CHINA PRECISION METAL

Инженерный справочник | Литьё и обработка ЧПУ

Подготовка RFQ · DFM · Выбор технологии

Источник: русскоязычное инженерное руководство · www.chinaprecisionmetal.com/ru/engineering-resources/engineering-toolkit/

Стройте RFQ вокруг готовой детали

Полезный RFQ дает инженерам и закупкам достаточно информации, чтобы выбрать производственный маршрут, определить реальные факторы риска и рассчитать **готовый компонент**, а не только отдельную операцию литья или мехобработки. Лишняя документация не нужна до того, как поставщик поймет применение детали.

RFQ-чек-лист: что отправить

Входные данные	Минимально полезная детализация	Почему это важно
Геометрия	Исходная 3D-модель при наличии, плюс контролируемый 2D-чертеж и ревизия	Модель помогает DFM и проверке оснастки; чертеж задает контролируемые размеры, примечания и критерии приемки.
Материал и служба	Сплав/спецификация, состояние термообработки и соответствующая среда, давление, температура или коррозионные условия	Материал и условия эксплуатации могут менять литье, термообработку, мехобработку, финиш и верификацию.
Количество	Количество образцов, первый заказ, типичная партия и оценочный годовой объем	Количество влияет на оснастку, выбор процесса, приспособления, план контроля и экономику готовой детали.
Критические характеристики	Базы, жесткие размеры, уплотнительные/подшипниковые элементы, резьбы и требования, которые действительно необходимо выдержать	Поставщик может сосредоточить возможности процесса и контроль там, где отказ действительно важен.

Входные данные	Минимально полезная детализация	Почему это важно
Мехобработка и финиш	Обрабатываемые поверхности, параметр/значение шероховатости, полировка, пассивация, электрополировка или покрытие	Предотвращает расчет неполного маршрута или лишний финиш на нефункциональных зонах.
Качество и испытания	Сертификат материала, FAI/PPAP, Cpk, NDT, испытание давлением/на герметичность и прослеживаемость, когда требуются	Верификация должна планироваться вместе с производственным маршрутом, а не добавляться после расчета цены.
Поставка и модель снабжения	Требуемая дата образцов, обычная производственная дата, место поставки, упаковка и при необходимости VMI, рамочный заказ, складской отпуск по заявке, канбан или JIT	Отделяет разовую срочность от повторяемой модели снабжения и рано выявляет правила запасов/пополнения.

Скачиваемая **таблица данных RFQ** разделяет данные проекта, критические характеристики, требования к качеству/испытаниям и ссылки на файлы по пяти листам. Для повторных программ также укажите ожидаемую модель снабжения — например VMI, рамочный заказ, складской отпуск по заявке, канбан, страховой запас или JIT. Заполняйте только разделы, относящиеся к проекту.

DFM-чек-лист для литья по выплавляемым моделям

Используйте эту проверку до фиксации оснастки:

1. **Сначала функция.** Определите границы давления, каналы потока, уплотнительные поверхности, посадки подшипников, косметические зоны и сборочные интерфейсы.
2. **Переходы сечений.** Проверьте локальные массивные участки, резкие изменения толщины и длинные тонкие пути заполнения. Там, где функция позволяет, используйте радиусы и плавные переходы.
3. **Оснастка и стержни.** Проверьте извлечение восковой модели, направление разъема, уклоны, глубокие глухие элементы, внутренние каналы и необходимость растворимых или керамических стержней.
4. **Доступ к литникам и отрезке.** По возможности располагайте функциональные поверхности вдали от зон литников и отрезки и обеспечивайте доступ для отрезки и зачистки.
5. **Стратегия мехобработки.** Определите литые и обработанные поверхности, базы первой установки, площадки закрепления и локальный припуск на критических элементах.
6. **Доступ для контроля.** Сделайте критические элементы измеримыми из практичной схемы баз и заранее решите, как проверять скрытые или внутренние элементы.
7. **Давление и NDT.** Привязывайте испытания давлением и на герметичность и неразрушающий контроль к реальному риску и требованиям чертежа, а не применяйте одинаковый контроль ко всей детали.
8. **Коммерческая целесообразность.** Оценивайте оснастку, количество, снижение мехобработки, использование материала, финиш и контроль вместе как **стоимость готовой детали**.

Рабочая таблица выбора: литье / ЧПУ / ковка

Начинайте с **требований к готовой детали**, а не с предпочтительного процесса. Таблица ниже помогает быстро отобрать маршруты для детального DFM и расчета; она не заменяет валидацию чертежа, материала и службы.

Фактор решения	Литье по выплавляемым моделям	ЧПУ из деформируемой заготовки	Ковка + мехобработка
Сложная внешняя геометрия	Часто выгодный вариант, когда форма, близкая к готовой, заметно уменьшает объем мехобработки	Выгодна при малом объеме или геометрии с хорошим доступом инструмента; при росте сложности съем материала становится дорогим	Лучше, когда поковка может оставаться сравнительно простой; сложные детали обычно добавляются мехобработкой
Внутренние каналы / труднодоступные элементы	Может быть выгодно при осуществимой конструкции стержней и доступе литейного процесса	Ограничено доступом инструмента, если только элемент нельзя сверлить, растачивать, выполнять EDM или делить на несколько деталей	Обычно не подходит для замкнутых сложных внутренних каналов в поковке
Срочный прототип / конструкция меняется	Оснастка и разработка процесса обычно замедляют старт	Часто самый быстрый маршрут из серийного материала для малых количеств и меняющейся геометрии	Разработка штампов/ оснастки обычно делает маршрут менее привлекательным до стабилизации конструкции
Повторяемый объем и использование материала	Экономика часто улучшается, когда повторяемый объем оправдывает оснастку, а форма, близкая к готовой уменьшает мехобработку/ отход	Привлекателен на малом объеме; экономика может ухудшаться при регулярном удалении большого объема дорогого сплава	Может быть сильным при устойчивом объеме, если геометрия и требуемые свойства подходят ковке
Требования к механическим свойствам	Подходит многим промышленным деталям при корректных сплаве, термообработке, качестве литья и приемочных требованиях	Сохраняет свойства выбранной деформируемой заготовки с учетом направления обработки и финальной геометрии	Часто предпочитается, когда спецификация, усталость/удар или направленное течение зерна делают ковку важной
Жесткие допуски / уплотнения / посадки	Критические элементы обычно финишно обрабатываются после литья	Прямая мехобработка дает хороший контроль доступных критических элементов	Критические элементы обычно финишно обрабатываются после ковки
Инвестиции в оснастку / риск изменений	Оснастка обычно обязательна; изменения конструкции после ее выпуска должны контролироваться	Нет литейного/ковочного штампа, поэтому изменения сравнительно просты	Производственные штампы могут быть значительными и требуют стабильной конструкции

Фактор решения	Литье по выплавляемым моделям	ЧПУ из деформируемой заготовки	Ковка + мехобработка
Герметичная работа под давлением	Сам выбор процесса не гарантирует герметичность; решают конструкция, контроль литейного процесса, мехобработка и заданная проверка давления/утечки	Плотная деформируемая заготовка может снизить риск исходного материала, но финальное уплотнение зависит от конструкции и мехобработки	Плотная поковка может снизить риск исходного материала, но финальное уплотнение зависит от конструкции и мехобработки

Практическая последовательность отбора

1. **Сначала исключите непереговорные ограничения:** спецификация материала, требуемые свойства, код/требования заказчика и эксплуатационный риск.
2. **Сравнивайте экономику готовой детали, а не цену процесса:** оснастка, выход материала, часы мехобработки, приспособления, финиш, контроль и повторяемый объем должны рассматриваться вместе.
3. **Используйте ЧПУ как полезную точку сравнения:** даже если это не долгосрочный маршрут, обработка из проката показывает ценность формообразования, близкого к готовой геометрии, и может быть правильным выбором для срочных прототипов или малого объема.
4. **Держите критические элементы независимыми от выбранного процесса:** уплотнительные поверхности, посадки, резьбы и жесткие базы могут требовать мехобработки независимо от исходной технологии.
5. **Подтвердите решение до смены процесса:** переход между ковкой, литьем и мехобработкой из проката должен быть проверен по контролируемому чертежу и реальным условиям эксплуатации.

Практический пример — наш датский кейс перехода с ковки на литье по выплавляемым моделям, где маршрут изменили только после подтверждения технической осуществимости, а заказчик сообщил примерно о 30% снижении стоимости компонента.

Как выглядит комплект, готовый для поставщика

Полезно: контролируемый 2D-чертеж + материал + количество. Этого достаточно для первичного технологического и коммерческого отбора.

Лучше: исходная 3D-модель + контролируемый 2D + годовой объем + критические размеры + требования к финишу. Это ускоряет DFM и делает определение маршрута надежнее.

Лучший вариант: все выше плюс условия эксплуатации, требования к качеству/испытаниям, целевые даты, упаковка и логистика. Это уменьшает циклы уточнений и приближает предложение к реальной серийной программе.