

## DFMPro – решение для проектирования с учетом требований технологичности изделия.

DFMPro – это интегрированное в CAD DFM-решение, которое выполняет предварительную оценку конструкции на технологичность и содержит рекомендации, позволяющие в последующем избежать факторов, негативно воздействующих на такие показатели, как стоимость, качество, и время, затраченное на изготовление изделия. На данный момент инженеры – конструкторы тратят свыше 20% времени на исправления, связанные с итерационной разработкой изделия, что значительно влияет на планирование выпуска изделия. Действие DFMPro заключается в том, что подобно программе проверки правописания, она помогает конструкторам определить элементы конструкции, при изготовлении или обслуживании которых возникают сложности, приводящие к росту стоимости изделия. DFMPro содержит рекомендации по проектированию с учетом требований к технологичности изделия, а также лучший мировой опыт в таких отраслях производства, как обработка резанием (фрезерование, токарная обработка, сверление), литьё пластмасс под давлением, литьё металла и изготовление из листа. DFMPro также содержит в себе предварительно настроенные правила по конструированию сборочных единиц. (DFA).

Рекомендации DFMPro совмещают в себе знания, полученные из различных справочников и инструкций, а также от экспертов в различных областях производства. Существующие наборы технологических требований могут быть введены в DFMPro как стандарты организации. Также DFMPro действует как инструмент для сбора знаний, обеспечивая организации мощным средством, позволяющим аккумулировать лучший опыт и знания.

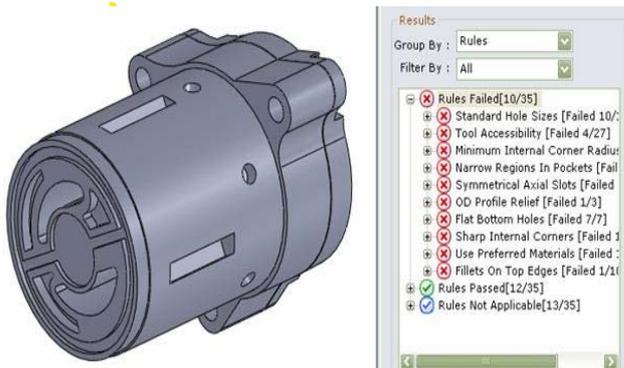
DFMPro используется в таких отраслях, как автомобилестроение, авиакосмическая и оборонная промышленность, высокие технологии и товары массового потребления, а также тяжелое машиностроение.

При использовании DFMPro организации добиваются увеличения производительности, уменьшения затрат, повышения качества изделий, возможности накапливать знания и применять их множество раз. В целом, DFMPro сокращает количество итераций во время проектирования нового изделия, что предотвращает задержки выпуска изделий, так как проблемные моменты, возникающие в процессе производства, учитываются еще на этапе конструирования. DFMPro помогает неопытным конструкторам быстрее влиться в работу коллектива, за счет использования контекстных подсказок и рекомендаций, которые появляются при нарушении правил проектирования с учетом технологических требований.

## DFMPro для механической обработки

DFMPro – это автоматизированное средство, которое производит проверку на технологичность деталей, используя соответствующие наборы технологических правил, использование которых позволяет сделать производство более экономичным и быстрым за счет использования в производстве отлаженных технологий и уже имеющегося на предприятии режущего инструмента. Правила проектирования DFMPro, отнесенные к обработке резанием, включают в себя рекомендации для процессов сверления, фрезерной и токарной обработки.

Наиболее распространенными рекомендациями, которые включены в этот продукт, являются следующие: исключение глубоких отверстий с малыми диаметрами, отсутствие плоского дна в глухих отверстиях, исключение применения длинных фрез для обработки, доступность элементы конструкции при обработке и многие другие.



DFMPro обеспечивает гибкую настройку существующих технологических правил. Также в DFMPro можно добавлять новые технологические правила, для чего достаточно знаний общих основ программирования.

## Руководство по проектированию для мехобработки

В указанном ниже разделе содержатся примеры некоторых правил, которые применяются при обработке резанием. Эти правила могут помочь избежать инженерных ошибок, приводящих к повышению стоимости и увеличению сроков изготовления изделия.

### Сверление

- **Глубокие отверстия**

Глубокие отверстия малого диаметра трудны в изготовлении. Сверла малого диаметра могут отклоняться и ломаться, поэтому в массовом производстве их использовать не рекомендуется.

При сверлении глубоких отверстий затрудняется удаление стружки.

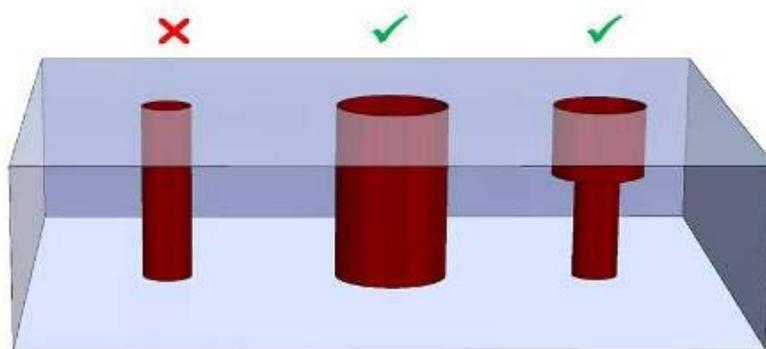


Рисунок 2 – Избегайте глубоких отверстий

- **Входная/выходная поверхности отверстий**

При сверлении отверстия входная и выходная поверхности должны быть перпендикулярны осевой линии отверстия. При контакте режущей кромки сверла с поверхностью сверло может отклониться в том случае, если поверхность не перпендикулярна осевой линии сверла. На выходе мы увидим заусенцы неодинаковой величины, которые будут расположены по периметру выхода из отверстия. Это может повлечь за собой трудности в снятии заусенцев.

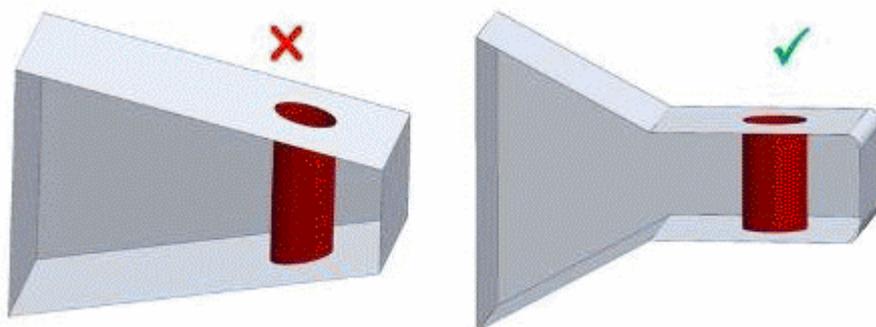


Рисунок 3 – Входная и выходная поверхности должны быть расположены перпендикулярно осевой линии отверстия

- **Отверстия с плоским дном.**

Дно глухих отверстий не должно быть плоским. Если дно отверстий будет плоским, то возникнут проблемы с выполнением последующих операций, например с развертыванием отверстия. При использовании стандартного спирального сверла получается отверстие с коническим дном.

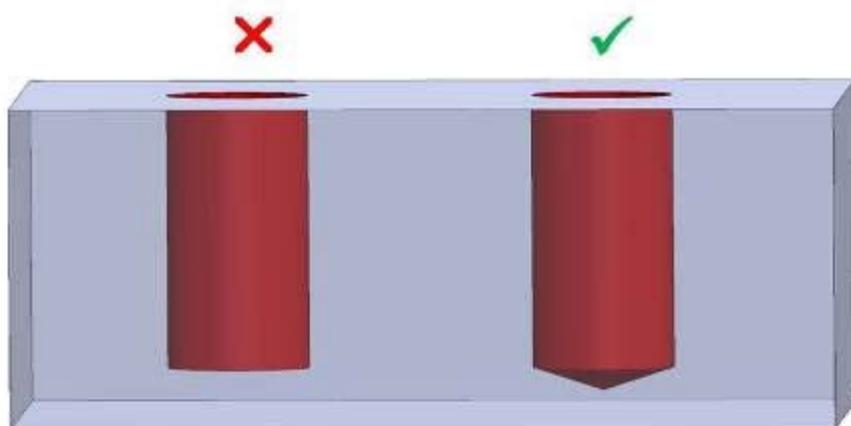


Рисунок 4 – Не рекомендуется использование в конструкции отверстия с плоским дном

- **Отверстия, пересекающие полости (пустоты)**

Отверстия не должны пересекать полости. В том случае, если этого никак нельзя избежать, осевая линия отверстия должна находиться в области материала, а не в полости. Сопротивление сверла материалу уменьшается, когда сверло проходит в пустоте. При дальнейшем входе сверла в материал, сверло с большой вероятностью может отклониться.

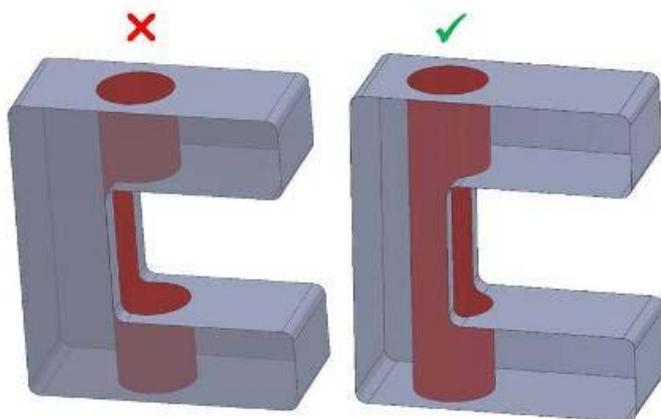


Рисунок 5 – Отверстия не должны пересекать полости

- **Неполные отверстия**

Если отверстие пересекает стенку заготовки, то по меньшей мере 75% его площади должно находиться внутри материала. В случае, если большая площадь отверстия лежит за пределами материала, то при получении отверстия существует большая вероятность того, что сверло отклонится. Данная проблема ужесточается, если осевая линия отверстия совпадает с краем материала или находится рядом с краем.

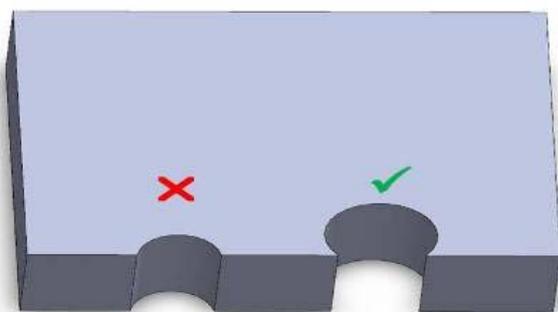


Рисунок 6. По меньшей мере 75% площади отверстия должно находиться внутри материала

- 
- **Стандартные размеры отверстий**

DFMPro проверяет детали на отсутствие отверстий, диаметры которых не соответствуют принятым на предприятии стандартам.

### Фрезерование

- **Глубокие узкие вырезы**

Старайтесь избегать глубокие узкие канавки и углубления. Чем больше длина инструмента, тем с большей вероятностью он может сломаться; также усложняется процесс удаления стружки, особенно в тех случаях, когда мы имеем дело с глухими канавками и углублениями.

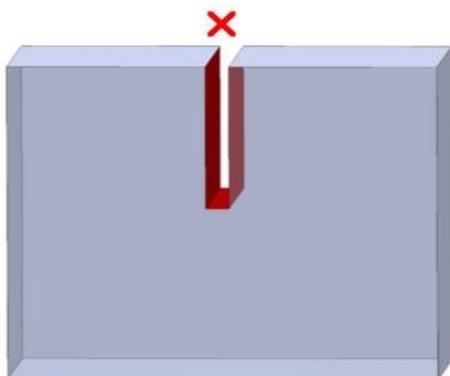


Рисунок 7. Избегайте глубоких и узких канавок

- **Глубокие скругленные углы**

Разрабатывать обрабатываемые поверхности следует таким образом, чтобы при их обработке не приходилось использовать длинные фрезы. Фрезы с длинным хвостовиком склонны к поломке и вибрациям, а также требуют большего времени на обработку.

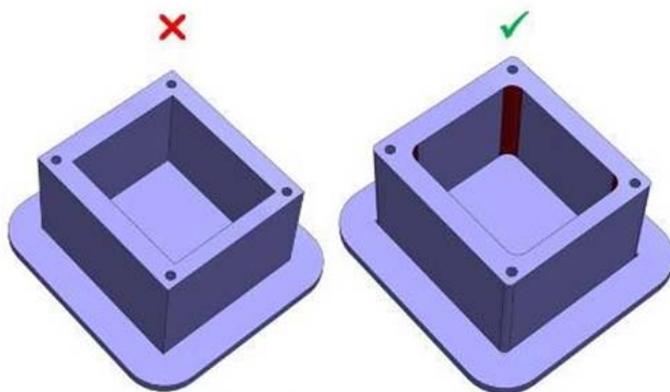


Рисунок 8. Избегайте скруглений с малым радиусом

- **Скругления на внешних кромках**

Края в верхней части карманов и бобышек должны иметь фаски, но не скругления. Для внешних углов снятие фаски более предпочтительно, чем скругление. Для получения скругления на внешних углах необходим специальный резец и высокая точность при настройке станка, что существенно увеличивает стоимость детали.

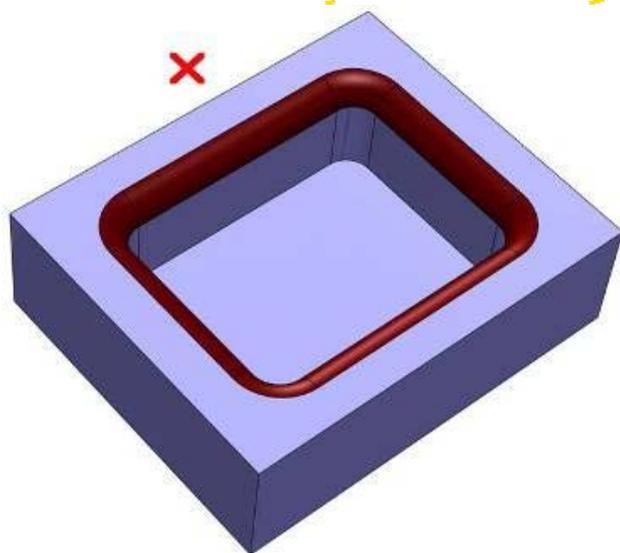


Рисунок 9. Избегайте скруглений на краях в верхней части впадин, приливов, и углублений

- **Узкие места в углублениях**

Постарайтесь сделать так, чтобы расстояние между поверхностями было больше размеров режущего инструмента. В том случае, если никаким образом не удастся избежать узких мест, их глубина должна быть небольшой. Длинные инструменты с малым диаметром имеют тенденцию к поломке и вибрациям. В основном рекомендуются режущие инструменты больших размеров и меньшей длины. Размеры инструментов определяются наименьшим расстоянием между боковыми поверхностями обрабатываемых элементов.

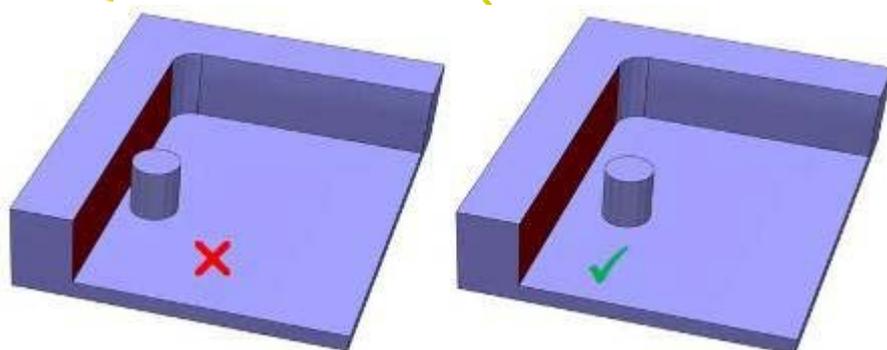


Рисунок 10. Избегайте узких областей

- **Нестандартные конструктивные элементы**

Обработка стандартных элементов детали может быть более эффективной, так как в этом случае возможно применение известных приёмов обработки. Как правило, время обработки нестандартных элементов больше, чем стандартных. Во многих случаях, добавление небольшого элемента в конструкцию может преобразовать нестандартный объект в стандартный и наоборот.

- **Углубления с фасками на нижних кромках**

Обрабатываемые углубления и приливы не должны иметь фасок в месте стыка боковой поверхности и основания детали. Вместо этого следует использовать скругления, соответствующие радиусу стандартной концевой сферической фрезы.

- **Острые внутренние углы**

Острые углы на внутренних поверхностях при обработке резанием получить очень сложно. Этот процесс требует более дорогостоящих методов обработки, таких как электроэрозионная обработка. При конструировании углов длина прилегающего края должна совпадать с радиусом стандартного инструмента. В том случае, если наличие в конструкции острых углов обусловлено зазором между поверхностями, то

решением такой задачи может быть сверление разгрузочного отверстия.

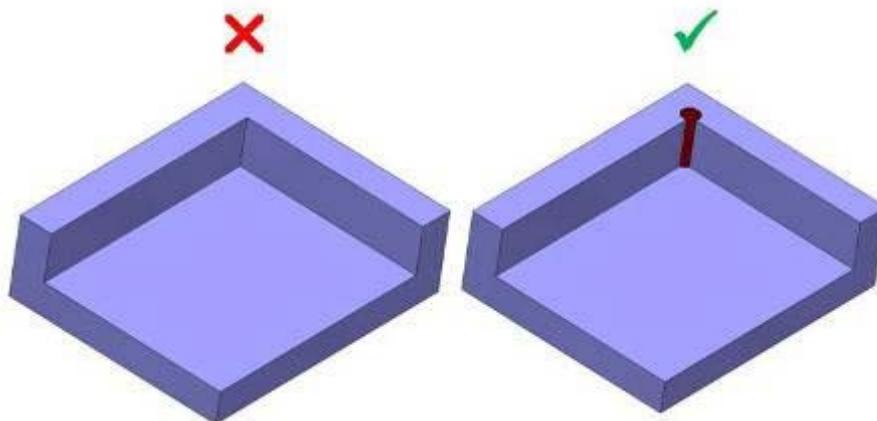


Рисунок 11. Получение острых углов может потребовать дорогостоящих методов обработки

- **Доступность зоны обработки**

Расположение обрабатываемых поверхностей должно быть сконструировано так, чтобы обеспечить свободный доступ режущего инструмента при выбранном закреплении заготовки.

- **Шпоночные канавки должны иметь радиусы скруглений на концах.**

Глухие осевые шпоночные канавки в конце должны иметь радиус скругления, совпадающий с конструкцией режущего инструмента.

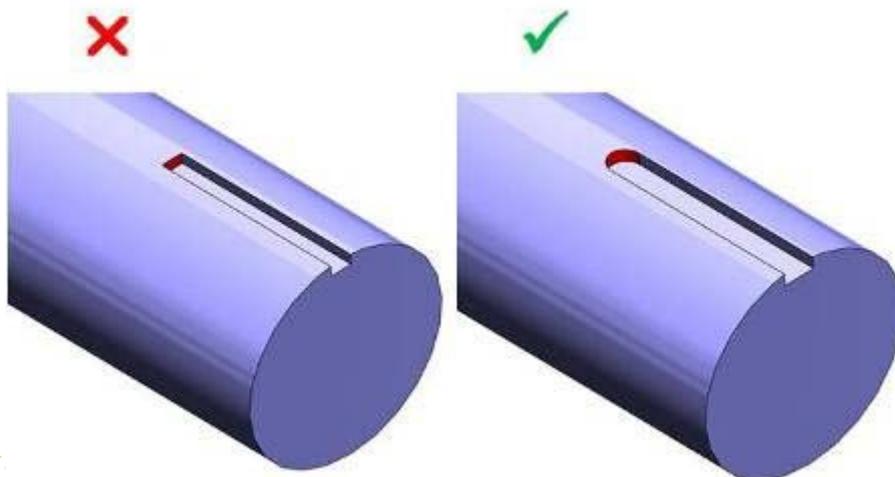


Рисунок 13 – Шпоночный паз должен заканчиваться скруглением

## Токарная обработка

- **Контур глухого отверстия**

Дно глухого отверстия должно определяться конфигурацией режущего инструмента.

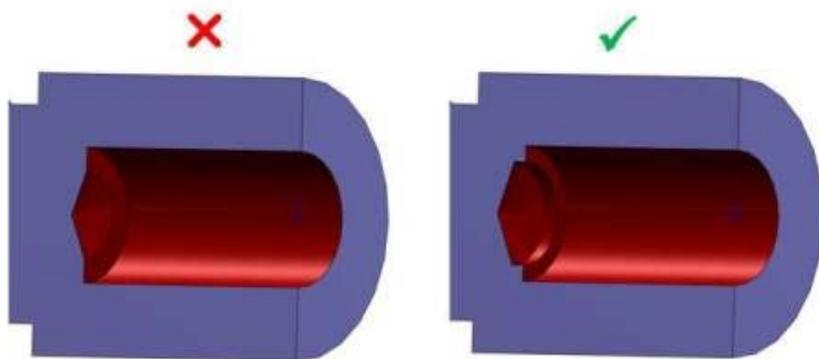


Рисунок 12 – Получение глухого отверстия

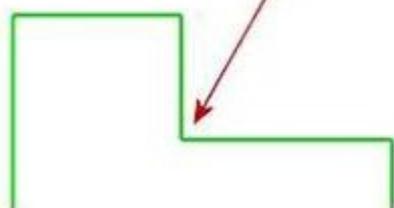
- **Токарная обработка удлиненных деталей**

По мере возможности следует конструировать детали таким образом, чтобы при их токарной обработке можно было обойтись без использования задней бабки.

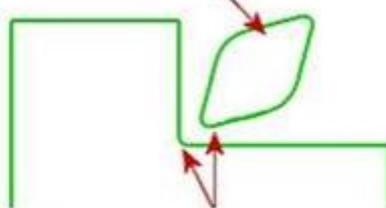
- **Минимальный радиус скругления внутренних углов**

Минимальный радиус скругления внутренних углов в детали, обрабатываемой точением, определяется размером режущей пластины. Всегда рекомендуется использовать пластины большего радиуса. При возможности, выбор радиуса внутреннего скругления должен оставаться за изготовителем.

Острый внутренний  
угол



Режущий  
инструмент

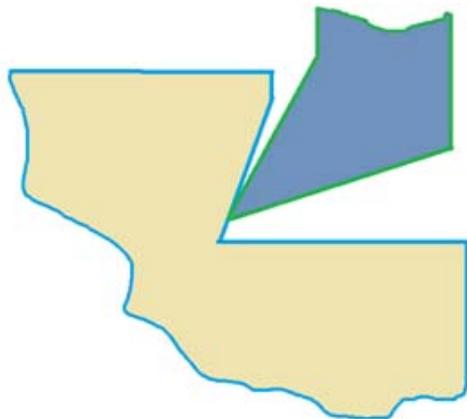


Внутренний угол скруглен в соответствии с  
конфигурацией режущего инструмента

Рисунок 14 – Радиус скругления на деталях, обрабатываемых на токарном станке, зависит от режущего инструмента

- **Требования к форме профиля точения**

Форма профиля точения должна позволять производить точение стандартными пластинами.



Замечание: Указанные выше рекомендации и относительные параметры приведены как справочная информация, они могут изменяться в зависимости от типа материала, применимости и технологического процесса.

## Применение DFMPPro в литье под давлением

С помощью DFMPPro конструкторы могут найти наилучшие технологические решения, касающиеся литья под давлением, которые могут быть применимы именно для данного вида производства. Это приводит к производству деталей лучшего качества, а также сокращению сроков выполнения заказов. Пользователи могут производить проверку конструкции с целью унификации толщины стенок, рекомендуемых параметров ребер жесткости, подходящих углов наклона поверхности впадины к поверхности основания и подрезов, определение расположения тонких стенок относительно литейной формы, а также применять многие другие известные правила.

DFMPPro обеспечивает гибкость настройки правил, которые относятся к литью под давлением. Также в DFMPPro Вы можете добавлять новые конструктивные нормы проектирования, что потребует от Вас минимальных навыков программирования.

### Нормы проектирования для литья под давлением

Нормы проектирования, представленные ниже, могут применяться в процессе проработки конструкции деталей, получаемых при помощи литья под давлением. Но будет важным отметить, что эти правила являются общими. В зависимости от конкретных требований к изготовлению детали следование всем нормам может стать невозможным.

### Нормы проектирования ребер

Ребра усиливают конструкцию при сохранении имеющейся толщины стенок. В некоторых случаях они могут использоваться для декоративных целей. Ребра обеспечивают соосность при сборке деталей или могут обеспечивать фиксацию деталей в сборочной единице.

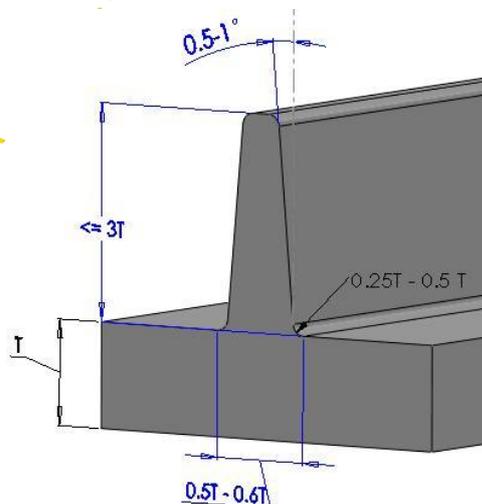


Рисунок 1. Нормы проектирования ребер

- Величина радиуса скругления около основания ребра должна находиться в пределах от 0.25 до 0.50 номинальной толщины стенки. Такая величина радиуса скругления уменьшает концентрацию напряжений в области стыка ребра с основанием. Использование скругления меньшего радиуса нецелесообразно, а использование большего приведет к уменьшению толщины, что повлечет за собой появление утяжин.
- Ширина основания должна находиться в следующих пределах: минимум - 0.5 от значения номинальной толщины стенки, максимум - 0.6 от значения номинальной толщины стенки. Более тонкое ребро потребует увеличения высоты, вследствие чего могут возникнуть проблемы с наполнением формы, извлечением отливки, и появится прогиб от воздействия нагрузки. У деталей, толщина стенок у которых меньше 1 мм, величина ребер должна быть сравнима с толщиной стенки. В случае если толщина ребер будет больше, то на отливке могут образоваться утяжины. При большой толщине ребер для обеспечения унификации толщины стенок, в материале ребер необходимо сделать выемки
- Высота ребер жесткости не должна более чем в 3 раза превышать величину номинальной толщины стенки, это позволит избежать напряжений, а также проблем с удалением газов из пресс-формы, ее наполнением и извлечением отливки. Большее количество ребер предпочтительнее, чем увеличение их высоты. При использовании ребер чрезмерной высоты или ширины понадобится их упрочнение при помощи усиливающих ребер или вставок.
- Ребра должны располагаться в направлении извлечения из формы и иметь углы наклона от 0.5 до 1 градуса с каждой стороны, что облегчает извлечение отливки из формы. Увеличение углов наклона может повлечь за собой появление проблем с заполнением формы при большой высоте ребра, а также стать причиной чрезмерному уменьшению толщины. Также необходимо располагать ребра вблизи области прогиба.

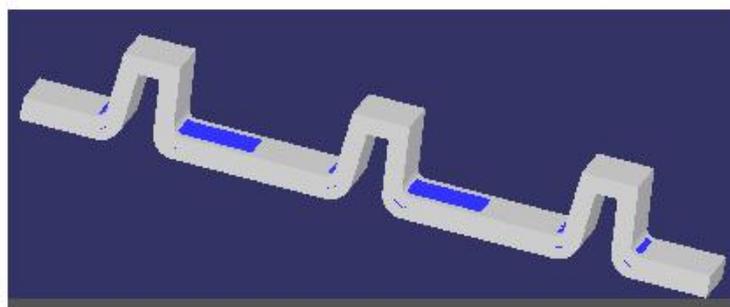


Рисунок 2. Ребра с полой сердцевинной

- Параллельные ребра не должны располагаться близко друг к другу, поскольку расстояние между ними обеспечивается соответствующим выступом литейной формы (или стержнем). В случае если толщина стержня становится очень малой, процесс охлаждения отливки усложняется. Обычно расстояние между ребрами принимают по меньшей мере равным двум номинальным толщинам стенок.

#### Рекомендации по величине литейных уклонов

Величина угла литейного уклона - это фактор, важность которого наиболее видна при работе с конкретным типом материала. Требуемый угол уклона определяется шероховатостью формы, используемым материалом, геометрией детали, а также системой для извлечения отливки. При использовании материалов, дающих большую усадку, находящийся вокруг стержня материал сжимается, что приводит к возникновению напряжений на поверхности контакта и трению.

- Правильная величина углов наклона внутренней и внешней поверхности детали по отношению к плоскости извлечения отливки облегчит процесс извлечения детали из формы, сокращая время изготовления и увеличивая производительность. В основном рекомендуемое значение величины угла литейного уклона - от 0.25 до 2 градусов. При большей глубине рекомендуются большие значения углов наклона.
- При большой шероховатости необходимо увеличить угол уклона, это позволит Вам избежать возникших в процессе извлечения из формы дефектов и задиrow на поверхности детали. На глубину шероховатости 0.01 обычно принимают дополнительный уклон 0.4 градуса.
- Для извлечения детали обычно используют выталкиватели. Если площадь контакта детали недостаточна для использования необходимого количества выталкивателей, то может потребоваться дополнительное увеличение угла уклона, таким образом можно избежать искривления детали при ее извлечении.
- Ребра должны располагаться в направлении извлечения из формы и иметь углы наклона от 0.5 до 1 градуса с каждой стороны для более легкого извлечения. Увеличение углов наклона может повлечь за собой появление проблем с заполнением формы при большой высоте ребра, а также стать причиной чрезмерного уменьшения толщины. Также необходимо расположить ребра вблизи области прогиба.
- В том случае, если уклоны на поверхностях не допускаются, для извлечения детали необходимо использовать кулачковые механизмы или ползуны.

### Указания по конфигурации приливов

Приливы - это основополагающие элементы в литых деталях, как правило, они имеют цилиндрическую форму и служат как крепежные приспособления, фиксаторы, для упрочнения конструкции, или в качестве распорного элемента. Требования по величине уклонов, радиусов скругления углов абсолютно такие же, как и указанные для ребер. Конструкция приливов может быть разной в зависимости от выполняемых функций. Приливы в большинстве случаев не подкрепляются ребрами жесткости, или ребра делаются более короткими по высоте. Плоские ребра могут также служить соединением прилива с боковыми стенками, что способствует увеличению жесткости при сохранении имеющейся толщины стенок.

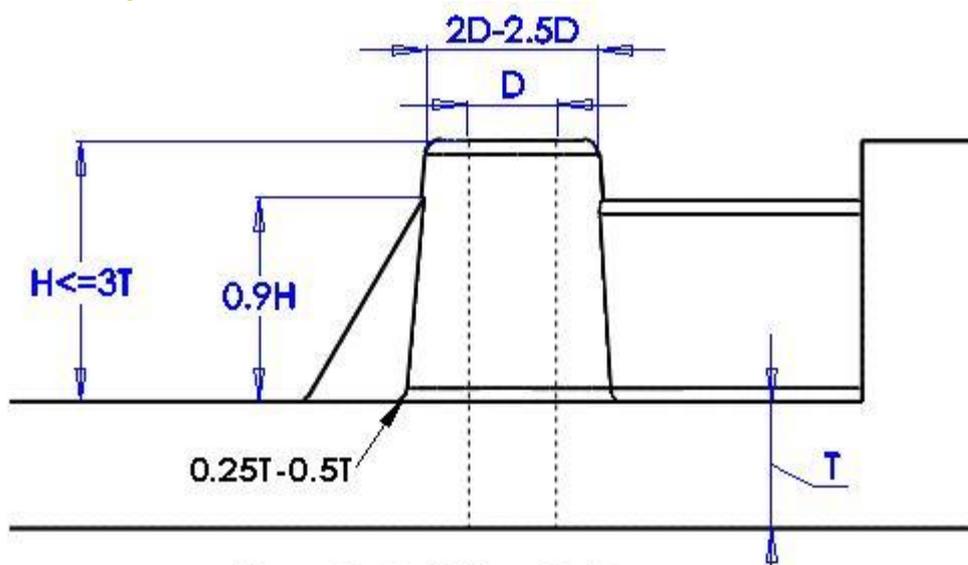


Рисунок 3 - Рекомендации по изготовлению приливов

- Как правило, внешний диаметр должен быть в 2 - 2.5 раза больше, чем диаметр отверстия. Толщина прилива должна находиться в пределах от 0.5 до 0.75 номинального размера толщины стенки. В зависимости от величины напряжений, появляющихся в конструкции от вставляемых втулок и вворачиваемых винтов, толщину прилива следует изменять. Таким образом можно избежать образование утяжин.
- Для удобства сборки должна быть предусмотрена заходная фаска. В приливах винтового типа раззенковка уменьшает напряжение на открытом конце. Для приливов такого типа диаметры прилива, отверстия, а также глубина раззенковки зависят от типа материала. В том случае, если отверстие глухое, его глубина должна быть достаточной (палец подачи стержня должен частично зайти на величину, равную номинальной ширине стенки), чтобы уменьшить образование утяжин. Для того, чтобы избежать напряжения, наконечник стержня (а следовательно, и дно глухого отверстия) должен иметь большой радиус.

- С целью уменьшения количества циклов, высота прилива обычно ограничивается величиной, равной 3-м номинальным толщинам стенки. ( При больших значениях время на охлаждение стержней будет увеличиваться).
- Для уменьшения утяжин в месте соединения основания со стенкой требуется радиус скругления, равный 0.25-0.5 от номинального значения толщины стенки. Такая величина радиуса скругления способствует уменьшению напряжений. С этой же целью скругляется и верхняя часть прилива.
- Для обеспечения более легкого извлечения из формы, величина формовочных уклонов на приливах должна быть около 0.5 градусов.
- Высота ребер и угловых соединений, укрепляющих приливы, должна составлять 0.9 высоты прилива.
- 

#### Рекомендации по расположению отверстий

При проектировании отверстий в деталях, полученных при помощи литья под давлением, обязательно нужно учесть рекомендации для уменьшения напряжения. В основном для получения отверстий используются стержни.

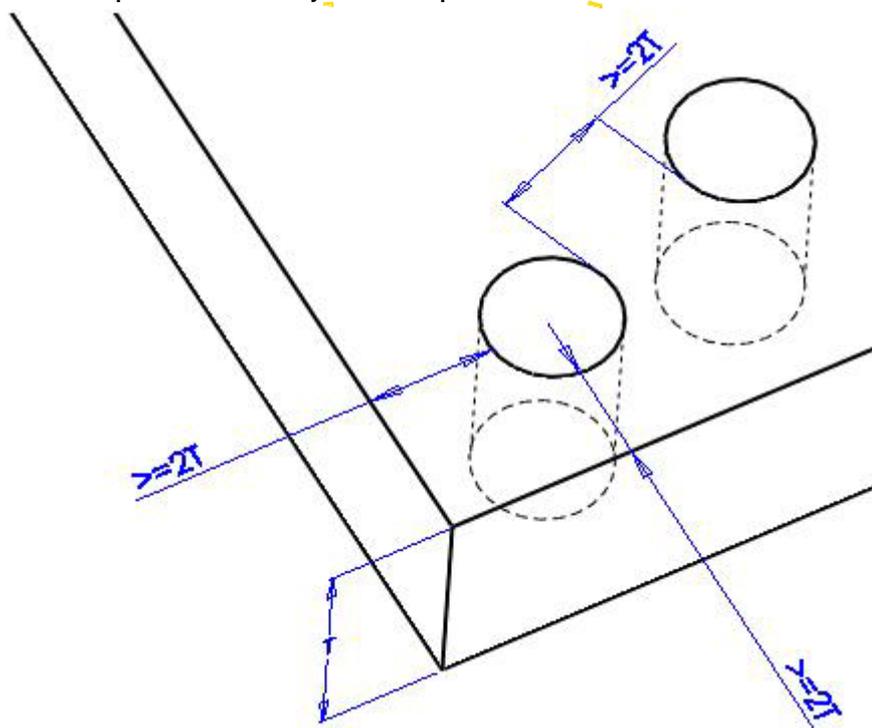


Рисунок 4 - Рекомендации по расположению отверстий

T – это номинальная толщина стенки.

- Чтобы избежать смещения стержней, происходящих под воздействием давления при литье, глубина глухих отверстий должна составлять 2-4 диаметра. Также при проектировании сквозных отверстий необходимо создать такую конструкцию, в которой будет обеспечена поддержка стержней с двух сторон. В случае, если диаметр отверстия намного меньше длины стержня, может произойти разрушение стержня под воздействием рабочего давления и высоких температур. В таких случаях можно использовать стержни с расширением поперечного сечения или ступенчатые стержни.
- Меньшую сложность представляет формирование отверстия, параллельного линии разъема формы. При этом исключается скольжение стержней.
- С целью облегчить процедуру извлечения, в конструкции предусмотрены уклоны.
- Отверстия, образованные стержнями с пальцами подачи, имеют швы. В том случае, если Вы хотите получить отверстие без швов, необходимо изменить конструкцию отверстий в детали.. УТОЧНИТЬ У БАКШЕЕВА
- Края и изгибы, а также другие углубления, должны иметь радиус скругления, составляющий половину толщины стенки.

#### Рекомендации по углам

Литейная форма в основном изготовлена из стали. Изготовление скругления в форме менее трудоемко, чем изготовление острого угла. Таким образом, края детали должны быть скругленными, что обеспечивается конфигурацией формы.

- Острые углы также могут быть заменены соответствующим скруглением, сохранив при этом одинаковую толщину стенки. В результате усадки материала острые углы могут явиться причиной возникновения напряжений, и должны быть скошены или закруглены.
- Скругленные углы также способствуют равномерному заполнению формы материалом и легкому извлечению детали.
- Выбор величины радиусов скругления детали в целом не должен привести к нецелесообразному увеличению стоимости формы.

### Рекомендации по толщине стенки

Пластмассы плохо проводят тепло. Таким образом, для охлаждения более толстых секций потребуется большее количество времени по сравнению с узкими участками. Как следствие разницы в скорости охлаждения, могут возникнуть следующие проблемы: коробление, неравномерность, пустоты, а также вмятины. Чтобы избежать этих проблем, деталь из пластмассы должна иметь одинаковую толщину (с минимальными вариациями). Переход от узких участков к широким должен быть плавным. Если конструкцию необходимо упрочнить без существенного увеличения используемого материала, вводят такие элементы, как ребра и приливы.

Примечание: Приведенные выше замечания и значения соответствующих параметров представлены в справочных целях, и могут изменяться в зависимости от типа материала, технологического процесса и назначения детали.

## DFMPro для листового металла

DFMPro является автоматизированным инструментом, поддерживающим ряд общих принципов обработки листового металла и который позволяет изготавливать детали лучшего качества за более короткое время. Некоторые из общих методов проектирования изделий из листового металла включают в себя рекомендации по минимальному расстоянию между отверстиями, вырезами, пазами; расстоянию от отверстий, вырезов, пазов до края детали и сгибов; расположению множественных изгибов в одном направлении, минимальному радиусу изгиба; минимальному радиусу прокатанной кромки, открытой кромки, каплевидной кромки; минимальной ширине фланца; минимальному размеру пазов, отверстий и многие другие рекомендации.

DFMPro обеспечивает гибкую настройку правил, применимых для изделий из листового металла. Она также предоставляет возможность добавлять новые правила по проектированию, что требует владения основами программирования.

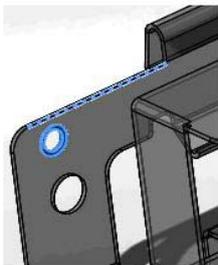
Рекомендации по проектированию изделий из листового металла

В представленном ниже разделе содержатся примеры некоторых рекомендаций по проектированию изделий из листового металла. Эти рекомендации могут помочь компаниям избежать отказов и повторного изготовления деталей, возникающих вследствие инженерных ошибок, которые приводят к увеличению стоимости и отставанию по срокам выпуска продукции.

### Производство из листового металла

- **Минимальное расстояние между отверстием и краем детали**

Расстояние между отверстием и краем детали имеет большое значение в производстве изделий из листового металла. В том случае, если отверстие при пробивке будет расположено очень близко к краю, то оставшийся край металла сместится под воздействием давления. Таким образом появляются отклонения в положении отверстия. Например, отношение минимального расстояния между краем раззенкованного отверстия к толщине листа должно быть больше или равно:



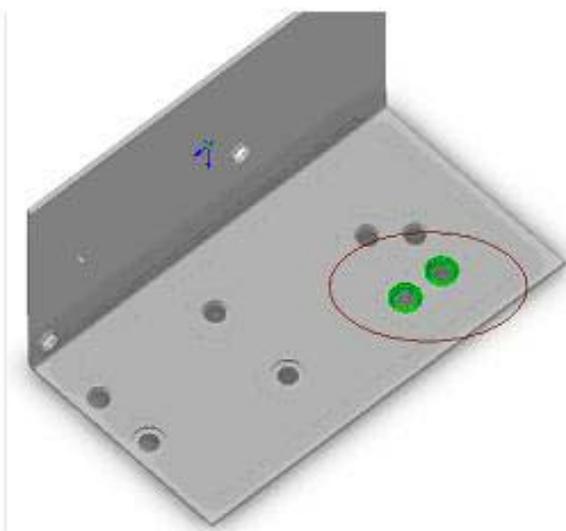
4

Отверстие расположено очень близко к краю детали

- **Минимальное расстояние между отверстиями**

Каждое из пробитых отверстий вводит напряжение в лист металла. Если отверстия в детали расположены очень близко, то лист металла может увеличиться в объемах, что приведет к нежелательным отклонениям в расположении отверстий друг относительно друга. Существует следующее ограничение для этого правила: отношение минимального расстояния между двумя отверстиями к толщине листа должно быть больше или равно

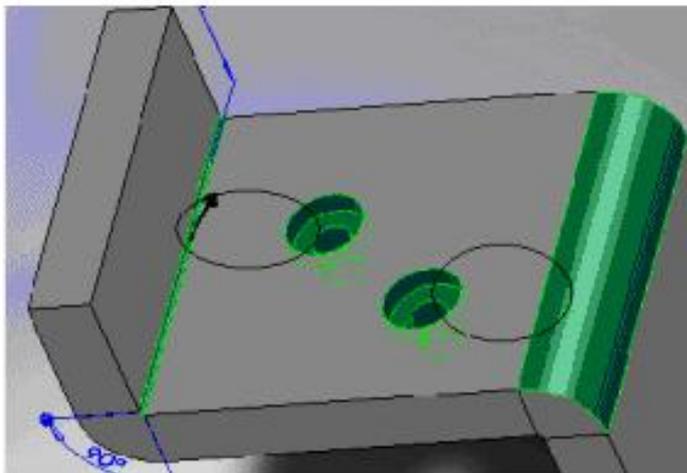
4.



Отверстия расположены очень близко друг к другу

- **Минимальное расстояние между отверстием и сгибом**

Если отверстие будет расположено слишком близко к сгибу, то в процессе гибки геометрия отверстия исказится. Соотношение минимального расстояния между отверстием и сгибом должно быть больше



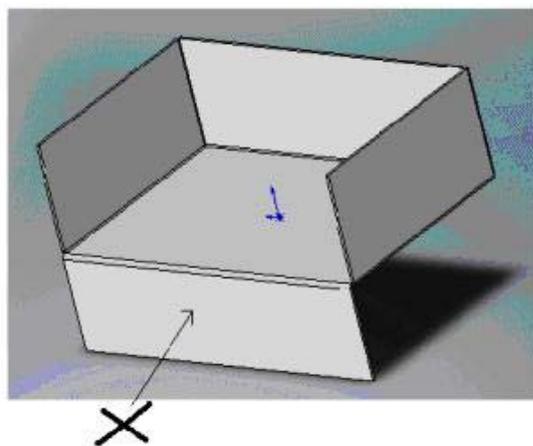
Holes and bend are close to each other

2.

### Минимальный диаметр отверстия

Если диаметр отверстия слишком мал, то пуансон может изогнуться или сломаться, так и не пробив материал. Если необходимо получить отверстие малого диаметра, следует использовать лазерную резку. Минимальный диаметр отверстия, полученного пробивкой, должен быть по крайней мере равен толщине листа.

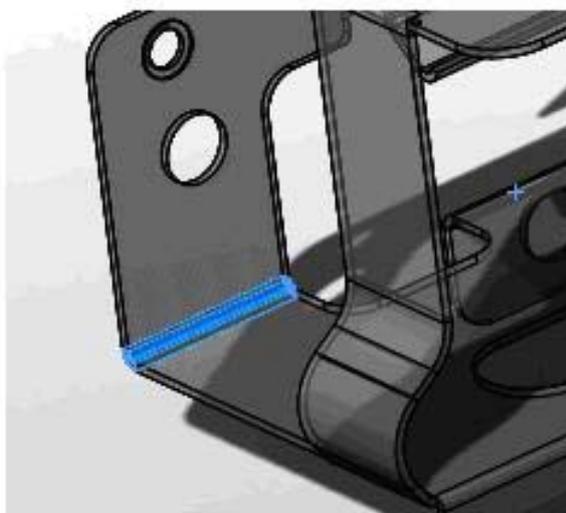
- **Многократные сгибы в одном направлении. Неполное отверстие.**
- Для упрощения производственного процесса все сгибы должны производиться на одной и той же плоскости в одном направлении.



Все сгибы в деталях, получаемых из листового металла, должны производиться в одном направлении.

- **Минимальный радиус изгиба**

Основные рекомендации : внутренний радиус скругления должен быть приблизительно равен толщине листа. Однако в зависимости от используемого материала, может потребоваться увеличение этого значения; в противном случае в процессе гибки деталь может треснуть.



Минимальный радиус изгиба в детали из ерпаоалистового металла

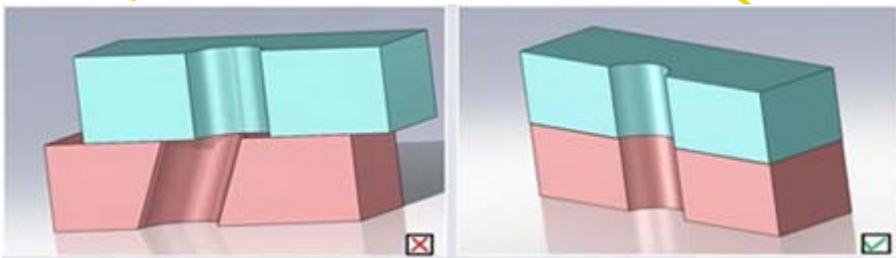
Примечание: Приведенные выше замечания и значения соответствующих параметров представлены в справочных целях, и могут изменяться в зависимости от типа материала, технологического процесса и назначения детали.

## DFMPro для сборочных единиц

DFMPro – это автоматизированный инструмент, который поддерживает несколько видов контроля общепринятых уровней сборочных единиц и помогает в рассмотрении функциональных требований, позволяет избежать повторного изготовления и улучшить качество. Некоторые из общепринятых уровней контроля сборочных единиц включают в себя выравнивание положения отверстий, измерение зазора и натяга.

### Выравнивание положения отверстий

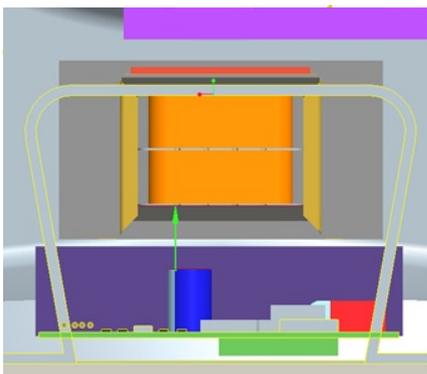
Проверка отверстий на соосность на стадии проектирования гарантирует отсутствие проблем во время сборки. Проблемы соосности отверстий во время сборки могут привести к необходимости повторного изготовления детали, снижению производительности, списыванию деталей и т.д.



### Оценка сборочной единицы в процессе конструирования

#### Контроль зазоров

Величина зазора между конкретными компонентами сборочной единицы имеет важное значение во многих видах продукции. Обычно процедура контроля зазоров свойственна электромеханическим сборочным единицам. Величина требуемых зазоров зависит от разных условий – электрических, температурных, и т.п. Обычно CAD-системы обеспечивают общий контроль зазоров собранной сборочной единицы или конкретной выбранной пары деталей. Однако требования, установленные для зазоров, складываются из нескольких факторов, и поэтому их проще представить в виде правил.

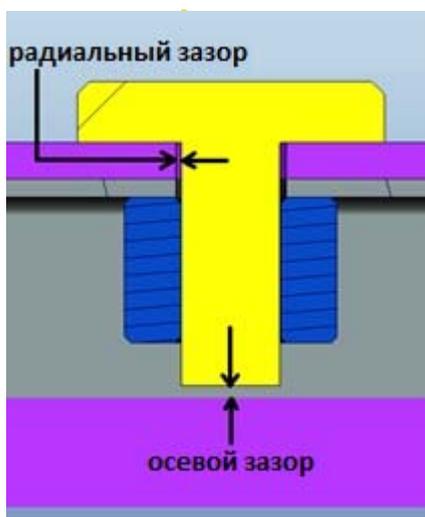


## Проверка натяга

Необходимо удостовериться, что в конструкции отсутствует натяг, который будет препятствовать правильному процессу сборки изделия. При этом натяг, предусмотренный конструкцией изначально, например натяг в резьбовом соединении, учитывать не следует.

## Зазор в крепежном соединении

Обеспечение необходимого радиального и осевого зазора в крепежных соединениях гарантирует простоту сборки и требуемые эксплуатационные качества.



Материалы на поверхности контакта с течением времени теряют свои свойства. При проектировании следует обязательно учитывать, что данные характеристики должны рассчитываться, принимая во внимание материал контакта. Значения этих параметров является решающим фактором качественной работы на протяжении долгого времени.

*Примечание: Приведенные выше замечания и значения соответствующих параметров представлены в справочных целях, и могут изменяться в зависимости от типа материала, технологического процесса и назначения детали.*

**Motorola Solutions Inc.** “Geometric Limited оснащен быстрыми инструментами анализа, основанного на непрерывном контроле, – DFMPPro и GeomCaliper. Они в самом деле простым образом интегрируются, имеют интуитивный интерфейс и безупречно работают в Creo( Pro/Engineer). Использование DFMPPro помогло нам улучшить конструкцию изделий и уменьшить проблемы при дальнейшей технологической подготовке производства.

Paul Lalinde

ENGR MECHANICAL STF PRNCPL

**Whirlpool Corporation** “В наших изделиях есть много пластиковых деталей и компонентов из листового металла. С помощью DFMPPro наши конструкторы могут быстро найти решения вопросов, выяснение которых без DFMPPro на стадии проектирования представляет большую сложность. В число этих вопросов входит толщина стенок литейной формы, величины подрезов пластмассовых деталей, ошибочные изгибы в деталях из листового металла, которые вызывают дальнейшие трудности при изготовлении деталей. DFMPPro способствует более глубокому пониманию операций, входящих в технологический процесс. Другими словами, помогает конструкторам в Проектировании с обеспечением технологичности. Это приводит к значительному сокращению конструкторских итераций, которые обычно возникают вследствие технологических трудностей, а также уменьшению времени, затрачиваемого на контроль. Наша цель – с первого раза обеспечить надлежащее качество проектируемого изделия, и DFMPPro помогает нам в достижении этой цели.”

SK

Pradeep Kumar

Director – E&T Capabilities

George Angelov

Director – Global Prototyping & Planning

Global Technology and Engineering Centre

Whirlpool

### Toshiba Corporation

Теперь с DFMPPro мы можем произвести контроль трехмерных данных чертежа на стадии конструирования. Производимый ранее контроль конструкции занимал очень много времени. По сравнению с этой процедурой, контроль с применением DFMPPro производится намного быстрее и обеспечивает более достоверные данные по необходимости изменения конструкции деталей. Также DFMPPro позволяет нам настроить критерии контроля в соответствии с нашими требованиями к конструкции изделий. В результате с целью увеличения эффективности и уровня качества изделий, мы на 75 % снизили время, затрачиваемое на проверку толщины стенок, и эти процессы происходят на стадии, предшествующей выпуску готовых чертежей.

Kaoru Mizoroki

Начальник бригады (Group Manager)

Центр проектирования и разработки, отдел 9 бригада 3 (Design & Development Center Design Dept. 9 Group 3)

Toshiba Corporation, Digital Products & Services Company

**Rockwell Automation** «Детали, получаемые методом литья под давлением, обычно имеют сложную конструкцию, и их контроль очень сложно произвести вручную. По сравнению с принятыми ранее методами контроля углов наклона, ширины стенки и срезов, DFMPPro определяет нужные области намного быстрее. DFMPPro должным образом справляется с вопросами определения элементов, имеющих сложность в изготовлении, будучи на стадии конструирования, а также помогает уменьшить количество конструкторских итераций. Это инструмент, который легок в использовании, и при его использовании мы смогли уменьшить время, затрачиваемое на контроль деталей, практически на 60%, обеспечив при этом надежность конструкции»

Randy Scherger

Главный конструктор оснастки (Senior Tool Designer)

Rockwell Automation

### Sulzer India Limited

«При использовании DFMPPro мы на 90% смогли сократить время, затрачиваемое на проверку технологичности конструкции изделия по сравнению с ручным методом. Абсолютное сокращение времени при использовании DFMPPro, для оценки технологичности составляет приблизительно 15%.»

Amol Mane

Управляющий инженерного департамента, (Manager, Engineering Dept.)

Sulzer India Limited