

MAGMATIMES

MAGMASOFT® и экспертиза – залог эффективного производства

Технология литья под низким давлением обеспечивает высокую эффективность производства. Форма заполняется плавно и равномерно. Высокая автоматизация литейного процесса гарантирует высокий выход качественной продукции. В ряде случаев отпадает необходимость в прибылях и допусках на обработку для выдерживания заданных размеров отливки. Однако при изготовлении сложной отливки опасность образования пористости сохраняется даже при использовании данной технологии. В таких случаях требуется использование прибылей, допуски на обработку и другие технические приёмы, что снижает эффективность производства. MAGMASOFT® помогает производителю сохранить высокий выход готового, экономить электроэнергию и минимизировать брак.

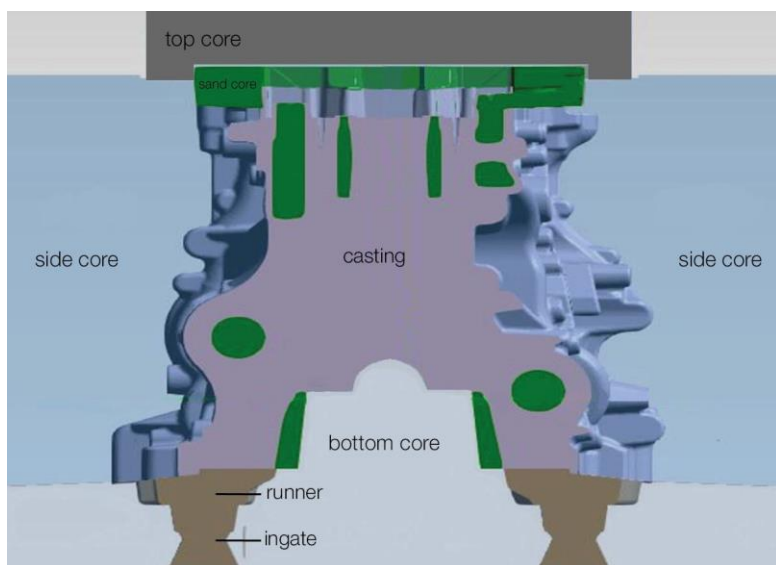


Рис. 1: Архитектура оснастки для литья блока цилиндров в разрезе. Необходимые отверстия для балансировочного вала образуются за счёт использования песчаных стержней (показаны зелёным) и вызывают неоднородность толщины стенки.

На предприятии BMW Brilliance Automotive Ltd. (BVA) блоки цилиндров (рис.1) отливают из алюминиевого сплава A356 по автоматизированной технологии литья под низким давлением. Для уменьшения вибрации двигателя в блоке цилиндров используется балансировочный вал, устанавливаемый в специальные отверстия. Для получения этих

отверстий при литье применяются два песчаных стержня (на рис. 1 показаны зелёным). Инженеры BVA предположили, что в зоне стержней могут возникать дефекты литья: толщина стенки там недостаточна для обеспечения необходимой подпитки, что приводит к образованию термоузла. Рентгеновский снимок готового прототипа показал



Рис. 2: Рентгеновский анализ подтверждает предположение инженеров: прототип обнаруживает пористость (показано красным), что недопустимо при серийном производстве.

пористость поверх правого отверстия. Эксперты установили, что пористость обуславливает 1 % брака, поэтому затраты на борьбу с ней оправданы. Кроме того, специалисты рассчитали модель отливки в MAGMASOFT® для реальных условий литья с целью устранения возможных дефектов (рис. 3). Результат расчётов выявил термоузел, являющийся причиной образования пористости. Как это устранить?

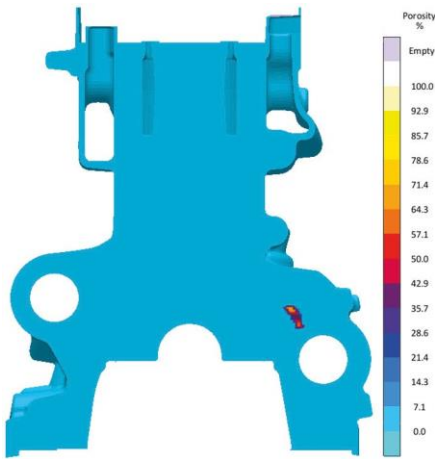


Рис. 3: Расчёт отливки в MAGMASOFT®. Пользователь получает возможность прогнозировать возникновение дефектов и локализовать их. В данном случае расчёт показал зону образования пористости.

ВВА поставила перед собой задачу: процесс должен оставаться и впредь ресурсо- и энергосберегающим. В этих условиях использование прибыли для сохранения высокого выхода готового представилось нецелесообразным. Было решено оптимизировать температуру расплава, температуру разогрева правосторонних и нижних элементов формы и времени начала охлаждения этих элементов без нарушения энергетического баланса. При помощи MAGMASOFT® пользователи путём комбинирования этих параметров рассчитали 72 варианта технологии с распределением их по

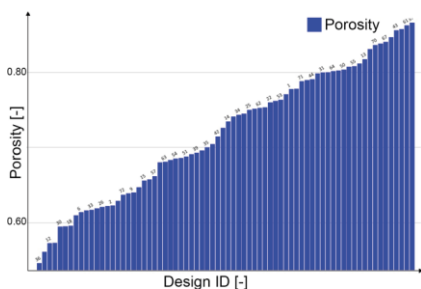


Рис. 4: MAGMASOFT® рассчитала 72 комбинации температуры расплава, температуры разогрева и времени начала охлаждения формы. Результаты были распределены по вероятности образования пористости. Наилучшим оказался вариант 36.

вероятности образования пористости: В варианте 36 такой риск минимален (рис. 4). Матрица коэффициентов корреляции (рис. 5) позволяет более точно оценить результаты, а также учесть такие качественные

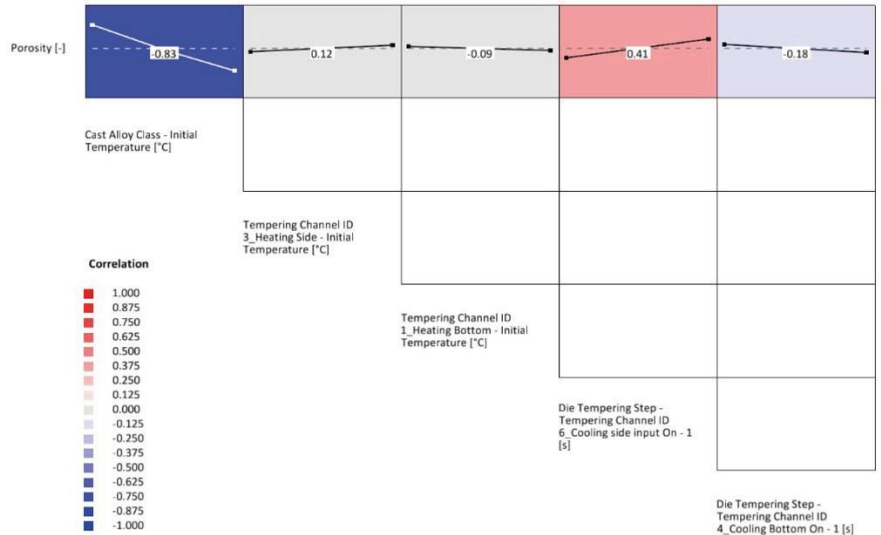


Рис. 5: Матрица коэффициентов корреляции позволила точнее оценить результаты. Высокая температура расплава сильно влияет на пористость. Температура разогрева и охлаждения мало влияет на конечный результат.

показатели, как рентабельность и осуществимость. При этом становится очевидным, что температура расплава имеет большое значение: с повышением температуры существенно снижается пористость. Если нижняя часть формы охлаждается с задержкой либо предварительно слишком сильно разогревается, на снижение пористости это влияет незначительно. С другой стороны, пористость возрастает при увеличении температуры предварительного разогрева правой части формы или задержке охлаждения.

На основании этих сведений инженеры вначале рассчитали литейный процесс при температуре 730 °С. Правая часть формы охлаждается в течение 200 секунд, как только расплав достигает литника. Эти параметры позволили вдвое сократить брак, однако специалисты продолжали поиск усовершенствования технологии. Была учтена доля жидкого расплава через 2 минуты после заполнения. К этому времени верх правого отверстия балансировочного вала (рис. 6, выделено зелёным) образуется участок остаточного расплава. Размещённый там песчаный стержень предотвращает питание

критичного участка. При усилении питания дефекта на критичном участке удаётся избежать. Литейщики предложили уменьшить размеры стержня для увеличения питания. Пользователи последовательно удаляли при помощи MAGMASOFT® круглые сегменты диаметром соответственно 5, 10 и 15 из левой половины стержня (рис. 7) и рассчитали затвердевание: При удалении 10-миллиметрового сегмента круга из стержня увеличивается расход и устраняется пористость в отливке. Решает ли это проблему? Ответственный специалист-металлург заметил: асимметричное отверстие приводит к неравномерной нагрузке на обрабатывающий инструмент и преждевременному его износу.

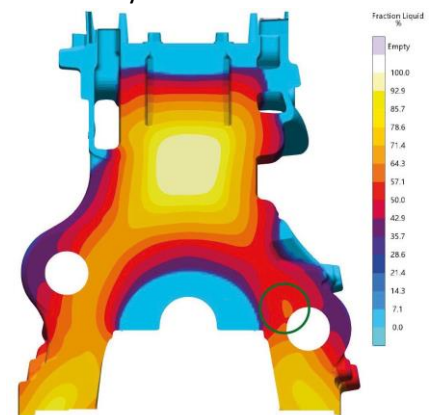


Рис. 6: Доля жидкого расплава через 2 минуты после заполнения показывает, как верх отверстия балансировочного вала образуется изолированная жидкая зона (выделено зелёным).

Специалист предложил подобрать диаметр отверстия таким образом (рис. 8), чтобы нагрузка на обрабатывающий инструмент была равномерной. Исходный диаметр составлял 36,5 мм. Пользователями была рассчитана отливка с диаметром стержня 32, 28, 24 и 20 мм: пористость сократилась на треть при диаметре 28 мм и полностью исчезла при 20 мм. Для диаметра 20 или 24 мм потребуется последующая затратная обработка. Одновременно стабильность правого стержня с этими диаметрами уменьшается. При его разрушении образуется брак. Диаметр 28 мм - оптимален: расходы на обработку незначительны, а стабильность стержня гарантирована.

ВВА протестировала этот вариант на 100 блоках цилиндров.

Рентгеновский анализ показал: все отливки дефектов не имеют. Затем было отлито 1000 изделий. Изъянов обнаружено также не было. Результаты позволяли запустить серийное производство. Благодаря расчётным параметрам и изменениям в конструкции брак минимизировался практически без сокращения выхода готового и заметного увеличения энергозатрат. Технология литья под низким давлением не всегда позволяет избежать типовых дефектов, например, пористости. В необходимых случаях посредством MAGMASOFT®-производится коррекция литниковой системы и даже геометрии отливки. При этом литейным производствам удастся не только избежать брака, но и получить такие преимущества, как равномерное заполнение, высокий выход годного и возможность автоматизации процесса. И наконец: MAGMASOFT® позволяет эффективно внедрять предложения специалистов для поиска наилучших решений и повышения рентабельности производства.

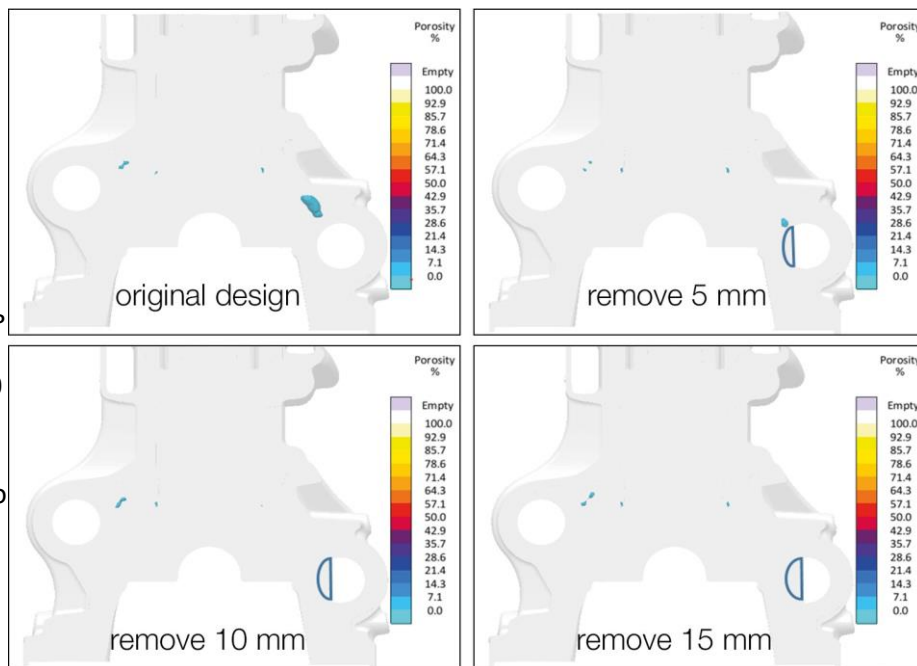


Рис. 7: В качестве следующего шага была оптимизирована геометрия отливки. Вначале была удалена часть стержня. При удалении круглого сегмента диаметром минимум 10 мм пористость на критичном участке не образуется.

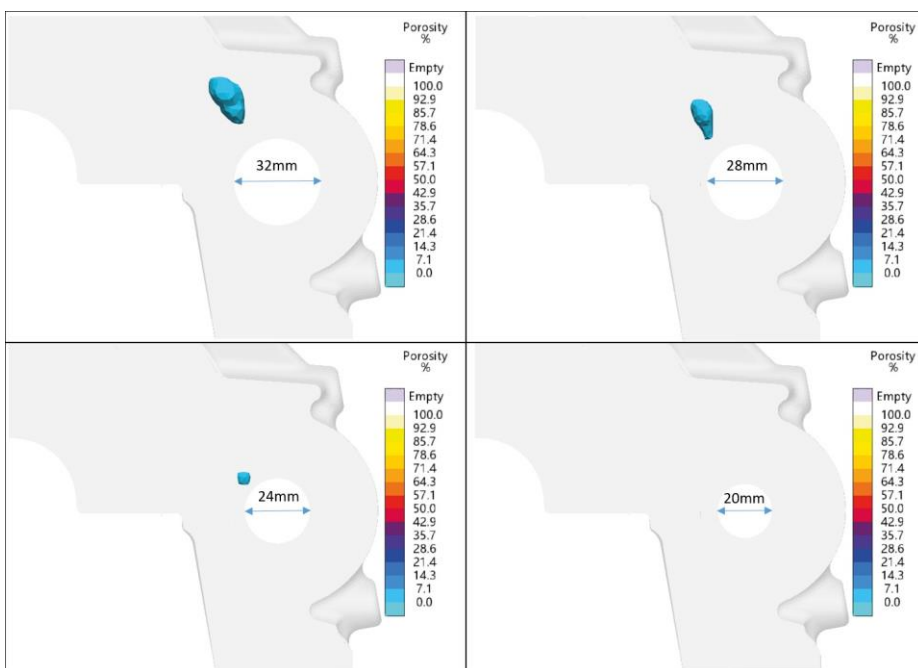



Рис. 8: Следующий эксперимент: уменьшение диаметра стержня. Пористость полностью исчезает при диаметре 20 мм.



Компания **BMW Brilliance Automotive Ltd. (BBA)** основана в 2003 г. Как совместное предприятие BMW и Brilliance Group. Специализируется на производстве и обслуживании автомобилей BMW.