وزارة التعليم والبحث العالي
جامعة بابل كلية هندسة المواد
قسم المعادن

تصنيع نموذج بطريقة السباكة الرملية ودراسة خواصه الميكانيكية

بحث التخرج مقدم الى قسم المعادن /جامعة بابل كلية هندسة المواد وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

بأشراف الأستاذ المساعد
خالد مطشر عبد

اعداد الطالبة
بنين أحمد جاسم

للعام الدراسي٢٠٢٢_٢٠٢٣

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قرأ بِٱسۡمِ رَبِّكَ ٱلَّذِي خَلَقَ (١) خَلَقَ ٱلۡإِنسَـٰنَ مِنۡ عَلَقٍ (٢) ٱقۡرَأۡ وَرَبُّكَ ٱلۡأَكۡرَمُ (٣) ٱلَّذِي عَلَّمَ بِٱلۡقَلَمِ (٤) عَلَّمَ ٱلۡإِنسَـٰنَ مَا لَمۡ يَعۡلَمۡ (٥)

صدق الله العلي العظيم

سورة العلق

الأهدأ

إلى أبي العطوف.... قدوتي، ومثلي الأعلى في الحياة؛ فهو من علَّمني كيف أعيش بكرامة وشموخ.

إلى أمي الحنونة..... لا أجد كلمات يمكن أن تمنحها حقها، فهي ملحمة الحب وفرحة العمر، ومثال التفاني والعطاء.

إلى إخوتي.... سندي وعضدي وأفراحي وأحزاني.

إلى جميع الأصدقاء؛ أهدي إليكم بحثي العلمي.

الشكر والتقدير

لم تكن هذه الورقة والبحث الذي وراءها ممكناً لولا الدعم الاستثنائي من مشرفي الأستاذ (خالد مطشر عبد) لقد كان حماسه ومعرفته واهتمامه الشديد بالتفاصيل مصدر إلهام وأبقى عملي على المسار الصحيح من أول بداية حقيقية لهذا البحث وصولاً إلى قائمة المراجع.

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الملخص	٦
الفصل الاول :عملية السباكة	٧
السباكة الرملية	٨
رمال السباكة	٩
النماذج	١٠
انماط النماذج	١٠
الاحتياطات الواجب مراعاتها عند صنع النموذج	١١
اللباب	١٣
انماط اللباب	١٣
اهم العمليات الضرورية لتشكيل القالب الرملي	١٤
صهر المعادن للسباكة	١٥
تنظيف المسبوكات	١٦
فحص المسبوكات	١٧
مزايا المسبوكات	١٩
عيوب المسبوكات	٢٠
الفصل الثاني : الجزء العملي	٢٤
تحضير العينات	٢٥
تحليل البنية المجهرية	٢٦
اختبار الصلادة	٢٩
اختبار الشد	٣١
النتائج والمناقشة	٣٦
الاستنتاجات و التوصيات	٣٨
المراجع	٤٠

الملخص

هنالك انواع عديده من عمليات السباكة تختلف في خواصها ودرجة دقة مسبوكتها حيث تقسم إلى عدة انواع من السباكة.

السباكة الرملية وهي سبك المعدن في قالب يحتوي على الرمل يكون شكل قطعة المعدن المراد سبكها.

حيث تكون رمال السباكة العنصر المهم في عملية السباكة لأنها تكون القالب الرملي الذي يكون فيه الفراغ لشكل المعدن المراد سباكته حيث تكون الرمال لها خاصية التماسك واحتفاظها بالشكل وخاصية النفاذية وخاصية مقاومة الانصهار بالحرارة وتكون هناك نوعين من الرمال هي الرمل الرطب والرمل الجاف.

ويكون هناك انماط من النماذج وهي اما تكون نماذج قطعه واحده او نماذج مشقوقة وهناك احتياطات يجب مراعاتها عند صنع النماذج وهي السلبية وسماح الانكماش وسماح التشغيل او الإنهاء.

اما في اللباب وهي عباره عن كتله سابقة التشكيل من الرمل توضع داخل فراغ القالب الرملي للمساعدة في تشكيل المسبوك حيث يكون هناك انماط من اللباب وهي لباب اخضر ولباب رمل جاف.

هناك انواع من افران صهر المعادن وافران السبك حيث تحول المعدن من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة بواسطة الحرارة واهم افران الصهر هي افران الرست حيث تستخدم لصهر حديد الزهر المستخدم لأغراض السباكة وفرن البودقه لصهر المعادن غير الحديدية في افران التشغيل بالغاز او الزيت.

ويجب ايضا ان تقوم بتنظيف المسبوكات وذلك من خلال ضرب المسبوكات بمطرقه خفيفة او ثقيلة ويجب فحص المسبوكات من خلال عمليات الفحص وهي فحص تدميري وفحص لا تدميري.

اما مزايا عملية السباكة تتميز عن باقي عمليات تشكيل المعادن الاخرى من حيث الحصول على مسبوكات ذات اشكال معقده وان تكون المسبوكات الناتجة متشابهة إلى حد كبير وان تستخدم السباكة الرملية لتصنيع القطع الكبيرة الحجم والتي لا يمكن تصنيعها بطريقه اخرى او تكون كلفتها عالية جدا وتستخدم السباكة للمعادن والسبائك القصيف التي تصعب سباكتها بطرق اخرى.

اما عيوب المسبوكات تنشأ العيوب بالمسبوكات نتيجة اسباب عديده تتعلق بطريقة صهر وصب المعادن وتصميم النموذج وطريقة المقالبة وكذلك ما يتعلق برمل السباكة واللباب وخواصها ونسب المكونات وغيرها من الأمور.

الفصل الأول

(عمليات السباكة)

١-١ المقدمة

عملية السباكه: هي إحدى اهم واقدم عمليات التصنيع حيث يتم فيها صهر الماده المراد سبكها حتى تصل إلى درجة حراره معينه يتم بعدها صب المنصهر في قالب, هذا القالب يحتوي على التجويف الذي يمثل شكل المنتج المطلوب وعندما تبرد وتتصلب ثانية يتم فتح القالب لإخراج المنتج والذي قد اخذ نفس شكل الفراغ داخل القالب.

وتمتاز السباكة بسهولة الحصول علي اشكال هندسية ذات اشكال معقدة وتستخدم في الحصول علي اشكال لا يمكن انتاجها بالطرق الأخرى وهناك أنواع للسباكة وهي:

١-سباكة الرمل

٢-السباكة في القوالب المعدنية

٣-السباكة بالطرد المركزي

٤-السباكة بالشمع المفقود

يوجد انواع عديده من عمليات السباكه تختلف في خواصها ودرجة دقة مسبوكاتها الناتجه ويمكن تقسيم عمليات السباكه إلى

السباكه في القوالب الرمليه : والتي تشكل اكثر من ٩٠٪ من عمليات السباكه المعروفه والتي تستخدم الرمال في عمل قوالب تستخدم لمره واحده فقط ويمكن إستخدام هذه الطريقه لاغلب المعادن التي يمكن سباكتها.

السباكه في القوالب الدائميه : وفيها تستخدم قوالب معدنيه لتشكيل المسبوكات المطلوبه ويمكن إستخدام القوالب لمرات عديده وتستخدم عادة لسباكة المعادن غير الحديديه.

اما القالب المستخدم في عملية السباكه فهو غالبا عباره عن نصفين سواء اكانت السباكه رمليه او بإستخدام قالبين معدنيين او تركيبه متعدده من اكثر من جزء وبها ايضا التجويف المطلوب إنتاج المنتج على شكله وتحتوي القوالب غالبا على طوارد لطرد المسبوك بعد تمام التبريد وكذلك مسارات داخليه لمرور ماء التبريد إن لزم الامر ونحن في مشروعنا هذا سنتناول السباكه الرمليه بمزاياها وعيوبها وكل ما يتعلق بها بشيء من التفصيل.

١-٢ السباكة الرملية Sand casting:

تعتبر السباكة الرملية العمود الفقري في الصناعة من ناحية صهر المعادن وتشكيلها بواسطة صب المعادن في قوالب تحتوي على الرمل يمثل هيئة أو شكل ألقطعه المراد سباكتها .

٣-١ خطوات السباكة الرملية :

١-تصميم وصناعة النموذج .

٢-إعداد وتشكيل القالب.

٣-صهر المعدن وصبه في القالب الرملي وإخراج المسبوك من القالب الرملي بعد تجمد المعدن.

٤-تنظيف المسبوك وإعداده للإستعمال وكشف عيوب المسبوك ومعالجتها.

١-رمال السباكة Casting sand :

تمثل رمال السبك العنصر الرئيسي في عملية السباكه لأنها تكون القالب الرملي الذي يحتوي الفراغ المشكل للغرض المطلوب ولذا يجب ان تتوفر خصائص معينه في الرمال لتصلح للإستخدام كرمال سباكه واهم هذه الخصائص هي :

١- خاصية التماسك والإحتفاظ بالشكل.
٢- خاصية النفاذيه والمقصود إنفاذ الغازات عند صب المعدن المنصهر في القالب.
٣- خاصية مقاومة الإنصهار بالحراره.

واهم مصدر لرمال السبك هو احواض الأنهار وشواطئها وتتكون رمال السبك اساسا من حبيبات غير منتضمة من السيلكا (ثاني اوكسيد السيلكون) مرتبطه ببعضها البعض عن طريق الطين والماء ويتدرج حجم الحبيبات من ٥٣-٣٣٦٠ مايكرو ويمكن تقسيم الرمال المستخدمة في السباكه بشكل عام إلى :

١-الرمل الرطب :

هو المحتوي على نسبه عاليه من الطمى وبخار الماء وهو المستخدم في الغالبية العضمى من القوالب الرملية ويصلح لسباكة حديد الزهر والألمنيوم والنحاس .

ويمتاز هذا النوع بسهولة تجهيز القالب الرملي وقلة التكلفة ولكن القالب يكون سهل التهشيم وخصوصا عند نقله ولا يمكن تخزين القالب بعد عمله لفترة طويلة.

٢- الرمل الجاف:

وهو يتكون اساسا من حبيبات السيلكا المرتبطه ببعضها عن طريق مواد غرويه او إسمنت واحيانا تستخدم بعض الزيوت لهذا الربط وعادة يجفف هذا الرمل بالحراره بعد تشكيل القالب ويستخدم اساسا في عمل اللباب وايضا يستخدم لعمل قوالب لصب الصلب المسبوك.

ويمتاز هذا النوع من الرمال بانه شديد التماسك ولا يتهشم بسهوله مع نقل القالب كما يمكن تخزين قوالبه مده طويله ولكنه اصعب في التشكيل واكثر تكلفه من الرمل الرطب .

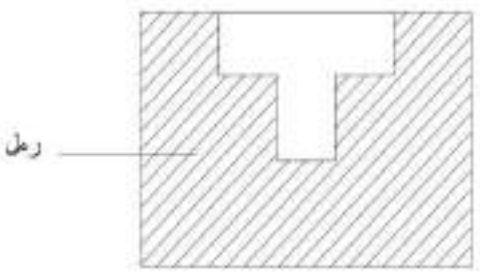
٢- النماذج Sample :

تصنع النماذج باشكال مشابهه للمنتج المطلوب وبواسطتها يمكن عمل الفراغات داخل الرمل وقد تصنع النماذج من اللخشب او من المعادن او الجص او اللدائن ويتوقف النوع المختار من مادة النماذج على تصميم المسبوك وعدد المسبوكات المطلوب إنتاجها وطرق الإنتاج وعاده يستخدم الخشب في النماذج المستخدمه لإنتاج اعداد قليله من المسبوكات وعندما يتطلب الامر عمل عدد كبير من المسبوكات فإن ذلك يبرر إستخدام معدات النماذج المتقنة الصنع لما لها من اثر على زيادة كفائة الإنتاج والنماذج المعدنيه في هذه الحاله تفي بالغرض من ناحية التكلفه والجوده في الإنتاج ويستخدم حديد الزهر والنحاس الاصفر والالمنيوم لصنع هذه النماذج بإستخدام نموذج خشبي رئيسي.

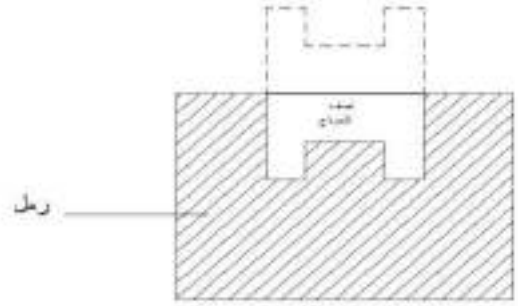
انماط النماذج

يمكن تقسيم انماط النماذج من ناحية الشكل وحجم المنتوج.

أ- نماذج قطعه واحده شكل (أ)



ب- نماذج مشقوقه كما في شكل (ب)



الإحتياطات الواجب مراعاتها عند صنع النماذج

عند صنع النماذج الخشبيه يجب ان توضع في الإعتبار سهولة إستخدام النموذج بما في ذلك سهولة إخراجه من القالب الرملي بعد عمله وكذلك دقة ابعاد المسبوك المطلوب ولضمان ذلك فصانع النموذج يجب ان يراعي بعض الإعتبارات الاساسيه واهمها:

١. السلبيه

لسهولة سحب النموذج خارج القالب الرملي يجب ان تصنع النماذج بحيث تكون اسطحها الموازيه لإتجاه سحب النموذج ذات سلبه خفيفه ويتراوح مقدار السلبه من١/٤ إلى ١ درجه ويتوقف ذلك على طريقة التشكيل وتصميم المسبوك.

٢- سماح الإنكماش

عندما يصب المعدن المنصهر داخل القالب الرملي فإنه يملأ فراغه ولكنه ينكمش عندما يبرد فتصير ابعاد المسبوك اصغر من ابعاد القالب الرملي بمقدار هذا الإنكماش وللحصول على الابعاد المطلوبه للمسبوك فإنه يجب ان يصنع القالب مع مراعات مقدار الإنكماش.

وعلى ذلك فإنه اثناء تصنيع النموذج تقاس ابعاده بمساطر خاصه تسمى مساطر الإنكماش وتكون تدريجاتها اكبر قليلا من تدريجات المساطر العاديه بما يعادل إنكماش المعدن المطلوب سبكه وهنالك بالتالي عدة مساطر مختلفه تختلف بإختلاف المعادن ودرجات إنكماشها وبعد صنع النموذج فإن ابعاده عموما تكون اكبر من ابعاد المنتج ويسمى الفرق بسماح الإنكماش.

٣- سماح التشغيل (الإنهاء)

تحتاج المسبوكات بعد إخراجها من القالب الرملي إلى عمليات تشطيب تذهب من شكل السطوح الناتجه وتعطيها النعومه والخلو من الشوائب المطلوبين ويتم ذلك بواسطة إزالة طبقه معينه من سطح المسبوك بعمليات التشغيل المختلفه ويعتمد سمك هذه الطبقه المزاله على:

١- طريقة التشغيل

٢- صفات المعدن

٣- مقاس وشكل المسبوك

٤- طريقة السبك

وعلى اي حال فإن ابعاد المسبوك تقل بعد عملية التشغيل ولذلك يضاف على ابعاد النموذج المستخدم مساحات التشغيل وتتراوح قيمتها بين ٣ملم للمعادن الحديديه و ١,٦ للمعادن غير الحديديه لكل سطح من السطوح المشغله.

٣-اللباب:

تعبر كلمة لباب عاده عن كتله سابقة التشكيل من الرمل توضع داخل فراغ القالب الرملي للمساعده في تشكيل المسبوك بحيث يحتوي فراغا داخليا مطلوب وفي هذه الحال يزود النموذج المستخدم بزوائد تسمى ركائز اللباب تجهز مكانا في القالب يمكن ان يرتكز عليه اللباب.

انماط اللباب

يمكن تقسيم اللباب من حيث نوعية الرمل المستخدم في صنعها إلى:

١- لباب رمل اخضر وهذه تصنع من الرمل الطري الاخضر ذو مقاومه منخفضه نسبيا.

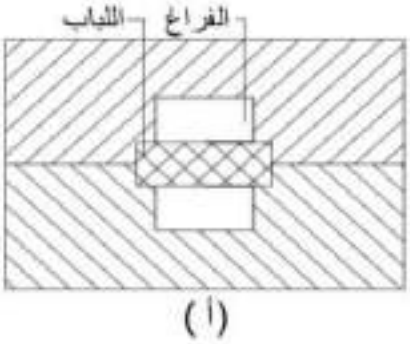
٢- لباب رمل جاف يصنع من رمل مضاف إليه مواد رابطه خاصه تعطي اللباب مقاومه عاليه.

كما يمكن تقسيم اللباب من ناحية وصفها داخل القالب إلى :

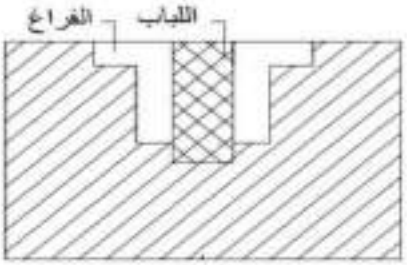
لباب افقي شكل (أ)

لباب رأسي شكل (ب)

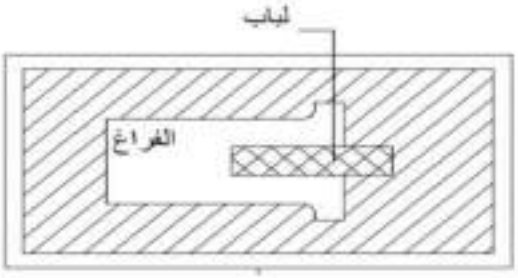
لباب ناتىء شكل (ج)



(أ)



(ب)



(ج)

وعاده يوضع اللباب داخل صناديق خاصه تسمى صناديق اللباب تصنع من الخشب او المعدن ويكون الصندوق مصمما بحيث يسهل إخراج اللباب منه ويكون تصنيع اللباب يدويا او بإستخدام مكائن خاصه.

ويستخدم لصنع اللباب خليط من الرمل والمواد الرابطه مثل زيوت الرمل وصمغ الصنوبر ويحمص اللباب بعد تصنيعه في افران تحميص لعدة ساعات حتى تجف وتخزن بعد ذلك لحين إستخدامها .

٤-١ اهم العمليات لتشكيل القالب الرملي للمسبوكات:

١- تحضير رمل السباكه (الخليط).

٢- إعداد النموذج الخشبي او المعدني ثم يقسم إلى نصفين متناظرين ويكونان مصمتان تماما ولا يحتويان على تجاويف حتى الموجوده في الشكل الإسطواني ولسهولة تثبيت النصفين يحفر في احد الاسطح لاحد النصفين ثقوب وفي الوجه الآخر اقلام وبروزات تستقر في هذه الثقوب .

٣- يوضع نصف النموذج المحتوي على الثقوب مقلوبا على لوح المقالبه الخشبي ويوضع حوله النصف السفلي من صندوق المقالب .

٤- يؤتى بالرمل المعد مسبقا ويوضع حول نصف النموذج في صندوق المقالبه ويدك بالمدك دكا خفيفا حول نصف النموذج .

وعادتا يستخدم الرمل الحديث التحضير والذي لم يستخدم سابقا حول النموذج مباشرة ويسمى ب(رمل المواجهه) وذلك ليستنسخ جميع تفاصيل النموذج مثل (الرموز , الشعارات , الكتابات) ومن ثم يوضع باقي الرمل والذي يسمى ب(رمل الحشو) ثم يدك دكا خفيفا .

وبعد إمتلاء الصندوق بالرمل يتم تسوية سطحه وإزالة الرمل الزائد بواسطة مسطرة التسويه .

٥- بعد ذلك يقلب نصف النموذج رأسا على عقب مع لوح المقالبه وترفع اللوحه الخشبيه الاولى ثم ينظف سطح النموذج الثاني ثم يرش عليه مسحوق الفحم او كميه من الرمل الناعم وذلك لمنع إلتصاقه بالنصف العلوي من القالب , ثم يوضع النصف الثاني من النموذج بحيث ينطبق عليه النصف الاول بواسطة اقلام تثبيت عمود خشبي شبه إسطواني وآخر مخروطي الشكل

مفتوح من الاعلى وتسمى هذه الاعمده بفتحة التغذي هاو المصعد ومن ثم يدك الرمل كما فعلنا سابقا .

٦- يفصل نصفي الصندوق عن بعضهما برفع النصف العلوي وقلبه على لوح المقالبه الخشبيه وذلك بعد سحب العمودين الخشبيين ثم يفصل نصفي النموذج عن نصفي القالب بحذر شديد دون تشوه القالب , ثم يحفر مجرى بين النهايه السفليه لقناة الصب وبين الفراغ الذي شكله النموذج .

١-٥ صهر المعادن للسباكة Casting metal smelting :

افران السبك Foundry furnaces :

تعرف عملية صهر المعادن بإنها عملية تحويلها من من الحاله الصلبه إلى الحاله السائله بواسطة الحراره وتعتمد عملية السباكه على قدرة المعدن على الإنسياب وهو في الحاله السائله وتوجد عدة طرق لصهر المعادن وكل منها يحتاج إلى المعدات (افران خاصه) وتعتمد على طريقة الصهر وبالتالي المعدات المطلوبه على العوامل التاليه:

١- درجة الحراره اللازمه لصهر المعدن او السبيكه المطلوبه.

٢- تكاليف إنشاء وتشغيل معدات الصهر.

٣- كمية المعدن المنصهر المطلوب في كل مره.

واهم افران الصهر هي:

١- فرن الدست:

وهو من الافران التي لا يمكن الإستغناء عنها في المسابك بوجه عام وتستخدم لصهر حديد الزهر المستخدم لاغراض السباكه وفرن الرست عباره عن إسطوانه من الصلب يتراوح إرتفاعها بين ٧-١٢ متر ومبطن بالطابوق الناري ويرتكز الغلاف الخارجي على قاعده من حديد الزهر ويثخن فرن الرست بطبقات متتاليه من فحم الكوك والحجر الجيري والحديد الخرده ويعتبر الصهر في فرن الرست عمليه مستمره ويضاف الحجر الجيري كماده مساعده على الإنصهار تعمل على تجميع الشوائب الناتجه اثناء الصهر والتي تكون الخبث وهي عاده ناتجه عن رماد فحم الكوك.

٢-فرن البودقه:

تصهر المعادن غير الحديديه في افران تشغل بالغاز او الزيت وقد تكون الافران التي من هذا الطراز ثابته يتم إمالتها ونجد في اغلب الاحيان إن وعاء الصهر في هذه الافران عباره عن بودقه من الكرافيت وعاده ما تستعمل للافران الثابته ملاقط خاصه ومرفاع لرفع البودقه لاجل الصب ويستعمل عاده للفرن الذي يمال بودقه ذات شفه طويله تمتد حتى فوهة الصب للفرن .

وهناك افران اخرى كثيره منها الفرن الكهربائي , الفرن المفتوح , الفرن الدوار وغيرها.

٦-١ تنظيف المسبوكات Cleaning of castings :

تخرج المسبوكات بعد تجمدها من القالب الرملي وذلك بواسطة تكسير رمال القالب ويتكون المسبوك في هذه الحاله من الشكل المراد إنتاجه ملتصقا به زوائد غير مرغوب فيها وهي المصبات والمجاري اللازمه لعملية الصب وكذلك يكون سطح المسبوكات غير ملائم للإستعمال المباشر بسبب خشونته والتصاق قدر من الرمال المحترقه به وعلى ذلك يجب ان تمر المسبوكات بعملية تنظيف حتى يمكن إستخدامها في الاغراض المطلوبه وتختلف عمليات التنظيف بإختلاف الغرض الذي يستعمل فيه المسبوك وعادة تسبق عمليات التنظيف هذه عملية إزالة المصبات والمجاري وهذه عادة تكسر في مسبوكات حديد الزهر الرمادي بمطرقه خفيفه او ثقيله ولو إن بعض المصبات قد تكسر من مسبوكات الصلب بهذه الطريقه إلا إنه توجد طرق اخرى تستعمل عاده كالقطع بالاوكسي إستلين او النشر بمنشار قطع المعادن وكذلك تنشر مصبات مسبوكات المعادن غير الحديديه ويزال الرمل السائب بضرب المسبوكات بمطرقه خفيفه او ثقيله.

٧-١ فحص المسبوكات Examination of castings:

يتم فحص المسبوكات اثناء وبعد عملية تنظيفها وذلك لمعرفة الاجزاء ذات العيوب ودرجة العيب فيها وبذلك يمكن إستبعاد المسبوكات ذات العيوب من خطوط الإنتاج فتوفر الوقت والجهد ويكن تقسيم عمليات الفحص إلى نوعين:

١- فحص تدميري destructive examination:

وذلك بأخذ عينات من المسبوكات لتحليل مادتها كيميائيا او إجراء إختبارات للخواص الميكانيكيه عليها.

٢- فحص لا تدميري Non-destructive examination:

وذلك بفحص كل المسبوكات او عينات منها دون تدميرها وهناك عدة طرق لإجراء هذا الفحص منها:

١- الفحص البصري

٢- الفحص لتقدير الابعاد

٣- الفحص بالصوت والطرق

٤- الفحص بالذبذبات فوق الصوتيه

٥- الفحص بالضغط

٦- الفحص بالمنفذات

٧- الفحص بالموجات المغناطيسيه

٨- الفحص بالاشعه

سنتناول كل منها بشيء من التفصيل

- الفحص البصري:

وهو فحص شائع الإستعمال ليكشف عن العيبوب الظاهره في المسبوكات.

-الفحص لتقدير الابعاد:

يكون ضروريا في الحالات التي تحتاج دقه في الابعاد وتحدد لها سماحات توضع بواسطة المصمم فتكون فائدة الفحص هنا التأكد من إن الابعاد المطلوبه تقع ضمن حدود السماح المطلوب

- الفحص بالصوت والطرق:

يعتبر هذا الفحص بسيطا إلا إنه لا يعتمد عليه كثيرا في الكشف عن الشروخ في المسبوكات وفيه يعلق المسبوك في خطاف ويطرق بمطرقه ويمكن ملاحظة العيب غالبا بمقارنة درجة او نوع الصوت الصادر من المسبوك بالصوت الصادر من مسبوك سليم ويمكن سماع الصوت في سماعات خاصه بهذا الغرض.

- الفحص بالذبذبات فوق الصوتيه:

يعتبر هذا الفحص تطور حديث نسبيا وقد تم تطبيقه بنجاح في فحص المطروقات والاعمده المدرفله وتعتمد نظرية الفحص على طول الزمن الذي تاخذه موجه ذات تردد عالي لتنتقل من مصدرها خلال مقطع المسبوك وتعود ثانية إلى مصدرها فإذا حدث إنقطاع في الإتصال المعدني في مقطع المعدن (لوجود شقوق او فجوات غير مرغوب فيها) تنعكس الموجه من سطح العيب وتعود في فتره اقل ويجري رسم الموجه فوق المدى المسموع فوق شاشة مرسمة اشعة الكاثود ومنها يمكن ان يقاس حجم العيب وابعاده ومكان تواجده داخل المسبوك.

- الفحص بالضغط:

يستعمل الماء او الهواء في إختبار التسرب (الرشح) للمسبوكات لتحديد العيوب التي تضر بادائها كإختبار الصمامات والمراجل ولو إن الإختبار لا يكشف في الحال ويحدد مكان التسرب الموجود إلا إنه لا يؤكد إن التسرب قد لا يحدث فيما بعد عند إستعمال المسبوك ويفضل إستخدام الماء المضغوط في هذه الإختبارات ويمكن نظرا لعدم قابلية الماء للإنضغاط ان يكشف التسرب بمصادر الضغط حتى ولو لم يحدد موضعه في الحال.

- الفحص بالمنفذات:

ويستخدم هذا الفحص لإكتشاف الشقوق الدقيقه التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجرده حيث يوضع زيت نافذ رفيع القوام على سطح المسبوك ويترك حتى يمر الزيت بالشقوق بتأثير الخاصيه الشعريه بعد إذ يزال الزيت من السطح ثم يوضع المسبوك جانبا للفحص وعندما توجد الشقوق فإن الزيت سيخرج بإتجاه عكسي من الشق مظهرا العيب ولكي نساعد في الكشف السريع عن

العيوب يدهن المسبوك بدهان ابيض وعندما يخرج الزيت يتغير لون طبقة الدهان مبينا نموذجا واضحا للعيب.

- الفحص بالاشعه:

تستخدم الاشعه ذات الموجه القصيره جدا (اشعة X واشعة α) للتصوير الرايدوغرافي للمسبوكات وتظهر الصور بوضوح العيوب الداخليه والخارجيه للمسبوكات .

٨-١ مزايا المسبوكات Advantages of castings :

١- يمكن إستخدام عملية السباكه في إنتاج الاشكال المعقده والتي تحتوي على تفاصيل كثيره.

٢- يمكن إستخدام عملية السباكه الرمليه لإنتاج اشكال ضخمه نسبيا.

٣- يمكن إستخدام عملية السباكه على اي معدن اي يمكن بالتسخين إلى درجة الإنصهار ومن ثم الإستفاده من عملية السباكه في إنتاجه.

٤- تصلح عملية السباكه للإنتاج بكميات معقوله نسبيا.

٥- إمكانية السيطره على مقامات المسبوك إلى حد ما.

٦- يمكن الحصول على المسبوك المثالي وذلك بعد عمليات الإنهاء السطحي للمسبوك.

٧- يمكن سباكة المسبوكات الرقيقه او ذات الاشكال المعقده.

٩-١ عيوب المسبوكات Casting defects :

تعتبر المسبوكات المحتويه على عيوب مرئيه او غير مرئيه منتجا غير مرغوب به ولا يسمح بوجود هذه العيوب عند الإستخدام وتختلف العيوب من حيث الحجم والشكل والضرر الذي تسببه على القطع وهناك عيوب قابله للإصلاح وعيوب غير قابله للإصلاح.

ومن اهم عيوب المسبوكات :

١- نقص المعدن او عدم الإكتمال :

نقص المعدن او عدم إكتمال القطعه بسبب نقص المعدن المسبوك في القالب والاسباب الرئيسيه لهذا العيب هو الخطأ في تصميم منظومة الصب او التغذيه او إن المعدن المسبوك بارد نسبيا وتجمد قبل عملية إكمال الصب وايضا يلاحظ عند عدم سيولة المعدن بالدرجه الكافيه او عند تجمع الغازات تمنع ملأ القالب بالمعدن ويحدث كذلك عند تسرب المعدن خلال الثغره المتكونه عند سطح الإنفصال نتيجة سوء ربط نصفي.

٢- التشققات :

عباره عن تشققات واضحه يمكن ان ترى بالعين المجرده او بإستخدام مكبر تكون طويله متعرجه تحدث عموما على اطراف الماده للقطع او الزوايا واسباب حدوث التشققات عديده واهمها سوء التصميم للقطعه او قالب النموذج الخشبي فمن المفضل الإبتعاد عن الزوايا القائمه او الحواف الحاده وإستبدالها بإنحناء دائري قدر المستطاع.

٣- تموجات المسبوكات:

وتحدث نتيجة عدم تساوي سمك جدرانها لذا يجب تحسين التصميم وإستعمال مبردات للإجزاء السميكه من المسبوكه.

٤- الفقاعات الغازيه:

وهي فقاعات من الهواء او الغازات التي تتكون وتبقى في المسبوكه على شكل فراغات صغيره موزعه بأجزائها المختلفه واسباب ظهور الفقاعات الغازيه هو عدم نفاذية القالب للغازات بدرجه كافيه (شدة الرك مع تهويه رديئه) ورداءة رمل المقالبه وصب معدن لم يتخلص من الغازات.

٥- فجوات التجمد (فجوات الإنكماش):

وهي الفراغات التي تتكون نتيجه لعدم كفاية المعدن المغذي للمسبوكه في اماكن تجمع المعدن وكثيرا ما نرى فجوات التجمد في المسبوكات على شكل عدد كبير من الفقاعات الصغيره بسبب مسامية المسبوكه واسبابها التصميم غير الصحيح للمسبوكه واوضاع المصبات والمغذيات او

ملأ القالب بمعدن اسخن من اللازم والخطأ في تركيب المعدن مما ينتج عنه إنكماش زائد.

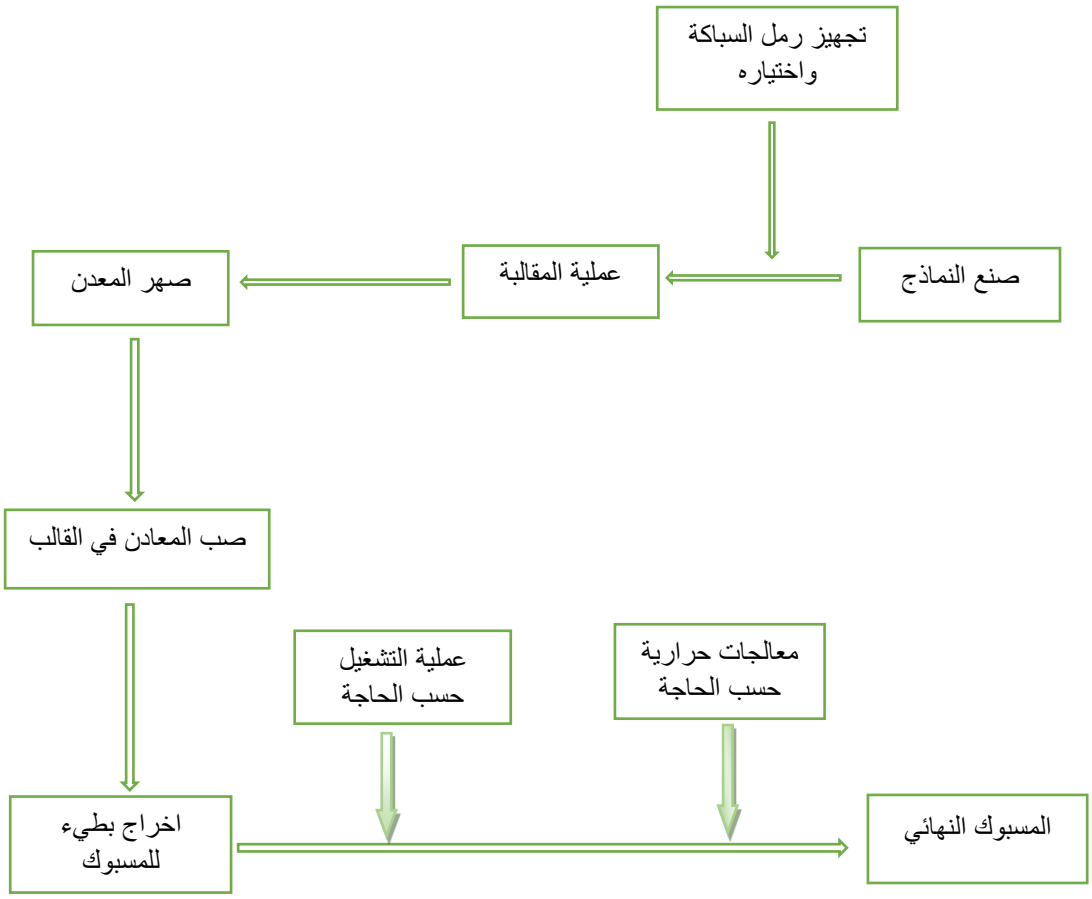
٦- فصوص الخبث:

وهي إحتوائات من الخبث بجسم المسبوكه على شكل اجسام لامعه او صفر في جسم المسبوك تقع في القالب من بودقة الصب واسباب حدوث هذا العيب سوء تنظيف المعدن من الخبث وايضا الخطأ في الصب وسوء تصميم نظام الصب ويمكن تفادي هذا العيب عن طريق إضافة فلاتر سيراميكيه في منظومة الصب او عن طريق تغيير نظام الصب من البودقه .

٧- فصوص الرمال:

وهي نقط المعدن غير الملتحمه تماما مع المسبوكه وهي النقط التي صبت في القالب اولا وتتجمد هذه الفصوص في المسبوكات مما يجعل من الصعب تشغيل المسبوكه بالقطع. وفيما يلي جدول يبين عيوب المسبوكات الرمليه واسباب حدوثها وطريقة علاج كل منها :

ت	العيب	سبب العيب	علاجه
1	الثقوب الفقاعيه (الفقاعات)	إستخدام رمل ذو نفاذيه قليله او رمل درجة رطوبته عاليه او قلة التنفيس للقالب	إستخدام رمال اقل في نسبة الرطوبه واعلى في النفاذيه مع عمل نفاذات هواء في القالب
2	فجوات رمليه	إستخدام قالب غير مدكوك جيدا (رمال سائبه)	زيادة دك الرمل وإستخدام رمال ناعمة الوجه
3	الرفع والزحزحه	حركة النصف العلوي من القالب إلى الاعلى نتيجة وضع اثقال فوقه وحركة القالب نتيجة سوء إرتكازه	تثبيت القالب جيدا مع وضع اثقال فوقه وتثبيت الدليك في مكانه جيدا
4	القشور	إحتراق الرمال الملاصقه للمعدن نتيجة إستخدام رمل غير مناسب	إستخدام رمل مناسب
5	الغلقات البارده	المعدن المنصهر يسير في إتجاهين متقابلين ويكون إلتقائهما بالمعدن باردا نسبيا بسبب سوء تصميم القالب الرملي او طول المسافه التي يسيرها المعدن	إعادة التصميم للقالب مع مراعات ان يسير المعدن مسافات قصيره داخل المجاري المختلفه في القالب
6	شقوق الإنكماش	تصميم خاطئ للمسبوك ينتج عنه تركيز للمعدن في اماكن معينه او وجود اركان حاده	تحسين التصميم


تجهيز رمل السباكة
واختياره
صنع النماذج
عملية المقالبة
صهر المعدن
صب المعادن في القالب
عملية التشغيل
حسب الحاجة
معالجات حرارية
حسب الحاجة
اخراج بطيء
للمسبوك
المسبوك النهائي

الفصل الثاني

(الجزء العملي)

٢-١ مقدمة :

تم اجراء التحضيرات والاختبارات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية للسبائك hypereutectic(Al- 17%Si) ,eutectic (Al-12.6%Si) and hypoeutectic (Al-7,5%Si) .تم اعتماد تقنيات الصب لتسهيل إضافة السبائك (Fe، Mn، Mo، Cr). وسنقوم في هذا الجزء تحليل المجهر الضوئي و اختبار الصلابة واختبار الشد .

التركيب الكيميائي للسبائك المستخدمة جدول (٢_١)

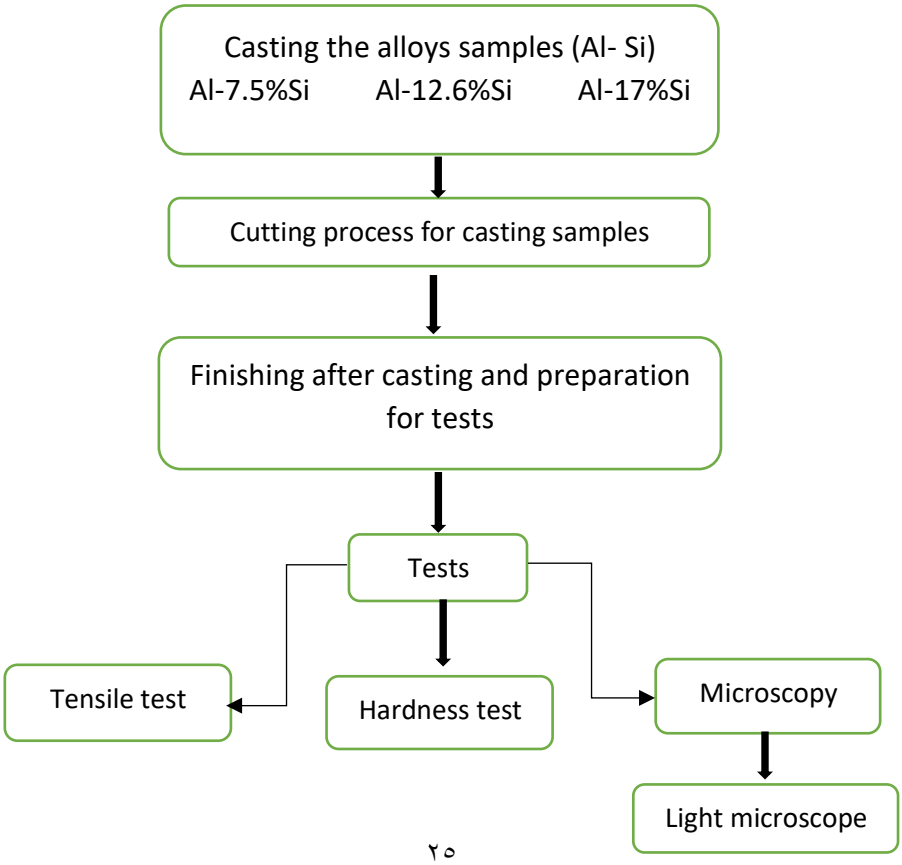
Alloy%	Si%	Fe%	Mn%	Mo%	Cr%	Al%
Hypoeutectic Al-Si	7.5	3	1.698	2.19	4.39	bal
Eutectic Al-Si	12.6	3	1.505	3.55	3.26	bal
Hypereutectic Al-Si	17	3	2.4	3.11	7.46	bal

(٢_١)تركيب الكيميائي لسبائك AL-base

٢-٢تحضير العينات Sample preparation:

تم تحضير العينات أولاً عن طريق عملية السباكة الرملية ثم تشكيلها بالأبعاد المطلوبة.

تم تحضير على النحو التالي:



تم قطع العينات بواسطة آلة قطع موجودة في مختبر المقاومة بكلية هندسة المواد جامعة بابل. حيث تم قطع عينات قرصيه بطول (5مم) وقطر (14مم) ، تم إجراء عملية التجليخ إذا تم استخدام ورق تجليخ كربيد السيليكون بنعومة في التدرج التالي:

(180-220-320-400-600-800-1000-1200-2000-2500) باستخدام ماكينة صقل وتجليخ (Beijing United Test CO., Ltd.) شكل (١-٢) في مختبر تحضير العينات في كلية هندسة المواد جامعة بابل. بالنسبة للصقل ، استخدم ورق صقل واستخدم عجينة الألومينا بحجم حبيبات (15µm) . بعد كل مرحلة تجليخ وصقل، يتم غسل العينات بالماء المقطر وتجفيفها بواسطة تيار الهواء الساخن. لدراسة البنية المجهرية للعينة تم أظهارها باستخدام (Killer Aluminium) لمدة 10 ثانية.

شكل (١-٢) ماكينة تجليخ وصقل

٢-٣ تحليل البنية المجهرية Microstructure analysis:

تم استخدام هذا الاختبار لدراسة البنية المجهرية للمواد. تم تحضير عينات اختبار البنية المجهرية بما يتوافق مع التقنيات المعدنية القياسية. كان الهدف النهائي لمثل هذه العملية هو الحصول على سطح مستوٍ خالٍ من الخدوش يشبه المرآة.

يعمل المجهر الضوئي عن طريق تسليط الضوء على العينة وتكبيرها باستخدام عدسات مختلفة لتحسين الرؤية والتمييز بين التفاصيل الصغيرة.

هذا الجهاز موجود في مختبرات قسم المواد بكلية هندسة المواد جامعة بابل موضحة في شكل (٢-٢).

شكل (٢-٢) المجهر الضوئي

البنية المجهرية التي تم الحصول عليها لكل سبيكة :

100 200 600

يوضح الشكل (٣-٢) البنية المجهرية للسبيكة **Hypo Eutectic Al-7.5%Si**

100 200 600

يوضح الشكل (٤-٢) البنية المجهرية للسبيكة Eutectic Al-12.6%Si

100 200 600

يوضح الشكل (٥-٢) البنية المجهرية للسبيكة Hyper Eutectic Al-17%Si

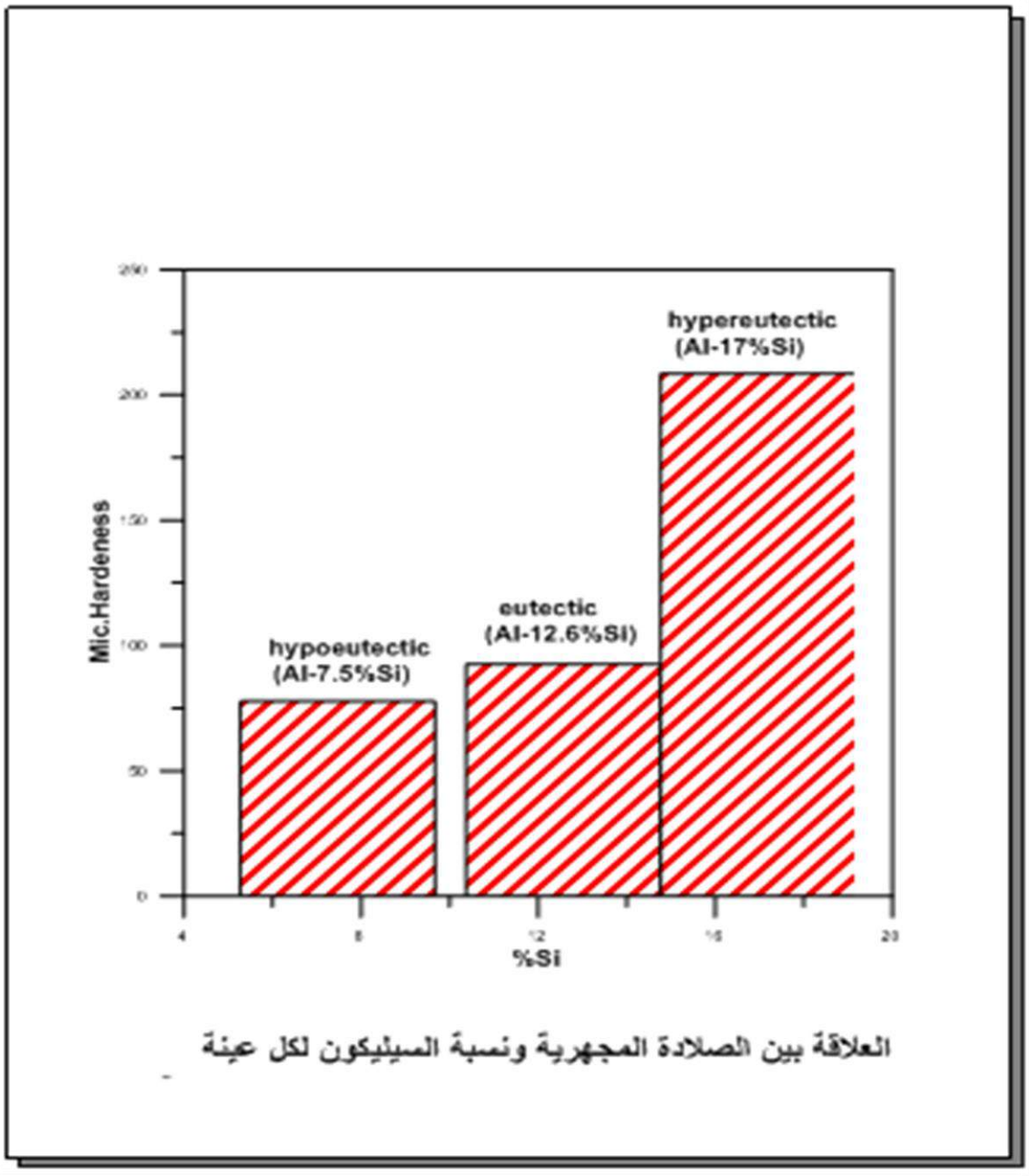
٢-٤ اختبار الصلادة Hardness test:

تم استخدام هذا الاختبار لدراسة صلادة المجهرية Mic.Hardness للمواد. تم تحضير عينات قرصية الشكل سمك (5مم) وقطر (14مم) وتنظيف سطح العينة جيدا ثم قياس صلادة بحمل (200 غم) و زمن (10ثواني) مع قياس ثلاث مناطق البعد بين كل منطقة (1مم) لكل عينة من مركز العينة باستخدام جهاز صلادة فيكرز هذا الجهاز موجود في مختبرات قسم المواد بكلية هندسة المواد جامعة بابل موضحة في شكل (٦-٢) .

شكل (٦-٢) جهاز صلادة فيكرز

النتائج التي تم الحصول عليها لكل سبيكة :

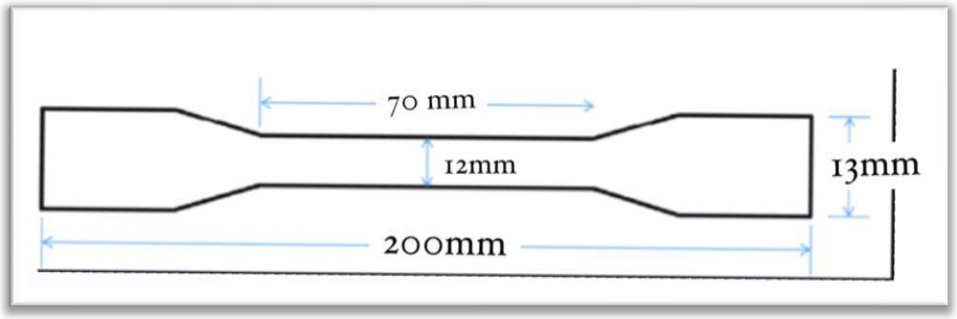
العينات	Hypoeutectic (Al-7,5%Si)	Eutectic (Al-12.6%Si)	Hypereutectic (Al- 17%Si)
وسط	81.52	74.02	178.28
جانب الأيمن	75.66	101.23	163.96
جانب الايسر	75.69	101.85	283.25
المعدل الكلي	77.62	92.39	208.49



العلاقة بين الصلادة المجهرية ونسبة السيليكون لكل عينة

٥ -٢ اختبار الشد Tensile test:

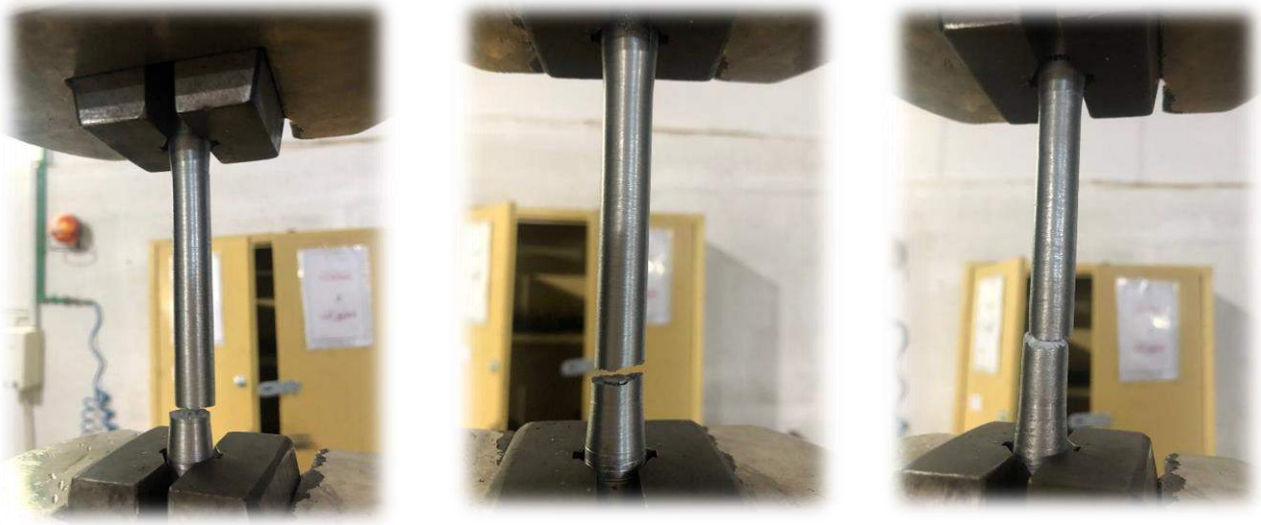
المقصود باختبار الشد هو الاختبار الذي يتم فيه تسليط حمل شد متزايد على العينة التي تم تحضيرها مسبقاً كما في الشكل (٢-٧) , وذلك بمسك طرفيها بمعدات خاصة و تسليط الحمل بشكل محوري و بصورة متعاكسة, و بذلك يزداد طول العينة نتيجة لهذا الشد او السحب .ان اختبار الشد هي اكثر الاختبارات شيوعاً و بساطة, و المعلومات التي يتم الحصول عليها من هذه الاختبارات ذات اهمية خاصة للمصمم .



شكل (٢-٧) ابعاد عينة الشد المستخدمة في هذا الأخبار

شكل (٢-٨) العينة قبل و بعد عملية الخراطة

شكل العينات بعد اختبار الشد في الشكل (٩-٢)



(Al-7,5%Si) (Al-12.6%Si) (Al- 17%Si)

شكل (٩-٢) المسبوكات بعد الشد

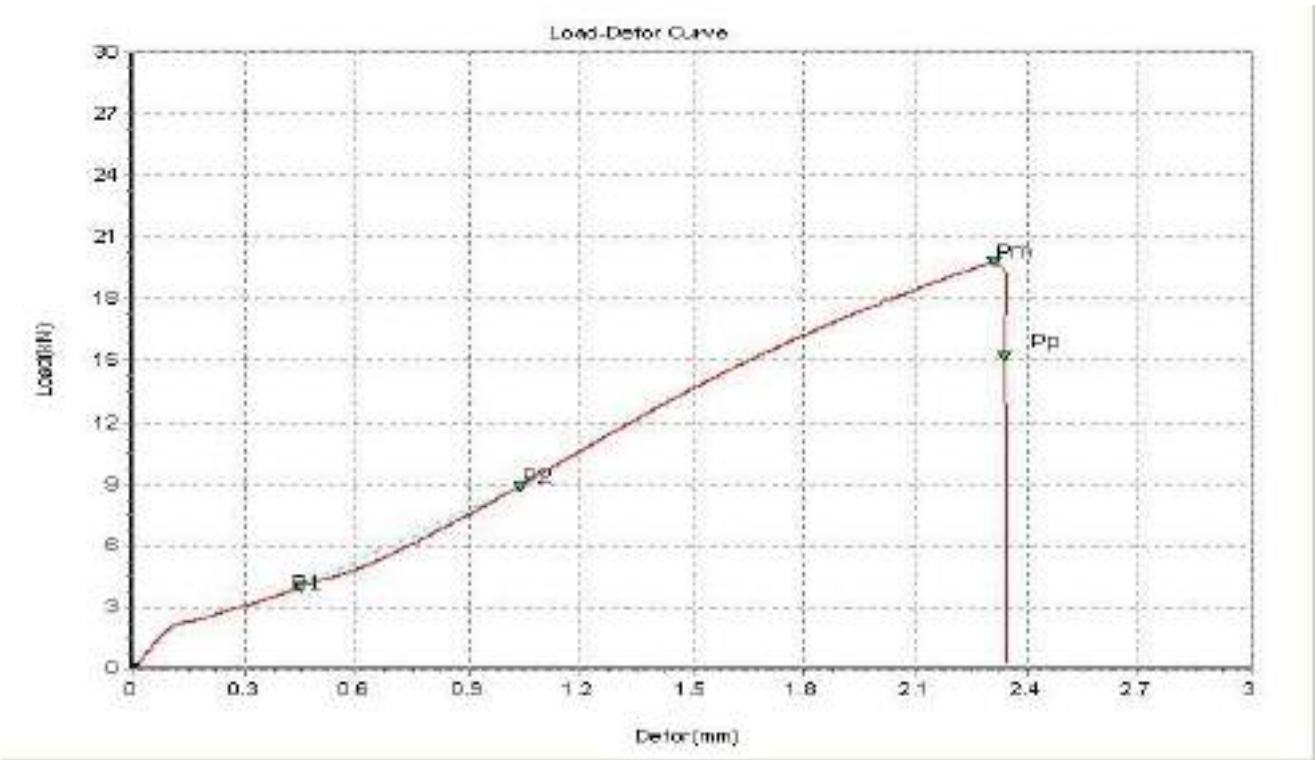
باستخدام جهاز الاختبار العام تم القيام باختبار الشد هذا الجهاز موجود في مختبرات قسم المواد بكلية هندسة المواد جامعة بابل موضحة في شكل (١٠-٢) .

شكل (١٠-٢) جهاز الاختبار العام

النتائج التي تم الحصول عليها لكل سبيكة :

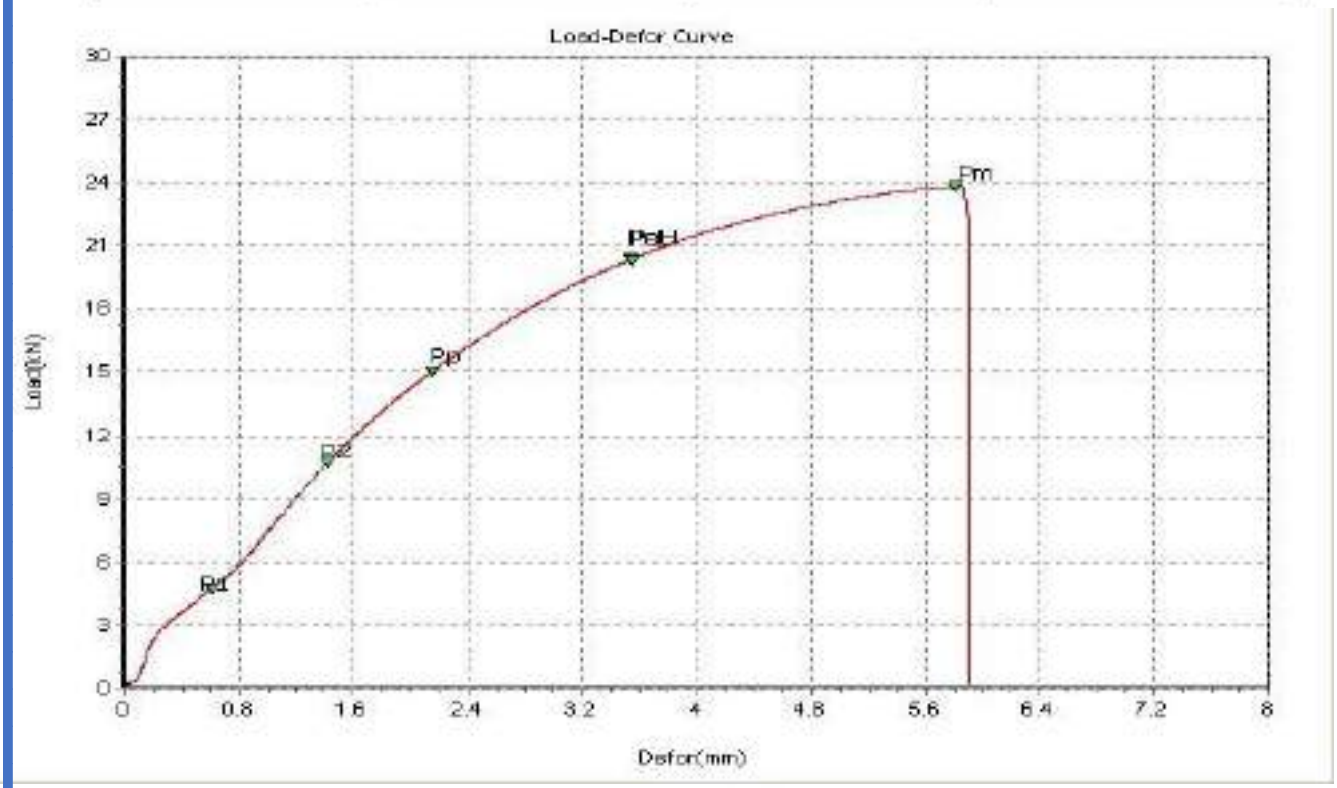
١-Hypoeutectic (Al-7,5%Si)

GroupNo	/	SampleNo	/
Material	/	Spec	/
Date	2023-03-23	Sample Type	circular
Size1	12	Size2	0.0
Size3	0.0	S0	113.1
L0	70	Le	70.0
Temperature	20.0	People	/
Lu		Su	
FeH		ReH	
FeL		ReL	
Fp	15.19	Rp	134
Fp1	19.22	Rp1	170
Ft		Rt	
Fm	19.83	Rm	175
Ag		Agt	3.50
A		Z	100.0
Ae		E	5.21



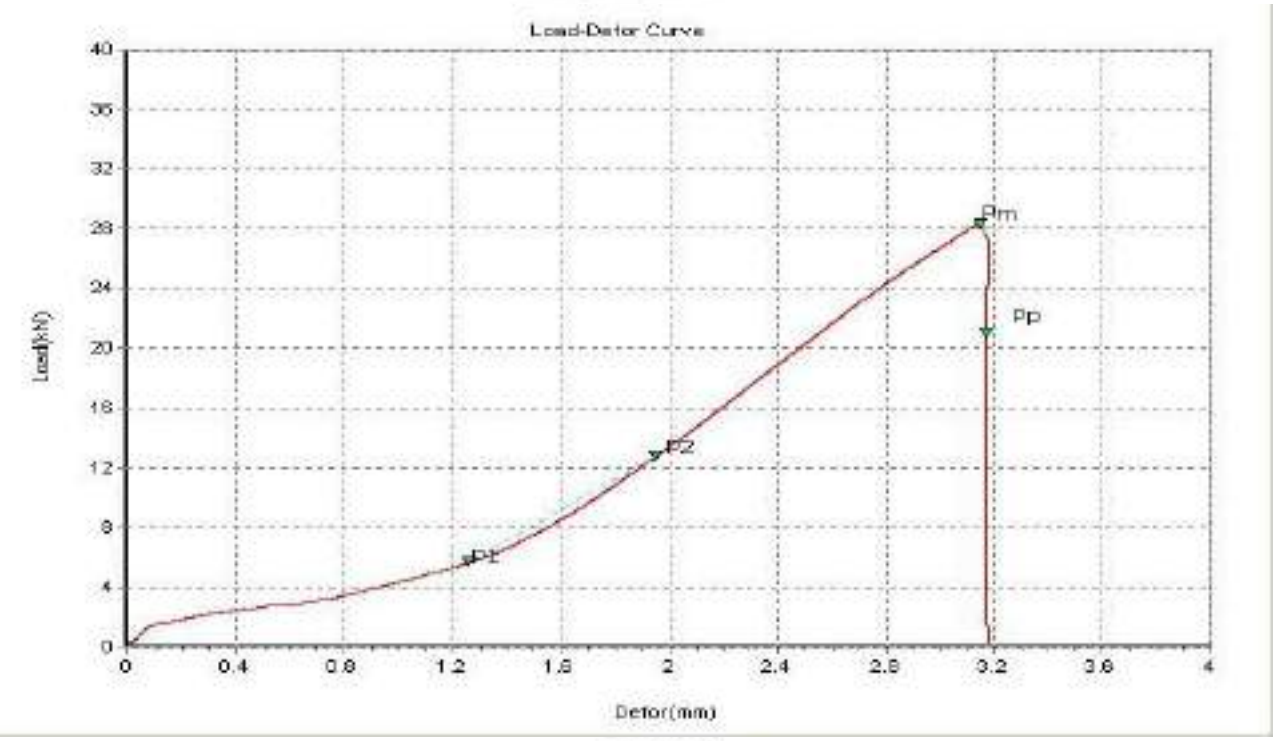
Eutectic (Al-12.6%Si) -٢

GroupNo	/	SampleNo	/
Material	/	Spec	/
Date	2023-03-23	Sample Type	circular
Size1	12	Size2	0.0
Size3	0.0	S0	113.1
L0	70	Le	70.0
Temperature	20.0	People	/
Lu		Su	
FeH	20.39	ReH	180
FeL	20.37	ReL	180
Fp	15.05	Rp	133
Fp1	13.73	Rp1	121
Ft		Rt	
Fm	23.84	Rm	210
Ag	3.50	Agt	8.50
A		Z	100.0
Ae	1.41	E	4.53



Hypereutectic(Al- 17%Si) -۳

GroupNo	/	SampleNo	/
Material	/	Spec	/
Date	2023-03-23	Sample Type	circular
Size1	12	Size2	0.0
Size3	0.0	S0	113.1
L0	70	Le	70.0
Temperature	20.0	People	/
Lu		Su	
FeH		ReH	
FeL		ReL	
Fp	21.12	Rp	187
Fp1	21.12	Rp1	187
Ft		Rt	
Fm	28.37	Rm	250
Ag	0.50	Agt	4.50
A		Z	100.0
Ae		E	6.38



النتائج والمناقشة [Result and Discussion]

المقدمة:

في هذا الفصل، تم الحصول على النتائج العملية وتم مناقشة نتائج الاختبارات مختلفة التركيب المجهري [Micro_stracture]، واختبارات الشد[Tensile test] وفحص الصلادة المجهرية [Micro Hardness].

١_ الفحص المجهري[Micro _stracture]

تم فحص التركيب المجهري لكافة العينات، وكان من الواضح مشاهدة عيوب المسبوكة مثل المسامات [porosities] على السطح. وهذا التركيب واضح في بداية تكون بالورات السيلكون ملاحظة انتشار حبيبات السيلكون ذات التركيب الخشن على السطح.

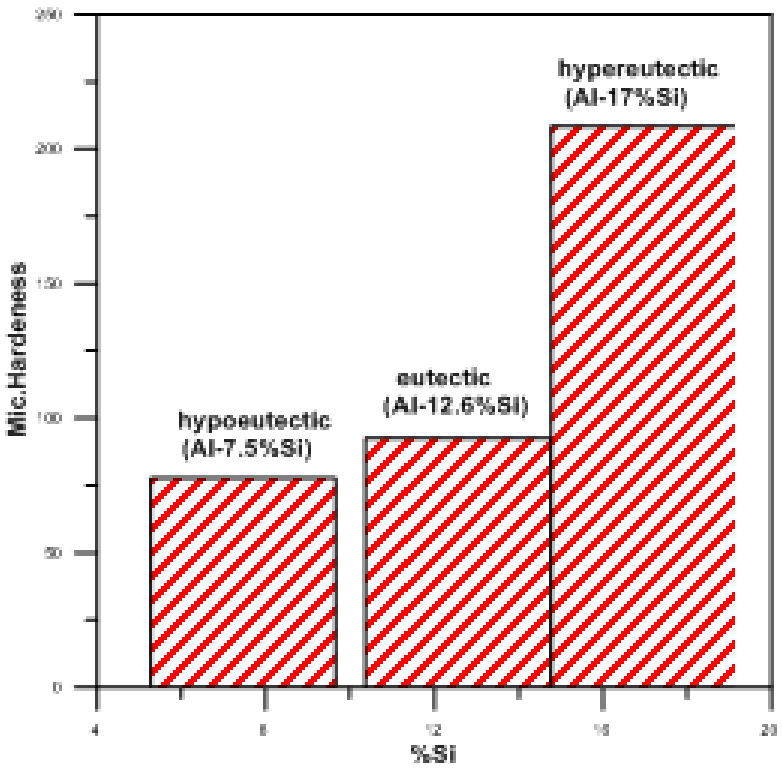
٢_اختبار الصلادة المجهرية [Micro stracture Hardness]

النتائج التي تم الحصول عليها لكل سبيكة :

العينات	Hypoeutectic (Al-7,5%Si)	Eutectic (Al-12.6%Si)	Hypereutectic (Al- 17%Si)
وسط	81.52	74.02	178.28
جانب الأيمن	75.66	101.23	163.96
جانب الايسر	75.69	101.85	283.25
المعدل الكلي	77.62	92.39	208.49

الجدول يبين نتائج الصلادة المجهرية. تم أخذ النتائج كمعدل لثلاث قراءات . تم أخذ النتائج بالمقارنة مع الصلادة المجهرية القياسية لسبيكة Al_Si. وقد لوحظ ان الصلادة تزداد بزيادة نسبة السيلكون اختلاف تأثير نسبة السيلكون على الصلادة في العينات المختلفة يعود إلى طبيعة تكون محلول جامد استبدالي . الزيادة في الصلادة هو نتيجة تغلغل السيلكون في السبيكة Al_Si وتكون هذه الذرات خشنه في طبيعتها و ترسبت كسيلكون نقي ذو صلادة عالية لذلك تزداد صلادة لسبيكة.

المخطط التالي يبين هذه النتائج :



العلاقة بين الصلادة المجهرية ونسبة السيليكون لكل عينة

٣_ اختبار الشد[Tensile Test]

من نتائج اختبار الشد لا حضنا أيضا ازدياد قوة الشد بزيادة نسبة السيلكون وتقل المطيلية كلما زادت نسبه السيلكون . وحسب ضروف بحثنا هذا حيث يؤدي الى مقاومه السبيكة للتشوهات المرونة و اللدنة .

بزياده نسبة السليكون سوف تزداد مقاومة الخضوع ومقاومة الشد ويعزى ذلك لتاثير عنصر السبك السليكون على خواص سبيكه الالمنيوم, البنية المجهرية لسبيكة % 7.5 سليكون عبارة عن ارضية من محلول جامد الفا-الالمنيوم ذائبة فية نسبة قليله جدا من السليكون. من المعروف من خلال مخطط الاطوار ان اذابة السليكون في الالمنيوم قليله جدا.

اما الطور الاخر فهو عبارة عن يوتكتك متكون من طورين: جسيمات ذات شكل يشبه الصفائح من السليكون + الالمنيوم وبالتالي تعود الزياده بالخواص الميكانيكية الى تاثير جسيمات السليكون الصلده جدا والتي تحد من حركه الانخلاعات وزياده كثافتها .

بالنسبة للسبيكة الثانية ذات المحتوى 12.6% من السليكون فهي تقريبا 100% يوتكتك المكون من طورين من السليكون +الفا المنيوم وبما انه السليكون ك عنصر صلد جدا فسوف يزيد مقاومه الخضوع والشد.

السبكة الثالثة ذات المحتوى 17% مكونه من السليكون النقي كطور اولي + اليوتكتك المكون من (طورين هما السليكون + الفا المنيوم) ولنفس السبب الزياده بمقاومه الشد والخضوع والصلاده ومقاومة البلى تعزى لزياده نسبه السليكون المترسب وهو طور صلد في اعاقة حركة الانخلاعات وكذلك لوجوده ضمن اليوتكتك.

اما الانخفاض في نسب الاستطاله فيعزى لتاثير نسب السليكون في اعاقة حركة الانخلاعات وصعوبة التشوه اللدن و الانزلاق في مستويات الذرات.

الاستنتاجات و التوصيات [Conclusions and recommendations]

١_ ان إعداد سبيكة Al_Si كان توزيع السيلكون متجانس في كل السبيكة

٢_ زيادة طور السيلكون الأولى تزداد بزيادة كمية السيلكون في السبيكة

٣_زيادة الصلادة المجهرية بزيادة نسبة السيلكون في السبيكة

٤_زيادة مقاومة الشد بزيادة نسبة السيلكون في السبيكه

التوصيات [Recommendations]

١_ إضافة نسبة أخرى من السيلكون ملاحظة تأثيره على الخواص الميكانيكية

٢_ دراسة تأثير المعاملات الحرارية على خواص سبيكة Al_Si

٣_ دراسة تأثير السيلكون على مقاومة بلى (wear-Resistance)

المراجع [References]

1-D. Raymond, F. Philip, "Manufacturing Feasibility of All-Aluminum Automotive Engines Via Application of High Silicon Aluminum Alloy" SAE International, Vol 61, No 1, 2000 .

2-Metals Handbook, Alloy Phase Diagrams, Vol. 3, American Society for Metals, 10th ed., (Metals Park, Ohio, pp 52–55, 1990 .

3-IJ polmear; light alloys, second edition ,1989.

4-L.Lasa ,J .M.Rodriguuez ,Ibabe; wear behavior of eutectic and hypereutectic Al-Si-Cu-Mg casting alloys tested against a composite brake pad: Materials science and engineering A363(2003)193-202 .

5-V.C.Srivastava , R.K.Mandal ,S.N. Ojha; Evaluation of microstructure in spray formed Al-18Si alloy; Materials science and engineering A 383 (2004),14-20 .

6-N.Saheby , T. Laouiz ,A.R.Daudy,R.Yahayay , and S . Radiman ; microstructure and hardness behavior of Ti-containing Al-Si alloys , philosophical Magazine A,2002 ,VOL. 82,NO.4,803-814 .

7-Sjölander E, Seifeddine S. The heat treatment of Al-Si-Cu-Mg casting alloys. Journal of Materials Processing Technology. 2010;210(10):1249-1259 .

8-bangy khan, K. (2005) 'Effects of oxide film, Fe-rich phase, porosity and their interactions on tensile properties of cast Al-Si-Mg alloys' (Doctoral dissertation, University of Birmingham) .

9-Review: M.N. Ervina Efzana, H. J. Kong and C. K. Kok Faculty of Engineering and Technology, Effect of Alloying Element on Al-Si Alloys,MultimediaUniversity,75450AyerKeroh,Malaysiaaervina.noor@ mmu.edu .