

**Основные
правила в
процессе
ЛИТЬЯ**

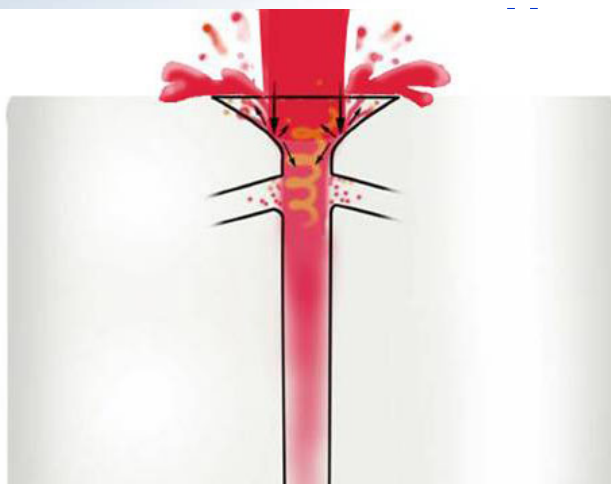
Просто, но важно!



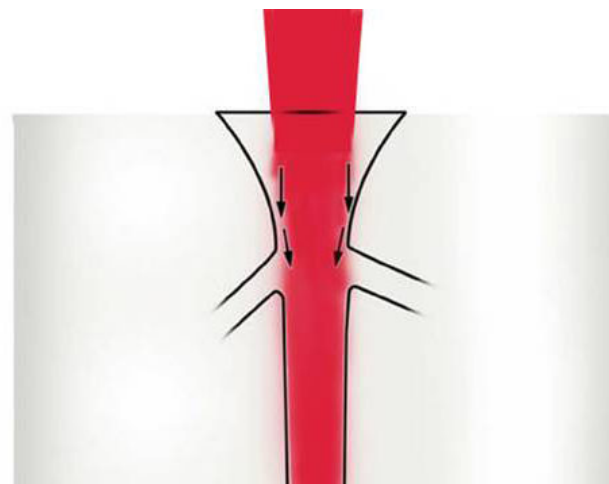
Правила литья – основной питатель

Пытайтесь:

- избавиться от турбулентности в области основного питателя
- увеличить пропускную способность системы питателей,
- усилить заполняемость форм
- снизить разрушение формочной массы (в т.ч. с



Обычный питатель

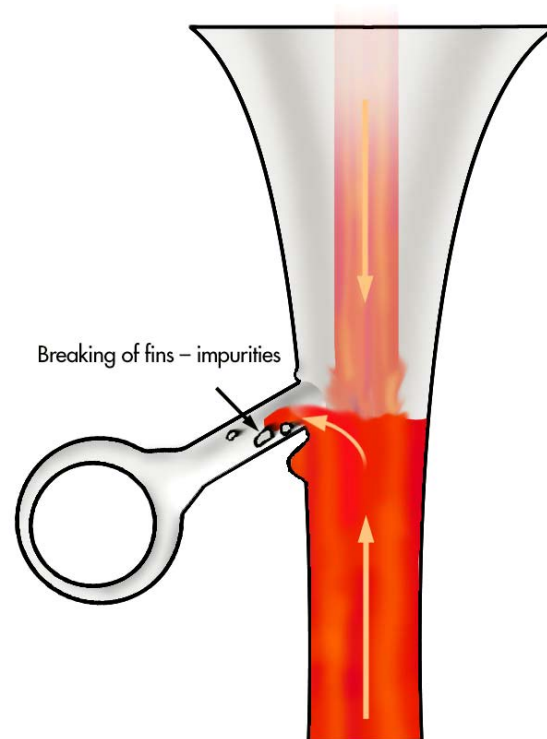


Питатель Нильсена

Примечание: Необходим быстрый ламинарный поток металла из тигля в каждой точке!

Правила литья – основной питатель

Пытайтесь также избегать образования fins между основным питателем и питателем модели, в противном случае формовочная масса может быть разрушена и находиться в металле

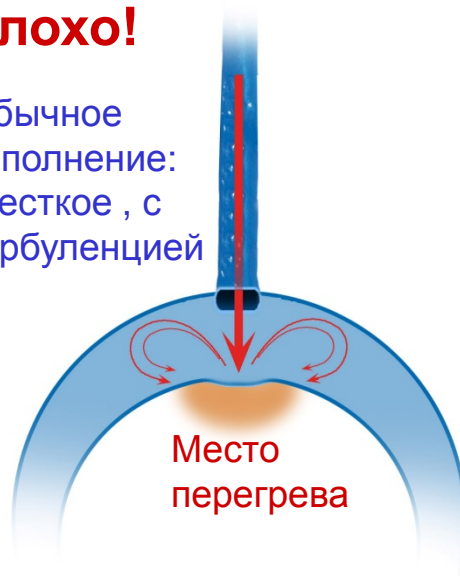


Правила литья – основной питатель

Используйте литник с достаточным сечением для получения быстрого и плавного заполнения формы. Дополнительно это дает подпитку изделия жидким металлом в процессе отвердевания и снижает усадочную пористость.

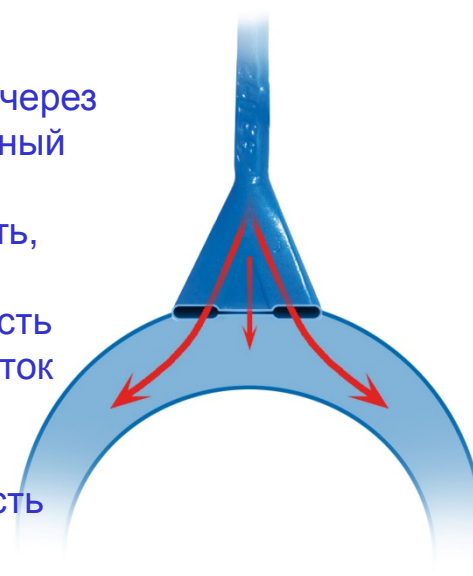
плохо!

Обычное
заполнение:
Жесткое, с
турбуленцией



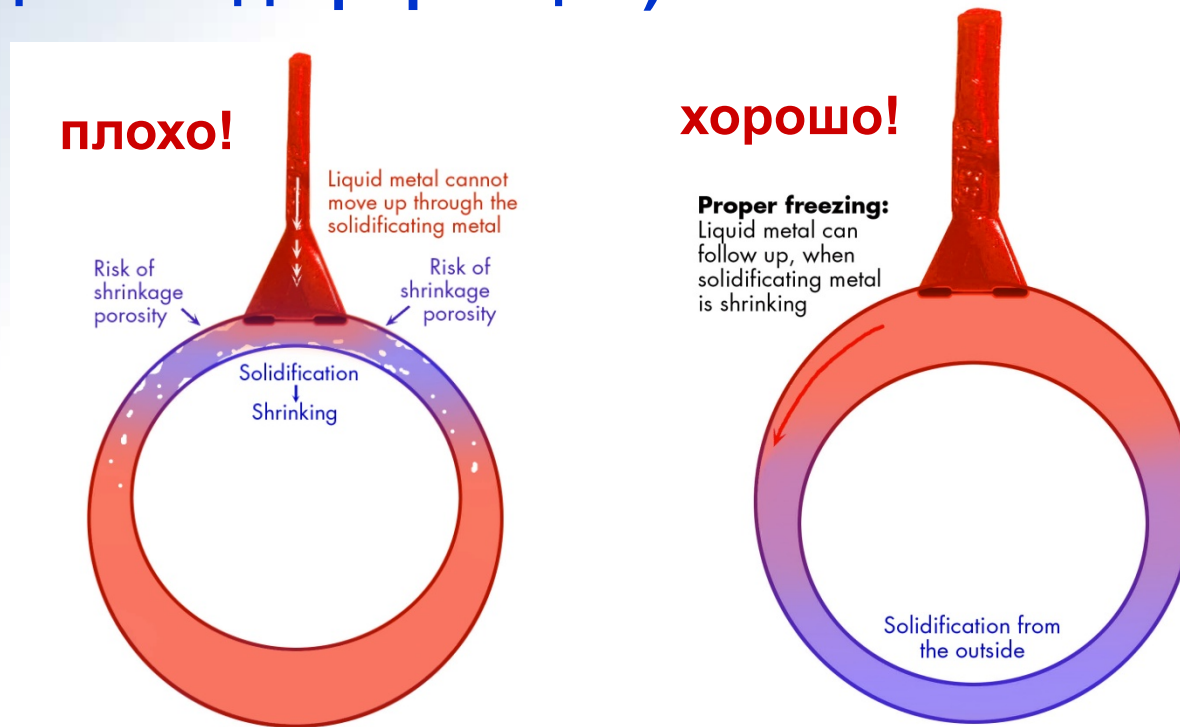
хорошо!

Заполнение через
тангенциальный
питатель:
ламинарность,
пониженная
турбулентность
- быстрее поток
металла
- лучше
заполняемость
формы



Правила литья – основной питатель

Пытайтесь установить питатель в районе самой тяжелой секции отливаемой модели (меньше проблем с пористостью при усадочной деформации)



Правила литья – основной питатель

10 различных вариантов установки питателя на отливаемую модель

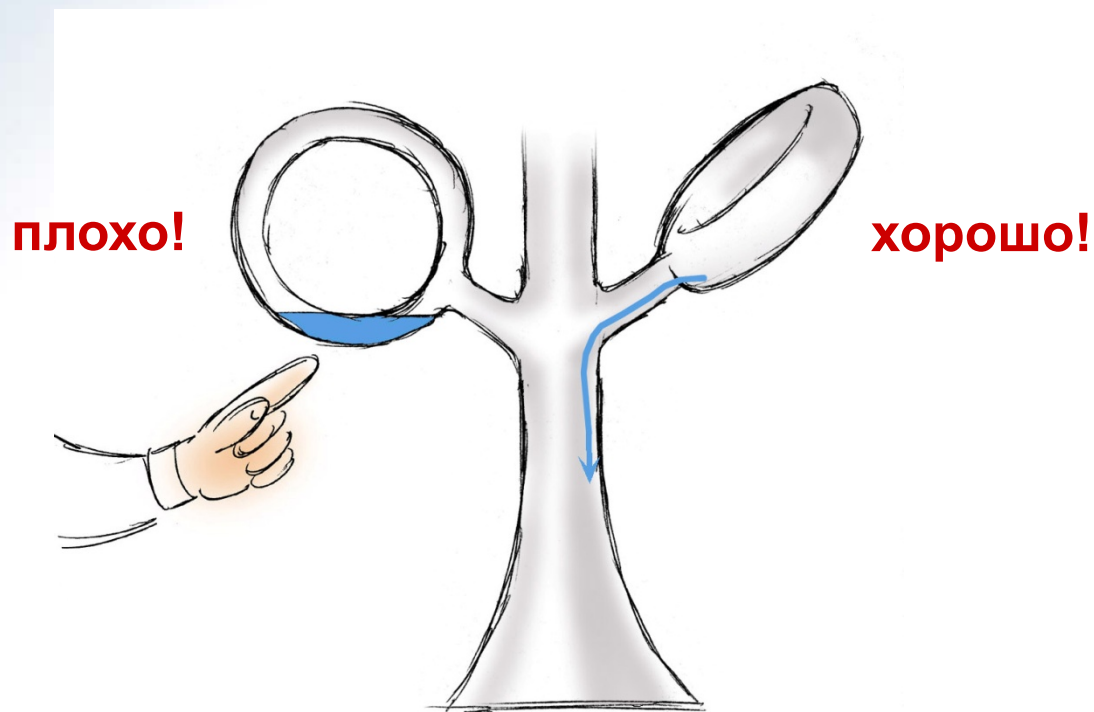


*Преставьте себе
результаты отливки с
некоторыми из
представленных на
рисунке образцов*



Правила литья – основной питатель

Моделируйте восковое дерево так, чтобы воск легко вытекал из формы на этапе вытопки (Избегайте зон «застоя»!)



Правила литья – Опоки

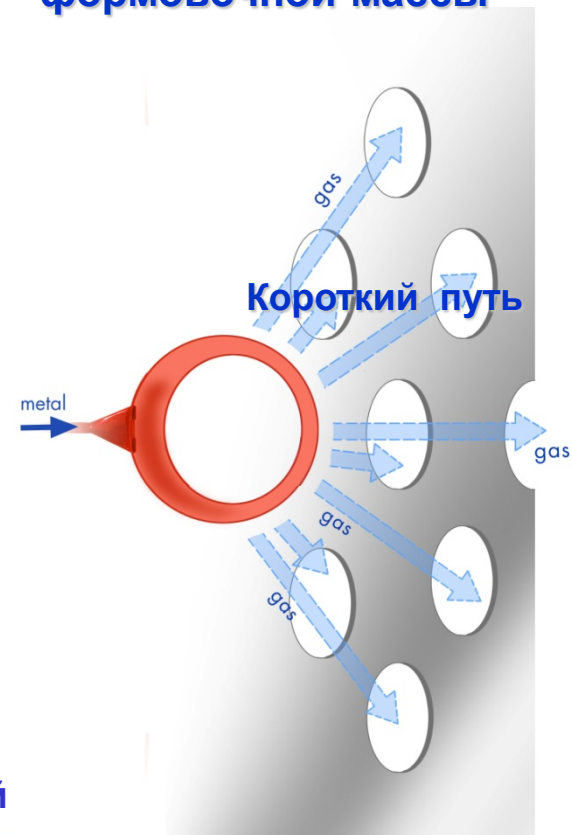
Опока с несколькими большими отверстиями:

1. Плохое заполнение формы+
2. Разрушение формовочной массы



Опока с многочисленными небольшими отверстиями:

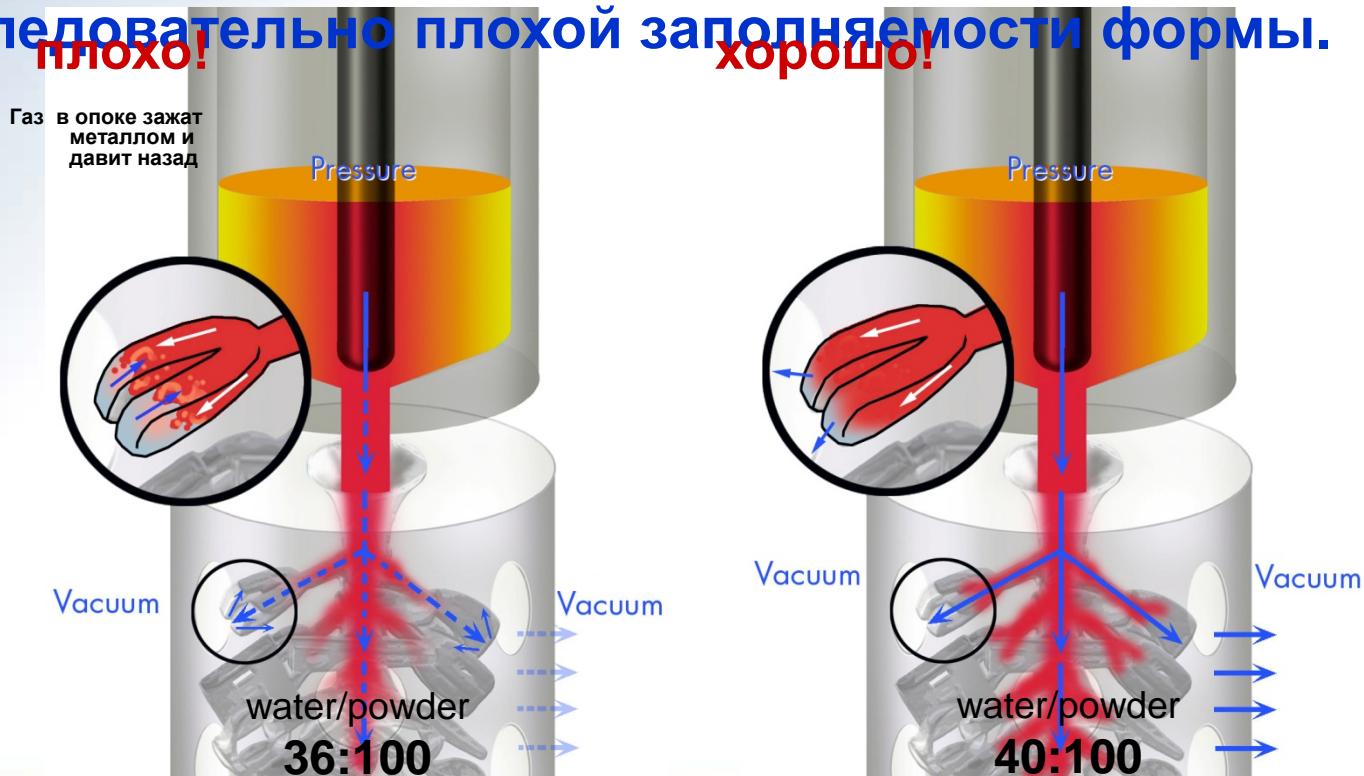
1. Хорошее заполнение формы+
2. Снижение опасности разрушения формовочной массы



Правила литья – формовочная масса

Используйте соотношение вода/формомасса в соответствии с рекомендациями производителя (примерно. 40:100).

Пониженное содержание воды в формовочной массе будет причиной плохой газопроницаемости и, следовательно плохой заполняемости формы.



Правила литья – формовочная масса

Используйте соотношение вода/формомасса в соответствии с рекомендациями производителя (примерно. 40:100).
Повышенное содержание воды является причиной водяных знаков и снижает прочность формовочной массы.

Водяные знаки
на тестовом
изделии,
увеличение 10x

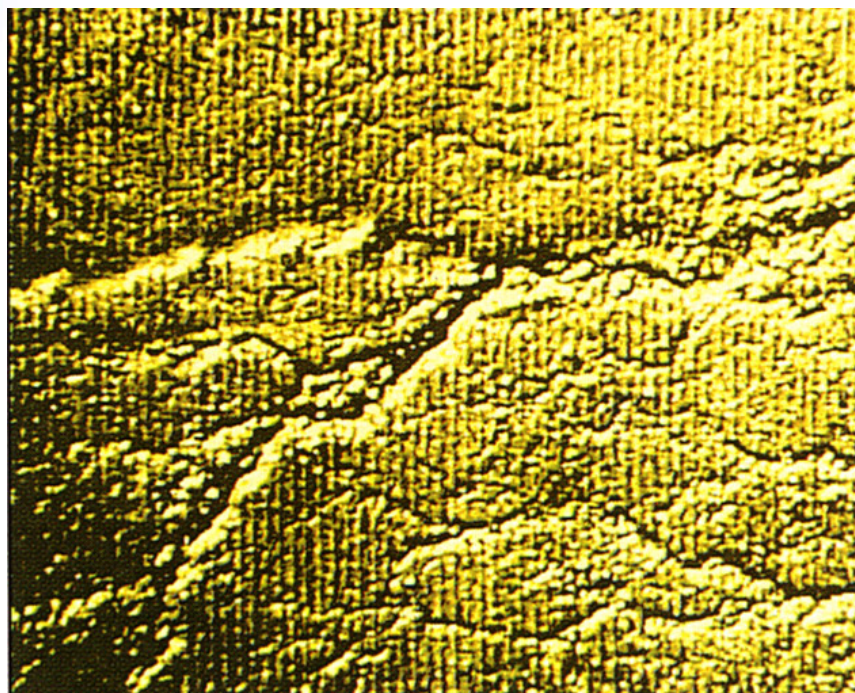
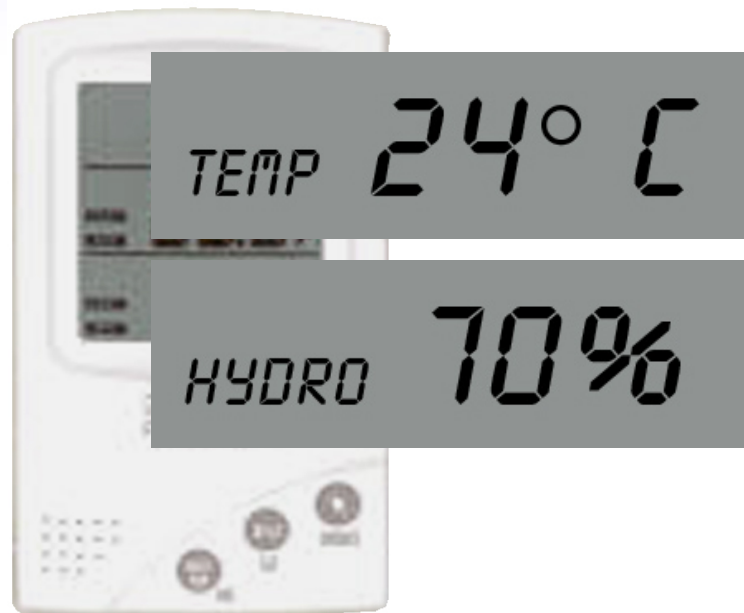


Photo: Dieter Ott

Правила литья – формовочная масса

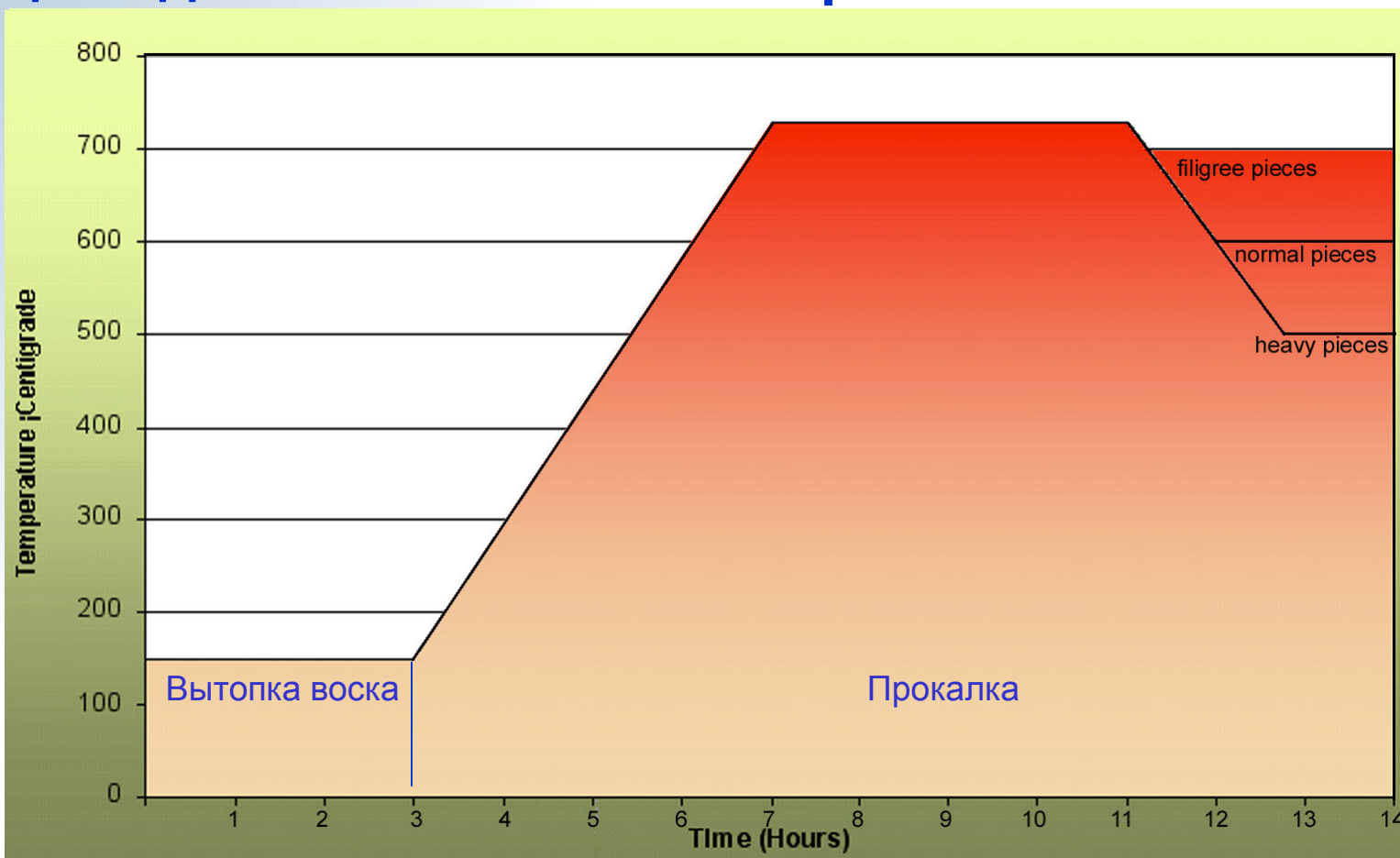
Используйте гидрометр для контроля за условиями процесса формовки:

1. Неизменно поддерживайте температуру смеси воды и формовочной массы на одном уровне.
2. Значение параметра влажности важно для правильного соотношения компонентов



Правила литья – прокалочный цикл

Используйте в полной мере рекомендованный цикл для вытопки воска и прокалки опок.



Правила литья- плавка

Всегда используйте для тигля и запорного штока только высококачественный графит:

- 1.) Чтобы избежать включений графита (особенно важно для сплавов с Pd, становятся хрупкими).
- 2.) Дольше срок службы
- 3.) Во избежание протечек металла
- 4.) Для продления ресурса индукционного генератора
- 5.) Снижения потерь металла



Правила литья- плавка

Очищайте тигли для снижения включений графита.
Старые тигли увеличивают потери металла.



Для очистки используйте газеты,
Не цветные журналы!

Правила литья- плавка

Используйте только чистый металл для исключения загрязнения сплавов оксидами и включениями в т.ч. Используйте только бескислородную медь, и никогда медь с электрической проволоки!

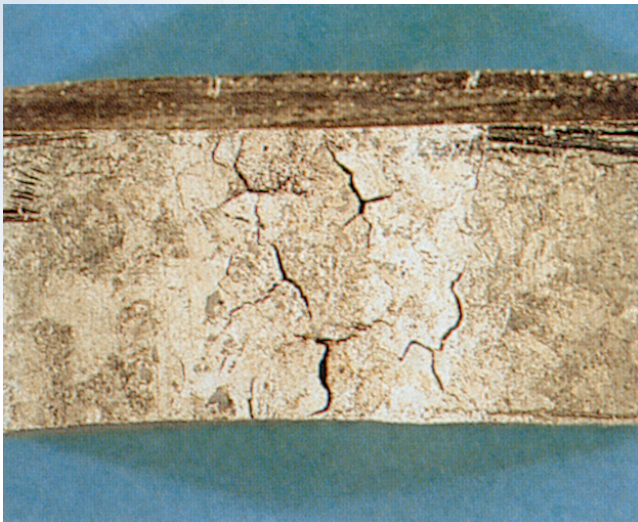


Photo: Dieter Ott

Трещины, вызванные включениями

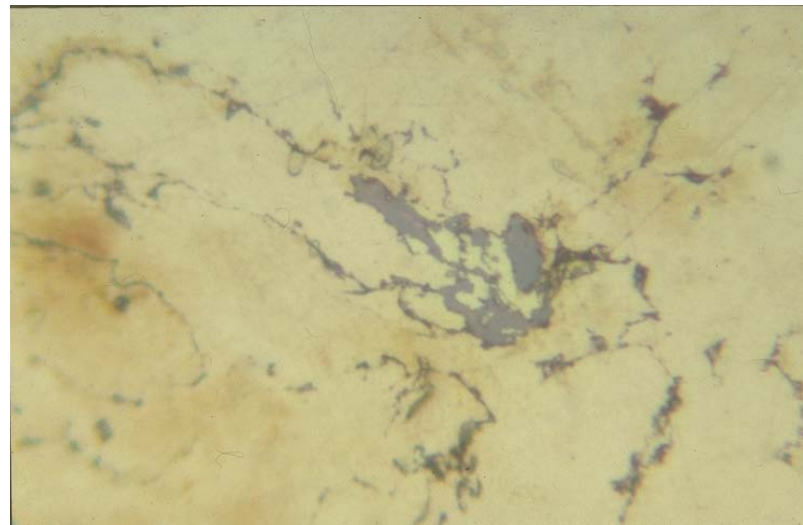


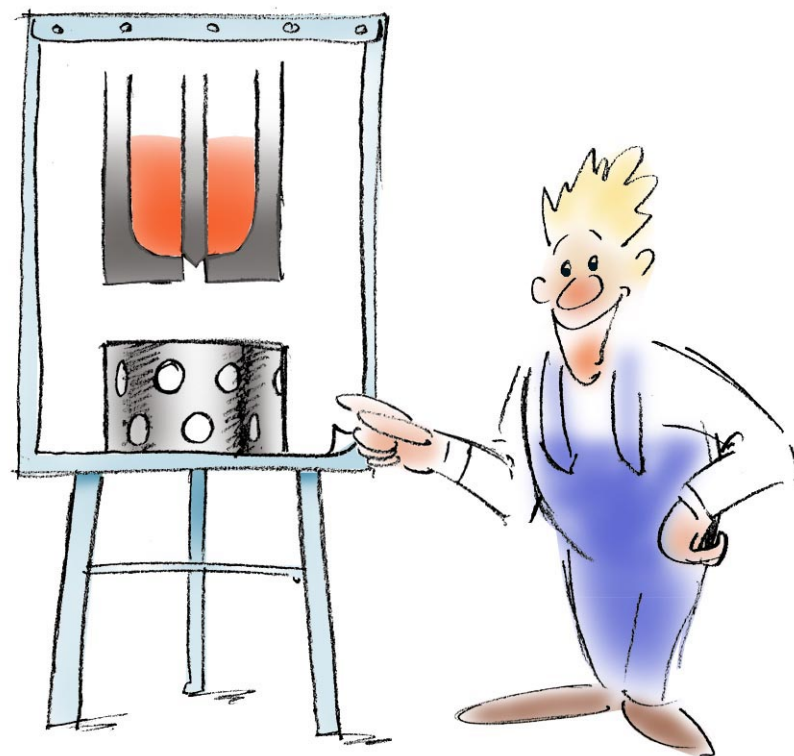
Photo: Klaus Wiesner

Включения, вызванные оксидом цинка.

Правила литья- плавка

Устанавливайте опоку в случае, когда весь металл перешел в расплав.

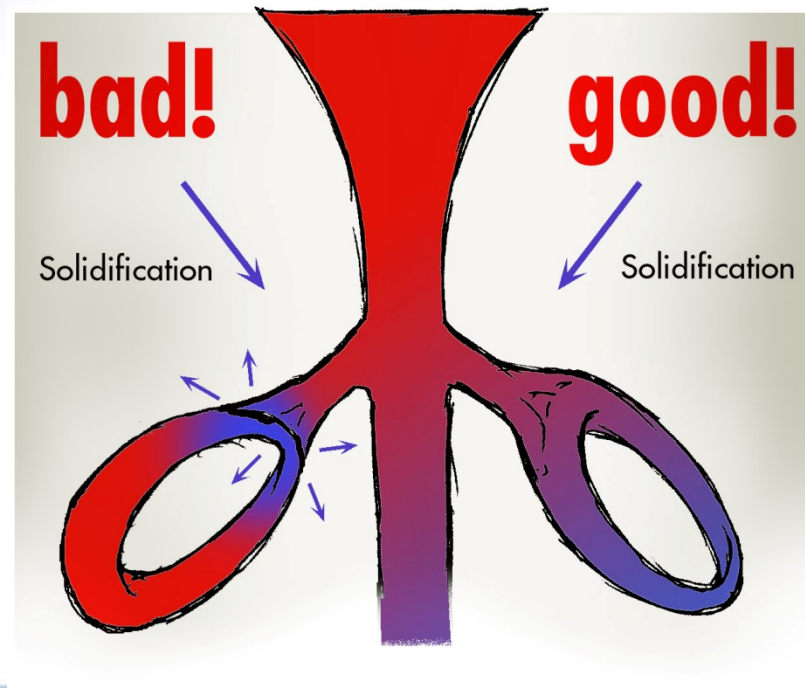
В противном случае, если существует протечка металла из тигля через запорный шток, ваша опока может быть повреждена!



Правила литья- отливка

Предпочитайте опоки с низкой температурой для получения отверждения металла с наружной части опоки к внутренней.

Это даст возможность снизить усадку и газовой пористость.

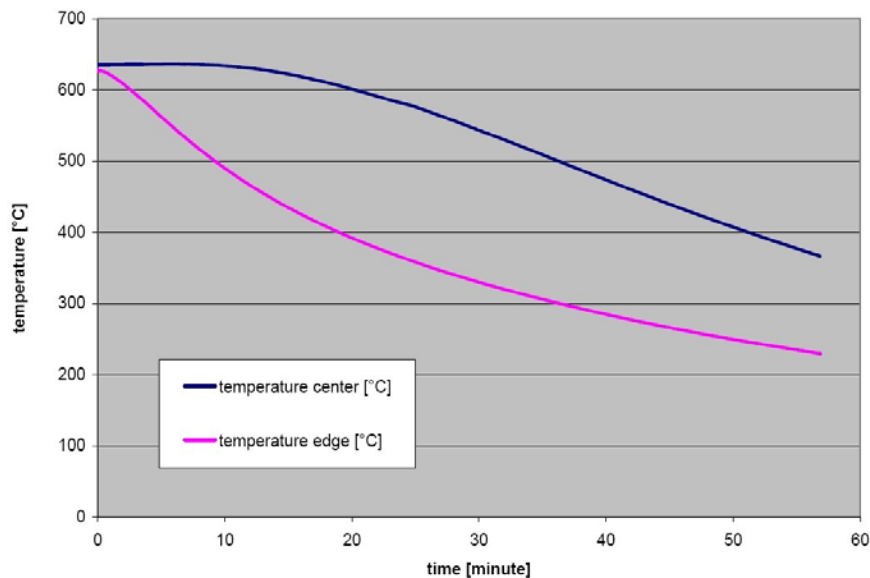


Правила литья- отливка

Предпочитайте опоки с низкой температурой для застывания металла от наружной части опоки к внутренней.

Примечание: время реакции горячего металла и формовочной массы должно быть как можно кор

Temperatures inside Flask (diameter 110 mm, height 200 mm)
(edge temperature measured 15 mm from outer surface, 100 mm below top of flask)
27.05.04 SK



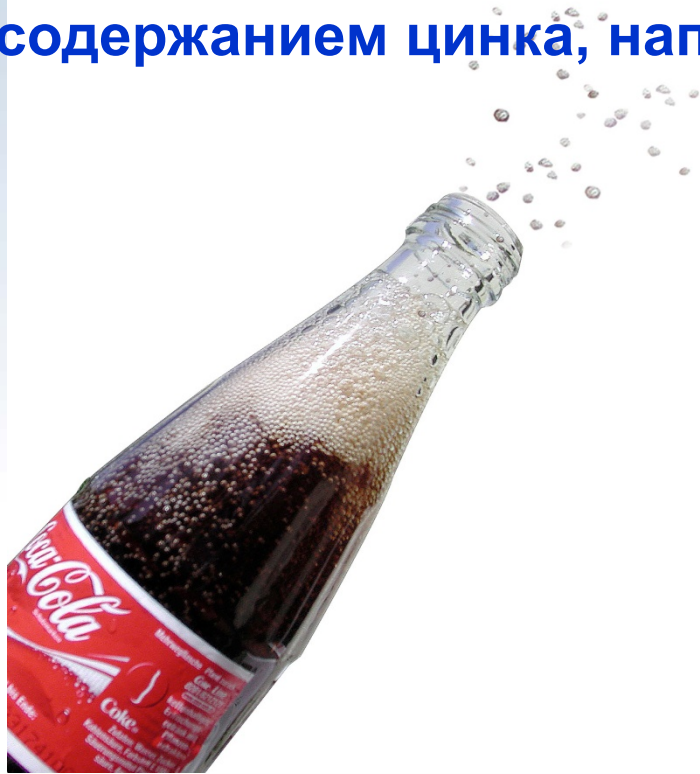
INDUTHERM
Erwärmungsanlagen GmbH



Правила литья- плавка

Плавьте металл под вакуумом перед заливкой (настоятельно рекомендуется для серебра)
Деоксидация, дегазация, снижение внутреннего окислирования.

Не рекомендуется для сплавов с высоким содержанием цинка, например 9ct. Au



„Следы ворона“-дефект поверхности – вызван оксидами включений

Photo: Dieter Ott

Правила литья- плавка

Сплавы с легко испаряемыми примесями, напр. Zn, не желательно плавить под вакуумом. Лучше использовать защитный газ или защитный газ в сочетании с избыточным давлением!

- Цинк легко испаряется под вакуумом.
- Изменяется композиция сплава.
- Увеличение потерь металла.



Правила литья- плавка

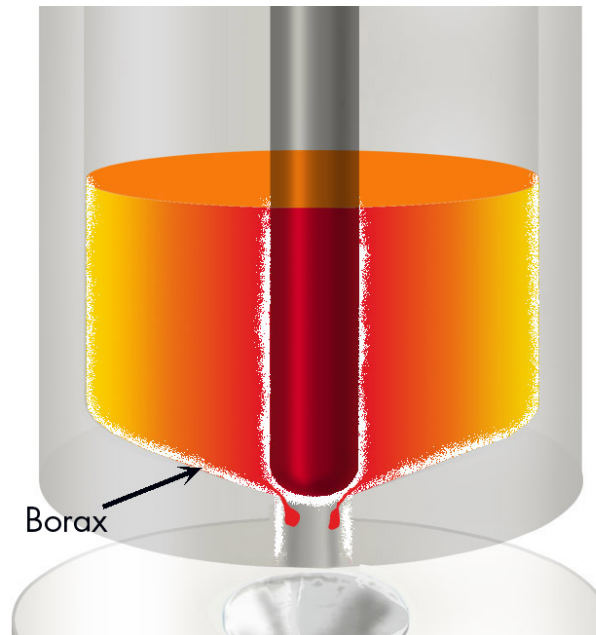
Не перегревайте сильно металл, потому что это может стать причиной усадочной пористости или дополнительных потерь металла.



Перегрев сплава с 25% цинка

Правила литья- плавка

При эксплуатации современных литейных машин не применяйте добавки при плавке, напр. Borex. Графит также снижает оксидацию. Borex будет также создавать проблемы связанные с запорным штоком.



Правила литья- плавка

Используйте только **N2** or **Ar** класса **BЧ** для защиты
Вашего сплава и графита от оксидации.

Чистота на уровне или выше 99.95% (Качество 3.5 or 4.6), газ
класса **ХЧ** может стать причиной пористости.

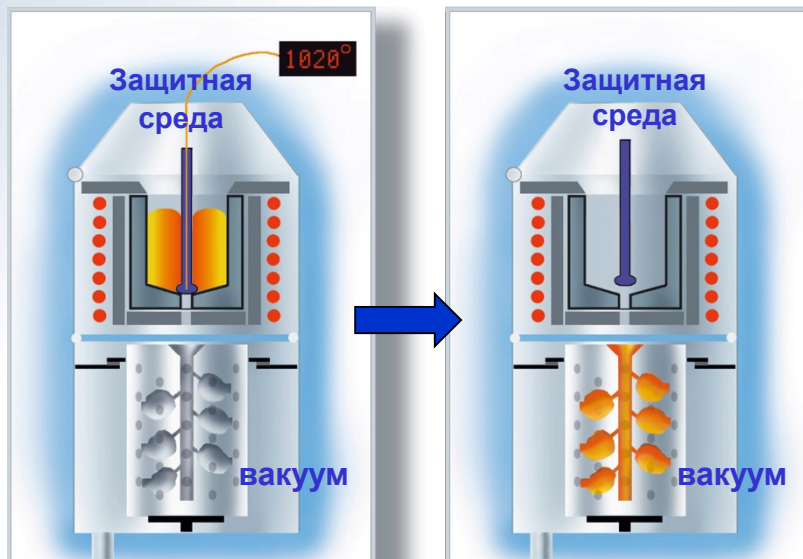


Правила литья- отливка

Когда Вам следует использовать вакуум, атмосферное или избыточное давление?

Если Вы собираетесь отливать **массивные части** или вы собираетесь отливать металлы с **высокой текучестью**, мы рекомендуем оптимизировать принцип ручной заливки:

Выполняйте плавку в защитной среде инертного газа и с вакуумом в емкости под опоку.



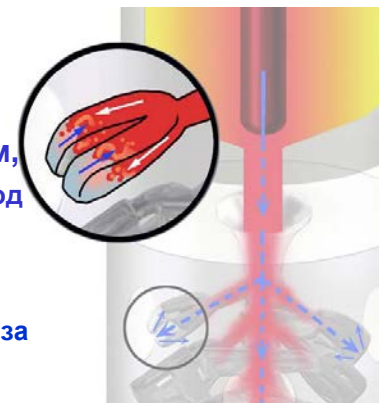
Достоинства:

Ниже газовая пористость

Недостаток:

Ниже наполняемость форм,

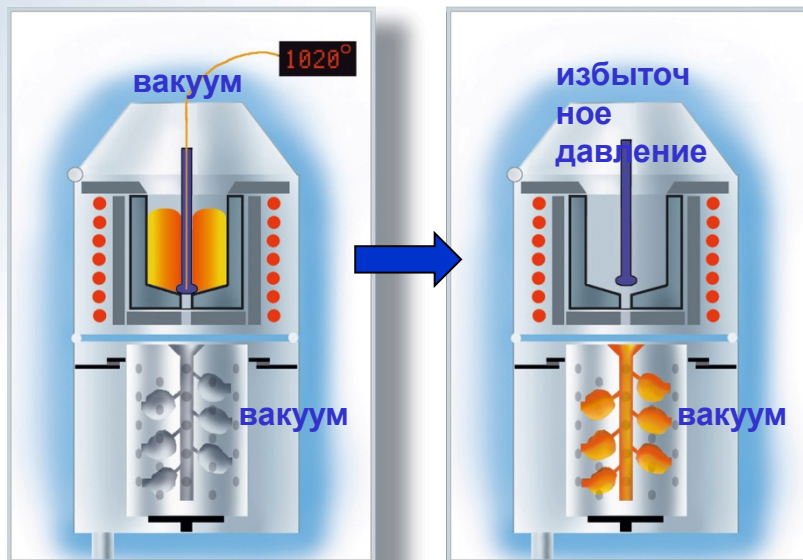
1. Газ в опоке находится под воздействием давления металла и давит назад.
2. Газ нагревается за счет металла и расширяется, за счет чего снижается скорость еще больше скорость потока металла.



Правила литья- отливка

Когда Вам следует использовать вакуум, атмосферное или избыточное давление?

Если Вы собираетесь отливать **филигранные части** или собираетесь отливать металл с **низкой текучестью** (в т.ч. сплавы Pd-Au), мы можем рекомендовать Вам плавить под вакуумом/опока в вакууме, а затем после заливки незамедлительно подавать сверхдавление.



Достоинства: хорошая наполняемость форм

Недостатки: возможна химическая реакция между формовочной массой и металлом, потери металла за счет испарения цинка.

Правила литья- отливка

После заливки металла в опоку, дайте возможность металлу охладиться продолжительное время под вакуумом и защитным газом (мин. 2 минуты, лучше больше) во избежание трещин и для снижения тепловых пятен.

(в особенности при отливке серебра)



Photo Dr. Jörg Fischer-Bühner

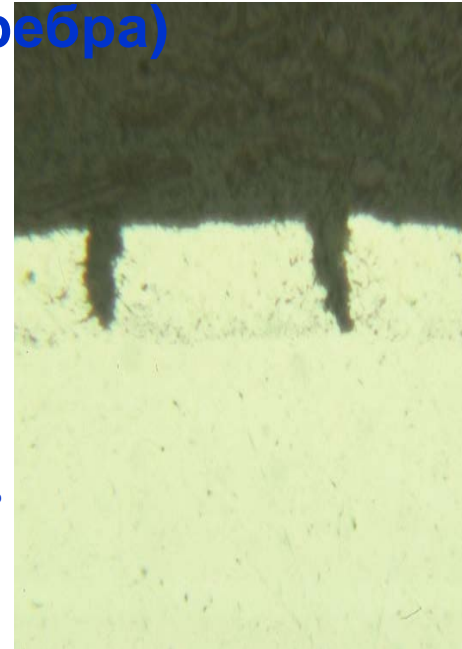


Photo Klaus Wiesner

Отливка со вставками

Какие камни могут быть использованы для литья со вставками:

Не подходят:

- Аметист
- Топаз
- Стекло
- Изумруд
- Опал



подходят:

- Фианит (Cubic Zirconia)
- Синтетические камни
- Рубин
- Сапфир
- Бриллиант

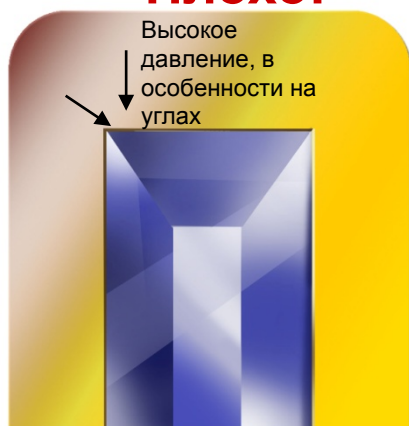


Отливка со вставками

Подготовьте дизайн изделия под закрепку в воске таким образом, чтобы в процессе застывания, давление металла на камень было, как можно ниже.

Помните об усадке и соприкасающихся поверхностях в процессе застывания!

Плохо!



Для работы непригодно

Хорошо!



Для прямоугольных камней, обработайте углы каста шаровой фрезой небольшого размера

Еще лучше



Вы можете перфорировать поверхность, что бы снизить давление на камень

Отливка со вставками

Не перегревайте бриллианты выше 640°C , даже в процессе цикла прокалики.

Используйте бриллианты качества лучше, чем качество VS.

Включения могут повредить камень!

В дополнение, вы можете защитить свои вставки двумя путями:

1. Добавить комбинацию из буры и борной кислоты в формовочную массу.
2. Использовать формовочные массы, специально разработанные для этих целей.



Отливка со вставками

При отливке изделий с фианитами:



Очень важно дать возможность медленно остывать опоке после отливки!

Опоки должны отстояться как минимум 2 часа до процесса размывки.

Используйте только калиброванные камни!

Правила литья- отливка

Оборотный металл перед очередной плавкой и заливкой металла должен быть тщательно очищен от остатков формовочной массы, кислоты, песка, оксидов и буры.

1. Отбел в 10% серной кислоте (H_2SO_4)
2. Промыть в чистой воде.
3. Очистить ультразвуком.



Правила литья- отливка с вибрацией

Как Вы знаете: одно из самых важных условий «идеальной» отливки является «идеальное» заполнение формы:

- Мы должны получить оптимальную связь между частицами.
- Мы должны избежать воздушных включений.

Давайте рассмотрим другие направления в промышленности, которые имеют похожие задачи :

А конкретно, работы с пневматической **вибрационной** помпой



Правила литья- отливка с вибрацией

Как Вы знаете: одно из самых важных условий «идеальной» отливки является «идеальное» заполнение формы:

- Мы должны получить оптимальную связь между частицами.
- Мы должны избежать воздушных включений.

Или другой пример:

Магазины, при продаже кофе используют мельницы для зёрен кофе. **Вибрационная** плита помогает порошку кофе занять правильное положение в упаковке.



Правила литья- отливка с вибрацией

Для отливки металла эффект вибрации используется очень часто также. Позвольте мне показать все позитивные эффекты от данного воздействия:

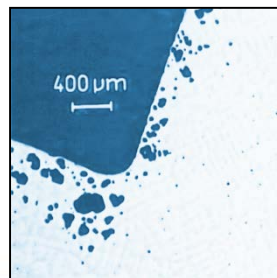
Оптимизирован поток материала и заполнение формы

- Вибрация металла происходит в самых тонких местах, форма получает полное заполнение.
- Воздушные включения могут быть легче удалены за счет движения материала.
- Снижается опасность очень быстрой кристаллизации.

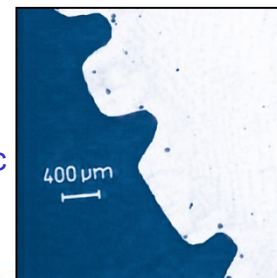
Меньше воздушных включений, меньше усадочная пористость.

Ниже вы можете увидеть несомненный результат от отливки с вибрацией:

Пористость без
вибрации



Пористость с
вибрацией

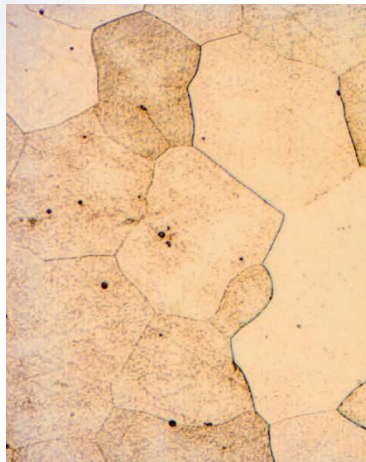


Правила литья- отливка с вибрацией

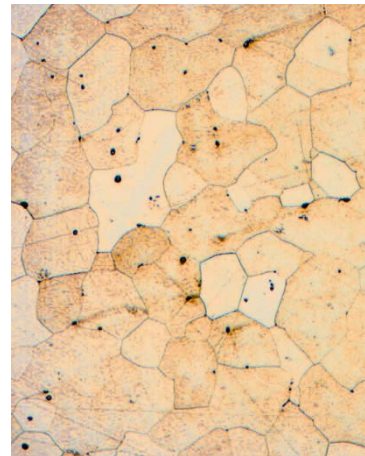
Более тонкая структура сплава, снижен размер гранул.

Для анализа, были отлиты различные ювелирные изделия, в частности золото 750 пробы (Au 750, Ag 128, Cu 122).

Микроскопическая картинка покажет Вам различие :



Размер гранул без вибрации



Размер гранул с вибрацией

Как вы видите, размер гранул снизился более, чем на 50%!

Правила литья- отливка с вибрацией

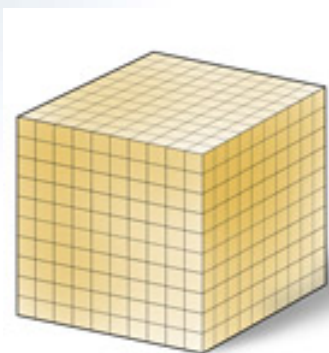
Более тонкая структура сплава, снижен размер гранул металла.

На простом примере мы можем Вам пояснить реальный эффект от половинчатого размера гранул:

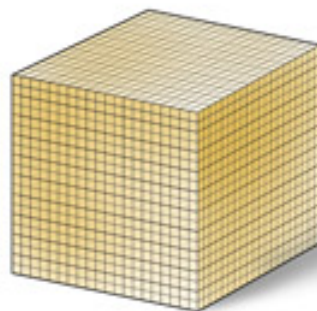
Вообразите себе куб размером 1х1х1 м, собранный из 10 см кубиков = 1000 небольших кубиков.

Сконструируем такой же куб, но с 5 см кубиками, данный куб состоит из 8000 маленьких кубиков!

Но более значительное сравнение получается при сравнении когерентной площади маленьких кубиков: 10 см кубики образуют когерентную площадь в 540000 см², с 5см кубиками мы получаем **11 миллионов см²** !



Куб из 10 см элементов
=1.000 элементов
Когерентная площадь:
540.000 см²



Куб из 5 см элементов =
8.000
Когерентная площадь:
11 000 000 см²

Правила литья- отливка с вибрацией

Более тонкая структура сплава, уменьшен размер гранул металла.

Существуют также положительные эффекты и при тестовом использовании популярного серебряного сплава AgCu 6.5:

Кристаллизация данного сплава происходит в древовидной- дендритической структуре. Строение длинной оси данной дендритической структуры является очень часто причиной для плохого потока материала в особенности в районе основного питателя или его узких местах.

Вибрация снижает длину дендрита и улучшает поток материала даже в наиболее тонких местах.

Разрушенный серебряный питатель.
Очень сильное дендритическое образование очень сильно возмущает поток материала.



Правила литья- отливка с вибрацией

Более высокая и равномерная плотность.

Все проведенные опыты подтверждают следующее:

Отливка с вибрацией отличается более высокой плотностью. В тоже время, и это даже более важно, все циклы отливки доказывают очень постоянную плотность, а соответственно и минимальное отличие веса изделий.

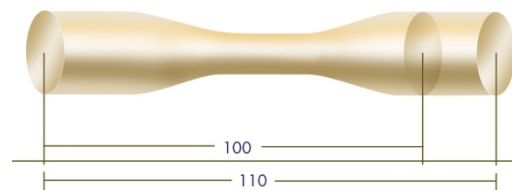
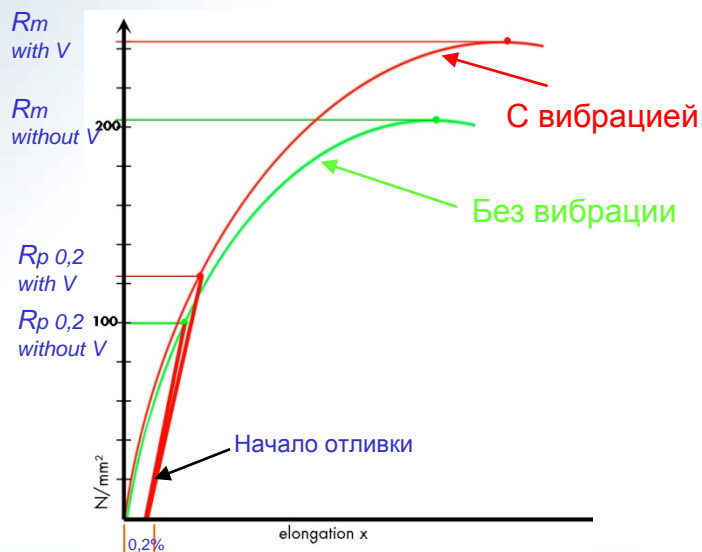
- Совершенное заполнение формы:**
- + Минимальная пористость,**
 - + Минимальный размер зерна,**
 - + Высокую и постоянную плотность**
-
- = Качество отливки лучше!**

**ПОЧЕМУ!
ПОЗВОЛЬТЕ,
ОБЪЯСНИТЬ.**



Правила литья- отливка с вибрацией

1. Снижена опасность трещин и разломов
2. Сокращение финишных и последующих работ
3. Отливка более оптимальна для дальнейшей обработки (в т.ч. для пайки, шлифовки), более эластична и податлива (важно при закрепке камней).



Результат теста на разрыв:

**Предел удлинения на 25 % выше с вибрацией
Растяжимость на 10-12 % лучше с вибрацией**

Спасибо за Ваше внимание!

