المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا
قسم النظم الالكترونية والميكانيكية

HIAST

طرائق السكب

Types of Casting

ما. باسل البحرة

المحاضرة رقم 7

لطلاب السنة الرابعة اختصاص ميكاترونكس
العام الدراسي 2021

الاربعاء 16 حزيران

السنة	الرابعة ميكاترونيكس
الفصل	Y21-T3
اسم المقرر	تكنولوجيا اللحام والسكب
رمز المقرر	M451
اسم المدرس	ما.باسل البحرة
رقم الجلسة	7
موضوع الجلسة	طرائق السكب
التاريخ	16/6/2021

طرائق السكب

Types of Casting

المحاضرة السابعة

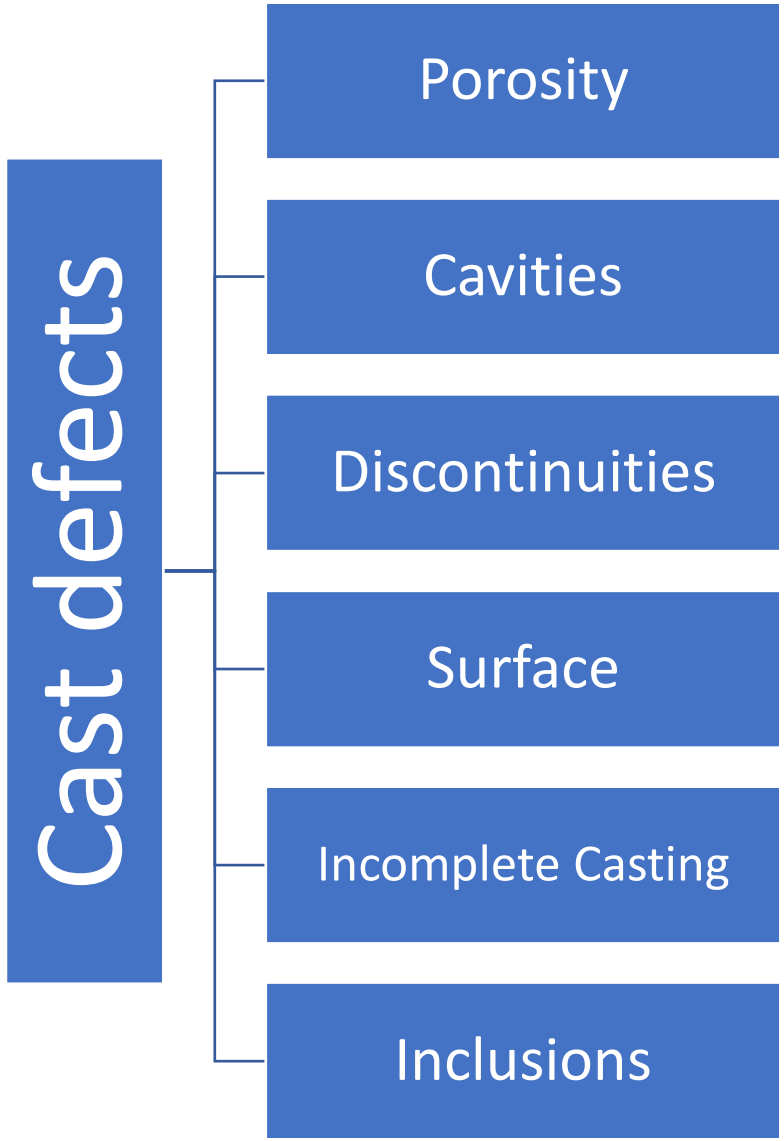
Types of Casting
طرائق السكب

Lecture Contents

- DEFECTS IN CASTING
  عيوب السكب
- types of Casting
  طرائق السكب
- sand casting
  السكب بالرمل

DEFECTS IN CASTING

عيوب الصب



International Committee of Foundry Technical Association

وفقًا للجنة الدولية للرابطة الفنية للمسبك ، يمكن أن تصنف العيوب في المسبوكات الى فئات

Gas Porosity

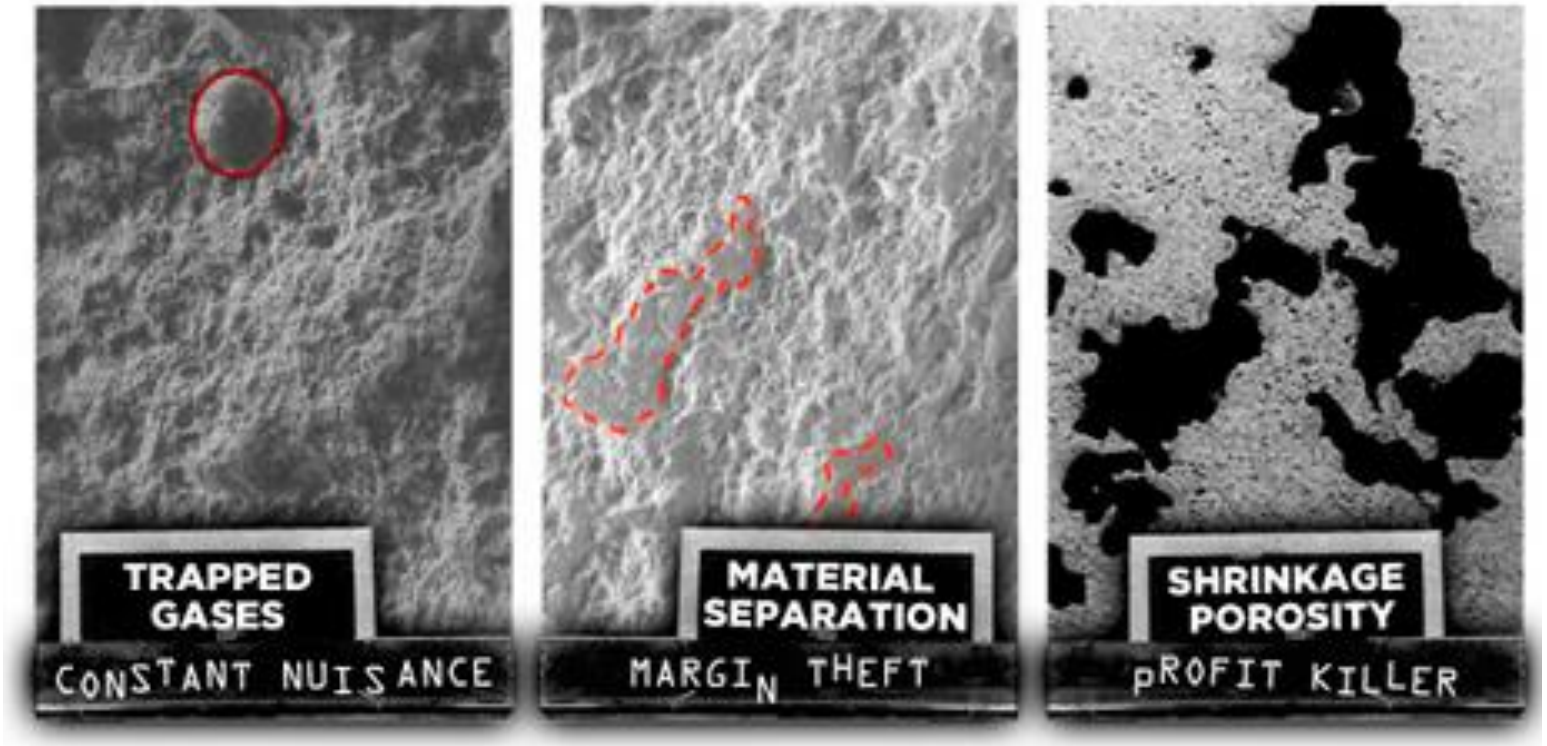
A Common Casting Defect

1

Porosity defect

عيوب المسامية

Porosity is the presence of holes, spaces, or gaps inside a solid Two main sources of porosity during casting are shrinkage and gas porosity



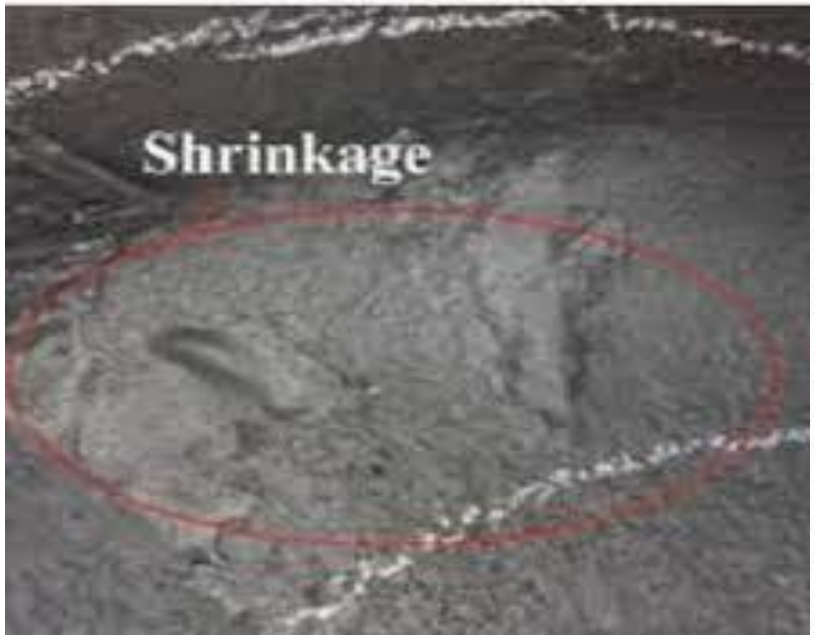
المسامية هي وجود ثقوب داخل معدن السكب النهائي ولها مصدران رئيسيان: هما الانكماش وانحباس الغاز في المعدن المنصهر

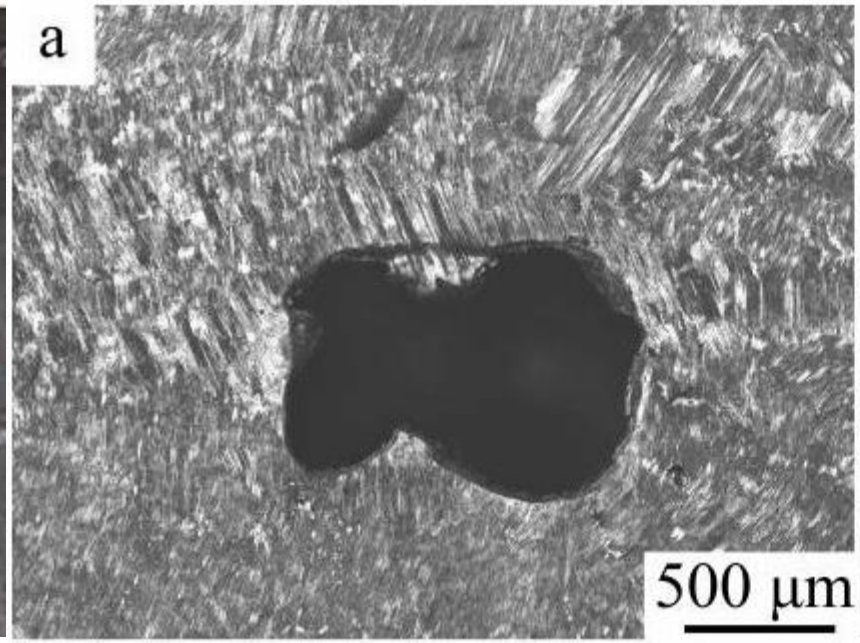
1

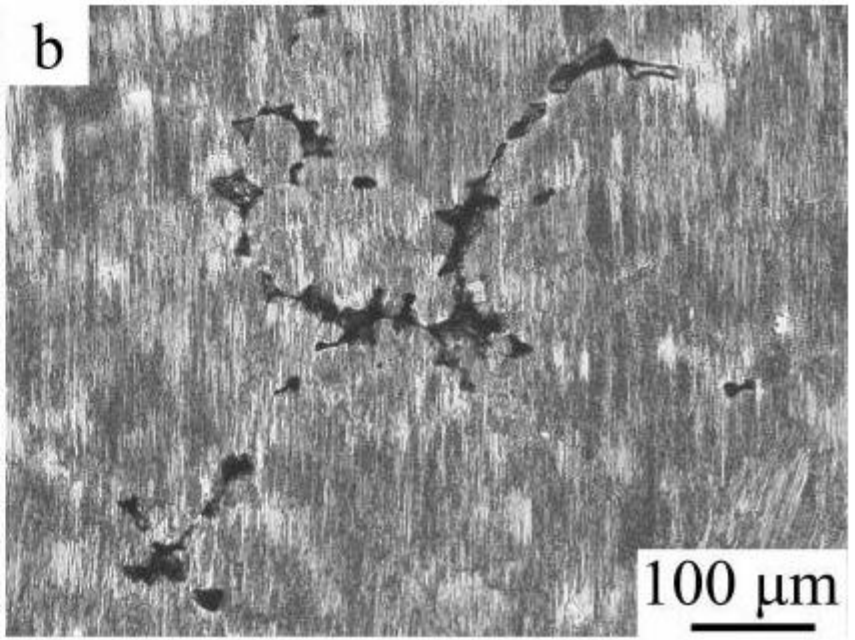
Porosity defect

عيوب المسامية

The first of these occurs due to the volume contraction between solid and liquid during solidification; if additional liquid is not supplied to compensate, then porosity will appear in the casting







يحدث الانكماش بسبب تقلص الحجم بين المادة الصلبة والسائلة أثناء التصلب ؛ إذا لم يتم توفير سائل إضافي للتعويض ، فستظهر المسامية في الصب

1

Porosity defect

عيوب المسامية

The most obvious porosity defects are caused by the entrapment of gases within the molten solution. Typically, hydrogen precipitates into melt by contact with the atmosphere or when there is too much moisture in the flux

تحدث المسامية بسبب انحباس الغازات داخل المعدن المنصهر، عادةً ما يترسب الهيدروجين في المعدن المنصهر عن طريق ملامسته للغلاف الجوي أو عندما يكون هناك الكثير من الرطوبة اثناء التدفق في القالب

1

Porosity defect

عيوب المسامية

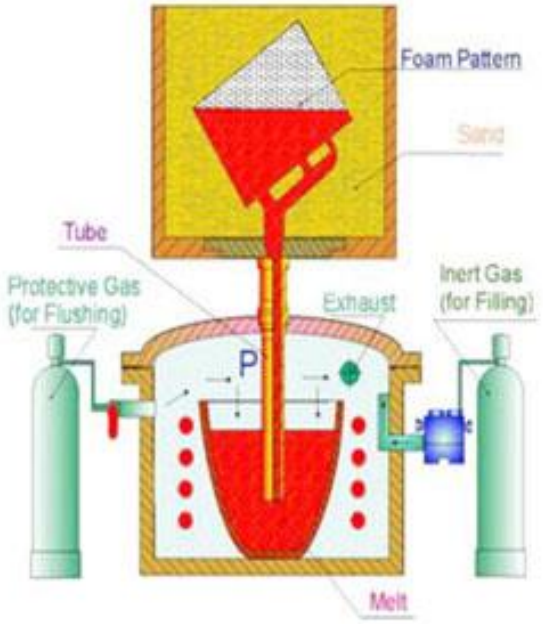
Since hydrogen is highly soluble in molten metal, it is best to avoid superheating metals beyond their melting temperature and to avoid holding the material in a molten state any longer than is required

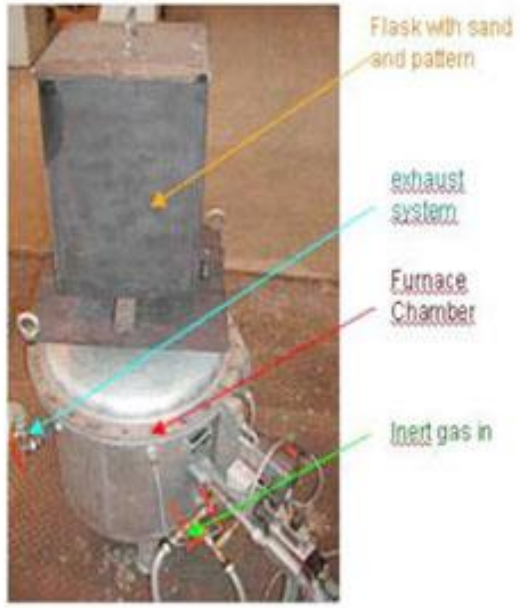
نظراً لأن الهيدروجين قابل للذوبان بدرجة عالية في المعدن المنصهر ،
فمن الأفضل تجنب الاحتفاظ بالمعادن في حالة منصهرة لفترة أطول مما
هو مطلوب

1

Porosity defect

عيوب المسامية





Gases can be scavenged from the molten metal by introducing an inert gas such as argon or nitrogen and bubbling it through the metal. To reduce the absorption of gases from the atmosphere, leaving any slag or dross, cover the molten metal until just prior to pouring it into the mold

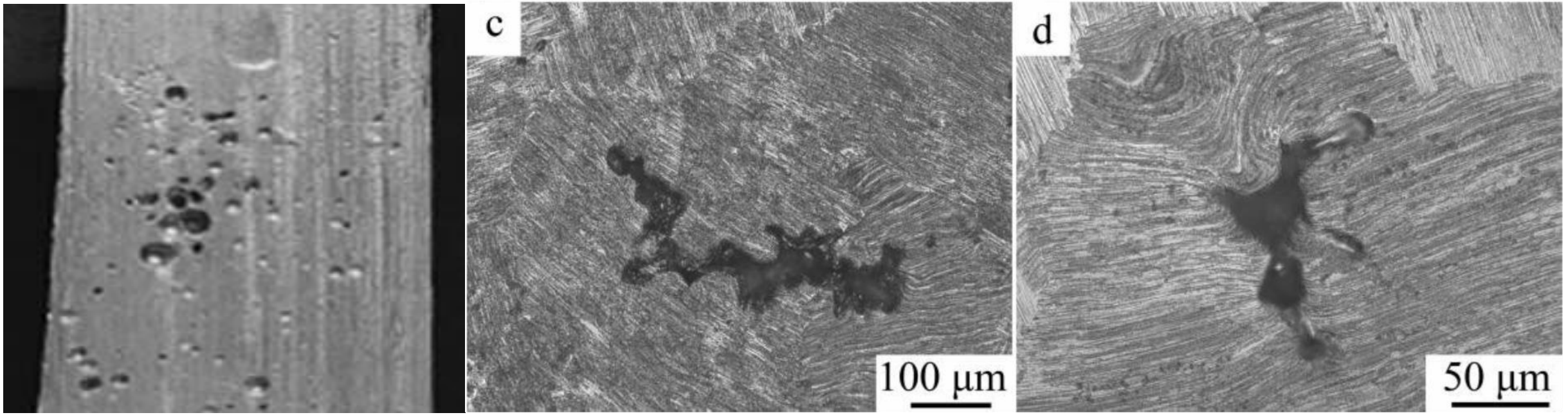
يمكن ابعاد الغازات عن المعدن المنصهر عن طريق إدخال غاز خامل مثل الأرجون أو النيتروجين واحاطته للمعدن لتقليل امتصاص الغازات من الغلاف الجوي

1

Porosity defect

عيوب المسامية

Porosity is detrimental to the ductility of a casting and its surface finish, making it permeable and thus affecting the pressure tightness of a cast pressure vessel

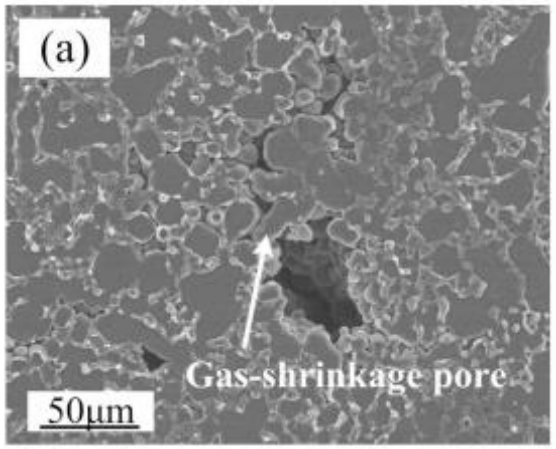


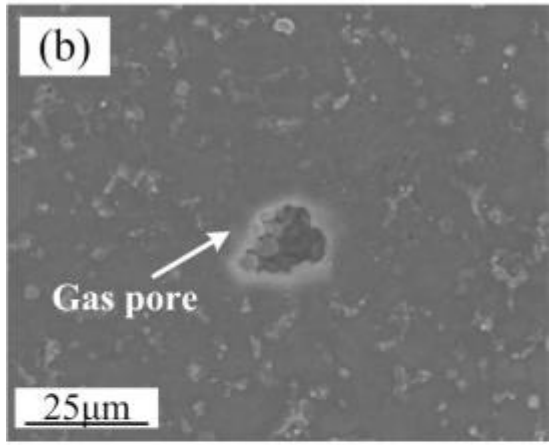
تؤثر المسامية على ليونة السكب وسطحه نهائي، مما يجعلها قابلة للاختراق وبالتالي تؤثر على قوة الشد وتضعف من الخصائص الميكانيكية للمنتج النهائي

1

Porosity defect

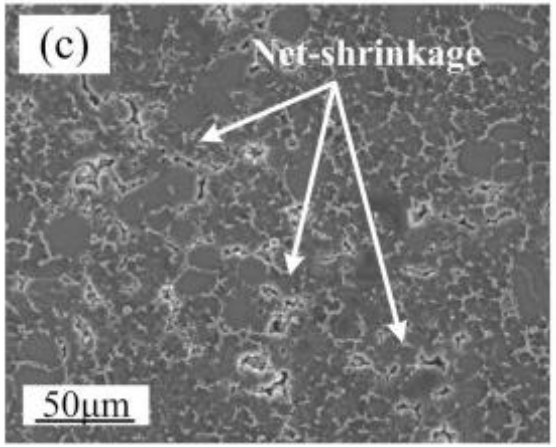
عيوب المسامية

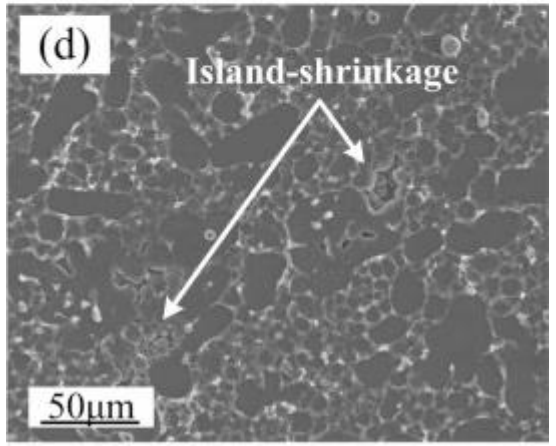




الخسارة في خصائص السكب المقاسة باختبار الشد tensile test تعكس مقدار المسامية في الصب نظراً لأن المسامات تصبح مناطق ذات تركيز إجهاد أعلى ، فإن النسبة المئوية لفقدان الخواص تصبح أكبر عندما تكون عدد المسامات أكبر

يمكن أن يحدد الفحص المعدني توضع واماكن المسامات الموجودة في الصب، مثلاً يفيد اختبار UT و RT في الاختبارات اللاتلافية NDT لتحديد اماكن وجود المسامات وابعادها في المنتج النهائي

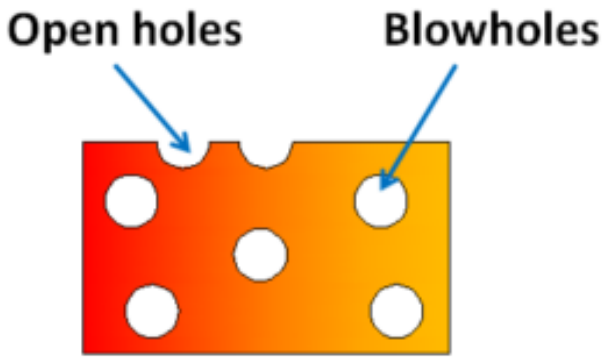




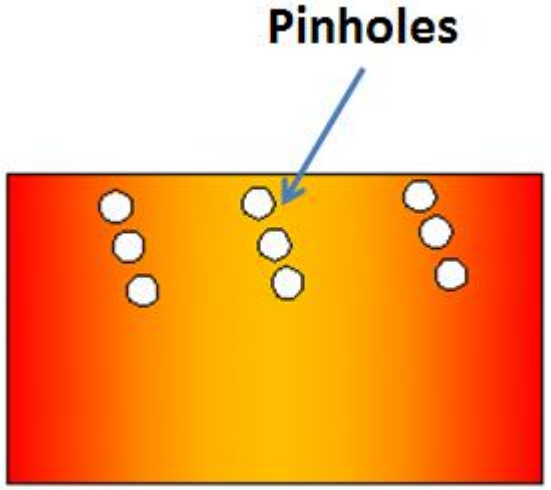
2

Cavities Defects

عيوب التجاويف



Cavities consist of rounded or rough internal or exposed cavities, including blowholes, pinholes, and shrinkage cavities



عيوب التجاويف مكونة من تجاويف داخلية أو مكشوفة مستديرة أو خشنة ، بما في ذلك تجاويف الانكماش

Cavities Defects

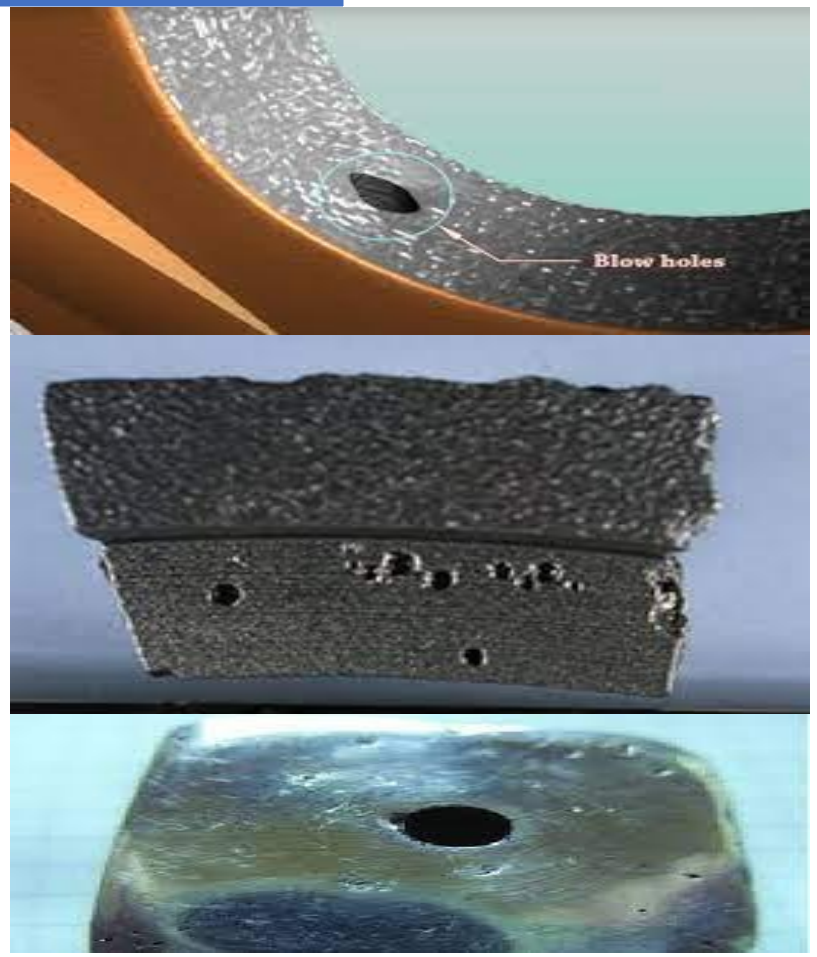
عيوب التجاويف

Possible causes:

- **Dissolved gases are released during solidification.**
- **Excessive moisture in molds or cores.**
- **Excessive amounts of additives containing hydrocarbons.**
- **Insufficient evacuation of air and gas from the mold cavity.**

الأسباب المحتملة:

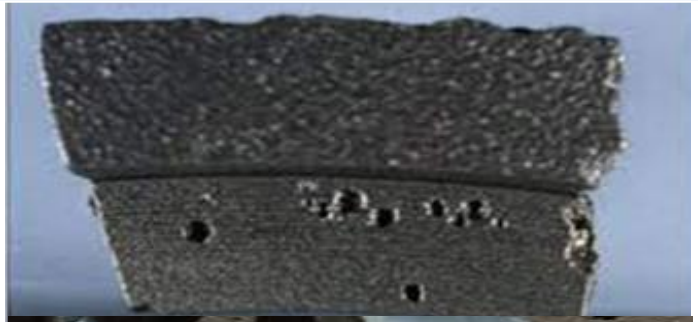
- إطلاق الغازات المذابة أثناء التصلب
- الرطوبة الزائدة في القوالب أو النوى
- الكميات المفرطة من المواد المضافة المحتوية على الهيدروكربونات
- الإخلاء غير الكافي للهواء والغاز من تجويف القالب



2

Cavities Defects

عيوب التجاويف



Remedies:

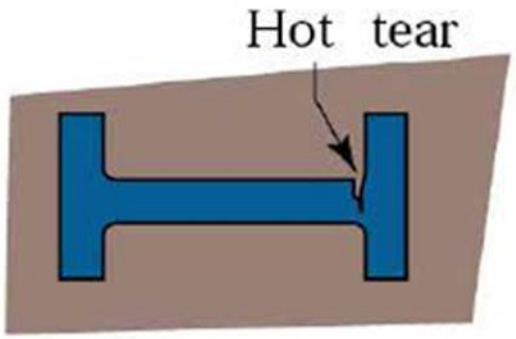
- **Increasing permeability of mold and cores.**
- **Avoiding improper gating systems.**
- **Increasing metal pouring temperature.**

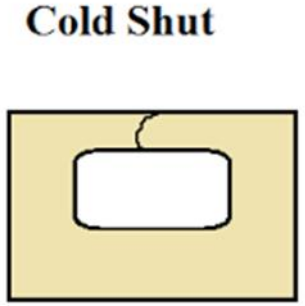
العلاجات:

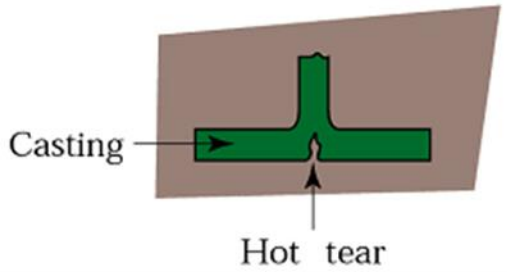
- زيادة نفاذية النوى والقالب.
- تجنب أنظمة البوابات غير الملائمة.
- زيادة درجة حرارة صب المعادن.

Discontinuities Defects

عيوب الانقطاعات







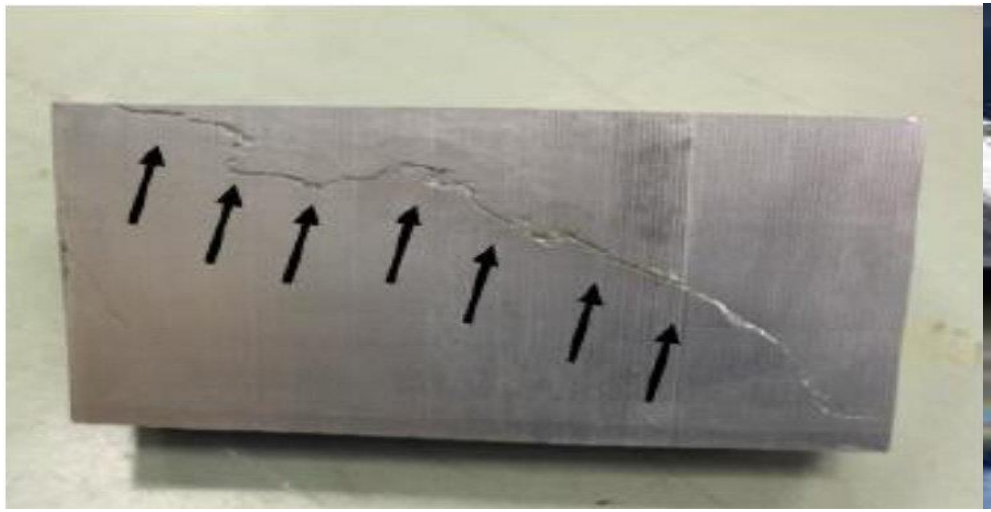
Discontinuities include cracks, cold or hot tearing, and cold shuts.

تشمل حالات التشقق والتمزق البارد أو الساخن والاغلاق البارد

3

Discontinuities Defects

عيوب الانقطاعات



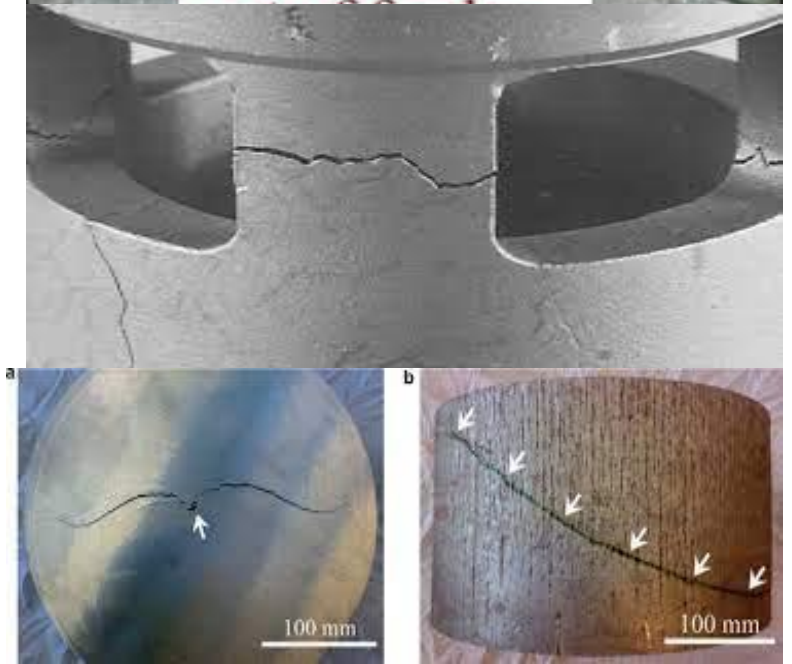
Possible causes:

- **Damage to the casting while hot, due to rough handling or excessive temperature at shakeout.**

الأسباب المحتملة: تضرر السكب أثناء السخونة بسبب المعالجة الخشنة أو درجة الحرارة الزائدة عند الهز لفصل القالب عن المنتج النهائي

Discontinuities Defects

عيوب الانقطاعات



Remedies:

- **Care in shakeout and in handling the casting while it is still hot.**
- **Sufficient cooling of the casting in the mold.**

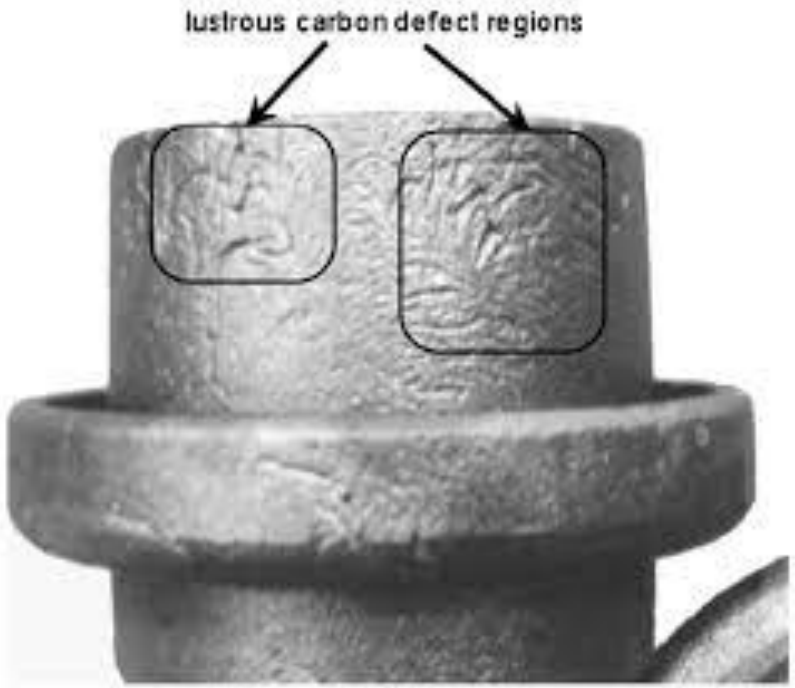
العلاجات:

- العناية بالهز اثناء ازالة القالب وتجنب التعامل مع الصب بينما لا يزال ساخنا.
- التبريد الكافي للصب في القالب.

Surface Defectives

عيوب السطح

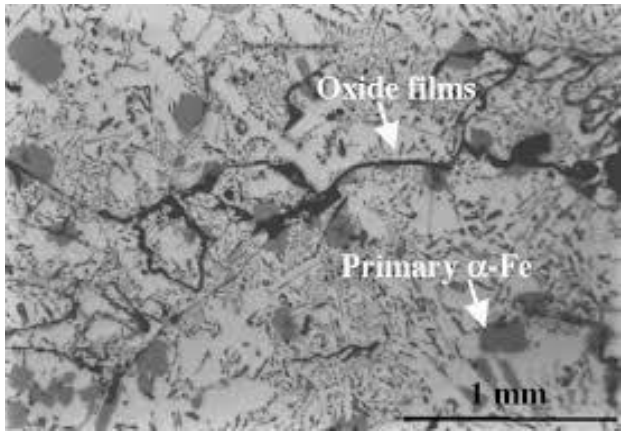
Defective surfaces are ones that have folds, laps, scars, adhering sand layers, or oxide scale



الأسطح المعيبة هي تلك التي تحتوي على طيات أو لفات أو ندوب أو طبقات رملية ملتصقة

Surface Defectives

عيوب السطح



Possible causes:

- **Oxide films that lodge at the surface, partially marking the paths of metal flow through the mold.**
- **Metal, flask or both being too hot.**

الأسباب المحتملة:

- أغشية الأكسيد التي تتسرب إلى السطح ، مما يشير جزئيا إلى مسارات تدفق المعدن عبر القالب.
- ارتفاع درجة حرارة المعدن أو جسم القالب أو كليهما.

2

Surface Defectives

عيوب السطح

Remedies:

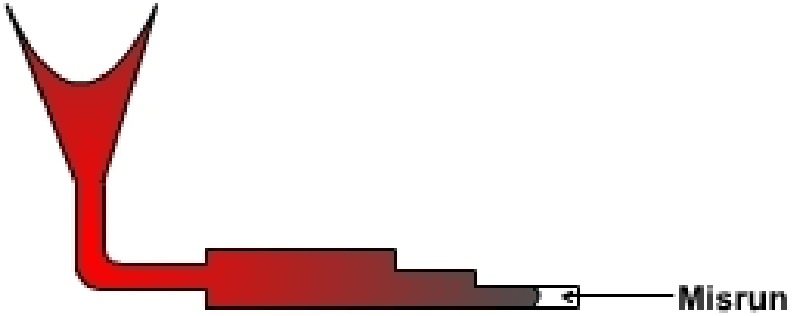
- **Increasing mold temperature.**
- **Lowering the pouring temperature.**
- **Modifying gate size and location .**

العلاجات:

- زيادة درجة حرارة القالب
- خفض درجة حرارة الصب
- تعديل حجم البوابة وموقعها

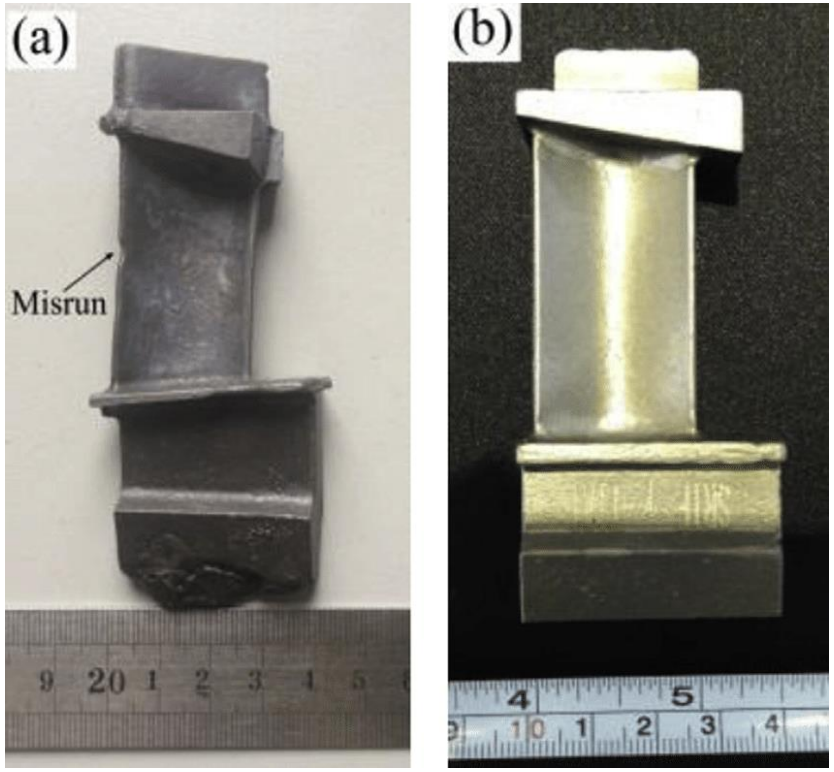
Incomplete Casting Defectives

عيوب عدم اكتمال السكب



Misruns

Incomplete casting, such as misruns due to premature solidification insufficient volume of metal poured, and runout due to loss of metal from mold after pouring



عيوب عمليات الصب غير المكتملة بسبب التصلب المبكر والحجم غير الكافي للمعدن المصبوب

5

Incomplete Casting Defectives

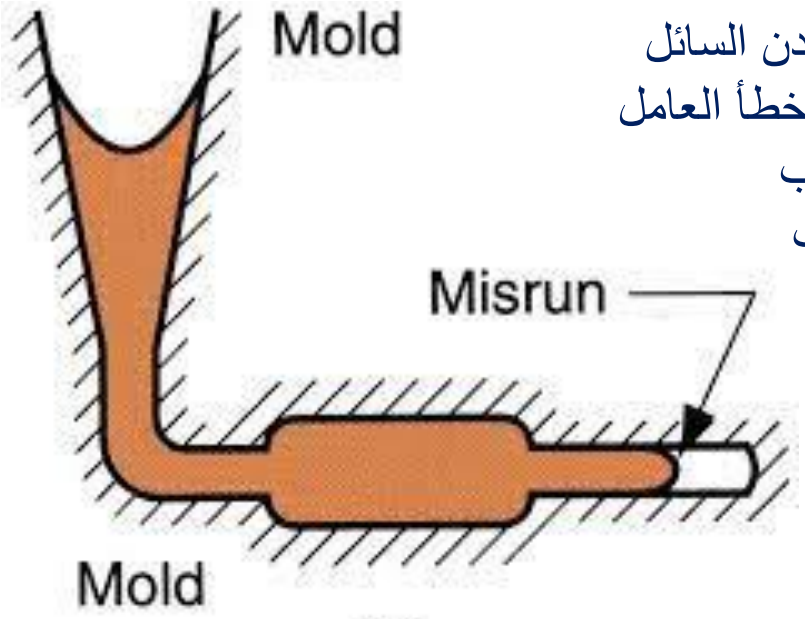
عيوب عدم اكتمال السكب

Possible causes:

- **Insufficient quantity of liquid metal in the ladle.**
- **Premature interruption of pouring due to workman's error.**
- **Metal too cold when cast.**
- **Mold too cold when cast.**

الأسباب المحتملة:

- عدم وجود كمية كافية من المعدن السائل
- الانقطاع المبكر للصب بسبب خطأ العامل
- المعدن شديد البرودة عند الصب
- القالب شديد البرودة عند الصب



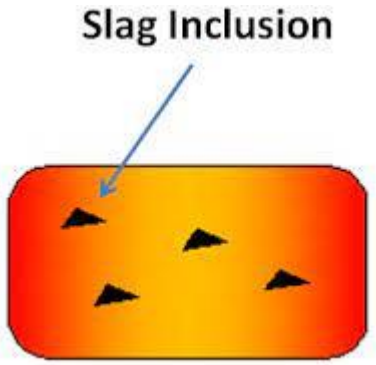
(a)

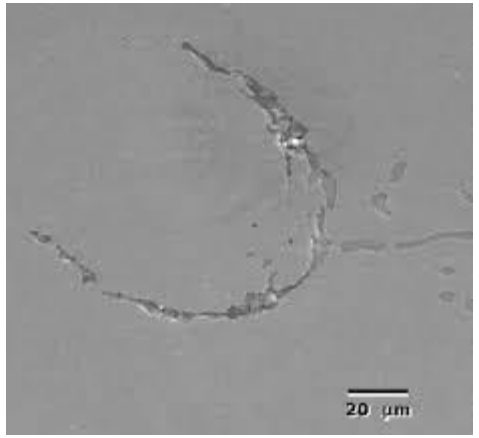
6

Inclusion Defectives

عيوب المتضمنات

Inclusions form during melting, solidification, and molding. Generally nonmetallic, they are regarded as harmful because they act as stress raisers and reduce the strength of the casting. They can be filtered out during processing of the molten metal. Inclusions may form during melting because of reaction of the molten metal with the environment (usually oxygen) or the crucible material.





تتشكل المتضمنات أثناء الذوبان والتصلب والقولبة عادة تكون غير معدنية بشكل عام ، وتعتبر ضارة لأنها تقلل من قوة الصب. يمكن ازالتها بالفلترة أثناء معالجة المعدن المنصهر وايضا قد تتشكل الشوائب أثناء الانصهار بسبب تفاعل المعدن المنصهر مع الأكسجين أو مادة البوتقة.

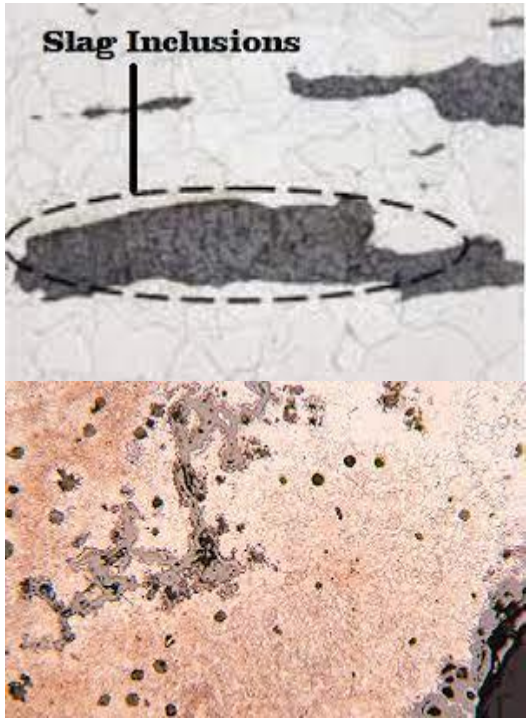
6

Inclusion Defectives

عيوب المتضمنات

Possible causes:

- **Combinations formed as intermetallics between the melt and metallic impurities foreign impurities.**
- **Charge materials or alloy additions that have not completely dissolved in the melt.**
- **Contaminants in wax pattern.**



الأسباب المحتملة:

- الشوائب الغير منصهرة
- إضافات السبائك التي لم تذوب تماما في المصهور.
- الملوثات من نمط الشمع.

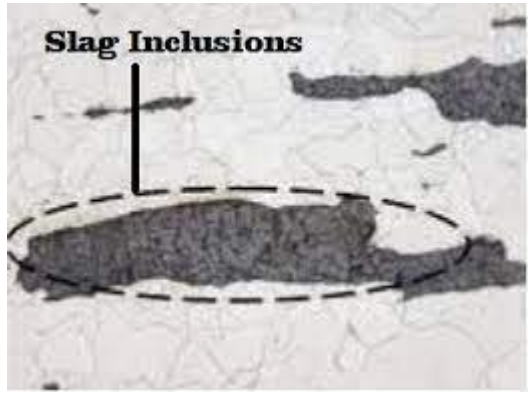
6

Inclusion Defectives

عيوب المتضمنات

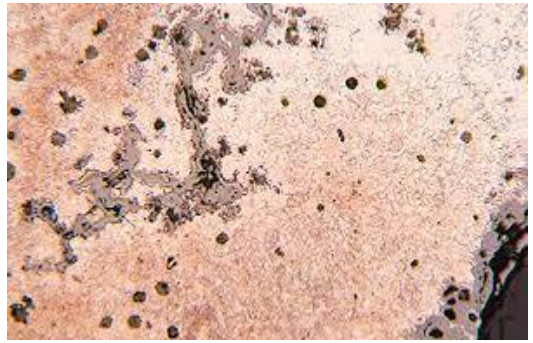
Remedies:

- Assuring that charge materials are clean and eliminating foreign metals.
- Using small pieces of alloying material and master alloys in making up the charge.
- Being sure that the bath is hot enough when making the additions.
- Not making additions too near to the time of pouring.



العلاجات:

- التأكد من نظافة المواد المشحونة والقضاء على المعادن الغريبة
- استخدام قطع صغيرة من مواد صناعة السبائك والسبائك الرئيسية في تكوين الشحنة
- التأكد من أن الحمام ساخن بدرجة كافية عند عمل الإضافات
- عدم عمل الإضافات بالقرب من وقت الصب



Personnel Requirements for NDT inspection:

Qualifications:

- Personnel carrying out NDT are to be qualified and certified to at least Level II of a recognized certification scheme such as EN 473, ISO 9712 or ASNT-TC-1A/ ISNT.

- Personnel responsible for the NDT activity including approval of procedures are to be qualified and certified to Level III of ISNT/ASNT.

Ultrasonic Testing

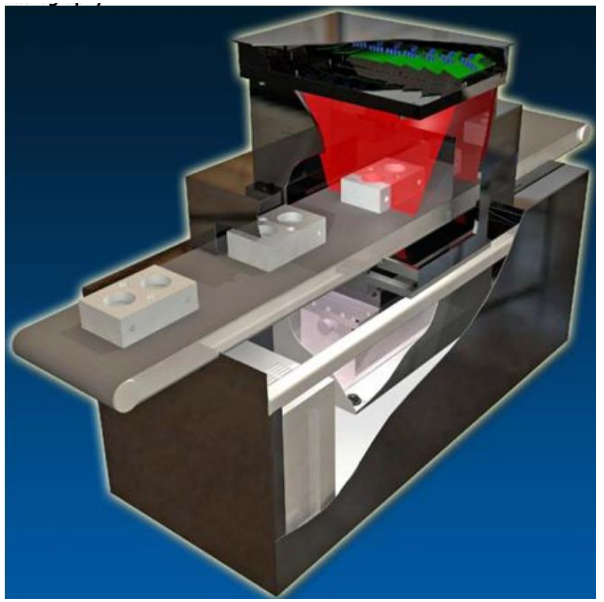
Examination Procedures

5.1 Visual Inspection

5.2 Surface Crack Detection

5.3 Volumetric Inspection

Visual Testing



Radiography Testing

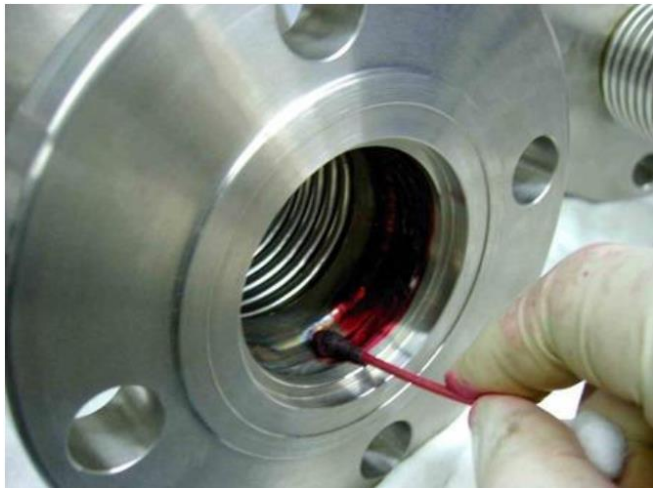
Acceptance Criteria

Visual Inspection: All castings are to be free of cracks, crack-like indications, hot tears, cold shuts or other injurious indications. Thickness of the remains of sprues or risers is to be within the casting dimensional tolerance.
Additional magnetic particle, dye penetrant or ultrasonic testing may be required for a more detailed evaluation of surface irregularities at the request of the Surveyor

5.2 Surface Crack Detection: Surface Crack Detection The following definitions relevant to indications apply: Linear indication - Non-linear indication - Aligned indication - Open indication - Non-open indication Relevant indication

5.3 Volumetric Inspection: Acceptance criteria for ultrasonic testing are identified in Table 2 as UT1 and UT2

Magnetic Particle Testing



Penetrant Testing

Table 2 : Ultrasonic acceptance criteria for steel castings

Quality Level	Allowable disc shape according to DGS [1] [mm]	Max. number of indications to be registered [2]	Allowable length of linear indications [mm] [3]
UT1	> 6	0	0
UT2	12 – 15 > 15	5 0	50 0

Notes:

1) DGS : distance-gain-size
2) Grouped in an area measuring 300 x 300 [mm]
3) Measured on the scanning surface.

Table I-1 Acceptance Criteria for Thickness per Para. I-2.1

Discontinuity Type	Category	Acceptable Comparative Plate ASTM E446
Gas	A	A2
Sand	B	B3
Shrink, Type 1	C	CA2
Shrink, Type 2	C	CB3
Shrink, Type 3	C	CC3
Shrink, Type 4	C	CD3
Hot tears and cracks	D & E	None
Inserts (chills, chaplets)	F	None

Table I-3 Acceptance Criteria for Thickness per Para. I-2.3

Discontinuity Type	Category	Acceptable Comparative Plate ASTM E280
Gas porosity	A	A3
Sand and slag inclusions	B	B3
Shrink, Type 1	C	CA3
Shrink, Type 2	C	CB3
Shrink, Type 3	C	CC3
Crack	D	None
Hot tear	E	None
Insert	F	None

Type of Casting
طرائق السكب

Types of casting

طرائق السكب

- Expendable mold
  - Sand casting
  - Investment casting
  - Slell casting
  - plaster casting
- Nonexpendable mold
  - Permanent casting
  - Centrifugal casting
  - Continuous casting

Sand casting

Sand casting is a metal-forming process in which a molten metal compound is poured into a sand mold to produce a workpiece’s desired shape.

صب الرمل هو عملية صب المعدن المنصهر في قالب رملي لإنتاج الشكل المطلوب

Sand Casting

Advantages

- ✓ Quick Turnaround
- ✓ Low tooling dollars
- ✓ Low to high volume capable
- ✓ Many vendors available
- ✓ Easy to revise tooling
- ✓ Process/Equipment is easily scalable to large parts

Disadvantages

- – Minimum wall is 3/16” + draft required
- – 250-400 RMS finish
- – Limited definition of features and details
- – Loose tolerances often require secondary machining.

Plaster casting

Plaster mold casting is a metalworking casting process similar to sand casting except the molding material is plaster of Paris instead of sand.

صب الجص هو عملية صب المعدن المنصهر في قالب من الجص لإنتاج الشكل المطلوب

Plaster Mold Casting

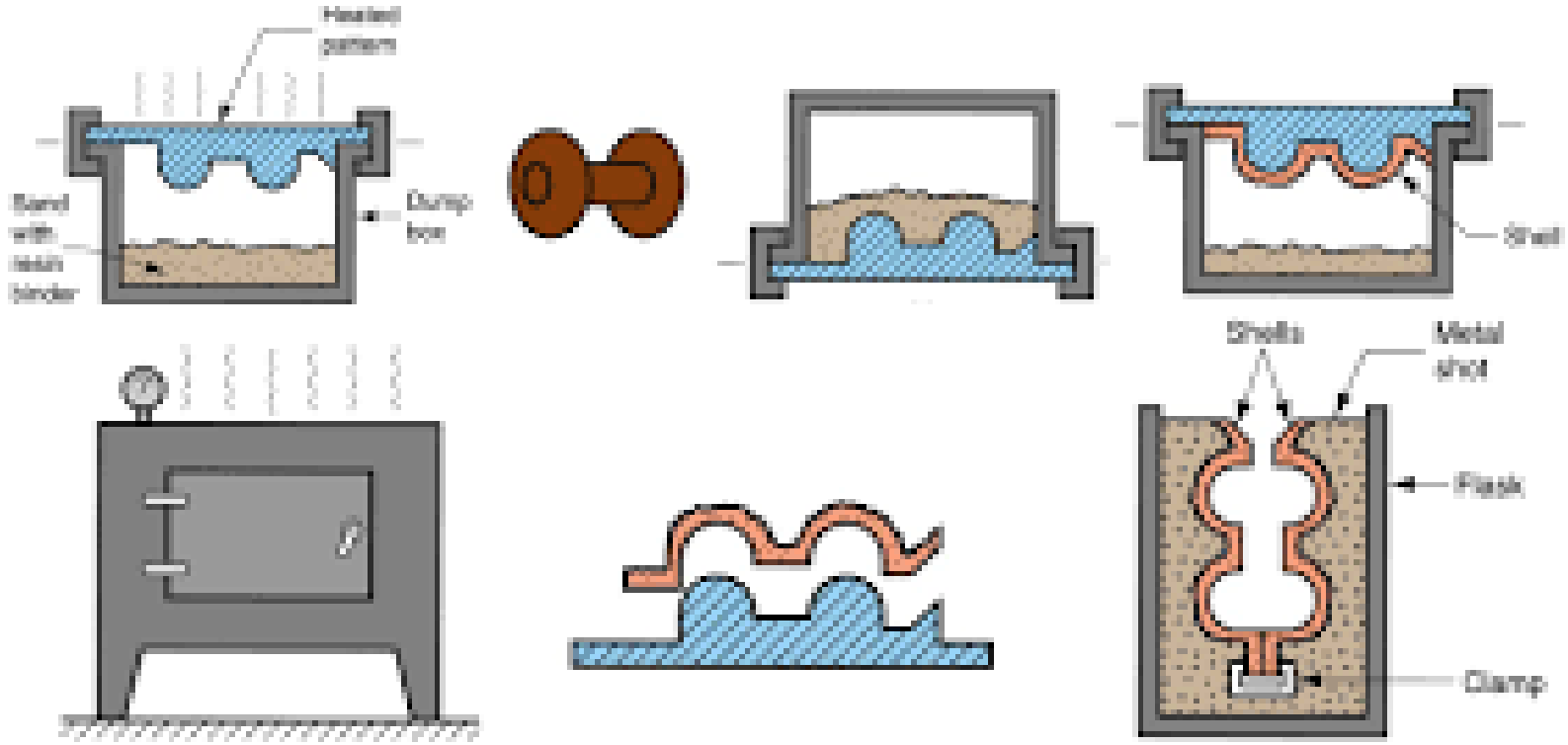
Advantages

- ✓ Low Tooling Cost.
- ✓ Good for prototyping of diecastings
- ✓ Vendors typically "agile" to leadtime and revisions.

Disadvantages

- – Unit prices are higher than sand and -V- Process.
- – Daily output limited to low quantities
- – Poor plating and pressure tightness due to gas porosity.

shell casting

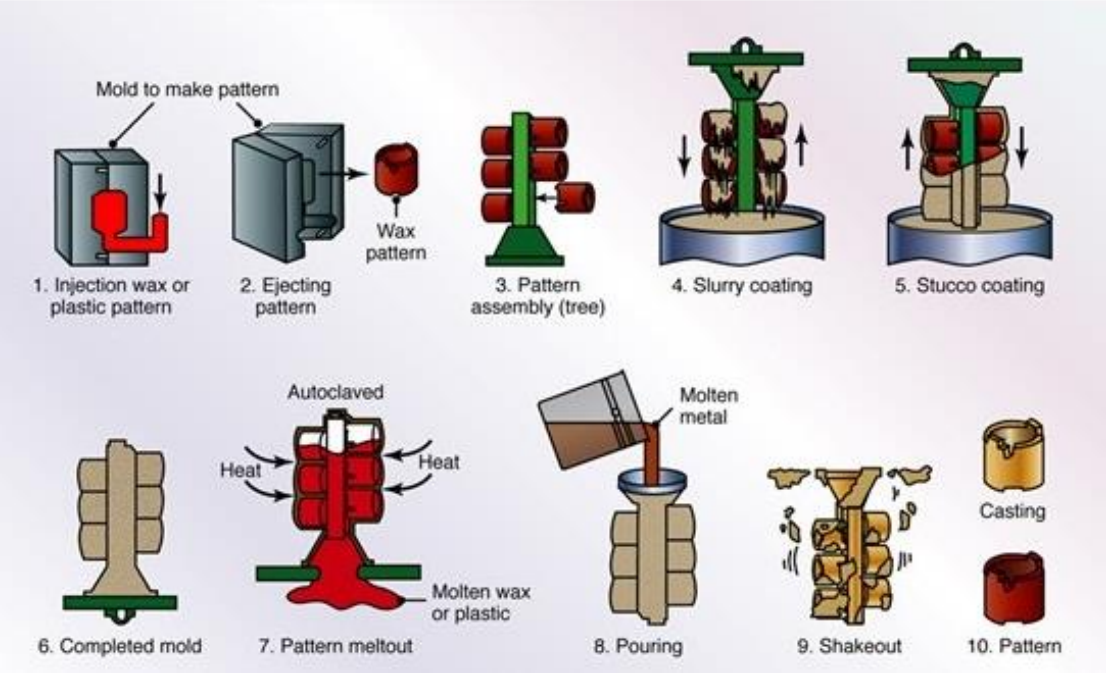


يكون القالب عبارة عن قشرة رقيقة الجدران تم إنشاؤها من تطبيق خليط من الرمل والراتنج لإنتاج الشكل المطلوب

Advantages and Disadvantages

- Advantages of shell molding:
  - Smoother cavity surface permits easier flow of molten metal and better surface finish
  - Good dimensional accuracy - machining often not required
  - Mold collapsibility minimizes cracks in casting
  - Can be mechanized for mass production
- Disadvantages:
  - More expensive metal pattern
  - Difficult to justify for small quantities

Investment casting



صب الشمع المفقود من خلال تشكيل نموذج من الشمع ثم يكسى بمادة تصلح لعمل القالب وتسخن فينصهر الشمع ويسيل الى الخارج من الثقوب المعدة لادخال المعدن المنصهر في القالب ليصب فيه المعدن المنصهر للحصول على المنتج المطلوب

Investment Casting

Advantages

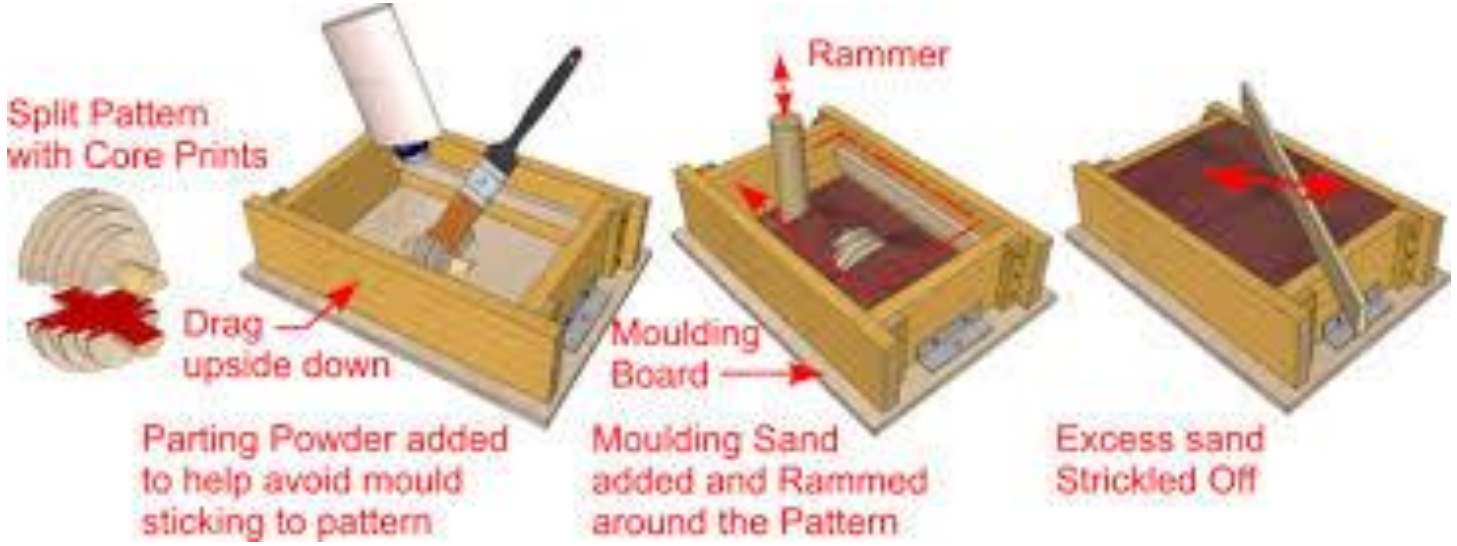
- ✓ Thin wall
- ✓ Unlimited design freedom
- ✓ Accurate, fine details
- ✓ Smooth surface finish (125 RMS)
- ✓ Relatively low tooling costs.
- ✓ SLA and 3d Printer output can be used as patterns for Rapid Prototypes.

Disadvantages

- – Highest casting unit price
- – Not shortest leadtime for production tool and parts
- – Not appropriate for most large parts (>16”)

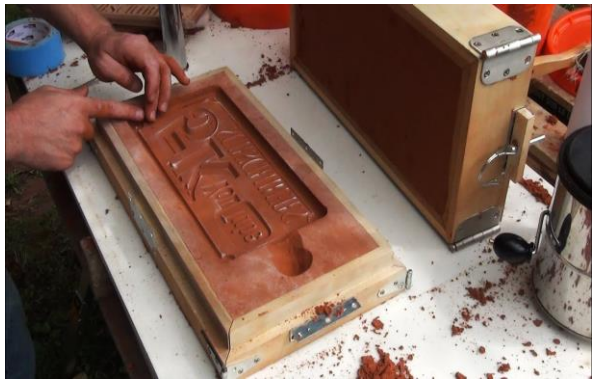
Sand Casting
السكب بالرمل

Sand casting



Sand casting

السباكة الرملية هي عبارة عن عملية صب المعدن في قوالب مصنوعة من الرمل حيث يتم الحصول تجويف القالب من خلال نموذج يمثل شكل السبيكة المطلوب صبها، وتستخدم هذه الطريقة في انتاج معظم المسبوكات وهي اوسع طرق السباكة انتشاراً وتتم عملية السباكة على عدة مراحل كما يلي:



النموذج Pattern:

تتمثل الخطوة الأولى في عملية الصب بالرمل إنشاء النموذج، في القوالب القابلة للاستهلاك يجب تنفيذ هذه الخطوة لكل عملية صب. يتم تشكيل النموذج pattern وهو نسخة طبق الأصل من المنتج المطلوب

Sand casting

القالب Molding :

تتمثل الخطوة الثانية تشكيل القالب الرملي عن طريق تعبئة الرمل في كل نصف من القالب حول النموذج pattern وعند إزالة النموذج يبقى التجويف الذي سيشكل الصب، أي سمات داخلية للصب لا يمكن تشكيلها بواسطة النموذج يتم تشكيلها بواسطة نوى منفصلة Cores.

Sand casting

الصب pouring :

المرحلة الثالثة صب المعدن المنصهر في القالب ويجب سكب ما يكفي من المعدن المنصهر لملء التجويف بأكمله وجميع القنوات في القالب مع الانتباه لزمن الصب من أجل منع التصلب المبكر لأي جزء من المعدن وتحقيق التدفق وفق السيولة المناسبة.

Sand casting

التبريد cooling :

المرحلة الرابعة التبريد - سيبدأ المعدن المنصهر الذي سكب في القالب بالتبريد والتصلب بمجرد دخوله إلى التجويف وعندما يملأ التجويف بأكمله ويصلب المعدن المنصهر ، يتم تشكيل الشكل النهائي للصب، لا يمكن فتح القالب حتى انقضاء وقت التبريد. يمكن تقدير وقت التبريد المطلوب بناءً على سمك جدار الصب ودرجة حرارة المعدن. معظم العيوب المحتملة التي يمكن أن تحدث هي نتيجة لعملية التصلب، إذا تم تبريد بعض المعدن المنصهر بسرعة كبيرة ، فقد يظهر على الجزء انكماش أو تشققات أو أقسام غير مكتملة.

Sand casting

الازالة لرمل القالب Sand removal :

المرحلة الخامسة الإزالة ـ بعد مرور وقت التصلب المحدد مسبقاً ، يمكن ببساطة كسر قالب الرمل وإزالة الصب، عادة ما يتم تنفيذ هذه الخطوة، التي تسمى أحيانًا بالهز بمجرد الإزالة، من المحتمل أن يكون هناك بعض طبقات الرمل والأكسيد الملتصقة بالسطح يجب ازالتها.

Sand casting

الفحص Inspection:

المرحلة الأخيرة إجراء فحص للمنج حيث يتم اولا اختبار الفحص البصري Visual inspection وبقية الاختبارات حسب طبيعة استخدام المنتج وفقاً للمعايير المناسبة للقبول والرفض ويكتب التقرير النهائي.

Sand casting

Basically, sand casting consists of six production steps:

Pattern. Preparing and placing a pattern having the shape of the desired workpiece.
Molding. Making a mold and incorporating a gating system using a molding machine.
Pouring. Pouring the molten compound metal into the mold.
Cooling. Cooling and solidifying the metal in the mold to form a desired shape.
Sand removal. Removing sand and scales from the surface of a separated workpiece, and removal of risers and gates.
Inspection. Performing in-process inspection in accordance with standards.

conclusions

Defects in casting

عيوب السكب

Types of Casting

طرائق السكب

Sand casting

السكب بالرمل

نهاية المحاضرة السابعة