. 4 показано, что подобное заполнение приводит к

усилению конструкции. Для выработки нескольких вариантов устранения дефекта MAGMASOFT® оптимальным инструментом. MAGMASOFT® позволяет не только автоматически рассчитать такие варианты, но и оценить их. Оценка производилась в двух зонах: на критическом участке отливки и на усиленном участке.

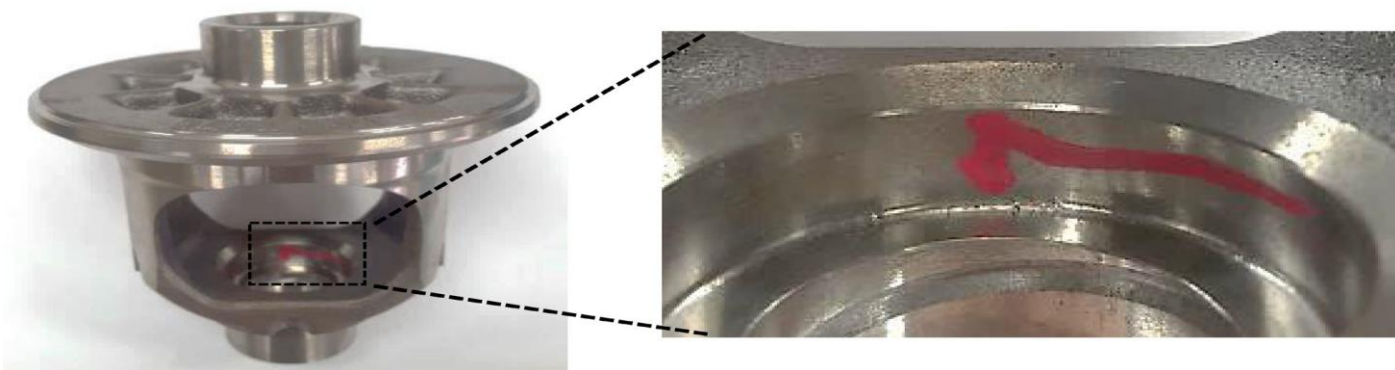


Рис. 2: Прототип подтверждает результаты расчётов и отображает участки с усадочной пористостью.

С помощью MAGMASOFT® были исследованы шесть вариантов конструкции в отношении пористости (рис. 5). Оценочные диаграммы иллюстрируют, соответственно, пористость на усиленном (рис. 5, слева) и критическом (рис. 5, справа) участках отливки. Решение выглядело следующим образом: пористость образовывалась в месте заполнения и значительно

сокращалась на критических участках вариантов конструкции 2, 4 и 5. Оценка была дополнена диаграммой параллельных координат с целью учёта выхода готового при выборе варианта конструкции (рис. 6).

Конструкция 5 обнаружила, с одной стороны, минимальную тенденцию к образованию дефектов, а с другой стороны –

тенденцию к пониженному выходу готового. Это не только бы нанесло ущерб экологии, но и принесло бы убытки предприятию. Исходя из требований к свойствам детали и условиям производства вариант 4 является наилучшим компромиссом (светло-голубая линия на рис. 6 справа).

Соотношение между пористостью и выходом готового было оптимальным. Прототипы подтвердили результаты расчётов даже в сопоставлении с „наихудшим“ вариантом конструкции (рис. 7). Для производства был использован только вариант 4. Исходные дефекты при серийном производстве были полностью устранены: усадочная пористость

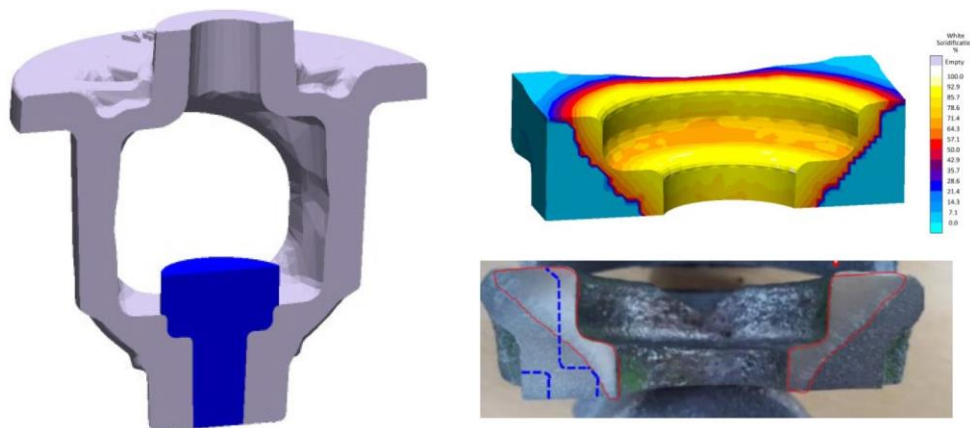


Рис. 3: Контурный охлаждающий кокиль (слева) вызвал ускоренное охлаждение расплава, следствием чего стало образование типичного для такого случая отбела (справа). Жёлтым выделены расчётные участки (вверху). На отливке они отображены на выделенных красным цветом участках (внизу).

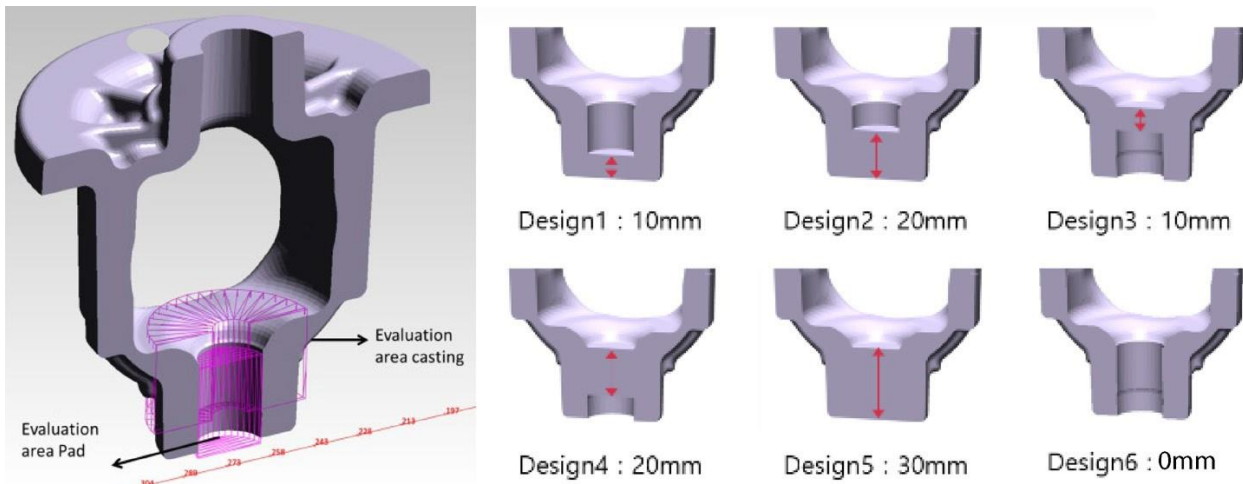


Рис. 4: MAGMASOFT® рассчитывает различные варианты усиления конструкции. Приведено шесть различных вариантов конструкции для решения проблемы.

на исследованном участке ликвидирована.

Настолько много, насколько необходимо, настолько мало, насколько возможно.

С помощью MAGMASOFT® была получена отливка, свойства которой отвечали всем заявленным требованиям.

Расчёты показали, что экономия материалов при производстве не происходит постоянно и автоматически. «Меньше» не всегда означает «больше». На приведённом примере за счёт добавления материала сокращается количество дефектов, процент брака и количество случаев ремонта – качество конечного продукта говорит само

за себя. Следующее преимущество: MAGMASOFT® позволяет найти нужное решение практически одним щелчком клавиши, тем самым существенно сокращая время разработки и обеспечивая экономию ресурсов. В итоге, производство высококачественной продукции повышает рейтинг предприятия.

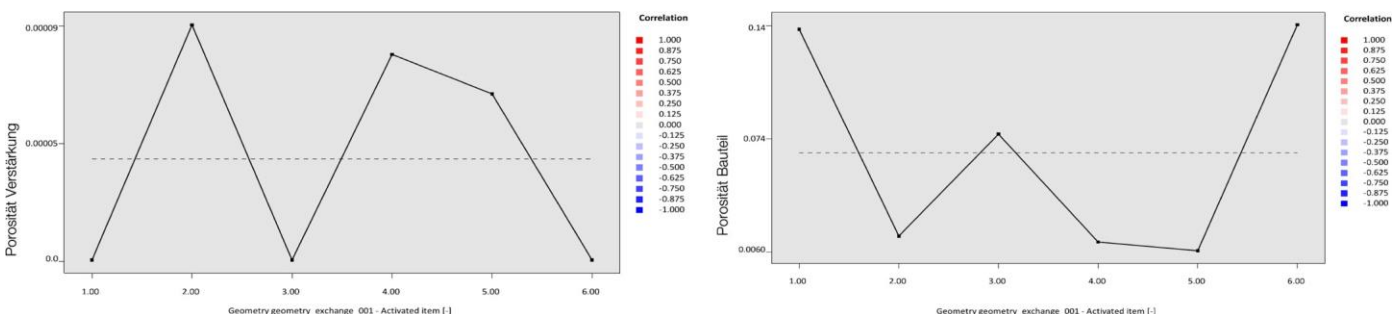


Рис. 5: Результаты расчётов в MAGMASOFT® представлены в виде диаграммы. Отображена пористость на исследованных участках: Большая пористость на усиленном участке (слева) обуславливает меньшую пористость на критичном участке отливки (справа).

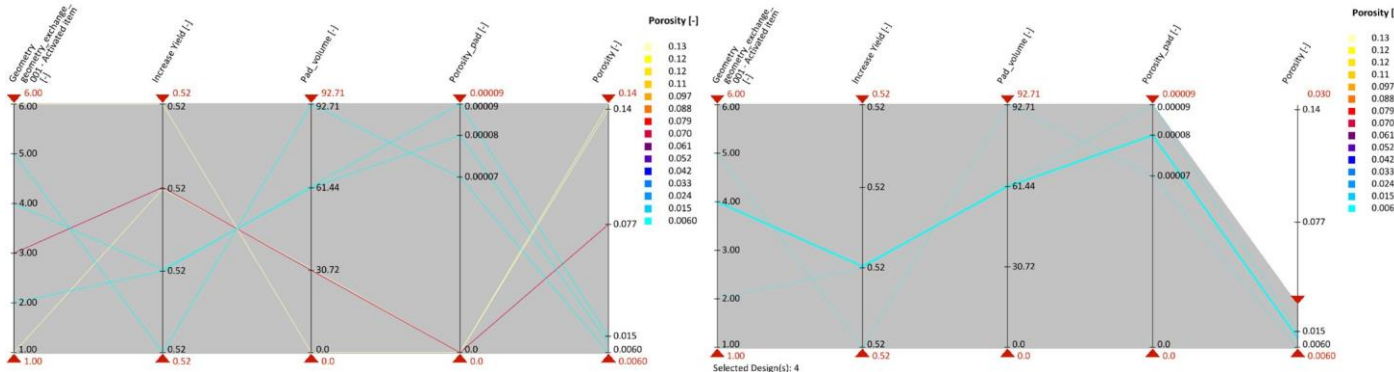


Рис. 6: Система параллельных координат отображает экономическую целесообразность варианта конструкции. Правый рисунок демонстрирует оптимальную комбинацию объёма и локуса заполнения с целью обеспечения минимальной пористости на критичном участке при оптимальном выходе готового.

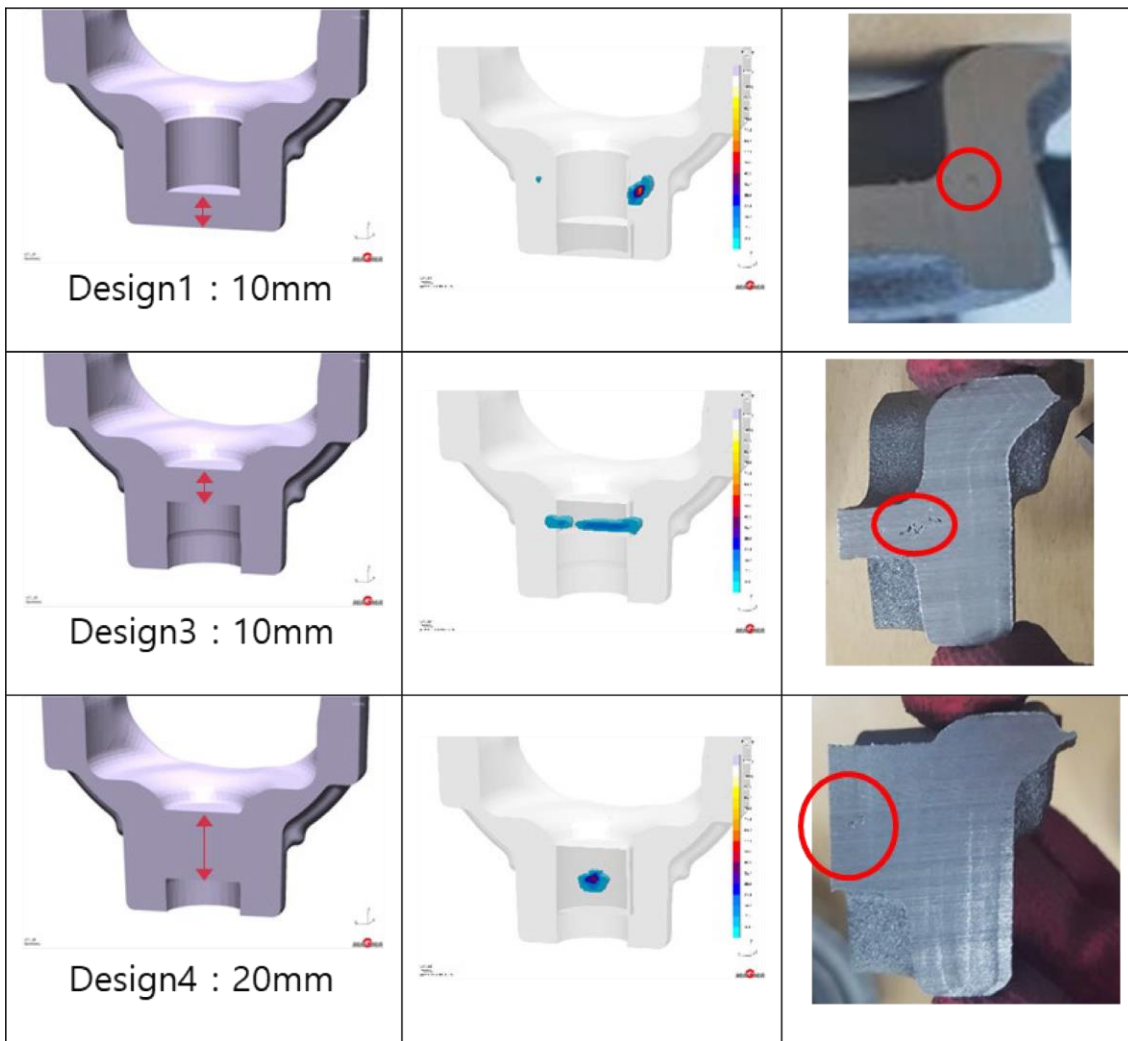


Рис.7: MAGMASOFT® предлагает геометрическую модель (слева) и рассчитывает результат. В центре конструкции визуализирована пористость. На прототипах показаны участки с пористостью (справа).



Компания Hyundai WIA основана в 1976 г. и с этого времени является одним из крупнейших производителей компонентов автомобилей. С 1979 г. Производит элементы трансмиссии. Центральный офис находится в г. Ханвон (Южная Корея).