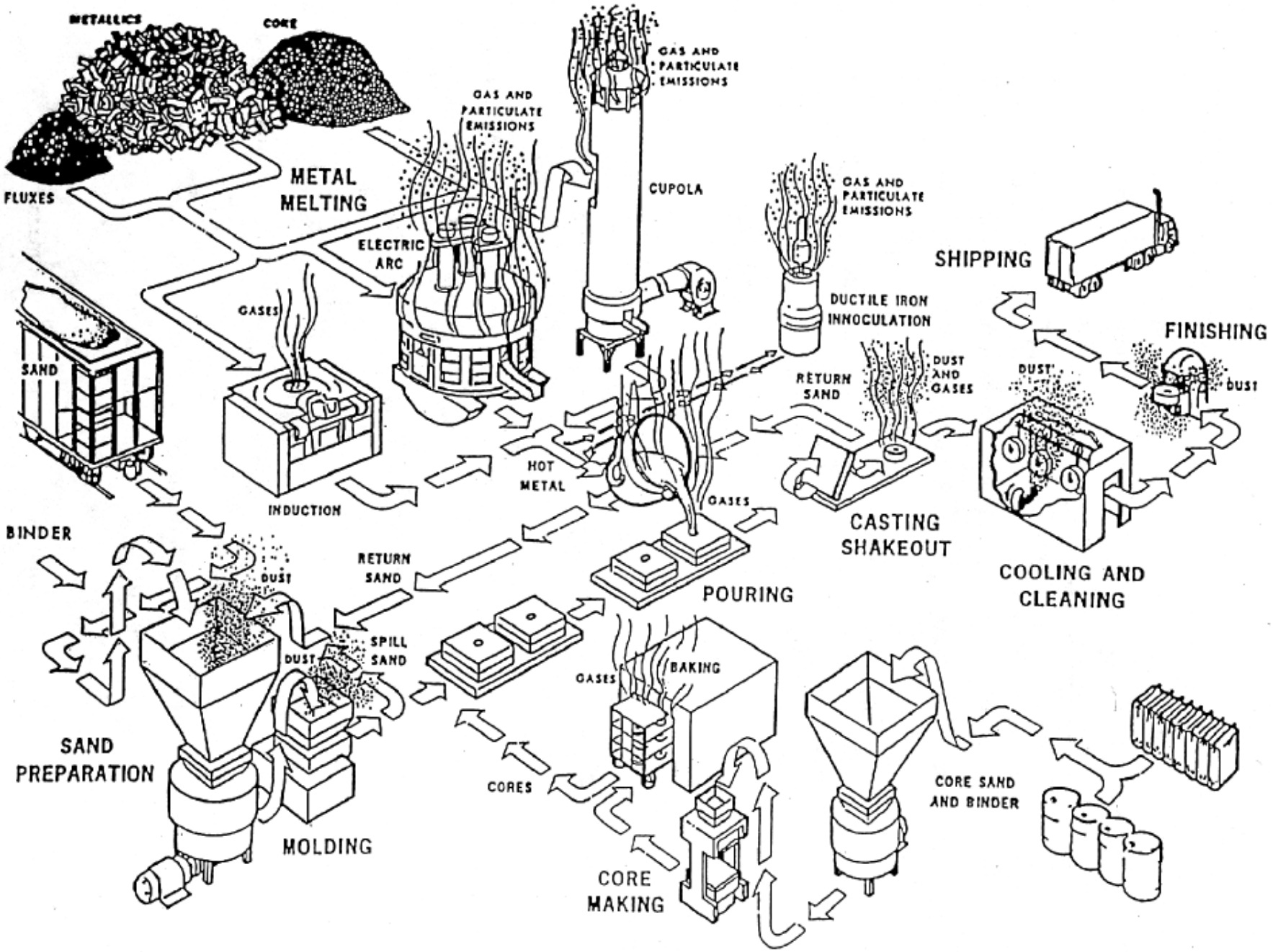
ده قانون ریخته گری

مهدی دیواندری

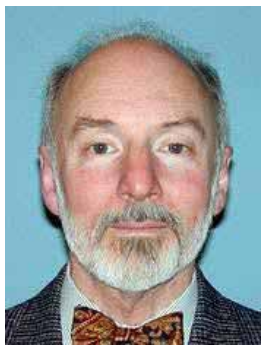
دانشکده مواد و متالورژی

دانشگاه علم و صنعت ایران


METALLICS
CORE
FLUXES
METAL MELTING
GAS AND PARTICULATE EMISSIONS
CUPOLA
GAS AND PARTICULATE EMISSIONS
ELECTRIC ARC
GAS AND PARTICULATE EMISSIONS
SHIPPING
FINISHING
DUCTILE IRON INNOCULATION
GASES
SAND
DUST AND GASES
RETURN SAND
DUST
DUST
INDUCTION
HOT METAL
GASES
BINDER
CASTING SHAKEOUT
COOLING AND CLEANING
RETURN SAND
DUST
POURING
SPILL SAND
DUST
GASES
BAKING
SAND PREPARATION
CORES
CORE SAND AND BINDER
MOLDING
CORE MAKING

مروری بر ده قانون ریخته گری

Prof. John Campbell



۱- رعایت کیفیت مذاب

۲- جلوگیری از تلاطم در ریخته گری

۳- عدم توقف و حرکت یکنواخت مذاب

۴- جلوگیری از حباب زدگی

۵- جلوگیری از واکنش های مذاب و قالب

۶- جلوگیری از عیوب انقباضی

۷- اجتناب از جابجایی درونی مذاب

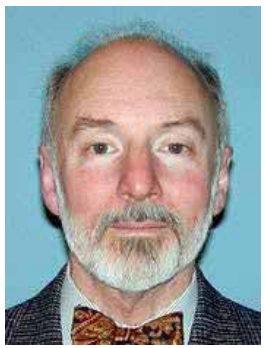
۸- اجتناب از جدایش

۹- اجتناب از تنش های ناشی از عملیات حرارتی

۱۰- جلوگیری از عیوب ناشی از ماشین کاری

Ten Rules of Casting

Prof. John Campbell



1- Start with a good quality melt

2- Avoid turbulent entrainment of the surface film on the liquid

3- Avoid laminar entrainment of the surface film on the liquid

4- Avoid bubble damage

5- Avoid core blows

6- Avoid shrinkage

7- Avoid convection

6- Reduce segregation

9- Reduce residual stress

10- Provide location points

مروری بر ده قانون ریخته گری

Prof. John Campbell

نحوه شکل گیری ده قانون:

تاریخچه

۱- ابتداء پنج قانون

۲- سپس افزایش به هفت قانون

۳- اکنون بصورت ده قانون

Ten Commands!

Or

Ten Rules

قانون اول:

کیفیت مذاب

1- Start with a good quality melt

عوامل موثر در کیفیت:

۱- نقش فلز پایه ((آهنی (توجه به آلوتروپی) یا غیر آهنی))

۲- عناصر آلیاژی (عنصر دوم و سوم و ..) و امکان تغییر آن

۳- استفاده از جوانه زا

۴- استفاده از اصلاح کننده

۵- کنترل آخالها

۶- جلوگیری از تحول بلوری!

Rapid cooling

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

قابلیت و اکنش پذیری مذاب تابعی است از:

۱- نوع فلز پایه و عناصر آلیاژی (آلومینیم، منیزیم، ....

الف: شمش اولیه

ب: شمش ثانویه

پ: برگشتی

ت: قراضه

۲- شرایط تهیه مذاب

الف: نوع کوره

ب: آتمسفر ذوب

پ: زمان ذوب

ت: دمای مذاب

۳- نحوه استفاده از تجهیزات جانبی نیز مهم است

قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

کنترل کیفیت آلیاژهای آلومینیم

کنترل ترکیب شیمیایی

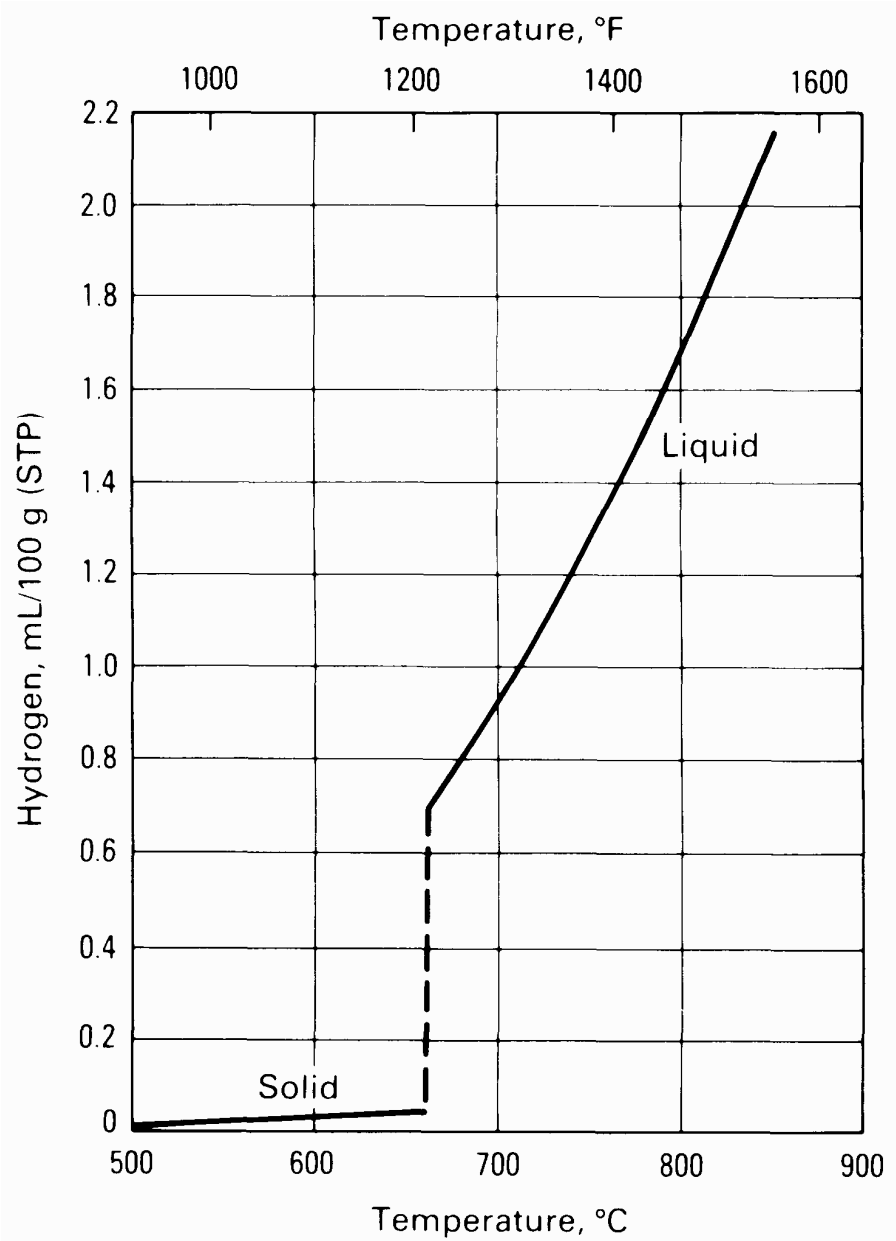
کاهش گازهای حل شده

حذف آخال غیرفلزی

کاهش استفاده از قراضه و برگشتی

۱- برگشتی و کیفیت و میزان (در صد) استفاده از آن تابع چه عواملی است؟

۲- قراضه (قراضه موتوری – قراضه پروفیلی- قراضه صفحه ای – (به چه میزان)



قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

الف: حلالیت گازها

قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

ب: واکنشهای منجر به تشکیل ترکیبات مایع و جامد

ترکیبات مایع: قابلیت گلبولی شدن و حرکت به سطح مذاب

ترکیبات جامد: **حضور به صورت آخال**

آخال و منشاء آنها درآلیاژهای آلومینیم

اکسیدها: $Al_2O_3, MgAl_2O_4, MgO, SiO_2, CaO$

اکسایش مستقیم مذاب و عناصر آلیاژی، شمش اولیه ، قراضه و برگشتی

کاربیدها: Al_4C_3, SiC

شمش اولیه ، قراضه و برگشتی ، گاززدایی با C_2Cl_6

برایدها: TiB_2, AlB_2

در اثر استفاده نامناسب از جوانه زا

نیترید: AlN

منیزیم حاوی Mg_3N_2

آخال و منشاء آنها درآلیاژهای آلومینیم

ادامه:

نمک ها: **AlCl3,CaCl2,NaCl,MgCl2** ، کریولیت
شمش اولیه ، دمش گاز کلر

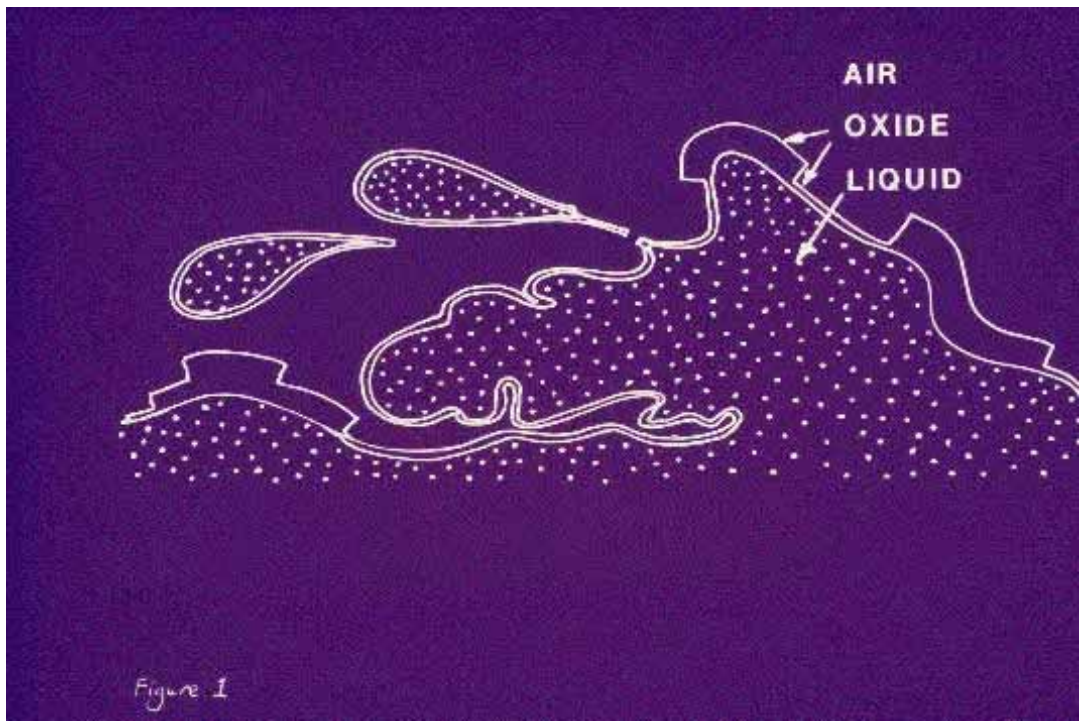
ترکیبات بین فلزی: **TiAl3,TiAl**
جوانه زای نامرغوب

قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

واکنش های سطحی مذاب



قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

آخال در آلومینیم و منشاء آن

شناسایی آخال

روشهای حذف آخال

اثرات آخال

شناسایی آخال

اندازه گیری چگالی قطعه

انجماد تحت خلاء (روش کاهش فشار)

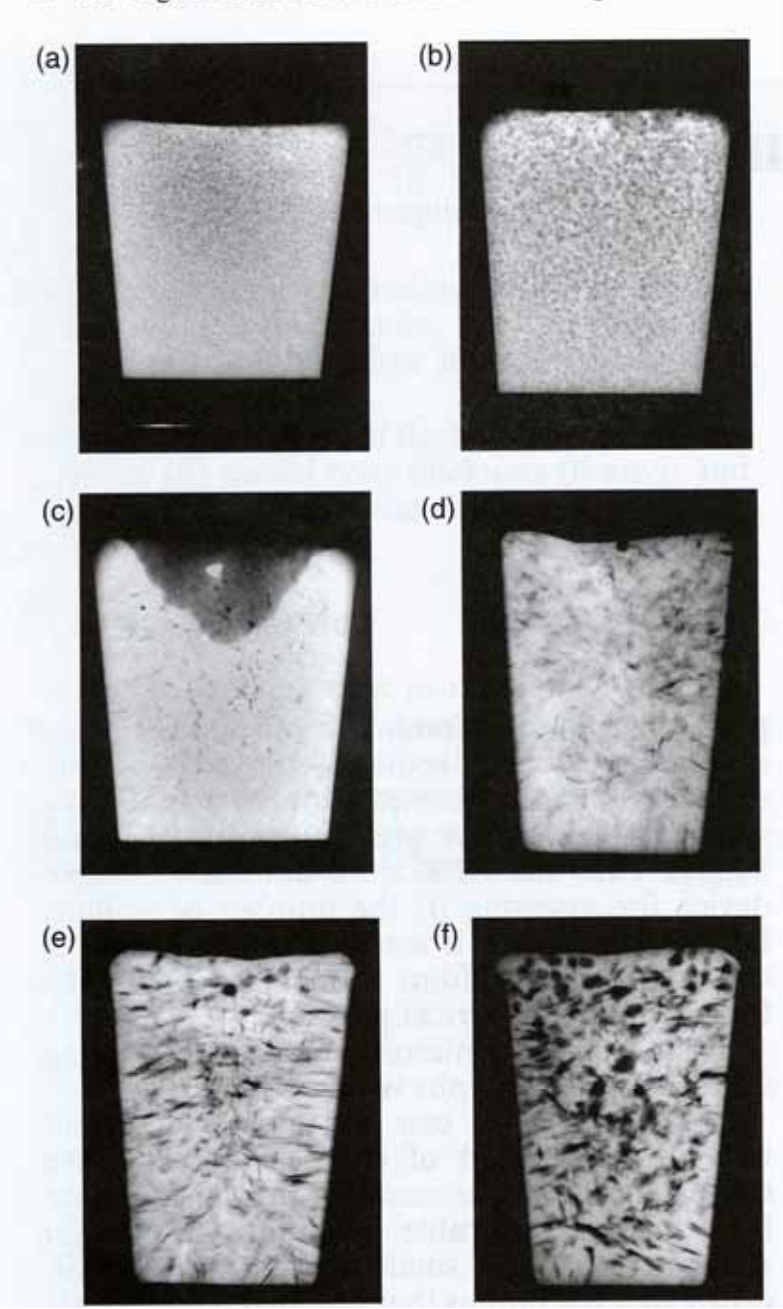
روش کاملاً مقایسه ای و برای یک آلیاژ خاص

متالوگرافی

قبل و بعد از ریخته گری، محصول کار شده

مقدار نمونه بسیار کم، دقت بسیار زیاد

فیلتر کردن مذاب، نیروی گریز از مرکز



قانون اول:

کیفیت مذاب

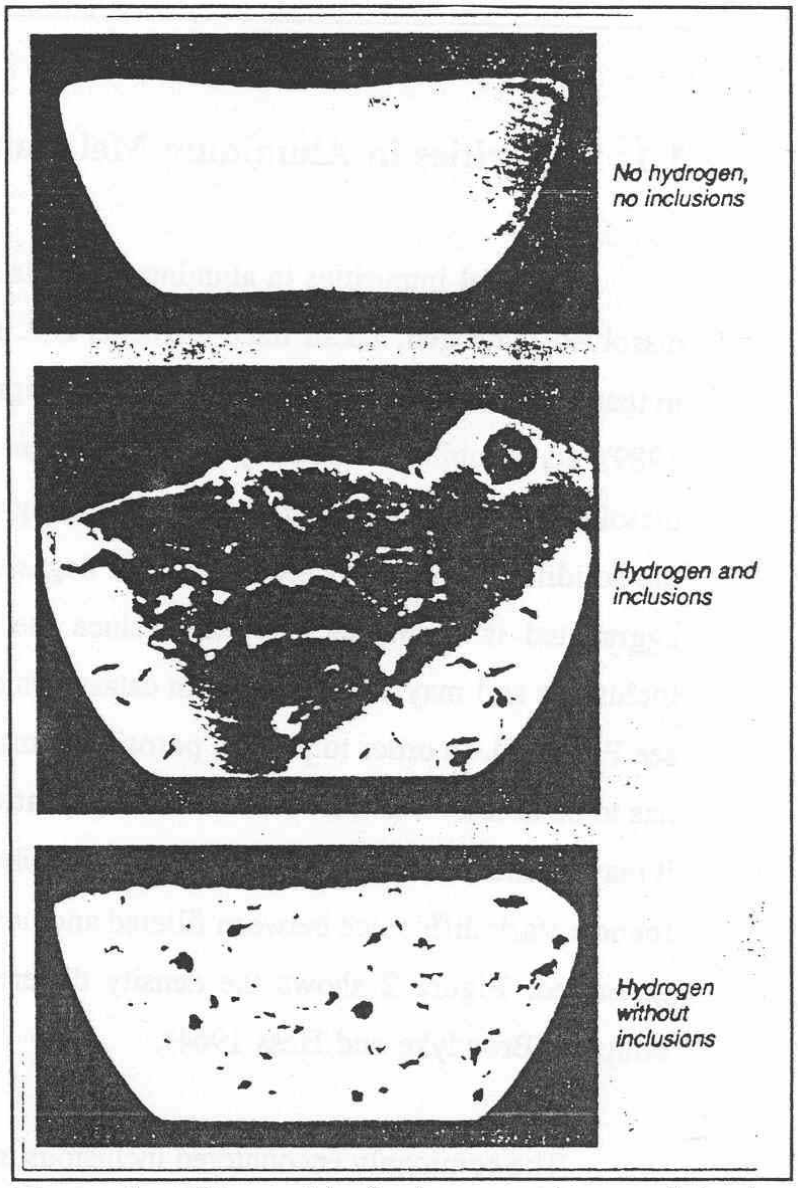
Liquid Metal Quality

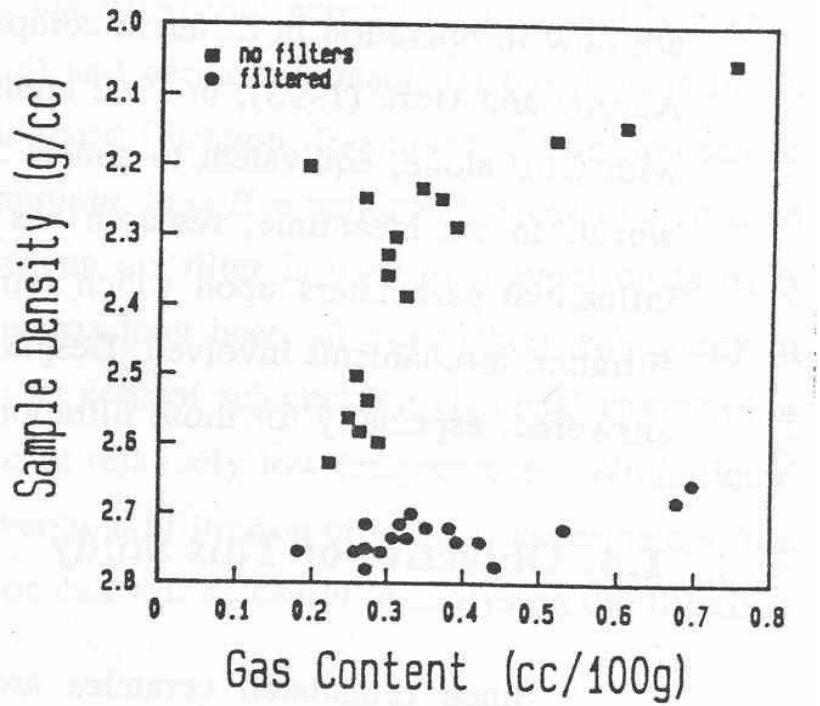
آزمایش کاهش فشار

Reduced Pressure Test (RPT)

اثر کاهش فشار بر روی جوانه- زنی گاز روی آخال ها

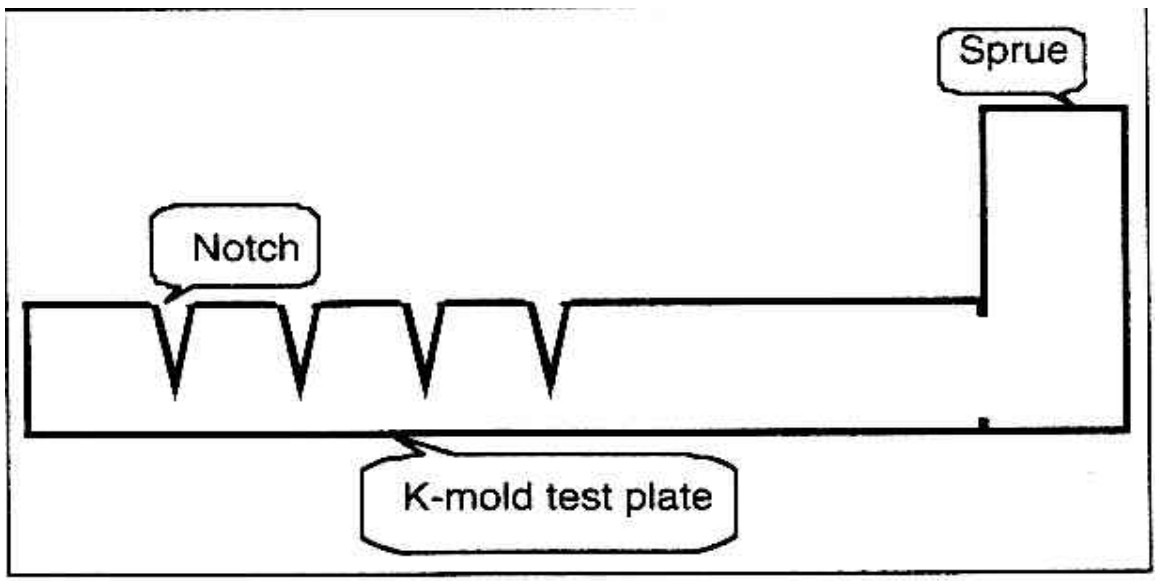
تفاوت در نظریات





مطالعه سطح مقطع شکست

روش مقایسه ای



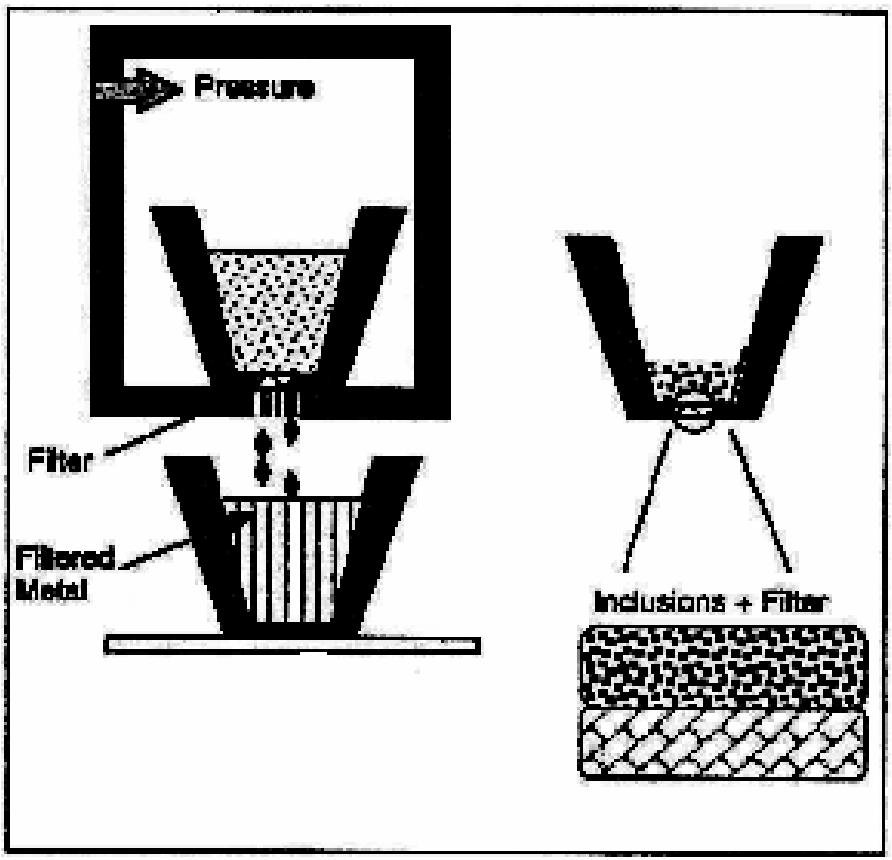
روشهای الکتروشیمیایی

انحلال زمینه نمونه جامد و اندازه گیری ترکیبات حل نشده

XRF

تجمع آخال در سطح نمونه با کمک نیروی گریز از مرکز یا الکترومغناطیس

روشهای مبتنی بر فیلتر کردن



روشPoDFA

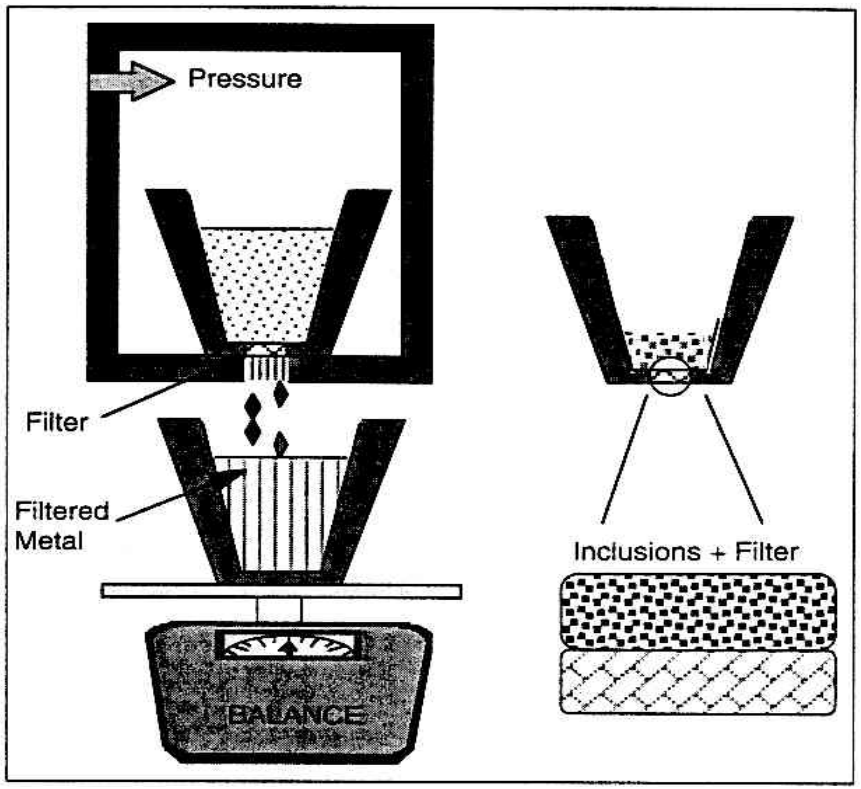
نمونه گیری از مذاب

عبور مذاب تحت فشار از فیلتر

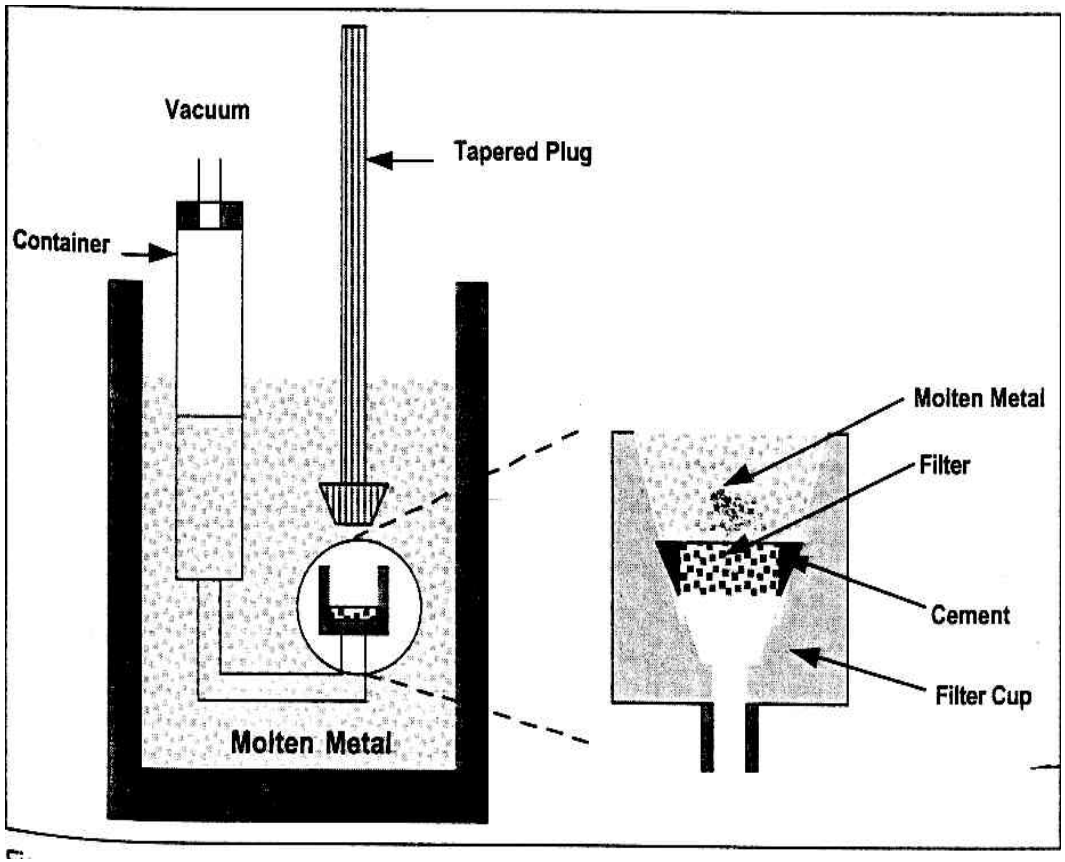
مطالعه میکروسکوپی فیلتر

مقدار،اندازه،شکل سختی، ترکیب شیمیایی

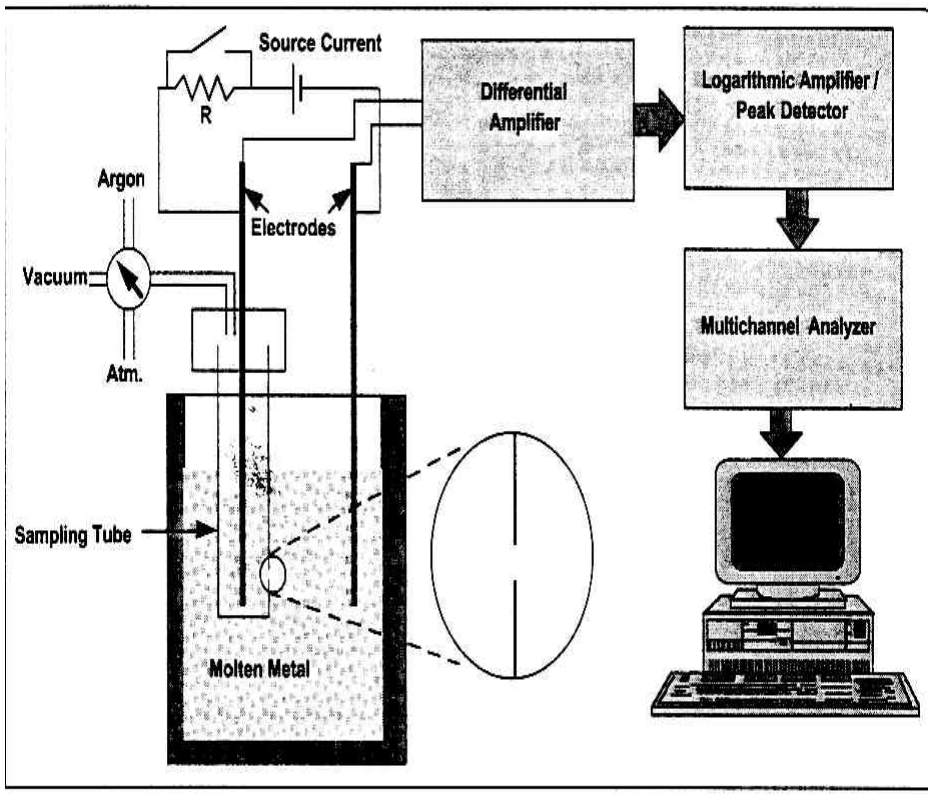
روش Prefil Footprinter



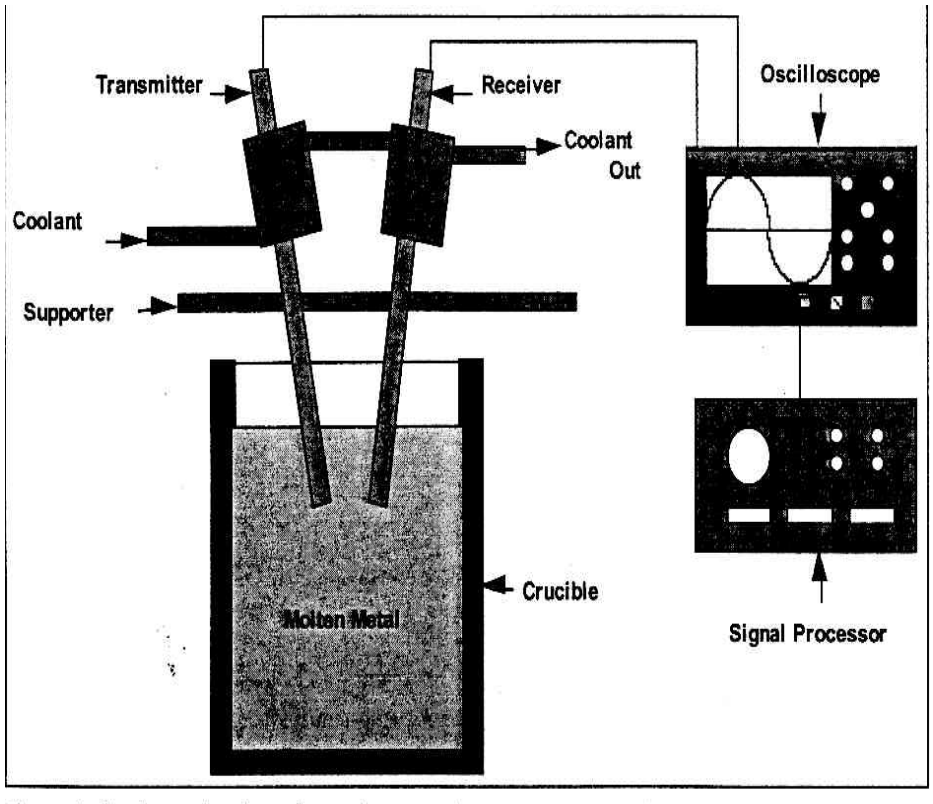
نمونه گیری از مذاب
فیلتر کردن تحت
فشار معین
ثبت سرعت عبور
مذاب
مقایسه با استاندارد



- روش LAIS
  - عبور مذاب از فیلتر تحت خلا
  - مطالعه میکروسکوپی فیلتر
  - انجام نمونه گیری از داخل مذاب

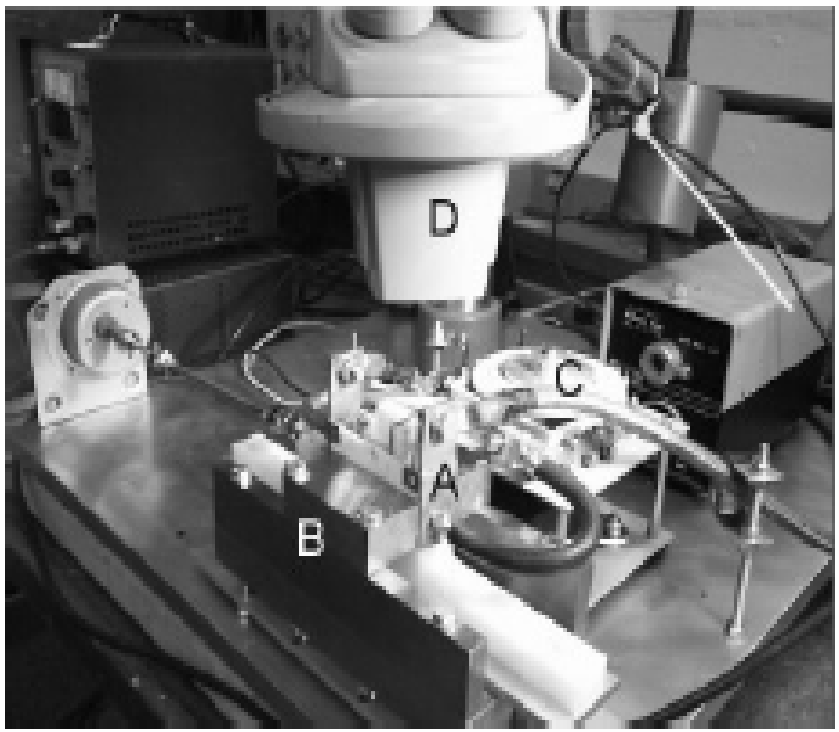


- روش LiMCA
  - مبتنی بر اختلاف مقاوت الکتریکی مذاب و آخال
  - عبور مذاب از یک روزنه
  - تغییر اختلاف پتانسیل متناسب با اندازه آخال
  - تعیین تعداد و اندازه آخال
  - روش On-Line



- **روش التراسونیک**
  - عبور امواج صوتی با فرکانس ۳-۲۵ مگاهرتز از مذاب
  - اندازه گیری کاهش انرژی عبوری یا منعکس شده
  - روش بسیار حساس به موقعیت فرستنده و گیرنده امواج

- **روش مشاهده الکترومغناطیسی**
  - در اثر اعمال میدان مغناطیسی به مذاب آخال در سطح مذاب جمع میشوند
  - آخال روی سطح به وسیله دوربین مشاهده و ثبت میشوند



A) container; B) permanent magnet
C) pump; D) microscope and CCD camera.

نتیجه

تا کنون هیچ روش کاملی که بتواند نوع،اندازه،مقدارو شکل آخال در مذاب آلومینیم را شناسایی کند توسعه نیافته است.

ازاین میان روش LiMCA به دلیل سرعت عمل بسیار مورد توجه است ولی امکان تعیین نوع آخال با آن امکان پذیر نیست.

روش PoDFA امکان تعیین نوع ، شکل،مقدارو اندازه آخال را میسر میکند ولی استفاده از آن زمان بر است.

در میان روشهای حذف آخال ، فیلتر کردن بسیار مورد استفاده است. می توان آخال زیر ۳۰ میکرون را با راندمان بالا حذف نمود.

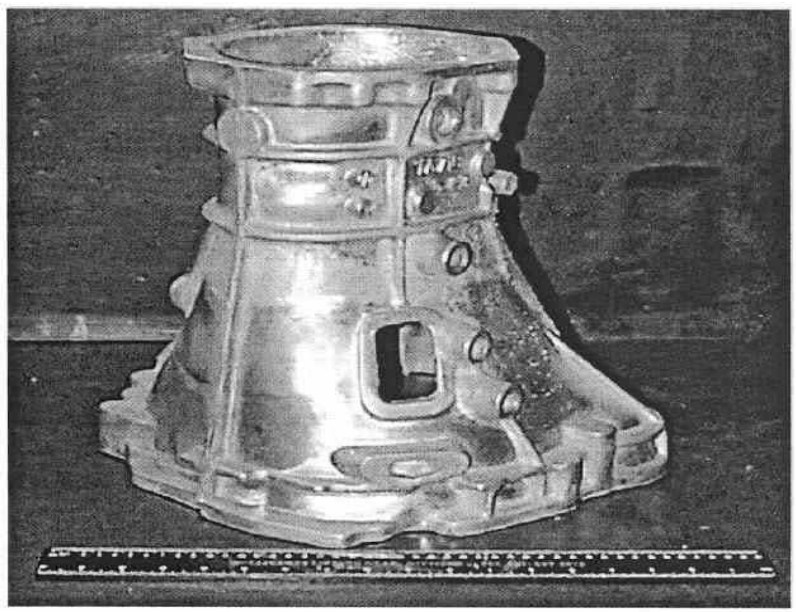
با استفاده از روش رسوب کردن آخال بزرگتر از ۱۰۰ میکرون ، الکترومغناطیس بزرگتر از ۵۰ میکرون قابل حذف هستند.

حضور آخال

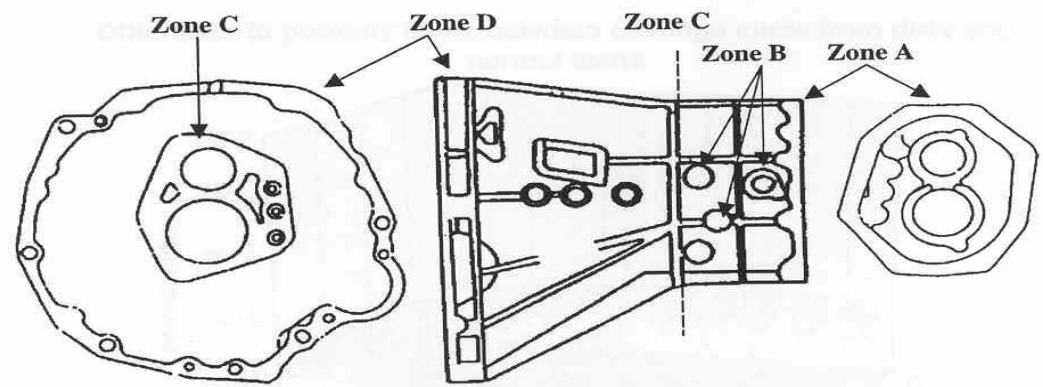
- افت خواص مکانیکی به دلیل تمرکز تنش
- پارگی در کشش عمیق سیم و ورق (مثال: تیوب خمیر دندان)
- عیوب سطحی در قطعات نوردی و اکسترود (مثال: بادکردگی پروفیل های پنجره)
- افزایش تخلخل (مثال: تست کاهش فشار)
- کاهش سیالیت (پژوهش انجام شده در دانشگاه علم و صنعت ایران)
- افزایش عیوب ماشینکاری (مثال: حضور سخت ریزه)

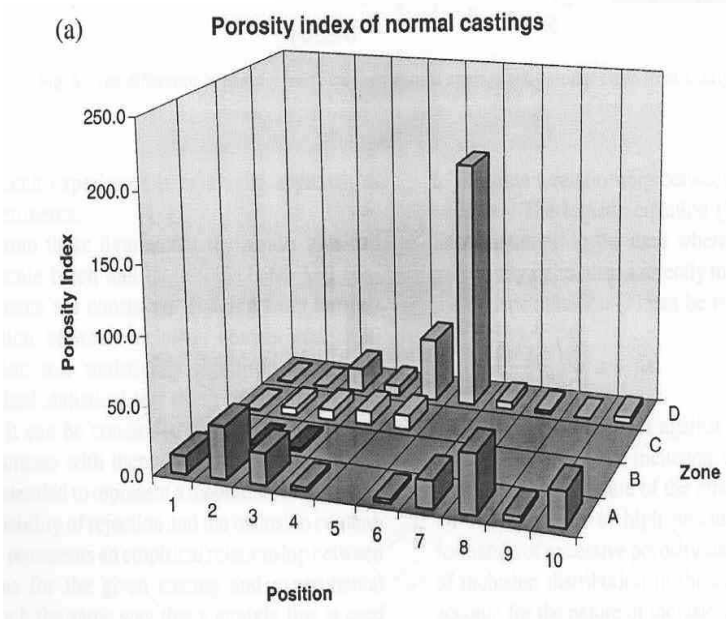
مطالعه یک مورد صنعتی

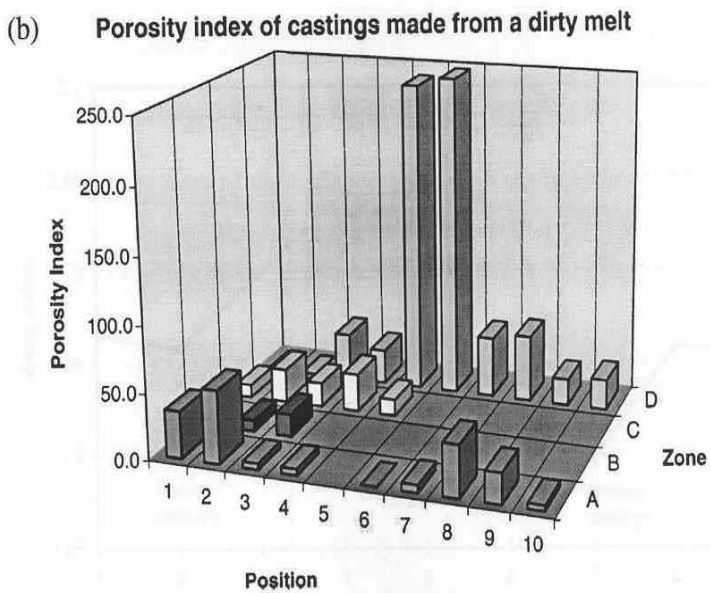
پوسته گیربکس خودرو نیسان
تعداد آخال بزرگتر از ۲۰ میکرون: ۱۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ در کیلوگرم
مقدار آخال با استفاده از تغییر مقدار برگشتی از ۰ تا ۸۰ درصد



ارتباط بین تخلخل و نوع مذاب و مکان تخلخل در پوسته گیربکس







قانون اول:

کیفیت مذاب

Liquid Metal Quality

گاز خطرناک تر است یا آخال

Death by Oxides -- Nearly all metals, particularly Al, Mg and Ti alloys (also steels contain **film forming** elements), contain oxides that **act as cracks**. This can be death to the mechanical properties, particularly **elongation and fatigue**.

The biggest source of these troublesome oxides comes when the metal is exposed to the oxygen in **open air** when the metal is in its molten state -- particularly where **agitation** is involved.

نظریه کمبل

The most important outcome of this treatment is the removal of oxides.

If oxides are successfully reduced to a low level, hydrogen porosity will not be a problem

no matter what the hydrogen level is!

روشهای حذف آخال

حذف طبیعی

اختلاف چگالی آخال و مذاب

ته نشین شدن یا شناور شدن

حذف اجباری

حذف با عاملی خارجی

افزودن فلاکس

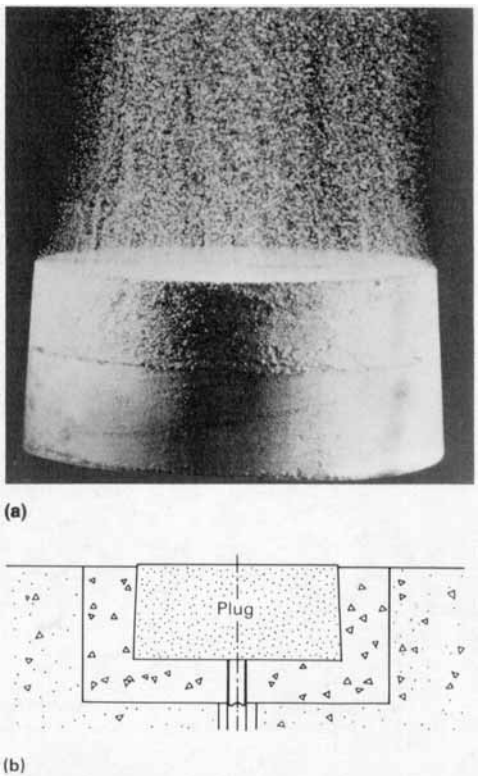
هم زدن مذاب

حذف با دمش گاز

فیلتر کردن

نیروی الکترومغناطیس

التراسونیک

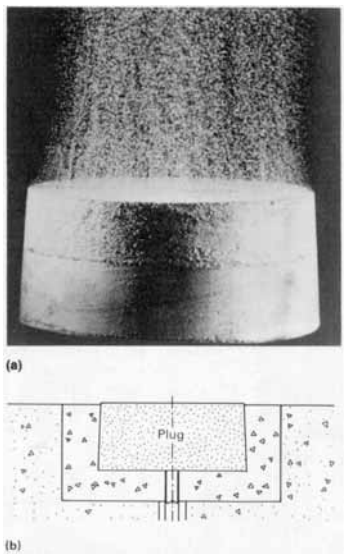


Step One: Cleanup -- Liquid aluminum alloys need treatment to reduce hydrogen and oxides.

Some foundries de-gas with **tablets**, or with a **simple open-ended lance**, but this is not enough.

Step One: Cleanup -- Liquid aluminum alloys need treatment to reduce hydrogen and oxides.

Some foundries de-gas with **tablets**



قرص های حاوی کلر
(تترا کلرور کربن یا هگزا کلرور متان

اهمیت روش اجرا عملیات شامل:
نوع پلانجر- گرافیتی
حجم مذاب
ارتفاع مذاب در داخل پاتیل یا بوته

Step One: Cleanup -- Liquid aluminum alloys need treatment to reduce hydrogen and oxides.

or with **a simple open-ended lance**, but this is not enough.

ماجرای استفاده از ابزار فوق: ؟؟؟

افزایش گاز وآخال

شرایط ایده آل گاززدایی و آخال زدایی

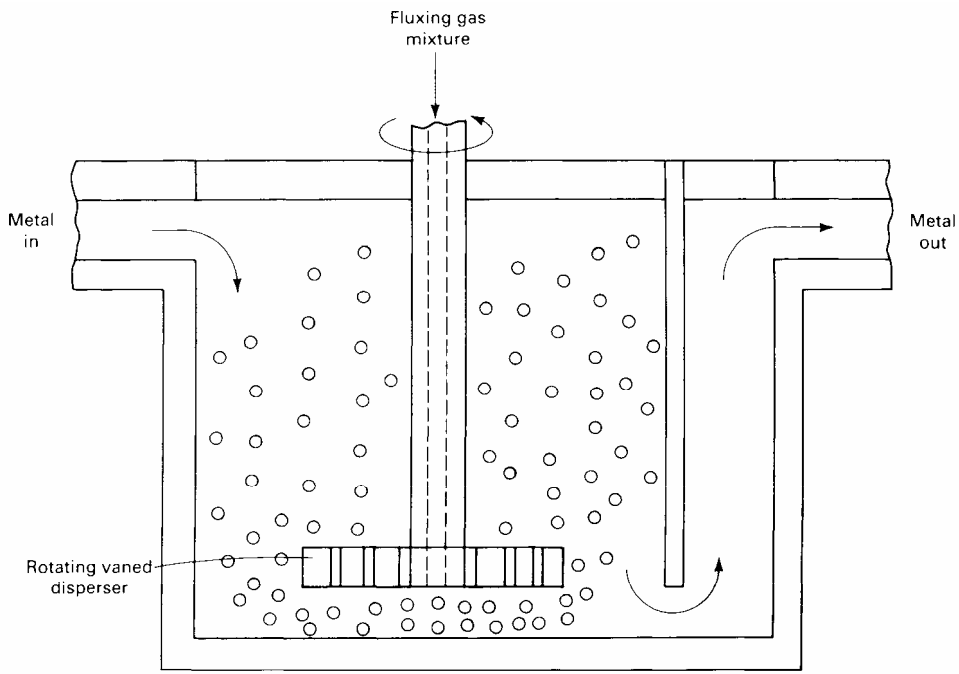
اندازه حباب

تعداد

نحوه توزیع

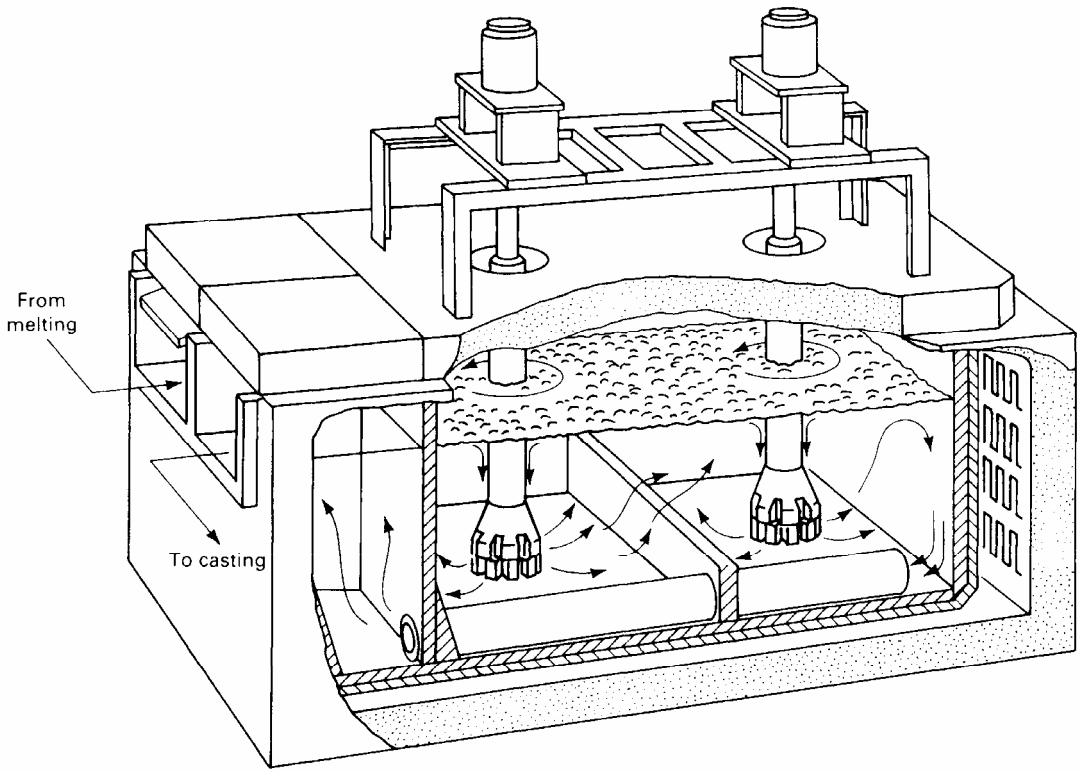
Step One: Cleanup -- Liquid aluminum alloys need treatment to reduce hydrogen and oxides.

Current best practice is **rotary degassing** and should be specified when the order is placed.



Step One: Cleanup -- Liquid aluminum alloys need treatment to reduce hydrogen and oxides.

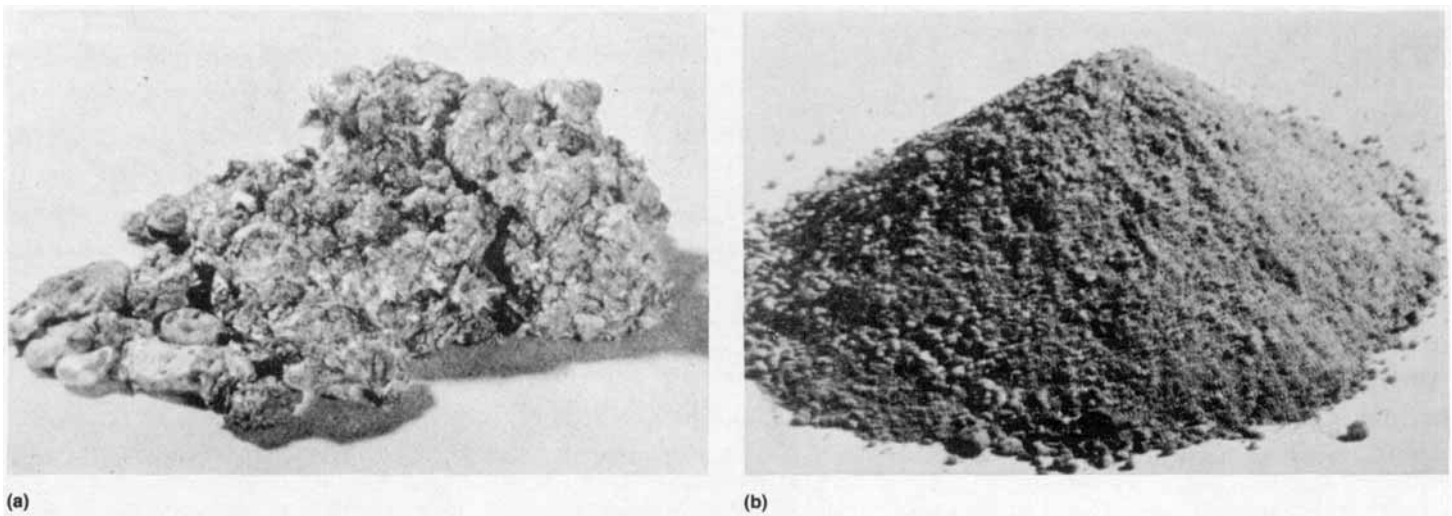
Current best practice is **rotary degassing** and should be specified when the order is placed.

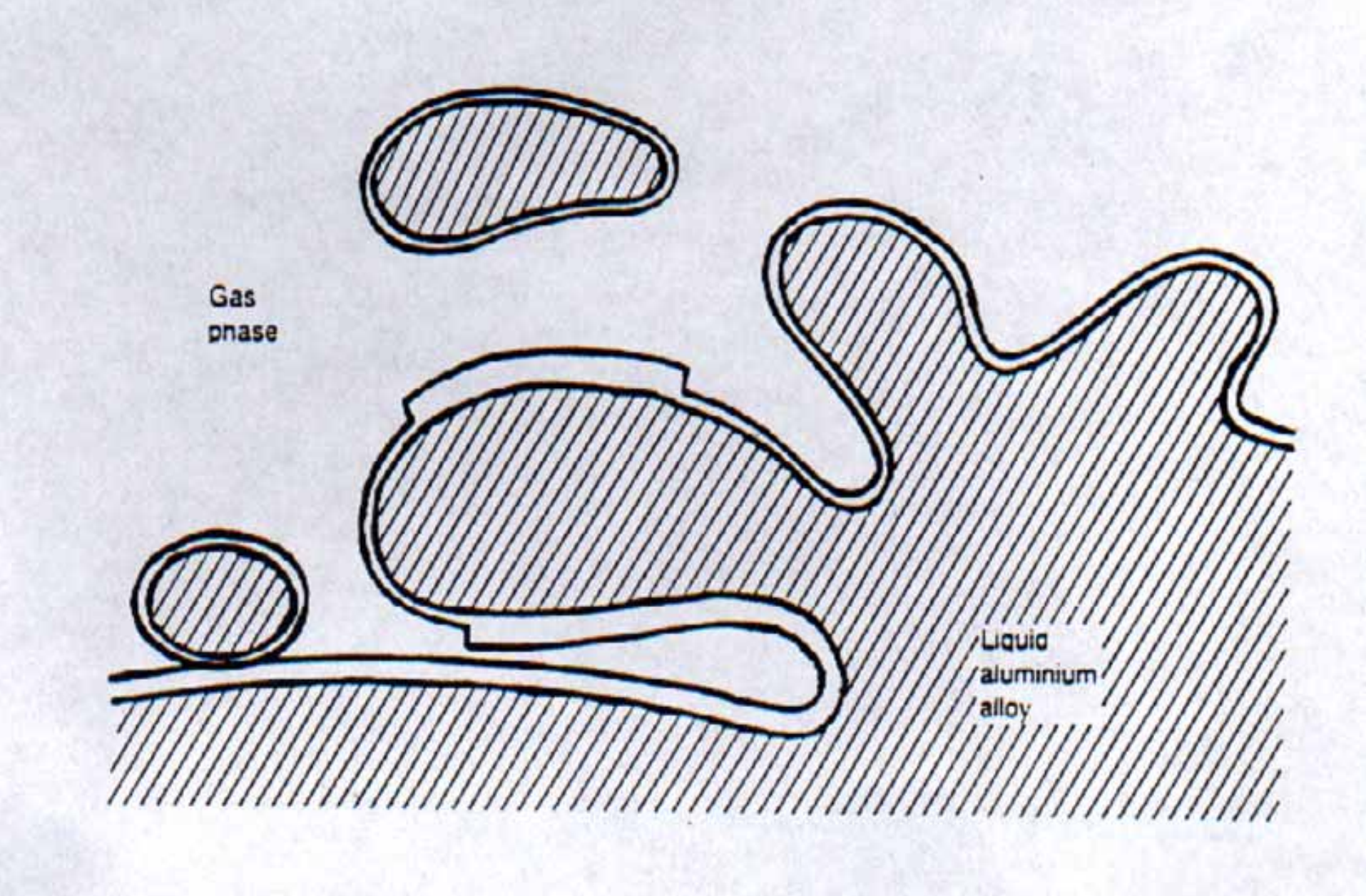


سرباره

الف: حاوی فلز (بدون انجام عملیات فلاکسینگ یا انجام ناقص عملیات)

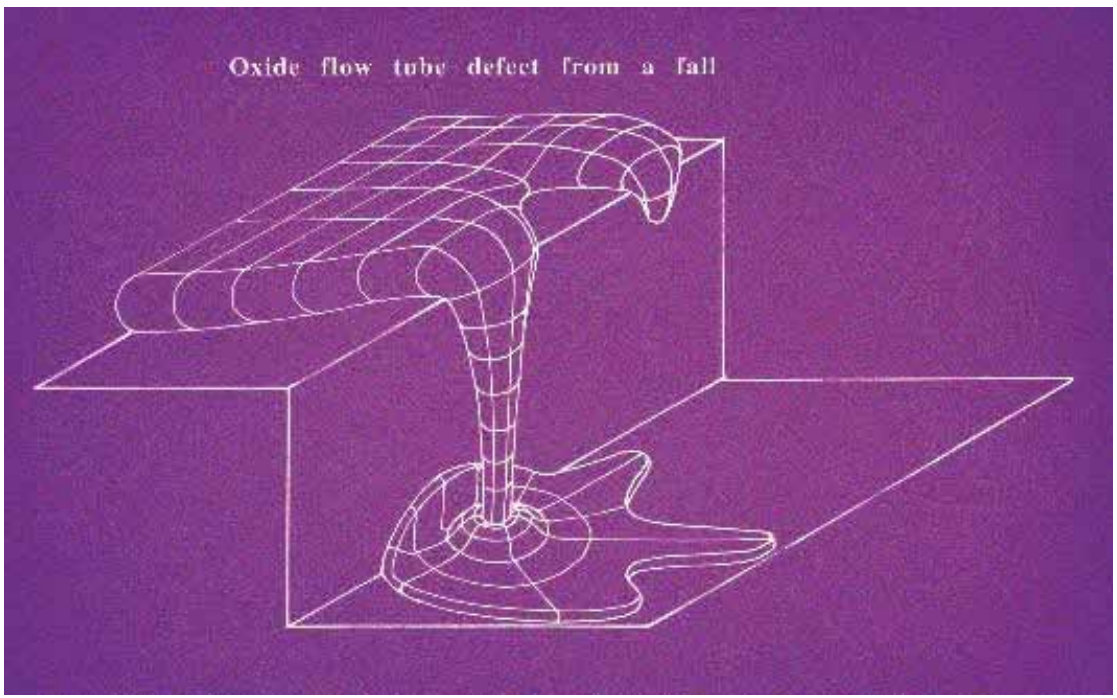
ب: بدون فلز (با انجام عملیات)




Gas
pnase
Liquid
aluminium
alloy

Step Two: No Pouring! -- The subsequent handling of the melt requires great care, so as to avoid the unnecessary re-introduction of oxides. (Rule 2)

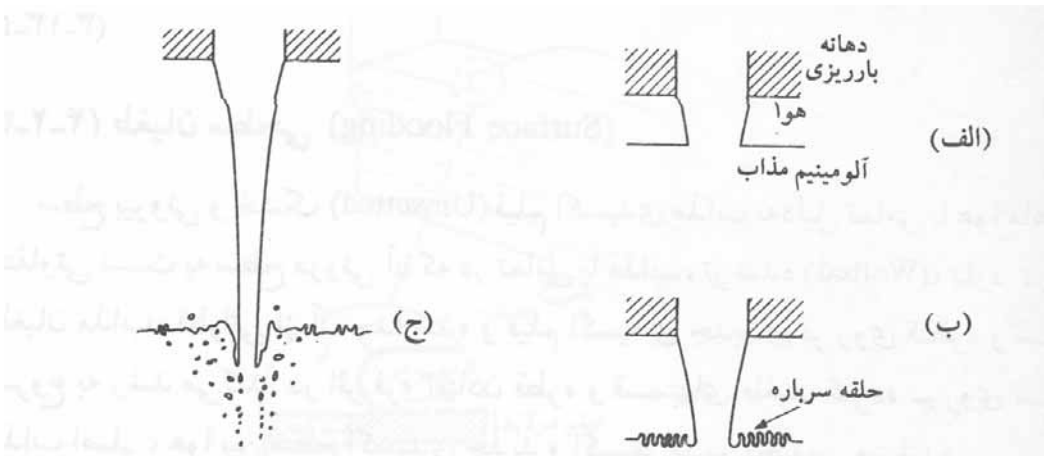
Thus the melt should not be poured at all if possible, since pouring folds in oxides.



If transfer to another crucible or furnace is necessary, any pouring height

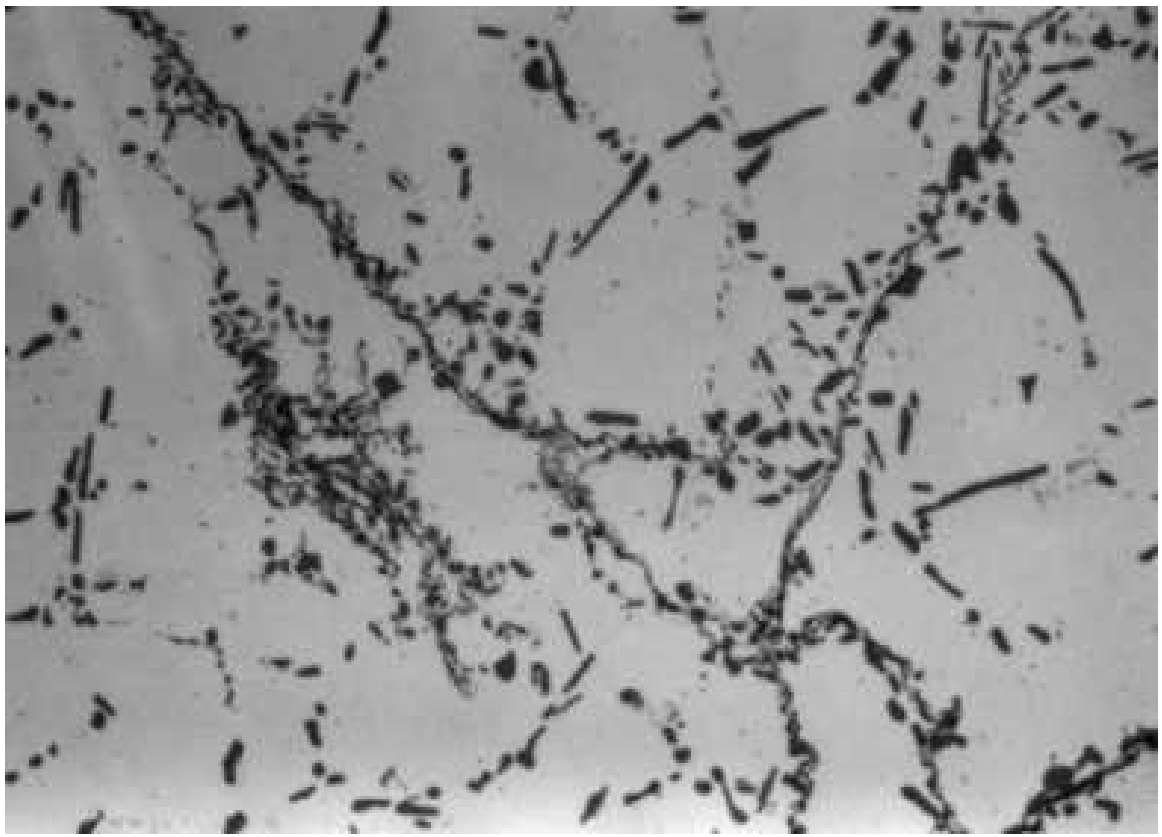
should be reduced to a minimum -- definitely less than four inches (100 mm),

and **preferably less than two inches** (50 mm)**!**

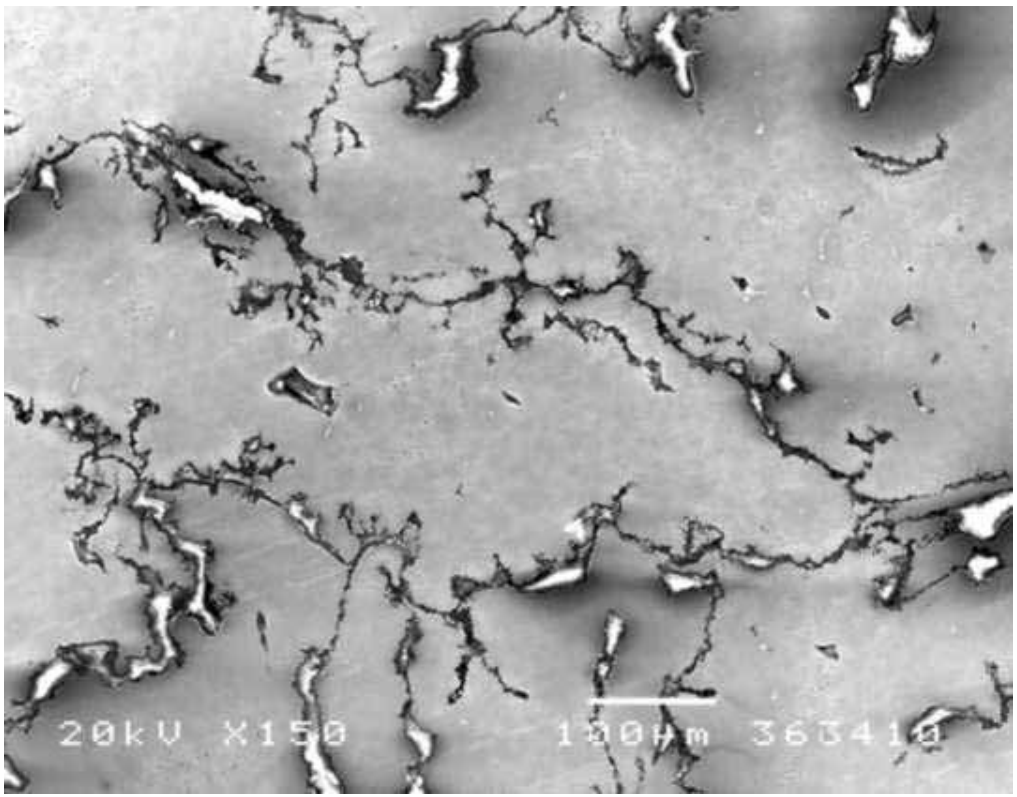


Bottom Line: Ultimately, the best quality and most reproducible castings are those

produced by those few foundries designed to avoid the pouring of metal, and in which the oxides suspended in the melt are allowed to sink or float, and the melt transferred into the mould cavity without any turbulence whatever.

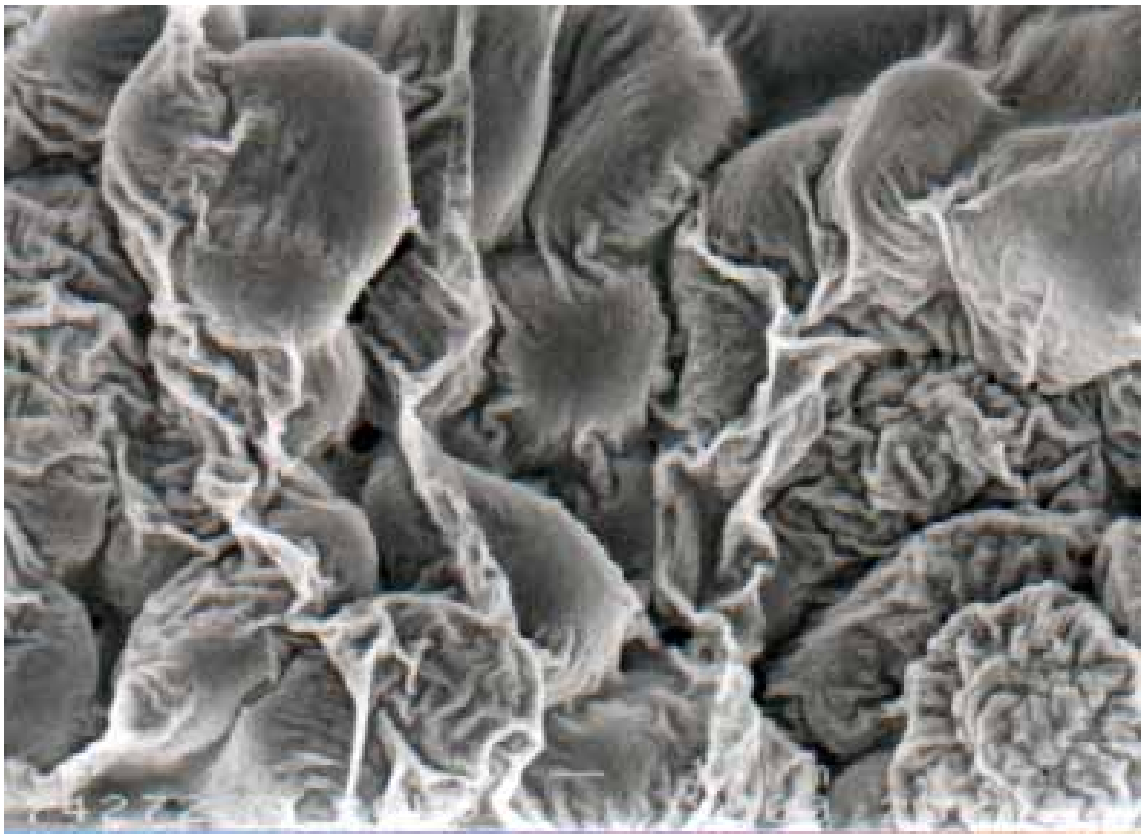


نمایش فیلم های اکسیدی در سطح پولیش شده یک آلیاژ آلومینیم

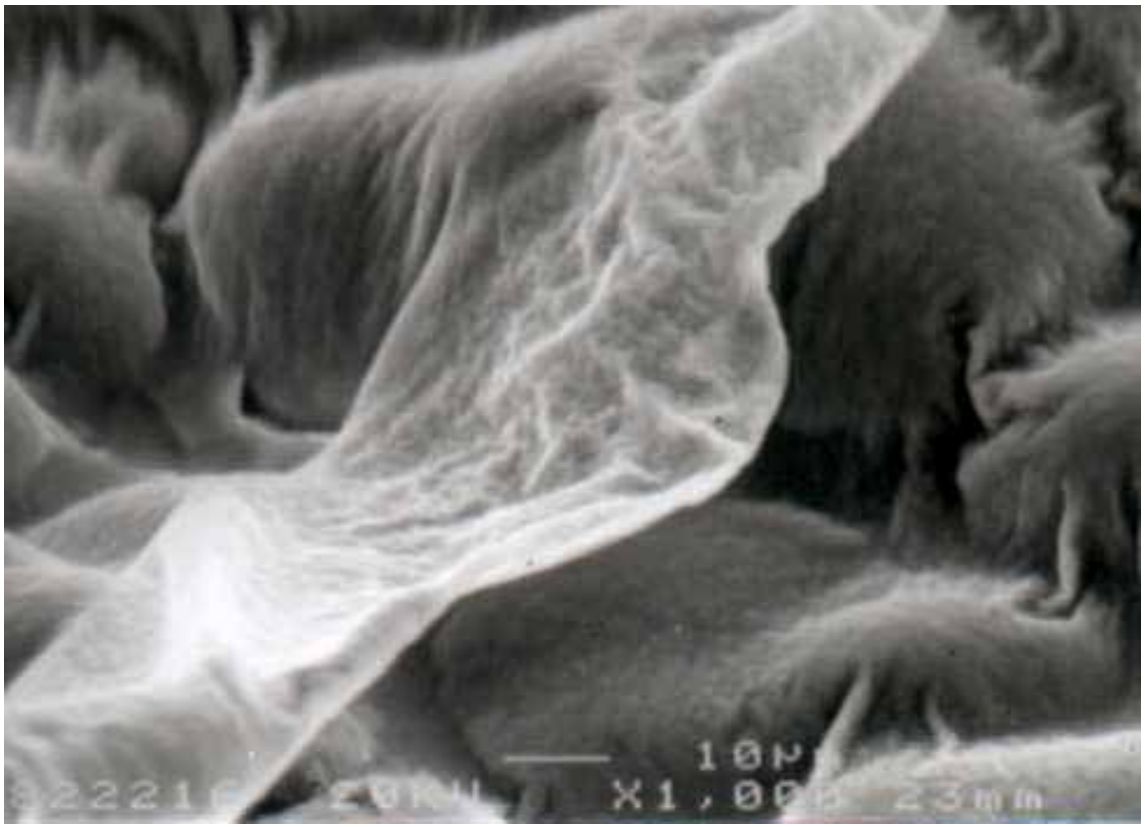


نمایش فیلم های اکسیدی در سطح پولیش شده یک آلیاژ آلومینیم

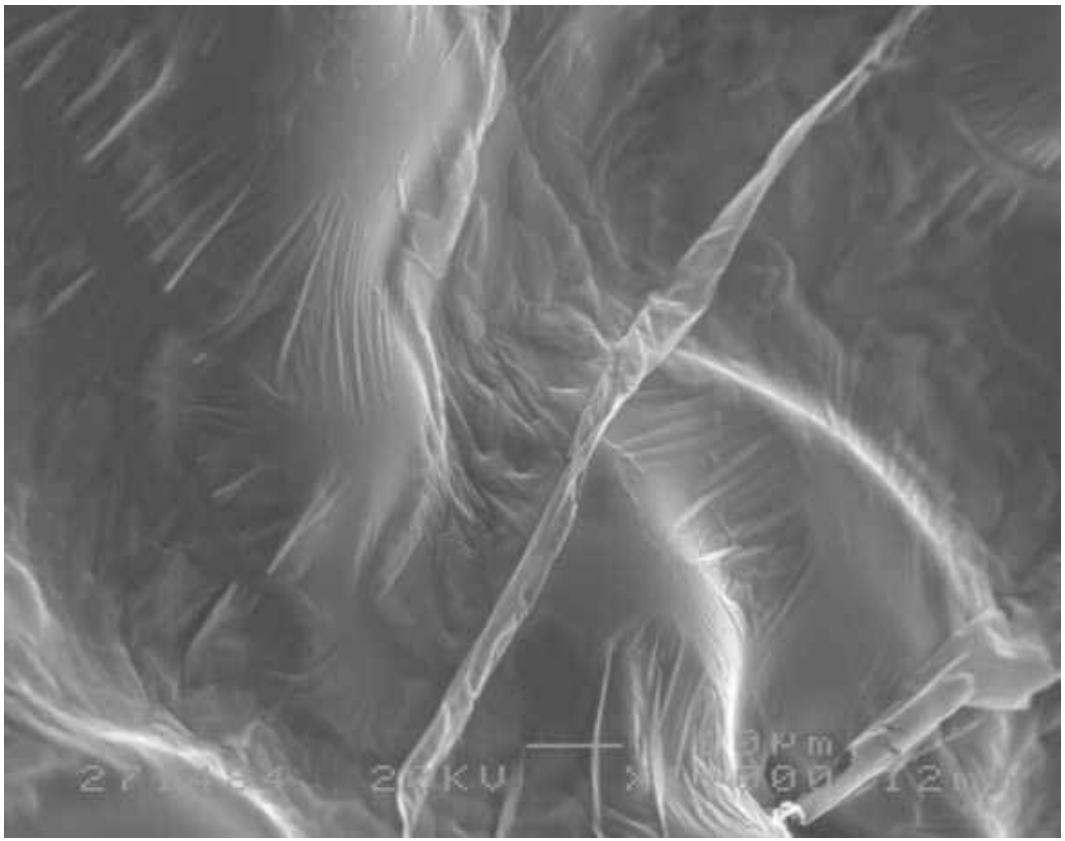
چرا؟



فیلم های
اکسیدی در
سطح دندریت ها



فیلم های
اکسیدی در
سطح دندریت ها



فیلم های
اکسیدی در
سطح دندریت ها

روشهای حذف آخال

حذف اجباری

حذف با عاملی خارجی

افزودن فلاکس

هم زدن مذاب

حذف با دمش گاز

فیلتر کردن

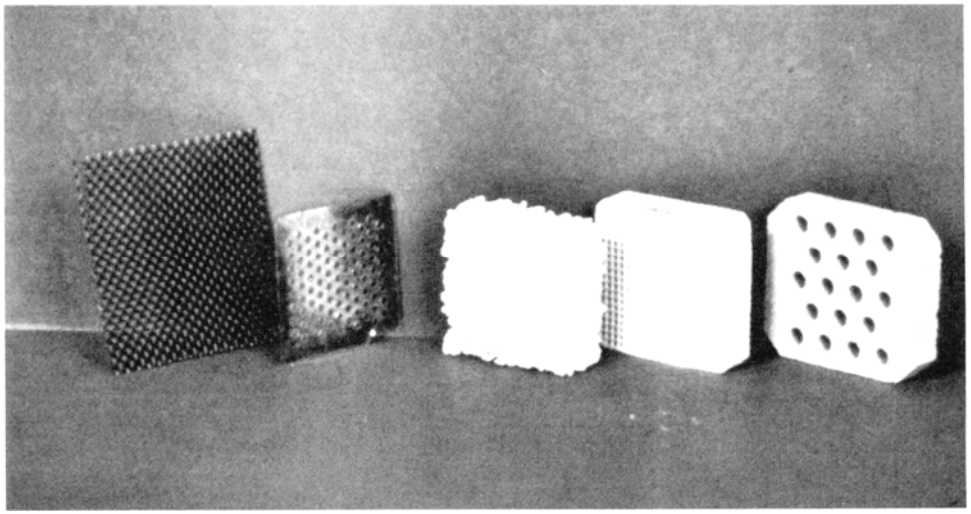
نیروی الکترومغناطیس

التراسونیک

روشهای حذف آخال

حذف اجباری

فیلتر کردن



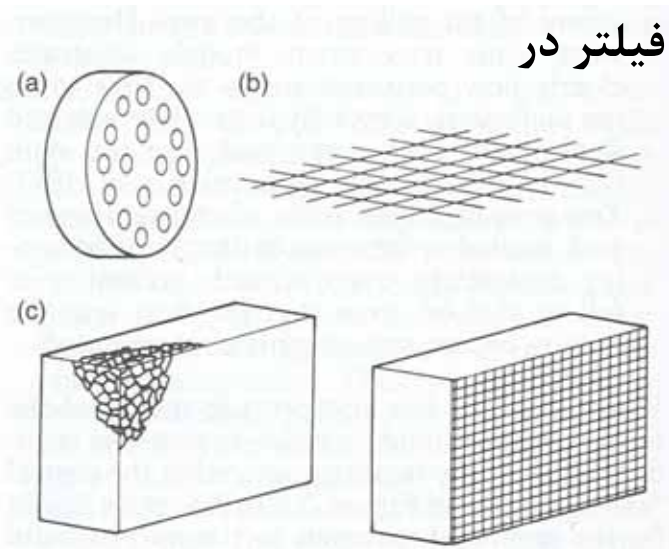
انواع فیلتر؟

شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

ب: در هنگام ریخته گری

نحوه استقرار فیلتر در قالب



فیلترهای اکسترودی

فیلترهای فومی

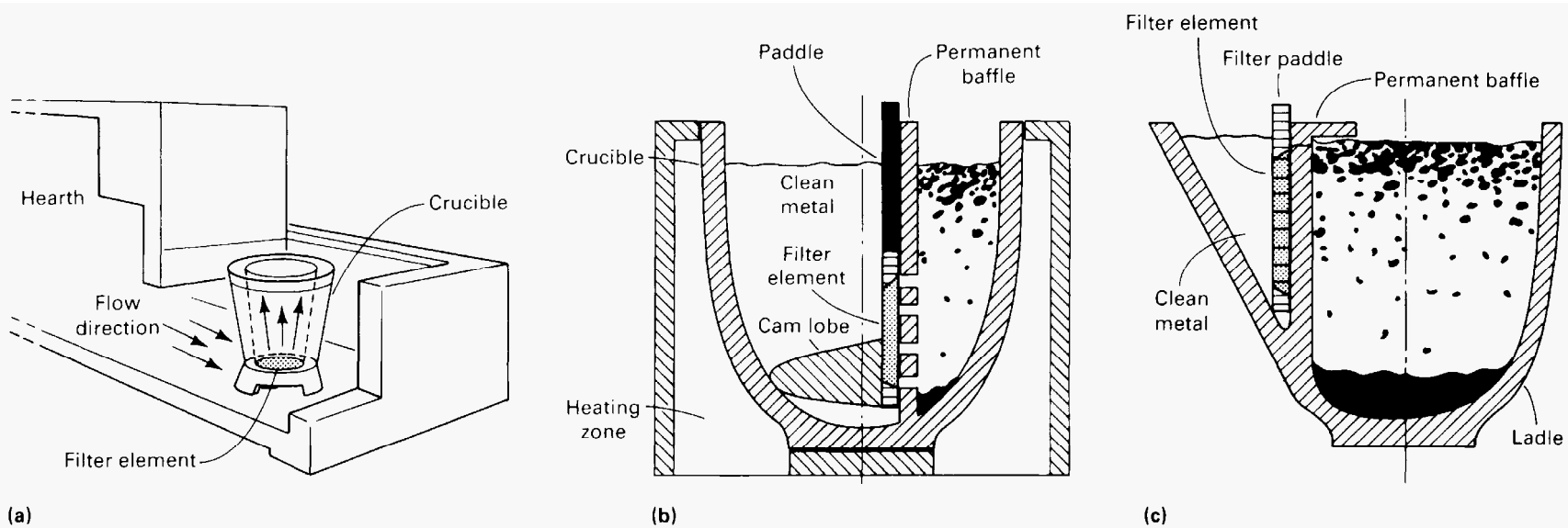
فیلترهای بافته

جنس: سیلیکون کارباید- زیرکونیایی- آلومینیایی (تفاوت در چیست-نظریه کمبل)

روشهای حذف آخال

شرایط فیلتر کردن

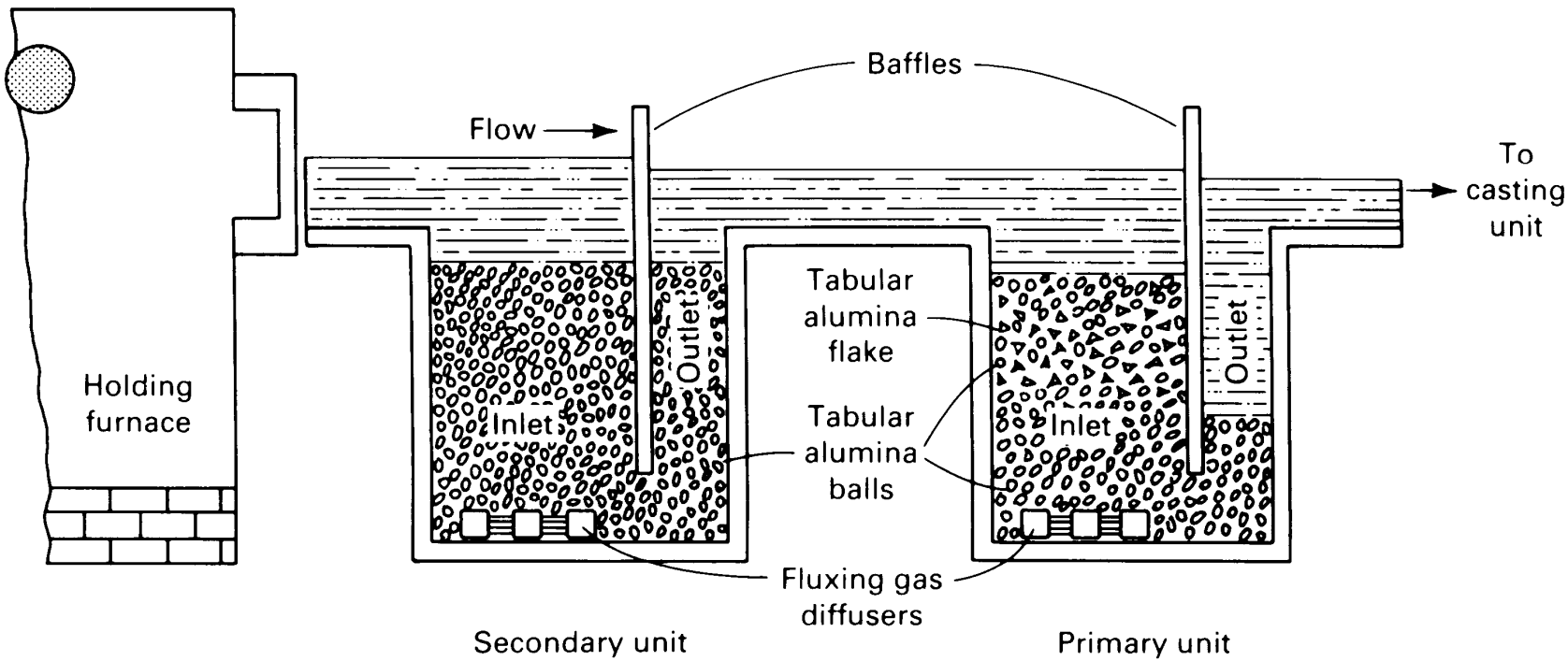
الف: مذاب قبل از ریخته گری



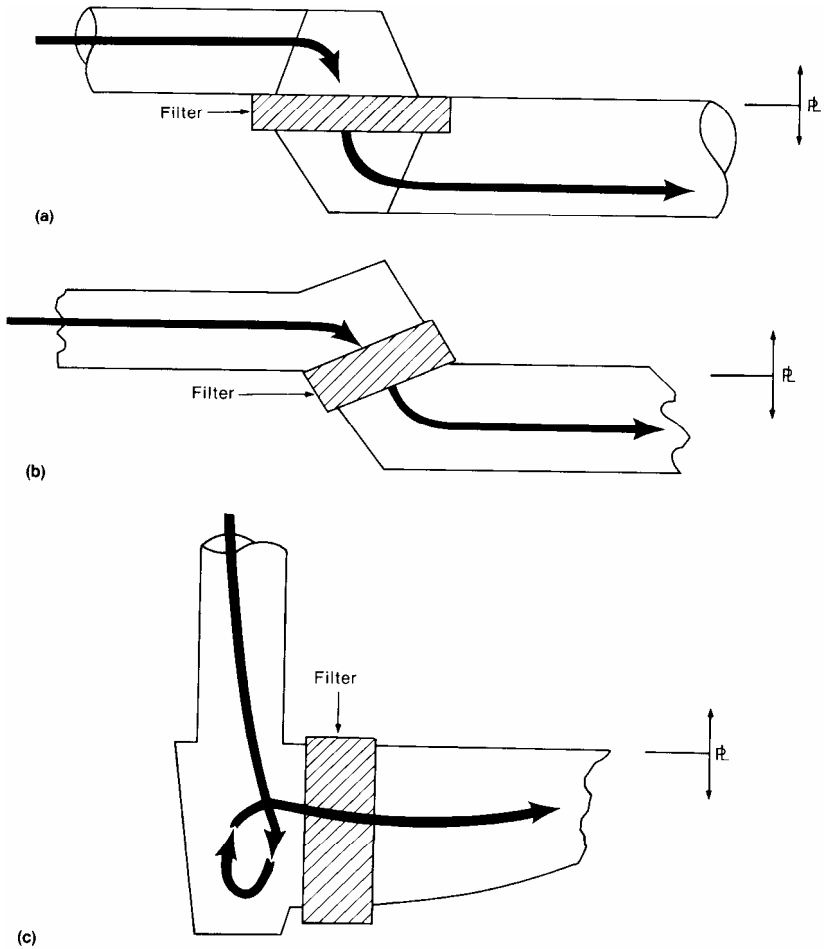
روشهای حذف آخال

شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری



روشهای حذف آخال



حذف اجباری

فیلتر کردن

انواع فیلتر

شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

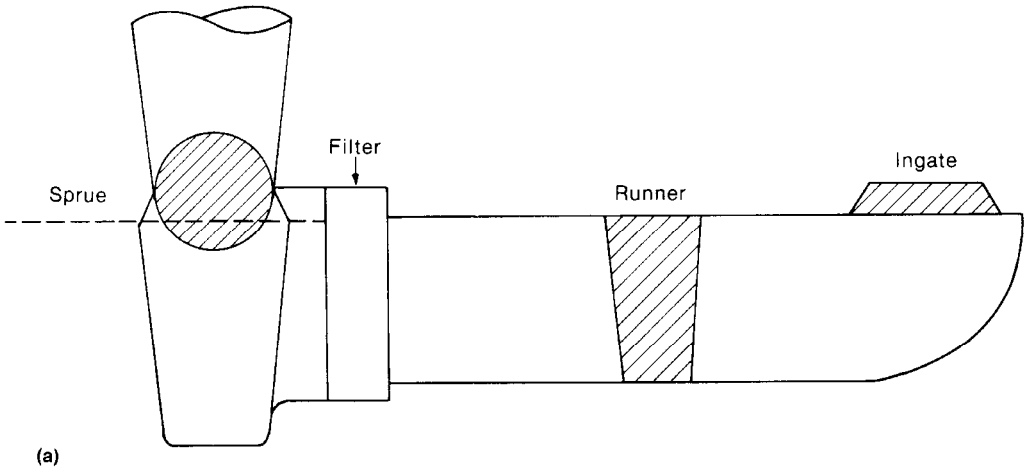
ب: در هنگام ریخته گری

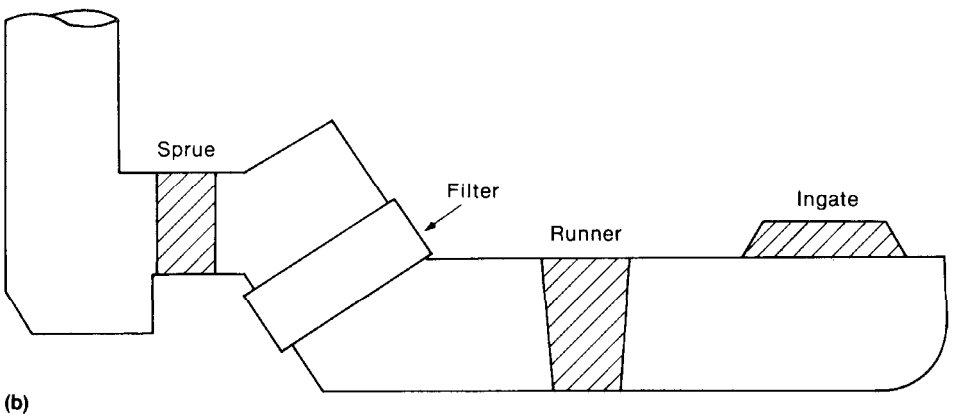
نحوه استقرار فیلتر در قالب

روشهای حذف آخال

حذف اجباری

فیلتر کردن





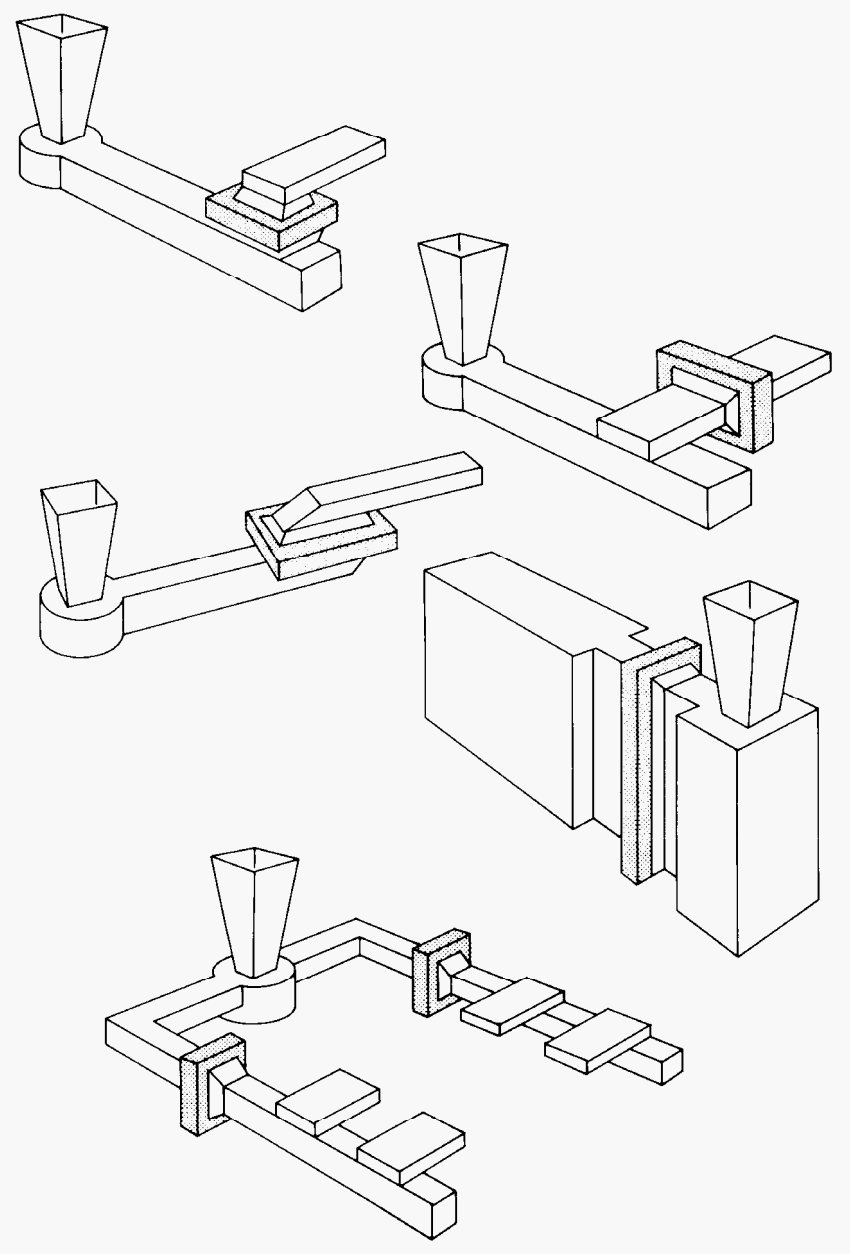
انواع فیلتر

شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

ب: در هنگام ریخته گری

نحوه استقرار فیلتر در قالب



روشهای حذف آخال

حذف اجباری

فیلتر کردن

انواع فیلتر

شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

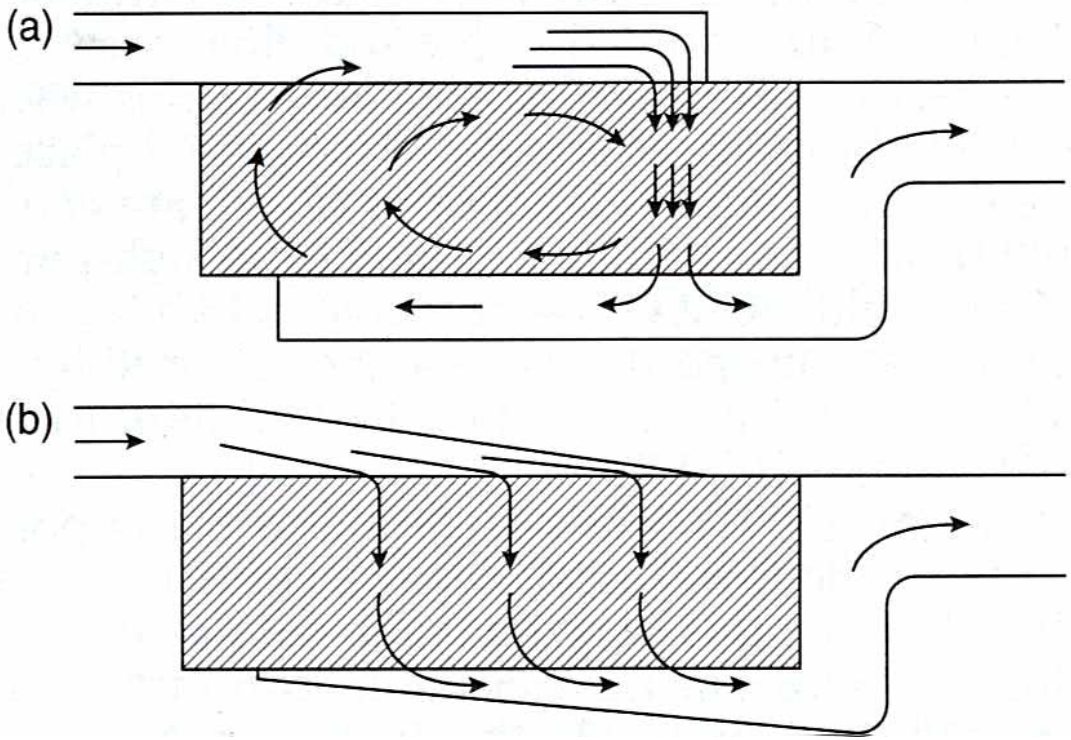
ب: در هنگام ریخته گری

نحوه استقرار فیلتر در قالب

روشهای حذف آخال

حذف اجباری

فیلتر کردن



انواع فیلتر

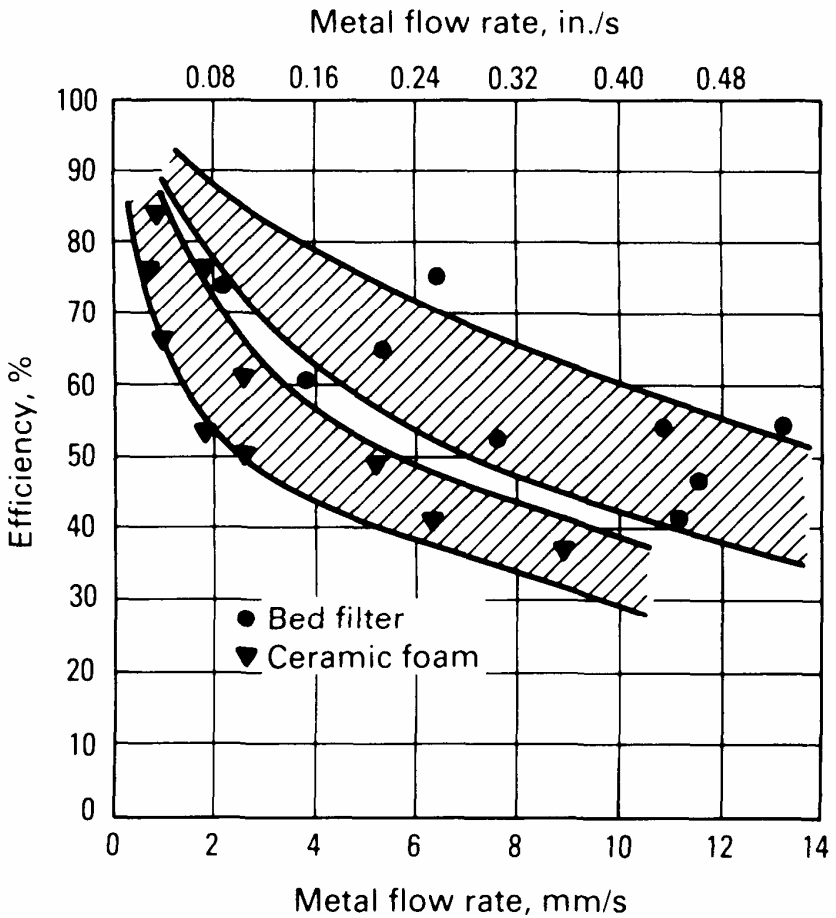
شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

ب: در هنگام ریخته گری

نحوه استقرار فیلتر در قالب

روشهای حذف آخال



حذف اجباری

فیلتر کردن

انواع فیلتر

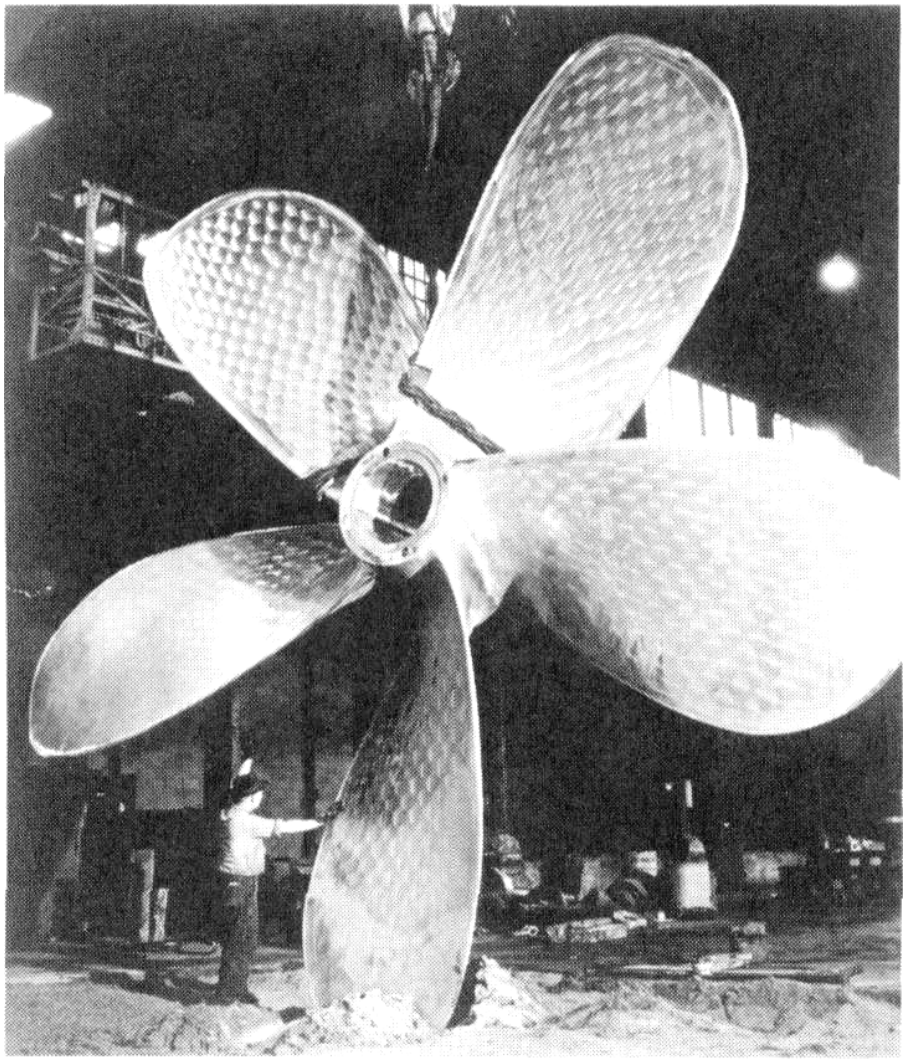
شرایط فیلتر کردن

الف: مذاب قبل از ریخته گری

ب: در هنگام ریخته گری

نحوه استقرار فیلتر در قالب

مثال صنعتی

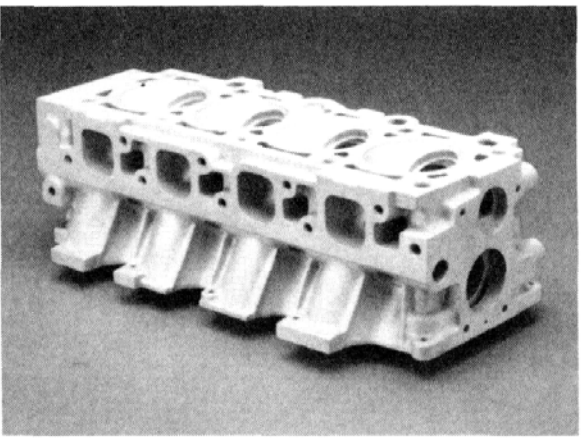


- قطعه نمایش داده شده از جنس آلومینیم برنز
- شیر مورد استفاده در یک زیردریایی

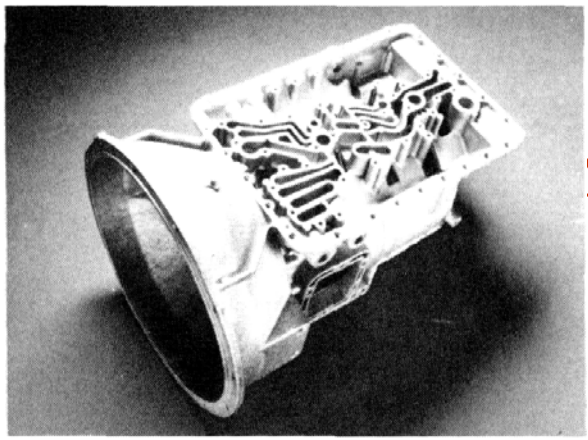
اهمیت حضور آخال در کارکرد قطعه

-خوردگی (pitting) کارکرد یک پروژه دکترا

مثال های صنعتی



(a)



(b)

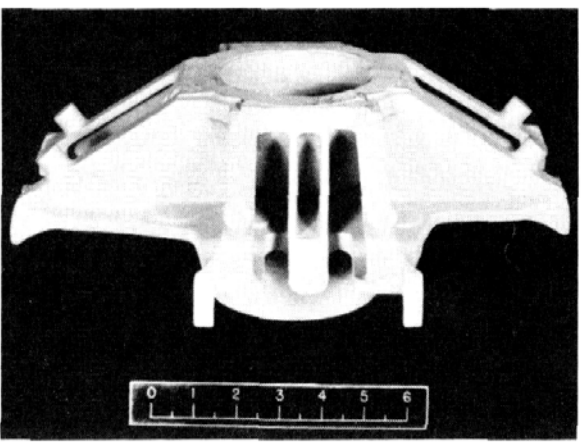
اهمیت حضور آخال در کارکرد قطعه

الف: اهمیت قطعه به لحاظ کمپرس شدید در قطعه- پل زدن اکسیدها- تنش حرارتی

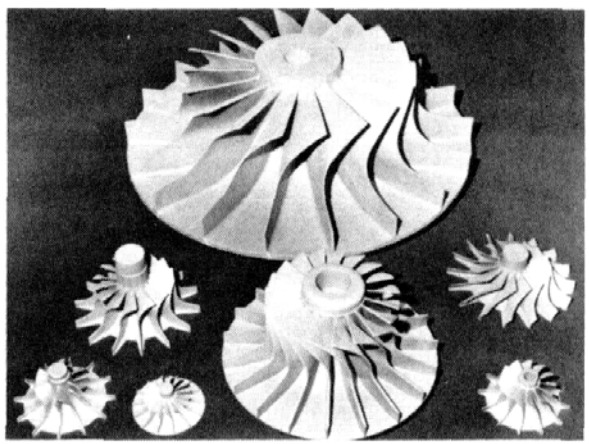
ب: سرعت حرکت سیال – و مسائل ناشی از آن – نمونه های مربوط به پوسته دینام در همین درس

پ: قطعه صنایع هوا-فضا

ت: شکل و اندازه پره ها و اثرات آخال



(c)



(d)