



ДиалСофт

MAGMA TIMES

Модуль MAGMA C+M (СТЕРЖЕНЬ+ФОРМА)

Качество и ещё раз качество!

Международная конкуренция бросает вызов литейным производствам. Они вынуждены интенсифицировать процесс. Среди прочих технологий предлагается технология автоматического изготовления стержней, начиная с пескострельной машины и заканчивая готовой продукцией. Разработка машины осуществляется посредством модуля MAGMA C+M. MAGMA C+M оптимально рассчитывает все этапы процесса изготовления стержней. Также оптимизируется соотношение между ценой и качеством.

Компания Botini специализируется, в первую очередь, на выпуске машин и оборудования для пищевой промышленности. Необходимые отливки производятся в собственном литейном цехе. Существующие технологии постоянно совершенствуются. Стимулирующими факторами выступают требования к качеству и стоимости. Исходя из этого, вся производственная цепочка непрерывно анализируется и оптимизируется.

Для изготовления „опоры“ весом 1,5 кг из серого чугуна исходным моментом является получение четырёх отливок на одном уровне формы. Три уровня формы штабелировались один над другим. Через литниково-питающую систему (далее - ЛПС) они фактически образуют единую форму. Такая технология позволяет получать одновременно 12 отливок при выходе годного 73 %. Ограничивающим фактором являлось ручное изготовление элементов стержней для штабелируемых уровней. Для достижения равномерного и интенсивного уплотнения песка потребовалось увеличение толщины стенок.

Воспроизводимый показатель плотности песка и заданный показатель плотности ограничивали возможность штабелирования отдельных элементов на трёх уровнях.

Специалисты Botini предложили автоматизировать изготовление стержней с целью повышения плотности, а также экономии материалов и сокращения времени производственного цикла. Использование машины предполагало быстрое налаживание эффективного и рентабельного производства.

Концепция компании Automatic Foundry Solutions представляет собой целостное инженерное решение. Технология отдельных этапов процесса основана на требованиях к отливкам. При планировании процесса в целом учитываются все его составляющие элементы: машина, оснастка, штабелирование уровней формы, ЛПС, процесс заливки.

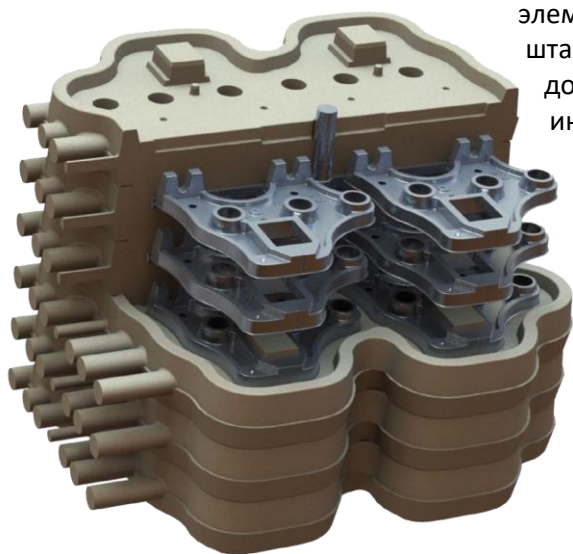


Рис. 1: Расположение отливки из серого чугуна в форме с несколькими размещёнными друг над другом уровнями

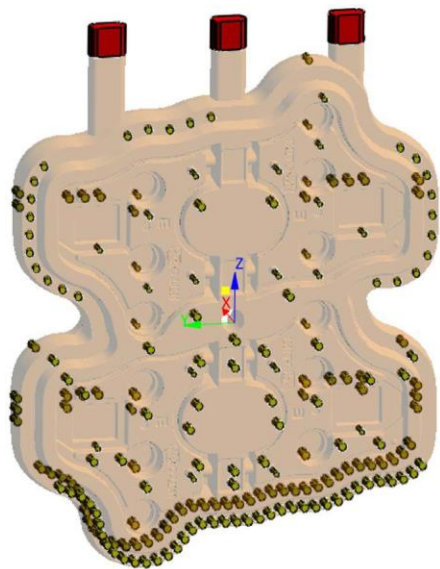


Рис. 2: В начальном варианте эксперты расположили по три распылителя (вверху, выделены красным) и вентиляционных канала (выделены жёлтым)

При разработке и испытании оснастки для изготовления стержней решающим критерием являлось снижение общей стоимости, включая вложение в пескострельную машину.

С переходом на машинное производство стержней элементы формы были усовершенствованы, в особенности внешний контур, а толщина стенок была уменьшена.

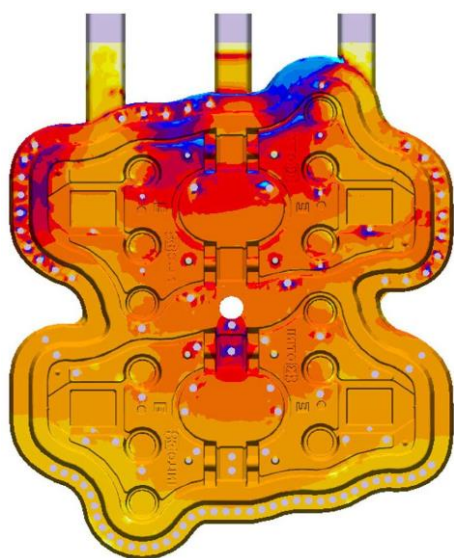


Рис.3: Настрел стержней тремя большими соплами приводит к неравномерной плотности песка между соплами

MAGMA C+M: оптимизация оснастки

При разработке оснастки следует принять решение, о целесообразности вертикального распределения.

В первоначальном варианте три сопла большой площади были размещены равномерно. На основании решений Automatic Foundry Solutions были также размещены вентиляционные каналы (Рис. 2).

При помощи MAGMA C+M был рассчитан и оценен первый вариант технологии настрела и отверждения стержней. Предложенный вариант оснастки показал свою жизнеспособность, но вместе с тем обнаружил и некоторые недостатки: Выделенный верхний участок в целом заполнялся нормально, однако плотность песка между соплами имела тенденцию с снижению (Рис. 3). Такая неравномерность плотности может привести не только к дефектам на поверхности отливки, но даже к вытеканию расплава при разрушении стержня. Среднее сопло было сконструировано таким образом, что песок оседал на элементах контура, что как

правило, вызывает повышенный износ оснастки (Рис. 4).

Расположение вентиляционных каналов при обработке газом для отверждения часто проблематично: необходимо, чтобы катализатор амин как можно быстрее достигал также и нижних участков оснастки. Увеличение количества каналов в верхней половине оснастки не даёт должного эффекта (Рис. 5). Для отверждения расходовалось неоправданно много газа и времени на обработку.

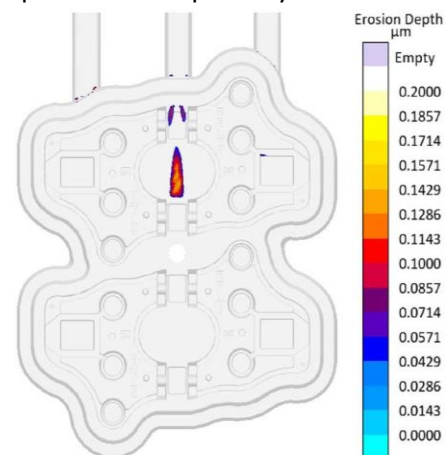


Рис. 4: Результат 'Erosion Depth' показывает, что в верхней части стержневого ящика наблюдается повышенный износ оснастки

Sand Density g/cm³

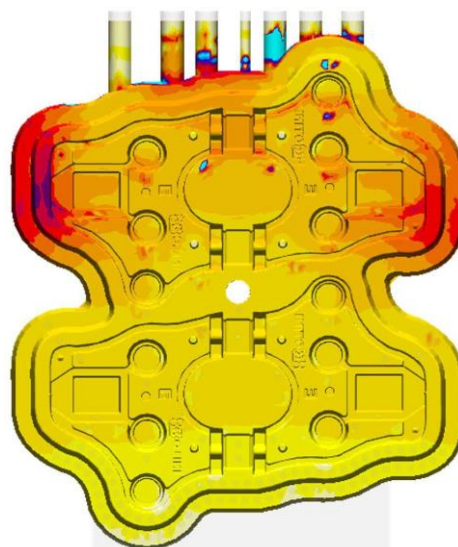
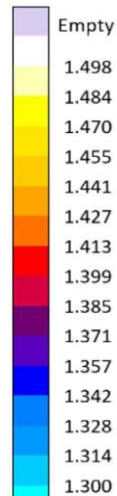


Рис.6: Оптимальное расположение уменьшенных настрельных сопел обеспечивает равномерную плотность формовочного материала на всех участках оснастки

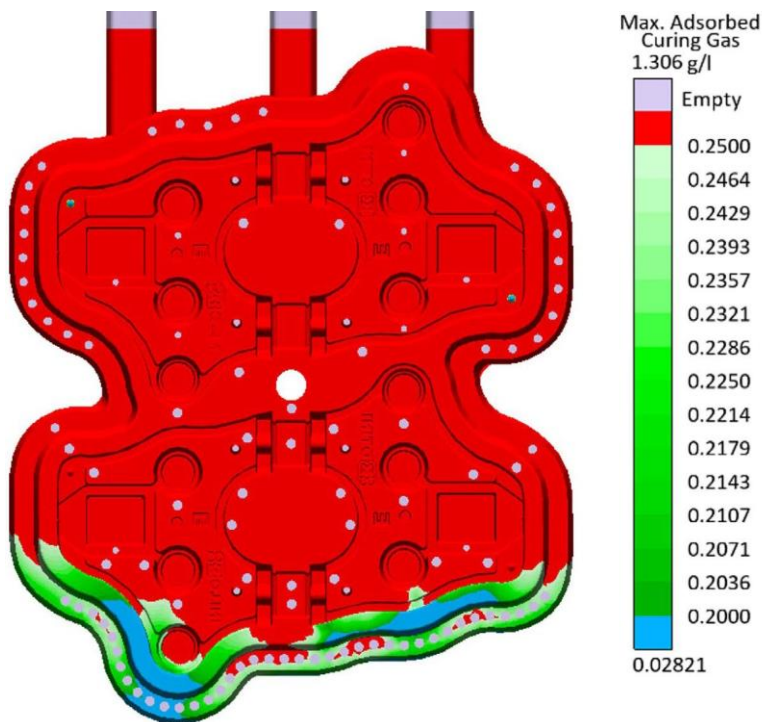


Рис. 5: Концентрация амина в нижней части стержня недостаточна для быстрого и эффективного отверждения

При последовательном испытании нескольких расчётных вариантов был достигнут компромисс, позволивший достигнуть отличных результатов настрела и высокой эффективности обработки газом. Три больших настрельных сопла были заменены на семь сопел меньших размеров. В результате песок распределялся в оснастке более равномерно, и с более высокой плотностью, в особенности в зоне сопел (Рис. 6). Применение сопел меньших размеров снизило риск возникновения эрозии поверхности оснастки.

Уменьшение вентов в верхней части улучшает газораспределение в оснастке. Нижние участки стержня также быстро и в должной мере заполнялись газом (Рис. 7).

Автоматизация процессов – совершенствование процессов?

Automatic Foundry Solutions разработала для Botini оснастку,

позволившую на вновь сконструированной машине с самого начала производить высококачественные стержни. Теперь стержни имеют высокую плотность при одновременном сокращении объёма песка. При автоматизированном производстве стержней также существенно сократился расход связующего вещества: на килограмм песка вместо 2 ml теперь расходуется 0,7 ml амина одновременно с сокращением времени обработки с 30 до 10 сек. Более высокая плотность и улучшенная поверхность позволяют штабелировать 5 уровней в одной форме. Тем самым выход годного поднимается с 73 % до 90 %.

20 за один приём – Botini теперь работает более эффективно

В большинстве случаев конструкция сопел для пескострела и обработки газом различается. Специалисты Automatic Foundry Solutions нашли

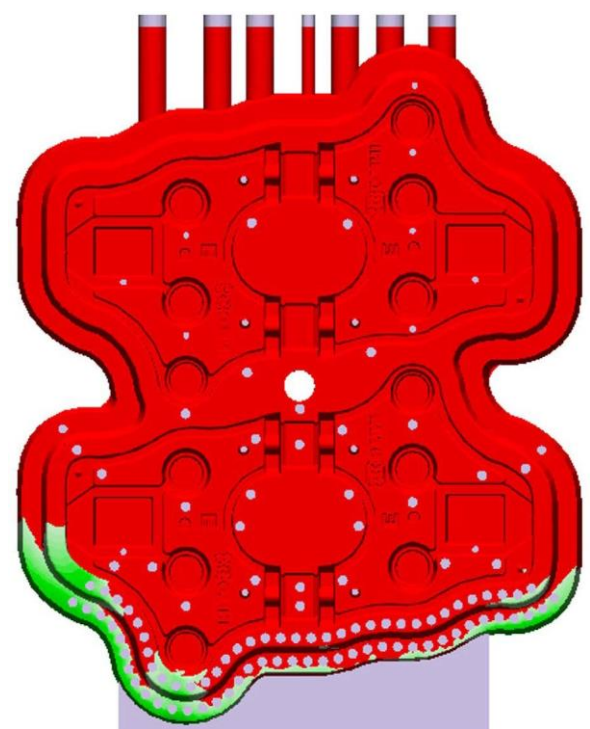


Рис. 7: Сопоставление результатов обработки газом исходного варианта конструкции (слева, рис. 5) и оптимизированного варианта (справа, рис. 7): Концентрация амина в ранее проблематичных участках показывает, что стержень может быть надёжно отверждён в короткое время.

при помощи MAGMA C+M оптимальное решение для обоих случаев и тем самым оптимизировали процесс в отношении продолжительности цикла, расхода материалов и качества. Для клиентов как Automatic Foundry Solutions, так и Botini это означает сбережение окружающей среды, сокращение энергопотребления и объёма отходов, что обеспечивает определённые преимущества в обстановке международной конкуренции.

Выигрывают обе компании: Botini успешно автоматизировала процесс, быстро амортизировала затраты и сохранила клиентов. Automatic Foundry Solutions поставила своему клиенту как оптимальную машину для изготовления стержней, так и наилучшую оснастку. Для Automatic Foundry Solutions, собственно, наилучшей «оснасткой» является, собственно, сама MAGMASOFT®.

Повышение качества и сокращение затрат обеспечиваются при правильно сконструированной литниковой системе

Правильная конструкция ЛПС позволяет избежать дефектов отливки при заполнении формы. Система обеспечивает наряду с высоким качеством продукции сокращение производственных затрат. Как при этом помогает MAGMASOFT®, показано на примере двух отливок из серого и высокопрочного чугуна. С помощью MAGMASOFT® литейщикам удалось не только удалить дефекты, но и избежать их впредь без увеличения расхода материалов.

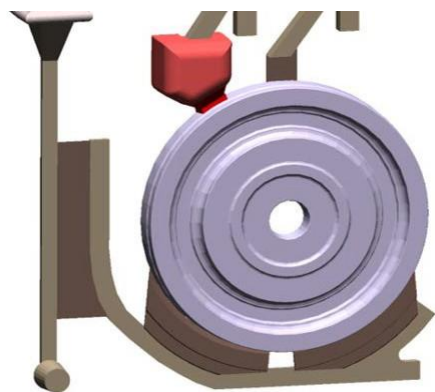


Рис. 1: Предыдущий вариант ЛПС маховика из серого чугуна не исключал возникновения дефектов, приводящих к браку

На рис. 1 показан исходный вариант ЛПС для маховика из серого чугуна, отливавшегося на горизонтальной установке DISAMATIC при браке 4 %. Отдельные партии выпускались с браком 26 %. Причиной высокого процента брака являлись дефекты в зоне литников, которые инженеры подразделяли на песчаные включения, шлаки и «мусор». С целью снижения брака были испытаны 17 различных вариантов геометрии ЛПС, однако желаемый результат достигнут не был. В конечном итоге для выяснения причин возникновения дефектов было решено смоделировать процесс путём расчётов. Результаты расчётов при температуре заливки 1385 °C и времени 16 секунд показали, что скорость перемещения расплава в литнике и питателе была выше критической, что вызывало эрозию формы. (Рис. 2). Захваченный песок, проникая в полость, снижал, таким образом, качество отливки. Дальнейшее исследование процесса заполнения формы

указывало на возникновение турбулентности, вызывающей воздушные включения в зоне литника, что также приводило к браку.



Рис. 2: Существенной проблемой оказалась эрозия формы, в результате чего песок проникал в полость

На основании этой информации специалисты решили модифицировать ЛПС: новый вид ЛПС с одним широким литником вместо двух узких, наклонённым в направлении потока, а также дополнительный промывник – всё это позволило снизить скорость потока и избежать эрозии.

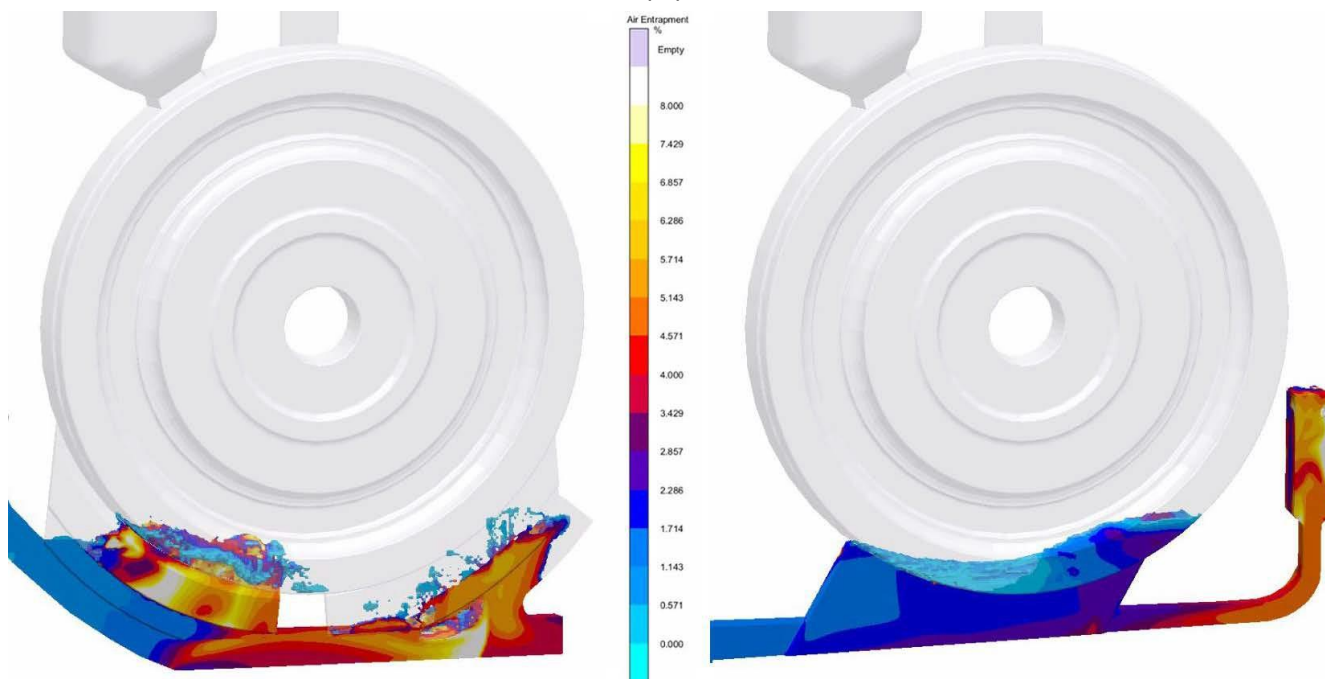


Рис. 3: На рисунке показан процесс заполнения формы с прежним (слева) и модифицированным (справа) литником: новый вариант конструкции обеспечивает плавное заполнение, что позволяет сократить количество дефектов.

Кроме того, применение фильтра и шлаковой ловушки позволило предотвратить проникновение песка и шлаков в отливку.

Затем процесс заполнения был рассчитан вновь при прежних показателях температуры и времени заливки.

Оценка новой ЛПС показала, что использование фильтра и наклонного литника позволяет снизить скорость потока на 54 %, благодаря чему форма стала заполняться плавно и равномерно. Количество таких дефектов, как эрозия, песчаные и воздушные включения, значительно сократилось (Рис. 3).

Приобретённый опыт получил широкое распространение. Новая ЛПС позволила увеличить выход годного на 7 % и экономить все виды ресурсов. Клиенты получили изделия высокого качества.

.Сокращение брака

Аналогичный пример показывает, что MAGMASOFT® является эффективным инструментом для усовершенствования существующих технологий и сокращения объёма брака.

Корпус из высокопрочного чугуна был отлит в форме с вертикальной компоновкой DISAMATIC. 22 % было забраковано по причине

дефектов. Для выяснения причин их возникновения процесс был смоделирован с реальными параметрами при помощи MAGMASOFT® (Рис. 4): Результаты расчётов показали, что при заполнении формы прибыли преждевременно заполнялись и преждевременно остывали. Остывший, частично окислившийся расплав добавлялся

к отливке, что приводило к возникновению дефектов. Инженеры предложили несколько вариантов ЛПС и проанализировали их путём расчётов, целью которых являлось устранение дефектов, сокращение объёма брака и затрат и повышение качества при сохранении объёма выхода годного.

Для повышения качества было найдено простое решение – удалены боковые каналы прибылей.

Расчётная геометрия ЛПС позволила сократить объём брака с 22 до 3,6 % и одновременно увеличить выход годного.

Повышение качества!

Таким образом, MAGMASOFT® позволяет в ходе процесса обнаруживать дефекты, выявлять причины их возникновения и

находить компромисс между выходом годного, качеством и затратами.



Рис. 4: Предыдущая ЛПС обуславливает преждевременное охлаждение и окисление расплава, следствием чего являлось недостаточное питание отливки.

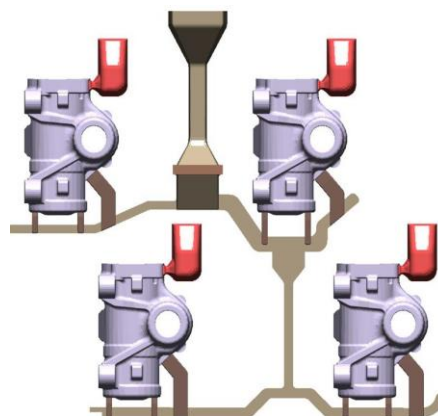


Рис. 5: Простое решение проблемы методом удаления боковых каналов прибылей

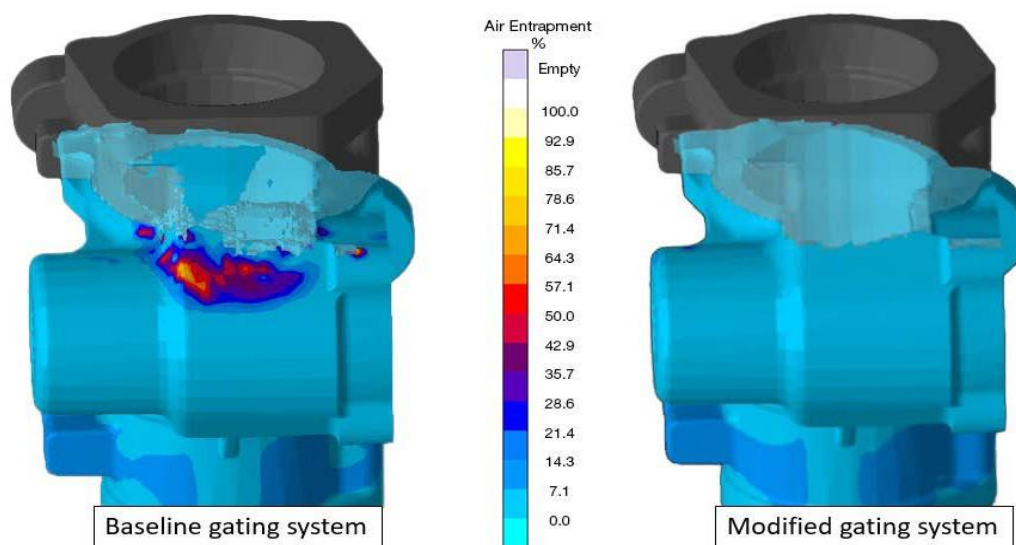


Рис. 6: Новая ЛПС позволяет избежать воздушных включений и, как следствие, возникновения дефектов отливки (справа – в сопоставлении с предыдущей ЛПС)