

Авторы: Катрин Достер, Уве Малт, Oskar Frech GmbH+Co. KG, Шорндорф-Вайлер

# Экономически эффективное производство на основе автоматизированных литейных модулей

Автоматизированные модули литья под давлением позволяют получать сложные по форме изделия за один производственный цикл при пониженных затратах



**Рисунок 1.** Полностью автоматические модули литья под давлением в соответствии со стандартом ЕС

Выдвигаемые заказчиками в настоящее время требования к транспортным средствам различных классов являются движущим фактором современного проектирования, которое в состоянии объединить эстетичность автомобиля и мощность двигателя при одновременном сокращении расхода топлива. В ближайшие годы существенное влияние на решение о покупке того или иного автомобиля будут оказывать «зеленые» факторы, в частности

пониженный расход топлива и объем выбросов. В связи с этим компоненты, отвечающие принципам проектирования легковесных изделий, все чаще применяются для снижения массы автомобиля. Детали, изготовленные из алюминия или магния методом литья под давлением, — типичные примеры получения оптимизированных по массе изделий. Литье под давлением позволяет получать сложные по форме изделия за один производственный

цикл и пониженных затратах в достаточно больших количествах. Недостатки метода (например, неоднородность материала в виде усадочной пористости) необходимо минимизировать путем оптимизации технологического процесса. Дефекты отливок, которые оказывают негативное влияние на долговечность литых деталей, необходимо предотвращать любым способом.

Поставщики деталей для автомобильной промышленности находятся под постоянно растущим давлением необходимости предложения изделий высокого качества при пониженных ценах. Компании промышленно развитых стран для защиты своих экономических интересов особое внимание уделяют достижению максимально возможной степени автоматизации производства.

Поставщик из числа таких компаний при объеме производства 30 млн. компонентов зеркал (практически для каждого автомобиля) является глобальным лидером со значительной долей рынка в Европе, Северной Америке, Азии и Австралии. Компания считается технологическим лидером благодаря большому числу используемых технологий и главенствующим позициям в инновационном сегменте класса — «люкс».

С целью поддержания своего высокотехнологического уровня и сохранения лидерства на рынке поставщик планирует модернизацию и расширение существующих производственных мощностей за счет создания инновационного центра литья под давлением. Для этой цели подходит опыт фирмы Oskar Frech GmbH+Co. KG. В качестве ведущего производителя литейных машин с горячими и холодными камерами прессования с усилием запирания до 52000 кН фирма Oskar Frech доказала, что может быть оптимальным партнером при реализации проектов подобного рода.

Решающим критерием предоставления контракта послужит большой опыт фирмы в деле интеграции периферийных устройств, а также проектирования автоматизированных модулей литья под давлением, включая ЕС-сертификацию (рис. 1).

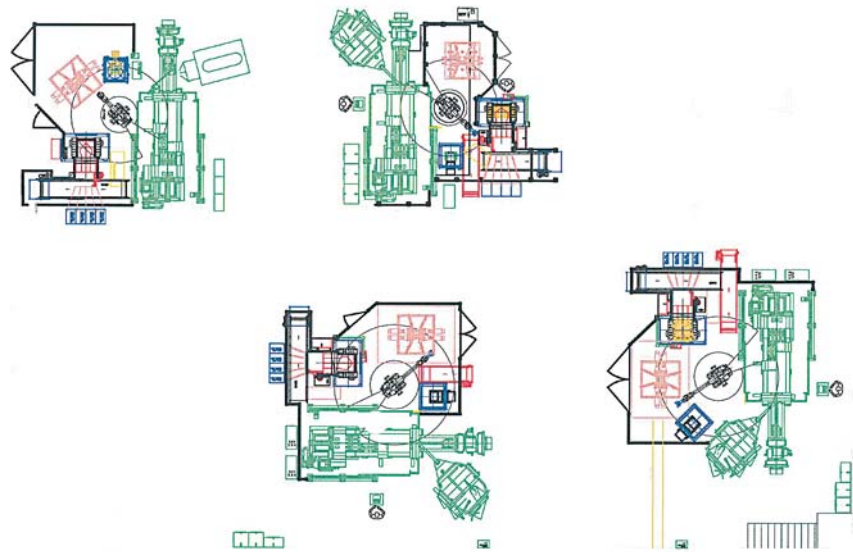
### Задание заказчика — фактор успеха

1. Генеральный подрядчик (интегратор) с исключительным знанием технологии в области полностью автоматизированных модулей литья под давлением алюминиевых деталей. Особую важность имеет соответствие требований по качеству со стороны автомобильно-строительной отрасли к поставщикам, в частности в отношении достижения максимально возможной однородности микроструктуры литых деталей. Существующие четырехполостные пресс-формы следует интегрировать в технологический процесс. Необходимо провести сертификацию всех шести модулей литья под давлением в соответствии со стандартом ЕС.

2. В новом центре литья под давлением будут установлены надежные и мощные машины литья под давлением с холодными камерами прессования, обеспечивающие высокую степень использования оборудования даже в условиях самых жестких



**Рисунок 2.** Литейная машина DAK 450-54 с номинальным усилием запирания пресс-формы 5000 кН



**Рисунок 3.** Схема расположения литейных модулей

производственных требований и гарантированной технической поддержки.

3. Функционирование литейных модулей полностью в автоматическом режиме обеспечивает операторам максимально возможное удобство в управлении и обслуживании.

4. Оптимальное использование системы обеспечивается благодаря гибкому режиму обработки деталей:

- а) использование литейной машины независимо от технологической станции и прессы для снятия заусенцев;
- б) пресс для снятия заусенцев должен функционировать в независимом от литейной машины режиме, чтобы обеспечить непрерывность производственного процесса при проведении технического обслуживания и настройке оборудования. В это время отлитые детали, изготов-

ленные в предыдущую смену, можно, например, освободить от элементов литниковой системы. Требуется два специальных цикла.

1. Для извлечения первых деталей после запуска машины необходимо снова расплавить материал.
2. Контроль качества обеспечивается возможностью извлечения из производственного процесса отлитых деталей в любой момент без его прерывания.

На компанию-заказчика большое влияние оказала общая концепция фирмы Oskar Frech по созданию новой производственной линии для центра литья под давлением. Все шесть литейных модулей, оснащенных машинами литья под давлением с холодными камерами прессования серии DAK M, были сконструированы по одинаковой концепции функционирования и автоматизации.

Общий объем поставок включает шесть литейных модулей, оснащенных машинами серии DAK M различного размера:

1 × DAK450-54 с номинальным усилием запирающего 5000 кН (рис. 2);

1 × DAK 720-71 с номинальным усилием запирающего 8000 кН;

4 × DAK 580-62 с номинальным усилием запирающего 6400 кН.

В случае необходимости заказчик может заказать эти модули по телефону. Преимуществом для заказчика является то, что специальный заказ на первый модуль литья под давлением выполняется практически без задержек и он может быть введен в эксплуатацию после поставки в соответствии с последующими заказами дополнительных модулей.

### Последовательность циклов

1. С помощью двухосного распылительного устройства на обе половинки пресс-формы наносится покрытие, представляющее смесь, которая обычно содержит 90–95 % воды и 5–10 % смазки для формы. Распылительная головка

точно настроена на контур формы для нанесения минимально возможного объема смазки на критические зоны обеих половинок литейной формы. При этом данный процесс выполняется в оптимальное для технологического цикла время.

Затем форма закрывается. Заранее заданный объем нагретого до температуры примерно 700 °С расплава подается в литейную камеру DAK-машины из печи-дозатора. Одновременно робот-съемщик отливка устанавливается перед задними защитными дверями в заданное положение, что позволяет дополнительно сократить рабочий цикл.

2. Процесс заливки выполняется в оптимизированном режиме при использовании системы контроля в режиме «он-лайн» фирмы Oskar Frech. Система обеспечивает оптимальный и свободно программируемый профиль заливки по так называемой литейной RC-технологии.

3. Примерно через восемь секунд охлаждения запирающий узел литейной машины открывается.

Пресс-форма и ограждения открываются согласно инструкции по эксплуатации литейной машины и стандартам ЕС для машин литья под давлением. Движения робота синхронизированы таким образом, чтобы исключить задержки при извлечении литых деталей.

4. Робот поворачивает извлеченную отливку для проведения инспекции с помощью соответствующих сенсоров. После положительной оценки литейная машина автоматически продолжает рабочий цикл. Выполняется стадия нанесения покрытия при закрытых крышках машины для удержания выбросов распыления в зоне пресс-формы и их фиксации с помощью расположенных там экстракционных устройств.

5. Готовая литая деталь с помощью робота помещается в станцию охлаждения. Для удаления детали со стола охлаждения применяется сдвоенный механизм захвата, что позволяет реализовать оптимизированную по циклу очередность (рис. 4). Для предотвращения возникновения в отливках

### Конфигурация литейных модулей

Основной узел системы (рис. 3) — машина литья под давлением с усилием запирающего пресс-формы в рассмотренном выше диапазоне включает:

четыре центральных литниковых канала;  
 многосхемные нагревательное и охлаждающее устройства Robamat 4212.

Системы автоматизации:  
 двухосное распыляющее устройство;  
 шестиосный извлекающий робот с шарнирной кинематической схемой исполнения легких изделий с заменяемыми захватами;  
 станция контроля деталей;  
 охлаждающая ванна с погружным устройством.

Технологические устройства:  
 участок окончательной обработки для выполнения отверстий и нарезания резьбы;  
 пресс для снятия заусенцев вертикального C-стоечного исполнения с режущим инструментом и конвейером;  
 желоб для сортировки право- и левосторонних деталей.



внутренних напряжений интегрированная плита медленно перемещается вниз и полностью погружает деталь в охлаждающую воду. После охлаждения эта плита медленно возвращается в исходное положение. С помощью остаточного тепла деталь медленно высушивается на воздухе. Охлажденная деталь устанавливается в рабочее положение в позицию финишной обработки.

6. С использованием сверильных шпиндельных головок в позиции финишной обработки в деталях можно выполнять отверстия или нарезать резьбу для дальнейшей сборки. После автоматического извлечения из держателя захваты робота зажимают деталь и передают ее на пресс для снятия заусенцев.

7. В прессе выступающие остатки литниковой системы и заусенцы удаляются с помощью специального ножа. Затем отливки перемещаются по конвейерной ленте и сортируются в емкости для право- и левосторонних деталей (рис. 5). Этот процесс также позволяет отслеживать партии продукции.

### Специальные циклы

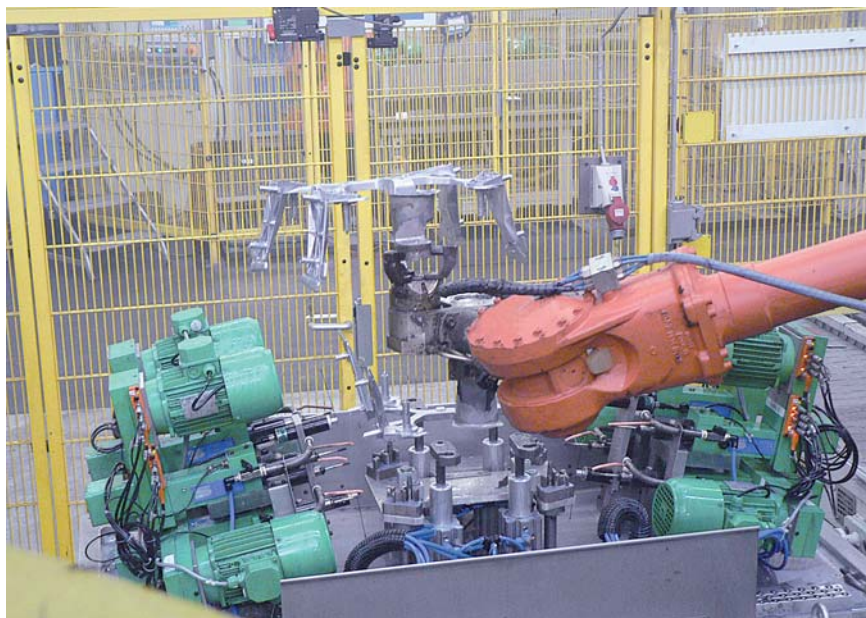
В первом цикле после запуска литейного модуля не предусмотрены какие-либо стадии охлаждения, финишной обработки или снятия заусенцев. Отливки извлекаются непосредственно через выталкивающий желоб и транспортируются в скрап. Поставщик обеспечивает автомобилестроителя системой переплавки отформованных материалов. В расплав для очистки добавляются кондиционеры и доводят его до состояния исходного материала. Данный процесс обеспечивает качество алюминиевого сплава.

Для выполнения контроля качества отливки можно извлекать по отдельности (рис. 6). Качественная деталь с помощью конвейерной ленты передается в емкость. Данная операция выполняется без прерывания производственного цикла. Благодаря своей гиб-

кости выбранный шестиосевой промышленный робот идеален для выполнения различных манипуляций и применения в компактных системах. Робот можно использовать для решения всевоз-

можных задач по манипулированию в литейном модуле, а также для точного извлечения и перемещения отливок.

Фирма Oskar Frech совместно с заказчиком (даже при наличии



**Рисунок 4.** Сдвоенный механизм захвата, позволяющий сократить рабочий цикл



**Рисунок 5.** Автоматическая сортировка право- и левосторонних деталей



**Рисунок 6.** Извлечение деталей для контроля их качества

сопровождающих проект поддерживающих услуг) является новатором в этой области. Для первоначального ввода в эксплуатацию литейных модулей подобной сложности необходимо постоянное обучение персонала в ходе многочисленных рабочих смен в течение длительного периода.

Фирме Oskar Frech удалось решить задачу обучения благодаря присутствию опытных технологов на предприятии заказчика. Это принесло пользу для обеих сторон, в частности:

- сокращение времени реакции на все формы необходимой поддержки, начиная технологического процесса, манипулирования, эксплуатации и обслуживания;
- постоянная тренировка работников всех смен на весь литейный модуль;
- высокий уровень подготовки работников;
- реализация бригадой технического обслуживания дополнительного потенциала по опти-

мизации за счет использования опыта литейного производства.

### Охрана окружающей среды и эргономические условия для операторов

Термин «инновация» происходит от латинского слова *novus* (новый) и означает «нечто, вновь созданное». Мощное производственное оборудование с высокой степенью надежности — это не единственное новшество (инновация) в центре литья под давлением поставщика деталей для автомобилестроения. Особое внимание, которое уделяется охране окружающей среды, а также создание благоприятных условий для работы также можно отнести к новшеству. Под каждым сертифицированным в соответствии со стандартом ЕС литейным модулем установлен поддон, в который собираются расходные материалы, например смазочные масла, смазка, алюминиевые заусенцы. Это позволяет производить их

сепарацию и захоронение в экологически безопасном состоянии.

Представители службы охраны труда и производственного совета компании обходят участок перед установкой каждого литейного модуля. Пороговые значения по шуму и выбросам установлены ниже показателей, определенных Ассоциацией по предотвращению несчастных случаев и страхованию. С помощью логистики обеспечивается безопасность работы операторов литейной машины при заполнении дозирочной печи жидким алюминием с температурой расплава до 700 °С. В ходе планирования литейного производства предусмотрен определенный путь для вильчатого подъемника и прямые маршруты для транспортировки жидкого алюминия.

### Работать вместе для достижения цели

Экологические и социальные требования заказчика должны быть выполнены наряду с экономическими. Требуемый высокий уровень качества литых деталей надежно обеспечивается за счет функционирования литейного модуля в три смены, полностью в автоматическом режиме. Мероприятия по охране окружающей среды и превосходные условия труда положительно влияют на имидж глобального лидера. Решение фирмы Oskar Frech в отношении вспомогательного оборудования, точно адаптированного к литейной машине, обеспечивает надежный производственный процесс, повышенный уровень производительности и экономической эффективности литейной производственной линии.

[www.frech.com](http://www.frech.com)