



منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية

مكتنولوجيا البناء

«٢»

الدكتور المتخصص

نصر الدين خير الله
كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

الدكتور المتخصص

فتحي الصدي
كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

١٤٣٣ - ١٤٣٢ هـ
٢٠١٢ - ٢٠١١ م

جامعة دمشق



المقدمة

يتضمن هذا الكتاب منهاج مقرر تكنولوجيا الإنشاء (٢) لطلاب السنة الخامسة
القسم الإنشائي ويحتوي على الواردات التالية :

- تقلة أعمال البناء مسبق الصنع .
- تقلة نقل العناصر والمشتقات مسبقة الصنع .
- تقلة تركيب ابنية المشتقات مسبقة الصنع » .

وقد رأينا في هذا الكتاب ان تاتي محتوياته كتتمة لكتابنا الاول تكنولوجيا
الإنشاء (١) لطلاب السنة الرابعة واستعرضنا موضوعات تتعلق بتقنيات تصنيع
العناصر مسبقة الصنع ومعالجتها ، ثم تناولنا موضوع نقل العناصر وطرائق التركيب
المروفة وارفقنا الكتاب بملحق صغير يمكن ان يكون مثلا علیا عن كيفية اجراء
المقارنة الاقتصادية بين البديل المكنته .

نرجو ان تكون قد وفقنا في عطانا هذا لما فيه خدمة طلاب كلية الهندسة المدنية
وزملانا الهندسين العاملين في مجال تصنيع العناصر مسبقة الصنع وتركيبها .

الالفان



الفصل الأول

تقانة أعمال البناء مسبق الصنع

النقطة ١١١ لحة تاريخية موجزة :

إن الفكرة الأساسية للبناء بوساطة قطع مسبقة الصنع^(١) ليست جديدة . فالمعروف مثلًا أن الأهرامات تم تشييدها بتركيب الأحجار المصنعة مسبقة وزراعة وسطي بلغ ٢٥ طنًا للحجر الواحد ، وببعضها وصل وزنه إلى ٣٥ طنًا وهي الجواجم العجرية التي تشكل سقف المدفن . أما كيفية تركيب مثل هذه العناصر الثقيلة ، حينذاك ، فإنه حتى الآن لم يتم تحديدها . وكمثال آخر مهم ، يمكن ذكر قبة قبر من المصور اليونانية في شمالي إيطاليا حيث تم رفع الحجر النهائي للقبة والذي يوزن ٤٥ طنًا إلى ارتفاع ٢٠ م دون استخدام أية رافعة .

أما بالنسبة للبيتون ، فكانت أول مرة استخدم فيها كسبق الصنع عام ١٨٩٧ من قبل Menier حيث صنع منه أحواض للزهور ، وبعدها بعام واحد تم تصنيع عواملرض للسكك الحديدية . أما بالنسبة للمنشآت ، فكان أول بناء تشييد من قطع بيتونية مسبقة الصنع هو إنشاء كالزيتو في فرنسا على الساحل الأطلسي عام ١٨٩١ ، عدا عن ذلك هناك أمثلة كثيرة تعود للقرن السابع عشر والثامن عشر والتاسع عشر لاستخدام مسبق الصنع لتشييد منشآت معدنية وخشبية .

(١) سوف يطلق تعبير مسبق الصنع في المرس الألاحق للدلالة على البناء بوساطة قطع مسبقة الصنع .

فيما يتحقق بفهم مسبق الصنع في العصر الحديث فينظر اليه من وجهة ظر
آخرى بحيث يقصد فيه ليس فقط تركيب بعض النشأت الخاصة ، ولكن
بالدرجة الأولى الاعتماد على تقانات متقدمة لتنفيذ عناصر ومنتاثات بشكل مستمر
وبأعداد كبيرة ، أي ما يسمى تصنيع البناء . وفي ضمن هذا المفهوم ، تعد أولى
خطوات مسبق الصنع هي تشغيل أول مصنع يتيقن بتصنيع عناصر بيتونية مسلحة
لاستخدامها في تشييد صالات النشأت الصناعية في بولن بـ بعد الحرب العالمية
الأولى ، حيث أصبح من الممكن شراء هذه العناصر المتوافرة مباشرة وتحت الطلب
واستلامها من المخازن فوراً .

أما بالتطور السريع للسبق الصنع فيعود الى ما بعد الحرب العالمية الثانية
ظهور الظروف الخاصة الاقتصادية والاجتماعية التي ظهرت في الدول الأوربية
آنذاك وأهمها :

آ - العجم الكبير للمهام الواجب تفiniتها في مجال التشييد وب فترة قصيرة
نتيجة للتlimير والغراب بسبب الحرب ،

ب - التطور السريع للصناعة وامدادها لقطاع التشييد بالآلات والمعدات .

جد - الاحتلال للأبنية المنشيدة لإبان الثورة الصناعية البورجوازية في القرنين
الثامن عشر والتاسع عشر والتي لم تعد تناسب متطلبات المجتمع الحديث .

الـ١ـ٢ـ اتجاهات التطور في اعمال التشييد :

إن أهم اتجاه التطور في اعمال التشييد عالميا هو اعتبار موقع البناء هو
لتركيب فقط ونقل أكبر قدر ممكن من أعمال التنفيذ إلى مصانع مرکزية ، وذلك
يتطلب ما يلي :

ـ ـ تطوير قاعدة الصنع المسبق (معامل بيتون ، تطوير أنظمة بناء ، مراكز
أبحاث ... الخ) .

ب - تطوير آليات النقل والرفع .

أما الأهداف التي يرمي إليها هذا الاتجاه فيمكن تلخيصها بما يلي :

آ - اختصار زمن التنفيذ .

ب - تخفيض الكلفة ،

ج - تخفيض العمالة .

ولتحقيق ذلك لا بد من استخدام المكتنة المتطورة بشكل واسع واقتصادي وهذا ممكن فقط عندما يتم التصنيع في مراكز ثابتة وعندما تستخدم طرائق تنظيم دقيقة وفعالة وتصنيع بأعداد كبيرة .

١-٢-٣ ايجيليات المسبق الصناعي وسلبياته :

الإيجيليات :

من وجهة نظر التنفيذ والمنشأ :

- إنتاج مستمر وبأعداد كبيرة ، استخدام مكثف للآليات والمعدات ، اختصار زمن التنفيذ .

- إمكان تنفيذ أكثر من عملية في وقت واحد (أعمال الإكمال خلال تنفيذ المنشآت) .

- التخفيف من تأثير المناخ في التنفيذ بسبب نقله إلى مصانع ثابتة لا تتأثر بالمناخ .

ـ الحصول على جودة عالية بسبب الاعتناء الأفضل في معالجة المواد وبنقل المكان . التحكم والمراقبة وتكرار العمل .

- سهولة فك العناصر واعادة استخدامها .
- توفير التواب والمواد المصنوعة منها والسائل .
- امكان استخدام مواد جديدة .
- عدم التأثير بظاهرة التقلص بسبب تخزين العناصر لفترة معينة قبل تركيبها واستخدامها .

من وجة ظر اليد العاملة :

- انقص الجهد المضلي واليد العاملة .
- تأمين كادر عالي دائم وثابت مما يسمح بأمكان أفضل للتدريب والتأهيل .
- تحسين ظروف العمل بنقل العمل إلى أماكن ثابتة غير معرضة للظروف الجوية .

السلبيات :

- من وجة ظر النفقات الاستثمارية :
- يتطلب نفقات استثمارية كبيرة بالمقارنة مع غيرها من طرائق التنفيذ .
 - النتائج الاقتصادية لا توازي دائناً النفقات الاستثمارية الكبيرة .
 - عدم تأمين استمرارية الاتاج يؤدي إلى خسارة كبيرة .
 - لا توجد مرونة في زيادة الاستطاعة الاتاجية حين ازدياد الطلب على حجم التشيد .

من فوجهة ظر التنفيذ والمنشأ :

- يتطلب التنفيذ جهداً كبيراً في التهيئة والتخطيط له .
- يجب أن يتم التنفيذ في الوقت المحدد له وضمن فترة الزمنية .

- يتطلب دقة عالية في التنفيذ لأن عملية اصلاح العيوب وتصحيح الاخطاء تتطلب كفاءة عالية :

المسائل الخاصة المرتبطة بالمبني الصناعي :

١-٢-١. نظرية الاقتصادية :

إن اقتصادية المبني الصناعي ترتبط بالدرجة الأولى بجودة الأصول المنتجة . تتحدد جودة الأصول المنتجة هذه بالأمور التالية :

- الادارة الصحيحة للإنتاج في مصانع البتنون .
- التسيير العبيد خلال تنفيذ الخطة ما بين المراحل الاتاجية (معامل البتنون) وورشات التركيب .
- رفع سوية اليد العاملة الفنية بشكل مستمر ورفع الشعور بالمسؤولية لديهم .
- التطبيق المستمر والصحيح لإنجازات العلوم الجديدة بهدف رفع الاتاجية وتخفيف الكلف ورفع الجودة .

إن جميع الأمور المذكورة أعلاه ، تتبع من كون العمليات المرتبطة بتنفيذ المنشآت مبنية على الصناع تطلب رؤوس أموال كبيرة نسبياً ، وأيضاً كون الاتاج ذات قيمة عالية وإن أي خطأ فني أو تنظيمي له تأثير سلبي اقتصادي كبير ولا يمكن استدراكه بسهولة ، لذلك فإن الهدف الأهم هو الاستخدام الأمثل للأصول المنتجة من جهة ، واستخدام أصول منتجة ذات متوسط رؤوس أموال منخفض من جهة أخرى ، مع العلم أن متوسط رؤوس الأموال المطلوب للتنفيذ بوساطة المبني الصناع هو أكبر بكثير منه من أجل تفاصيل أخرى متقدمة في التشيد مثل البتنون الصبوب بالمكان باستخدام قوالب متقدمة كالنفقية أو المزلقة أو التنفيذ بوساطة رفع البلاطات .

إضافة إلى ما ذكر أعلاه فإن اقتصادية المبني الصناع ترتبط بشكل كبير بعدى

امكان تنفيذ أعمال الاعباء في مرحلة تصنيع المنابر ظرفاً لما يوفر ذلك من بدء عاملة وتخفيض المدر ورفع جودة المنابر .

عند تقديم المسبق الصناعي ومقارنته مع مطائق تنفيذ أخرى فاتنا أحياناً كثيرة لا نحصل على أفضل الأرقام والمؤشرات الاقتصادية . إن مرد ذلك يعود إلى أن المسبق الصناعي يشترط متطلبات الأمور النظرية وعلى سبيل المثال :

أ - إن سرعة التنفيذ بالمبني الصناعي يتم الحصول عليها على حساب كمية أكبر من المواد المطلوبة من الناحية الإنسانية فيما لو تم التنفيذ بطرق أخرى .

ب - ان انتاج المنابر بوساطة خطوط انتاجية متطرفة يتطلب أيضاً كمية أكبر من المواد لصالح اتفاق اليد العاملة والحصول على انتاج بأعداد كبيرة .

ج - إن ادخال أعمال الاعباء في مرحلة الصناعي يزيد من كلفة التنفيذ ولكنه ينعكس على تقصير زمن التنفيذ وتحفيض الكلفة .

د - جميع أعمال النقل التي تحمل دوراً بعد نقل البيتون الى القوالب في معامل البيتون تعد نفقات إضافية ظهرت في المبني الصناعي ولا وجود لها في أعمال البيتون المصبوب في المكان ، مع التنويه بأن العمل الإضافي المذكور هو مكلف غالباً لأنه يتطلب آليات نقل وتجهيزات تحميل وتفريغ متطرفة .

وبشكل عام يمكن تقويم أقليمة مبني الصناعي من خلال العوامل التحليلية والمؤشرات الاقتصادية التالية^(١) :

(١) إن المؤشرات المذكورة تطبق على منشآت الابنية أما من أجل المنشآت الأخرى فيمكن اعتماد مؤشرات أخرى حسب نوعية المنشآت .

- كلفة التشيد $\text{لـهـس}/\text{م}^2$.
 - كلفة الصيانة $\text{لـهـس}/\text{م}^2 \times \text{سنة}$.
 - سرعة التنفيذ $10000 \text{ م}/\text{شهر}$.
 - انتاجية الاصول $\text{م}^2/\text{لهـس سنة}$.
 - وزن المنشآت $\text{طن}/\text{م}^2$.
 - جلوبي التقل $\text{م}^3/\text{تقلة}$.
 - مرونة النظام الانشائي من أجل تنفيذ منشآت متعددة .
 - مدى ما يسمح النظام من أعمال الالكمال خلال الصنع السابق ومدى تطابق الميكيل مع الأعمال التكميلية الأخرى .
 - امكان الاستفادة من النظام بعد نقله الى مكان آخر أو بعد فكه والغائه (المنشآت المعدنية مثل) .
 - سهولة تغير وظيفة المنشآت .
- ١-٢-٢ حول وظيفة المنشآت وتكوينه :**

إن أهمية محاولة تطبيق المسبق الصنع على التكوين المعماري والأنشائي للمنشآت التي حسمت لكي تنفذ بطرق تنفيذ أخرى مرفوقة حتماً ، ذلك لأن هناك حقيقة ثابتة ، وهي أن طريقة البناء لا بد أن تكون متوافقة مع الوظيفة والشكل المعماري والجملة الانشائية ، وبحيث تشكل هذه العناصر بعضها مع بعض واحدة متكاملة .

إن المطلوب هو تطوير طريقة للبناء واسعة الاتشار ومرنة في الحصول على أنواع متعددة من الاشكال المعمارية والوظائف ، وتوسيع المتطلبات للحياة العادلة المترافق عليها وتميز بدرجة كبيرة من المرونة من أجل متطلبات مستقبلية مرتبطة

بتغيير التكوين الأساسي للمجتمع وتطوره والاسرة والصناعة ، فعلى سبيل المثال فإن المنشآت التي تشيّد حالياً بالمبني الصنع يقلّ عمرها $50 \div 80$ سنة ، ولكن طرائق الاتاج في الصناعة تتغير كل عشر سنوات ، وفي مثل هذه الحالة لا بد للمنشأ أن يؤمن المتطلبات الجديدة لطرائق الاتاج في الصناعة المستقبلية .

٤-٢-١١ حول قواعد البناء :

إن إحدى خصائص المبني الصنع هي أن التجربة والتقديرات تحل محل المعلوم النظري في كثير من الحالات ، حتى إن القواعد الإنسانية والنظريات المستقة من التجارب والنمذج لا تجحب في كثير من الحالات عن بعض الأسئلة بشكل صريح ومحدد ، ويمكن القول بشكل عام أن مباديء البناء النظرية قابلة هنا للتطبيق بشكل جزئي ، ذلك لأن عمل البناء المركب او تصرفه قد يختلفان بشكل كبير عن النموذج الذي اعتمد من أجل الحساب الانسائي ، وإن العمل الحقيقي لعناصر المنشآت في كثير من الحالات لا يمكن تحديده إلا من خلال الابحاث التجريبية وليس من خلال التحليل النظري .

بالنسبة للحمولات فإنه من الضروري هنا التفريق بين الحمولات التي ظهرت قبل التركيب وبعده ، إضافة إلى ذلك ، فإنه ظهر حمولات واجهادات متعددة وفي جميع مراحل التنفيذ وبشكل أوسع مما عليه في البناء المصوب بالمكان وأهمها :

خلال تصنيع العناصر :

- إجهادات في البيتون الناتجة من تسريع عملية التصلب .
- إجهادات الالتصاق والإجهادات الديناميكية الناتجة من فك القوالب والتي قد تصل إلى 10N/mm^2 أعظمياً .
- إجهادات في البيتون خلال نقل العناصر إلى سلحة التخزين .
- إجهادات في البيتون خلال تخزين العناصر الناتجة عن وزنها الذاتي وعن التقلص .

خلال النقل :

- قوى ناتجة من الارتجاج خلال النقل بسبب مواصفات الطريق أو آلية النقل أو كيفية النقل .

خلال التركيب :

- حمولات خلال الرفع .
- حمولات خلال التدوير واحتمال الصدمات .
- حمولات خلال التنزيل .
- اجهادات العناصر النحيفة القابلة .

قبل تنفيذ الوصلات :

- احتمال انقلاب المنصر .
- الرياح .
- الاستقرار ضمن قسم العمل الواحد .

بعد التنفيذ :

- حمولات أفقية ناجمة عن عدم شاقولية العناصر (الحمولة الأفقية تؤخذ عادة ١٪٠٠٠ من الحمولات الشاقولية) .
- فرق الممر بين يتيرون الوصلات ويتيرون العناصر .
- تأثير السيلان .

فيما يلي عرض للمقاومات الأصغرية الواجب توافرها في العناصر خلال مراحل التنفيذ :

- القك العزبي للقوالب : $f_{c,28} (0.2 - 0.3)$

- ظك القوالب وتخزين المناصر : $f_{c,28} (0.3 - 0.6)$

- النقل خارج موقع الصنع وخلال التركيب : $f_{c,28} (0.6 - 0.8)$

١-٢-٣) النظام القياسي والنتيجة :

يتطلب المسبق الصنع حتماً التبسيق في مقاييس المناصر التي يتألف منها المنشآت وفق نظام معين . إن ضرورة النظام القياسي الواضح والمحدد هو من أجل اختصار عدد المناصر المتبارنة التي تشكل المنشآت بهدف :

- تسهيل عملية تصنيع المناصر .
- زيادة الاتاج والحصول على انتاج بأعداد كبيرة .
- تركيب المناصر في موقع العمل دون تغيير أو تبديل في الأبعاد .
- تسهيل عملية التصنيع وتسهيل العمل في ورشات التركيب .
- الربط والتنسيق بين التصنيع والتخطيط والصنع المسبق .

لقد طورت الدول المتقدمة ظليماً قياسية للمنشآت الخاصة بها^(١) ، وكذلك يعمل في هذا المجال عدداً من المنظمات الدولية بهدف توحيد النظم القياسية عالمياً مثل منظمة التوحيد القياسي العالمي في البناء الخاص بجموعة الدول الاشتراكية وغيرها . إن ايجاد مثل هذه المنظمات العالمية يشير الى أهمية التوحيد القياسي ليس فقط على الصعيد الوطني ولكن ايضاً على الصعيد العالمي .

إن أحد الامور المرتبطة بالنظام القياسي هو موضوع نتائج المنشآت ، ذلك

^(١) وهي ملزمة لجميع الجهات العامة في قطاع الانتاج .

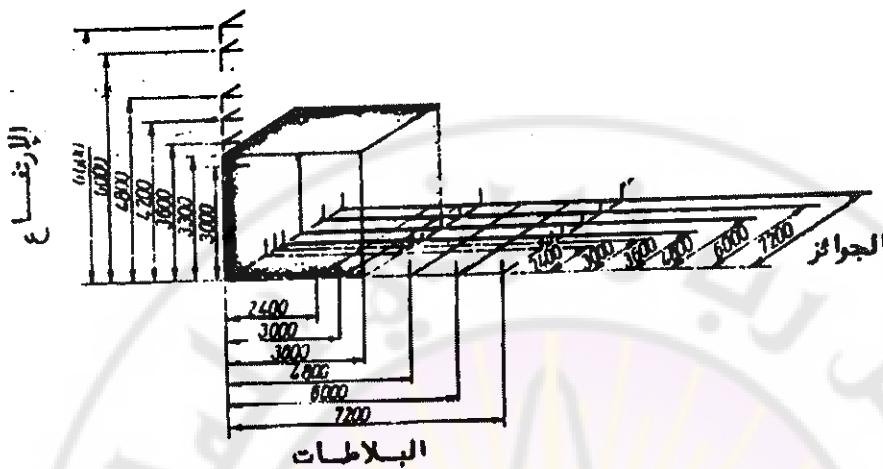
أن تكون الغراغ وفق نظام معين ومعايير محددة بوساطة قطع نموذجية مسبقة الصنع يشكل القاعدة الأساسية لتصنيع العناصر الانشائية . إن تنفيذ العناصر أمر ضروري بهدف تحديد العناصر التي بواسطتها يتم الالنشاء وبالتالي الحصول على التنفيذ بأعداد كبيرة .

أما العناصر النموذجية فيقصد منها تلك التي بواسطتها يمكن تكوين نماذج مختلفة للمنشآت بجمعها بعضها مع بعض وفق نظام تشكيلي معين ، ومن الطبيعي أنه لا يمكن تشييد منشآت ذات مجالات استخدام مختلفة الطبيعة بوساطة مجموعة واحدة من العناصر النموذجية المتواقة بعضها مع بعض ولكن لا بد من تطوير أنظمة خاصة بكل نوع من المنشآت مثل :

- أبنية ذات الطريق الواحد متعدد الاستخدام .
- أبنية سكنية متعددة الطوابق .
- أبنية عامة متعددة الطوابق .
- أبنية صناعية وزراعية .
- منشآت أرضية ٠٠٠٠٠ وغيرها .

١-٢-٥ الوصلات في المسبق الصنع :

إن الأهدى خصائص البناء مسبق الصنع وجود عدد كبير من الوصلات والتوصيل ، فاضافة إلى فوائل التمدد والمبوط هناك عدد كبير من التوصيلات (الوصلات) تدعى بـ فوائل التركيب (وصلات التركيب) . تتأثر هذه الوصلات والأماكن القريبة منها باجهادات مختلفة وصعبة التحديد . إن فوائل التمدد في البناء المركب عادة هي الأكبر منها في البناء المصوب في المكان ، وذلك تكون المنشأ المركب الذي يعتمد على الوصلات في تحقيق استقرار المنشأ له مرونة أكبر في الحركة ، ولسبب ثانٍ وهو أن القطع مسبقة الصنع والمركبة تكون قبل تركيبهما قد أخذت تقريراً شكلها الغرافي فيما يتعلق بجميع الاجهادات التي تنشأ في المنشآت



الشكل (١١ - ١)

يوضح مثلاً لنظام قياسي لابنية هيكلية متعددة الطوابق

لأسباب لا تتعلق بالتحميل ، مثل التقلص وحرارة التصلب . إن تشوه العناصر مثلاً يسبب السيلان يأخذ $4 \div 50\%$ من التشوه النهائي إذا تم تخزين العنصر شهر بعد تصنيعه ، كذلك فإن التأثير الحراري في العناصر المركبة ليس كهذا الكبير بسبب العدد الكبير من الوصلات ونقطات التقاء العناصر ، فحسب النظم في الآلانيا فإن فوائل البناء تصل إلى ٧٢ م بالنسبة للابنية ذات الطابق الواحد تحت الجدارية والجدران وقد تصل إلى ١٢٠ م بالنسبة للابنية ذات الطابق الواحد تحت شروط معينة^(١) .

١-٢-٣ التسامح والتقابل والتبادل :

إن التطور المسبق الصنع أدى إلى البحث بعلم التسامح والتطابق بشكل

(١) لا تطبق هذه الأرقام على العناصر المقلدة للمنشأ مثل الجدران الخارجية والأسقف الأخيرة .

أوسع بكثير مما يتطلبه البناء المصبوب بالمكان . إن مقدار التسامح وما يرتبط به من دقة التنفيذ يحدد في معظم الحالات جدوى الحلول الفنية واقتصاديتها للمسبق الصنع .

إن البناء المصبوب بالمكان (ظرراً لانصال عناصره الانشائية بعضها مع بعض بشكل مستمر ومتجانس) لا يشترط شروطاً فاسية بالنسبة للدقة . وبالعكس من ذلك فيما يتعلق بالمسبق الصنع فإن عدم الدقة قد تجعل المنشأ غير سليم وأحياناً تكون عملية التركيب غير ممكنة ، لذلك فإنه يجب التعامل بلقة كبيرة نسبياً ولهذا كان من الضروري تطوير تفاصيل قياس دقة .

إن التقابل بالتعريف هو أن العناصر يجب أن تتحقق شروط الوصول من ناحية الدقة وتأمين سلامة المنشأ وسهولة التنفيذ ووفق التصميم مع مراعاة ظروف التصنيع والتركيب . تتطلب شروط التنفيذ في كثير من الحالات شروطاً معيينة تختلف عما تتطلبها الدراسة النظرية ، لذا يجب أن يوضع هذا الاختلاف في الحسبان خلال التصميم .

أما التبادل فيقصد به إمكان استبدال قطعه بأخرى قابلة للوصل مع القطع المراد معها الوصول دون آلية الإجراءات إضافية . إن العنصر الذي يشكل جداراً داخلياً ، على سبيل المثال ، يجب أن يسمح بتنفيذ الشاقولية مع عنصر جداري داخلي أو مع عنصر جداري خارجي ، وفي هذه الحالة فإن العنصر الجداري الخارجي يجب أن يكون مصمماً بحيث يسمح بمثل هذا الوصل .

إن الظروف التنفيذية في جميع مراحلها تتطلب تحديد درجة الدقة المطلوبة . تتعلق درجة الدقة بالازياح المسووح للعنصر بعد تركيبه في المنشأ . يتألف المنشأ من عدد من العناصر التي قد لا تنفذ بالدقة المفروضة في الدراسة النظرية ، (عدم دقة قد تكون إما أبعد العناصر أو بوضاحتها الغرافية) ، إن الازياحات في الدقة المطلوبة يتراكم بعضها فوق بعض خلال مراحل التنفيذ بشكل غير متساوٍ فياتجاهات ليست بالضرورة متطابقة ، وينتتج ذلك بحصل ازياح فهائی في المنشأ يتم حسابه وفق ظریبة الاحتمالات .

يمكن التمييز في المسبق الصنع بين أنواع التسامحات التالية :

- تسامح الأبعاد للمنشآت وعناصر البناء .
- تسامح القوالب - تحصص أبعاد العناصر .
- تسامح "القياس الفني" - خلال أخذ القياسات .
- تسامح الارسae - خلال إرساء العناصر قبل الوصول .
- تسامح "الوصل" - حسب نوعية التقابل .

وبما أن الحصول على دقة معينة ينعكس على طريقة التنفيذ بشكل مباشر في جميع مراحله ويحدث ، على سبيل المثال ، استخدام معدات معينة في مرحلة الصنع المسبق وطراائق القياس أو تنفيذ وصلات أفقية خلال التركيب ، فان ذلك يرتبط بشكل مباشر بالأمور الاقتصادية . إضافة إلى ذلك فان جودة التنفيذ وكلفته وسرعه هي أمور مرتبطة بعضها مع بعض بشكل عضوي ، لذلك لا بد من تحديد ما هي درجة الدقة المطلوبة لتحقيق الجلوبي الاقتصادية لها وأضمن في العsonian جميع الأمور المطروحة أعلاه . لهذه الأسباب جيئاً فان الدقة يتم تصنيفها عادة وفق درجات دقة معينة ، ونسبة الى هذه الدرجات يتم تحديد ما هي الارتفاعات المسموحة للعناصر والمنشآت ، ويتم أيضاً تحديد ما هي درجة الدقة المطلوبة من أجل تنفيذ كل نوعية من المنشآت حسب استخدامها ، (فعلى سبيل المثال إن اللسنة المطلوبة لتصنيع قطع بيتونية وتنفيذها لنفق خدمات هي أصغر مما يتطلبه تصنيع عناصر كالادراج والجوائز وتنفيذها) .

١-٧- الحماية من العوامل الضارة :

تعد الحماية من العوامل الضارة المحيطة بالمنشآت احدى الشكلات الرئيسية في البناء المسبق الصنع للأسباب التالية :

- تخفيض عوامل الأمان (ظرراً للدقة التنفيذ في العناصر فان عوامل الإضافة للمسبق الصنع هي أصغر) .

- استخدام طرائق دقيقة في الحساب الائتماني .

- ازدياد تلوث البيئة بشكل عام .

إن ظاهرة الصدأ تظهر بخاصة في أماكن الوصلات بسبب التشوّهات التي تطرأ على العناصر وظفّور الشّيّقوق التي تعد مسالك سهلة للعناصر الضارّة لتخريب المواد . أما الصدأ المقصود فيه هو التخريب التدرّيجي الذي يحصل في المادة (العنصر) ابتداءً من السطح الخارجي (القابل) وباتجاه العميق بسبب التفاعلات الكيميائية - الكهربائية ما بين المادة والوسط المحيط . إن عملية التخريب تبدأ عندما يتم التفاعل ما بين المادة والعناصر المخربة تحت ظروف معينة ، وهي تشكّل بعضها مع بعض أنظمة متقدمة لمجرى التخريب . تبتدئ عملية الصدأ عندما تجتمع في وقت واحد الحموض والأملاح أو التلوثات من جهة والأوكسجين من جهة أخرى ، فإذا غاب أحدهما فإن عملية التخريب لا تتم .

على الرغم من أن درجة الرطوبة في القطر السوري بشكل عام ليست كبيرة ، إلا أن المناطق الساحلية تعد ذات درجة رطوبة عالية ، وكذلك فإن بعض المناطق تعاني من تلوث كبير في المحيط ولا بد في هذه الحالة منأخذ تأثير ذلك في المنشآت .

إن اتخاذ إجراءات خاصة لحماية سطوح عناصر بيتوينية مساحة هو غير ضروري بشكل عام ذلك لأنّ البيتون بعد ذاته يشكل حماية ممتازة للحديد ، أما الإجراءات الالزامية من أجل الحصول على بيتون لا يتأثر بالعوامل المحيطة وبهيث يشكّل حماية جيدة ل الحديد التسلیح فهي :

- استخدام حصويات قليفة ذات تصريح جي مناسب .

- نسبة منخفضة للماء .

- الحصول على كثافة كبيرة لليبيتون خلال صبه ورجه .

- معالجة حرارية مختلطة .
- استخدام اسمنت لا يتأثر بالسلفات ولا يعطي كمية كبيرة من الحرارة خلال التصلب .

ترمي كل هذه الاجراءات الى الحصول على تغليف لحديد التسليح لا يتأثر بالعوامل الضارة ، وكلما كان البيتون أكتف قلل من انتقال الرطوبة والغازات الى الداخل وبالتالي يشكل حماية أفضل .

١-٢-٨ اللحام:

تردد أهمية اللحام في منشآت البيتون المسلحة مع ازدياد استخدام المسبق الصناعي ، وهو يستخدم بشكل رئيسي من أجل الأعمال التالية :

- وصل قضبان التسليح (في مصانع البيتون) .
- تنفيذ شبكات التسليح وغيرها من المناصر (سلام واقفاص) .
- تنفيذ الوصل بين القطع .

تعتمد تقانات اللحام من أجل تنفيذه على الحرارة أو الضغط أو كليهما معاً ، بوجود وسيط أو دونه ، ومن هنا نرى أن التقانات المستخدمة في اللحام كثيرة ومن أجل كل نوعية من الحديد ومن أجل كل ظروف استخدامه فانه تحدد التقنية المناسبة الواجب استخدامها .

هناك ثلاثة أنواع من حديد التسليح حسب قابليتها للحام وهي : القابلة للحام ، القابلة للحام بشروط معينة ، وغير القابلة للحام . إن العوامل التي تؤثر في درجة الحديد القابل للحام هي :

- نوعية الفرز الذي يصهر فيه الحديد .
- نوعية المدرفلة والصب والتبريد ، وهنا يميز بين الحديد المستقر ونصف

المستقر وغير المستقر والمستقر الخاص ، وكلما ازدادت استقرارية الحديد
ازدادت قابلية للحام .

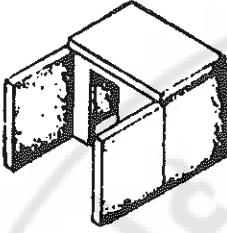
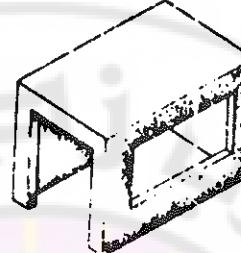
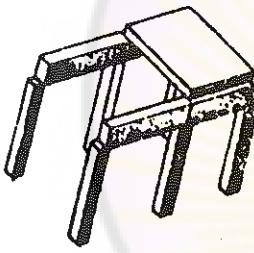
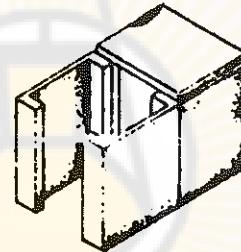
- التركيب الكيميائي (الشوائب) وبخاصة المعادل الفحسي ، ومن أجل كل
تركيب كيميائي يجب استخدام تفافة مناسبة للحام .

١٠-٢-٩ العناصر الانشائية في المسبق الصنع :

يستخدم المسبق الصنع في جميع أنواع المنشآت تقريباً (أبنية متعددة
الطوابق ، منشآت أرضية ، أبنية صناعية وزراعية .. الخ) ولكل نوع من
المنشآت تم تطوير عناصر انشائية تعتمد على أسلوب انشائي معين . يوضح الشكل
(١ - ٢) الأساليب الانشائية المستخدمة في الإبريمية المصنعة حسب الوظيفة
الإنشائية التي تقوم بها وحسب الشكل والأبعاد .

تم تحديد الأسلوب الانشائي في كثير من الحالات بوزن العناصر التي يتألف
منها المنشأ ، ذلك لأن وزن العنصر له تأثيره المباشر في عملية التنفيذ في جميع
مراحلها ابتداءً من الصنع المسبق ومورداً بالنقل والنتهاء بالتركيب . إن استخدام
ظام المعدات مرتبط بعضه مع بعض في جميع مراحل التنفيذ . إن تشغيل
الاستطاعات الاتاجية بطاقة عظمى قدر الامكان هو مطلب مهم وضروري وينعكس
على اقتصادية المسبق الصنع بشكل مباشر . انطلاقاً من مبدأ تشغيل الاستطاعات
الاتاجية بطاقة العظمى يلاحظ أن معظم نظم المسبق الصنع المتقدمة تضع في
الحساب التقارب في وزن العناصر التي يتركب منها المنشأ .

إن تطور المسبق الصنع في بعض الدول مثلاً (ووظراً لأن سياسة البناء
يمكن توجيهها مركزياً) ، قد مر بعد الحرب العالمية الثانية وحتى تاريخه بمراحل
معينة ، وفي كل فترة تم تطبيق أساليب انشاء تعتمد على وزن عنصر واحد . ومرد
ذلك إلى عدة أسباب أهمها :

 <p>هيكل جداري</p>	 <p>فراغي</p>
<ul style="list-style-type: none"> - جملة مركبة من هيكل وجدران - جملة مركبة من هيكل وجدران - العنصر حامل وبلاطات الفراغ . 	
 <p>هيكل</p>	 <p>جداري</p>
<ul style="list-style-type: none"> - عناصر حاملة خطبة مستقيمة . - تحديد الفراغ بواسطة جدران فواطع وبلاطات باستناد بسيط 	<ul style="list-style-type: none"> - جملة حاملة فراغية من جدران حاملة وبلاطات .

الشكل (٢ - ١)

الاساليب الانشائية (الرئيسة لاستخدام مسبق الصنع

- ارتباط انتاج العناصر بالصناعة وما يمكن أن تقدمه لقطاع البناء من معدات وآليات .

ـ ضرورة استخدام المعدات والآليات لفترة عمرها المجدبي وتجنب حدوث الاهلاك المعنوي لهذه المعدات والآليات .

ـ إن تطور الأساليب الانشائية من أجل كل مرحلة لاحقة كان يعتمد على الخبرات المترادفة من استخدام النظم السارقة .

إن المراحل الرئيسية التي مر بها المسبق الصناعي في مجال الأبنية المتقدمة

الطوابق في تلك البلدان يمكن تلخيصها بالمراحل التالية :

أ - مرحلة ١٨٠٠ - ١٢٠٠ كم .

ب - مرحلة ١٨٠٠ - ٢٥٠٠ كم .

ج - مرحلة ٤٠٠٠ - ٦٥٠٠ كم .

بعض النظر عن العناصر المطورة لتشكيل قسم متكاملة للمنشآت ، فأنه تصنف أحياناً عناصر ذات أبعاد وأشكال وخصائص معينة يمكن استخدامها بشكل حر ويمكن الحصول عليها كسلعة عامة مثل عناصر الجوائز والاستناد وقوامص الجدران . هذه العناصر يمكن أن تلبي بعض عناصر متعددة الاستخدام ، ولطيفيّان التصميم يجب أن يضع في الحسبان مواصفات هذه العناصر ولمكان استخدامها بشكل منطقي . إن خصائص أهم العناصر الانشائية للمبني الصناعي هي :

ـ الجوائز : إن المقطع وشكله يتعلق بكيفية الارتكاز والحمولات الواقعة عليها والمجاذز وطريقة التنفيذ (الشكل ١ - ٣) .

ـ عناصر الأسقف : المقطع يتعلق بنوعية الحمولات وقيمها والمجاذز وطريقة التنفيذ (الشكل ١ - ٤) .

ـ العناصر الجدارية : وهنا يمكن التفريق بين الجدران غير الحاملة والحملة .

بالنسبة للجدران غير الحاملة فأن وظيفتها تقصر على تحديد الفراغ . وهنا تميز بين الجدران غير الحاملة الداخلية (القوام) ، والجدران الخارجية غير الحاملة (غالباً ما تكون معلقة) وتشكل الواجهات للمنشأ وتألف من عدة طبقات . أما الجدران الحاملة فوظيفتها مزدوجة إذ تقوم بتحمل القوى الشاقولية والأهقية وتحديد الفراغ .

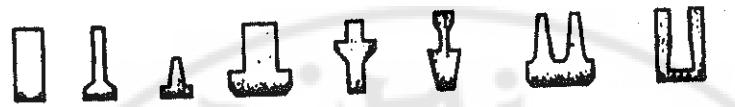
١-٢-١ البنية الانشائية لمنشآت السباق الصنع وحيدة الطوابق :

تعتمد المنشآت وحيدة الطوابق على البنية الهيكلية في الاتساع ، وهنا يمكن استخدام عناصر خطية مستقيمة أو غير مستقيمة من المعدن أو البتون المسلح أو كليهما معاً . إن الاتجاه في تشكيل السقوف من أجل منشآت ذات وظائف معينة خاصة هو استخدام العناصر القرصية لتشكيل الأسفاف والاستعاضة بها عن الجوائز والأعصاب والبلاطات . إن القرصية في هذه الحالة تقوم إضافة إلى تحمل القوى الشاقولية بتحديد الفراغ واعطائه الشكل العماري المطلوب .

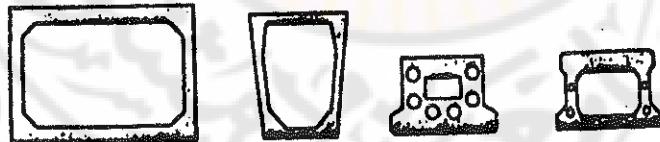
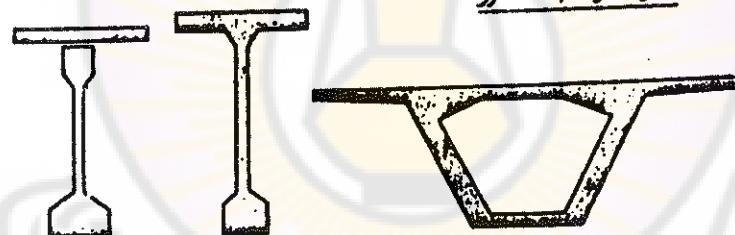
تعتمد البنية الانشائية لهذه المنشآت على عدم الهيكل غير مرتبط بالوظيفة المخصوص لها المنشآت . لهذا الموضوع أهمية في الصناعة ظراً للتطور السريع فيها والذي يتطلب كل فترة تحديث التقانة المستخدمة للإنتاج أو تبديلها بهدف تطوير تكنولوجيا التصنيع ، لذلك يجب لا تكون تقانة التصنيع مرتبطة بالبنية الانشائية بشكل عضوي ، بل عد المنشآت فقط كعنصر فراغي للنظام التكنولوجي المستخدم من أجل الإنتاج . لهذا السبب أيضاً فان الاتجاه هو تشييد منشآت ذات تباعد أعمدة كبير في أحد اتجاهات المحاور على الأقل . إن المسقط الرئيس لهذه الأبنية هو المستطيل الذي يتكون من عناصر خطية (أعمدة وجوائز) وعناصر مستوية لتحديد الفراغ (بلاطات وأسفاف وجدران) .

وفي كثير من الأحيان تستخدم جوائز ثانية (أعصاب) تحمل بلاطة السقف وترتكز على الجوائز الرئيسة بهدف الحصول على تباعد كبير في الاتجاه المعماد

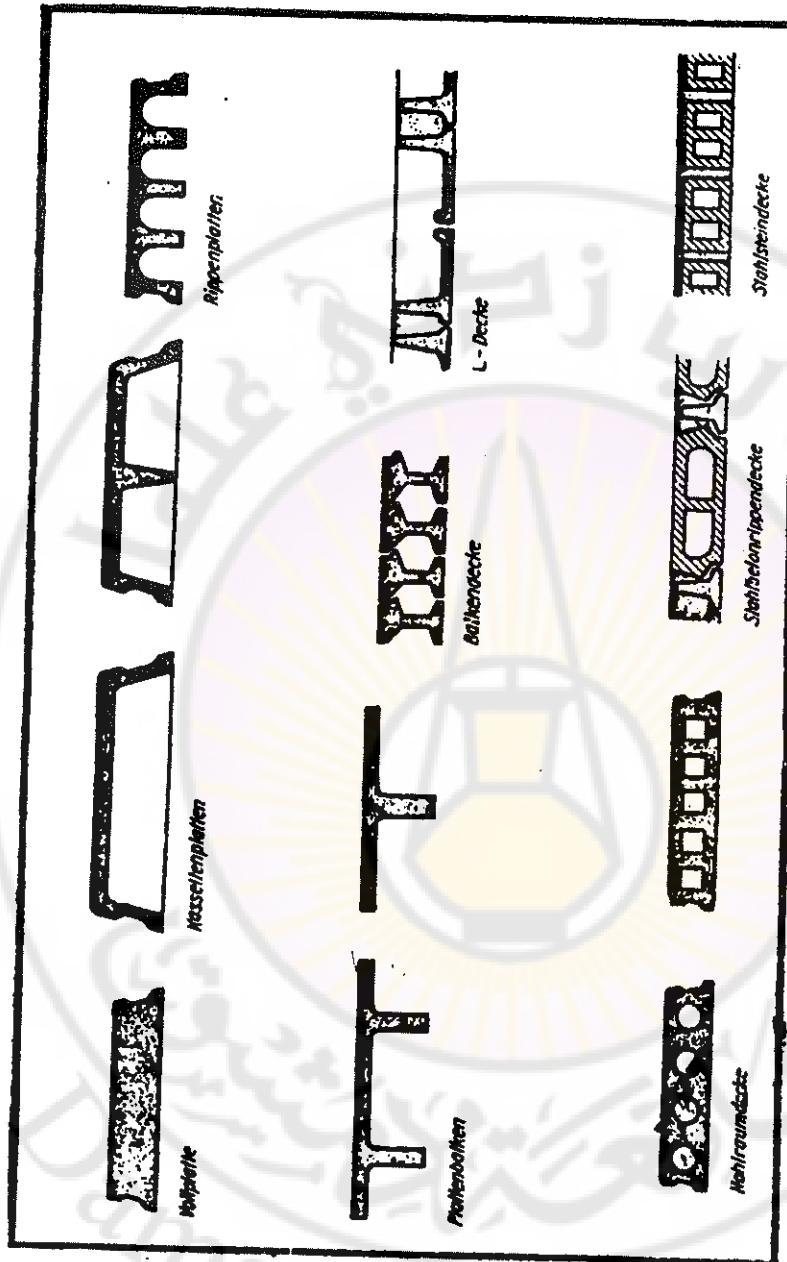
٢ - الجواشر والأعصاب



ب - جواشر الجدر



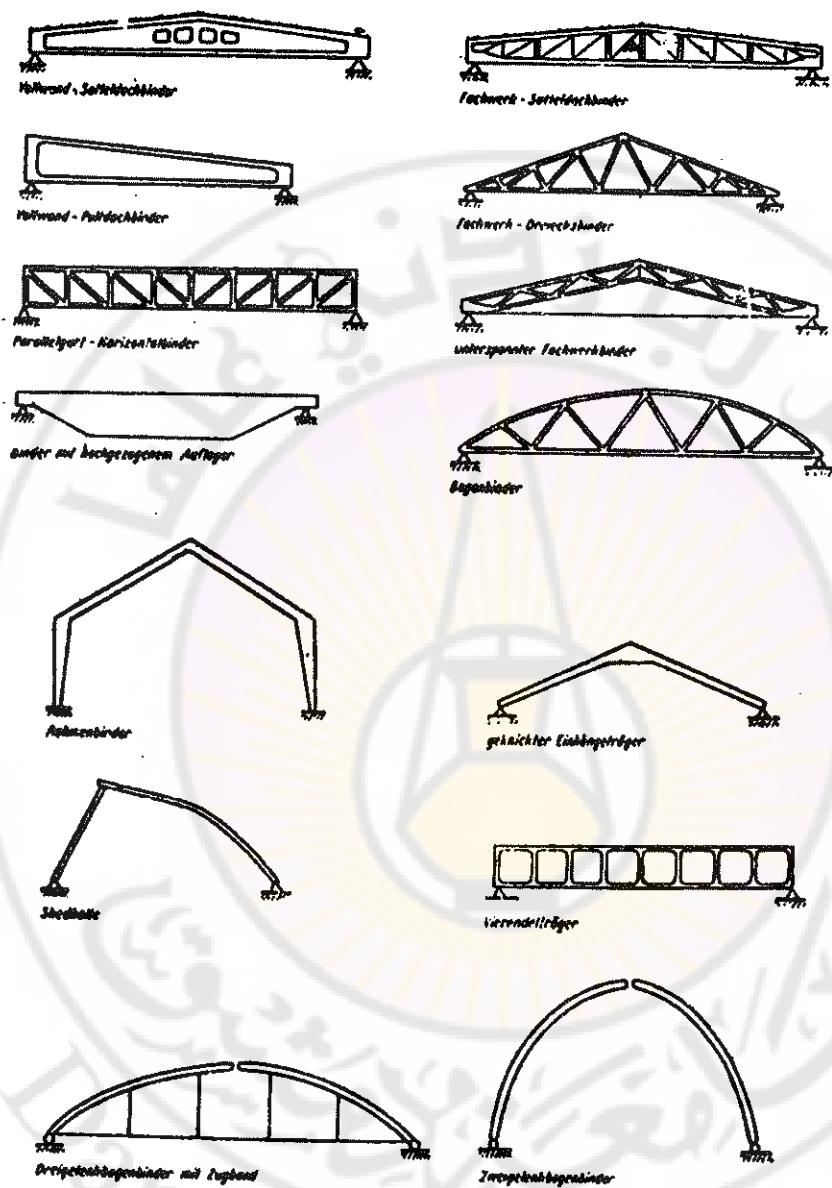
الشكل (١ - ٣) مقاطع الجواشر والأعصاب



الشكل (١) - (٢)
مقاطع منامير البلاطات
- ٢٦ -

مع العناصر الحاملة الرئيسية (الجوائز الرئيسية وركائزها) توضح الأشكال (١ - ٥) إلى (٦ - ٧) أشكال بعض العناصر الإنشائية الرئيسية الحاملة ومقاطعها وكيفية الارتكاز . أما بالنسبة للجدران الخارجية ، فهي تغليف للفراغ وهي جدران عازلة حسب خصائصها الفيزيائية والمتطلبات ، ويمكن أن تكون من البيتون المسلح أو مواد أخرى مثل المعادن والمواد الصناعية وغيرها ، إن معظم منشآت البيتون انسطخ يعتمد على مبدأ الاتساع التالي :

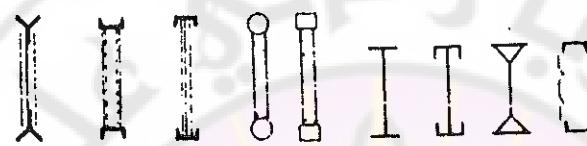
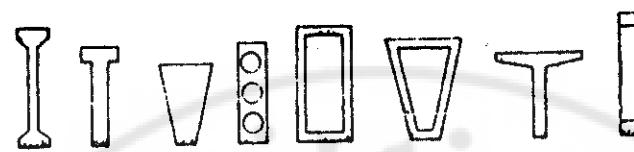
- تحمل الأعمدة بالأساسات بشكل وثيقة كاملة .
- ترتكز الجوائز الرئيسية على الأعمدة بشكل مفصلي .
- في حال تعدد الفتحات للجواز الرئيسية يجب أن تصمم الوصلات بينها بحيث تكون قابلة لتحمل الضغط والشد .
- يتم تأمين استقرار المنشأ بوساطة الوثاقات مع الأساسات (وأيضاً في الاتجاه الطولي للمنشأ) . تنتقل جميع القوى الأفقية من بلطة السقف أو من نقطة ارتكاز العناصر الحاملة للرافعة بوساطة الأعمدة أو الجدران أحياناً إلى نقاط الاستناد الثابتة .



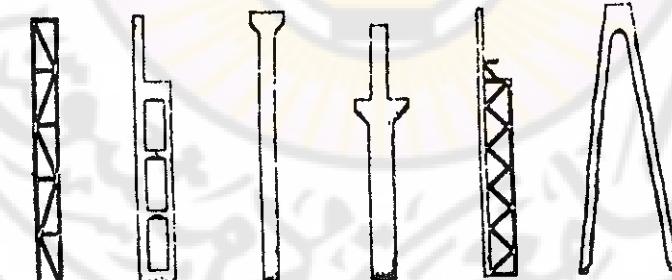
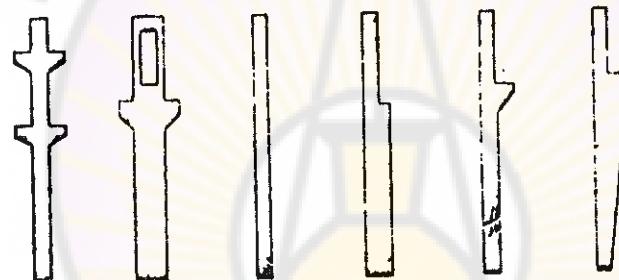
الشكل (١٥ - ٥)

أشكال بعض المعاشر الانسانية للمنشآت ذات الطبق واحد

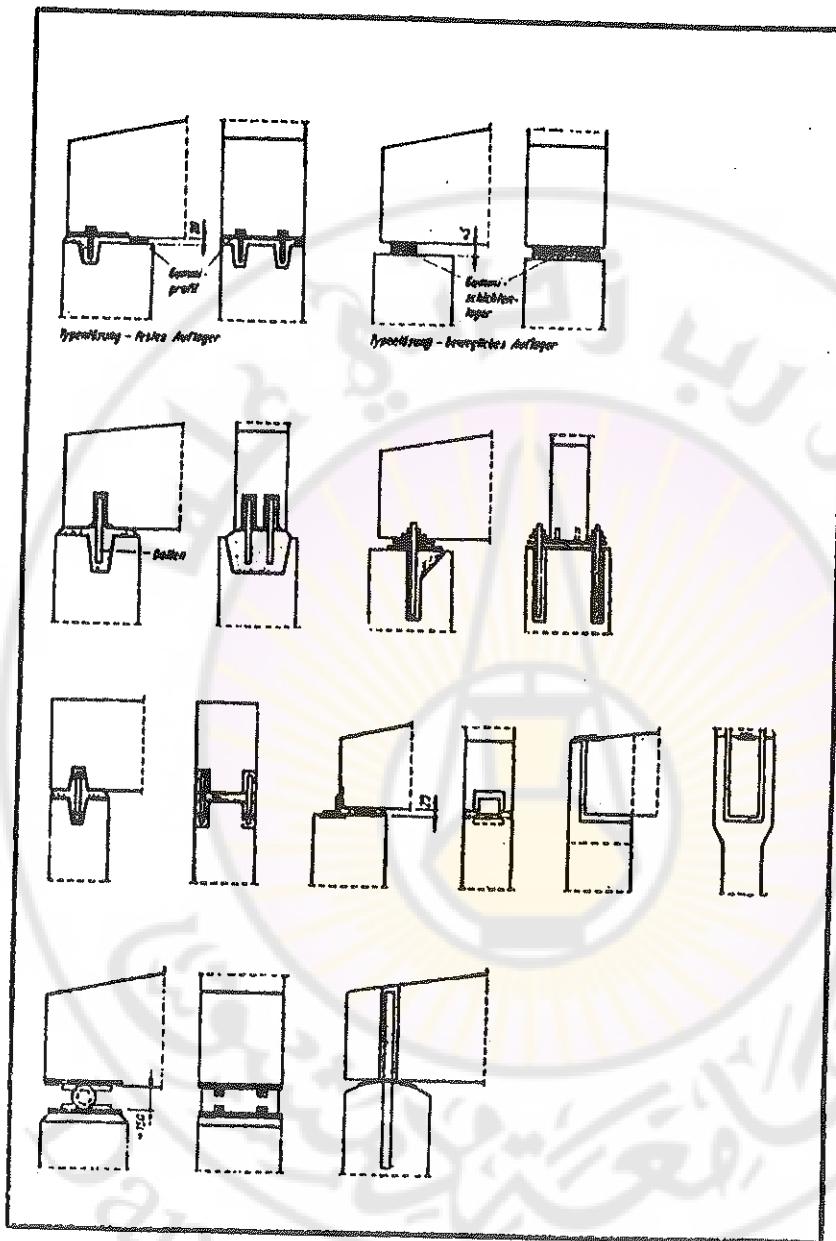
أ - مقاطع الجوازر



ب - أشكال الأعمدة



الشكل (١ - ٦)



الشكل (١-٧)
ارتفاع الجوانب على الامتددة

الـ٢-١: الابنية الهيكلية متعددة الطوابق :

تستخدم بالدرجة الأولى من أجل الابنية ذات النفع العام والصناعية . إن الاتجاه في هذه الابنية هو توضع الركائز بتباعدات كبيرة نسبياً ، وكذلك حسابها لحمولات أكبر بسبب امكان تغير الوظيفة مستقبلاً . إن القوافع الداخلية وكذلك أعمال التمديدات يتم تنفيذها دون تداخل وثيق مع المنشآت . تشكل هذه المنشآت من عناصر خطية خفيفة ومتوسطة الوزن ، مع المحافظة بشكل عام على مقاطع ثابتة للجوائز والاعمدة وطول ثابت ل بلاطات الاسقف من أجل المحافظة على أصغر عدد ممكن من العناصر . يلاحظ من الشكل (١ - ٨) الجمل الانشائية « المكنة » ويلاحظ أيضاً كيفية الاقتصر على أصغر عدد من العناصر الانشائية الشابهة . يوضح الشكل (١ - ٩) المبادئ الرئيسية لتشكيل الوصلات ويلاحظ أيضاً الاتجاه نحو الاعتماد على اعمدة مستمرة لاكثر من طابق واحد (قد يصل طولها الى ٢٠ متر) ، اقر الشكل (١ - ١٠) .

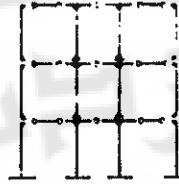
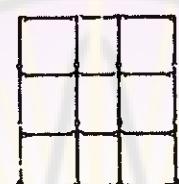
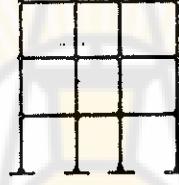
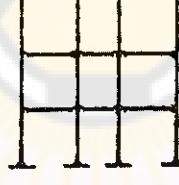
إن المبادئ الرئيسية في البناء هي :

- تنفيذ الوصلات في الأماكن المعرضة لمزوم انعطاف صغيرة .
- اشتراك أقل عدد ممكن من العناصر في الوصلة الواحدة .
- يجب أن تحقق الوصلات الاتصالات السنوية نتيجة عدم الدقة .
- الاقتصر على نوعية واحدة من الوصلات بهدف استخدام ثلاثة وحدة من أجل تنفيذها .
- سرعة التركيب وسرعة الوصول الى استقراره الشامل .
- الاقتصر على أقل عدد من العناصر لتشكيل المنشآت .

مخطط المعاصر	الجملة الإنسانية	بداً الإنشاء
		<ul style="list-style-type: none"> - أعمدة وجوازات - اتصال وثاقه
		<ul style="list-style-type: none"> - أعمدة مستمرة - اتصال الجوائز بوثاقه
		<ul style="list-style-type: none"> - ملاطات فطرية
		<ul style="list-style-type: none"> - إطاران متاظران - حائز وسيطي بارتكاز منصلي
		<ul style="list-style-type: none"> - إطارات بشكل حرف H - جواز بارتكاز منصلي

الشكل (١١ - ٨)

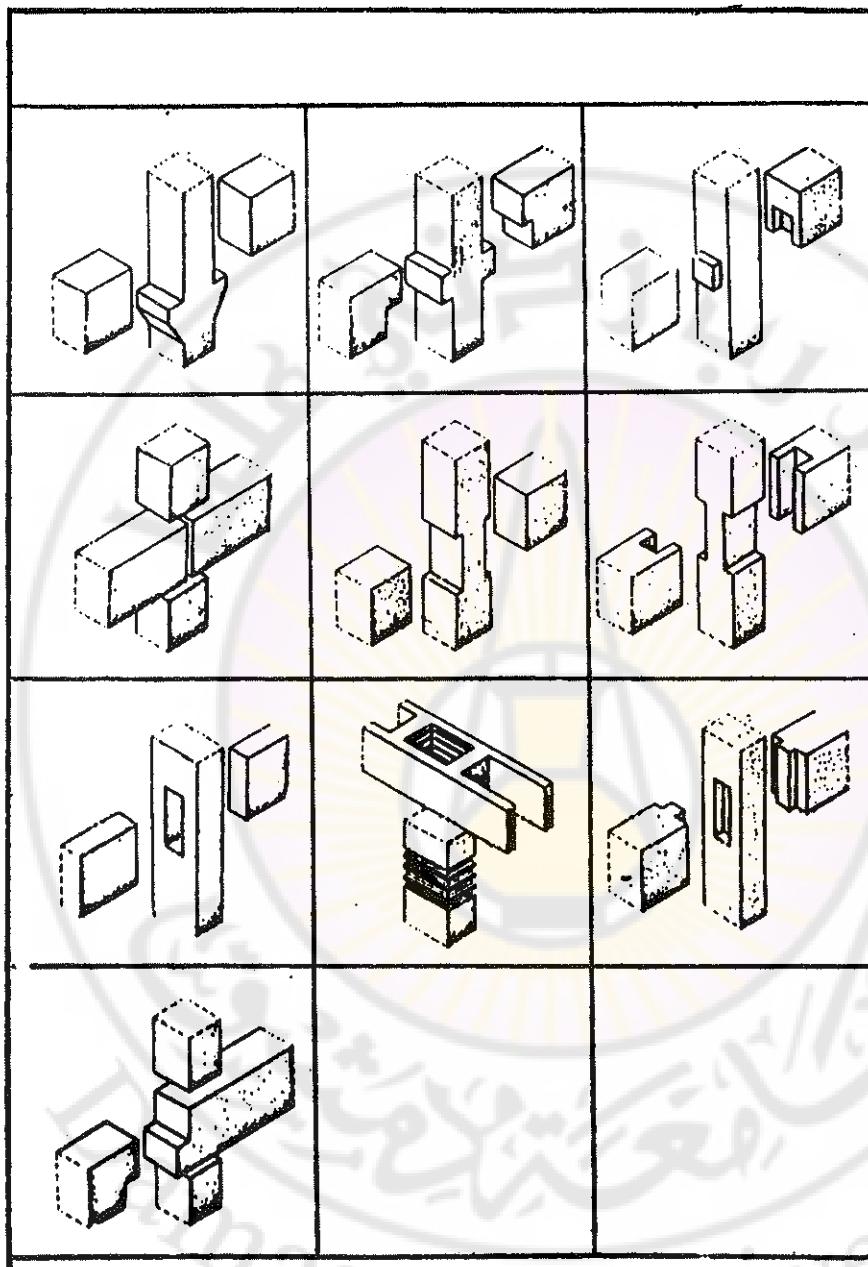
الجملة الإنسانية للابنية المبكرة متعددة الطوابق (يتبع)

بداً الإناء	الجملة الإناء	
<ul style="list-style-type: none"> - أجزاء إشارية - شكل T أو L - جوائز ارتكازها مفصلية 		
<ul style="list-style-type: none"> - أعمدة وجوائز - وصلات مفصلية - ارتكاز الجوائز على مساند خterية 		
<ul style="list-style-type: none"> - أعمدة وجوائز - وصلات مفصلية - ارتكاز مباشر للجوائز 		
<ul style="list-style-type: none"> - أعمدة مستمرة - جوائز تستند إلى مساند مفصلية 		

الشكل ٩ - ٨ (تابع)

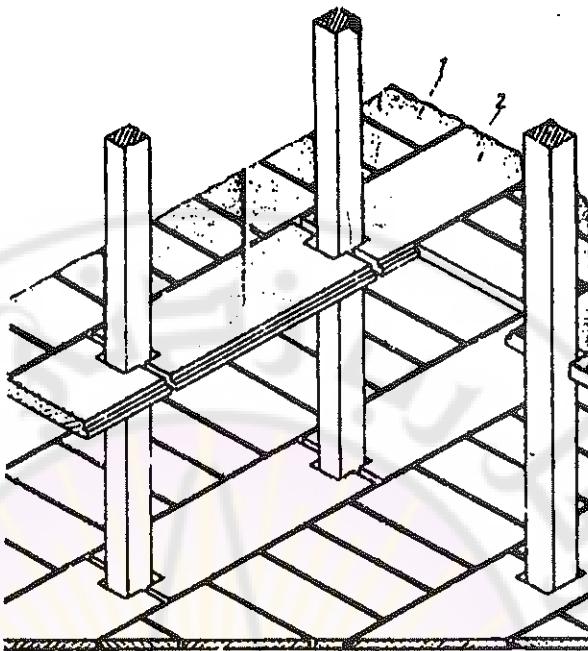
الشكل ١١ - ٨) - تبع -

- ٣٣ -

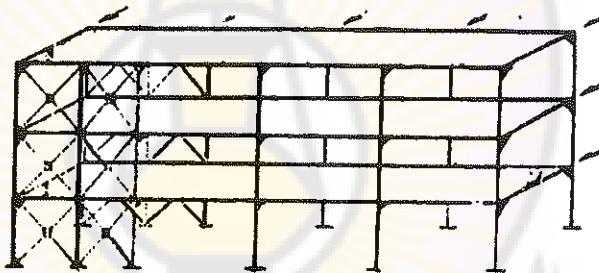


الشكل ٩ - مبادئ وتشكيل الوصلات في الابنية المهيكلية متعددة الطوابق .

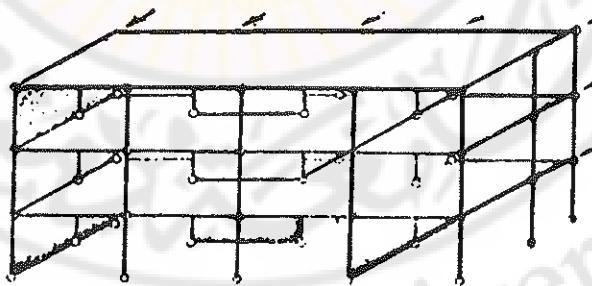
الشكل (١٠ - ١١)
 مثال لجملة انشائية
 مبكلية مؤلفة من
 اعمدة مستمرة (ارتفاع
 اكبر من طابق واحد)
 وجوالز مخفية ترتكز
 على اعمدة بواسطة
 مساند (اظفار مخفية) .
 ١ - بلاطات .
 ٢ - جوالز مخفية .



الشكل (١١ - ١٢)
 تقوية المنشآت ضد التوzi
 الأفقي :
 ٢ - بواسطة اطارات



ب - بواسطة جدران



إن الرغبة في الحصول على سقف مستقر (دون سقوط للجوائز) قد أدى إلى تطوير جوائز عريضة بسماكة البلاطة كما هو موضح في الشكل (١ - ١٠) . يتم تحقيق استقرار المنشآت بواسطة الأطارات أو جدران القص . الشكل (١ - ١١) .

إن تحقيق الاستقرار بواسطة الأطارات يتعارض من ناحية المبدأ مع فكرة المسبق الصنع لأن مثل هذا الاستقرار لا يمكن تأمينه إلا بواسطة المقد الصلبة والتي تعكس على المنشآت من حيث كثافة المواد والمملة الكبيرة ، لذلك فإنه يتم اختصار عدد المقد الصلبة في مثل هذه الحالات وكذلك يتم توضيح هذه المقد في أماكن محللة تسمح بتنفيذها خلال عملية الصنع المسبق . (الشكل ١ - ٨) ، (الأطارات ذات المفصلين وأطارات العرف H) .

إن تأمين الاستقرار بواسطة جدران القص يعد الحل الأكثر شيوعاً في مثل هذه الأبنية لأسباب متعددة منها سهولة تشكيل الوصلات واقتصاديتها . يتم تأمين الاستقرار عن طريق نقل القوى الأفقية من البلاطات (التي تعد أنها تشكل عنصراً صلباً في المستوى الأفقي) إلى جدران شاقولية في الاتجاهات الطولية والعرضية للبني . وكذلك يمكن للأبنية المنشآت المكونة من طبقات في أحد الاتجاهات أن يتم تأمين استقرارها في الاتجاه المعتمد بواسطة جدران القص .

إن الجوائز في مثل هذه الأبنية متوازية ببعضها مع بعض بشكل عام وقد يكون اتجاهها عرضياً للمبني أو عمودياً له .

توضيع الأطارات في الجملة الهيكلية عادة بشكل متوازن ببعضها مع بعض في الاتجاه العرضي للمنشآت .

١٢-٢. المنشآت الجدارية :

تشكل الجدران المنافر الشاقولية العاملة ، والبلاطات المنافر الأفقية . لا تستعمل المنافر الخفيفة في هذه المنشآت . يستخدم هذا الحل الشائعي في

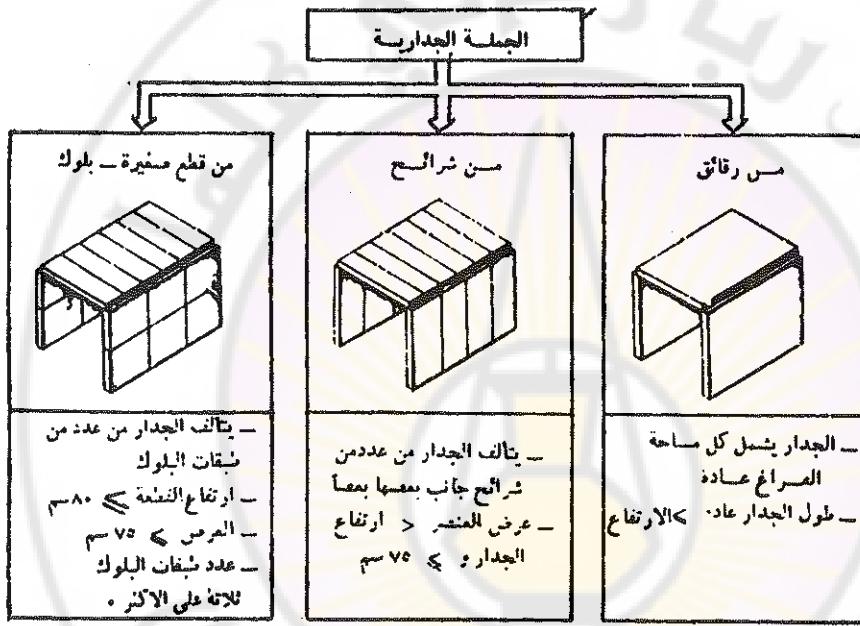
المشآت التي تجمع وظيفتها بتقسيم الفراغ مثل أبنية المكاتب والأبنية المخصصة للاستخدام (اسمي) بشكل عام (دور طلبة ، فنادق ، ملابس ، دور حضانة ، مستوصفات وغيرها...) ، وتعد هذه الأبنية من الناحية الاقتصادية أفضل من الأبنية الميكيلية ، الأبنية الجدارية يمكن أن تنفذ من قطع مسبقة الصنع هي بلوك أو شرائح أو صفائح ، اظر الشكل (١ - ١٢) .

تشكل العناصر الشاقولية والافقية بعضها مع بعض سطحًا كبيرة تعمل معًا لتأمين استقرار المنشآت . لا تحمل الوصلات بشكل عام الانعطاف ، ولكن تحمل فقط قوى شد أو ضغط أو قص . إن عدد الوصلات ونوعيتها تحدد بشكل كبير قساوة المنشآت وتحمله . يفترض أن العناصر الأفقية تشكل بعد وصل بعضها مع بعض بلطة مستمرة غير قابلة للتشوه في المستوى الأفقي . تحمل الجدران القوى الشاقولية والافقية المنقولة إليها عن طريق البلاطات . إضافة إلى الجدران الحاملة (التي غالباً ما تكون باتجاه واحد) ، لا بد من وجود جدران متعامدة معها لتحقيق استقرار المنشآت في الاتجاه المتعامد ، إضافة إلى ذلك تميز هنا بين الجدران الحاملة نفسها والجدران غير الحاملة (القواطع) . يمكن التمييز أيضاً بين المشآت حسب توضع الجدران الحاملة للقوى الشاقولية ، وهنا يمكن أن تكون الجدران الحاملة عرضية أو طولية وأحياناً تكون الجدران الحاملة طولية وعرضية . إن الأكثر شيوعاً هو توضع الجدران الحاملة متوازية عرضياً للمبني . إن الجملة الإنسانية العرضية توفر مرونة أكبر في الحلول المعمارية للواجهات . يوضح الشكل (١ - ١٣) نماذج للوصلات لبعض النظم العالمية للأبنية الجدارية .

١-١٢-١ مشآت خاصة :

إضافة إلى العمل الإنسانية الثلاث المذكورة سابقاً ، يستخدم المسبق الصنع لإنشاء عدد كبير من النظم الإنسانية الأخرى منها :

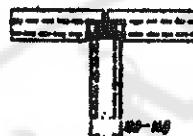
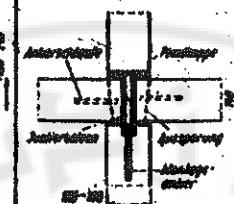
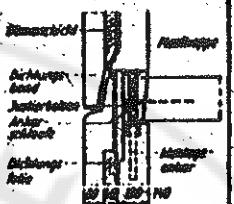
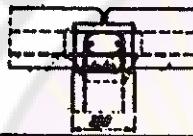
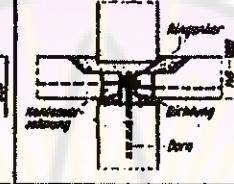
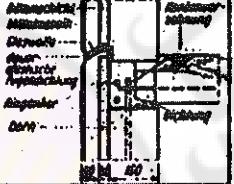
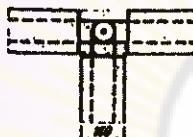
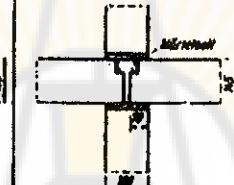
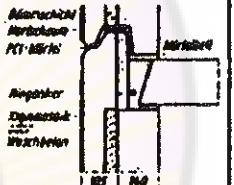
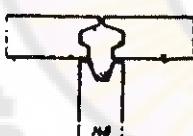
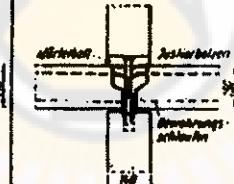
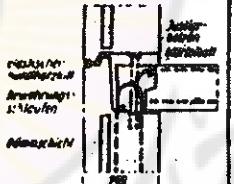
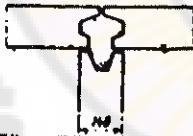
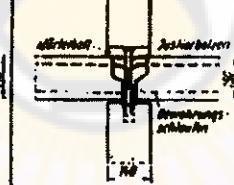
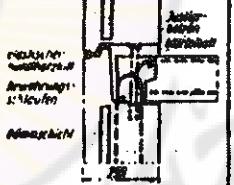
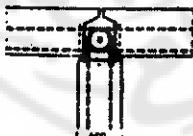
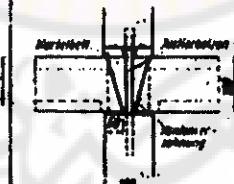
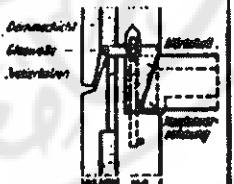
- المشآت التي تعتمد على العناصر الفراغية ، (الشكل ١ - ١٤) يوضح



الشكل ١٢ - أنواع الجملة البدارية للجدران

الشكل (١١ - ١٢)

أنواع الجملة الانشائية البدارية

Steel Reinforcement BFR			
Reinforced Concrete RC			
Concrete Prestressed			
Concrete Precast			
Concretes & Modular Reinforcement			
Concretes & Modular Reinforcement			

الشكل (١٢ - ١٣)

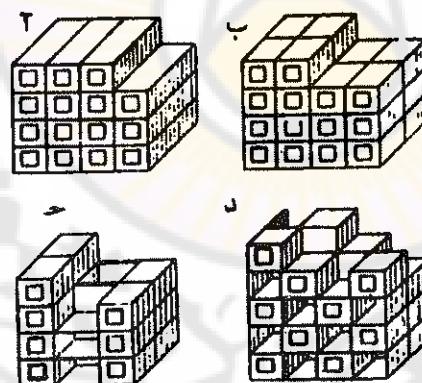
المبادئ ، الأمانة لاستخدام هذه العناصر . إن الداعي لاستخدام هذه العناصر في البناء مرده تتنفيذ أكبر حجم ممكن من أعمال الأكساء والأكمال مركبة . من سلبياته أنه يتطلب معدات ثقيلة في جميع مراحل التنفيذ الرئيسية (الصنع المسبق - النقل - التركيب) .

إن المحاولات التي تمت لاستخدام هذه العناصر في معظم البلدان لم تعط المردود الاقتصادي الجيد ، ولذلك يمد هذا النوع من المنشآت أنه لا يزال يمر بمرحلة التطوير والتجريب .

تستخدم العناصر الفراغية بشكل فعال مع البنية الجدارية من أجل وظائف متعددة مثل : التأهيل الصحية ، الأدراج ، الإبار ، المصاعد ، وإن استخدامها ممكن بشرط ألا يزيد وزن القطعة على الوزن المتعامل به في النظامباقي العناصر الإنسانية .

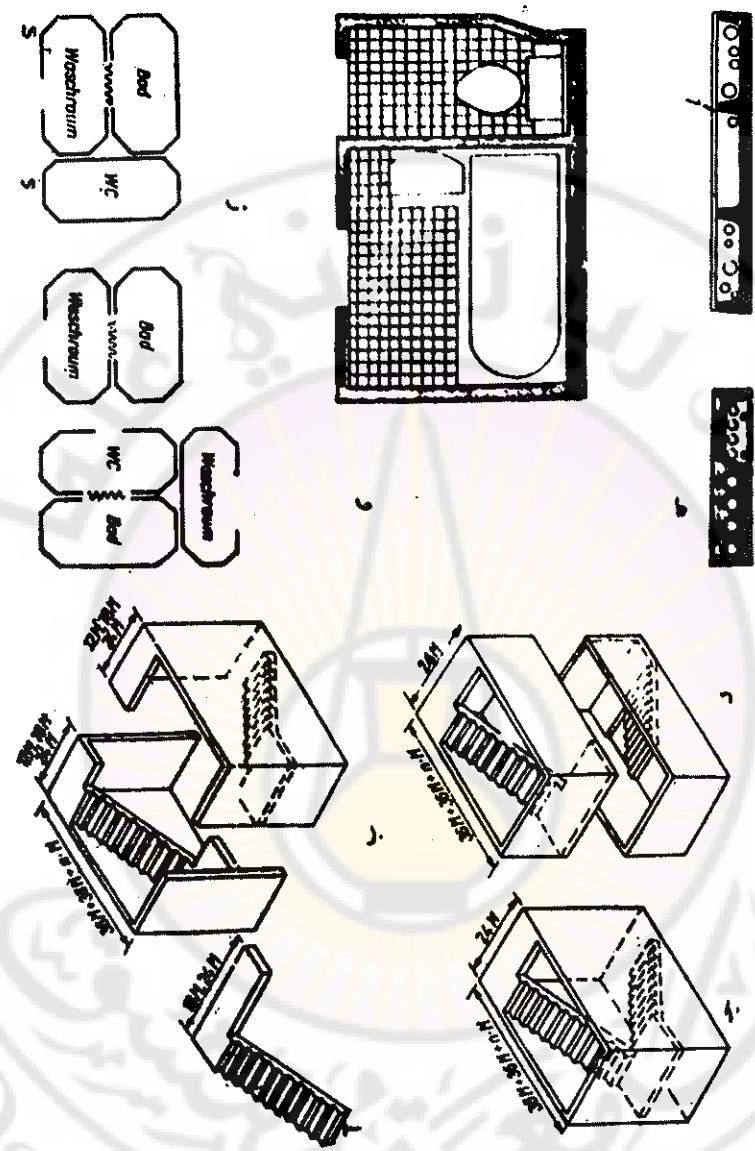
بين الشكل (١ - ١٥) بعض استخدامات هذه العناصر .

- منشآت تعتمد على نوافذ وهيكل من قطع مسبقة الصنع : يمكن تشكيل النوافذ من قطع فراغية مفتوحة من الأسفل والعلى أو يمكن أن تنصب في المكان ، غالباً ما يتم ذلك بواسطة القوالب المتزلقة . (الشكل ١ - ١٦)
يوضع أمثلة مبادئ البناء .



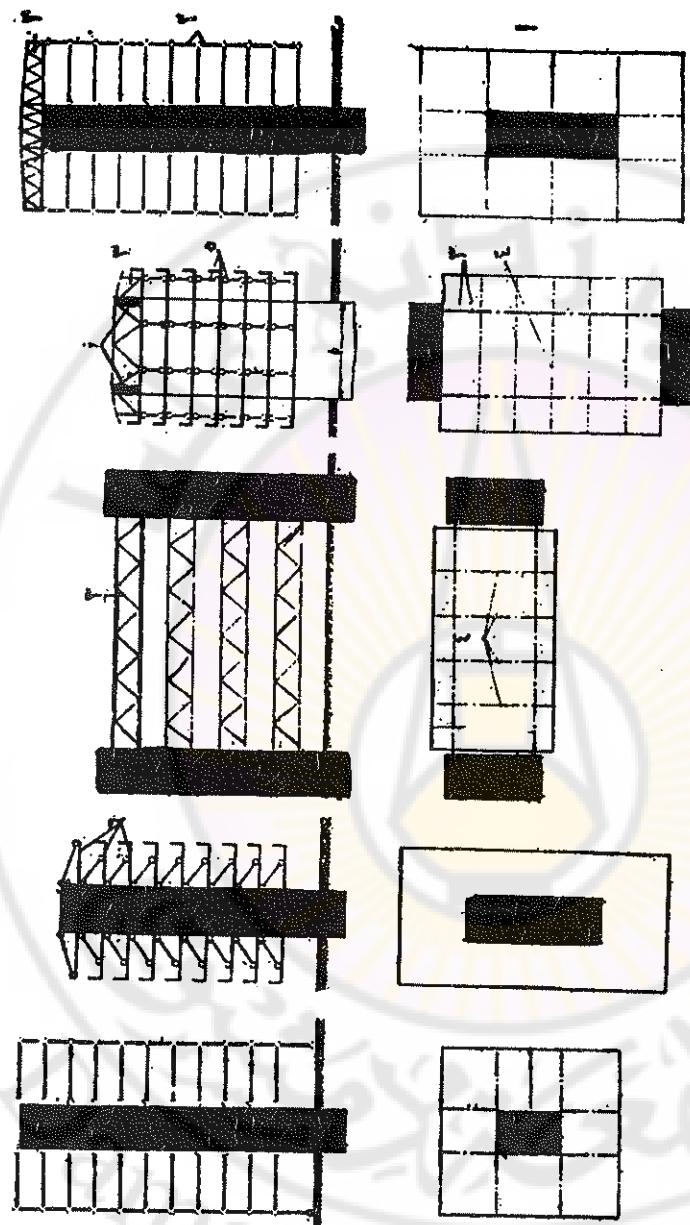
الشكل (١ - ١٤)

مبادئ لاستخدام القطع الفراغية مسبقة الصنع
٢ - صف واحد بـ صفائن جـ - صفائن + بلاطات
د - صفائن وبشكل شطرنج + بلاطات



الشكل (١ - ١٥) مناشر فراغية صغيرة
أ، ب، ج، د : مناشر ادراج وبيوت ادراج

ه : مقاطع في بлок التمددات الصحية
ز : تجمع المنافع الصحية في بлок واحد



الشكل (١٦ - ١) جامعة بنى سويف
 ١ - نواة ٢ - أعمدة ٣ - جوالز ونمسنة
 ٤ - شدادات ٥ - سقف معلقة ٦ - جوانز فرمية

٢-١ التصنيع المسبق للعناصر البيئية المسلحة :

١-٢-١ الخصائص الرئيسية لعملية التصنيع :

إن أهم ميزة للتصنيع المسبق هي إمكان استخدام طرائق تنفيذ متقدمة تعتمد على آليات ومعدات وتجهيزات مرتبطة ببعضها مع بعض تكنولوجيا وتشكل بعضها مع بعض قلماً انتاجية متکاملة ، إن تطوير هذه النظم يهدف مستقبلاً للوصول إلى أسمدة الصناعية الاتاجية خلال الصنع المسبق .

إن استخدام مثل هذه النظم الاقتصادية يرتبط بدرجة كبيرة بتخصص هذه النظم وبالتالي فإن هذه الاقتصادية ترتبط بكمية الاتاج العددية للصنف الواحد من ناحية أخرى فإن كلفة تصنيع العناصر تشكل ٦٠ - ٧٠٪ من الكلفة الكلية لتنفيذ البناء المسبق الصنع حسب المستوى العالمي للتكنيك المستخدم حالياً، لذلك فإن اقتصادية النشأت مبنية الصنع تحدد بالدرجة الأولى باقتصادية تصنيع هذه العناصر .

٢-٢-٢ البنية الهيكيلية لعملية الصنع المسبق :

تألف عملية الصنع المسبق للعناصر البيئية من عد من المراحل التنفيذية والمعلميات الجزئية المرتبطة مع بعضها بعضاً والتي يمكن أن تصنف حسب الأسس التالية :

التصنيف حسب دور العمليات خلال التنفيذ :

وهذا نميز بين العمليات الرئيسية والمعلميات العابية والمعلميات المساعدة .

المعلميات الرئيسية :

هي جميع العمليات التي تتم في مكان تنفيذ المنضر ، وهي العمليات التي لها الدور الامم في تحديد خصائص المنضر من ناحية الشكل والمواصفات . تشمل العمليات الرئيسية جميع العمليات المحسوبة بين عملية تحضير القالب مروراً بصب

المناشر ومعالجتها حرارةً واتهاء بالأعمال التكميلية . إن هذه العمليات تحدّد نوعية النظام التكنولوجي المستخدم وحجم المصنع ويجب أن تتم وفق تسلسل محدد ، وهي تحدّد زمن التنفيذ وخطوة العمل (دورات العمل) .

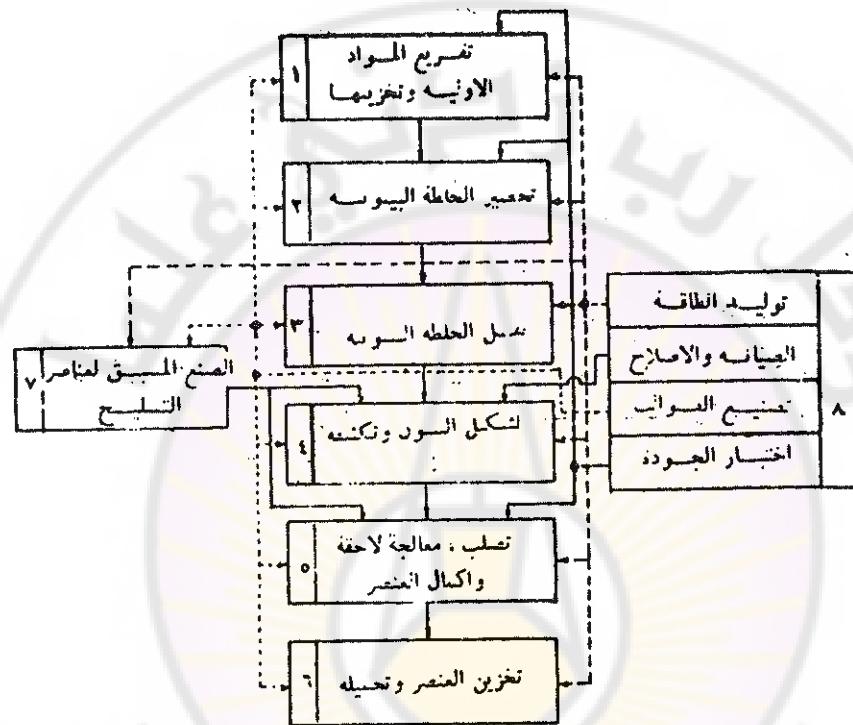
العمليات الجانبيّة :

وهنا نميز بين العمليات الجانبيّة قبل العملية الرئيسيّة وبعدها . بالنسبة للأولى ، هي الأعمال التي ينصب قاتجها في العملية الرئيسيّة ودونها لا يمكن أن تتم العملية الاتاجيّة (مثل تحضير الخلطة البيتونية وتحديث التسليح وغيرها) ، هذه العمليات تتم في فراغات وأماكن خلاصه بها وترتبط مع العملية الرئيسيّة فقط بوساطة النقل . إن طرائق تنفيذ هذه العمليات وتوقيت تنفيذها لا يؤثّر بشكل مباشر في سير تنفيذ العمليات الرئيسيّة . أما بالنسبة للعمليات الجانبيّة اللاحقة للعمليات الرئيسيّة فتتضمن على سبيل المثال المعالجة اللاحقة للعناصر واختبارها ، وهي تعدّ كأعمال متصلة للعملية الرئيسيّة ولا تؤثّر في سير تنفيذ العمليات الرئيسيّة ، أي لا تحدّد زمن التنفيذ .

العمليات المساعدة :

وهي تتضمّن جميع أعمال النقل الداخلي مثل نقل الخلطة البيتونية وتحديث التسليح وعناصر الأكمال وجميع عمليات النقل الأخرى إضافة إلى أعمال تصنيع القوالب (إن وجد) وأعمال الصيانة وتوليد الطاقة (بخاراً ، هواء مضغوطاً ... الخ) ، وكذلك أعمال التخزين للعناصر الجاهزة .

إن المعدات والآليات المستخدمة خلال تنفيذ العمليات الرئيسيّة والجانبيّة والمساعدة تدعى أيضاً حسب نوعية العمليات المستخدمة خلالها بمعدات وآليات رئيسيّة وجانبيّة ومساعدة . تدعى المعدات والآليات المستخدمة في العمليات الرئيسيّة بالتجهيزات التكنولوجية كاصطلاح عالمي شائع الاستخدام . تدعى جميع التجهيزات المستخدمة في العمليات الرئيسيّة والجانبيّة والمساعدة وكيفية ربط بعضها مع بعض فراغياً وزمنياً بالخط الاتاجي ، وبذلك فإن الخط الاتاجي



الشكل ١٧ - ١

مراحل وسلسل تنفيذ المعاشر البيتونية مسبقة الصنع

يحدد ويصف سير العملية الاتاجية . إن تنفيذ العمليات الجزئية يمكن أن يتم أيضاً ضمن خطوط انتاجية خاصة بها مثل: الخط الاتاجي لتصنيع عناصر التسليم، والخط الاتاجي لتحضير الخلطة البيتونية وغيره . إن التركيز في الشرح اللاحق سوف يتم على الخطوط الاتاجية للعملية الرئيسية .

التصنيف حسب درجة تقدم سير التنفيذ :

إن هذا التصنيف يقسم عملية تصنيع الفنارس إلى ثماني مراحل . لقد تم الاتفاق على هذا التقسيم العالمي عام ١٩٦٣ من قبل دول مجموعة التعاون الاقتصادي المتبادل بهدف تحقيق العمل المشترك على صعيد تقسيم العمل الدولي في مجال تكنولوجيا قلم الآليات المستخدمة في صناعة البeton المسلح المسلح واتاجها . هذه المراحل موضحة في (الشكل ١ - ١٧) . أما (الشكل ١ - ١٨) ، فيوضح مخططاً رمزاً لاتاج القطع مسبقة الصنع وتتضمن كل مرحلة من هذه المراحل العمليات الجزئية التالية :

- المرحلة الأولى :

تزييف المواد الرابطة والخصويات وتخزينها وتشمل :

- التفريغ من وسائل النقل .
- التخزين في المخازن الاحتياطية .
- التوزيع أو النقل إلى مخازن العمل للمجلب .

- المرحلة الثانية :

تحضير الخلطة البيتونية وتشمل :

- استقبال المواد الرابطة والخصويات من مخازن عمل المجلب .
- معابرة المواد .

- جبل المواد .

- تهريب الخلطة في سيلو مؤقت (تغزيناً مرحلياً) .

- المرحلة الثالثة :

· نقل الخلطة البتونية وتشمل :

- لاستقبال المواد من التخزين المرحلي .

- نقل الخلطة .

- تجهيز الخلطة للاستخدام في مكان الصب .

- المرحلة الرابعة :

تشكيل العنصر وصب البيتون وتفصي الأعمال التالية :

- جمع القالب وتحضيره .

- وضع عناصر التسلیع وثبيتها .

- وضع العناصر المعدنية المفموسة .

- صب البيتون وفرشه وتكثيفه .

- معالجة لاحقة للعنصر المصبوب .

- خلط القالب (إذا كان الفك مسماحاً مباشرة بعد التكثيف) .

- المرحلة الخامسة :

تعصب ومعالجة لاحقة واتمام العنصر :

- التصلب الطبيعي في مكان التنفيذ أو في ساحة التخزين المرحلي .

- تسريح التصلب في مكان التنفيذ أو في حجرة المعالجة الحرارية .

- فك القوالب وتنظيمها .
- معالجة لاحقة للعناصر .
- اتمام العنصر (دهاء ، تلبيساً ، عناصر اضافية) .

- المرحلة السادسة :

تخزين العناصر وتحميلها :

- تحويل العناصر على وسائل النقل الداخلي .
- نقل العناصر الى ساحة التخزين .
- تثبيت العناصر و تخزينها .
- التحميل على وسائل النقل الخارجي .

- المرحلة السابعة :

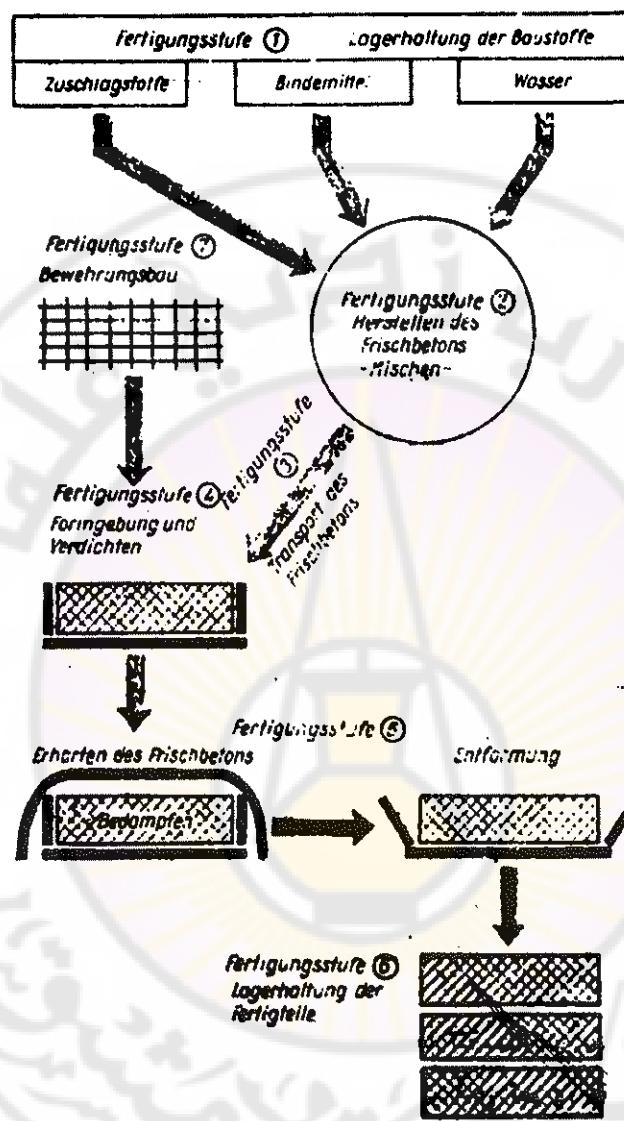
الصنع السبق لعناصر التسليح :

- تفريغ حزيره التسليح و تخزينه .
- تنفيذ عناصر التسليح .
- نقل العناصر الى مكان الاستخدام .

- المرحلة الثامنة :

توليد الطاقة والصيانة وتصنيع القوالب واختيار الجودة :

- توليد الطاقة (بخاراً ، مياهاً ساخنة ، هواءً مضغوطاً ، تحويل التيار الكهربائي) .



الشكل (١ - ١٨)

مخطط بياني لانتاج مناصر مسبقة الصنع لا ارقام ضمن دائرة تدل على رقم مرحلة التصنيع ويمكن العودة الى النص لاستقراء دلاته)

- صيانة الآليات والمعدات المتوجهة واصلاحها .
- تصنیع القوالب بما في ذلك جميع العمليات اللازمة لوضعها جاهزة في مكان العمل .
- اختبار المواد الأولية والقطع الجاهزة .

إن العمليات المذكورة في المرحلتين الرابعة والخامسة هي العمليات المميزة لتحديد نوعية التنفيذ ، لذلك فإن تنظيم الاتاج والتكنيك المستخدم لتنفيذ هذه العمليات يحدد مستوى التنفيذ العام . إن عمليات تحضير الخلطة البيتونية وتحديد التسليح على الرغم من أنها مرتبطة تكتولوجياً مع العمليات في المرحلتين الرابعة والخامسة ومنسق معها بشكل تام ، إلا أنه يمكن عدّها أقساماً خاصة ويُمكن أن تشفل بشكل منفصل عن العمليات الرئيسية ، حيث أن المتطلبات المصنعة في هذه الأقسام الخاصة يمكن اختبارها مواد نصف مصنعة تستخدم في العمليات الرئيسية . إن ذلك يعطي إمكان تنظيم الاتاج بالاعتماد على مواد نصف مصنعة (خلطة بيتونية أو عناصر التسليح مثله) تستجر من خارج الموقع من مصانع خاصة بتصنيعها ، لهذه الأسباب تعد المرحلة الرابعة والمرحلة الخامسة المذكورتان سابقاً بأنهما تشكلان العمليات الرئيسية .

١-٣-٢ العصيفة التنظيمية لانتاج عناصر مسبقة الصنع :

يمكن التفريق بين أسلوبين أساسين تنظيميين حسب كيفية العمل التنظيمي لتنفيذ العمليات الرئيسية وهما التنفيذ الثابت والتنفيذ المتنقل .

في التنفيذ الثابت تم جميع العمليات الرئيسية وما تتضمنه من عمليات جزئية في مكان عمل محدد فراغياً وثابت ، أي إن العنصر الذي تجري عليه العمليات التنفيذية يبقى في مكان ثابت إلى أن يحصل على مقاومة كافية للبيتون تسمح بنقله . معنى ذلك أن جميع المعدات والتجهيزات واليد العاملة والمواد المطلوبة من أجل التنفيذ يجب أن تنتقل إلى مكان تنفيذ العنصر ومن ثم تنتقل لتنفيذ العنصر التالي :

أما التنفيذ المتنقل فيعتمد على مراكز ثابتة للمعدات والآليات وباليد العاملة ، أما الذي ينتقل فهو المنصر الذي تم عليه العمليات التنفيذية بسلسل منطقي ، حيث يتقلل المنصر من مركز عمل الى آخر وفق التسلسل المذكور وبالتالي ، أي إن مراكز العمل يشكل بعضها مع بعض خطأ تكنولوجيا متكاملاً .

يمكن تنظيم التنفيذ الثابت أيضاً بحيث نحصل على انتاج مستمر ، إن كلاماً من التنفيذين الثابت والمتنقل يقسم أيضاً الى أنواع أخرى حسب أسلوب تشكيل العنصر البيتوبي وكذلك حسب نوعية المعدات المستخدمة ، فحسب كيفية تشكيل العنصر البيتوبي نميز بين :

أ - تنفيذ بواسطة قوالب تحيط بالعنصر البيتوبي بخمسة سطوح (جانبية وسفلى) .

ب - تنفيذ متدرج حيث يتم تشكيل العنصر بواسطة معدات معينة تعطي مقطعاً مستمراً خلال العمل .

أما بالنسبة لنوعية المعدات فنميز بين :

أ - تنفيذ بواسطة قوالب وحيدة : وخاصة هذا التنفيذ أنه في مركز عمل واحد يمكن تنفيذ عنصر واحد فقط . يستخدم هذا التنفيذ من أجل انتاج العناصر معقدة الشكل والتثيلة (جوائز أعمدة ، جملونات ، جدران ، خارجية ، قواعد) ، وكذلك من أجل تنفيذ العناصر المتعدة (دراجاً ، آباراً ، مصاعد ، الخ) .

ب - تنفيذ بواسطة مجموعة قوالب (بطارات) ، حيث يمكن في مركز عمل واحد تنفيذ أكثر من عنصر دفعه واحدة، ويستخدم من أجل تنفيذ العناصر ذات السطوح الكبيرة (جدراناً داخلية ، بلاطات أسقف) . إن كلام التنفيذان السابقان يسمح بتنفيذ العملية الجزئية نفسها في أكثر من مركز عمل واحد .

ج - تنفيذ على المسار : يتميز هذا التنفيذ بكون معدات تشكيل المقطع البيتوبي تسير على مسار محدد ، وخلال تقسيمها تقوم بفرش البيتون وتكتيفه واعطاء البيتون الشكل المطلوب (تشبه هذه العملية ، عملية الرق الافقى) . إن الناتج من هذه العملية يمكن تشبيهه بعملية تتفق مستمرة ومن ثم يتم تقطيع الناتج المتتفق حسب الأطوال المطلوبة .

د - تنفيذ بواسطة قوالب وحيدة دون ربط تقانى و زمني فاس بين العمليات العجزية : يدل على هذا التنفيذ عادة بالتنفيذ في ورشات متخصصة . يتميز هذا التنفيذ بأن العمليات التي تنفذ في أحد أقسام المصانع لا تخضع الى توقيت زمني دقيق لنقل القوالب الى القسم الذي ينفذ العملية اللاحقة . في هذه الحالة يمكن أن تكون الأزمدة الازمة لتنفيذ عملية في أحد الأقسام تختلف بشكل كبير عنها لتنفيذ العملية اللاحقة في القسم اللاحق (مثلاً : عملية تحضير القوالب من ذلك وتنظيم وجمع قد تتطلب زمناً أقصر بكثير من العملية التي تم في مركز تشكيل الفنصر وهذا الزمن وبالتالي أصغر منه بكثير من الزمن اللازم للمعالجة العزارية) .
إن ميزة هذا النوع من التنفيذ هي :

- زمن التنفيذ مرتفع .

- مرونة بالتحكم بمراكيز العمل حسب ما تتطلبه نوعية الاتاج .
- إمكان التحكم بالنقل الداخلي بين المراكز التي تم فيها العمليات العجزية .

- ليس هناك نظام ثابت وقارئ لاستخدام حجرة التصلب .

يستخدم هذا التنفيذ في تلك المصانع التي تنتج أصنافاً متعددة للعناصر .
يكون انتاج هذه المصانع موجهاً لتنفيذ أعداد ليست كبيرة ولكنها متعددة العدد ، وبما أن تكلفة المعدات في هذه المصانع ليست عالية نسبياً ، لذلك

فإن النسبة بين الأعداد المصنعة ورأس المال المستخدم يحقق مؤشرات اقتصادية معقولة .

هـ - تنفيذ بوساطة قوابـ وحيدة مع ربط زمني وتقاني : إن خاصية هذا التنفيذ الرئيسة هي أن آلية عملية جزئية يجب أن تتم في مدة زمنية محددة ، ذلك لأن العنصر يتقلـ يدخلـ إلى حركة العمل التالي لاتمام العملية اللاحقة، أي إن التنفيذ يتم دورة تنفيذ محددة ومحسوسة مسبقاً ومرتبطة بشكل مباشر مع استطاعة المعدات والتجهيزات المستخدمة ، وبما أن مطلبات العملية الجزئية زمنياً قد يختلف بعضها عن بعض ، لذلك يجب تقسيم التنفيذ إلى عمليات بحيث يتطلب كل مركز عمل زمناً متساوياً مع غيره .

وـ - التنفيذ على السير التأقل : وهو صيغة متطورة للتنفيذ السابق إلا أنه يتطلب تقيداً أكبر بزمن التنفيذ وهذه الحالة تحصل على انتاج متدفع . يتطلب هذا التنفيذ رأسمالاً كبيراً للمعدات والتجهيزات كما أنه ليس منا في التحكم بالزمان وبالآمور الفنية ، أما محاسن هذا التنفيذ فهي :

- يسمح تقسيم التنفيذ إلى عمليات جزئية بسيطة باستخدام معدات ذات انتاجية عالية .

- مع ارتفاع مستوى المكتنـة في هذا التنفيذ تجفـض العمالة .

- يخفـ تأثير العامل الشخصـي في نوعية الاتـاج ، ويتم الحصول على نوعية جـيدة وثـابتـة للاتـاج .

أـ) القـوابـ وتحصـيرـها :

إن وظيفة القـابـ الرئيسـة هي أن تسمـع بتنفيذ العناصر البيـونـية بالشكل المطلـوب وبـدقـة الأـبعـاد المـطلـوبة . يـحتـلـ القـابـ الـدورـ الـأـهمـ خـلالـ عمـلـيـةـ تـشكـيلـ

المنصر والمعالجة الحرارية ، ليس فقط من ناحية الموصفات للمنصر المصنع ، ولكن أيضاً لأنّه يحدّد طريقة التصنيع الواجب اتباعها ، ظرراً لارتباط موصفات التجهيزات التكنولوجية الأخرى بنوعية القالب .

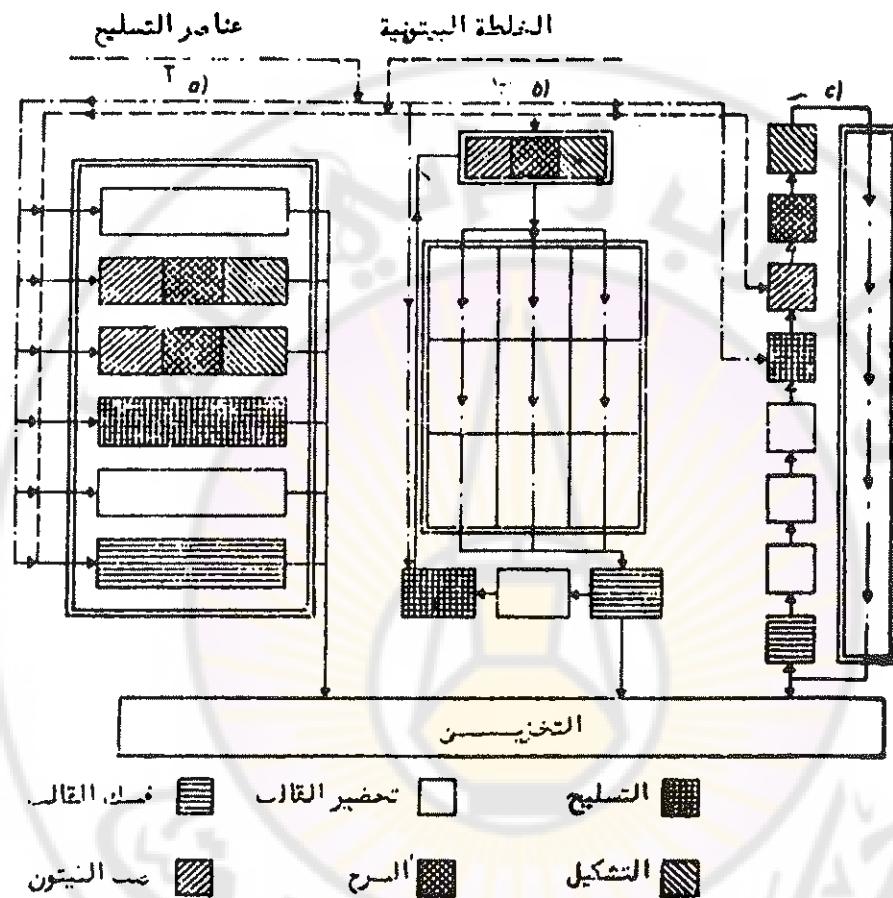
١- الشروط الواجب توافرها في القالب :

انطلاقاً من الوظيفة المحددة للقالب وانطلاقاً من كيفية استخدامه ، فان الشروط الواجب توافرها في القالب هي :

ـ إن الأبعاد الداخلية يجب أن تسمح بتصنيع عناصر بيتونية حسب الشكل المطلوب ، ويجب أن تكون التساممات في الأبعاد ضمن درجة الدقة المطلوبة . إن درجة الدقة تنعكس على نوعية المادة التي يصنع منها القالب ودرجة الدقة في تنفيذ القالب نفسه .

إن معظم المعايير العالمية تقارب في موضوع الدقة المطلوبة وتسمح باختلاف بين الأبعاد الحقيقية والتصميمية ضمن ± 6 مم بالنسبة لعرض المنصر وسمكاته، أما بالنسبة للطول (أعمدة ، جوائز ، جملونات ، أعصاب) ، فيتعلق التباين بطول العنصر وهو يحدود ± 6 مم للعناصر التي يصل طولها بين ٦ - ١٨ م . تؤخذ الأبعاد الداخلية للقالب عملياً أصغر من التصميمية ظرراً لأن المفاصل والوصلات التي تجمع عناصر القالب قابلة للارتفاع خلال الاستخدام ، ولأنه بعد حدوث هذا الارتفاع تقارب العناصر المصنعة في أبعادها من الأبعاد المطلوبة .

ـ يجب أن تكون القوالب متينة وسطوحاً غير قابلة للتتشوه بعد تعبئتها البيتون وخلال تكييفه وقلنه . يجب لا يتجاوز السهم في عناصر القالب الانثنائية ١/٥٠٠٪ من طول المنصر وهو غير محمل . اضافة الى ذلك يجب أن تكون خفيفة قدر الامكان ، وأن تكون بنية القالب بسيطة وسهلة الفك والتركيب ، وأن تتألف من عناصر معيارية قليلة العدد ، كما يجب أن يكون القالب سهل الاصلاح ، وأن تكون المفاصل المشتركة لسطوح عناصر القالب بعد جمعها دقيقة وكثيبة ، ويجب



(الشكل ١ - ١٩)

اهم الخطوط التكنولوجية لطراائق تصنيع العناصر البetonية في معامل البeton

- ٢ - نواب وحيدة او بطاريات (تنفيذ ثابت)
- ب - خط الناجي لنواب وحيدة دون ربط تكنولوجي
- ج - خط انتاجي لنواب وحيدة مع ربط تكنولوجي (اسير ناقل)

أن تكون عناصر ربط أجزاء القالب خلال تجميع القالب وخلال فكه سهلة الانفلاق والقطع ، وأن تكون الوصلة أمينة خلال تكثيف البيتون ونقل القوالب كما يجب أن تكون سهلة التقليل .

يجب أن يكون تمدد القالب خلال المعالجة الحرارية صغيراً ويمكن اهماله من أجل القوالب التي لا يتجاوز طولها ١٥ م .

- يحصل الاعتلاء المعنوي على القوالب عادة قبل أن تهتك فيزيائياً ، ومرد ذلك لتطور التصاميم النموذجية للعناصر البيتونية واستبدال أخرى بها باستمرار ، لذلك يجب أن تكون القوالب قابلة لاجراء التعديلات عليها بسهولة ، ويجب أن تستخدم بشكل مكثف . إن تكثيف استخدام القوالب يعد من أهم الأمور الاقتصادية في تصنيع العناصر البيتونية .

١-٤-٢ أنواع القوالب وبنيتها :

تصنع القوالب بشكل رئيس من المعدن (غالباً الحديد) والخشب والبيتون المسلح وأحياناً من المواد الصناعية .

القالب المعدنية :

تعد الأكثر شيوعاً ، ويعود السبب في ذلك الى المثانة الطالية والى امكان الحصول على دقة عالية في الأبعاد وامكان تكرار استخدام القالب لمرات متعددة .
(الجدول ١ - ١) يوضح عدد المرات التي يمكن إعادة استخدام القوالب حسب المادة المصنعة منها وحسب ظروف التنفيذ .

تصنع القوالب المعدنية من صفائح لا تقل سمكها عادة عن ٦ مم ومن مقاطع معدنية مسحوبة أو مقاطع مشكلة (مطعجة) على البارد .

إن هذه القوالب ثقيلة وتتضبب كيسة كبيرة من الحديد .

إن الوزن الذاتي للقالب يتعلق بنوعه وبنوعية المتصدر المزدوجة، وهو يتراوح ما بين ٥٪ إلى ٢٠٪ من الوزن الذاتي للمنصر المزدوج . يحتل وزن الحديد المستخدم من أجل التقالب في مصانع البيتون عادة أكثر من ٥٠٪ من الوزن الكلي للحديد المستخدم في جميع التجهيزات التكنولوجية المدنية ، وكذلك فإن تكلفة التقالب تزيد على ٥٠٪ من كلفة جميع التجهيزات . يقدر وزن حديد التقالب في المصانع المركزية لقطع البيتون بنحو ١٢ - ١٥ كم من أجل كل م³ بيتون مسلح يتبع سنويًا في المصنع ، إضافة إلى الكلفة العالية في الإصلاح ورافق استخدامها في تنفيذ البلاطات لأن التشوّهات في الاتجاه الضيق كبيرة جدًا .

نحو الاستخدام	طريقة التنفيذ	المادة
١٠٠٠ - ٤٠٠ حتى ٧٠٠٠	<ul style="list-style-type: none"> - معالجة حرارية بخارية - دون معالجة حرارية (فك مباشر بعد تشكيل المنصر) 	حديد
٥٠ - ٢٥ حتى ١٠٠٠	<ul style="list-style-type: none"> - معالجة حرارية بخارية - دون معالجة حرارية (فك مباشر بعد التشكيل) 	خشب
١٢٠ - ١٠٠ ١٠٠ - ٨٠	<ul style="list-style-type: none"> - معالجة حرارية من الأسطل فقط - نصلب طبيعي 	
٦٠ - ٤٠ ١٥٠ - ١٠٠ ٥٠٠ - ٣٠٠	<ul style="list-style-type: none"> - المناسن الخشبية بالمعالجة البخارية - المناسن الخشبية بالصلبة الطبيعية - المناسن المعدنية بالمعالجة البخارية 	خشب + قطعية بصفائح معدنية
حتى ٣٠٠	- معالجة حرارية	بيتون مسلح (مغارش)

الجدول (١-١)

القوالب الخشبية :

تصنع من الأخشاب الابيرية الجيدة والقاسية ثم تفطس الاخشاب بالزيوت المعدنية لزيادة ديمومتها . تختلف القوالب أحياناً من الداخل برقائق صناعية لا تتصل المياه للسبب نفسه . تمتاز هذه القوالب بسهولة تصنيعها ، ولكنها تهلك بسرعة وتفقد بعد عدد ضئيل من الاستخدامات الأبعاد الأصلية ، لذلك يجب أن تجري عليها عملية اصلاح بعد ٦ - ٨ مرات استخدمت فيها . تستخدم هذه القوالب لتصنيع عناصر بأعداد قليلة ، ويمكن أحياناً أن يشتراك المعدن في بنية هذه القوالب ، حيث تخلف السطوح الملائمة للبيتون بصفائح معدنية ، وقد تستخدم مقاطع معدنية كعناصر انشائية للقالب مما يزيد من عدد مرات الاستخدام (الجدول ١-١)

القوالب البيتونية :

وهي عادة ثابتة في المكان ويمكن أن تكون قابلة للنقل أو قطعة واحدة . ويمكن تصنيع عناصر ذات دقة جيدة بوساطة هذه القوالب ظراً لصلاحتها الكبيرة . تسمى هذه القوالب مفارش اذا ما تمت عملية تشكيل العنصر البيتوبي والمراجعة الحرارية في القالب نفسه .

القوالب الصناعية :

استخدم من أجل تنفيذ سطوح القوالب بوساطة التكسية أو اللصق ، وتستخدم أيضاً من أجل تصنيع بعض عناصر القالب التي لا تحمل ضغطاً كبيراً (مثل جوانب القوالب العدارية المصنعة آفقياً) .

تصنف القوالب (اضافة الى التصنيف السابق حسب المادة التي صنعت منها القالب) ضمن مجموعات معينة ظراً لمدى أنواع القوالب المستخدمة . وتكون هذه التصنيف :

- حسب أسلوب التنفيذ : وهنا تميز بين القوالب الثابتة والمتقلبة .

- حسب نوعية حديد التسليع المستخدم في العنصر البيتوبي :

ونفرق هنا بين قوالب تسليع عادي وقوالب تسليع مسبق الاجهاد ، ويجب في هذه الحالة أن تسمح القوالب بإجراء عملية شد الحديد خلال تصنيع العنصر . أي يجب أن تحمل قوى الشد المطبقة على الاسلاك .

- حسب عدد العناصر التي تصنع بال قالب : هنا نفرق بين القوالب الجماعية والافرادية . الجماعية هي التي تسمح بتشكيل العناصر أفقياً على طبقات ، أو شاقولياً وتدعى بطاريات ، أو أفقياً على نسق . (الأشكال ١ - ٢٠ ، ١ - ٢١ ، ٢٢) .

- حسب وضمية القالب خلال تشكيل البيتون : ويمكن أن تكون أفقية أو شاقولية .

- حسب البنية الانشائية للقالب وهذا تفرق بين :

أ - قوالب اطارية : الجوانب قابلة للدوران حول القاعدة بواسطة مفاصل مرتبطة مع القاعدة .

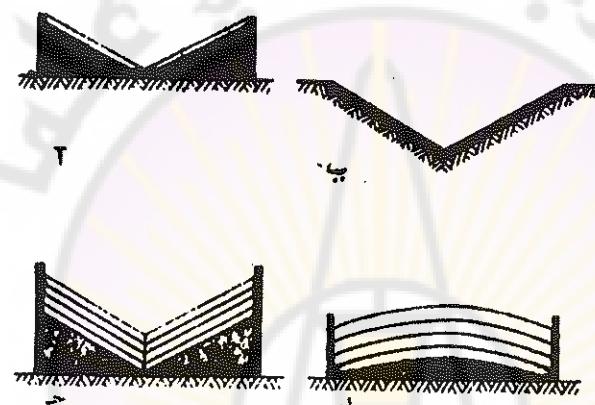
ب - قوالب اطارية : الجوانب قابلة للفك وغير مرتبطة مع القاعدة .

ج - قوالب اطارية : الجوانب قابلة للفك وغير مرتبطة مع القاعدة ويمكن أن تتوضع في أماكن مختلفة على القاعدة .

- قوالب منزلقة (أفقياً أو شاقولياً) : وهي تسمح بفك القالب مباشرة بعد تشكيل العنصر .

- هناك اضافة الى ذلك مجموعة خاصة من القوالب حيث تكون مرتبطة تكنولوجياً مع مجموعة متكاملة من المعدات تقوم بصب البيتون وتوزيعه وتكتيفه . يمكن أن نجد ضمن هذه المجموعات التجهيزات التي تقسم بسحب المناصر أو شدتها أو ضغطها أو مجموعة البطاريات .

ظراً لأنواع المتميزة للقوالب ، كما ذكر سابقاً فإنه سوف يختصر لاحقاً على شرح أهم القوالب المستخدمة والأكثر شيوعاً .



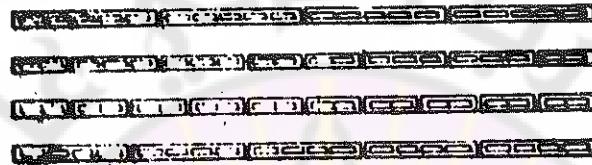
الشكل (١٠ - ٢٠)

مخطط رمزي لتصنيع المناصر أفقياً على حلقات

أ - قالب فوق سطح الأرض .. ب - قالب تحت منسوب سطح الأرض

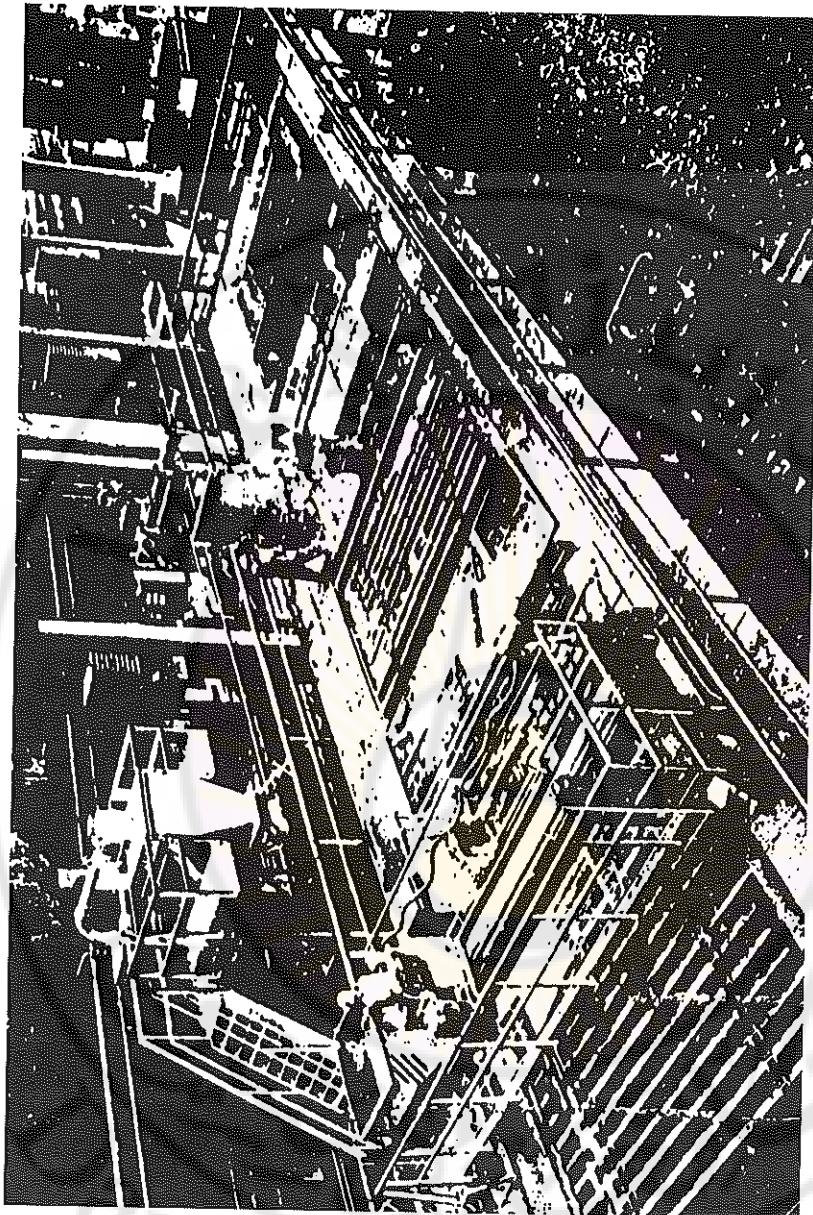
ج - د - إشكال مقاطع المناصر البيرتونية

251	251	251	251	251
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
81	81	81	81	81



الشكل (١ - ٢١)

نمط دوري للتصنيع القائم على نسق



الشكل (١ - ٢٢)

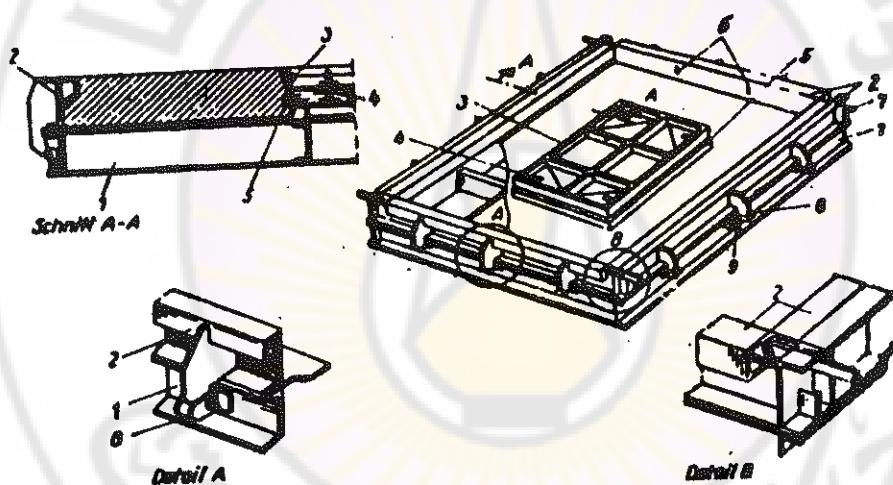
قوالب لتصنيع عناصر شاقوليها (بطاريات) خلال العمل

القوابب الاطلرية :

ولها ثلاثة أنواع :

١ - القوابب الاطلرية المتنقلة ، جوانب قبة التوران حول القاعدة :

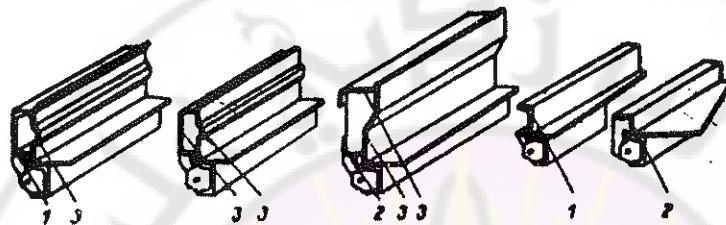
تستخدم لتصنيع المناصر المسطحة (الشكل ١ - ٢٣) . يتألف المسطح السفلي للقالب من صفيحة معدنية ترتكز بوساطة اللحام على قاعدة تتالف من جوانب معدنية طولية وعرضية . العوازل هي مقاطع بشكل حرف U تحدد أبعادها بطرائق الصاب الاشائى . تتجه اجنحة المقطع نحو الخارج من أجل تسهيل



الشكل (١ - ٢٣) قالب جدار خارجي

- ١ - القاعدة ٢ - الجوانب ٣ - نواة ٤ - نقاط ثبيت النواة
- ٥ - اطار نافذة ٦ - ثوب لشنائل التمليق ٧ - رباط قالب (شinkel)
- ٨ - مفصل ٩ - نقطة وصل البخار الى اسفل القاعدة

عملية تثبيت القاعدة على طاولة الرج . تتألف جوانب القالب أيضاً من مقطع بشكل حرف [] أو L وصفائح ملحومة على المقاطع . ويسكن أيضاً أن تشكل مقاطع الجوانب من صنائع تنسى على البارد وتكون حينئذ أخف من السابقة ولكن قساوتها أكبر (الشكل ١ - ٢٤) .

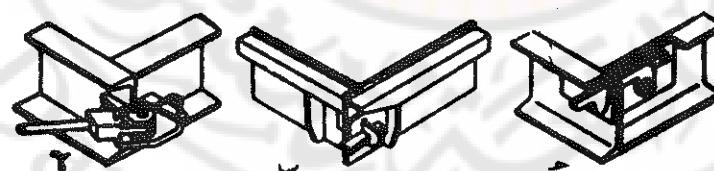


الشكل (١ - ٢٤) تصميم الجوانب

١ - مقطع [] ، ٢ - مقطع L ، ٣ - مقطع صالح على البارد (مطبع)

ترتبط جوانب القالب بعضها مع بعض لتشكيل العنصر بوساطة أنواع متعددة من عناصر الربط ، أهمها :

- روابط مرنة (نوابض) .
- بوساطة لسان مشغوب والسفين (خابور) .
- بوساطة قلاب (شنكل) الشكل (١ - ٢٥) .



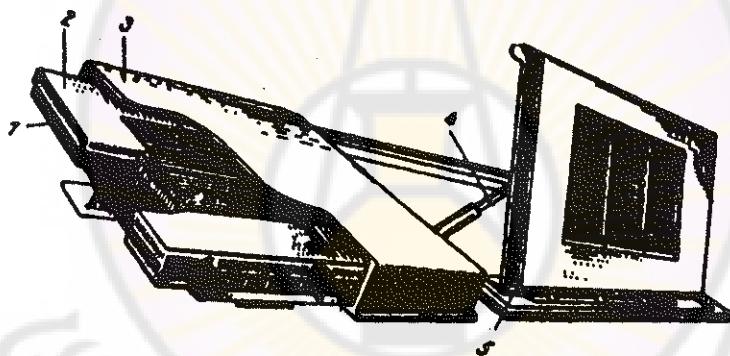
الشكل (١ - ٢٥) عناصر الربط

أ - بوساطة نابض ، ب - بوساطة اسفين ، ج - بوساطة قلاب (شنكل)

تعد الروابط المرنة أفضليها لأنها لا تتأثر خلال الرج ، أما الرابط بواسطة الاسفين فإنه يؤمن ربطاً كافياً وبساطة ، إلا أن عملية الربط تتطلب زمناً طويلاً نسبياً ويجب أن تستخدم أدوات وطرق مما يؤدي إلى تشويه القالب أحياناً ، أما النوع الآخر فهو قابل للارتفاع بتكرار الاستخدام ولا يؤمن كافية بين سطوح التلقي ويطلب اصلاحات دورية ويمكن أن يفتح تلقائياً خلال الرج إذا لم يجهز بتأمين إضافي ٠

٢ - القوالب الاطلرية القبلة للتدوير حول محور الفقي مواز لحد جوانبه :

تستخدم لتصنيع العناصر الجدارية الخارجية المؤلفة من طبقات ، لا تختلف عن سابقتها غير أنها تدور شاقوليا حول أحد حروفها الجانبية بواسطة مكابس هيدروليكيه (الشكل ١ - ٢٦) ٠



الشكل (١ - ٢٦)

مبدأ عمل قالب لتصنيع جدار خارجي

- ١ - قالب
- ٢ - الجدار الخارجي
- ٣ - قطاء
- ٤ - مكبس هيدروليكي
- ٥ - محور الدوران

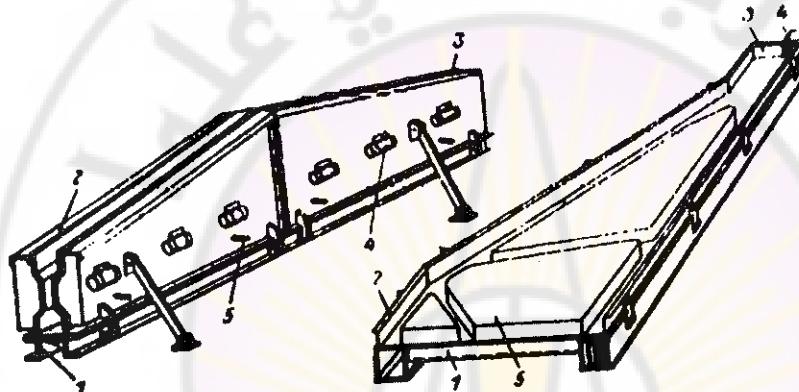
٣ - القوالب الاطلرية الثابتة :

تستخدم لتصنيع العناصر الطويلة والتحفية . يتم التصنيع شاقوليا مثل

الجوائز أو أفقياً كما للجملونات (الشكل ١ - ٢٧) . يمكن أن يجمع القالب من عدد من الأجزاء إذا كان المنصر طويلاً نسبياً .

٤ - المفاوش :

تستخدم لتصنيع عناصر سطوحها كبيرة ورقية ، مستوية أو غير مستوية أو قشريات وما شابه ذلك ، وهي قوالب ثابتة تصنف من الستون المسلح تليعاً خفيفاً ويتوافر ذي ماركة أكبر من $200 \text{ كم}/\text{سم}^2$. يجهز المفرش الستوني في



الشكل ١ - ٢٧)

القوالب الاطارية الثابتة (الأفرادبة)

٢ - من أجل تصنيع جوائز (شاقوليا)

١ - قاعدة ٢ - جوانب طولية ٣ - جوانب جبهية

٤ - رجاج ٥ - نقطة لوصل البخار

ب - لتصنيع جملونات أفقية

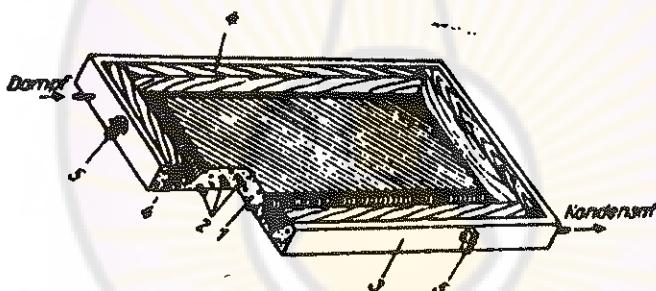
١ - قاعدة ٢ - جوانب طولية ٣ - جوانب جبهية

٤ - صفية ارتكاز ٥ - علب مفرغة

داخله بنظام تسخين هو شبكة أنابيب يمر فيها البخار (١ - ٢٨) يطابق السطح العلوي للمفرش شكل المنصر السفلي المراد تسميته . يستخدم يتوافر من حصوبيات ناعمة (عدسية) للحصول على سطح ناعم له ويقل السطح بشكل

جيد . إذا كانت جوانب المنصر مائلة عن الشاقول نحو الداخل في أعلى المنصر (وضعيّة المنصر خلال التصنيع) فإنه تستخدم مقاطع خشبية تسمى في محيط القالب من الداخل وتشكل إطاراً محيداً .

عند نزع المنصر البيتوبي عن القالب يتزع معه أيضاً الإطار الخشبي الذي يفك ويعاد وضعه ضمن القالب . يتم ثبيت الإطار الخشبي مع القالب بوساطة أسفين أو رابط قلاب . تقدر قوى الالتصاق بين المنصر وسطح القالب المصقول والمدهون بمقدار مائة للالتصاق بـ $400 \text{ كن}/\text{م}^2$ ، ولذلك فقد ينماطل المنصر خلال نزعه عن القالب اذا لم تكن قوى التزع موزعة بالتزامن على سطح المنصر ، ولهذا السبب تستخدم روافع لولية أو يستخدم ضغط الهواء أو الميدينوليك بين السطح العلوي للمفرش والسطح السفلي للمنصر لتسهيل فك المنصر .



الشكل (٢٨ - ١)

مفرش بيتوبي لتصنيع بلاطات وقيقة ذات اعصاب محيدة :

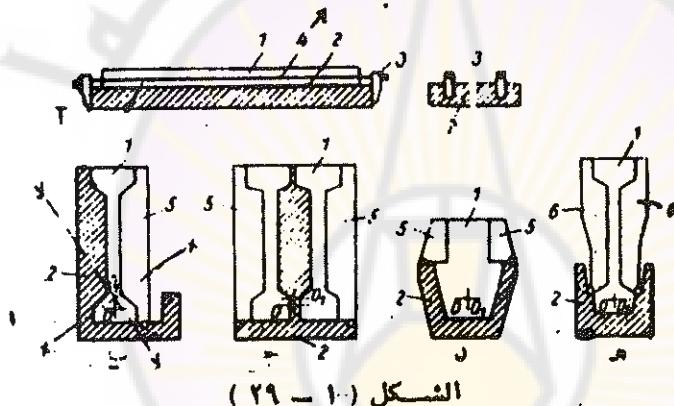
- ١ - جسم المفرش
- ٢ - أنابيب تغذير البخار
- ٣ - جوانب المفرش
- ٤ - مقاطع خشبية مفمدة (أطار)
- ٥ - ثبيت الإطار

٦ - قالب المنصر المسبقة الإجهاد :

يجب أن تحمل قوى الشد المطبقة على حديد التسليح ، ولذلك يجب أن

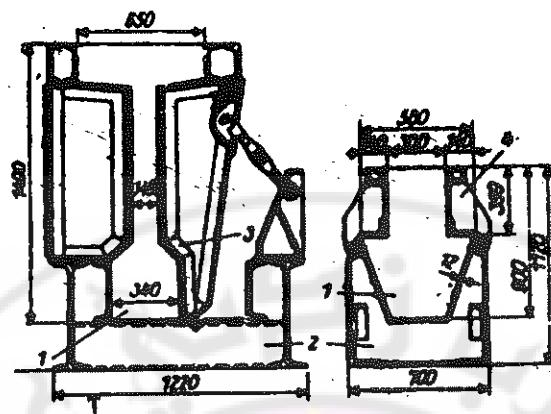
تكون بنيتها أقوى من غيرها . الشكل (١ - ٢٩) يوضح بشكل دوري بعض مقاطع العناصر مسبقة الإجهاد وكيفية نقل قوى الشد إلى القلب .

يمكن نقل قوى الشد على قاعدة القالب اذا كانت قوى الشد غير كبيرة (الشكل ١ - ٣٠ أو الشكل ١ - ٣١) . إن وزن القالب في هذه الحالة يقارب وزن المعنصر المراد تصنيعه نفسه ، أما اذا كانت قوى الشد كبيرة ، فيجب أن يكون مركز نقل مقطع القالب الذي يتحمل قوة الشد مطابقاً لقدر الامكان لمركز قسوة شد حديد التسليح المشبود ، وذلك باضافة قوالب معدنية اضافية الى القالب ، في هذه الحالة يقارن وزن القالب وزن القالب العادي . إن فرق الوزنين بين هذين النوعين من القوالب يجب ألا يزيد على ١٥ - ٢٠ % .



الشكل (١ - ٢٩)

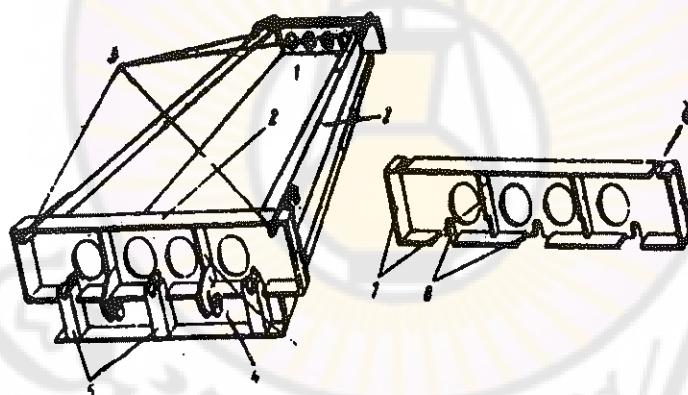
- العناصر الانشائية لقوالب مسبقة الإجهاد والتي تتحمل قوى الشد
- ٢ - ضغط غير محوري على قاعدة القالب بـ - عنصر بشكل حرف L أحد الجوانب مرتبطة عضوياً مع القاعدة جـ - عنصر بشكل L لتصنيع عنصرين مما دـ ، هـ - عناصر بشكل مجراءة
 - ١ - المعنصر الصناع ٢ - البنية الانشائية التي تحمل قوى الشد (الضغط)
 - ٣ - مصد ٤ - الحديد المشبود ٥ - جوانب قابلة للتموير
 - ٦ - جوانب قابلة للفك x ، y المحاور الرئيسية لمقطع القالب
 - مركز مقطع القالب ٥ - مركز اتطبيق قوى الشد



الشكل (۱۱ - ۲۰)

قطع في قالب يتحمل قوى الشد المسبق

- ١ - لجائز حامل السلك الرابعة ٢ - لجائز ملادي :
- ٣ - المنصر ٤ - العنصر المقاوم لقوة الشد
- ٥ - جوانب قابلة للفك ٦ - جوانب قابلة للتدوير



الشكل (۱۱ - ۲۱)

قالب لتصنيع بلاطات استفت مفرغة

- ١ - اطار ٢ - جوانب ٣ - عناصر ربط ٤ - مفصل
- ٥ - مسد ٦ - تجويف من أجل الاغلاق ٧ - اعصاب تقوية
- ٨ - فتحات لمور حديد التسليح المشدد

تحضير القوالب :

إن الحفاظ على ظافة القالب يزيد من عمره ويرقى من جودة عاليه للعناصر المصنعة . تبقى في القالب بعد نزع العنصر البيtonي بقايا من البيتون والمواد المانعة للالتصاق يجب إزالتها قبل الاستخدام التالي ، كما يجب أن يلحن القالب من جديد بعد إزالة هذه البقايا وتنظيفه لضمان جودة السطح البيtonي .

ينظر القالب يليها أو آليا ، ولا يرحب باستخدام الفراشي المعدنية في التنظيف لأنها تشكل أخدود على السطح المعدني للقالب مما يزيد من قوى الالتصاق بين بيتون العنصر وبينه .

يطلى القالب بمادة مانعة للالتصاق بعد تنظيفه وظيفتها ليست فقط من أجل تسهيل نزع العنصر والحصول على سطح أملس للبيتون ، بل للحفاظ أيضاً على سطح القالب أملس لمدة طويلة . إن فعالية المواد المانعة للالتصاق تقل بشكل كبير اذا كان السطح غير قظيف أو غير أملس .

إن المتطلبات الخاصة في المواد المانعة للالتصاق هي :

– إن لزوجة المادة يجب أن تسمح بدهنها بوساطة فرشاة وبدرجة حرارة منخفضة أو عالية (قد تصل إلى ٥٠) . أما سماكة هذه الطبقة فتتراوح بين ١٢٠ + ٣٠ مم ويجب أن تكون السماكة متقاربة على كامل سطح القالب . اذا قلت السماكة عن ١٢٠ مم فان ذلك يؤدي الى زيادة التماسك مع البيتون ، وإذا زادت على ٣٠ مم فان الطبقة قد تسيل وتوتر في حديد التسلیح وتؤدي الى ظهور بقع على سطح البيتون .

– يجب أن تكون تماسكاً كافياً مع سطح القالب خلال صب البيتون وبخاصة بالنسبة لسطح القوالب الشاقولية .

- يجب الا يكون لها تأثيرات سلبية في مادة البيتون بعد تصلبه ويجب الا تبقى على السطح البيتوني .

- يجب أن تؤمن الشروط التي يتطلبها أمن العمل وصحته ، وكذلك شروط الأمان ضد الحريق .

إن أنواع المواد المانعة للالتصاق متعددة منها زيت المعدي المستهلك (المحروق) وخلائط المواد البترولية الثقيلة والمواد البترولية الخفيفة (مثل زيت كاز + زيت معدني ، بارافين + زيت كاز « كيروسين ») والغازلين الصناعي .

إن المواد المذكورة سابقاً لا تحقق جميع المتطلبات التي وردت وهناك أنواع كثيرة أخرى أفضل منها تصنع من مركبات كيميائية ، أفضلها هي التي تعتمد على خلائط الدهون والماء .

ا- المرحلة الرابعة - تشكيل العنصر :

١-٤-١ المتطلبات التكنولوجية للبيتون :

تعد مرحلة تشكيل العنصر البيتوني من أهم العمليات التكنولوجية خلال تصنیع العناصر البتونية . إن العنصر في هذه المرحلة يجب أن يحصل على الشكل الفراغي المطلوب وعلى بنية متجانسة للبيتون في جميع مقاطعه ، إضافة إلى نوعية وجوده محددة للسطح المطلوب . أما العمليات الجزئية التي تدخل في هذه المرحلة فهي :

- صب البيتون في القوالب .

- توزيع البيتون وتكثيفه وتسوية السطح العلوي للعنصر .

إن نوعية البيتون المستخدم لتشكيل العناصر يجب أن تتحقق المتطلبات التكنولوجية خلال عملية التشكيل إضافة إلى الخواص الفنية المطلوبة بمد تصلبه . كما أن نوعية البيتون تتعكس بشكل مباشر على اختيار الآلات

والتجهيزات الازمة لإنجاز هذه المرحلة اضافة الى أن نوعية الخلطة البيتوئية المستخدمة تحدد ظام العمل خلال الاتساع . لذلك سوف تعرض في بسطة البحث أهم الأمور التي تربط بين نوعية الخلطة البيتوئية وانعكاسها على العملية التكنولوجية خلال تشكيل العناصر . إن أهم خاصية للخلطة البيتوئية لتصنيع العناصر هي ما يدعى بقابلية المعالجة . يقصد بقابلية البيتون للمعالجة امكان تعبئة القالب وبكمال شكله الفراغي وذلك باستخدام تجهيزات التشكيل الخاصة وتحت تأثير وزنه الذاتي أو آية قوى خارجية تطبق عليه وبحيث تحافظ الخلطة البيتوئية على بنية متجانسة . تحدد قابلية المعالجة بدرجات معينة ، ومن أجل كل درجة تستخدم طرائق مناسبة للتشكيل وتعدد نوعية تكتيف البيتون وزمنه . تحدد قابلية الخلطة البيتوئية للمعالجة بنزوجتها ، وفي هذا المجال يمكن التمييز بين نوعين من الخلطات البيتوئية :

٢ - الخلطات القابلة للحركة :

وهي التي يمكن خلطها بسهولة ويمكن أن تملأ القالب بكامله بسهولة تحت تأثير وزنها الذاتي (الجاذبية الأرضية) أو تحت تأثير قوى خارجية ليست كبيرة .

ب - الخلطات الجامدة :

وهي التي تتطلب تأثيراً ميكانيكياً لتعبئته القالب بشكل قسري ولتشكيل البيتون ، والسبب يعود الى قوى الاحتكاك الداخلية وقوى الالتصاق الكبيرة بين مكونات الخلطة وغيرها من القوى .

تقاس قابلية التشكيل بمحبوط ابرامس ولكن الخلطات غير القابلة للحركة لا تستطيع قياس المبوط لأنه غير ملاحظ لذلك في المسبق الصنف نجاح لقياس درجة قابلية البيتون للتشكيل بمحبوط المخروط المعياري أو بزمن التشكيل الذي يعتمد على تجربة معيارية خاصة بجهاز يدعى Viskosimeter أو مقياس النزوجة وهو قالب ذو شكل معين يملأ بالبيتون ويمرض لرج ذي تردد وسعة

معيتيين . يوضع الجدول (١ - ٢) أنواع الخلطة البيتونية حسب درجة قابليتها للتشكيل وفق المعاير المعتمدة في روسيا :

الجدول (١ - ٢)

نوع الخلطة البيتونية	هبوط المفروش (سم)	زمن التشكيل (ثانية)
بيتون جامد بشكل خاص	٤٠٠ - <	-
بيتون جامد جدا	٤٠٠ - ١٥٠	-
بيتون جامد	١٥٠ - ٧٥	-
بيتون جامد قليلا	٧٥ - ٣٠	-
بيتون متحرك بشكل ضعيف	٣٠ - ١٥	٥ - ١
بيتون متحرك قليلا	١٥ - ٥	٣ - ٦
بيتون متحرك	-	١٦ - ١٠
بيتون متحرك سائل	-	٢٠ - ١٧

يتعلق اختيار درجة قابلية التشكيل بال قالب وبنوع العنصر ووظيفته في الاستخدام ، ويتعلق أيضاً بطريقة تكثيف البيتون . يعطي الجدول (٣ - ١) نوعية الخلطة البيتونية المطلوبة من أجل تصنيع العناصر حسب نوعية العنصر وطريقة التشكيل .

إن ميزات البeton الجامد بالمقارنة مع اللزج هي :

ـ الحصول على مقاومة أعلى مع الحفاظ على كمية الاسمنت نفسها وبالتالي توفير مادة الاسمنت .

ـ الحصول على بيتون ذي كثافة أكبر (باستخدام تكثيف مناسب) وبالتالي كثافة أكبر ضد المياه ، ومقاومة أكثر للصقيع وبشكل عام ذي دسمة أكبر .

ـ يتصلب البeton بسرعة أكبر في عمره الأولي وبالتالي فان زمن المعالجة الحرارية يمكن اختصاره مما ينعكس على استخدام أفضل للقوالب ولحجرات المعالجة الحرارية .

ـ امكان هك القالب جزئياً او كلياً مباشرة بعد التشكيل (بيتوناً جامداً) وذلك ينعكس على اختصار عدد القوالب .

أما الصعوبات التكنولوجية المتعلقة باستخدام الخلطة البيتونية الجامدة فهي :

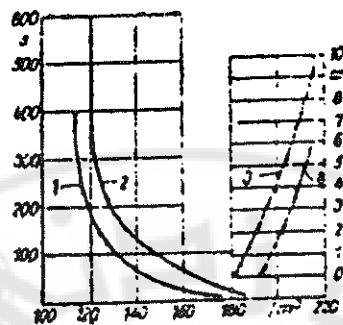
ـ ضرورة معايرة دقيقة للمواد (بخاصة الاسمنت والمياه) .

ـ ضرورة الخلط الجيد للمواد واستخدام طرائق تكثيف فعالة تتطلب طاقة كبيرة و زمناً طويلاً نسبياً .

إن قابلية الخلطة البيتونية للتشكيل تتعلق بالأمور التالية :

١ - كمية المياه :

تأثير كمية المياه بشكل كبير في خصائص البeton الطري وتأثير كذلك في خصائصه النهائية ، الشكل (١ - ٣٢) ، فعندما تكون كمية المياه قليلة تتراوح (١٠٠ - ١٢٥ ل/م^٣) ، فإن الكمية الكبرى من المياه ترتبط مع مكونات الخلطة بوساطة قوى تلاصق جزيئية (Molecular) ، وقوى تلاصق بين السطح الخارجي للذرات الاسمنت والخصوصيات .



الشكل ١١ - ٢٢

العلاقة بين كمية الماء في البيتون وزمن التشكيل ونبوط المخروط

- ١ - بيتون جلمد بعد الجبل مباشرة .
- ٢ - بيتون جامد بعد تخريبة المرحل لدّة ساعة
- ٣ - بيتون منحرك بعد الجبل مباشرة
- ٤ - بيتون منحرك بعد تخريبة المرحل لدّة ساعة

إن النشاء المائي الرقيق المشكل على سطح مكونات الخلطة لا يؤدي إلى الإقلال من قوى الاحتكاك في مكونات الخلطة بل بالعكس يؤدي إلى ظهور قوى تماست . هذه الأسباب يلاحظ أن البيتون الذي يحتوي على نسمة مياه قليلة يكون أكثر جسوداً من البيتون الجاف (أي قبل إضافة المياه) .

تزداد سماكة النشاء المائي الملفف لمكونات الخلطة مع زيادة كمية المياه ويتح ذلك تداعف المكونات بعضها بين بعض وتنفس قوى التلاصق والاحتكاك وتنتهي لزوجة المونة الاستوية والخلطة بشكل عام .

يؤدي الزيادة الكبيرة في كمية الماء (200 ل.م^3) إلى تقص كير في زوجة المونة الاستوية مما يؤدي إلى انفصال المكونات بعضها عن بعض ، لأن المكونات لا تستطيع المحافظة على مكانها في الخلطة بسبب فقدان قوى الاحتكاك الداخلية تقريباً ، وعندما تفوض الحصوبيات إلى الأسفل وتتسعد المياه والمونة إلى الأعلى ويصبح الوسط البيتوني غير متجانس ويؤثر سلباً في نوعية البيتون النهائية .

تلعب كمية المياه الأعظمية التي يمكن أن تستوعبها الخلطة دون أن تؤدي إلى انفصال مكوناتها بالاستيعاب المائي ، ولزيادة الاستيعاب المائي يمكن اللجوء إلى الحلول التالية :

- استخدام مواد رابطة ذات سطح نوعي كثيف (ناعمة) .
- استخدام حصويات صغيرة (بما فيها الرمل) .
- إضافة مواد ناعمة معدنية (Mineral) .

ب - الاسمنت :

تؤثر كمية الاسمنت ونوعيته في خصائص الخلطة البيتوية ، وتتطلب الانواع المختلفة من الاسمنت كميات مختلفة من المياه من أجل الحصول على لزوجة معينة للملوحة الاستيعابية . لا تغير قابلية الخلطة للتشغيل اذا كانت كمية الاسمنت تتراوح بين (٢٥٠ - ٤٠٠ كغ) ، (أي أن زيادة كمية الاسمنت في هذا المجال لا تأثير لها) حونسبة W/C ثابتة . ولكن زادت كمية الاسمنت على ٤٠٠ كغ فاننا نلاحظ زيادة الملزوجة مما يتطلب زيادة نسبة المياه من أجل الحصول على الخصائص التشغيلية نفسها .

أما إذا زادت كمية الاسمنت على ٤٠٠ كغ فاننا نحتاج الى زيادة كبيرة في كمية الماء المطلوبة بحيث لا تستطيع المحافظة على نسبة W/C صغيرة جدًا تحسين مقاومة البيتون التهائية .

إن كمية الاسمنت المستخدمة في تصنيع العناصر تتراوح بين ٢٨٠ - ٣٨٠ كغ (من أجل زعن تشكييل ٥٠ - ٦٠ ثانية) و ٤٠٠ - ٤٣٥ كغ (من أجل زعن تشكييل ١٥٠ - ١٨٠ ثانية) .

ج - الحصويات :

تؤثر في خصائص الخلطة البيتوية كمية الحصويات ونوعها ، بخاصة من ناحية الحجم والتدرج الحبي ونوعية سطح الحصويات وغيرها .

يمكن تفريض كمية المياه $10 - 15\%$ باستخدام حصويات كبيرة وكذلك فإن استخدام حصويات مكورة سطحها أملس يؤدي إلى انقصان كمية المياه $5 - 10\%$ مقارنة بالحصويات المكسرة ، ويعد السبب في ذلك إلى أن قوى الاحتكاك هي أصغر في حال استخدام الحصويات المكورة . إن وجود كمية كبيرة من الرمل تؤدي إلى انقصان قابلية التشغيل للبيتون وذلك يتطلب زيادة كمية المياه ، أما إذا كانت كمية الرمل قليلة فقد يحدث انفصال المكونات ، ولتجنب ذلك الانفصال لا بد من زيادة كمية الاسمنت .

تسع الخلطات الجامدة بانقصاص كمية الرمل أكثر من الخلطات الطيرية . يؤدي أيضاً وجود كميات ناعمة كبيرة في الرمل إلى زيادة كمية المياه .

ما يجدر ذكره بأن وجود كميات كبيرة نسبياً من المواد الناعمة يلعب دوراً إيجابياً من أجل البيتون ذي المقاومات المنخفضة الذي لا تزيد كمية الاسمنت فيه على 200 كم وسبب في ذلك أن الرمال تؤدي إلى زيادة في طرفيه البيتون .

تتطلب الحصويات الخفيفة (تحتوي على فراغات هوائية) كمية أكبر من المياه بسبب دخولها إلى داخل التراغات إضافة إلى أنها تتطلب كمية أكبر من المونة الاسمنتية لتغليف أسطحها الخشنة جداً .

٥- الإضافات :

تستخدم الإضافات بنسبة 3% + من وزن الاسمنت لزيادة قابلية البيتون للتشغيل .

تقسم هذه الإضافات إلى مجموعتين رئيسيتين :

- إضافات بلاستيكية .
- إضافات ميكرورغانية .

تؤثر الإضافات البلاستيكية في زيادة قابلية التشغيل من خلال ختم المسام للعيوب لافحة الاسمنت وملواد المينالية بتشكيل كتل ، بل تبقى هذه العيوب

منفصلة بعضها عن بعض ، وبذلك يمكن تخفيض كمية المياه بنسبة $10 \div 12\%$ ،
وذلك ينعكس على تخفيض كمية الاسمنت .

اما اذا تم استخدام هذه الاضافات بهدف انقاص كمية المياه فقط مع المحافظة
على درجة التشغيل فان ذلك ينعكس على زيادة الوزن الحجمي للبيتون وبالتالي
زيادة كافة البيتون و مقاومته ضد الصقير .

اما بالنسبة للإضافات الميكرورغوية فوظيفتها تخفيف الاجهادات السطحية
للفشل المائي المحيط بنشرات الاسمنت والمواد الناعمة الاخرى ، مما يسمح
بتشكيل فقاعات هوائية صغيرة تحيط بالمواد الناعمة والاسمنت خلال الجبل .
هذه الفقاعات توفر من قابلية البيتون للتشغيل لانها تقلل من الاحتكاك الداخلي
للخلطة البيتونة .

إن أفضل استخدام للإضافات الرغوية هو البيتون الذي تستخدم فيه
حصويات خفيفة (تحتوي على فراغات هوائية) ، حيث أن القائدة الإضافية منها
هي تخفيض الوزن الحجمي للبيتون وما يتبعه من تحسين في خواص البيتون من
ناحية العزل الحراري .

إن استخدام الاضافات لا يؤدي دائماً الى تأثير ايجابية ، ويعود السبب في
ذلك كون هذه الاضافات ذات منشاً عضوي ، وهي تؤخر من عملية هدرجة
الاسمنت ، ولذلك نلاحظ ضعفاً نسبياً بالمقاومة في المراحل الاولى للبيتون ،
وكذلك ضعفاً نهائياً بالمقاومات نتيجة وجود فقاعات هوائية (يخص ذلك الاضافات
الميكرورغوية) .

هـ - التخزين الاولى :

يقصد بالتخزين الاولى تخزين البيتون بعد جبله في أوعية خاصة لمدة معينة
قبل نقله وصبه في القوالب .

يستخدم التغرين الأولي بشكل شائع في مصانع البيتون لضرورات تكنولوجية .

يؤدي التغرين الأولي الى تخفيض لدونة الخلطة البنتونية ، مع ملاحظة ان مقاوماته تزداد قليلاً .

تعلق درجة انخفاض لدونة الخلطة بتكوينات الحصويات ونوعية الاسمنت ودرجة الحرارة ورطوبة المحيط .

إن السبب في انخفاض اللدونة هو امتصاص كمية من المياه الموجودة من قبل الاسمنت وال حصويات وكذلك بسبب التبغ قليلاً .

إن تفلل كمية من المياه الى داخل حبيبات الاسمنت والتفاعل معه ينعكس ايجابياً خلال عملية تشكيل بنية البيتون ويؤدي ذلك الى زيادة المقاومة .

يؤدي التغرين الأولي الى تخفيض لدونة البيتون المترافق قليلاً وبالتالي الى انقصان درجة التشغيل مما يتطلب زيادة زمن رج البيتون للتعويض عن ذلك .

أما بالنسبة للخلطات الجامدة فنلاحظ أن زيادة زمن الرج واستطاعته لا تؤدي دائماً الى الحصول على النتائج المطلوبة ، لذلك نصح عدم استخدام التغرين الأولي عند استخدام الخلطات الجامدة ، بل تنفيذ عملية التشكيل مباشرة بعد الخلط .

خواص المقلة البيتوية		نوع المنصر وطريقة التشكيل
هيوبط المخروط (سم)	زمن التشكيل (ثانية)	
-	٨٠ - ٦٠	عناصر جدارية وبلاطات أصفف مفرغة دائرياً أو بيضويًا ، وضعية التشكيل اتفاقية ، التشكيل بوساطة رجاجات وتحت ثقل ستانيكى معاً .
-	٦٠ - ٥٠	أعمدة ، أعصاب ، جوانز ، والشرائط التي يتم تشكيلها دون نقل (فقط بوساطة الرج) .
-	١٠٠ - ٨٠	قماطل مجاري ، أنابيب ، عناصر مفرغة أخرى بارتفاع حتى ١٢٠ سم مع فك جزئي أو كلي للقالب مباشرة بعد التشكيل .
٤ - ٢	٢٥ - ١٥	شارائح مستوية أو ذات تجاويف (كاسيت) وباستخدام اسطوانات مرتجة للتشكيل .
٦ - ٤	٤٠ - ١٠	عناصر جدارية رقيقة (دون فراغات) أو نسبة تسلیح عالية ، التشكيل على طاولات مرتبة .
٨ - ٤ ١٢ - ٦	١٥ - ١٠ ١٥ - ١٠	عناصر بنسبة تسلیح عالية جداً أكبر من ١ % جدران وبلاطات تصنع في البطاريات : أ - سماكة ١٢ سم . ب - سماكة ١٠ سم .

الجدول (٣ - ١)
— ٩٠ —

١٥٢ تشكيل العنصر :

تعد عملية تكثيف البيتون في هذه المرحلة من تصنيع العناصر البيتونية العملية الرئيسة والمحددة لجودة العنصر المصنوع ولذلك فإن طرائق التشكيل تصنف حسب نوعية التكثيف المستخدمة .

إن المدف من تكثيف البيتون هو الحصول على المواصفات الفنية للبيتون بعد تصلبه وكذلك تأمين المتطلبات التكنولوجية الاقتصادية خلال التصنيع ، هذه الأمور هي :

بالنسبة للمواصفات الفنية :

– الحصول على كثافة كبيرة للبيتون بوساطة الأقلال من الفراغات فيه (لا تنطبق هذه الخاصة على البيتون الخفيف) .

– الحصول على مقاومة كبيرة بوساطة الترابط الجيد بين المونة الاستهنية والحاصليات والمواد الناعمة وتجانس الخلطة عن طريق الحصول على تدرج جيد .

– الحصول على عناصر غير قابلة للتتشوه قدر الامكان .

بالنسبة للمطالبات التكنولوجية الاقتصادية :

– تصنيع العناصر بأقصر زمن ممكن .

– تخفيض القدرة الازمة للمعالجة الحرارية قدر الامكان .

– استخدام أقل عدد ممكن من القوالب .

إن القوى الكامنة داخل الخلطة البيتونية والتي يجب التغلب عليها خلال التكثيف للحصول على نتيجة من التكثيف هي :

– قوى الاحتكاك الداخلية بين الحاصليات .

– قوى التنسك في المونة الاستهنية .

- القوى الشرعية في الخلطة .

- قوى الاحتكاك بين الخلطة وال قالب .

- قوى الاحتكاك بين الخلطة وحديد التسليع .

إن أنواع التكثيف يمكن تصنيفها بشكل عام إلى مجموعتين :

A - المجموعة التي تعتمد على تطبيق قوى خارجية على الخلطة البيتونية وفي هذه الحالة ، فإن التكثيف يعتمد على انفاص حجم الخلطة ويتطلب قدرة كبيرة .

B - المجموعة التي تعتمد على تغيير درجة لزوجة الخلطة عن طريق التغلب على القوى الكامنة داخل الخلطة البيتونية وبعدها تصبح مكونات الخلطة في حركة بالنسبة لبعضها البعض وتصبح الخلطة خلال التكثيف مشابهة للسائل . تتطلب هذه الطرائق قدرة صغيرة بالنسبة لسابقتها .

١-٣ طرائق التكثيف :

يستخدم في تصفيف العناصر البيتونية بيتون ذو درجة طراوة متغيرة حسب نوعية المنصر وحسب طريقة التصنيع ، وبالتالي فإن طرائق تكثيف البيتون تتغير تبعاً لذلك .

٢- رج البيتون :

تعتمد هذه الطريقة على زيادة سiolة الخلطة ، حيث أن الرج يغير من البنية التركيبية للخلطة بوساطة التقليل من الاحتكاك الداخلي ما بين مكونات الخلطة ويصبح البيتون في حالة مادة متحركة سائلة تخضع لقوانين ميكانيك السوائل ، وبذلك يستطيع "بيتون متحرك" أن يعبئ القوالب ذات الأشكال المعقدة وذات النسب العالية من التسليع حيث يتم التكثيف بوساطة الوزن الذاتي للبيتون ، وأنباء الرج يتم ضرح الهواء وأياء ازائدة .

تستخدم هذه الطريقة من أجل البيتون قليل التحرك إلى البيتون ثبته الجامد ، أي ذلك البيتون الذي يظهر ميلاً للسيولة خلال الرج لفترة غير طويلة ودون استخدام قدرة كبيرة ، ويمكن استخدام هذه الطريقة أيضاً من أجل بيتون جامد ، ولكن ذلك يتطلب قدرة كبيرة وزمناً طويلاً للرج .

ب - رج مع ضغط خفيف :

تستخدم هذه الطريقة من أجل تكثيف البeton الجامد الذي يظهر قابلية ضعيفة للسيولة . إن الرج في هذه الحالة يزيد من قابلية البeton للتشغيل ، بحيث لا تحتاج إلا إلى قوة ضغط صغيرة تضفيه على البeton من أجل تكثيفه . وحيث أن الضغط ليس كبيراً فإنه يسمح بارتجاج مكونات الخلطة البetonية .

ج - التكثيف القسري بواسطة الضغط أو الطرق :

يُستخدم من أجل البeton الجامد الذي لا يظهر ميلاً للإسالة ، وهو البeton الذي تكون مكوناته غير متماسكة بعضها مع بعض ، لذلك لا بد من تطبيق قوى خارجية من أجل الأزاحة النسبية لمكونات الخلطة البetonية من أجل تبنة القالب وتكتيفه بالبيتون .

إن ميزات استخدام بيتون جامد ذي نسبة مياه إلى إسمنت قليلة هي الحصول على بيتون ذي وزن جمسي كبير ومقاومة عالية وديمومة طويلة ، لكن السلبية هي في أنه يحتاج إلى قدرة ميكانيكية عالية وזמן طويل للرج .

د - طرائق التكثيف التي يمكن بواسطتها أن نحصل على بيتون كثيف جداً من خلطة بيتونية متعركة إلى متعركة قليلاً ونسبة مياه إلى إسمنت عالية نسبياً .

تتم هذه الطرائق على طرح كمية معينة من المياه الزائدة الموجودة في الخلطة ، ويمكن أن نمدد ضمن هذه الطرائق ما يلي :

- 1 - رج مع ضغط بهدف طرح الماء الزائد ، وتقسم على مرحلتين :

المرحلة الاولى : يتم تعريض البيتون للرج بهدف تشكيل المنصر .
المرحلة الثانية : يتم ضغط المنصر المتشكل وبالتالي إزاحة المياه الزائدة ،
وتقى هذه المرحلة بعد ايقاف الرج .

٢ - رج مع تخلية بهدف طرح المياه الزائدة : بعد تعريض البيتون للرج بهدف
تشكيل المنصر تتم إزاحة المياه بوساطة تعريض المنصر إلى تخلية هوائية .

٣ - بوساطة القوة النابذة : ويتم ذلك بتدوير المنصر بسرعات معينة تؤدي
لفصل المياه الزائدة عن البيتون .

إن الاتجاه في تصنيع العناصر البيتونية مسبقة الصنع هو استخدام خلطة
بيتونية ذات نسب مياه إلى أسمنت قليلة ، لذلك فإن طرائق التكثيف التي تتمدد
على الرج وقوى الجاذبية الأرضية يقل استخدامها بشكل مطرد ويرداد بعكس ذلك
استخدام طرائق التكثيف التي تعتمد على تطبيق قوى خارجية ، حتى أنه من غير
الممكن على الأطلاق استخدام الرج فقط من أجل بعض الخلطات الجامدة ،
استخدام الرج يعد كعملية مساعدة لتعبيئة البيتون وتوزيعه في القوالب . إن ذلك
يتطلب بشكل عام زيادة العمل الميكانيكي المطلوب واستخدام التجهيزات لفتررة
أطول وبالتالي زيادة العمالة المطلوبة في عملية التصنيع .

٤-٥) الاسس الفيزيائية - الميكانيكية - التكنولوجية للتكتيف :

تتضمن مكونات الخلطة البيتونية خلال عملية التكثيف إلى مجموعة من
القوى يمكن أن تصنف إلى مجموعتين :

أ - قوى خارجية مثل قوى «الجاذبية والقوى الأخرى المؤثرة في الخلطة كالتي
ذكرت سابقاً (ضغطاً - طرقة - ٠٠٠٠) .

ب - قوى داخلية «احتراك» - قوى الخاصة الشعرية - قوى التلاصق
الجزيئية » ، وإذا أردنا الحصول على تكتيف جيد فلا بد من تغلب القوى

الخارجية على القوى الداخلية ، ويمكن الحصول على هذه النتيجة باختيار قيم ومواصفات معينة لهذه القوى تتعلق بطريقة التكثيف المختارة من جهة

وبمواصفات الخلطة البيتونية المعالجة من جهة أخرى ٠

ا-هـ التكثيف بوساطة الرج :

يعتمد على تعريض الخلطة البيتونية الى اهتزازات « بوساطة الرجاجات » تقوم بتحريك قسري لمكونات الخلطة البيتونية ٠ يتم هذا التحريك بشكل دوري وتردد عال ومطال صغير ٠ بنتيجة هذا الاهتزاز يتم تفكك القوى الداخلية الموجودة في الخلطة خلال عملية التكثيف ٠

اما الطرائق المستخدمة لرج البيتون فهي تختلف بعضها عن بعض حسب كيفية نقل هذه الاهتزازات الى البيتون - الشكل (١ - ٣٣) - ويمكن تصنيف هذه الطرائق ضمن مجموعتين :

١ - رج غير مباشر ، ونميز طرفيتين :

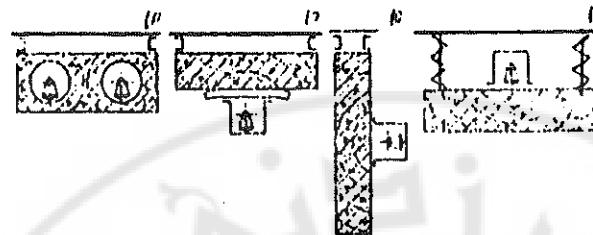
أ - رجاً كاملاً للبيتون مع القالب ، ويتم ذلك عادة فوق طاولات رجاجة ٠
ب - نقل الاهتزاز الى عناصر مرنة موضوعة على القالب مثل جوانب الجدران وجوانب القوالب المنفردة أو أرضيات القوالب ، حيث تُركب الرجاجات مباشرة على عناصر القالب ٠

٢ - رج مباشر ، ونميز طرفيتين :

أ - رجاً مباشراً على سطح البيتون ، حيث توضع الرجاجات على السطح
ب - رجاً مباشراً من داخل البيتون ، حيث يُعمَس جزء الرجاج في البيتون أو توضع الرجاجات في القالب قبل ملء القالب بالبيتون ٠

يسكن أن تحدد فعالية الرج بمدة طرائق :

أ - تحديد كثافة البيتون ، أي ما هي درجة الكثافة التي يمكن الحصول عليها بطريق رج معينة وبراز من معين بالنسبة الى كثافة ظرفية معتمدة ٠



الشكل (١) - (٢٣)

مبادئ رج البeton تبعاً لكيفية تطبيق الاهتزاز

- a - رج لـكامل القالب
- b - رج عناصر القالب الجانبيّة
- c - رج السطح العلوي للبيتون
- d - رج داخلي

ب - من خلال تحديد مقاومة البيتون ، لأن مقاومة البيتون مرتبطة بالكتافة ضمن شروط أخرى ثابتة .

ج - من خلال تجانس التكتيف على كامل الغرور ، حيث أن البيتون القريب من الرجاجات يتعرض لقوى أكبر من البيتون الذي يبقى بعيداً عنه . يتعلق ذلك بـ كيفية انتشار الاهتزاز في الوسط الواقع تحت تأثيره ، لذلك فمن الضروري معرفة كيفية انتشار الاهتزازات في البيتون خلال الرج .

٤-٣- انتشار الاهتزاز في الخلطة البetonية :

يؤثر الرج اهتزازات ايقاعية تنتقل الى البيتون بشكل طاقة ارجاجية كموجات طولية ، إما مباشرة أو بوساطة وسيط كجدران القوالب أو أسفلها ، وبواسطة هذه الموجات تتعرض مكونات الخلطة الى اهتزازات قسرية وتصبح مكونات الخلطة في حالة غير مستقرة استاتيكياً .

وبحسب نوعية الاهتزازات المتولدة عن الرجاجات ، يمكن أن تفرق بين

اهتزازات جيئية وغير جيئية ، وعلماً عن ذلك يمكن أن تكون الاهتزازات وحيدة التواتر أو ثنائية التواتر أو متعددة التواتر .

وختلماً ، فإن الاهتزازات وحيدة التواتر الجيئية التردديّة هي الأكثر شيوعاً، وأيضاً يمكن تصنيف أنواع الاهتزازات التي تنتشر في الخلطة إلى شاقولية أو أفقية ، وكذلك تصنف الاهتزازات إلى اهتزازات موجة « خطية » ، وغير موجة « دورانية أو قطع ناقص » .

تمتز خلال الرج مكونات الخلطة البيتونية ، التي يختلف بعضها عن بعض من حيث الحجم والشكل ، على الرغم من أن النسبات الارتجاجية هي واحدة من حيث القوة والتعدد ، ونتيجة لذلك فإن اهتزاز مكونات الخلطة البيتونية يكون مختلفاً من وجود فرق صفة بين اهتزاز كل ذرة وأخرى .

تمتز المكونات بحد ذاتها وبغض النظر عن المحيط المجاور لها وتحرك في الوسط المرجوج إلى أن تأخذ مكانها المناسب والمضبوط في الوسط إلى أن يصبح ارتجاج العبيبات مرتبطاً بارتجاج كامل الوسط وتتصبّع الحبة مقيدة .

إن انتشار الاهتزاز في الخلطة هو انتشار موجي يخصم إلى قوانين انتشار الأمواج في الأوساط المادية ، ونظراً لأن الانتشار يتم في وسط (مرن لدن) ، لذلك فإن الطاقة الأولية المولدة بوساطة الرجاج تكون متاخمة مع الارتفاع عن مركز الرج وكذلك تتناقص سعة التردد .

ويسكن القول إن تخادم الاهتزاز في الخلطة البيتونية شيء بخادم الموجات الدائرة « في حال كون الرجاج ضمن البيتون » ويتم الحساب عندها وفق العلاقة التالية :

$$A_2 = A_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} e^{-\frac{a}{2}(r_2 - r_1)}$$

حيث :

- A_1 سعة الاهتزاز عند نقطة تبعد z_1 عن محور السرج (نصف قطر

$$\text{الرجاج} = z_1 \cdot 0$$

- A_2 سعة الاهتزاز عند نقطة تبعد z_2 عن محور الرج .

- α عامل التخادم .

. $150 - 1200 \text{ HZ} = 0.02 - 0.08 \text{ cm}^{-1}$ من أجل الرجات الداخلية بتردد

. $50 \div 100 \text{ HZ} = 0.007 - 0.10 \text{ cm}^{-1}$ من أجل الطاولات المرتجحة بتردد

اما اذا كانت الموجات تخترق المادة من أحد الأسطح الى السطح الآخر ،
مثلاً من الاسفل لل أعلى كما هو الحال في الطاولات الرجاجة او من الاعلى
للأسفل ، كما هو الحال في حالة الرجات السطحية ، فان الملاقة تأخذ الشكل
التالي :

$$A_2 = A_1 \cdot e^{\frac{-\alpha}{2} h}$$

حيث :

- A_1 سعة الاهتزاز عند سطح الرج .

- A_2 سعة الاهتزاز عند نقطة تبعد h عن سطح الرج .

- α عامل التخادم ، ويؤخذ كالسابق .

إذا كانت العناصر رقيقة فانها لا تستطيع امتصاص كامل طاقة الاهتزاز المولدة من قبل الرجاجات وتنقل الموجات من وسط الخلطة البيئية لتدخل وسطا آخر ، مثلاً «بيتون - هواء» أو «بيتون - جانب القالب الآخر» ، وترتد من الوسط الجديد بنسبة معينة تحدى بعامل الارتداد وتتعلق بخواص الوسط الذي تردد عنده الموجة ، ويمكن بالتقريب عد سعة اهتزاز العبيبات عند سطح التماس تعادل سعة الارتداد .

إن عامل الارتداد عند سطح التماس مع الماء يساوي 0.996 .

وعامل الارتداد عند سطح التماس مع جدران القالب 0.523 .

وسرعة انتشار اهتزاز الموجات الطولية من أجل اهتزاز 25 - 100 HZ

تساوي 120 m/s 25 .

تُقْدِّم العلاقات المطاء سابقاً في حساب الاهتزاز التي يجب أن يولدتها الرجاج ، وبالتالي في تحديد مواصفات الرجاج ، و اختيار الرجاج المناسب ، حيث يحدد تبعاً لأبعاد الغنصر المراد تكتيفه ولطريقة الرج وأبعد نقطة يجب أن تتأثر بما نسميه السعة الدنيا الازمة لكي تتم عملية التكتيف .

الـ ٧ العوامل المحددة لجذري التكتيف بوساطة الرج :

تحدد جذري التكتيف بوساطة الرج الأمور التالية :

أ - نظام المعالجة (كثافة الرج ومدته) .

ب - التركيب الداخلي للخلطة البيئية ومواصفاتها ومدى توافق هذه الخلطة مع نظام المعالجة المستخدم .

ج - نوع الاهتزازات ومواصفاتها ، وكذلك كيفية اهتزاز مكونات الخلطة .

١-٥-٨ مواصفات الاهتزاز القسري وكثافته :

إن المواصفات التي تحدد كثافة الرص بوساطة الاهتزاز القسري هي السعة والتردد « من أجل الاهتزاز الجيبي الترددی » حيث السعة = mm والتردد بالهرتز ، ويشترک هذان العاملان سوية لتحديد كثافة الاهتزاز .

إن سرعة انتشار الموجة ضمن الوسط تحدد بالعلاقة :

$$V_s = A_{..} \omega = A \cdot 2\pi f$$

ويحدد التسارع المنتقل إلى الجزء المهزوز بالعلاقة :

$$b = A_{..} \omega^2 = A \cdot 4\pi^2 f^2$$

وونظراً لأن التسارع يعطي الوحدة نفسها التي تعبر عنها بتسارع الجاذبية الأرضية $9.81 \text{ m/s}^2 = g$ لذلك فإنه غالباً ما يعبر عن كثافة الاهتزاز بعدد وحدات التسارع الأرضي، فمعنى أن نقول مثلاً إن كثافة الاهتزاز تعادل $4g$ ، هو أن التسارع الذي يؤثر في الجزء خلال الرج يعادل أربعة أضعاف تسارع الجاذبية الأرضية الذي يؤثر في الجزء عندما يكون بحالة السكون .

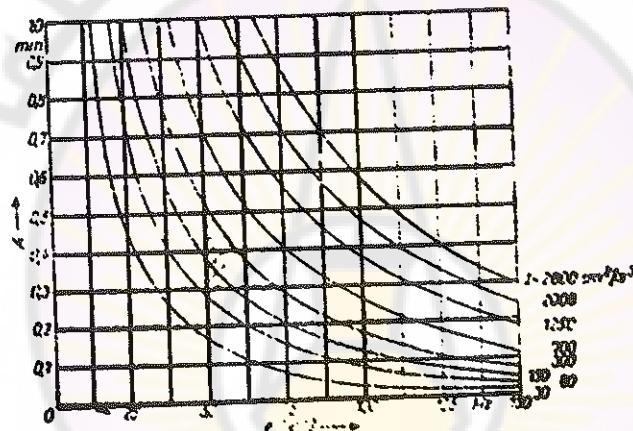
ويمكن التعبير عن العوامل المحددة لكثافة الاهتزاز بالاستطاعة الواجب تخصيصها لتوليد اهتزاز في الجزء المراد رجه « الطاقة المضروفة في واحدة الزمن في مقطع معين من الخليطة البيئونية » وهذه الاستطاعة تتناسب طرداً مع سعة الاهتزاز وتسراعه وتحدد وفق العلاقة التالية :

$$I = A^2 f^3$$

 9.81

وتطلب كل خلطة بيتونية مينة الاهتزاز تتحلى بالاستطاعة المثلثي
التي اذا ازدادت على حدودها فان فاعلية الارتصاص لا تؤدي ويسكن ان تؤدي الى
نتائج عكسية لأنها تسبب في تمكين الروابط الداخلية الكامنة في الخلطة التي
 يتم الحصول عليها خلال الرج .

يوضح الشكل (١ - ٣٤) العلاقة بين مطال الاهتزاز وتواتره من أجل
استطاعات درج مختلفة وتوضع المساحة المنشورة المجال المستخدم ل معظم أنواع
البيتون المستخدم علينا ، حيث تراوح الاستطاعة بين $80 - 300 \text{ cm}^2/\text{s}^3$ ويوضح
الشكل بأنه كلما ازداد التواتر فان السعة تغير ، وهذا منطقي .



الشكل (١ - ٣٤)

مخطط يوضح الترددات والسعات التي يمكن اختيارها
من أجل الحصول على كافة الرج المطلوبة
- السعة (٣٤) - التردد ١ - كافة الرج

تطلب كل خلطة بيتونية قياماً مينة مثلثي فيما يخص المطال والتردد «التواتر»
ويتمكن لهذه القيم أن تقص أو تزيد ضمن حدود مينة مسروقة ، وبشكل عام
يتطلب البيتون مطالاً كبيراً للرج في الحالات التالية :

٢ - كلما كان البeton أكثر جموداً

ب - كلما كانت الحصويات أكبر .

ج - كلما كانت الحصويات ذات سطوح خشنة .

ومن أجل البeton العادي الذي يحتوي على حصويات متوسطة فإن المطال المطلوب للاهتزاز يتراوح بين $0.3 - 0.6 \text{ mm}$ حسب درجة طرولة البeton ، أما من أجل البeton ذو الحصويات الصغيرة فيمكن أن يتراوح المطال بين $0.15 - 0.4 \text{ mm}$.

إذا زاد المطال على حدود معينة فإنه قد يؤدي إلى تفكك مكونات الخلطة البيتينية وتتأثر ببعضها عن بعض عوضاً عن تكثيف البeton . يمكن أن يحدث ذلك على سطح البeton المرجوح عند درج عناصر وقيقة ضمن قوالب أفقية ، وفي هذه الحالة لا بد من تطبيق قوة ضغط من الأعلى على سطح البeton ليمتصع تفكك مكونات الخلطة ، وبهذا الإجراء فقط يمكن أن يكون الرج فعالاً .

إن زيادة التواتر تزيد أيضاً من قوة الرج وبشكل أكبر من زيادة المطال ظرراً لأنها وفق العلاقة السابقة المحددة لكتافة الرج فإن المطال مرفوع إلى التربيع بينما التواتر مرفوع إلى القوة الثالثة ، ويُنصح بأن يكون التواتر كبراً كلما كان البeton ذو حصويات أصغر .

يتراوح الاهتزاز من أجل أنواع البeton الأكثر استخداماً بين $2800 - 3000 \text{ HZ}$ و $5000 - 6000 \text{ HZ}$ وهذا يقابل $45 - 80 - 100 \text{ Hz}$ هزة بالحقيقة .

أظهرت التجارب أن الرج بوساطة رجاجات يزيد تواترها على 1000 هرتز لا يعطي بالضرورة مقاومة أكبر للبenton فيما لو تم الرج بوساطة رجاجات تواترها

أقل ، « بفرض أن الرج كان ظامياً في الحالتين » ولكن محسنه تكمن في زيادة انتاجية العمل والحصول على جودة أفضل لنوعية السطح الخارجي .

إن مرد ذلك يعود إلى سرعة الاسالة المتجانسة وتكاملها ويعود ذلك أيضاً إلى زيادة نصف قطر تأثير الرجال ذي التواتر العالي قلراً لأن تخدام الرجال يصبح أصفر في هذه الحالة .

إن استخدام رجاجات ذات تواتر عالي عملياً هو محلبود لأسباب عديدة منها:

أ - أنها تولد اهتزازات عالية على قواعد العمل ، لأن تجهيزات الرجال مرتبطة مع القواعد التي ترتكز عليها .

ب - زيادة التواتر تزيد من الضجيج الناجم عن الرجال

ج - تهلك الرجالات ذات التواتر الأكبر من ١٠٠ هرتز بالنسبة لرجاجات الطاولات ، والأكبر من ٣٠٠ هرتز بالنسبة للرجاجات اليدوية بسرعة كبيرة .

١-٥٩ زعن الرجال :

يتطلب كل بيتون فيما لو تم رجه تحت تأثير سعة وتردد معينين زمناً معيناً للرج يندفع بالزمن الأمثل أو الحدي للرج ، وهو الزمن الذي يصل فيه البيتون إلى أفضل مقاومة خلال الرجال الكامل والجيد ، ويلاحظ بأنه إذا كان هذا الزمن أقل من اللازم فإن البيتون لا يصل إلى أفضل مقاومة .

وبالعكس فإنه إذا زاد هذا الزمن على اللازم فأننا لا نلاحظ آلية زيادة على مقاومة البيتون وكافته بل يمكن أن يتعرض البيتون إلى فصل مكوناته بعضها عن بعض إذا زاد هذا الزمن على اللازم ، وظاهر ذلك كلما كان البيتون ذا درجة طراوة أكبر .

إن العامل الذي من خلاله يتم تحديد زمن الرج هو زمن التشكيل بوساطة سهانز تجربة الميسكوسيمتر حيث يتعرض البيتون خلال التجربة إلى قوة رج مقدارها .

يؤخذ رجع الرج اللازم عملياً مساوياً ضعف القيمة التي يتم الحصول عليها في المخبر فيما لو تم الرج بتعريف البيتون إلى قوة الرج نفسها المطبقة مخبرياً، أي :

$$t = 2 t_{\text{exp}}$$

حيث :

— زمن التشكيل اللازم مخبرياً .

— زمن التشكيل المطلوب عملياً .

أما إذا كانت قوة الرج المستخدمة علينا « وهي الحالة الشائعة » تختلف عن قيمتها المخبرية فإنه من أجل تحديد زمن الرج شتتمد العلاقة التالية لحسابه :

$$t = I_{\text{exp}} \cdot I_{\text{exp}}^2 + I_{\text{exp}}$$

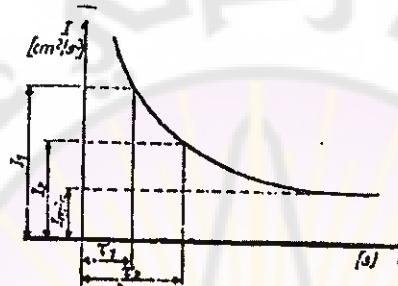
حيث :

— زمن التشكيل المكافئ لزمن التشكيل المخبري .

— قوة الرج المطبقة عملياً ، أي :

$$\frac{I_{\text{exp}}}{I_{\text{exp}}^2 + I_{\text{exp}}} = \frac{F}{F_0}$$

أظهرت التجارب أنه يمكن الحصول على التتابع نفسها بالنسبة لدرجة كثافة البيتون بتغيير المتحولات « زمن الرج وقوة الرج » ، ولكن هذه المتحولات تبقى ضمن حدود لا يسكن تجاوزها ، هذه الحدود التي تقع ضمن مجال التردد والسرعة المسموحين - عودة الى الشكل (١ - ٣٤) ، أما الشكل (١ - ٣٥) فيوضح مخططًا لعلاقة قوة الرج مع زمن الرج من أجل خلطة بيتوية معينة ذات طراوة معينة .



الشكل (١ - ٣٥)

الملائمة بين كثافة الرج والزمن المطلوب للرج من أجل بيتون
ذي درجة طراوة وتركيب معينين

١١-٥-١ التوقيت الأمثل لرج البيتون :

المقصود بالتوكيل الأمثل لرج البيتون هو التوقيت الذي يترج به البيتون بعد صبه ، ذلك لأن جودة الرج وتأثيره ترتبط بمقدار الزمن الفاصل بين خلطه ورجه ، وبعد الزمن الأمثل الفاصل بين جبل البيتون ورجه هو الفترة الواقعة بين جبل البيتون والتوكيل الذي يلاحظ فيه أن البيتون بدأ يتجمد بسرعة . إن انتظار البيتون طويلا دون رجه يؤدي إلى فقدانه خاصية الامالة المتباينة ، ولهذا تأثيراته السلبية ظراً لأن الرج في هذه الحالة يؤدي إلى تغيرات في بنية الخلطة البيتوية .

إن التخزين المرحلي للبيتون بهدف الوصول إلى الزمن الأمثل للرج هو غير ممكن في معظم حالات التصنيع ، وخاصة في حالة التصنيع المتتابع أو على السير الناقل . لذلك فإنه ينصح في هذه الحالات (إذا كان ذلك ممكناً من الناحية الفنية) ، أن تعاد عملية الرج بعد تشكيل المنصر ورجه ، ونظراً لأن البيتون بعد مرور زمن معين من تشكيله ورجه يصبح أكثر جموداً فلا بد في هذه الحالة من تعريض المنصر إلى فترة رج كبيرة .

بـت عملياً أن إعادة الرج تعلق تأثيره أفضـل فـيـما لو تم التـرـيثـ فيـ صـبـ البيـتوـنـ إـلـىـ حـيـنـ مرـورـ فـتـرـةـ الزـمـنـ الـأـمـثـلـ لـلـرـجـ . إنـ اـعـادـةـ الرـجـ تـزـيدـ مـنـ تـجـانـسـ البيـتوـنـ عـلـىـ كـامـلـ مـقـطـعـهـ وـتـزـيدـ مـنـ تـلاـصـقـ الحـصـوـيـاتـ معـ المـوـنةـ الـإـسـتـيـةـ بـحـيثـ تـرـدـادـ مـقاـوـمـةـ البيـتوـنـ بـنـسـبـةـ 20% - 15% .

اضافة الى ذلك ترداد كثافة البيتون بشكل كبير ، وهذه الزيادة تؤدي الى زيادة كتامته ضد المياه ، والى تسرع التصلب والذي ينعكس على تقصير فترة المعالجة الحرارية .

١٢-٥ طرائق زيادة قوة تأثير الرجاجات في البيتون :

يتطلب البيتون العاجـمـ المـحدـدـ بـزـمـنـ تـشـكـيلـ 150 - 100 ثـانـيـةـ ، وكـذـلـكـ العـناـصـرـ الـبـيـتوـنـيـةـ ذاتـ المـقـطـعـ الكـبـيرـ ، زـيـادـةـ قـوـةـ تـأـيـيـرـ الرـجاـجـاتـ فيـ الـبـيـتوـنـ بـهـدـفـ الـعـصـولـ عـلـىـ رـجـ مـتـجـانـسـ . وقد أثبتت التجارب أنه يمكن الحصول على قوة رج كبيرة ؛ (دون زيادة في مطال الرج أو تردد) ، عن طريق الانتقال من الاهتزازات البسيطة الجوية إلى أنواع أخرى من الاهتزازات المركبة بواسطة الرج متعدد التوازير وبخاصة الثنائي منها أو بوساطة استخدام أنظمة الرج الطارق خلال تشكيل المنصر .

١٣-٥ الرج ثانـيـ التـواـرـ :

يعتمد الرج ثانـيـ التـواـرـ على تعريض البيتون إلى اهتزازات دورية ذات

ترددتين مختلفتين بوقت واحد ، ولا يتم عملياً تعریض البتون الى أكثر من ترددتين مختلفتين ظراً لصعوبة الحصول على مثل هذه الاهتزازات المركبة من ناحية ، ومن ناحية أخرى فقد ثبت بالتجربة أن تعریض البتون الى اهتزازات متعددة التواتر لا يعطي نتائج ملحوظة أفضل بالمقارنة مع الاهتزاز ثنائي التواتر .

- يؤدي الاختيار المناسب لمواصفات الاهتزازات ذات التواتر العالى والمنخفض ، وتحديد فرق الصفحة المناسب الى الحصول على قوة رج تؤثر في مكونات الخلطة تزيد بكثير قوة الرج التي يمكن الحصول عليها بوساطة رج وحيد التواتر بسيط جيبي له التواتر نفسه والسمة نفسها .

إذ قوة الرج ثنائية التواتر الناجمة تزيد على مجموع قوتي الرج أحاديثي التواتر المستخدمتين للحصول على الاهتزازات ثنائية التواتر .

يمكن الحصول على أفضل النتائج في الاهتزاز ثنائي التواتر عندما تكون نسبة التردد المنخفض الى التردد العالى هي ٣:١ (على سبيل المثال عندما يتم جمع تردد ١٥٠٠ هزة/دقيقة مع تردد ٤٥٠٠ هزة/دقيقة) وفي هذه الحالة يكون فرق الصفحة ١٨٠° ، حيث تقع النهايات العظمى للمركبتين للتترديتين في التوقيت نفسه ويمكن أيضاً استخدام نسبة ٢:١ ، أو ٢.٥:١ .

يمكن الاستفادة من الرج ثنائية التواتر عملياً ليس فقط من أجل الحصول على قوة رج كبيرة ولكن أيضاً من أجل الحصول على قوة رج مميزة بوساطة رجاجات ذات تواتر منخفض نسبياً ، وبذلك يمكن الحصول على التواتر التالية :
١ - ان استخدام الرجاجات بتوتر منخفض يؤدي الى زيادة هدر الرجاجات وقلة اعطائها خلال الاستخدام .

- ٢ - تخفيض الضجيج الناجم عن الرج بشكل كبير .
- ٣ - إمكان استخدام يتدنى أكثر جموداً .

٤ - اختصار زمن الرج \cdot

٥ - رفع جودة المناصر \cdot

تتراوح مواصفات الاهتزازات ثنائية التواتر لرج طاولات التشكيل حسب سماكة المنصر المطلوب رجه ضمن القيم التالية :

التردد المنخفض من 1000 — 8000 هزه بالدقيقة وسعة من 1.6 — 0.6 مم \cdot

التردد العالي من 3000 — 6000 هزه بالدقيقة وسعة من 0.2 — 0.6

١٤-٥) أنظمة الاهتزاز الراجحة الطارفة :

تعد هذه الأنظمة نوعاً من أنواع الرج متعدد التواتر ، أما الفرق بين نظام الاهتزاز الراجح الطارق والاهتزاز ثنائي التواتر فهو أنه يمكن الحصول بوساطة الرج الطارق على قوة رج أكبر بكثير من الاهتزاز ثنائي التواتر ، ففي حين يمكن الحصول على قوة رج أكبر بـ ١٥ - ٢ مرة بوساطة الاهتزاز ثنائي التواتر ، فإنه يمكن الحصول على قوة رج أكبر بـ ٣ - ٤ مرات بوساطة الاهتزاز الراجح الطارق . يتم تحديد النظام الأمثل الراجح الطارق لتشكيل عناصر ذات أشكال ومواصفات معينة وباستخدام يتوافق معين عن طريق التجارب العملية ، ظرراً لأن ظاهرة الطرق المتعلقة بالتردد هي ظاهرة صلبة ولا يمكن حسابها وتحديدها بشكل ظري مسبقاً كما هو الحال في الاهتزاز ثنائي التواتر ، لأنها ترتبط بأمور كثيرة تتعلق بالنظام الميكانيكي المستخدم للحصول على الطرق \cdot

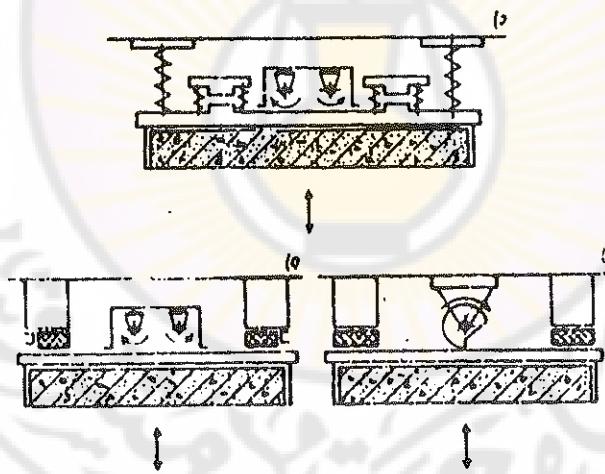
إن المواصفات الإضافية للإهتزازات الراجحة الطارفة هي دور الطرق وقوته . إن دورة الطرق في معظم الطاولات المرتبطة المطروقة هي نفسها دورة الاهتزاز الأساسية للراجح ، أما قوة الطرق وتردداته فإنها قابلتان للتعديل والتحكم بهما ، وتتعلقان بالأمور التالية :

- ١ - كتلة الطرق .
 - ٢ - سعة الاهتزاز القسري وتردده .
 - ٣ - قيمواة الركائز المرنة أو التوابع .
- وغيرها من المنافر الانشائية لـ ميكانيكية تجهيزات الرج الطارق .

يمكن التمييز بين ثلاثة أنظمة ميكانيكية رئيسية للحصول على السرج الطارق : وهي :

- ١ - الطاولات المرتبطة المطروقة التي يتم فيها نقل الطرق الدورى على النظم المفترى مباشرة .
- ٢ - الطاولات التي يتم فيها الحصول على الطرق بوساطة مساند مرنة .
- ٣ - الطاولات التي يتم طرقها بوساطة مطارق مرتبطة معها ، وهذه المطارق المعلقة تؤدي الى رج الطاولات .

انظر الشكل (١ - ٣٦) الذي يبين مبادىء تصميم الطاولات المطروقة .



الشكل (١ - ٣٦) مبادىء تصميم طاولات الرج
 a - طاولات طرق مباشرة b - مرتكزة على مساند مرنة
 c - مرتكزة على مساند مرنة ومطارق معلقة

من مميزات الرج الطارق الحصول على قوة اهتزاز كبيرة تمكن من استخدام تردد منخفض ، وهذا التردد يصغر كلما كانت قوة الطرق كبيرة . ومن مميزات الرج الطارق أيضاً إمكان رج يتون جل فهو وتسريع عملية الرج وتحسين نوعية العنصر البيئي ، وخاصة فيما يتعلق بتجانس الرج في جميع مقاطع العنصر .

١٢٦ الرج مع الضفت :

إن استخدام الضفت مع الرج يساعد على استخدام يتون أكثر جموداً واستخدام طرائق رج ذات سعة اهتزاز كبيرة مما يؤدي إلى تقصير مدة التشكيل، وبوساطة استخدام الضفت مع الرج يمكن أيضاً الحصول على سطوح عناصر ذات أشكال تزيينية معينة ، وفي هذه الحالة تدعى الصفيحة الضاغطة المشكلة للسطح المطلوب بالخاتم .

يردف الضفت المطلوب لتم عملية التشكيل كلما كان البيتون أكثر جموداً ، ولكن ظراً لأن الضفت لا يمكن أن يكون كبيرة جداً كي لا تقييد حركة مكونات الخلطة البيئية من الارتفاع ، لذلك فإن الضفت المطبق على العنصر البيئي يجب ألا يتجاوز حليداً معينة .

يمكن تطبيق مبدأ الرج مع الضفت لتشكيل العناصر بالطرائق التالية :

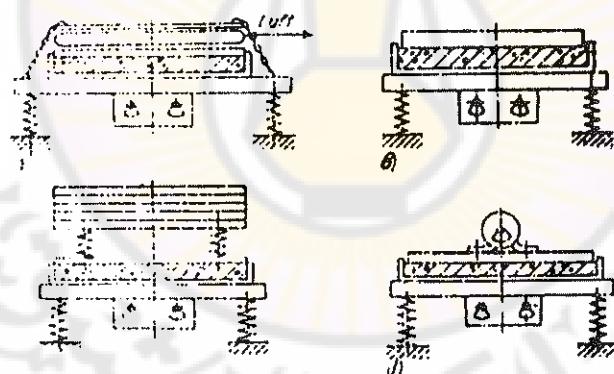
- أ - رج مع ضفت ستاتيكي على العنصر .
- ب - رج مع ضفت بوساطة منفاخ مهتر (خاتم مهتر) .
- ج - التكثيف على مرحلتين ، في المرحلة الأولى رج وفي المرحلة الثانية ضفت .

أما بالنسبة للخلطة البيئية المتركة قليلاً إلى جامدة قليلاً (أي تلك الخلائط التي لا زالت تحتوي على خاصية الالسنة التجانسة) ، فإنه يتم رجها أولاً بدل تجربة القالب كمرحلة أولى ، وتم في المرحلة التالية عملية الضفت .

١٧٦ الرج مع تطبيق ثقل :

خلال الرج الغرافي للمناصر على طاولات مرتفعة تنتقل النبضات الاتجاهية من الاسفل نحو الاعلى حيث يرج البيتون الموجود في الطبقات الدنيا بشكل افضل من الطبقات العليا . وتشير عيوب كثيرة للرج في المناصر الرقيقة ظراً لأن وون الطبقات العليا المؤثرة في الطبقات الدنيا هو قليل .

تظهر مثل هذه العيوب بشكل أكبر عند رج البيتون الخفيف ظراً لأن الوزن الجسيمي للحصوبيات صغير بالنسبة للوزن الجسيمي للمونة الاستهنية حيث تطفو الحصوبيات للإعلى ويؤدي ذلك الى انفصال مكونات الخلطة البيتونية . ان تطبيق ثقل يضغط على السطح البيتواني يمنع حدوث مثل تلك الظاهرة ، ويتم عملياً تحقيق ذلك بوضع صفيحة على السطح البيتواني تكون بتماس مباشر مع السطح خلال عملية الرج وتولد على السطح البيتواني ضغطاً معيناً يمكن الحصول عليه بواحدى الطرق التالية (اظر الشكل ١ - ٣٧) .



الشكل (١ - ٣٧) اساليب تطبيق الثقل

- صفيحة ووسادة هوائية b - ثقل مباشر « جاذبية ارضية »
- ثقل ونوابض مرنة c - ثقل مرجع

٤ - بوساطة الصفيحة الهوائية :

يعتمد هذا المبدأ على وضع وسادة هوائية محصورة بين صفيحتين علوية وسفلى ، ترتكز الصفيحة السفلية على السطح البيتوبي ، أما الصفيحة العلوية فيتم ثبيتها مع الطاولة المرتجة بوساطة سلاسل ، فلذا ما تمت تثبيتة الوسادة بالهواء المضغوط فان الصفيحة السفلية تضغط على السطح البيتوبي وتبقى على تسامن مباشر معه خلال الرج ، ومن مساوئها أنها طريقة معقدة نسبياً من الناحية العملية .

ب - بوساطة صفيحة ذات نقل :

توضع صفيحة معدنية ذات نقل معين مباشرة على السطح البيتوبي ، ويترافق وزن الصفيحة في هذه الحالة الى الطاولة المرتجة .

ج - بوساطة صفيحة ونوابض مرنة :

تعتمد هذه الطريقة على وجود نوابض مرنة بين الصفيحة التي تكون باتصال مباشر مع البeton وبين الثقل المطبق على السطح البيتوبي . ومن ميزات هذا النظام أنه لا يؤدي إلى انقصاص سعة اهتزاز الطاولة المرتجة ، ويحود السبب في ذلك إلى أنه بالاختيار المناسب للنوابض فإن الثقل العلوي لا يمتص بل يبقى معلقاً في الفراغ وبالتالي لا يشكل عاملًا كاملاً لاهتزاز الطاولة المرتجة .

د - بوساطة صفيحة مرتبطة :

تعتمد هذه الطريقة على جمل القل الضاغط على السطح العلوي للبيتون يرتفع بوساطة رجاجات مثبتة عليه « نسمى القل عندها الثقل المرتجم » .

يمكن زيادة فعالية هذا المبدأ عندما يتم تصميم الثقل من قسمين سفلي وعلوي مرتبطين مع بعضهما ببعض بوساطة نوابض وبحيث يرتكز الرجاج على القسم السفلي الخفيف .

إن الضغط الأمثل المطلوب تطبيقه على السطح البيتوني يتراوح بين ٤٠ - ٧٠ غ/سم^٢ من أجل بيتون ذي زمان تشكيل يتراوح بين ٣٠ - ٩٠ ثانية ، وتدل التجارب على أن زيادة الضغط على قيمة ٧٠ غ/سم² لا يؤدي إلى زيادة ملحوظة في مقاومة البيتون بالإضافة إلى أن التجهيزات التكنولوجية المطلوبة تصبح معقدة ومكلفة . من مميزات الصفيحة المرتبطة الضاغطة هي أنه يمكن الحصول أيضاً على سطح بيتوني أملس ومستو ، وقد لا يحتاج هذا السطح إلى آية معالجة إضافية بعد الانتهاء من الرج .

١-٥-١١. الرج مع الشكل :

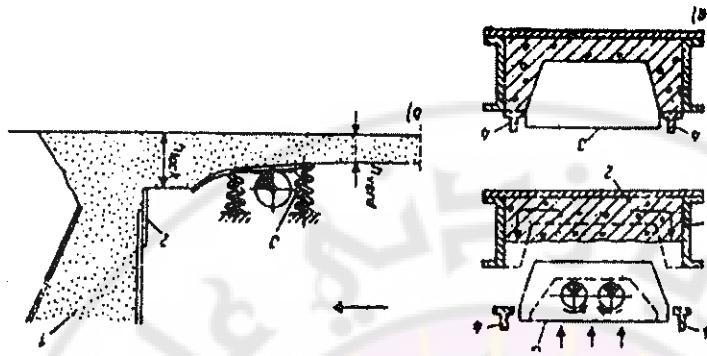
تتمد هذه الطريقة على تطبيق ضغط واهتزاز على السطح العلوي للبيتون في آذ واحد . إن شكل سطح تجهيزات العمل في هذه الحالة تكس شكل العنصر البيتوني المطلوب الحصول عليه .

يتم عملياً تطبيق هذا المبدأ في رج المنصر وتشكيله من خلال أسلوبين هنا :

١- التشكيل الثابت :

يتم وضع جسم مشكل له وزن معين على السطح الحر لل قالب المعبأ بكمية مناسبة من البيتون ، وترتبط مع الجسم المشكل تجهيزات الرج « الرجاجات » . ينبعس الجسم المشكل خلال العمل في البيتون وينبع قسماً منه كافياً لتعبئته الفراغات حول جوانب القالب . اظر الشكل (١ - ٣٨) .

إن فعالية الرج في هذه الطريقة لا تتعلق فقط بكثافة الرج وإنما أيضاً وبشكل كبير بقوة الرجاج F أو بمقدار الضغط المطبق على البيتون P وكذلك أيضاً بالنسبة F/P .



الشكل (١ - ٢٨)

الدك الارتجاجي للبيتون

٥ - ثابت للتشكيل الفراغي

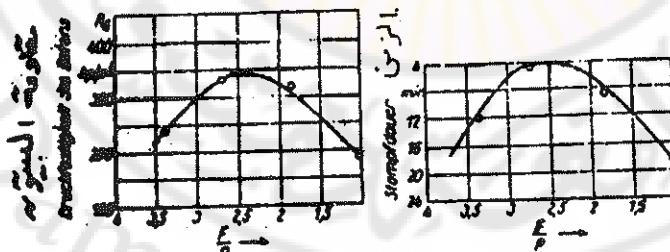
١ - قالب ٢ - البيرتون الطري ٣ - جسم مرجع ٤ - إطار مضغوط

٦ - منزلق :

١ - خزان للبيتون ٢ - بوابة توزيع ٣ - صفيحة مرتبة منزلقة

يتم الحصول على أفضل النتائج فيما يتعلق بمقاومة البيرتون النهائية وسرعة الرج وعمق تأثير الرج في طبقات البيرتون عندما تكون النسبة F/P متساوية

٢.٠ - ٢.٥ ، الشكل (١ - ٣٩)



الشكل (١ - ٣٩)

العلاقة بين F و P وزمن الدك ومقاومة البيرتون

- ١٠٤ -

إن مرد ذلك يعود إلى أن تجهيزات الرج والتشكيل من جمة والبيتود المرجو من جهة أخرى يرتفع بعضهما مع بعض وبالنسبة نفسها ، أي أنه لا يحصل ارتداد تجهيزات التشكيل عن السطح البيتوبي أو البيتون .

يتراوح الضغط المطلوب تطبيقه على البيتون ما بين ٨٠ - ١٢٠ غ / س^٢ « حسب درجة تشكيل البيتون » وبذلك يمكن بسهولة تحديد قوة الرجاج المطلوبة حسابها وذلك بعد تحديد نسبة F/P وحساب القوة الفاغطة الكلية على السطح البيتوبي .

ويتم الحصول على أفضل النتائج بطريقة رج البيتون هذه عندما يتراوح زمن تشكيل البيتون بين ١٥٠ - ٢٠٠ ثانية ، أما إذا كان البيتون المستخدم ذاته تشكيل أكبر فأن ذلك يتطلب زيادة الضغط إلى ١٥٠ - ٢٠٠ غ / س^٢ وكذلك زيادة قوة الرجاجات وأيضاً زيادة النسبة F/P لتصبح ٣ - ٢.٥ ، ويمكن أيضاً رفع نسبة F/P إلى ٥ - ١٠ مرات عن طريق استخدام رجاجات أقوى ذات سمة اهتزاز كبيرة نسبياً ٢.٥ - ٢ مم تؤدي لانفصال السطح الراج عن السطح البيتوبي بحيث يتم طرق للكتلة البيتونية مما يزيد من فعالية التشكيف .

ب - التشكيل التزاري :

يوضع الشكل (١ - ٣٨ - ب) مبدأ هذا النوع من التشكيل والتكتيف .

التزاري العارضة المرتجلة التي تقطي كاملاً عرض المنصر البيتوبي على جواب القالب وتحافظ على سماكة واحدة بالنسبة لقاع القالب . إن خزان للبيتون المرتجل مع تجهيزات الرج يحصر البيتون في الفراغ الموجود بينه وبين العارضة المرتجلة . يتم التحكم بسماكة البيتون المروش بوصلة بوابة الغزان للبيتوبي ، وطبعياً فإن سماكة الطبقة البيتونية قبل الرج هي أكبر من السماكة بعد مرور العارضة التي تقوم بتكتيفه ، وهذه السماكة يمكن حسابها وفق العلاقة التالية :

$$h = h_0 \cdot (n / n_0)$$

٦ - السماكة المطلوبة .

٦/٦ - الوزن الحجمي للبيتون قبل الرج وابعد على التوالي .

تأثير جودة التكثيف بشكل مقطع العارضة المرتبطة وسرعة الزلق .

يمكن التمييز بين ثلاثة أقسام لمقطع العارضة المرتبطة :

القسم الامامي المدبب ، القسم المستقيم المائل ، القسم المستقيم الأفقي « الذئب » وتم عملية التكثيف عند مرور القسم الامامي والمائل فوق البيتون ، حيث أن طول هذا القسم يساوي :

$$l = 7.4$$

٧ - سرعة الزلق .

٨ - الزمن اللازم لرج البيتون .

يتعلق الزمن ، بكثافة الرج ومقدار الضغط ونوعية البيتون . إن الناشر الثلاثة المذكورة سابقاً تعدد أيضاً زاوية ميلان القسم المائل في العارضة المرتبطة .

يجب تصميم الجزء الامامي والمائل من العارضة المرتبطة بحيث لا تزيد المركبة الافقية للقرى المؤثرة في البيتون على زاوية الاختلاط الداخلية للبيتون والا فانه سوف يحدث انفصال شاقولي للطبقات البيتينية التلاصقة . إن الفرق بين منسوب الحرف الامامي للقسم الامامي للعارضة يساوي الفرق بين سماكة البيتون المفروض والبيتون المرجوج .

الحصة ١٩. التكثيف بوساطة الضغط :

تستخدم هذه الطريقة من أجل البنتون الجامد جداً (رطباً) ، ومن المفروض أن تكون الحصويات صغيرة ونسبة المواد الناعمة (بما فيها الاسمنت) كبيرة يعتمد هذا المبدأ في التكثيف على تحرير قسري لكتوفات الخلطة البنتونية من بعضها بعضاً ، ويرافق ذلك طرح كمية من الحياة والمواد المحصور خارج الخلطة .

يتعلق الضغط الواجب تطبيقه بكمية المياه في الخلطة ، يتراوح بين $100 + 150$ كغم/سم² عادة . أما الطرائق العملية لتطبيق هذا المبدأ في التكثيف فهي التالية :

٢ - بوساطة مكبس :

غالباً ما تكون هيكلوليكية من محاسنها أنها توفر امكان الحصول على ضغط عالي قد يصل إلى 300 كغم/سم² ، إضافة إلى إمكان تعديل الضغط للحصول على الضغط المطلوب بدقة . إن غالبية طرائق التكثيف بوساطة المكابس تعتمد أيضاً على تطبيق الرج في آن واحد لمدفين : أولهما أن الرج يساعد على تغليف أفضل لكتوفات الخلطة باللونة الاستمتنية ، وثانيهما أنه يمكن اختصار الضغط المطلوب وتخفيفه بما يعادل $4 + 5$ مرات .

من مساوى هذه الطريقة أن المنصر المعالج يجب أن يبقى مضغوطاً إلى حين حصول العنصر على مقاومة كافية لا تسمح بتشوه العنصر ، حيث أن الخلطة البنتونية بعد تكثيفها تحاول العودة إلى وضعيتها الطبيعية عند إزالة الضغط عنها .

ب - بوساطة الحقن :

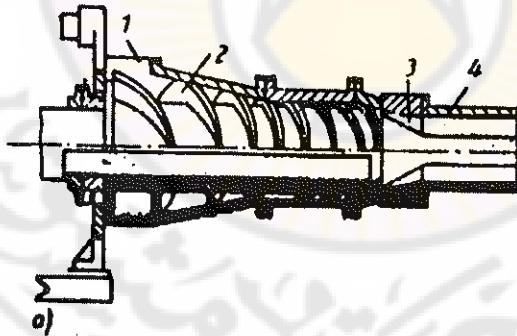
يعتمد هذا المبدأ على ضغط البنتون ضمن حجرة بوساطة ناقل حلزوني مخروطي إلى أن يخرج من فوهة الحجرة - الشكل (١ - ٤٠) - يكون قوام البنتون المكتف بعد تحركه من فوهة الحجرة جاماً جداً إلى درجة أن المنصر لا

ينهار بعد ترك الفوهة . إن شكل المقطع العرضي للعنصر البيتوني يطابق شكل الفوهة التي تخرج منها بعد التشكيل والتكييف .

بالنسبة لمعدات التشكيل يمكن أن تكون ثابتة ، وفي هذه الحالة فإن المقطع المتذبذب الخارج من الفوهة يدفع نفسه خارجها ليستقبله قشاط ناقل . أو أن تكون المعدات متحركة (متزلقة أفقياً) ، وبالتالي فإن المعدات خلال حركتها تركها وراءها المقطع المتذبذب على مسار ثابت .

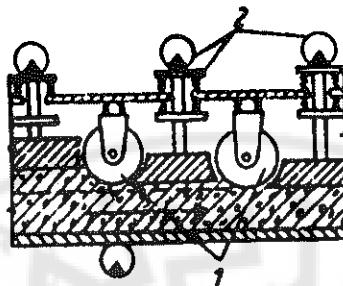
ج - بوساطة أسطوانة أو مجموعة أسطوانات ضاغطة :

يوضح الشكل (٤١ - ٤١) التجهيزات المستخدمة وتتألف من أسطوانات ضاغطة متباينة مع عوارض مرتفعة ، ويلاحظ أنه مع زيادة التكثيف تقل سماكة البيتون الحالج دلالة على أن تكثيف البيتون يتم على مراحل . يمكن أن تكون التجهيزات ثابتة ، وفي هذه الحالة فإن القالب هو الذي يتحرك ، أو أن تكون متحركة ، حيث تتحرك التجهيزات على امتداد القالب . إذ طول الأسطوانات الضاغطة والعارض المرتفعة تساوي عرض الغرور الماليح .



الشكل (٤٠ - ٤١)

- ١ - فوهة تغذية للبيتون
- ٢ - حلزون ناقل
- ٣ - رأس ضاغط
- ٤ - فوهة التشكيل



الشكل (٤١ - ٤٢)

١ - اسطوانات ضاغطة ٢ - تجهيزات الرج

٤٥٠ التكثيف بواسطة القوة النابذة :

يتمد على تدوير القالب حول محوره الطولي بسرعة كافية لتوزيع البيتون الموجود داخل القالب على محیطه ، ومع زيادة سرعة الدوران تزداد القوة النابذة المطبقة على طبقة البيتون التي تم توزيعها سارقاً على الجدار الداخلي للقالب ويتم التكثيف . بهذه الطريقة يمكن تكثيف القساطل والأعمدة النحيفة المجوفة وما شابه ذلك من المعناصر ، دون الحاجة إلى استخدام قوالب معقدة ، حيث لا ضرورة لوجود قالب الداخلي أو النواة . يمكن أن يكون شكل مقطع العنصر الخارجي دائرياً أو مضمداً .

يتم توزيع البيتون على الجدار الداخلي للقالب في المرحلة الأولى من عملية التصنيع . إن التوزيع المنظم لطبقة البيتون على السطح الداخلي للقالب الموار يتم بفعل القوة النابذة وقوى الاحتكاك في الخلطة وقوى الاحتكاك بين جدار القالب والخلطة .

إن القوى الخارجية المؤثرة في الخلطة البيتونية هي الجاذبية الأرضية والقوة النابذة . يظهر الشكل (٤١ - ٤٢) تحليلًا لهذه القوى خلال دوران القالب ، وبالتالي فإن محاصلة القوى التي تؤثر في كتلة مقدارها $1 = m$ هي :

$$F_R = \sqrt{(r \cdot \omega^2)^2 + g^2 - 2 r \cdot \omega^2 \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

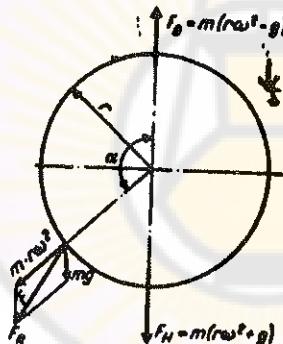
تكون محصلة القوى المؤثرة في كتلة $m=1$ موجودة في أسفل القالب :

$$F_R = r\omega^2 + g$$

وتكون في أعلى :

$$F_R = r\omega^2 - g$$

ولكي تستطع هذه الكتلة مقاومة السقوط ، فيجب أن تتحقق العلاقة :



الشكل (١ - ٤٢)

مخطط القوى الخارجية المؤثرة في المخلطة خلال دوران القالب

$$r\omega^2 - g \geq 0$$

أي

$$\omega \geq \sqrt{\frac{g}{r}}$$

تتعلق سرعة الدوران اللازمة لتوزيع الخلطة البنتونيتية حول جدار القالب بنصف قطر القالب π الدوار ، وعملياً يجب زيادة السرعة النظرية المحسوبة بمقدار $(1 \div 2)$ مرة لامكان حدوث قوى ديناميكية مرافقه لعملية الدوران تعمل على جذب البيتون للأسفل .

يحدى عدد الدورات المطلوبة (الدوران المطلوب) للقالب من أجل اتمام التكثيف انطلاقاً من قيمة الضغط المطلوب تطيقه على الطبقة البنتونيتية الملفقة لجدران القالب من الداخل . هذا الضغط يتعلق بعدد من المحيطيات توضحها العلاقة التالية :

$$P = \frac{\gamma_0 \cdot \omega^2}{3 \cdot g} \left(\frac{r_1^3 - r_2^3}{r_1} \right)$$

حيث :

P — الضغط . Kg/cm^2

γ_0 — الوزن الحجمي للبيتون . $[\text{Kg/cm}^3]$

g — الجاذبية الأرضية . $[\text{cm/s}^2]$

ω — السرعة الزاوية . $[\text{s}^{-1}]$

r_1 — نصف القطر الخارجي (cm)

r_2 — نصف القطر الداخلي (cm)

وباعتبار أن :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} , \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$p = 3.65 \times 10^{-3} \frac{\gamma_0 n^2 (r_1^3 - r_2^3)}{g \times r_1}$$

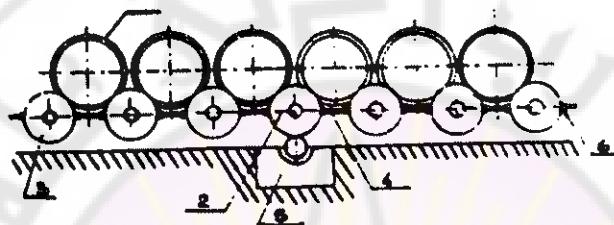
يجب أن يسلوzi الضغط نحو ١ كن/سم^٢ ، ويتعلق ذلك بدرجة طراوة البeton ويكون كبيراً كلما كان البeton أكثر جموداً .

تبليغ السرعة العمليه للدوران القالب خلال عملية التكثيف بين ٤٠٠ ÷ ٩٠٠ دورة في الدقيقة ، أما زمن التكثيف (الدوران) فهو طويل ويتراوح بين ٢٠ ÷ ٥٠ دقيقة ويمكن تحديده وفق العلاقة التالية :

$$t = 0,755 \frac{(r_1 - r_2)^2}{p}$$

إن نوعية البeton المطلوبة لهذا التكثيف هي أن يكون البeton جامداً (رطباً أو جاماً جداً) وذلك لتجنب انفصال مكونات الخلطة حيث أن المواد ذات الوزن الحجمي الأكبر تتعرض لقوى ثابتة أكبر وتتوزع على جدار القالب بينما المولدة الاستنتية تنفصل عنها وتتوزع على الشاء الداخلي للمنصر المعالج، وكذلك يتطلب ألا تكون الحصوات ذات قطر أكبر من ٢٠ مم .

أما التجهيزات المستخدمة في التصنيع فهي إما أن يتم تدوير القالب حول محوره بوساطة رؤوس دوارية تمسكه من طرفيه ، وأما أن يتم تدويره أو يتم تدوير مجموعة من القوالب الدائرية بوساطة مجموعة من الاسطوانات التي تقوم بتدويرها محرك واحد (أي سرعة واحدة لجميع الاسطوانات) وحيث تستند القوالب إلى هذه السفواهات كـ هو موضع في الشكل (١ - ٤٣) .



الشكل ١١ - ٤٣

- ١ - القالب ٢ - اسطوانة التحريك (اسطوانة ثانية)
- ٣ - اسطوانة منحركة (بواسطة الاحتكاك مع القالب التحريك)
- ٤ - جسر حامل ٥ - طبلة السرعة ٦ - رولر

١-١١١ التشكيل بوساطة الرج الفراغي على طاولات رجاجة :

يعتمد هذا المبدأ على طاولات قابلة للرج ثبت عليها القوالب المختلفة والتي تتملا بالبيتون . يشمل تأثير الرج كامل الشكل الفراغي للبيتون . تعد الطاولات في هذه الحالة متعددة الاستخدام لأنها غير مرتبطة تكنولوجياً بنوعية القالب الثابت عليها وشكله . يمكن ربط الطاولات تكنولوجياً بتجهيزات من أجل صب البيتون وتوزيعه .

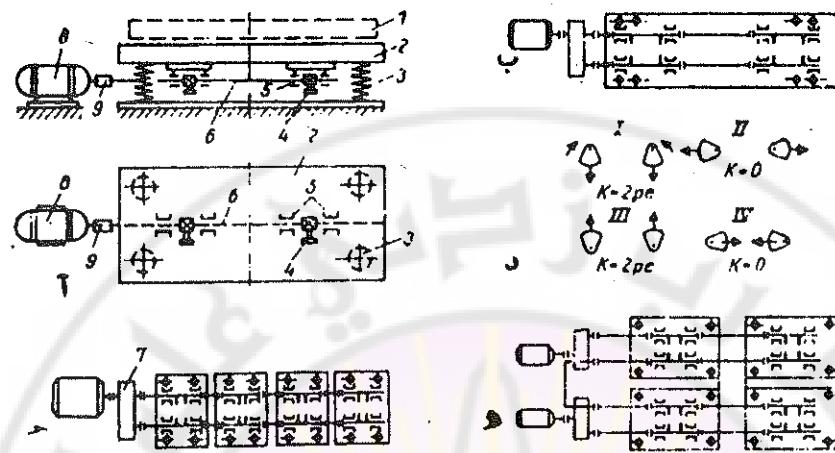
ترتكز الطاولة المسطحة أفقياً على هيكل حامل ثبت عليه رجاجات . وترتكز هيكل العمل على ركائز مرتنة هي غالباً نوابض تنقل القوى على قاعدة ثابتة .
إذ التجهيزات التي تسبب الرج هي محرك كهربائي يقوم بتدوير محور هو قضيب معدني ثبت عليه أوزان لا ينطبق مركز ثقلها مع مركز ثقل مقطع

القضيب . تولد خلال دوران القضيب قوى ثابدة غير متوافقة في اتجاهاتها تتنتقل الى الطاولة عن طريق مساندة دائرة مربطة مع الطاولة ويتمركز داخلها المحور المعدني الشكل .

إن استخدام محور واحد يولد اهتزازات ذات اتجاهات مختلفة وقد أثبتت التجارب أن الاهتزازات المترافقه ذات الاتجاه الأفقي أو الشاقولي تعطي تأثير أفضل لرج البيتون . يمكن الحصول على اهتزازات شاقولية مترافقه باستخدام حورين متوازيين يدوران بعكس بعضهما بعضًا تثبت عليهما لامركبات متساوية ويدوران بسرعة واحدة (الشكل ١ - ٤٤) . ظرراً لأن طاولة الرج يجب أن تكون متينة ولأن كمية الحديد الضرورية لتصنيعها تزداد بشكل كبير مع ازدياد مساحة الطاولة ، لذلك فإنه يمكن تجميع طاولات معيارية صغيرة نسبياً بعضها مع بعض للحصول على طاولات ذات سطح كبير مما يؤدي إلى توفير في مادة الحديد المستخدمة (الشكل ١ - ٤٤ - د، ه) . يتراوح زمن الرج بين ٦٠ - ٧٠ ثانية من أجل بيتون ذي هبوط مخروط ما بين ٢ - ٤ سم . إن زمان الرج يتعلق بسمك العنصر وارتفاعه وبنسبة التسليع وشكله . أما سعة الاهتزاز فتراوح بين ٤٠ - ٦٠ مم ويصل إلى ٧٠ مم إذا كان البيتون جامداً . أما بالنسبة للتتردد فهو نحو ٣٥٠٠٠ هـ بالدقيقة ويجب زراعته إلى $4500 \div 6000$ إذا كانت العناصر دقيقة وتخفيفه إلى $200 \div 1500$ من أجل العناصر ذات السماكة الكبيرة .

أما بالنسبة للاهتزازات الأفقيه فيمكن الحصول عليها بوساطة تجهيزات معينة وهي تستخدم مثلاً من أجل رج العناصر الطويلة (أوتاد ، أعمدة ، جوائز .. الخ) حيث يمكن الاستفادة من ظاهرة الطنين لتوليد اهتزازات أفقية طويلة مترافقه مع الاتجاه الطولي للعناصر .

إن الاستفادة من ظاهرة الطنين تؤدي إلى تخفيض استطاعة المحركات الكهربائية المستخدمة لتحرير ميكانيكية تجهيزات الرج والحصول على سعة

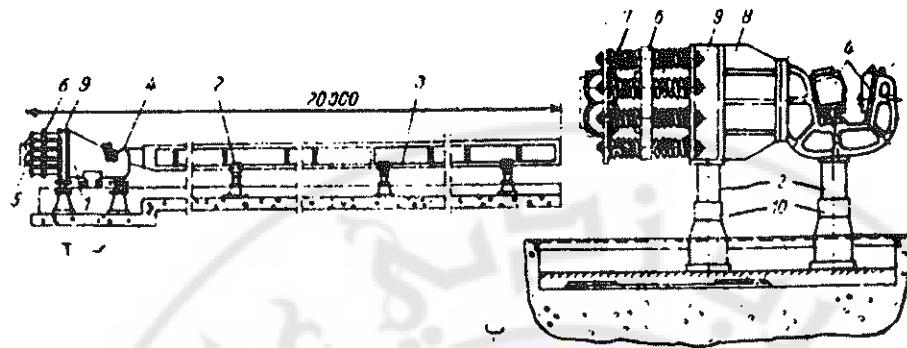


الشكل (١ - ٤) - انظر النص -

- | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| ١ - القالب | ٢ - طاولة الرج | ٣ - مخمادات الارتجاج |
| ٤ - لامركزية | ٥ - استنادات المحاور | ٦ - محور دوار |
| ٧ - آلية توازن الحركة | ٨ - محرك كهربائي | ٩ - آلية الوصل |

اهتزاز كبيرة نسبياً . إن سعة الاهتزاز من أجل الليتون ٢ - ٤ مم هبوط المخروط يتراوح بين ٦٠ ر - ٩٠ مم والتردد ما بين ٢٥٠٠ - ٣٠٥٠ هزة بالدقيقة .

يوضع (الشكل ١ - ٤) تجهيزات التشكيل والرج بوساطة اهتزازات أفقية طولية لعتصار طولية تزن حتى ١٠طنان . إن وزن التجهيزات الراجحة والمثبتة للقالب منها لا تتجاوز ١٠٪ من وزن القالب والوزن المكافئ للبيتون (يؤخذ الوزن المكافئ للبيتون نحو ٢٥٪ من وزنه الفعلي) . يمكن تعديل سعة الاهتزاز بوساطة تغير مقدار انضغاط التوابض التي تصل بين صفيحة الطين والمصد الذي ثبتت عليه الرجاجات . تولد خلال تولد الاهتزازات "الطولية أيضاً اهتزازات عرضية أفقية وشاقولية سعتها نحو ٢٥ - ٣٠٪ من سعة الاهتزاز الطولية الرئيسة مما يزيد من قطالية الرج .



الشكل (١ - ٤٥) - انظر النص -

- ١ - رأس رجاج ٢ - مساند مرنة ٣ - القالب
- ٤ - اتصال القالب مع الرأس الرجاج ٥ - رجاج لتوليد اهتزازات افقيّة
- ٧ - نوابض ٨ - رأس معدني ٩ - محمد ١٠ - مساند مرنة

٦٥- التشكيل بواسطة لائمه الرج المباشر للبيتون :

إن من سلبيات الرج الفراغي بواسطة الطاولات المذكورة في الفقرة السابقة أنه من أجل رج البيتون لا بد أيضاً من رج الطاولات والقوالب الثبّتة عليها والتي تزن بمجموعها نحو مرة ونصف مرة من وزن البيتون المرجوّج ، لذلك يفضل في كثير من الأحيان أن يطبق الرج على البيتون (دون القالب) ودون الحاجة إلى طاولات رج .

يمكن تطبيق الرج المباشر على البيتون بأسلوبين رئيسين هما :

- الرج من السطح بواسطة عوارض مرتبطة .

- الرج من داخل البيتون بواسطة رجاجات مفمدة .

يمكن تطبيق الرج المباشر على البيتون بطرق متعددة حسب نوع المنص

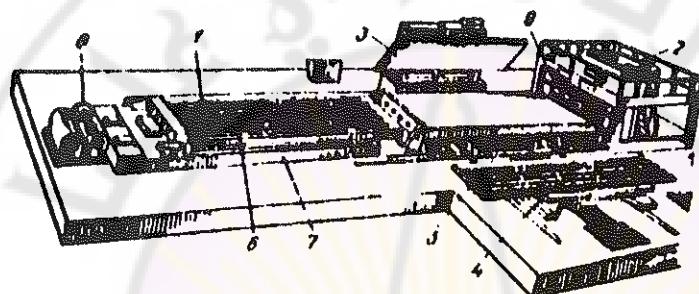
المراد تشكيله وحسب اسلوب تنظيم العمل . إن أهم الطرق الحديثة المستخدمة للرج المباشر هي التالية :

٢ - تشكيل بلاطات الاسقف المفرغة بوساطة نواة مرتجة :

إن البلاطات المفرغة هي عناصر طويلة وداخلها فراغات دائيرية أو بيضوية على امتداد طول العنصر وقد تكون مسبقة الشد أو ذات تسليع عادي . من خصائص هذا التشكيل أن جوانب القالب والعناصر الفراغية التي تشكل الفراغات ت hak مباشرة بعد تشكيل القالب ودرج "البيتون" ، أما العنصر البيتونى فيحيى على القاعدة ويتم نقله إلى مكان أو حجرة المعالجة الحرارية . إن سماكة البيتون الذي يفصل بين الفراغات وسطح المنصر هي في حدود ٢ - ٣ سم ، ولذلك فإن البيتون يجب أن تكون له مثانة كافية لكي تسمح بسحب الأنابيب الفولاذية التي تشكل الفراغات ولكنكي تسمح أيضاً بنقل المنصر غير المتصل إلى المعالجة الحرارية دون أن يتشهو .

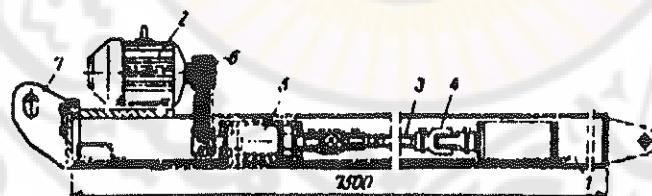
يجب استخدام بيتون جامد وألا يتتجاوز قطر الحصويات ٢ سم . أما زمن الرج فيتراوح بين ٤٠ - ٦٠ ثانية . إن التجهيزات الخاصة لرج البيتون في هذه الحالة هي أنابيب مقطوعها مطابق لقطع الفراغات المطلوب تشكيلها في المنصر . توضع داخلها تجهيزات الرج ويشكل مع الأنابيب رجاجاً مفموساً ضمن المقطع البيتونى على كامل طول المنصر ويقوم برج البيتون من داخله . ظراً لأن الرج يتم من داخل المقطع البيتونى فإن الطبقة العلوية السطحية للبيتون لا يتم رجهما بالكفاية تسمى "التي يوج بها داخل البيتون وطبقاته السفلية" ، وظراً لأن سماكة البيتون في القسم العلوي للمقطع البيتونى لا تتتجاوز أحياناً ٥٢ سم (وهو البيتون الفاصل بين سطح المنصر والفراغات) ، لذلك فإن السطح قابل للتشهو خلال سحب الرجاجات بعد التشكيل . لهذه الأسباب جميعاً ، يستعان بصفحة علوية تتطبق على كامل السطح العلوي للمنصر وهي ترتفع أيضاً خلال تكشف المنصر وتضغط عليه خلال سحب الرجاجات لمنع تشهو السطح العلوي للمنصر .

إن "التجهيزات المستخدمة لتطبيق هذا المبدأ لتشكيل المنصر هي متعددة الأنواع والحلول الميكانيكية . يمثل (الشكل ١ - ٤٦) أحد أنواع هذه التجهيزات . أما (الشكل ١ - ٤٧) فيوضح بنية الرجاجات المقوسة التي ترج البيتون من الداخل وأيضاً تقوم بتشكيل الفراغ ضمن المنصر البيتوبي .



الشكل ١ - ٤٦) معدات تشكيل بلاطات مفرمة

- ١ - قالب
- ٢ - موزع بيتون متحرك
- ٣ - سطحة رجاجة سطحة
- ٤ - معدات استقبال المنصر المشغل
- ٥ - قاعدة القالب
- ٦ - رجاجات (مشكلة للفراغات)
- ٧ - هيكل
- ٨ - ملفاف
- ٩ - جوانب جسمية



الشكل ١ - ٤٧) رجاجات أنابيب لتشكيل الفراغات ورج البيتون

- ١ - جسم الرجاج
- ٢ - محرك كهربائي
- ٣ - قضيب وصل
- ٤ - وصلة مرننة
- ٥ - رجاج
- ٦ - قشاط نقل الحركة
- ٧ - قطعة التثبيت الفصلية للرجاج مع رأس تجهيزات الرج

من أجل تسهيل سحب الرجاجات بعد تشكيل المنصر تعطي شكلاً مخروطياً قليلاً . إن تسلسل العمليات خلال تصنيع مثل هذه العناصر هي التالية :

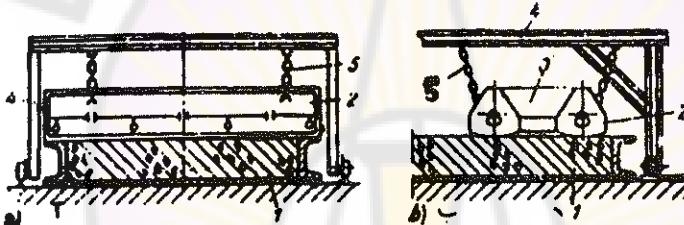
- وضع قاعدة القالب في مكان التنفيذ (بعد تحضيرها) .
- إدخال الرجاجات داخل القالب بحركة أفقية بوساطة ملفاف ، تتحرك جميع الرجاجات دفعة واحدة لأنها تكون مثبتة على رأس واحد . في الوقت نفسه يمكن تركيب الجوانب الطولية للقالب .
- صب قسم من البeton في القالب بوساطة موزع متحرك أو آية طريقة أخرى .
- تشغيل الرجاجات لكي تم عملية تشكيل الجزء السفلي للمنصر .
- صب الكمية الباقيه الملازمة من البeton وقزيتها ورجها .
- إزالة الصفيحة المرتجلة على السطح البetonوي ورج المنصر من الأعلى .
- بعد اتمام الرج يتم اولاً سحب الرجاجات الداخلية ثم رفع الصفيحة العلوية وأخيراً جوانب القالب .
- رفع المنصر البستوني مع قاعدته ونقله الى مكان المعالجة الحرارية .
إن الإنتاجية وفق هذه الطريقة تبلغ ٦ - ٧ عناصر في الساعة الواحدة ومن أجل أبعاد المنصر التالية ٦ م × ٢٢ م × ٢٤ م .

ب - التشكيل بالرج السطحي بوساطة هوارض منزلة القيا :

تعد هذه الطريقة أبسط طرائق الرج السطحي وهي مناسبة من أجل تشكيل العناصر الرقيقة سواء كانت مستوية أم غير مستوية وبخاصة الطولية منها . ترتبط عناصر الرج مع موزع بستوني في آلية واحدة متنقلة وبحيث يتم توزيع البeton ورجه باذن واحد . يتم التشكيل مع تقدم (ازلاق) الآلة (الشكل ١ - ٤٨) . ترتبط عناصر الرج والموزع البستوني مع إطار (رافعة إطارية) يتحرك على مسار

على طول امتداد المنصر البيتوبي (ال قالب) . إذ طول فتحة موزع البيتون يساوي عرض القالب . يتم فرش البيتون خلال ازلاق الآلية بشكل منتظم وتقوم العارضة المرتجلة برج البيتون وصقل السطح البيتوبي . تعلق تجهيزات التشكيل على الاطار بوساطة معلقات مخدمة للارتفاع .

تألف العارضة المرتجلة من جسمين مفرغين معدنيين متوازيين بطول يساوي عرض القالب . يشكل الفراغ المحصور بين هذين الجسمين المفرغين موزعاً معيناً لتسهيل صقل البيتون . يتوضع داخل العارضة محور ثابت عليه لا مركزيات . تدور المحاور في كل من العارضتين بحركة متقايسة فيما بينها ولكن بسرعة واحدة بهدف الحصول على ارتفاعات شاقولية . يتم تشكيل المنصر بوساطة مرور العارضة المرتجلة عدة مرات على امتداد المنصر .

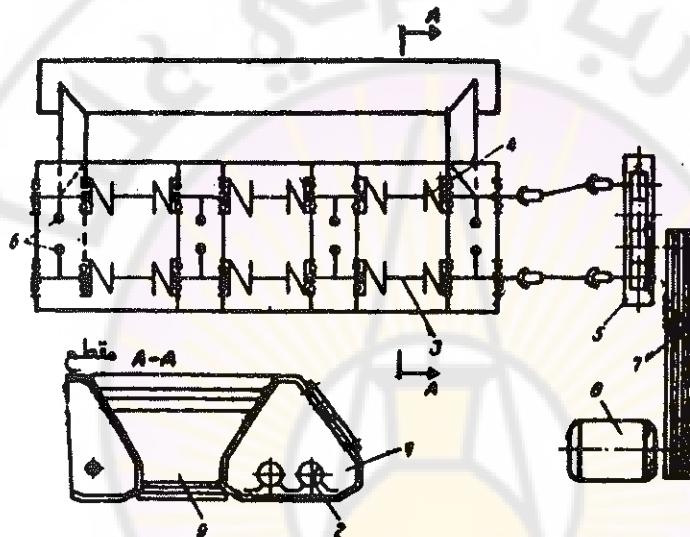


الشكل (١ - ٤٨) التشكيل بواسطة عوارض مرتجلة

- ١ - منظر امامي ب - منظر جانبي
- ١ - قالب ٢ - عارضة ٣ - موزع
- ٤ - رافعة اطارية ٥ - معلقات ومخيدمات

يمكن استخدام العوارض المرتجلة بأسلوب آخر بحيث تكون تجهيزات التشكيل ثابتة الموضع أما الذي ينزلق على مسار طولي فهو القالب بحد ذاته . ينصح في هذه الحالة أن يتفصل الجسم المرتجل (العارض المرتجلة) حول محور أفقى ثابت يبعد عن محور العارضة المرتجلة مسافة معينة بحيث يتوضع وهاء البيتون (الموزع) بين العارضة المرتجلة والمحور الثابت . يتم الحصول على ارتفاع شاقولي في هذه الحالة بوساطة توضع محوريين مرتجين داخل جسم العارضة يدوران بسرعة واحدة ولكن اتجاه الحركة متقايس (الشكل ١ - ٤٩) .

يستخدم الميكروفون ما بين الجامد والمحرك في التشكيل بوساطة العوارض المرتقة ويفضل لما تزيد سماكة المنصر البيتوني على ٢٠ سم لأن الرج السطحي أن يكون فعلاً من أجل سماكت أكبر . تقوم العارضة المرتقة (أضافة إلى الرج) بتوليد ضغط ستاتيكي على السطح البيتوني فاتحة من وزنها الذاتي وزن موزع البيتون والبيتون داخله .



الشكل (١١ - ٤٩) التشكيل بوساطة عارضة مرتبطة ثابتة

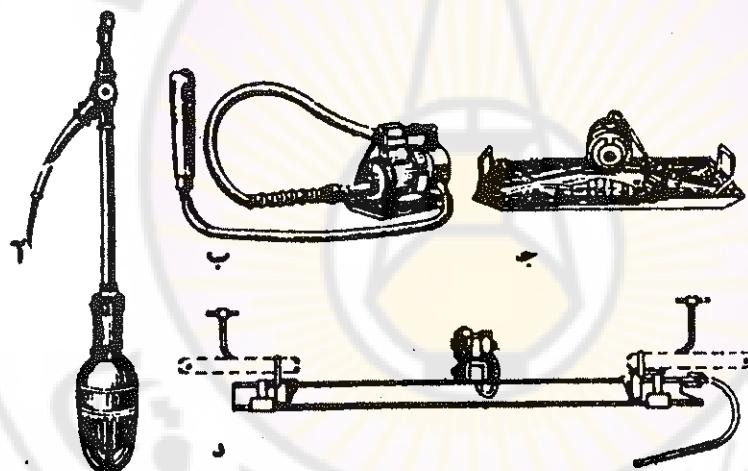
- ١ - جسم الصوستة المرتقة
- ٢ - محور ارتجاج مزدوج
- ٣ - وصلات المحور
- ٤ - وصلات مرنّة
- ٥ - آلية توافق الحركة
- ٦ - لا مركبات
- ٧ - واصل الحركة
- ٨ - محرك كهربائي
- ٩ - مخزن ووزع البيتون

ج - التشكيل بوساطة الرج اليدوي :

يستخدم من أجل للعناصر ثقيلة الوزن التي تصنع بطريقة التنفيذ الثابت . تقسم الرجات اليدوية إلى مطحية ومفموسة (الشكل ١ - ٥٠) . تقوم

الرجاجات المفموسة بالرج داخل الكتلة البيتونية بوساطة رجاجات رجاجة أو نواة رجاجة او يتم اختيار شكل الرجاج حسب سماكة الفنر وحسب كافة التسليع وتوضعه . تتألف الرجاجات السطحية من محرك كهربائي مرتبط مع محور لا مركزي يستند الى صفيحة معدنية . تعد العارضة المرتجة أيضاً رجاجاً سطحياً .

إن سماكة الطبقة المرتجة في الرجاجات المفموسة لا تتجاوز ٢٥ ملليمتر طول الرجاج . يتم رج البيتون على طبقات اذا كان ارتفاع البيتون أكبر من ارتفاع تأثير الرج ، وفي هذه الحالة يجب أن ينفصس الرجاج مسافة ٥ - ١٠ سم داخل الطبقة السفلية حين رج الطبقة العليا لتأمين تماين تماين الطبقات عند التقائها ولتأمين تجانس البيتون . إن الرجاجات السطحية لا تؤثر أكثر من ٢٠ سم في العمق . إن رج البيتون بوساطة الرجاجات اليدوية يتطلب أن يكون البيتون متحركاً .



الشكل (١١ - ٥٠) رجاجات يدوية
أ و ب - مفموسة ج - صفيحة مرتجة د - عارضة مرتجة

٤٣-٥-١ التشكيل بواسطة قوالب شاقولية وبطاريات :

يتم بهذه الطريقة تشكيل العناصر التي مقطعها مغلق مثل (قساطل قصيرة ، نواة ، التمديدات الصحية أو التهوية ، العناصر الفراغية الكبيرة) والعناصر التي

يتالف من مقاطع مركبة (الأدراج) والجوائز الطويلة والمناصر المسطحة التي تتألف من سطحين من البيتون العادي مستويين (مثل الجدران الداخلية) . إن خصائص هذه الطريقة هي أن القالب معقد نسبياً لأنه يتالف من سطحين رئيسيين لاعطاء الشكل حوضاً عن سطح واحد كما في الوضعية الأفقية . يتالف قالب المناصر المفلقة من قالبين الأول داخلي والآخر خارجي . على الرغم من كون سطح القالب في هذه الحالة أكبر من سطح القوالب الأفقية ، إلا أن استهلاك الحديد غير كبير نظراً لأن قساوة عناصر القالب الشاقولية كبيرة . يتم الرج بوساطة وججاجات خارجية تتوضع على السطح الشاقولي للقالب (غالباً) أو في مركز القالب الداخلي (بالنسبة للمناصر المفلقة) .

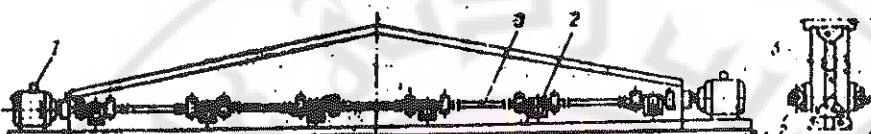
٤- تشكيل الجوائز الطويلة في أبواب ثابتة :

يتالف القالب من جانبين شاقوليين وقاعدة . تطابق وضعية المنصر خلال التشكيل وضعيته خلال الاستخدام . يتم الرج بطريقتين : إما أن تثبت الرجاجات على جوانب القالب أو يتم رج قاعدة القالب على أن تبقى الجوانب ثابتة .

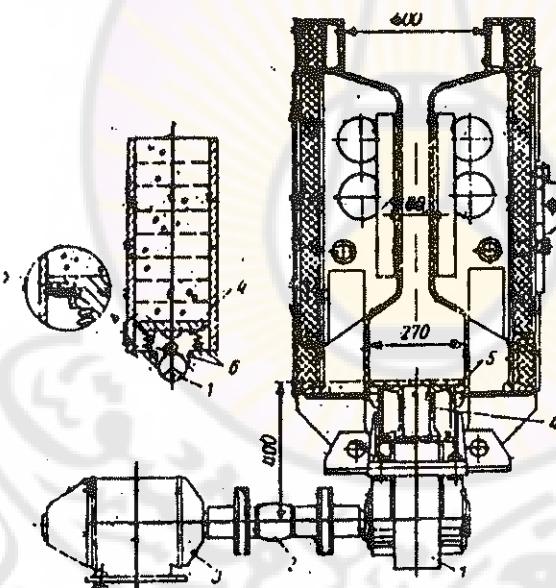
ـ في الحالة الأولى تتوضع الرجاجات الكهربائية أو التي تعمل بالهواء المضغوط والمولدة لارتجاجات باتجاه واحد وتوزع بمسافات متساوية على جوانب القالب التي تعدادها عشر متر نسبياً (الشكل ١ - ٥١) . إن استخدام رجاجات وحيدة غير مستحب لأنه يولد حركات غير متوافقة على جانب القالب وتحوّل إلى احتلاله بسرعة ، لذلك ينصح بربط الرجاجات بعضها مع بعض بوساطة محور مشترك يتصل مع جوانب القالب عن طريق عوارض التقوية الشاقولية . تستخدم عادة بمحاور يصل بطول ٩ - ٦ م ويرتبط بعضها مع بعض على التسلسل على كامل مول القالب بوساطة وصلة مننة وتتوّضع اللامركبات بشكل متواافق على كامل امتداد المحور للرجب . يستخدم البيتون ذو هبوط مغروط ١ - ٢ سم .

ـ أما في الحالة الثانية فإن جوانب القالب تكون ثابتة خلال الرج وعنصر القالب الذي يتعرض للرج هو القاعدة . تكون حركة الرج في هذه الحالة شاقولية

(الشكل ١ - ٥٢) . إن وظيفة طبقة الكوتشوك بطبقة القالب والجرارب هي لاخطر الرج الذي قد يثور في الجرائب ولمنع تسرب المونة الاستهنية . فإنه للبيروف المستخدم ذو هبوط مغزول ١ - ٣ سم . يتم التكيف على طبقات ، كل طبقة ٣٠ - ٤٠ سم . زعن الرج ٣٠ - ٦٠ ثانية ، ويجب أن تكون القاعدة قلية كي لا تتولد نقاط صفرة (ستتها صفر) خلال المرح في بعض المراكن القاعدة .



الشكل (١ - ٥١) قالب ثابت لتصنيع جوائز شاقولية
١ - محرك ٢ - رجاج ٣ - محور ٤ - قاعدة قالب
٥ - المنصر (الجالون)

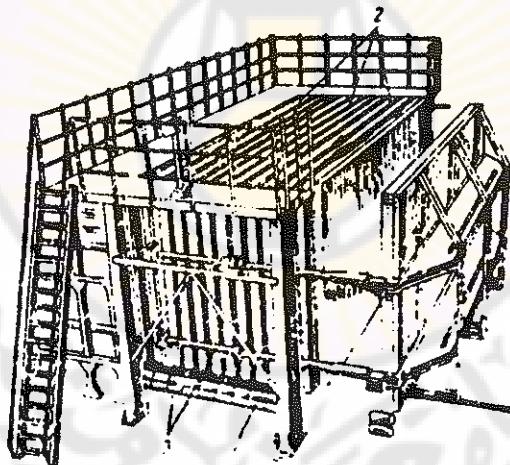


الشكل (١ - ٥٢) قالب ثابت شاقولي مع قاعدة مرتجة
١ - رجاج ٢ - ضبب يصل ٣ - محرك كهربائي ٤ - حصل (القاعدة المرتجة)
٥ - طبقة استناد من الكوتشوك ٦ - مخملات
٧ - مخطط رمزي للقالب بـ - مقطع في القالب مع القاعدة المرتجة

بـ تشغيل الوراق (جهاز لاحظية) بالوضعيّة الشاقوليّة (بطاريات) :

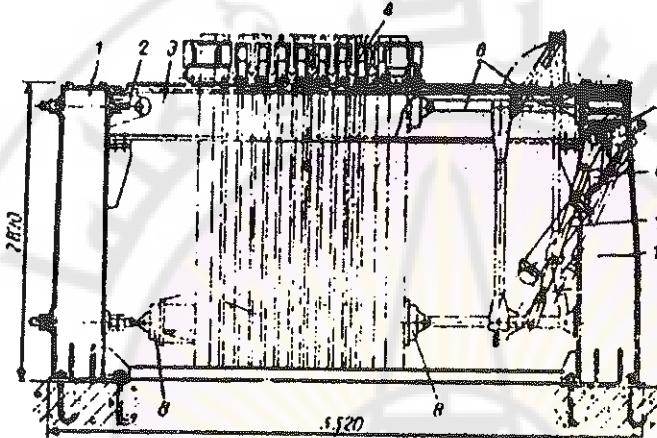
تستعمل بشكل واسع جداً التصنيع الجدران الداخلية وبشكل عام لجميع العناصر الرقيقة التي تتألف من سطحين متوازيين صقيلين . . تتألف البطارية (الشكل ١ - ٥٣) من اطارين ثابتين متوازيين ومن القواطع العاديّة والقواطع الحراريّة وتجهيزات الرج وكاله تحرير عناصر القاب الشاقوليّة . . يتألف الاطار من مقاطع معدنية بشكل حرف [وتألف القواطع من صنائع معدنية (صفيحتين متوازيتين) تثبت عليها الجوانب الجبهية أو صفية واحدة .

تألف القواطع الحراريّة من صفيحتين متوازيتين تشكلا فراغاً ملقاً بينهما وتتوسط داخل هذا الفراغ مقلومات كهربائية أو أدوات يمر فيها البخار . . تتوضع القواطع الحراريّة بالتناوب مع القواطع العاديّة . إن الفراغ بين القاطع العادي والحراري يشكل سماكة العنصر المراد تشكيله . . تثبت الجوانب الجبهية للقاب على العرف الشاقولي للقاطع العادي . إن الفراغ المشكل بين القاطع العادي والحراري يدعى بالمخطيّة . . تتألف البطارية عادة من ١٠ - ١٢ خلية .



١ - اطار حامل ٢ - قواطع ٣ - تجهيزات تحرير القواطع
الشكل (١ - ٥٣) قواب شاقولية جماعية (بطارية)

ثبتت مع القواطع العادي والحرارية في الجواب العلوية دواليب استناد الى السطح العلوي للإطار ويتمكن أن ت脫خرج عليه . يتم التخلص بوساطة ذراع تمسك بالقواطع وتحريكها أفقياً بوساطة مكبس هيدروليكي غالباً (الشكل ١ - ٥٤) .



الشكل (١ - ٥٤) بطارية مع تحريك هيدروليكي للقواطع
 ١ - إطار حامل ٢ - وصلة ثبيت ملوية وسفليه (براغي)
 ٣ - جائز علوي ٤ - استناد الى دواليب ٥ - محور ٦ - رافعة
 ٧ - مكبس هيدروليكي ٨ - مخد الارتجاع

من أجل ذلك البطارية بعد تصلب البيتون ثبت ذراع آلية التحريك بالجانب الرئيس للقاب وتشدّه أفقياً وبذلك يحرر أحد سطوح المنصر المتصلب حيث يرفع بوساطة الرافعة . من أجل ذلك القاطع الأول الذي يشكل السطح الثاني للمنصر الذي تم رفعه فإنه لا بد من عودة الجانب الرئيس لوضعته الأولى حيث يتم ربطه مع القاطع الأول وتعاد عملية شد الجانب الرئيس الذي يدوره يشد معه

القاطع الاول وبالتالي يتم تحرير العنصر الثاني المصوب في الخلية الثانية وهكذا
دوالياً .

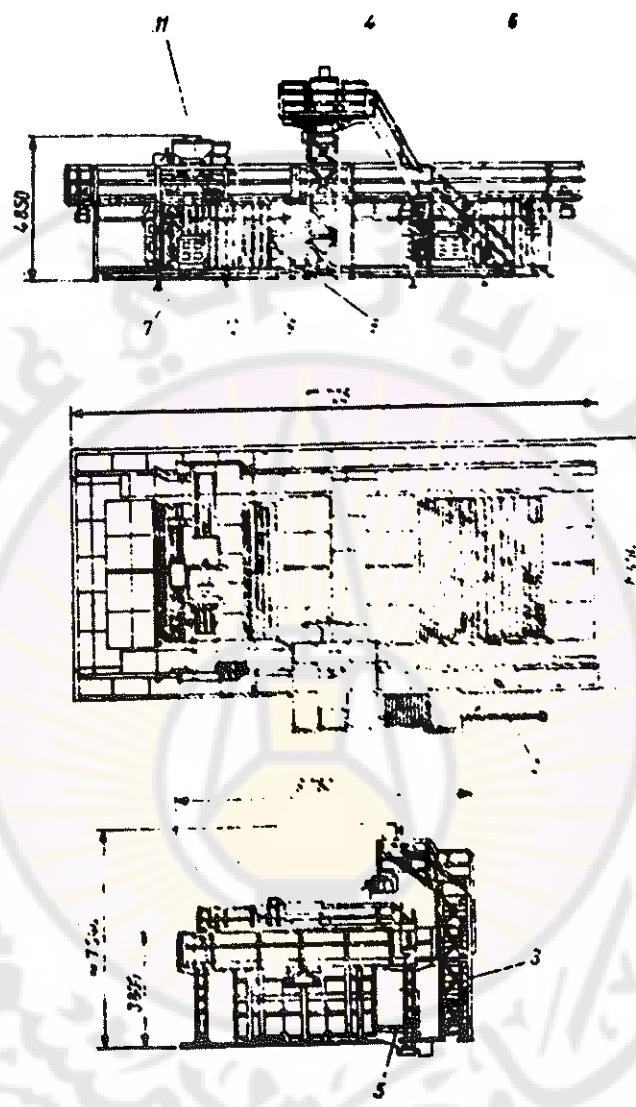
ثبت الرجاجات بوضعيه شاقولية على أقطار افقية طولها ٦٠ سم مشبطة من
جوانب القواطع العادي في منتصف ارتفاعها تقريباً . تولد ارتجاجات افقية تؤثر
بوساطة الاظفار في القواطع المذكورة (التي تهد رفائق مرنة) وبالتالي ترج Δ
أيضاً وترج البيتون المتوضع على جانبيها . تكون الرفائق المرنة (القواطع)
خلال الرج مستندة استناداً بسيطاً في أماكن ارتباطها مع الجوانب العجمية للقالب .
إن سعة نقاط السطح المرجوغ غير ثابتة على كامل السطح وتتراوح بين ١٤ -
٣٢ سم وبتردد ٣٥٠٠ رجة بالدقيقة وهي تكفي لرج بيتون متحرك يتراوح هبوط
مخروطه بين ٥ - ١٠ سم حسب سماكة المنصر المراد صبه لتسهيل عملية صب
البيتون الذي يحتاج اليه بكميات كبيرة نسبياً (١٥ - ٢٥ م^٣) خلال فترة زمنية
قصيرة (أقل من ساعة غالباً) ، فان البطارية تزود بمخزون للبيتون (سيلو مرحي)
يفرغ الى وعاء محمول على جسر متحرك فوق منسوب خلايا البطارية (الشكل
١ - ٥٥) ، او يتم ضخ البيتون بواسطة مضخة متوضع في التسوب الملسوبي
للبطارية .

تصنع أيضاً عناصر مبنية الاجهاد في البطاريات وفي هذه الحالة فان القواطع
العادية يجب أن تكون متينة لتحمل قوى الشد المطبقة على الحديد المشدود
حيث تكون رؤوس الشد مشبطة على الجوانب العجمية الشاقولية للقواطع .

يستخدم بيتون ذو اقطار حصويات قطر ٢٠ سم اعظمياً وهبوط مخروط
بين ٤ - ٦ سم من أجل عناصر ذات سماكة ١٢ - ١٤ سم ، وتستخدم الحصويات
تقسماً وهبوط ٨ - ١٠ سم من أجل العناصر ذات السماكة ١٠ سم ، وتستخدم
الحصويات ذات اقطار أصغر وهبوط مخروط ٥ - ٦ سم من أجل سماكة العناصر
٦ سم .

يستخدمه البخار أو الكهرباء للمعالجة الحرارية . إذا استخدم الكهرباء بحيث يشكل البيتون أحد الأقطاب فإن القواطع الحرارية لا ضرورة لها وسيتم اسقاطها بقواطع عادية ، أو تقوم هي بوظيفة القاطع العادي . إن عدد الغلايا يمكن أن يزيد بقدر ٥٠٪ إذا تم استخدام الكهرباء بهذه الطريقة بسبب عدم الحاجة إلى القواطع الحرارية ذات السماكة الكبيرة نسبياً .

إن دورة العمل في البطاريات تترواح بين ٥ ساعات إلى ١٢ ساعة وذلك يتعلق بنظام المعالجة الحرارية وسرعة فك العناصر وتنظيف القوالب وتحضيرها للاستخدام التالي وسرعة حب البيتون .

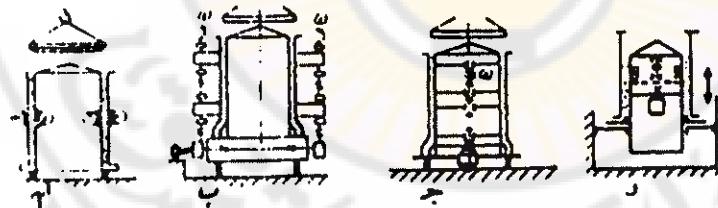


الشكل (١ - ٥٥) مثال توضيحي لبطاربة مزدوجة

- ١ - هيكل ٢ - درج ٣ - هيكل حامل لسيلو البارتون (تخزين مرطبي)
- ٤ - سيلو للبارتون ٥ - مر سفل ٦ - حاجز ٧ - مضخة هيدروليكيّة
- ٨ - جانب رئيسي جبلي للبطاربة ٩ - قاطع ١٠ - جانب الخلية ١١ - جسر الصب

ج - تشكيل القساطل القصيرة :

تتألف القوالب من ثلاثة عناصر وهي القاعدة وال قالب الخارجي وال قالب الداخلي (النواة) . ثبت الرجاجات على القالب الخارجي ويجهز القالب الداخلي برجاج يتوضع في داخل القالب . يمكن الحصول على ارتجاجات ذات سعة واحدة على كامل ارتفاع القالب اذا كانت بنية القالب قوية ، و اذا تم تثبيت الرجاج على القالب بشكل مناسب . يكون القالب الداخلي مقلقاً من الاعلى وبشكل مخروطي لتسهيل توزيع البيتون على الجوانب في نهاية عملية الرج . في نهاية عملية الرج يتم ضغط حلقة علوية بعد الانتهاء من الرج . يتم سحب القالب الداخلي نحو الاعلى ، والقاعدة الى مكان التصلب ، وينقل المنصر مع القالب الخارجي . من اجل القساطل الطويلة يمكن استخدام القالب الداخلي المترافق نحو الاعلى مع تقدم عملية الصب والرج (الشكل ١ - ٤٥) . وبعد الانتهاء من عملية التشكيل يعود القالب الداخلي بحركة عكسية الى وضعيته الاساسية وينزلق الى ما دون منسوب قاعدة القالب التي يرتكز عليها المنصر المشكل الذي ينقل بالتالي مع القالب الخارجي الى مكان التصلب ، ويوضع في مكان التنفيذ قالب خارجي جديد (يرتكز على قاعدته ومتواضع في حديد التسلیح) إن دورة تصنيع القسطل الواحد بطول ٥ م يتراوح بين ٥ - ٨ دقائق حسب قطر القسطل ومساكنه .

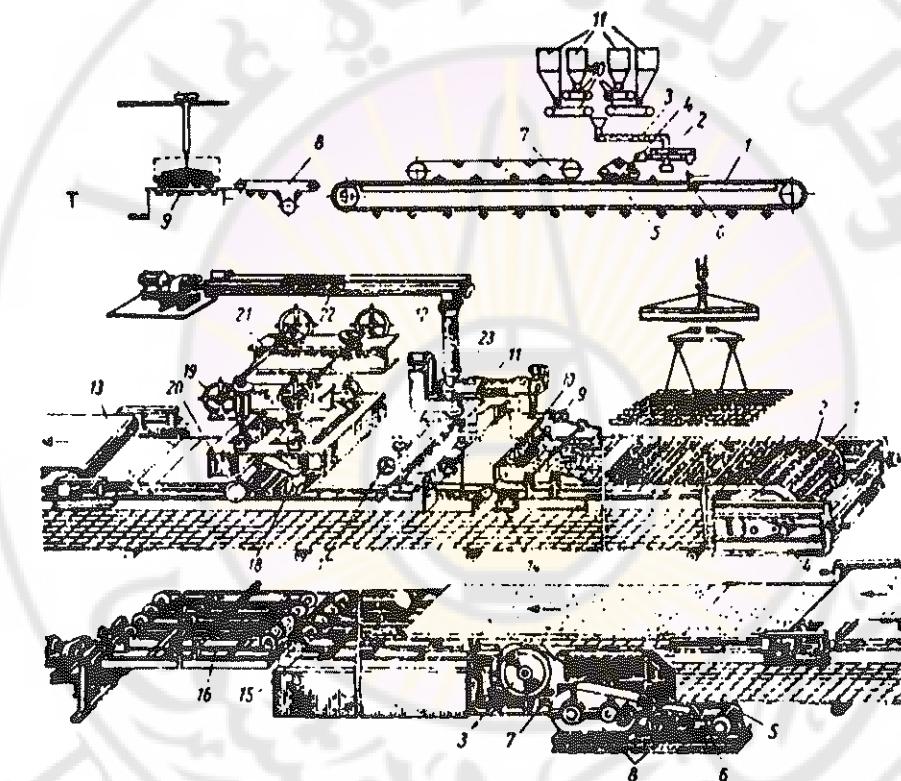


الشكل (١ - ٤٦) معدات تشكيل القساطل
أ - برج من جهتين ب - رج داخلي ج - رجاج ثابت
د - رجاج داخلي متراافق شاقولي

١-٥٣ التشكيل بوساطة الملاحي والرج :

يعتمد المبدأ على تكثيف البيتون بوساطة اسطوانات أو محاور تولد ضغطاً

على البeton الطري متزامناً مع الارتفاع ، هذا المبدأ يمكن تطبيقه بوساطة تجهيزات ذات عمل مستمر حيث تكون ثابتة . يتحرك العنصر خلال التصنيع على سير ناقل . يوضح (الشكل ١ - ٥٧) طريقة التصنيع بهذه الطريقة . يمكن أيضاً تطبيق هذا المبدأ بوساطة تجهيزات تتحرك على مسار معين و تقوم خلال حركتها بالدحي والرج حيث تكون القوالب ثابتة (الشكل ١ - ٥٨) يوضح مبدأ العمل بهذه التجهيزات .



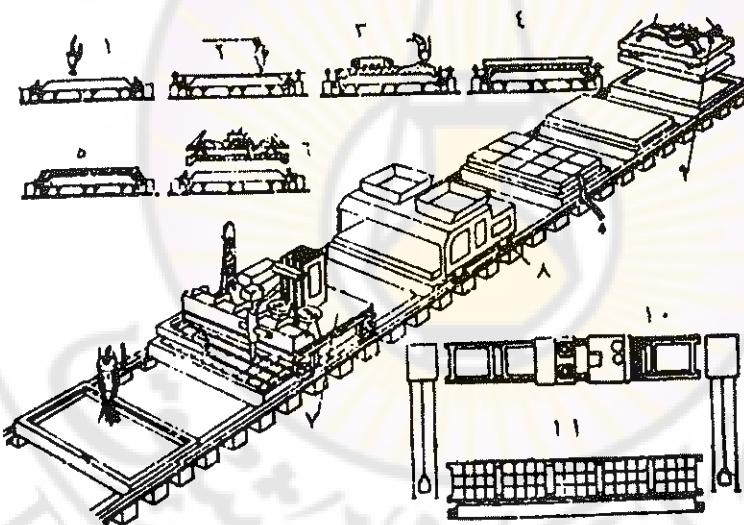
الشكل (١ - ٥٧) تجهيزات تشكيل مستمر (متدقق) لفناصر بيتونية
باستخدام الدحي والرج

١ - مخطط رمزي للتجهيزات

- ١ - قسم الاستقبال (تحضير القالب ووضع التسلیع)
- ٢ - مجبل ببنوی ذو عمل مستمر
- ٣ - ناقل حزروني لمواد الخلطة البنتونیة
- ٤ - اسطوانات الدخی والصلقل
- ٥ - السیر الناقل
- ٦ - عارضة مرتعة
- ٧ - قشاط متحرك في منطقة المعالجة الحرارية
- ٨ - سیر ناقل لاستقبال العناصر المتصلبة
- ٩ - تجهیزات رفع العناصر
- ١٠ - تجهیزات معایر الماد
- ١١ - سلوبات مواد الخلطة البنتونیة .

ب - مخطط توضیحی التجهیزات :

- ١ - سیر ناقل
- ٢ - اجسام فراغیة لتشكيل القالب
- ٣ - محور الحركة
- ٤ - قضیب شد
- ٥ - محرك كهربائي
- ٦ - قشاط نقل الحركة
- ٧ - جنریز نقل الحركة
- ٨ - علبة سرعة
- ٩ - موزع بینون
- ١٠ - ترس مرتع
- ١١ - محور لتسوية السطح
- ١٢ - تجهیزات الدخی والصلقل
- ١٣ - قشاط متحرك کاوشوکی
- ١٤ - عارضة مرتعة
- ١٥ - قسم الاستقبال بعد المعالجة الحرارية
- ١٦ - قسم توضع العناصر مرحلیا
- ١٧ - تجهیزات تحكم بوضعیة محور تسویة السطوح
- ١٨ - اسطوانة لتشكيل السطح الملوی
- ١٩ - آلية الرفع
- ٢٠ - نقل
- ٢١ - خلاط حزروني
- ٢٢ - مجبل ذو عمل مستمر



الشكل (١ - ٥٨) تنفيذ ثابت بواسطه الدخی والرج

- ١ - تحضیر القالب
- ٢ - وضع التسلیع
- ٣ - تشكیل العنصر
- ٤ - معالجة حرارية
- ٥ - فك القالب
- ٦ - رفع العنصر
- ٧ - معدات التسلیع
- ٨ - معدات التشكیل
- ٩ - رفع العنصر
- ١٠ - منصة متحركة
- ١١ - مخطط رمزي للخط الانتاجی (مسارین متوازین)

الاـ المـالـجـةـ الـعـارـيـةـ لـلـعـنـاـصـرـ الـبـيـتوـنـيـةـ مـسـبـقـةـ الصـنـعـ :

- مـقـدـمـةـ ١ـ

يتطلب استخدام عناصر بيتونية مسبقة الصنع في أعمال البناء من البيتون أن يكون قد حصل على مقاومة معينة خلال المراحل المتعددة التي تلي تكثيف البيتون إلى أن يتم تركيب العنصر .

أما أهم الأمور التكنولوجية التي تشرط مقاومات معينة من البيتون فهي :

- ١ - المقاومة الدنيا للبيتون التي تسمح بفك العناصر من القالب « مقاومة الفك » .
- ٢ - المقاومة الدنيا للبيتون التي تسمح بنقل قوى شد حديد التسليح من القالب إلى البيتون « مقاومة نقل قوى الشد » .
- ٣ - المقاومة الدنيا للبيتون التي تسمح بنقله إلى ورشة العمل وتركيبه « مقاومة النقل » .

تعلق مقاومة الفك بالأمور الأساسية التالية :

نوع العنصر وحجمه ، طريقة التصنيع .

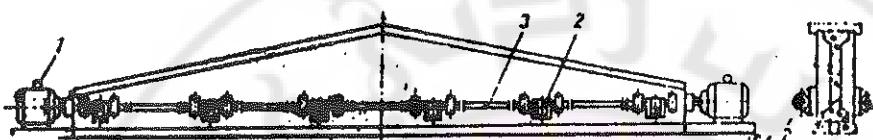
وتتراوح هذه المقاومة بين (٤٠ - ٧٠٪) من ٣٠ كم^٢ وبالنسبة لمقاومة نقل قوى الشد فتراوح بين ٢٠٠ - ٣٥٠ كم/سم^٢ .

أما مقاومة النقل فتؤخذ وفق ما يلي :

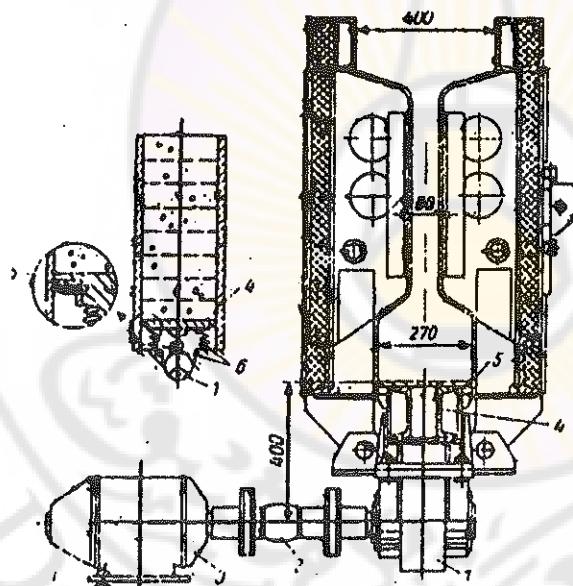
- ١ - من أجل البيتون العادي بجميع مقاوماته وكذلك من أجل البيتون الخفيف الذي تزيد مقاومته على ١٠٠ كم/سم^٢ فإن مقاومة النقل يجب ألا تقل عن ٤٠٪ من ٧٠٪ .
- ٢ - من أجل البيتون الخفيف الذي تقل مقاومته عن ١٠٠ كم/سم^٢ تكون مقاومة النقل ٨٠٪ من ٣٠٪ .

يتصبب البيتون في الظروف العادية « رطوبة + حرارة » بشكل بطيء نسبياً

(الشكل ١ - ٥٢) . إن وظيفة طبقة الكوتشك بين قاعدة قالب والجوانب هي لاحتواء الرج الذي قد ينبع في الجوانب ولمنع تسرب المونة الاسمنتية . يان البeton المستخدم ذو هبوط مغروط ١ - ٣ سم . يتم التكيف على طبقات ، كل طبقة ٣٠ - ٤٠ سم . زمن الرج ٣٠ - ٦٠ ثانية ، ويجب أن تكون القاعدة قصبة كي لا تتولد نقاط صفرية (سعتها صفر) خلال الرج في بعض أماكن القاعدة .



الشكل (١ - ٥١) قالب ثابت لتصنيع جوائز شاقولية
١ - محرك ٢ - رجاج ٣ - محور ٤ - قاعدة قالب
٥ - المنصر (الجهاز)



الشكل (١ - ٥٢) قالب ثابت شاقولي مع قاعدة مرتبة
١ - رجاج ٢ - قضيب الوصل ٣ - محرك كهربائي ٤ - حامل لقادة المرتبة
٥ - طبقة استناد من الكوتشك ٦ - مغمدات
٧ - مخطط رمزي للقالب ب - مقطع في القالب مع القاعدة المرتبة

وبذلك يصبح من الممكن تسريع عملية التصلب بحيث يمكن ذلك المناصر بعد فترة تتراوح بين ٤ - ٨ ساعات .

١٣-٢ نتائج المعالجة الحرارية :

إن تسريع التصلب بوساطة المعالجة الحرارية يعود سببه إلى اختصار زمن التفاعلات الكيميائية للاستمت ، هذه التفاعلات التي تؤدي إلى ظهور قوى تلاصق بين الذرات تحصل بنتيجةها على تبلور المواد المتفاعلة .

يرتبط تسريع التصلب برفع درجة الحرارة التي يجب أن يرافقها درجة رطوبة كافية لكي تم عملية المدروجة بشكل طبيعي . إن رفع درجة الحرارة في الاستمت البورقلاندي عندما تكون الرطوبة غير كافية يؤدي إلى تسريع عملية المدروجة في المراحل الأولى للتفاعل ، ولكن في مرحلة معينة تتوقف عملية المدروجة ولا تسم بشكل كامل ، ويعود سبب ذلك إلى عدم تفلل الماء في عمق الوسط الاستمت بسبب التصلب السريع للمحيط الخارجي للبلورات التي بدأت بالتشكل ، وبذلك يتم تشكيل بلورات كبيرة تكون سطح التماس بين بعضها بعضًا صغيراً نسبياً مما يؤدي إلى ضعف المقاومة النهائية للبيتون وجعله هنا . أما الظواهر الفيزيائية المرتبطة بتسريع التصلب فتعود إلى تمدد البيتون تحت الحرارة الناجمة عن تمدد الهواء الطلق الموجود في فراغات البيتون التي تبقى محافظة على حجمها بعد تصلب البيتون والانتهاء من المعالجة الحرارية ، ويقدر هذا التمدد بـ ١ - ٢ مم / م .

من النتائج السلبية للمعالجة الحرارية وجود الفرق في درجات الحرارة بين الطبقات السطحية والداخلية للبيتون وكذلك الفرق بين عامل التمدد للهواء والبخار الموجود في الفراغات الموجودة في البيتون من جهة والبيتون من جهة أخرى . يحدث اختلاف درجات الحرارة لطبقات البيتون في المراحل الأولى للمعالجة عندما يتم تسخين العنصر وفي المراحل الأخيرة عندما يتم تبریده .

يؤدي الفرق في درجات الحرارة بين طبقات البيتون إلى تشوّه غير منتظم في المقطع البيوني ، يسبب هذا التشوّه نشوء اجهادات داخلية في البيتون تؤدي إلى

تشقق البيتون في طبقاته الضعيفة وتكون الاجهادات الداخلية كبيرة كلما كان حجم البيتون المعالج كبيراً وكان المنصر سميكاً . يلاحظ في هذا المجال أن مقاومات البيتون تقل اذا تم رفع سرير لدرجات الحرارة مباشرة بعد صب البيتون وتشكيله، وأيضاً في المناحر المسطحة المشكّلة أفقياً بسبب كبر السطح الحر الذي يبقى دون تسام مع سطح القالب حيث يلعب فرق عامل التمدد بين « الماء والهواء » والبيتون دوراً في نسوء القوى الداخلية .

تؤدي قابلية البيتون لنقل الحرارة والرطوبة إلى انتقال الرطوبة ضمن المقطع المقطعي البيוני . فخلال رفع درجة حرارة البيتون تتسلق الحرارة من الطبقات الخارجية الدافئة باتجاه الطبقات الداخلية الباردة و يحدث العكس خلال تبريد المصور في المراحل الأخيرة للمعالجة الحرارية ، حيث تكون الطبقات الداخلية للبيتون أدقاً من الطبقات الخارجية . تؤدي هذه الظاهرة إلى ما يلي :

- ١ - زيادة حجم الفراغات في البيتون بسبب تمدد الهواء والبخار المتصورين فيها .
- ٢ - تشکیل قنوات شعرية ذات منحى واحد تؤدي إلى الأقلال من كتامة البيتون ومن مقاومته ضد الصقيع .

إن ما ذكر سابقاً يظهر بشكل رئيس في البيتون الذي يحتوي على إسمنت بورتلاندي ، أما من أجل الإسمنت الخبي أو البورتلاندي الخبي ومن أجل أنواع الإسمنت ذات الفعالية الضعيفة فيلاحظ أن مقاومة البيتون النهائية نتيجة للمعالجة الحرارية تكون أعلى فيما لو تم التصلب بشكل طبيعي . ويسود سبب ذلك إلى التصلب البطيء لهذه الانواع من الإسمنت ولأن المعالجة الحرارية تزيد من فعالية هذه الانواع وتسرع التصلب .

تعطي المعالجة الحرارية أفضل النتائج عندما تستخدم أنواع الإسمنت التي تتصلب بسرعة وعندما لا يكون وزن الإسمنت في البيتون المستخدم كبيراً، وهذا

يخص على سبيل المثال الماركات العالية للأسمنت البورتلاندي التي تحتوي على اضافات معدنية لغاية ١٠٪ وأيضاً من أجل الأسمنت البورتلاندي الخيشي سرع التصلب الذي يحتوي على نسبة لا تزيد على ٣٠٪ من الخبر .

تشعب في عملية المعالجة الحرارية ظلم معالجة متعددة تحدد خصائصها بالأمور التالية :

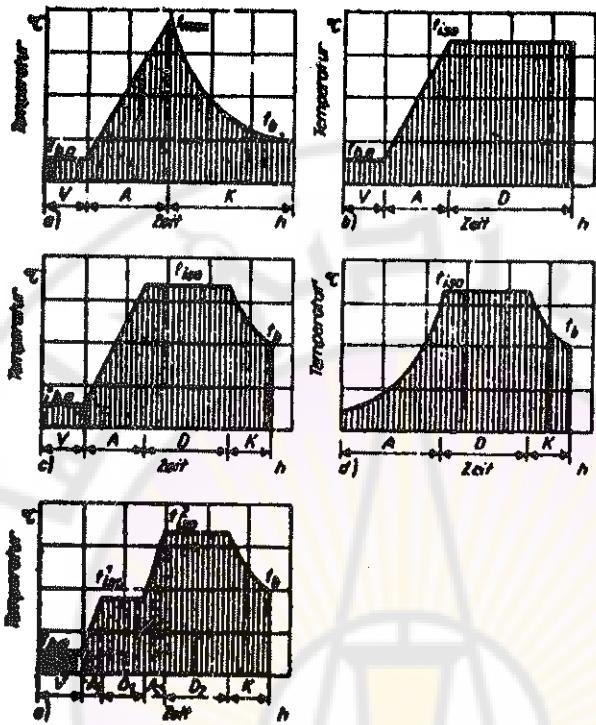
- ١ - درجة الحرارة وفترة تطبيقها .
- ٢ - سرعة رفع درجة الحرارة للتسخين وسرعة الخفض للتبريد .
- ٣ - الرطوبة النسبية المحيطة بالمنصر .
- ٤ - فترة التخزين الأولي « قبل المعالجة » .

ويحد ظالم المعالجة الحرارية جيداً عندما يمكن الحصول على المقاومة المطلوبة ضمن فترة زمنية قصيرة ودون أن يؤدي إلى تخريب بنية البيتون ، أما من أجل البيتون سبق الإجهاد فيعد النظام جيداً عندما تكون ضياعات الشد المسبق صغيرة عند تبريد المنصر .

تحدد ظالم المعالجة بطوره الحراري التي تتألف من المراحل التالية :

- ١ - التخزين الأولي للعنصر البetonاني بعد تشكيله قبل البدء بمعالجته حرارياً .
- ٢ - رفع درجة الحرارة إلى الحرارة القصوى المطلوبة .
- ٣ - إبقاء درجة الحرارة الأعظمية ثابتة لفترة من الزمن .
- ٤ - خفض درجة الحرارة (تبريد المنصر) .

تشتمل في صناعة البيتون ظلم متعددة « اظر الشكل (١ - ٥٩) » ، أهمها التالية :



الشكل (١ - ٥٩) الانظمة الرئيسية للمعالجة الحرارية

- a — نظام التسخين الحراري العادي
- b — التسخين الثابت
- c — التسخين الثابت مع التبريد
- d — التسخين الثابت مع رفع متتابع للدرجة الحرارة
- e — النظام المتدرج
- v — تخزين أولى A — رفع درجة الحرارة
- D — ثبيت درجة الحرارة K — التبريد
- H — درجة الحرارة الناتية t₀ — درجة الحرارة بعد المعالجة الحرارية

٢ - النظام الحراري العادي :

يتالف من المراحل التالية :

- ١ - تخزين مرحلتي الفترة v في درجة حرارة أولية t₀
- ٢ -

٢ - رفع منظم لدرجة الحرارة خلال فترة A من t_{max} الى t_{min}

٣ - خفض متباطئ لدرجة الحرارة من t_{max} الى درجة حرارة نهائية للبيتون t_{min} في نهاية المرحلة K ، حيث يجب في نهاية هذه المرحلة أن يكون الفنر قد حصل على المقاومة المطلوبة .

يستخدم هذا النظام للعناصر السميكة وللعناصر التي تنفذ ضمن بطاريات أو قوالب جماعية سميكة .

ب - النظام الحراري مع التسخين الثابت :

ومراحله هي :

١ - تخزين مرحلتي .

٢ - رفع منظم لدرجة الحرارة .

٣ - تثبيت درجة حرارة الفنر لفترة من الزمن .

يستخدم هذا النظام من أجل العناصر الرقيقة .

ج - النظام الحراري مع التسخين والتبريد الثابت :

يجمع هذا النظام المراحل التي تتألف منها النظم الحرارية الثابتة .

د - نظام التسخين الثابت والرفع المتتابع لدرجة الحرارة :

ترفع درجة الحرارة بشكل متتابع ابتداء من نحو 10 K/h ومع تزايد مثانة البيتون يمكن رفع درجة الحرارة الى أن تصل السرعة الى 30 K/h .

يستخدم هذا البيتون عندما لا توجد إمكانات لتخزين العناصر مرحلياً أو لأسباب أخرى ترتبط مع اختصار المساحات الازمة للتصنيع .

هـ - نظام التسخين على مراحل :

يتألف من مرحلتين للتسخين الثابت ومرحلةين لرفع درجة الحرارة إضافة إلى مرحلة التبريد ، ويستخدم هذا النظام على النطاف لمعالجة المناصر مسبقة الإجهاد .

يقوم تتابع المعالجة الحرارية والمقاومة المطلقة للبيتون خلال الشهر الذي يتبع المعالجة الحرارية ، وأيضاً بالمقاومة النسبية ، وتحدد المقاومة المطلقة بالنسبة بين مقاومة البيتون المبالغ حرارياً في توقيت معين إلى مقاومته فيما لو تم التصلب تحت ظروف تصلب طبيعية ، أي أنها تحدد سرعة التصلب مقارنة مع التصلب الطبيعي . أما المقاومة النسبية فتحدد النسبة بين مقاومة البيتون المبالغ حرارياً بعد ٢٨ يوماً إلى مقاومته تحت ظروف تصلب طبيعية فيما لو تم تصلبه ضمن فراغ مشبع بالرطوبة ودرجة حرارة $15^{\circ} - 20^{\circ}$ م .

١-٣-٢- المعالجة البخارية بالفضفط الجوي العادي :

تم هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في معالجة المناصر البيتونية والبيتونية المسلحة ، وتعتمد على معالجة المناصر ضمن وسط مشبع ببخار الماء أو مزيج من بخار الماء والهواء .

تحدد ميزات هذه الطريقة بالأمرن التاليين :

- أ - تم المعالجة في درجات حرارة مناسبة للتصلب وتتراوح بين $60^{\circ} - 100^{\circ}$ م .
- ب - تم المعالجة في وسط مشبع ببخار الماء ويحافظ المنصر على رطوبته حتى عند انتهاء المعالجة .

أما الطرائق المتتبعة عملياً فهي استبدام حجرات بخارية أو أغطية .

بالنسبة للحجرات البخارية يمكن التفريق بين نوعين رئيسين هما :

٤ - حجرات معالجة دورية :

أي أن نظام المعالجة يتم بشكل دوري بعد كل تعبئة للحجرة ، ويستخدم في

معامل البيتون التي تعتمد مبدأ الورشات المتخصصة في التنفيذ (التنفيذ المتنقل دون ربط تكنولوجي) .

ب - حجرات معالجة مستمرة (الناقل) :

حيث ينتقل العنصر داخل النفق وخلال انتقاله يمر بجميع مراحل النظام الحراري ، وفي هذه الحالة فإن العناصر تدخل إلى النفق على التتابع دون توقف .

تستخدم هذه الأنفاق في معامل البيتون التي تنفذ وفق مبدأ التنفيذ المتنقل مع ربط تكنولوجي « السير الناقل » ، أما بالنسبة للاغطية فستستخدم في حال التنفيذ الثابت .

● أنظمة المعالجة البخارية :

تحل محل نظام المعالجة الحرارية العناصر التالية :

درجة الحرارة ، فترة ثبات درجة الحرارة، سرعة رفع درجة الحرارة وخفضها،
درجة الرطوبة ، فترة التخزين الأولى للعنصر .

تعلق السرعة المسحورة لرفع درجة الحرارة بالآمور التالية :

١ - كبر السطح البيتوبي غير المحاط بال قالب »

٢ - نوع القالب .

٣ - طراوة البيتون » .

٤ - فترة التخزين الأولى .

فإذا كان البيتون جامداً ضمن قالب معدني مغلق فإنه يمكن رفع درجة الحرارة دون تحديد لسرعة الرفع إلى أن تصل إلى درجة الحرارة المطلوبة ، أما إذا كانت القوالب مفتوحة فإن سرعة رفع درجة الحرارة تحدد وفق ما يلي :

١ - اذا زادت فترة التخزين الاولى على أربع ساعات ، فيمكن رفع درجة الحرارة بسرعة K/h 30 - 25 .

٢ - اذا قلت فترة التخزين الاولى عن أربع ساعات فلا يسمح بأن تزيد سرعة رفع درجة الحرارة على K/h 20 - 15 .

٣ - وفي حال كون العنصر يستند الى قاعدة القالب فقط فلا يسمح بأن تزيد سرعة رفع درجة الحرارة على K/h 20 - 15 .

تعمل درجة الحرارة المثلث بنوعية الاسمنت المستخدم وتبلغ على سبيل المثال $80^{\circ}M$ من أجل الاسمنت البورتلاندي و $90^{\circ}M$ من أجل الاسمنت البورتلاندي - حديدي والبورتلاندي - بوزولاني .

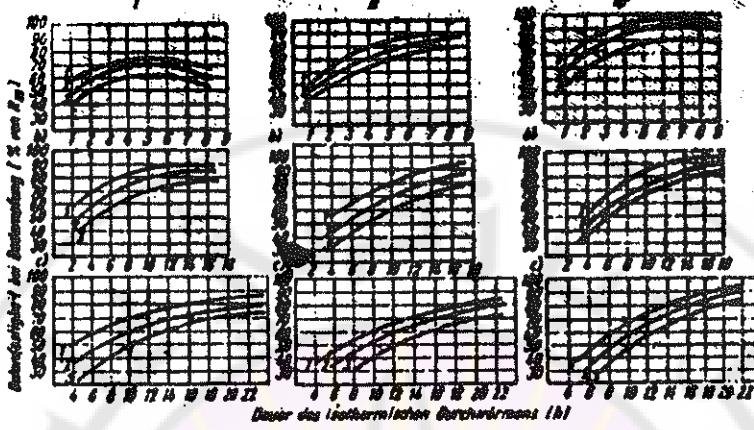
يجب أن تبلغ الرطوبة النسبة 100% في مرحلة ثبات درجة الحرارة . أما فترة تثبيت درجة الحرارة فهي تتعلق بنوعية الاسمنت (I,II,III) وبخواص الخلدة (1,2,3) وبدرجة الحرارة (a,b,c,) . وفق الشكل (١ - ٦) والذي يفيدنا من أجل تحديد المقاومة النسبية المطلوبة أو التي يمكن الحصول عليها .

أما سرعة تخفيض درجة الحرارة فيجب ألا تقل عن K/h 35 من أجل العناصر الريقة و K/h 30 من أجل باقي العناصر .

إن الفرق في درجات الحرارة بين سطح العنصر والهواء الخارجي بعد المعالجة الحرارية وقبل اخراج العنصر من أماكن المعالجة يجب ألا يزيد على 40° .

إن الشروط المحددة أعلاه بالنسبة للمعالجة البخارية تطبق على البيتون المادي وأيضاً على البيرتون الخفيف الذي تزيد مقاومته بعد ٢٨ يوماً على 150 Kg/cm^2 .

أما بالنسبة للأنواع الأخرى من البيرتون الخفيف فتم معالجتها بنظم أخرى .



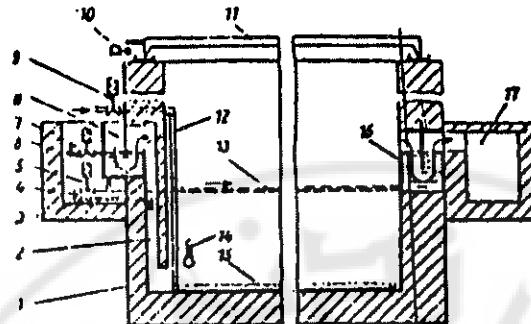
الشكل (11 - ٦٠) مخططات بيانية لتوضيح العلاقة بين

ازدياد مقاومة البeton وزمن تثبيت درجة الحرارة

- . I - بيتون يحتوي على اسمنت بورتلاندي ماركة 400 - 500
 - . II - بيتون يحتوي على اسمنت بورتلاندي - حديدي ماركة 400
 - . III - بيتون يحتوي على اسمنت خببي ماركة 400
- حرارة 100°C - a
حرارة 80°C - b
حرارة 60°C - c
- بيتون جامد (W/C < 0.4) - 1
 $(0.4 \leq W/C \leq 0.6)$ - 2 - بيتون نصف جامد
 $\frac{W}{C} > 0.6$ - 3 - بيتون طوي

● الحجرات البخارية المفورة :

إن معظم الحجرات الدورية المستخدمة في معامل البيتون تصمم بحيث تكون جدرانها تحت سطح الأرض كلياً أو جزئياً . ويتم إزالة العناصر البنتونية فيما وتسريحها وأخراجها من خلال فتحات في السقف . اظر الشكل (1 - ٦١) .



الشكل (١ - ٦١) تصميم حجرات المعالجة المغلقة

- ١ - حجرة ، ٢ - فتحة مع الهواء الخارجي ، ٣ - صمامات التحكم لتزويد وصرف المياه ، ٤ - أنبوب صرف ، ٥ - مثلاق ، ٦ - صمامات تحكم مغناطيسية ، ٧ - سكورة مياه ، ٨ - غطاء الحجرة ، ٩ - طبقة هواء
- ١٠ - مفلاق ، ١١ - غطاء الحجرة ، ١٢ - طبقة هواء
- ١٣ - أنبوب وصل السكورة ، ١٤ - ميزان حراري
- ١٥ - أنابيب تغذية البخار ، ١٦ - فتحة تهوية

ترواح مساحة العدaran بين ٢٥ - ٤٠ سم وتعطى الأرضية ميلاً ممياً -
لتصرف بخار الماء المتساكن . ويجب أن يكون غطاء الفتحة كتيناً وقابلًا لنزعه
من مكانه ويفطي كامل مساحة السقف . أما التجهيزات المرتبطة بالحجرة فهي تلك
التي تغذي الحجرة بالبخار وتصرف البخار المتساكن و تعمل على تهوية الحجرة .
بعد انتهاء المعالجة يتم بث البخار إلى الحجرة بوساطة أنابيب معدنية قطرها ٥٠ -
٦٠ سم مزودة بثقوب قطرها ٣ - ٤ سم كل ٢٠ سم . تتوضع الأنابيب في
أسفل الحجرة وبحيث تؤمن توزيعاً متقيماً للبخار في كامل الحجرة .

تجه الثقوب نحو الأسفل بزاوية معينة كي لا يتم تعريض البيتون لتيار
 مباشر من البخار مما يؤدي إلى تخريب الطبقات الخارجية للبيتون .

تلخص أهم المشكلات المرتبطة بتصميم الحجرات البخارية بالأمور التالية :

- ١ - الحصول على درجة حرارة متساوية في فراغ الحجرة .

- ٢ - الحصول على درجة حرارة ورطوبة ثابتة خلال فترة المعالجة .
- ٣ - التحكم بعدم دخول الهواء الخارجي للحجرة وعدم خروج البخار منها .

ولحل هذه المشكلات يُلجأ إلى تصاميم متعددة قد تكون أحياً مقدمة .
تراوح كمية البخار المطلوبة للتحلية في مثل هذه الحجرات بين $250 \text{ م}^3/\text{بخار}/\text{م}^2$ يتبعون أما التراوح الكبير في استهلاك البخار فيتعلق بالأمور التالية :

- ١ - تصميم الحجرة ، حيث تلصب تجهيزات التحكم «الאוטומاتيكية» الدور الأساسي في خفض الاستهلاك .
- ٢ - درجة استقلال الفراغ .
- ٣ - شكل المناصر المعالجة وحجمها .

الإنفاق البخارية « معالجة مستمرة » :

يتالف النفق البخاري للمعالجة الحرارية من ثلاثة أقسام :
الأول لرفع درجة الحرارة ، والثاني ذو درجة حرارة ثابتة ، والقسم الثالث للتبريد .

تنقل العناصر البيئية داخل النفق بعد ادخالها وخلال تقديمها تتعرض لـ **التزججات الحرارية المختلطة السائلة** في أقسام النفق وعلى امتداده طبقاً للنظام الحراري المطلوب ; بحيث عند خروج العناصر من النفق يكون قد تعرض لكامل النظام الحراري .

تسيير الاتهان من الحجرات الدورية بالاقتصاد في كمية الطاقة المطلوبة للتحلية ، للتغذية من الحجرات التعدية ، لاختصار مرحلة تسخين العبرة بعد

تبريد العناصر واخراجها منها ، وكذلك فان دورة المعالجة اقصر لأنه لا يوجد زمن ضائع لتنبئة الحجرة وتغيرها .

للاتفاق الحرارية نوعان : أفقية حيث تتحرك العناصر خلال المعالجة الحرارية أفقياً والنوع الثاني شاقولي وفيه تتقلل العناصر شاقولياً نحو الأعلى وفي مرحلة لاحقة تغير اتجاه حركتها نحو الأسفل .

الاتفاق الأفقية :

تصمم الاتفاق بمستوى واحد أو أكثر . ترتبط معدات ادخال العناصر واخراجها مع الخط التكنولوجي لتصنيع العناصر .

هذا يعني أن العنصر بعد اتمام تشكيله يتم ادخاله إلى النفق بالوقت نفسه لأن العنصر يتواجد في نهاية ، ان يخرج لتنعم عليه الفك وتحضير القالب من جديد .

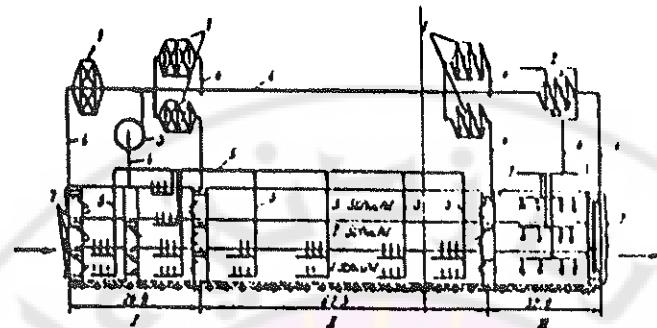
يتعلق طول النفق باتجاه الخط الاتاجي ، وبعد الاتفاق ، وبالزمن اللازم للمعالجة الحرارية .

يوضح الشكل رقم (١ - ٦٢) مخططاً لنفق بثلاث مستويات .

يلغ طول النفق ١٢٧ م ، وارتفاعه ٣٣ م ويمكن ملاحظة تقسيمه إلى ثلاثة أقسام :

قسم التسخين (I) . قسم ثبات درجة الحرارة (II) . وقسم التبريد (III) .

الاقسام الثلاثة مفصولة عن بعضها بواسطة ستائر هواء ساخن . تسمى تغذية النفق بمزيج من الهواء والبخار بواسطة مراوح . تبلغ كمية المزيج التي تغذي النفق (بالنسبة للمثال المعروض) $47000 \text{ م}^3/\text{s}$ وكمية بخار الماء المطلوبة في مثل هذه النفاقة تبلغ $100 \div 150 \text{ كن}/\text{م}^3$ ييتون .



الشكل ١١ - ٦٢ ، تصميم الانفاق الحراري (أفقى على ثلاثة مستويات)

- ١ - مسخنان هواء ١ بواسطة البارد ، ٢ - مسخن المياه المستخدمة في قسم التبريد
- ٣ - مراوح ، ٤ - نظام الدورة المائية ، ٥ - أنابيب تغذية البارد
- ٦ - أنبوب تغذية المياه لقسم التبريد ، ٧ - ستائر مطاطية
- ٨ - قسم رفع لدرجة الحرارة ، ٩ - قسم ثبيت درجة الحرارة
- ١٠ - III - قسم التبريد

الانفاق الشفافوية :

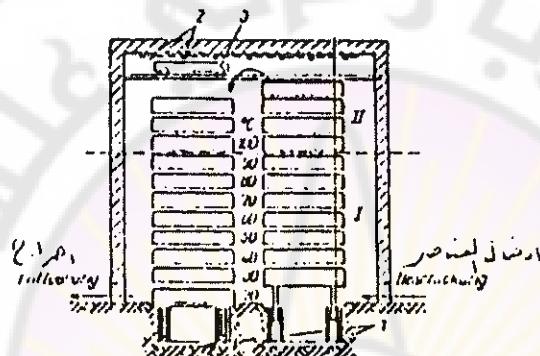
وهي حجرة مغلقة بشكل برج من جميع جهاتها ما عدا فتحات في أسفلها من أجل ادخال العناصر البيئية واصراجها (الشكل رقم ٦٣-١) . تستقل العناصر من أحد أقسام النفق الى الاعلى . يتوضع في أعلى النفق تجهيزات لنقل الغنصر الموجود في الاعلى الى القسم الثاني .

اما الحركة في القسم الثاني فهي الى الاسفل .

يتم بث البارد من الاعلى وتكون نسبة الرطوبة في هذا القسم عالية وتصل الحرارة الى ١٠٠° م أما في منتصف البرج فيتوارد مزيج من البارد والهواء وتكون

درجة الحرارة أقل الى أن تصل الى 20°C في أسفل البرج (وهي المنطقة التي يتم فيها ادخال المناصر و اخراجها) .

يقدر استهلاك البخار في مثل هذه الحجرات بـ $120 \div 100 = 120 \text{ كم بخار}/\text{م}^3$ بيتسونا .



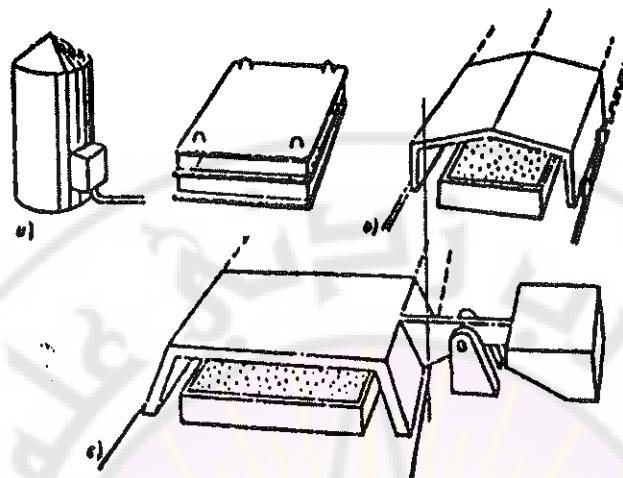
الشكل (١ - ٦٣) نفق حراري شاقولي

- ١ - روافع هيدروليكية
- ٢ - خطوط تفديبة
- ٣ - عربة لنقل المناصر افقيا
- I - مزيج هواء - بخار II - وسط بخار مكثف

الملاجة تحت أغطية :

يمكن ينطوي المنصر البيتونى بقطاء للمحافظة على البخار المبorth من التميز في مصانع البيتون بين ثلاثة أنواع رئيسة للنفطية .

- أغطية قابلة للنقل .
- أغطية قابلة للحركة (على مسار) .
- أغطية ثابتة قابلة للتدوير الشاقولي (الشكل رقم ١ - ٦٤) .



الشكل (٦٤ - ١)

تستخدم الأغطية غالباً من أجل التنفيذ الثابت في القوالب الثابتة القابلة للتدوير
شاقولياً من أجل قوالب العناصر مسبقة الإجهاد .

إن استهلاك البخار في هذه المعالجة كبير ويتجاوز في معظم الحالات ٣٠٠
كج/م^٢ بيتوناً وقد يصل إلى ٦٠٠ كج/م^٢ وأكثر ، ظراً لضياعات وأسلوب العمل
بعد ذاته .

١١- المعالجة البخارية مع الضغط العالي :

حيث تم المعالجة البخارية تحت ضغط يتراوح بين (٩ - ١٣) at ودرجة
حرارة تتراوح بين ١٧٤° - ١٩١° في حجرات مضبوطة « Autoclav » .

إن خاصية الضغط العالي والحرارة العالية تساعد على تصلب المواد الرابطة
قليلة الفعالية ، الشيء غير المسكن في ظروف التصلب العادية .

يمكن أن تعدد من ميزات هذه المعالجة ما يلي :

١ - زيادة مقاومة البيتون . ٢ - انقاص التقلص . ٣ في بعض الحالات زيادة
دبوسية البيتون ضد التأكيل .

أما بالنسبة لأنواع البيتون التي تعتمد على مواد رابطة معدنية كلياً أو جزئياً
فإن مميزات المعالجة البخارية مع الضغط العالي هي :

- ١ - توفير ٣٥٪ من الاسمنت والاستعاضة عنه بالکوارتز المطحون .
- ٢ - استخدام الكلس والکوارتز والمخلفات الصناعية « مثل الرماد وخبث
المراجل » عوضاً عن الاسمنت كمواد رابطة .
- ٣ - تصنيع عناصر بيتونية ذات مقاومة عالية دون استخدام حشوات خشنة
ودون زيادة في استهلاك الاسمنت .
- ٤ - تصنيع عناصر بيتونية تعتمد على الكلنكر المطحون كمواد رابطة .

أما الأمور التي تحد من استخدام هذه الطريقة فهي :

- ١ - الكلفة المالية للحجارات المضغوطة .
- ٢ - الحجم المحدود للحجارات .

نذكر يختصر استخدام هذه الطريقة من أجل معالجة أنواع البيتون التي
لا يمكن معالجتها بطرق أخرى مثل الـبيتون السيليكاتي الذي يعتمد على الكلس
والـسيليس كمواد رابطة ومن أجل الـبيتون المسامي الذي يدخل في تركيبه الاسمنت
والـكلس .

يوضع الجدول (٣٣-١) أنظمة المعالجة المتبرعة من أجل أنواع الـبيتون
المختلفة .

إن الحجارات المستخدمة في صناعة الـبيتون هي اسطوانات معدنية بقطر
٢٦٣ مم محكمة الأغلاق وبطول يتراوح بين ٢٠ - ٣٠ م ، وهذه الـاسطوانات

مجهزة من أحد أطرافها أو من طرفيها بقطاء وترتजر على عدد من المساند . تكون الاسطوانة مثبتة بشكل كامل مع أحد المساند وقابلة للانزياح الأفقي بالنسبة للبقية، وتختلف الاسطوانات بمواد عازلة للحرارة .

يوضح الشكل (٦٥-١) مخططًا رمزيًّا للحجارات المضغوطة ، ويوضح الشكل (٧-ب) مخططًا لتقديتها بالبخار .

يتراوح استهلاك البخار بين $300 - 350 \text{ كم}/\text{م}^3$ ، ويمكن انقصان هذا الاستهلاك بنسبة $20 - 25\%$ إذا كان البخار متوضًا في فراغ المصنع وإذا تم نقل البخار الموجود في حجرة أخرى بعد الاتمام من المعالجة فيها عوضًا عن التخلص من البخار في الهواء الخارجي .

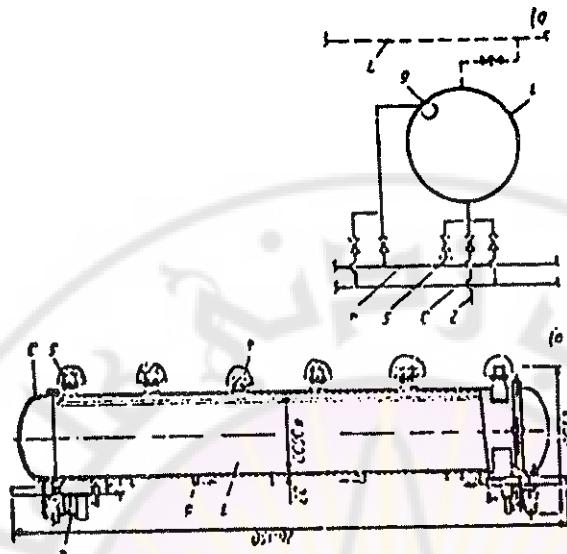
زمن المعالجة

نوعية البeton	مواد رابطة سيليكاتية								مواد رابطة اسمنتية او مختلطة			
	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة	النقطة
بیتون کتیم عادی او خفیف	٢-٦	٣-٢	٥-٣	٢-١١	١٣-٨	٣-٧	٨-٩	٢-١				
بیتون خازی	١-٧	١١	٨-٥	١١	١٣-٩	١١	٨-٥	١١				
بیتون رغوي	١٣-٩	١١	١١-٧	١١	١٠-٧	١	١١-٥	١١				

ملاحظات :

- ان التراوح في مدة المعالجة يتبع لسماكه الفنصر وهي في الجدول من اجل سماكات التراوح بين ١٠ - ٣٠ سم .
- ان القيم المعلمة في الجدول هي من اجل ضفت ١١st .
ويجب زيادة زمن المعالجة الكلي ١ - ٢ ساعة اذا صبع الضفت . at 9 .

الجدول (١ - ٣٣)



الشكل (١ - ٦٥) ٢ - بنية الحجرات المضبوطة « Autoclav » .

- ١ - حجرة اسطوانية ممزولة حراريا ٢ - تجهيزات رفع الغطاء
- ٣ - غطاء الحجرة ٤ - مسند ثابت ٥ - مساند تسمح بالانزلاق
- ٦ - صمامات أمان
- ب - مخطط التغذية بالبخار
- ٧ - أنبوب نفث البخار في الجو ٨ - أنبوب نفث البخار في حجرة مجاورة ٩ - أنبوب التغذية بالبخار من الرجل ١٠ - أنابيب تحكم
- ٦ - أنبوب نفث البخار ٧ - أنبوب صرف المياه المتراكمة

الـ ٥ـ الملاجة بالتسارع:

يلعب القالب في هذه الحالة دور وسيط في نقل الحرارة الى البيتون الذي يكون ب أساس من جميع جهاته أو بعضاً منها مع القالب . تستخدم هذه الطريقة عندما يتعدى نقل العناصر الى حجرات الملاجة وبالتالي تكون القوالب مصممة بحيث تم عملية تشكيل المنصر ومعالجته في مكان واحد وبالتجهيزات نفسها ، وكمثلة على ذلك يسكن نعداد تصنيع العناصر في القوالب الجماعية الشاقولية « البطاريات »

أو القوانب الثابتة الحرارية . أما الوسيط الناقل للحرارة الذي يضخ إلى فراغات الغالب فتسخنه ومن ثم تنتقل الحرارة إلى البيتون فيمكن أن يكون البخار أو الهواء الساخن أو الزيت الساخن الذي تراوح درجة حرارته بين $130^{\circ} - 150^{\circ}$ أو مواد كحولية .

- تسخين البطاريات :

حيث تكون البطاريات مجهزة بقواطع حرارية تكون ملائمة لمنصرين واقفين على جوانبها ومن جهة واحدة .

تم المعالجة الحرارية في البطاريات على مرحلتين فقط . الأولى يتم فيها رفع درجة الحرارة خلال $3 - 4$ ساعات ومن ثم وقف ضخ البخار إلى القواطع وأغلاقها . تنخفض درجة الحرارة في القواطع الحرارية بعد وقف ضخ البخار إليها بما يعادل $(5 - 3 \text{ K/h})$ فقط .

يتبع هذا النظام الحراري نظراً للحجم الكبير نسبة لكمية البيتون المعالجة والتي تتطلب كمية كبيرة من الحرارة وبسبب فقدان القليل لكمية الحرارة المخزنة في كتلة البيتون .

وبهدف الوصول إلى درجة حرارة متساوية في كل فراغ القاطع فإنه يتتصح بضخ البخار من أسفل القاطع عن طريق أنبوب مثبت بثقوب تراوح بين $5 - 2 \text{ mm}$ إضافة إلى استخدام دارة مغلقة تم تسريع حركة البخار فيها بضواغط ، وبذلك يتم الحصول على دورة قسرية للبخار تؤمن توزيعاً متساوياً للبخار في جميع القواطع الحرارية الموجودة في البطارية إضافة إلى تأمين توزيع متساوٍ للحرارة على كامل ارتفاع القاطع الحراري .

يجب أن تكون القواطع الحرارية محكمة الأغلاق ، وهي تحسب من أجل تحمل

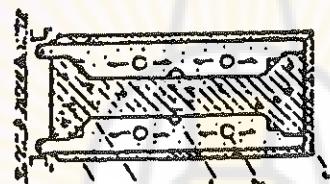
ضغط يتراوح بين $5 \text{ bar} - 6 \text{ bar}$ ضغطاً جوياً .

تجهز التواضع في أسفلها بما يلزم لتصريف البحار المتراكف واعادته الى مرجل التسخين . ويسكن أيضاً نفطية السطح العلوي للبطارية للاقلال من الفوائد الحرارية .

- تسخين القوالب الحرارية الثابتة :

تستخدم هذه القوالب لتصنيع المناسير الثقيلة التي تتدفق في مكان ثابت « جوائز ، شادر فراغية » حيث تكون جوانب القوالب مصممة بحيث تحتوي على فراغ يتم ضخ البحار فيه أو خليط البحار والهواء .

وفي هذه الحالة أيضاً يتم ضخ البحار بوساطة ضواحي لتؤمن توزيع متاثر للوسيط الحراري على كامل امتداد القالب ، وكذلك يجب تأمين تصريف لبحار الماء المتراكف واعادته الى المرجل ، انظر الشكل (٦٦ - ١) .



الشكل (١ - ٦٦) قوالب حرارية لتصنيع جوائز

١ - الجائز ٢ - أنبوب تفديبة ٣ - الوسط الحراري

٤ - هزل حراري ٥ - فطاء عازل

يجهز السطح الخارجي لجانب القالب بفتحات خاصة لثبت ميزان مراقبة الحرارة وطرد البحار من داخل القالب .

الثانية: الملاعة بواسطة التيار الكهربائي :

تقتضي على ربط البتون بالدارة الكهربائية المتاوية ذات الترددات الصناعية العادية .

إن مقاومة البيتون للتيار الكهربائي تولد الحرارة المطلوبة للمعالجة ، إذ أن
البيتون يعد من المواد الناقلة للتيار من الدرجة الثانية .

إن مميزات المعالجة الكهربائية مقارنة مع المعالجة البخارية هي :

١ - تسريع عملية التسخين لدرجة حرارة نهائية $95^{\circ} - 100^{\circ}$.

٢ - تحسين ظروف العمل الصحية في قاعات الاتاج .

٣ - الاختصار من التكاليف المطلوبة للمعالجة البخارية والتجهيزات لتهوية
الفراغات من البخار .

٤ - الطاقة المطلوبة للمعالجة ليست كبيرة وترواح بين $60 - 90$ كيلو وات/ m^3
بيتون ، وهي في كثير من الحالات أكثر اقتصادية من الانواع الأخرى من
الطاقة مع العلم بأن الاستطاعة المطلوبة تراوح بين $10 - 6$ كيلو وات/ m^3 بيتون .

يمكن استخدام المعالجة الكهربائية تسريع تصلب جميع أنواع البيتون ،
ولكن يتم الحصول على أفضل النتائج من أجل البيتون الخفيف السامي ، ويمضى
السبب لسوء ناقليته للحرارة وبالتالي فإن انتقال الحرارة من الخارج إلى وسط
المقطع يكون صعباً وبالتالي فإنه كلما قل الوزن الحجمي للبيتون فان المعالجة
الكهربائية تكون أكثر فعالية .

- المقادير الفيزيائية للمعالجة الكهربائية :

تحسب الطاقة الحرارية Q حسب مبدأ جول وفق العلاقة التالية :

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

حيث :

I - شدة التيار .

R — المقاومة الكهربائية .

t — زمن المعالجة .

و يتم ذلك صناعياً بوصول الدارة الكهربائية بالكترودات متوضعة على سطح البيتون ، فإذا كانت القوالب أفقية ففي هذه الحالة تلعب قاعدة القالب دور أحد الإلكترودات ، وتلعب صفيحة معدنية متوضعة على السطح العلوي للبيتون دور الإلكترود الثاني . ولا يجوز أن تمس هذه الصفيحة جوانب القالب . أما إذا كانت المعالجة تم في البطاريات فأن القوالب في هذه الحالة تلعب دور الإلكترودات، وفي هذه الحالة فإن القوالب يجب أن تكون معزلة عن البطارية بعوازل في أماكن الاتصال .

يسكن حساب المقاومة الكهربائية في هذه الحالات (أي عندما يقع البيتون بين سطحين متوازيين يمثلان الإلكترودات) من العلاقة :

$$R = \rho \cdot \frac{b}{A}$$

حيث :

ρ — المقاومة النوعية .

b — سماكة الفنصر .

A — سطح (قطع) الفنصر .

تُعتمد العلاقات السابقة من أجل حساب النظم الحرارية المطلوبة لالمعالجة الكهربائية .

- النظم الحرارية للمعالجة الكهربائية :

إن سرعة رفع درجة الحرارة وطرائق تثبيت الحرارة ومتى تعلق ب نوعية البeton وأبعاد القالب وبالنسبة لسرعة رفع درجة الحرارة يمكن اعتماد ما يلي:

- 15 - 20 k/h : للعناصر من البeton العادي المصنعة في قوالب مفتوحة .

- 30 - 40 k/h : للعناصر من البeton العادي المصنعة في قوالب البطاريات أو أي قوالب أخرى مغلقة .

- 80 k/h : من أجل البeton المسامي .

وبالنسبة لزمن تثبيت درجة الحرارة يمكن اعتماد المقادير التالية :

١ - النسبة للبenton من الاسمنت البورتلاندي أو البورتلاندي سريع التصلب فانه يستمر الى أن يصل البenton الى مقاومة تعادل ٦٠٪ من ٤٪ ، والسبب في ذلك يعود الى أنه من زيادة مقاومة البenton تزداد مقاومة الناقلة الحرارية بحيث عندما يصل البenton الى ٥٠ - ٦٠٪ من ٤٪ فان أي معالجة كهربائية اضافية يمكن عليها عدمة الجدوى .

إن العنصر يمكن أن يصل خلال فترة خفض درجة الحرارة الى مقاومة المطلوبة وهي ٧٠٪ من ٤٪ لكي تتمكن من فك العنصر .

٢ - أما فيما يتعلق بالبenton الذي يعتمد على روابط من الاسمنت البورتلاندي - الخبي فانه يمكن تثبيت درجة الحرارة الى المرحلة التي يصل فيها البenton ١٠٠٪ . إذا قسم توفير ظروف مناسبة فيما يتعلق بالحرارة العالية ودرجة حرارة عالية ٩٥٪ .

إن الزمن المطلوب لثبت درجة الحرارة من أجل الحصول على مقاومة ٦٠٪ من ٤٪ في الظروف الصناعية هو:

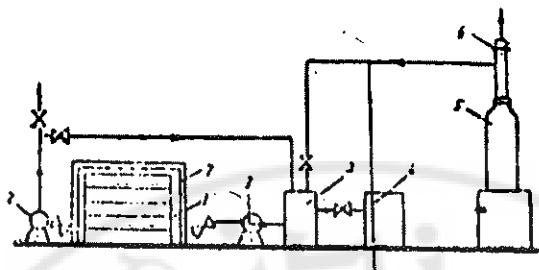
- ٦ - ٨ ساعات من أجل البeton ذي الاسمنت البورتلاندي .
 - ٧ - ١٠ ساعات من أجل البeton ذي الاسمنت البورتلاندي - الخبي .
 - ٣ - ٦ ساعات من أجل البeton الخفيف .
 - ١٠ - ١٦ ساعة من أجل البeton المسامي .
- أما سرعة خفض درجة الحرارة فتعادل نحو 10°C/h .

ا-الـ ٧- المعالجة في وسط غازي - هوائي :

إن الطرائق المعتمدة في معالجة حرارية البeton في وسط مشبع ببخار الماء ليست الثنائي من أجل البeton الخفيف وعلى سبيل المثال من أجل البeton البوزوولي يعود السبب في ذلك كون البeton يحتوي على كمية كبيرة من المياه تتراوح بين ٢٥ - ٤٠٪ من وزن البeton الكلي .

وإن المعالجة في وسط مشبع ببخار الماء لا تؤدي إلى تخفيض كمية المياه الموجودة إلى حدود ١٠ - ١٢٪ المناسبة لتصلب البeton . لذلك فإن المعالجة الحرارية هي ممكنة فقط عندما تستطيع خلالها انفاص كمية المياه الزائدة الموجودة . وخلافاً مع البeton العادي فإن البeton البوزوولي لا يظهر انخفاضاً للمقاومة إذا تم تجفيفه خلال المعالجة الحرارية ، لأن المقاومات النهائية تتعلق بالدرجة الأولى بتساوی الحصويات المستخدمة . لذلك فإن المعالجة الحرارية تتم في وسط قابل لانفاص كمية المياه الزائدة الموجودة في البeton - ذلك يتم في وسط غازي - هوائي يصبح خلال المعالجة رطلاً من المياه المتغيرة من البeton .

يتم ذلك في حجرات مجهزة بفتحات سفلية من أجل ثف الفازات الساخنة الجافة من أحدى جهات الحجرة وشفط الرطبة من جهة مقابلة . إن عملية الثف - الشفط تتم بوساطة مراوح ودارة تجهيزات معينة كما هو موضح في الشكل ١-٦٧ .



الشكل (١ - ٦٧) مخطط التقنية الحرارية ، لحجرة معالجة بالهواء الساخن

- ١ - حنر بيتوبي
- ٢ - مروحة
- ٣ - وعاء مزج
- ٤ - مرجل اضافي
- ٥ - مرجل رئيسى
- ٦ - صمام
- ٧ - حجرة

الستهـ العلاجـة بـواسـطة الاشـعة تحتـ الحـمرـاء :

تعتمد هذه المعالجة على خصائص الأشعة تحت الحمراء التي عندما تتصادم المادة يتم تحويلها إلى حرارة وبذلك زيادة استيعابها الحراري .

إن الأشعة تحت الحمراء هي نبضات الكترومغناطيسية ذات موجات يتراوح طولها بين ($1000 \div 0,76$ mm) وهي وبالتالي موجات الكترومغناطيسية مثلها مثل جمع الأشعاعات الناجمة عن أنواع المطياف، لا تخضع إلى الأسس ذاتها فيما يخص:

— الاتشار في الفراغ من ناحية التعدد وطول الموجة .

— الاتشار في الخلاء بنفس الثوابت .

— اصدار الطاقة في الفراغ .

— امتصاصها من قبل الغازات والأجسام .

— اختراقها للأجسام .

— الامتصاص الجزيئي لها من قبل بعض المواد وغيرها .

يتم الحصول على الأشعة تحت الحمراء لأمور صناعية بوساطة تسخين الأجسام
الصلبة .

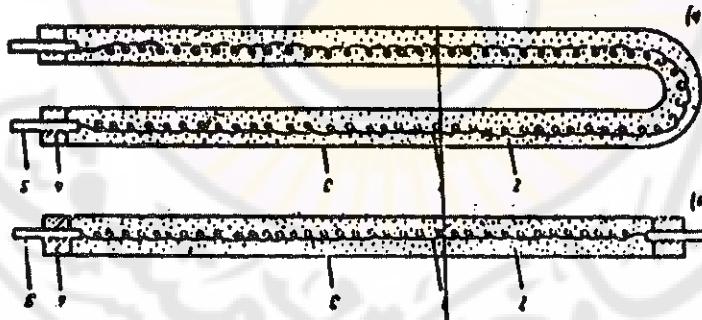
وللأهداف صناعية يتم استخدام أطوال موجة تراوigh بين ($6 \text{ } \mu\text{m} \div 0,78$) .

تنقل الطاقة من مصادر الأشعة بشكل مباشر على الجسم المراد تسخينه معدن
أي وسيط وهي تنتقل بذلك بشكل مباشر وسريع .

يمتص السطح المعرض للأشعاعات الأشعة ويتحولها إلى طاقة حرارية تنتقل من
السطح إلى العمق .

تستخدم المشعات المعدنية كمصادر لتوسيع الأشعة تحت الحمراء في مصانع
البيتون وهي أنابيب معدنية يتركز في محورها سلك ملفوف من خليط مادة
الكروم والنikel ، أما القراغ ضمن الأنابيب وحوال السلك في未必اً بيلورات أو كسيد
المغزيريوم ، من خصائصها الرئيسية الكهربائية والمقاومة الحرارية العالية .

أما الأنابيب نفسه فيمكن أن يكون من الحديد أو النحاس . أما في مصانع
البيتون فتستخدم الأنابيب المعدنية قراراً مقاومتها العالية ضد التأثيرات الديناميكية .
يوضع الشكل (٦٨) نموذجاً لمنع معدني .



الشكل (٦٨) مخطط لمنع أنبوبي معدني
أ - منع مستقيم ، ب - منع ملفت
١ - مقاومة حزونية نيكل - كروم ٢ - وسط غير ناقل للكهرباء
٣ - أنبوب معدني ٤ - سدة غير ناقلة للكهرباء ٥ - نهاية الوصل

طرق العلاجة :

يمكن استخدام المعالجة الحرارية بوساطة الأشعة تحت الحمراء من خلال تطبيق التالية وهي موضحة في الشكل ١ - ٦٩ :

أ - تعریض السطح البيتونی للأشعة بعد تقطیته برقاائق بلاستيكية . وظيفة الرقاائق هي المحافظة على درجة الرطوبة العالية للسطح البيتونی .

ب - تعریض مباشر للسطح البيتونی تحت غطاء مغلق وبحيث لا يزيد حجم فراغ الغطاء على حجم العنصر البيتونی المتواجد داخله من أجل الحصول على ظروف حرارية - رطوبة جيدة .

ج - تعریض سطح القالب الذي يمس البيتون ، للأشعة . في هذه الحالة فإن المشعات تتعرض ضمن فراغ القالب ، ويكون الجانب الخارجي للقالب (الذي ليس بتماس مع البيتون) عاكساً للأشعة .

د - تعریض مباشر للسطح البيتونی ضمن أنفاق حرارية .

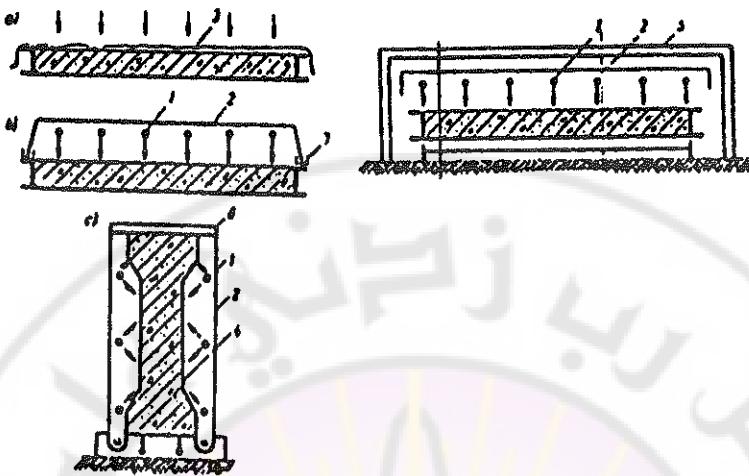
إن الأشعة الموجة على السطح البيتونی يتمتعن بالقدرة الأكبر منها ويرتدباقيها .
إن كمية الطاقة التي يتمتصها السطح تحدد وفق العلاقة التالية :

$$E_d = E_0$$

E_d : كمية الطاقة التي يتمتصها 1 m^2 من السطح .

E_0 : كمية الطاقة التي تقع على 1 m^2 من السطح وتدعى (شدة الإشعاع) .

α : عامل الامتصاص ويحدد نسبة الطاقة المتصصة العدول / ٣٪ .
تستخدم العلاقة السابقة عندما يتم الإشعاع مباشرة على السطح .



الشكل (١ - ٦٩)

الاساليب الممكنة في المعالجة الحرارية بوساطة الاشعة تحت الحمراء

- ١ - اشعاع غير مباشر ، ينطلي سطح البeton برقاقي صناعية .
- ب - اشعاع مباشر ضمن غطاء ك testim (سطح الغطاء عاكس للأشعاع) .
- ج - اشعاع غير مباشر ، عن طريق التماس مع سطح القالب المعدني الداخلي ، السطح الخارجي للقالب عاكس للأشعاع .
- د - اشعاع مباشر ضمن انفاق .
- ١ - منصات انبوبية ٢ - سطح عاكس للأشعاع ٣ - رقاقي بلاستيكية
- ٤ - السطح الماصل للأشعاع ٥ - حجرة مفلقة ٧ - وصلة كتبمة
- N - غطاء عازل للحرارة

اما إذا كان الاشعاع يخترق مادة معينة قبل وصوله إلى السطح البيئي
(كما هو الحال عندما نفطلي السطح برقاقي بلاستيكية) ، فإن العلاقة تصبح :

$$E_o = \epsilon D E_i$$

D : عامل الاختراق وهو يساوي $(0,85 \div 0,8)$ من أجل رقاقي

Polamid

Materialarten	$t [^{\circ}\text{C}]$	ϵ
Puliertes Aluminium	50...500	0,04...0,08
Stark oxydiertes Aluminium	50...500	0,2...0,3
Erhartender Beton	20...100	0,55...0,85
Erhartender Beton (feuchte Oberfläche)	40...100	0,85...0,95
Eisenoxid	100°	0,74
Stahl mit rauher Oberfläche	50	0,36
Stark oxydiertes Stahl	50...500	0,85...0,95
Aluminiumfarbe	100	0,3
Schwarzer Mattlack	40...100	0,85...0,95

الجدول (٦)

النظام الحراري :

إن النظام الحراري الواجب اعتماده يجب أن يحقق الشروط التالية :

إن السطح الذي يتضمن الطاقة يحتاج إلى زمن معين لنقلها إلى داخل الكتلة البيتونية وفق تدرج معين في درجات الحرارة في طبقات البيتون . وفي هذه الحالة يجب ألا يزيد التدرج في حرارة الطبقات على $1,5 \text{ k/cm}$

إن الشرط السابق مرتبط بسرعة رفع درجة حرارة السطح المعرض للأشعة . إن القيم العددية العظمى المسموح بها لسرعة رفع درجة حرارة السطح المعرض للحرارة من طرف واحد لتحقيق هذا الشرط هي :

من أجل عناصر سماكتها ١٠ سم أقل من 50 k/h .

من أجل عناصر سماكتها ٢٠ سم أقل من 30 k/h .

١-٩ حساب الاستطاعة الإنتاجية للخطوط الإنتاجية في المسبك الصناعي

تعبيب استطاعة الخط الإنتاجي بالعلاقة :

حيث :

$$M = \frac{n}{t}$$

— M — الاستطاعة الاتاجية في واحدة الزمن .

— n — عدد العناصر المصنعة .

— t — الزمن اللازم لتصنيعها .

أما الاستطاعة الاتاجية للمصنع ككل فتحسب بالعلاقة التالية :

$$P = N \cdot n \cdot T \cdot F_m$$

حيث :

— N — المرونة الاتاجية للقوالب .

وتحسب أيضاً بالعلاقة :

$$N = \frac{R}{t_E}$$

حيث :

— R — عدد ساعات العمل أسبوعياً لخط أو لمجموعة خطوط إنتاجية .

— t_E — زمن تشكيل كل عنصر .

- عدد التواب المستخدمة .
- الزمن اللازم لتصنيع مجموعة عناصر مبة الصنع يومياً .
- المساحة الوسطية للعناصر المصنعة والمنتجة في وحدة زمنية معينة .

زمن تشكيل المنصر يحسب بالعلاقة :

$$t_E = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

حيث :

- الزمن اللازم لتحضير قالب .
- الزمن اللازم لصب المنصر .
- زمن المعايرة الحرارية أو تشيف البيتون حرارياً .
- الزمن اللازم لفك قالب .
- الزمن اللازم لنقل المنصر من قالب الى مكان التخزين .

الفصل الثاني

تقانة نقل العناصر المسبقة الصنع وتغزيرها

١١- نقل العناصر المسبقة الصنع :

تنقل العناصر المسبقة الصنع وتورد من أمكنة تصنيعها الى أمكنة التركيب أو التخزين بواسطة آليات النقل المتعارف عليها من شاحنات عادية وشاحنات مقطورة أو نصف مقطورة ، ويمكن في بعض الحالات الخاصة استخدام النقل على السكك الحديدية بواسطة القطارات أو النقل المائي أو النقل الجوي .

إن اختيار أسلوب النقل يتعلق بمجموعة من العوامل تذكر منها :

- ١ - بعد مراكز التصنيع عن مراكز التركيب .
- ٢ - طبيعة العناصر المنقولة وأشكالها .

٣ - أسلوب التركيب المتبع في أرض المشروع أكان ذلك يتم من وسائط النقل مباشرة أم من مكان التخزين المرحلي بأرض المشروع .

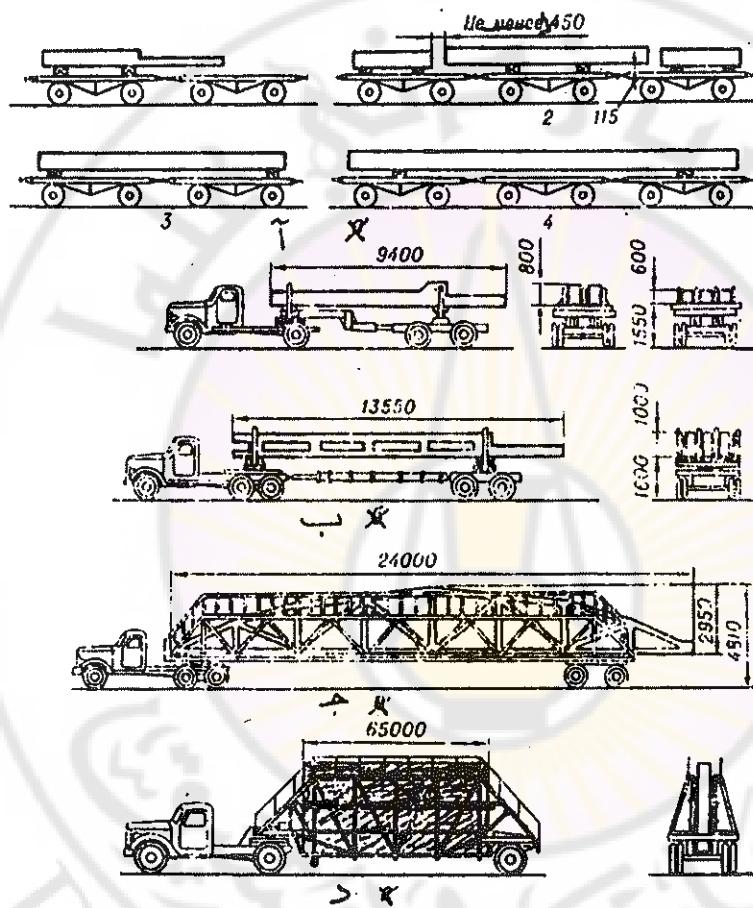
أما اختيار نوع وسائط النقل فهو أيضا يتصل بشكل العناصر المنقولة وأبعادها وطبيعة عملها الانشائي .

تنقل العناصر المسبقة الصنع تتوضع في وسائط النقل بأشكال مختلفة ، حيث يمكن نقل عنصر واحد أو أكثر في وسادة نقل واحدة .

تتوضع العناصر المسبقة الصنع في وسائط النقل بحيث يكون شكل توضيعها

وأستنادها مشابها لطبيعة عملها قدر الامكان ، ما عدا الاعمدة فانها على الالغب ت العمل وتتوسع بشكل افقي ، أما الجدران والبلاطات فانها تتوضع بشكل شاقولي مائل حيث تستند على أقصاص معدنية أو خشبية مصنعة بشكل جملوني انظر الشكل

٠ (١ - ٢)



الشكل (١ - ٢) أشكال نقل المنشآت المسقية الصنع
على القطارات والسيارات الشاحنة
ا) نقل المنشآت المسقية الصنع على المقطورات
ب) نقل الاعمدة المسقية الصنع على المقطورات
ج) نقل المنشآت المسقية
د) نقل الجدران والبلاطات

أثناء نقل المنافر تغيرن للحمولات ديناميكية ناتجة عن الاهتزاز والارتجاج، لذلك وعند تصميم هذه المنافر توضع في الحسبان الحمولات الناتجة عن النقل وأيضا دراسة شكل توضع هذه المنافر أثناء عملية النقل .

أثناء عملية النقل تسمى دائما للتخفيف قدر الامكان من تأثير هذه الحمولات الديناميكية وذلك باستخدام أفضل اساليب النقل الممكنة كالنقل المائي أو النقل بالقطارات ولا فالنقل بالسيارات وعندئذ تتوارد الاحتياطات الالزمه وذلك بحسب هذه المنافر الى مسافة مرنة قدر الامكان .

اما عن ارتفاع طبقات توضع العناصر وعددها فيقرر ذلك طبيعة هذه العناصر وأشكالها الهندسية . وفي حالة امكان شحن العناصر باكثر من طبقة فيفضل وضع مساند خشبية بين العناصر المحملة .

١١-٢- تنظيم عملية توريد العناصر المسبيقة الصنع :

إن عملية توريد العناصر يجب أن تلبي متطلبات استمرارية تنفيذ أعمال التركيب بحيث تؤمن استمرارية عمل معدات وآليات التركيب في أرض المشروع وكذلك تؤمن عمل آليات النقل بحيث لا يحدث ضياع كبير في أزمنة توقف هذه الآليات لا في أرض المشروع ولا في مراكز الاستجرار . وعلى هذا الاساس يوجد لدينا عدة عدوه أشكال لاساليب تنظيم عملية التوريد والتي تتعلق بشكل أساسى بأسلوب التركيب المتبع . ذكر منها أسلوب التركيب من وسائل النقل مباشرة أو أسلوب التركيب من أماكن التخزين المرحلي بأرض المشروع .

إن أسلوب التركيب من وسائل النقل مباشرة يمكن أن يكون مرتبطا بأساليب توريد متعددة ذكر منها :

١ - أسلوب التوريد التواسي : ويستخدم للتركيب من الشاحنات أو من المقطورات التي لا تفك عن الرؤوس القاطرة لها ويستخدم هذا الاسلوب عندما

تزيد مسافة النقل على ١٠ كم وعند ذلك لاختصار زمن التوقف لابد من استخدام أكثر من رافعة من أبن السرعة في تفريغ المناصر .

٢ - اسلوب التوريد مع فك المقطورات عن الرؤوس القاطرة لها في الورشة وفي مراكز التحميل (التصنيع) يستخدم هذا الاسلوب عندما لا تزيد مسافة النقل على ١٠ كم ومثال ذلك (تكون احدى المقطورات تحمل في أرض المصنع - والمقطورة الثانية مع الرأس القاطر في الطريق - والمقطورة الثالثة تكون تحت الرافعة تفرغ المناصر منها في أرض المشروع وتركب مباشرة) .

٣ - اسلوب التوريد مع فك المقطورات فقط في أماكن التركيب ، أي فصلها عن الرأس القاطر فقط في أرض المشروع .

يتميز اسلوب التركيب من وسائل النقل مباشرة بما يلي :

- ١ - اختصار تكاليف التفريغ والتحميل في أرض المشروع .
- ٢ - يوفر أماكن تخزين مرحلتي في أرض المشروع .
- ٣ - يؤمن استغلال أفضل لوسائل النقل .

يحسب عامل استغلال وسائل النقل بالعلاقة الآتية :

$$KT.m = \frac{N \cdot tm}{Tm}$$

حيث :

$KT.m$ — عامل استغلال وسائل النقل .

N — عدد المناصر المركبة من وسائل النقل مباشرة في واحده الزمن المعتبرة .

t_m - زمن التركيب الوسطي لمنصر واحد (ساعة) .

T_m - الزمن الكلي لتركيب العناصر من وسائل النقل باخذ العامل
قيمة دائماً أقل من الواحد $KT.m$

٢-٤ تخزين العناصر المبعة الصناع:

بناء على اساليب التركيب المتبعه في ارض المشروع يتم انشاء أماكن تخزين
مركبة أو أماكن تخزين مؤقتة في حال اتباع اسلوب التركيب مباشرة من وسائل
النقل لا توجد حاجة لانشاء مراكز تخزين في ارض المشروع .

تشتمل ساحات التخزين المركبين عندما تكون مراكز التوريد بعيدة جداً عن
ارض المشروع وهناك ضرورة وحاجة ملحة لتشكيل احتياطي في ارض المشروع .

وتتشكل أيضاً في حال كون المشروع المراد تنفيذه مؤلفاً من عدة منشآت كبيرة،
أو هناك حاجة للقيام بعمليات التصنيف أو التجميع أو المعالجة قبل القيام بعمليه
التركيب للعناصر .

تصنف العناصر المبعة الصناع ويتم تحقيق جودتها وترتب حسب أولوية
تركيبها ، في ساحات التخزين المركبة يتم أيضاً اصلاح بعض العناصر التي تكون
قد تعرضت لاضرار أثناء القيام بعملية النقل أو التحميل والتفرير . وتجهز العناصر
أثناء تواجدها في ساحات التخزين المركبة بمعدات التعليق والتقوية إن كان هناك
ضرورة لذلك .

تجهز ساحات التخزين المركبة بروافع جسرية أو روافع متحركة على جنائز
أو روافع برجية للقيام بعمليات التفريغ والتحميل .

يجب أن تكون هذه الروافع ذات حمولة اعظمية أكبر من أي كتلة أكبر عنصر يمكن أن يورد إلى أرض المشروع .

تعطى أرضية ساحات التخزين ميول لتصريف الحياة المتجمعة في ساحة التخزين نتيجة الأمطار والسيول وتخدم الساحات بطرقان للآليات التي تقوم بالعمل على نقل العناصر ، وتجهز هذه الساحات بالأنارة الازمة أثناء العمل ليلاً .

تصطف العناصر المسبقة الصنع في ساحات التخزين على عدة طبقات أو صفوف وبوضعية مشابهة لطبيعة عمل هذه العناصر بعد تركيبها ، عدا الأعمدة التي يمكن تخزينها بشكل أقل . انظر الشكل (٢ - ٢) .

تخزن الجوائز المعدية بعضها إلى جانب بعض مستندة إلى مسند كما في الشكل (٢ - ٣) .

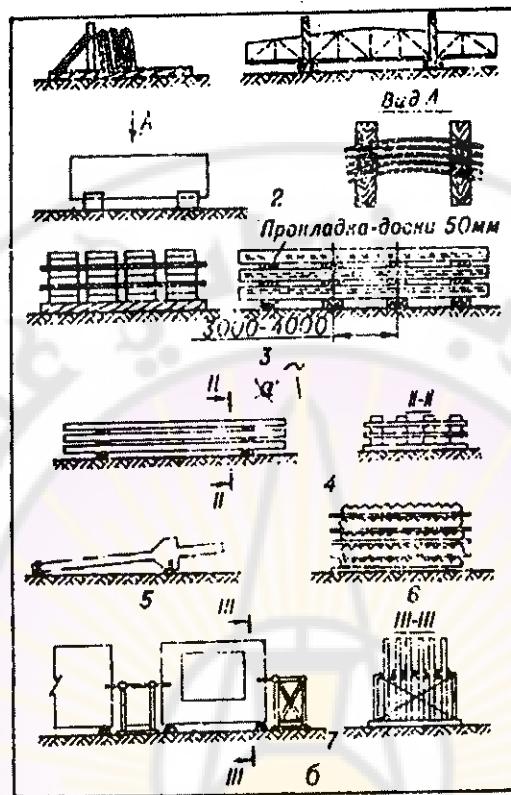
تخزن الجدران البيقونية المسلحة في كاسيتات كما في الشكل (٢ - ٤) .

توضع العناصر السفلية في الصف أو الرزمة على مساند خشبية ، كذلك توضع دفوف خشبية بين كل عنصرين لتسهيل عملية إدخال وسائل التعليق أثناء عملية التقل والتركيب .

ترك مرات بين الصدوف بعرض لا يقل عن ٧٠ سم كل ٢٥ م . ويترك فراغ بين كل صف وآخر لا يقل عن ٢٠ سم .

ساحات التخزين المؤقتة تتوضع عادة ضمن مجال عمل روافع التركيب وتنفذ المتطلبات الخاصة نفسها بساحات التخزين المركزية . ولكن يضاف إلى ذلك في حالة توضع العناصر بالقرب من المبني يجب ترك مسافة تكفي لمرور معدات التركيب وروافعه .

تحسب مساحة ساحة التخزين على أساس أنها يجب أن تؤمن استيعاب حجم من العناصر يومياً استمرارية أعمال التركيب وتحسب بالعلاقة التالية :



الشكل (٢ - ٢) أشكال تخزين العناصر المسبقة الصنع

- أ - العناصر المسبقة الصنع المعدنية
- ب - العناصر المسبقة الصنع من البيتون المسلحة
- ١ - عناصر شبكية ٢ - الوازع معدنية
- ٣ - اعمدة معدنية ٤ - اعمدة بيتونية مسلحة
- ٥ - اعمدة بيتونية مسلحة ٦ - ادراج ٧ - جدران

$$K_{\text{نـ}} \times \frac{q_i}{q_i} = K_i$$

حيث :

- ساحة التخزين الالزمه m^3
- كتلة المناصر او حجمها من كل نوع من المناصر يحتاج الى تخزين Q_i
 $(\text{طن}) (m^3)$.
- الكتلة الحدية التي يمكن ان تخزن على $1 m^3$ من مساحة ارض المستودع (ساحة التخزين) لنوع الواحد من المناصر
 (m^3/m^2) او (T/m^2) .
- عامل يضم في حسابه المساحة المخصصة للمرات والمداخل وساحات التصنيف والتجميع في ارض المستودع (أو ساحة التخزين)
ويؤخذ عادة من ١٧٥ حتى ٢٠

كتلة المناصر من كل نوع يحتاج الى تخزين تحسب بالعلاقة :

$$Q_i = \frac{Q_E}{T \cdot \alpha \cdot K \cdot A}$$

حيث :

- كتلة المناصر الالزمه للتركيب في زمن معين Q_E

- ٢ - الزمن اللازم لتركيب هذه العناصر .
- ٣ - عامل عدم انتظام توريد العناصر الى ساحة التخزين ويؤخذ عادة مساواة (٩٠٪) .
- ٤ - عامل عدم انتظام تركيب العناصر ويؤخذ عادة مساواة (١٣٪) .
- ٥ - احتياطي العناصر ليوم واحد من كل نوع .



الفصل الثالث

تقنيات تركيب المسبق الصناع

١-١- العمليات الازمة لتنفيذ الابنية مسبقة الصنع :

عمليات تغذوية → عمليات نقل → عمليات تركيب → عمليات إكساء

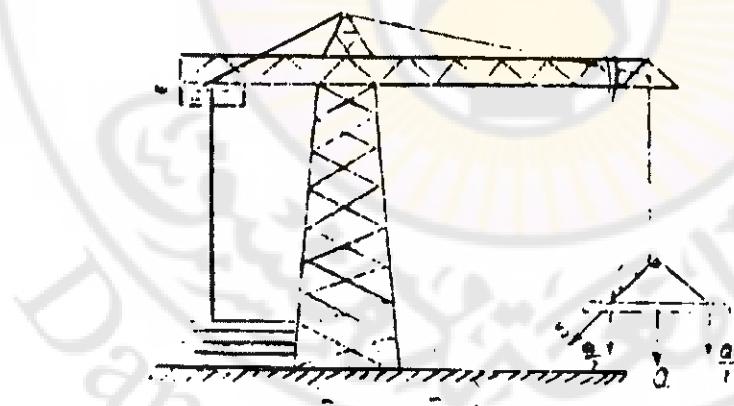


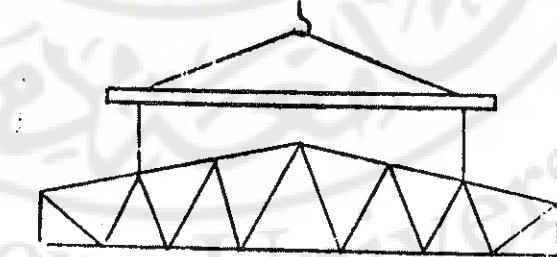
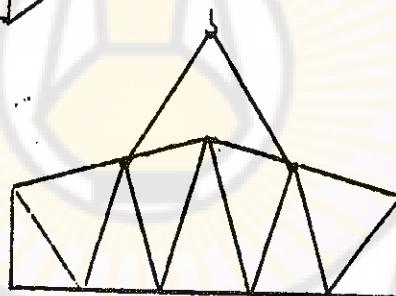
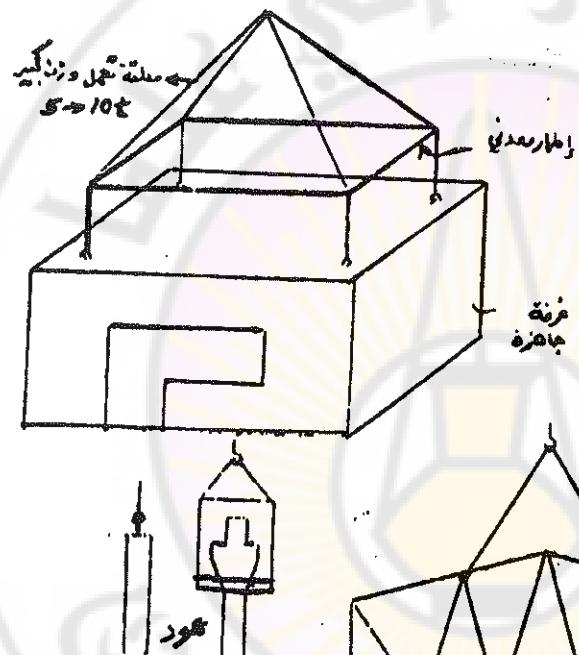
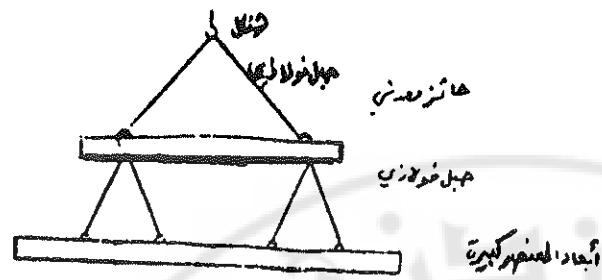
الشكل (١ - ٢) مراحل العمليات الازمة لتنفيذ الابنية مسبقة الصنع

٤-٢ عمليات التركيب للعناصر المبنية المسبقة الصنع

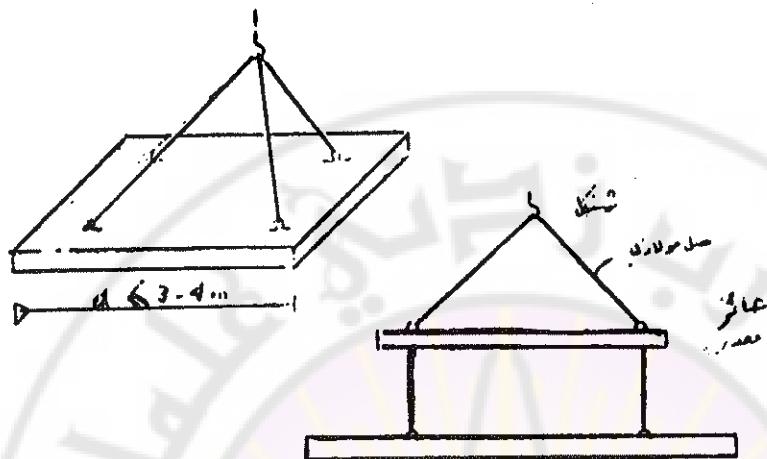
تلعب الآلات (رافعات) أو المعدة الالزامه للتركيب (المعلقات) دوراً أساسياً هناك رافعات ثابتة ورافعات متعددة على دوالب مطاطية أو جنزيز أو على سكة حديدية وتستخدم الرافعات عدة لازمة لرفع (معلقات) وهي المعدة الالزامه لرفع العناصر (أسلاك وشنائل ..).

- في كل عنصر يتواني مسبق الصنع يجب وضع شناكل من أجل رفعه .
- أما عدد الشناكل وترتيبها فحسب عدة شروط منها :
 - ١ - نوع العنصر وشكل المسار .
 - ٢ - وضع هذا العنصر في مكانه الانشائي في المبنى .
 - ٣ - نوع آلات الرفع المستخدمة لهذا العنصر .
- ٤ - نوع العنصر من يتكون عادي التسلیح أو مسبق الاجهاد أو حسب وظيفة العنصر إن كان بلاطة أو جائزأ أو عوداً أو قوساً .





الشكل - ٣ - ١٢



تصنيف أنواع معدنات التعليق (المعلقات) :

١ - يحسب نوعية المعلقات :

آ - مرنة (جبال فولاذية) - أحادية الفروع ومتعددة الفروع - متعددة الاستخدام .

ب - غير مرنة (هيكل واطارات معدنية) .

٢ - يحسب مجال الاستخدام :

آ - متعددة الاستخدام : تستخدم لأشكال مختلفة من العناصر .

ب - خاصة الاستخدام : تستخدم لشكل محدد من العناصر .

٣ - يحسب طبيعة عملها :

آ - ميكانيكية .

ب - كهرومغناطيسية .

ج - تعمل على مبدأ تفريغ الهواء .

د - مركبة .

الجبال الفولاذية :

أطوالها بحدود ٥-١٥ متراً .

أقطارها ١٢-٣٠ مم و ١٢-٢٠ مم .

- ١٧٦ -

وعادة تكون العبال مؤلفة من ست حزم مؤلفة بدورها من مجموعة أشرطة
٦١٣٧ شرطا وحبل مركزي من الليف .

$$6 \times 19 + 1$$

$$6 \times 37 + 1$$

$$6 \times 61 + 1$$

تولد أثناء رفع هذه العناصر في المعلمات الإجهادات S . كما مر معنا سابقا .
وبالتالي يتم اختيار المعلقة حسب الإجهاد المتولد . أي حسب المنصر المراد رفعه .

إذ عملية رفع العناصر البيتوية مسبقة الصنع تحتاج لعدة خاصة نسميتها
(المعلمات) وهي حبال معدنية (فولاذية) تملق في خطاف الرافعة وترتبط في المنصر
بشناكل خاصة صنعت أثناء تصميم المنصر البيتوبي المسبق الصنع .

هذه العبال المعدنية قد تكون مؤلفة من حبل أو أكثر . وأثناء عملية الرفع
للعناصر المسبقة الصنع تولد الإجهادات في حال المعلمات . وهذه الإجهادات يجب
أن تكون متساوية في جميع الحالات التي تقوم برفع المنصر حتى يحافظ المنصر
المرفوع على توازنه .

لتصميم حال المعلمات يجب علينا معرفة أوزان العناصر المسبقة الصنع . وبعد
تصميم الحال على الإجهاد S نستطيع اختيار نوع المعلقة الالزمة لعملية رفع
للعناصر البيتوية المسبقة الصنع .

إذا كان الإجهاد في حال المعلقة غير متساوٍ ، أي توزع حمولة المنصر المسبق
الصنع غير متساوٍ على حال المعلقة فيجب اضافة عامل أمان قدره (0,75)
إلى مخرج العلاقة التي تعطي الإجهادات في حال المعلقة .

$$S = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha, 0,75}$$

$$30^\circ < \alpha < 45^\circ, 60^\circ$$

إذا زادت الزاوية على 60° فلا يسمح برفع المنصر أطلاقاً .

عند اختيار جبال المعلقة من الفولاذ يجب أن توضع اجهادات القص في الحساب من أجل حساب حد المثانة :

$$R = K \cdot S$$

هذه الاجهادات مرتبطة بأوزان العناصر المسبقة الصنع التي سيتم رفعها .

فإذا كان وزن المنصر حتى (t 50) فيجب إضافة عامل أمان

$$K = 8$$

أما إذا اتجاوز وزن المنصر المسبق الصنع عن (t 50) يؤخذ

$$K = 6$$

عند تعليق الجبال الفولاذية في خطاف الرافعة لا يجوز أن يتلامس أكثر من حبلين عند نقطة التعليق . وإذا اضطررنا لهذا التلامس فيجب الاستعانة بعده رفع مساعدة أو معلقات معايدة للاستثناء عن تلامس أكثر من حبلين مع بعض .

إن وضع العناصر المسبقة الصنع على الأرض قبل رفعها يجب أن يكون بمكان قريب إلى الرافعة حتى يطولها ذراع الرافعة المستخدمة .

فكلاً بعده المسافة من الارتفاع تفقد عملية رفع العناصر وصادفنا خطورة
أثناء عملية الرفع والتركيب (حيث تؤدي الى تارجع العنصر في الهواء وهذا خطير
جداً)

٣-٢١ أنواع الروافع المستخدمة لرفع العناصر المسبقة الصنع :

١ - روافع متحركة :

تستخدم عند الأساسات أو تركيب عناصر البناء من طريق واحد .

٢ - روافع برجية :

تستخدم في سائر مجالات تركيب المسبقات الصنع وبخاصة التشربات استطاعتتها
(t → 150) . ويمكن استخدام روافع برجية ذات أذرع متحركة . وللروافع
البرجية نوعان :

١ - تسير على سكك حديدية .

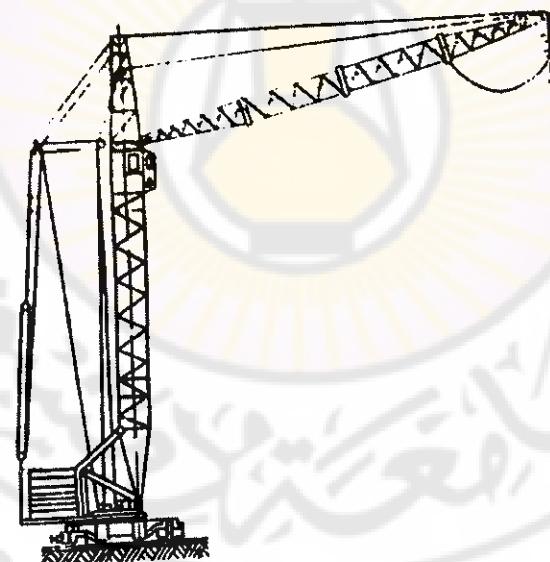
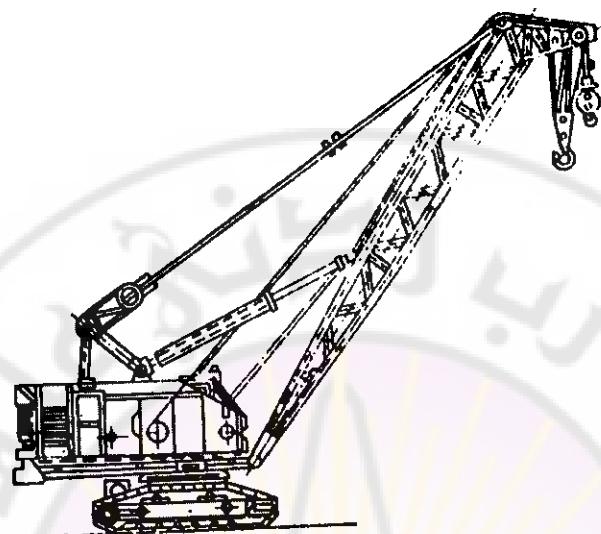
٢ - روافع ثابتة .

٣ - روافع جسرية :

ذات استطاعات كبيرة جداً (t 150) تستخدم عند تركيب العناصر المسبقة
الصنم ذات الوزن الكبير ولكن تستخدم فقط من أجل تركيب عناصر المبني مسبقة
الصنم من طابق واحد أو طابقين على الأكثر ذات الأبعاد الطولية أفقياً وشاقولاً .

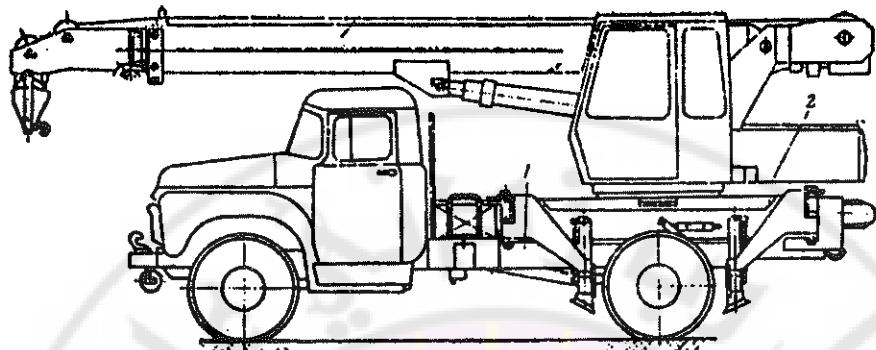
٤ - روافع تسلكوية :

وتكون محمولة أو ثابتة . وغالباً ما تستخدم محمولة على سيارات ذات
دوالib أو مجنزرة . ومن مميزاتها أنه يمكن زيادة طول ذراع الارتفاع أو تقصيره
على طريق سحب الأنابيب المتخلطة مع بعضها .



الشكل (٢ - ٤)

- ٤٨٦ -



إذ اختيار آلات الرفع للتركيب يجري بعد اختيار طريقة تركيب العناصر للأبنية والمنشآت مع الوضع في الحسبان أبعاد المبني أو المنشأة وارتفاع الطريق . وقد نضطر أحياناً لاستخدام أكثر من رافعة اذا كان في المبني مجازات طبوية . وبشكل أساسي عند اختيارنا لنوع محدد من الروافع يجب أن نضع في الحسبان .

أولاً : أوزان العناصر المرفوعة التي سيتم تركيبها على ارتفاعات مختلفة . ثانياً : طول ذراع الرافعة الذي يحدد لنا نصف قطر مجال تحرك الرافعة « مجال التركيب » .

وهنالك مفاهيم أساسية يجب وضعها في الحسبان :

- ١ - حجم البناء الذي يبين امكان اقتراب الرافعة الى أمنة عند نقل العناصر ورفعها ثم تركيبها .
- ٢ - كتلة العناصر المركبة بما فيها أوزان عدة الرفع « المعلقات » .

$$G_M \geq G + q$$

G_M — كتلة العناصر المركبة .

G — وزن العنصر البيتوبي المسبق الصنع .

q — وزن عدة الرفع (المعلقات) .

يتم اختيار الرافعة المطلوبة على أساس حساب الارتفاع التركبي والعمق التركبي .

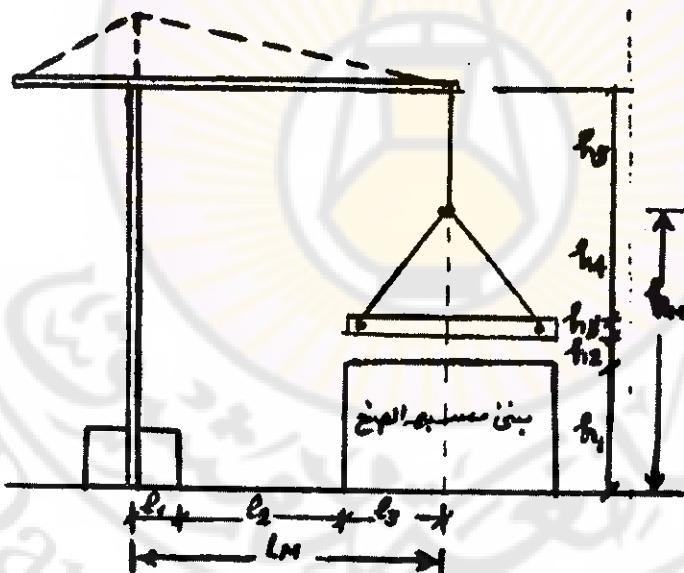
$$h_M = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$$L_M = l_1 + l_2 + l_3$$

حيث :

h_1 — ارتفاع المناظر المركبة سابقاً أو ارتفاع الركيزة التي سيتم عليها تركيب العنصر المسبق الصنف .

h_2 — ارتفاع الأمان وهو الفرق بين ارتفاع الركيزة وأسفل العنصر المركب حتى تتمكن من استخدام الأدوات المساحية لتمكن من تحديد الوضع المستوي والشنقيولي .



(الشكل ٢٠ - ٥)

h_3 — ارتفاع المنصر المركب أو سماكة المنصر .

h_4 — ارتفاع عدة التركيب (الجبل المعلقة) .

h_5 — بعد خطاف الرافعه عن ذراع الرافعه (هذا بعد متغير لذلك لم ندخله ضمن حساب الارتفاع التركيبى) . (يمكن ادخاله أو عدم ادخاله) .

في حال اختيارنا الرافعه لتركيب الأساسات فقط :

$$h_1 = 0$$

ويكون الارتفاع التركيبى :

$$h_M = h_2 + h_3 + h_4$$

l_1 — المسافة بين محور دوران الرافعه حتى التركيب المفصلي لذراع الرافعه وهو بعد متغير يتعلق بنوع الرافعه .

l_2 — المسافة بين الواجهة الخارجية للمبنى والتركيب المفصلي لذراع الرافعه وهو بعد متغير .

l_3 — المسافة بين الواجهة الخارجية للمبنى والخط العمودي المار من بكرة الرافعه .

إذا أصبح لدينا ثلاثة عوامل :

$$G_M, L_M, h_M$$

وهناك جداول حسب الرافعات مثل الكودات :

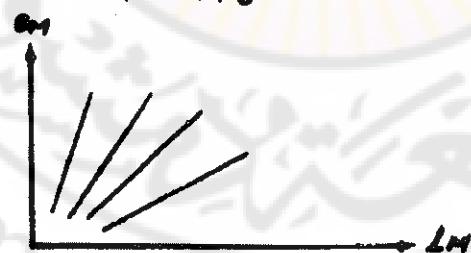
نوع للرافعة	G_M	h_M	L_M

هناك طريقة أخرى لاختيار الرافعة المطلوبة لرفع العناصر مبقة الصنم وتنصي
هذه الطريقة بالطريقة البيانية .

فهناك مخططات خاصة لكل رافعة تبين العلاقة بين الثقل المرفوع وطول ذراع
الرافعة والارتفاع التركبي لهذه الرافعة وحسب هذه المصورات البيانية نستطيع
اختيار الرافعة المطلوبة .



الشكل (٦ - ٣)



الشكل (٧ - ٣)
— ١٨٧ —

٢- الهيكل التنظيمي والتكنولوجي لعمليات التركيب:
من حيث :



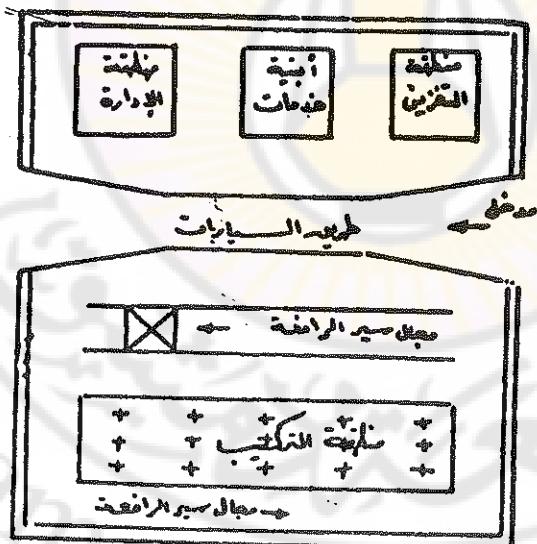
الشكل ٢ - ٦.٨

إن تنظيم عمليات التركيب يجب أن تتم بتطوير أعمال التركيب وسلسل نظام تنفيذ العمليات المختلفة من عمليات نقل إلى عمليات رفع إلى عمليات المكنته كلياً أو جزئياً لعمليات التركيب . وجوب أثنا أن تتناول تكنولوجيا عمليات التركيب التي قبلها بتحضير عدة الرفع ثمربط هذه العناصر في آلات الرفع ونقلها إلى مكان وجودها في المبنى ثم تقوم بعملية التركيب أو التثبيت المؤقت للعناصر ثم التثبيت النهائي للعناصر بطريقة اللحام الكهربائي ، وأخيراً تقوم بتنفيذ العمليات المساعدة وهي معالجة الفوائل الانشائية .

قبل البدء بأعمال التركيب علينا وضع مخطط لمكان البناء وأمكانة تحرك الرافعات المستخدمة وأمكانة التغذية وأمكانة الادارة والخدمات العامة .

١١- المخطط التنظيمي لوضع البناء قبل بدء عمليات التركيب :

- المرحلة الأولى :
- توزيع الموقع إلى مناطق :
- منطقة التركيب .



الشكل (٩ - ٣)

• منطقة التخزين .
• منطقة الادارة وأبنية الخدمات العامة .
يمكن اذا كانت ابعاد منطقة التركيب كبيرة استخدام اكثر من رافعة

وتوضع رافعة تسير بالاتجاه المعاكس .

ـ المرحلة الثانية :

تقسيم اعمال التركيب الى ورديات على أساس :

١ - يتحكم كبر المشروع او صغره بعدد الورديات الازمة للتنفيذ .

٢ - نوع العناصر المسبقة الصنع .

٣ - الجملة الانشائية التي يتالف منها المبنى .

إذا كان لدينا تركيب على ثلاث مراحل :

١ - تركيب أفقي : تركيب أنابيب الصرف الصحي . تركيب العناصر المسبقة الصنع وبالتالي أو بالتتابع أو بالترتيب .

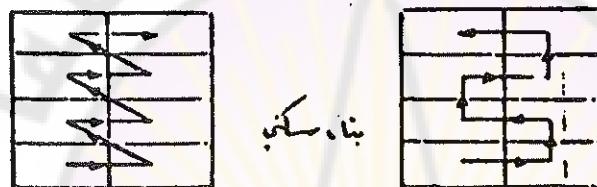
٢ - تركيب عمودي : تركيب الأبراج ، تركيب الصوامع ، تركيب المئارات ، تركيب أعمدة الكهرباء . ويكون التركيب بالترتيب أو بالتتابع .

٣ - تركيب مشترك : وهو أكثر الأنواع شيوعا ويضم تركيب الأبنية السكنية من طابق أو عدة طوابق (عالية) وتركيب الأبنية الصناعية .

ويمكن اتباع عدة طرائق للتركيب المشترك .

إذا كان لدينا مبني سكني من عدة طوابق نبدأ بتوزيع الورديات من أعلى انهاء الطابق الأول بشكل كامل ثم يتم الانتقال لتركيب الطابق الثاني كاملاً وهكذا .

الانتقال في التركيب من طابق لأخر قد يتم قبل الاتهاء من كل طابق بشكل كامل . بل هناك ورديةات تعمل في طابق أول مثلاً وورديةات تعمل في الطابق الثاني . أي أن التركيب جزئي وليس تماماً للطابق الواحد .



إذا كان السقف مؤلماً من قشرات قد لا تستطيع رافعة واحدة تفريغه بل تحتاج عدة روافع .

ويجب أن يتضمن المخطط التنظيمي المخطط اليومي للتنفيذ .

٣-٣ وضع المخطط التكنولوجي لتنفيذ أعمال التركيب :

ثم يوضع مخطط تكنولوجي لتنفيذ أعمال التركيب . ويجب أن يتضمن المخطط التكنولوجي :

- تنظيم حركة آلات التركيب .

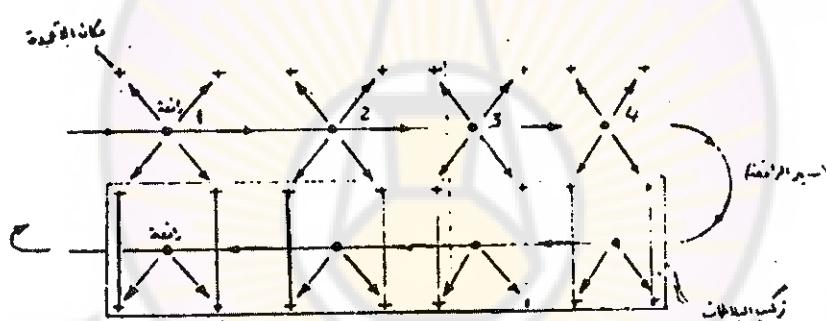
- توضيح طرائق التركيب « تقنية التركيب » .

- أنواع القوالب وكيفية تركيبها وفكها .

- لحم التسليع مع بعضه .

ويتعدد أيضاً بالنسبة للمصبوب بالمكان . ويجب أن يتضمن المخطط التنظيمي جدولًا زمنياً لعدد أيام التنفيذ .

ويجب على المخطط التنظيمي والتكنولوجي أن يتضمن فقرات صيانة العمل والشروط الفنية لها أي ما يسمح به وما لا يسمح به أثناء سير عملية التنفيذ .



الشكل (٢ - ١١)

حركة الراقصة في التركيب واناء سيرها

٦-٧ طرائق تركيب العناصر البيتونية مسبقة الصنع :

١- طريقة التركيب المنفصل أو المجزأ :

إن طرائق تركيب الأبنية المصنوعة من العناصر المسبقة الصنع تتبع حسب الجملة الانشائية ، التي تؤلف المبني . فإذا كان لدينا مبني مؤلف من العناصر الانشائية التالية : أعمدة ، جوائز ، بلاطات . نختار لتركيب عناصر المنشآ طريقة التركيب المنفصل أو المجزأ وهذا يعني أن الروافع المستخدمة للتركيب تقوم بتركيب «العناصر المسبقة الصنع المتشابهة فيما بينها» (أعمدة فقط أو جوائز فقط) بسلسل من أول البناء «أول عمود أو أول جائز» حتى آخر البناء «آخر عمود أو آخر جائز» حسب موقع هذه العناصر في البناء على أن يتم تركيبها بشكل منتظم .

٢- طريقة التركيب المركبة :

وتتضمن تركيب كل عنصرين مشتركين من ناحية الاتصال من موقعهما في البناء من أول البناء إلى آخره ، وتسعى بتركيب أكثر من عنصرين بالوقت نفسه لكن بشرط أن يبدأ بتقسيم ساحة المبني أو المشروع إلى أقسام أو أجزاء متساوية لتسهل علينا تنفيذ أعمال التركيب .

فنبداً بالأجزاء من الجزء الأول إلى الجزء الأخير بالسلسل ثم تعود الرافعه وتركب باقي العناصر المتسمة للعناصر المركبة الأولى من البداية حتى النهاية .

٣- طريقة التركيب المشتركة :

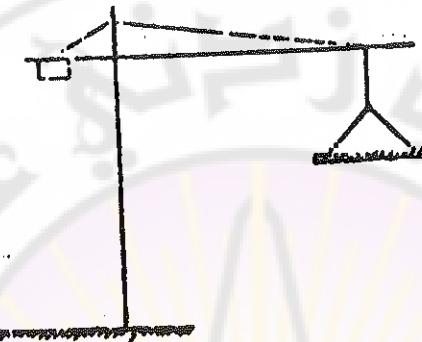
وتتضمن تركيب العناصر الانشائية للجملة الانشائية نفسها المختارة سابقاً بجمع الطريقتين السابقتين .

بعد تقسيم ساحة المبني لأجزاء متساوية نختار التنفيذ في بعض الأجزاء بطريقة التركيب المنفصل وبباقي الأجزاء بطريقة التركيب المركبة .

العمليات المداخلة في التركيب :

١ - رفع العناصر :

من العمليات الأولى التي تدخل في عمليات التركيب هي رفع العناصر البيتية المسبة الصنع .



الشكل (٣١ - ٣٢)

- يجب التقيد بسير عمليات الرفع على أن تقوم بمهمة الرفع المبدئي وهي الفنر لمسافة ٢٠ - ٣٠ سم فوق سطح الأرض وبعدها رفع الفنر وبسرعات ثابتة (حركة متنظمة) إلى مسافة تزيد على مكان تركيب العنصر بـ ٥٠ م ثم توجيه الفنر إلى المكان المطلوب وتركيه في مكانه الانشائي .

٣- المعايرة أو التأكيد من توازن العناصر مسبة الصنع :

المعايرة هي العملية التي تؤمن دقة مطابقة القياسات لوضع الفنر المسبق الصنع في مكانه مع القياسات المتروكة له عند تركيب العناصر السابقة والتي سيرتكز عليها أو ستحدد منها هذا الفنر .

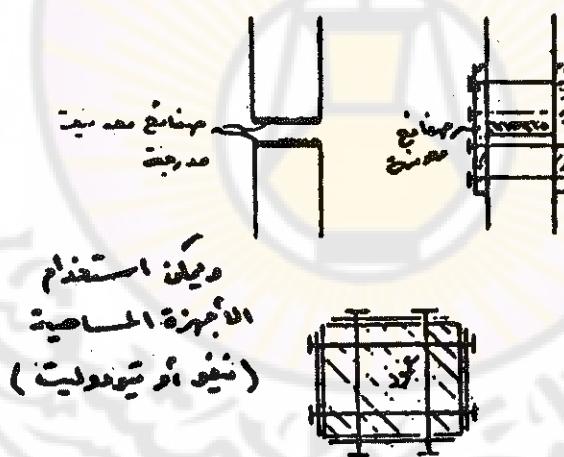
تم المعايرة بطريقتين :

- ١ - بالنظر أو باستخدام الخيط والشاقول وهي طريقة بدائية يدوية .

٢ - طريقة آلية . المعايرة بالآلات .

- ومن الآلات المستخدمة في المعايرة :

- ١ - جهاز الموازنة لتركيب الأعمدة . وهو صفائع معدنية توضع في منطقة الوصل بين الأعمدة . تدخل فيها براغي تدور حتى يأخذ العمود الوضعية الشاقولية .
- ٢ - أن تكون صفيحة الوصل بين العمودين متدرجة حيث يتم مطابقة هذه الصفائع بحيث تتطابق التدرجات على كل من من العمودين .



(الشكل ٣ - ١٣)

- ١٩٦ -

— إذا يكن تطبيق المعايرة أو التأكيد من توازن العنصر المسبق الصنع أثناء التركيب وقبل وصل الوصلات بين العناصر إما بطريقة النظر أو باستخدام الشاقول أو بطريقة استخدام الأجزاء الخاصة التي تكشف عن الخطأ . وتمكننا من تحديد ارتكاز العنصر في المكان الخصم له .

— إن مجموعة الموامل التي تؤثر في دقة التركيب هي نفسها مجموعة العوامل التي تؤدي إلى انحراف المقاييس الهندسية أثناء الصنع للعناصر المسبقة الصنع وأثناء وضع هذه العناصر .

ويسكن إيجاد الدقة في التركيب بالعلامة التالية :

$$K = \frac{1}{1 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3}$$

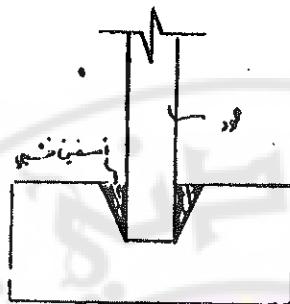
حيث $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$ مجموعة الانحرافات لمقاييس العناصر المسبقة الصنع المؤلفة من انحراف التركيب أو انحراف وصل الوصلات الانشائية أو الانحراف الناتج عن خطأ أثناء الصنع فكلما كان هذا العامل أقرب إلى الواحد كانت الدقة أكبر في التنفيذ ونوعية أفضل لتركيب العناصر . وهنا حد أعظمي لا لارتكاب الأخطاء يجب أن يكون مذكوراً في المخطط لكل مشروع من المشاريع وهذا طبعاً مرتبط بنوع العناصر المسبقة الصنع أو بالحلول الانشائية للجملة كلها . وهذا ينعكس على عملية تركيب العناصر وعملية اللحام الكهربائي للتسلیح وكيفية وضع العنصر في مكانه . كل ذلك يجب أن يكون في حدود مقبولة أو في شروط ملائمة للكود .

٩- تثبيت العناصر :

— تثبيت مؤقت للعناصر

بوساطة الآلات

— تثبيت دائم للعناصر

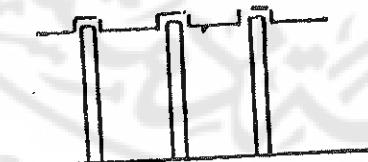


الشكل (١٤ - ٢)

- تلزمنا لعملية التثبيت المؤقت للعناصر أجهزة للمحافظة على توازن العنصر .
ـ لحم الوصلات بين العناصر . ولا يجوز لحم الوصلات بين العناصر قبل التثبيت
المؤقت لها .

- هناك أجهزة تستخدم لثبت كل جدار أو عمود على حدة أو أجهزة جماعية
لثبت مجموعة عناصر بعضها مع بعض . مثلاً يمكن ثبيت عدة أعمدة مع بعضها
عن طريق اطارات معدنية يمكن تغيير أبعادها .

ويمكن استخدام بواري تداخل مع بعضها لتغيير الأبعاد .

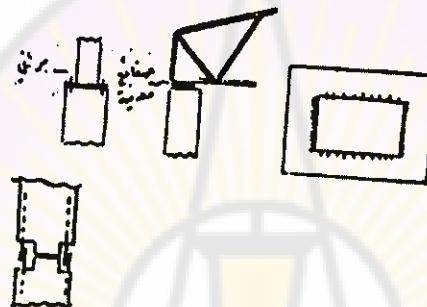


الشكل (١٥ - ٣)

- أما التثبيت الدائم للعناصر . فيتم بعد التثبيت المؤقت حيث تقسم بعملية لحام كهربائي للوصلات الانشائية بين العناصر .

إما أن يتم اللحام لتحديد التسليح البارز من كل عنصر عند نقاط الارتكاز أو أن يتم لحام الصنائع المعدنية المتوضعة عند الفواصل بين العناصر .

- يجب إجراء دراسة مسبقة للفواصل الانشائية والوصلات بين العناصر قبل عملية التثبيت الدائم .

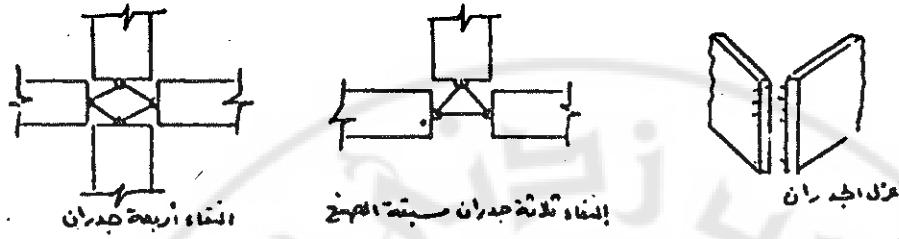


الشكل (٣ - ١٦)

إذا لم تعالج الفراغات بين العناصر بعد اللحام فسوف يؤدي ذلك الى تسرب الرطوبة ، فيجب تعبئة الفراغات بشكل جيد بمواد عازلة ضد الرطوبة ومواد عازلة ضد الصدا وعازلة للصوت والحرارة .

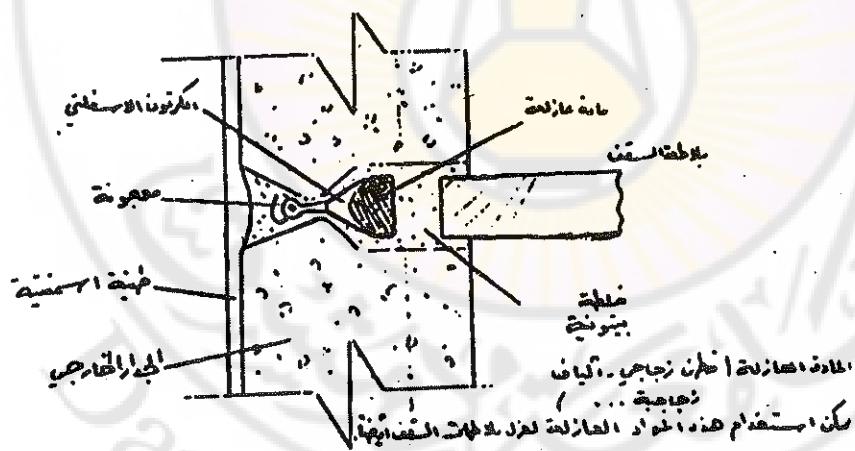
١٠-٢) الوصلات ومعالجة الفواصل في المسبق الصنع :

- ١ - وصل حديد التسليح باللحام الكهربائي .
- ٢ - الوصل يتم باللحام وذلك للصنائع المعدنية الموضوعة عند نقاط اتصال العناصر مع بعضها .



يمضى معالجة نقاط الاتصال وذلك من الناحية الانثنائية من حيث تسلل
الhumolat من عنصر آخر .

- ويجب معالجة حديد التسليح أيضاً لنعه من الصدا وذلك بطلائه بسواد
عازلة أو تغليف التسليح بمواد معدنية كالألمانيوم Al والتوكاء Zn .



طريقة عزل فاصل الجدار الخارجي مع بلاطة السقف التكرر
الشكل (١٨ - ٣)

بلاطة مفرغة

بلاطة محشوة

(الشكل ٢ - ١٩)

و تعالج الوصلات أيضاً بوضع عازل للرطوبة والحرارة . . . كذلك عازلة للصوت ويجب تعيث هذه الفوائل بالمواد العازلة التالية :

مواد بولي ميرية ، أو سوف زجاجي ، أو إسفلت . . .

- البلاطة المسبيقة الصنع (قد تكون مفرغة أو غير مفرغة) حسب حاجتها لعزل الصوت .

تعد معالجة الفوائل بين القطع البيتونية مسبقة الصنع من العمليات التكنولوجية الرئيسة أثناء إشادة المبني فهي تحدد نوعية نقاط الوصل وديمويتيها وذرومة البناء مسبق الصنع بشكل عام فيجب أن تكون نقاط الوصل متينة وقادرة على تحمل جميع العمولات الداخلية والخارجية .

- تنفيذ الوصلات بين القطع بطريقةتين :

إما باللحام الكهربائي لتحديد التسلیح أو بطريقة لحام الصفائح المعدنية المتوضحة في أسفل المعاشر المسبيقة الصنع وفي نقاط الوصل بالتحديد .

- إن نوع الفوائل أو الوصلات يعكس أهمية معالجة هذه الفوائل ونوعية الخلطة البيتونية المستخدمة لاغلاق الفراغات أو ملئها بين الفوائل أو معالجة الفوائل . فيجب استخدام مواد عازلة أولاً للصداً وثانياً للرطوبة والصوت .

— أما **الموالzel المستخدمة ضد الصذا** فهي **الطريقة الميكانيكية الكهربائية أو الطريقة الكيميائية الكهربائية** وتفصي: تلييس حديد التسليح المحروم بين الوصلات ببادتي الألミニوم والتويه السائل ، كما يفضل طلاء مناطق الوصل المحرومة بالدهان الخاص ضد الصذا .

— كما تستخدم المواد البولimerية للعزل كالبولي إيتيلين .

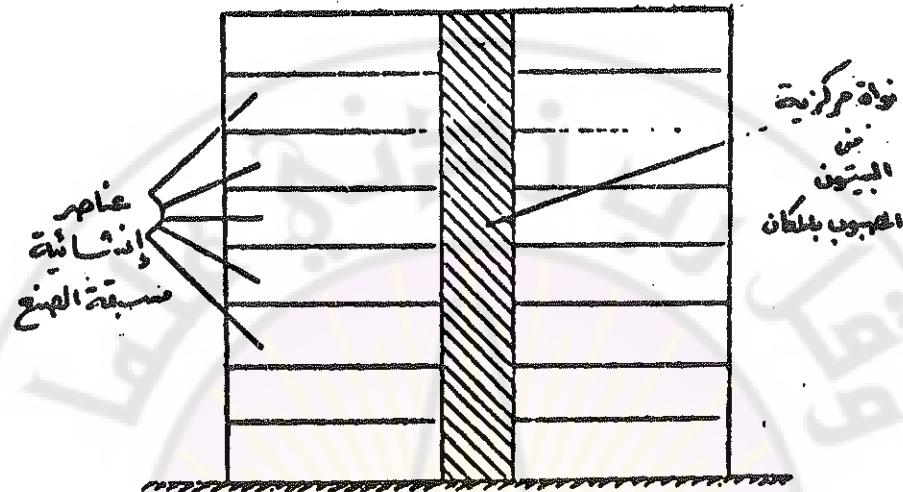
أما بالنسبة لعزل الوصلات بين الجدران فيفضل استخدام مواد راتنجية مثل المعجونة التي تؤمن عزل جيد للرطوبة والحرارة .

كما تستخدم مواد أخرى للعزل ضد الحرارة والصوت مثل الألياف الزجاجية أو القطن الزجاجي أو تستخدم أحياناً مادة الكرتون الإسفلي لتؤمن العزل الجيد ضد الرطوبة .

وبعد وضع هذه المواد العازلة يجب ضخ الخلطة البيتونة التي تكون بثابة الطينة الاستممية للجدران حتى يتم تفلييف انتبهات كافة بين المواد العازلة والسطح الخارجي للمبني .

١.١-٣ تركيب الأبنية الميكانيكية العالية :

عند تركيب الأبنية العالية المكونة من العمل الانشائية التالية :



الشكل (٣ - ٢٠)

١- الأبنية العالية الميكانية التي تحتوي على عناصر مسبقة الصنع فقط :

يجب اتباع طريقة التركيب التالية :

يفضل للمحافظة على توازن العناصر البدء بتركيب النواة المركزية التي تؤلف بيت الدرج أو مكان المصعد الكهربائي ، هذه العناصر يمكن أن تكون بيتونية مسبقة الصنع .

قبيل تركيب هذه النواة المركزية يتم تركيب العناصر الأخرى حول النواة ، ويفضل أن يتواءد التركيب للنواة وللعناصر الأخرى . أو أن يسبق تركيب النواة المركزية تركيب باقي العناصر ولا يجوز المكبس .

عند تركيب الأعمدة في هذه الجملة الانشائية . وهي المنابر الانشائية الأولى في التركيب بعد الأساسات، يفضل تركيب كل (٤) أعمدة مع بعضها حتى تتمكن من استخدام الأجهزة الالزمة للتأكد من دقة التركيب ، فهناك جهاز يثبت في الوسط بين الأعمدة الأربع ويعطينا مؤشرات دقة التركيب .

أما بالنسبة لتركيب الطوابق في الأبنية الفالية المسقحة الصنم فلا يجوز الاتصال من تركيب طابق لآخر إلا بعد الانتهاء من تركيب الطابق الأول.

بــ الإذنية الديكلية العالية التي تحتوي على عناصر مشتركة من المصوب بالكان مسبق الصنف:

ففي هذه الجملة الاشائية يفضل اشارة النواة المركبة من الميتون المسلح المصوب بالمكان ولذلك تستخدم رافعة برجمية تستقبل الاتجاه المعمودي موازية لاتجاه تركيب العناصر كما تستخدم رافعة برجمية ولكنها تسير بالاتجاه الأفقي على سكة حديدية منصوبة بجانب المبني لتركيب العناصر اليسوتية مسبقة الصنع. لذلك في الابنية العالية يفضل دائمًا استخدام رافعتين تختص كل رافعة بتركيب عناصر اشائية معينة .

في الأبنية العالمية المؤلفة من الجملتين الائتلافتين السابقتين إذا كانت تحتوي على لرففارات كبيرة أكثر من ٥٠ م وعدد طوابق أكثر من (٢٠ - ١٢) طابق ، يجب تمتين الوصلات الانشائية بين النواة المركزية والعناصر الانشائية التي تتصل مع هذه النواة حتى يتسكن المبنى من مقاومة الحمولات الأفقية الناتجة عن حمولات الرياح وغيرها ..

٤- الحياة الإنشائية المكونة من عناصر جبلية مبنية الصنع (الآلات):

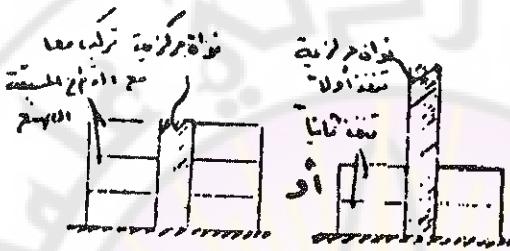
من المعروف أن العناصر البيئية مسبقة الصنع يمكن تصنيعها بشكل اطارات وهذه الاطارات تشكل جملة انشائية من جدران حاملة وغير حاملة . ومن خصائصها :



(٢١ - ٢)

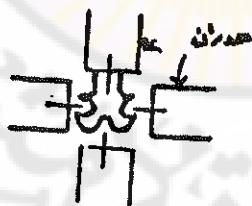
- ١ - تختصر عدد القطع البيتوية مسبقة الصنع .
- ٢ - تختصر عدد الوصلات بين العناصر ، وبخاصة عندما تكون معالجة الوصلات صعبة بالنسبة للجمة المنفذة ، لذلك يتم اختيار هذه الجملة الانشائية .
- يفضل البدء بتركيب الأبنية العالية في هذه الجملة الانشائية من تركيب العدaran المكونة لبيت الدرج والمصعد ، أو بعبارة أخرى البدء بتركيب النواة المركزية ثم تركيب باقي العناصر حول النواة .
- أي أن التركيب في الأبنية العالية من الوسط ونحو الأطراف .
- في حالة عدم وجود نواة مركزية للأبنية العالية يمكن أن يتم التركيب من الأطراف وحتى الداخل .

— أما في الأبنية التي تحوي على جدران حاملة بالاتجاه الطولي ، في البداية ترکب الجدران الخارجية الحاملة والجدران المؤلقة لرواياها المبني « الطرفية » . ثم يتم تركيب باقي الجدران الداخلية حتى تتمكن من نقل العمولات السى الجدران الحاملة بالدرجة الأولى .



الشكل (٢٢ - ٢)

ويجب إعادة استخدام عدة التثبيت المؤقت لمدة عناصر في آن واحد ، حتى تتمكن من اختصار العمل اليدوي . كما يجب استخدام طريقة الرفع القسري والتركيب القسري للعناصر الجدارية بشكل إطارات ، على أن تكون الرافعة بمكان قريب لتركيب المنصر مسبق الصنع .

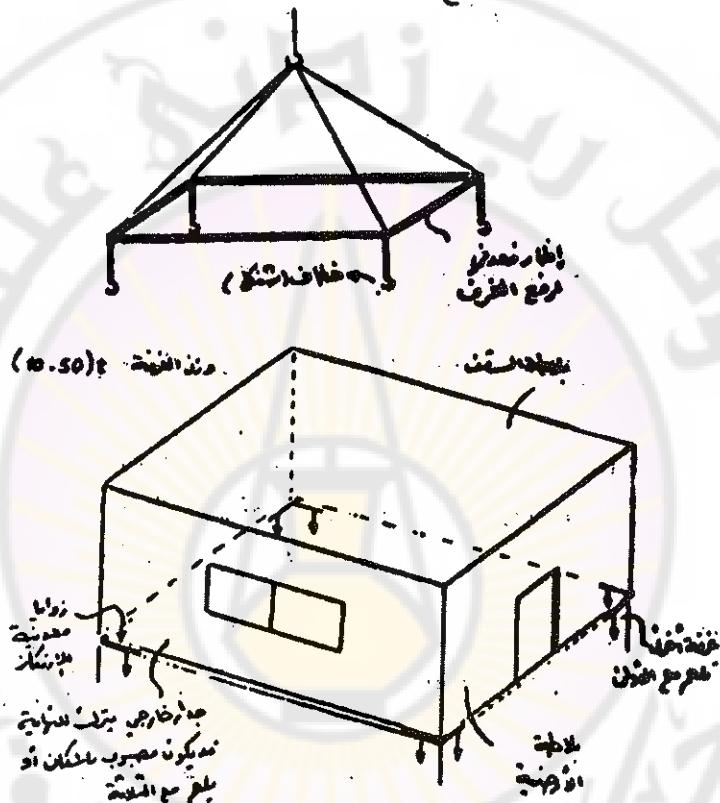


الشكل (٢٣ - ٣)

د - الجملة الانشائية المولدة من غرف جاهزة :

الغرف الجاهزة على نوعين :

- ١ - ثلاثة جدران مع بلاطة سقف أو أربعة جدران وسقف .
- ٢ - ثلاثة جدران مع بلاطة أرضية أو أربعة جدران وسقف .



الشكل (٣ - ٢٤)

تركيب الغرف الجاهزة :

يعد استخدام العناصر الانشائية المكونة من غرفة جاهزة مسبقة الصنع آخر مرحلة بالنسبة لتطور الأبنية مسبقة الصنع .

فهذا النوع من العناصر يختصر عدد الوصلات والتواصل الانشائية بين العناصر كما يختصر الزمن اللازم لتركيب كل عنصر على حدة .

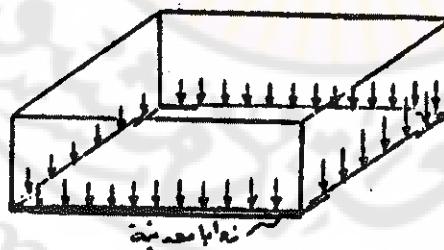
- فاختصار عدد المنصَّار بين عدد الأرْمَنة المكتسبة أثناء التركيب.
- تتألف مجموعة العمال اللازم لتركيب الغرف الجاهزة من (٤) عما، وهم :
 - أ - عامل واحد يقوم بربط شناكل الغرفة بجبل الرافعة.
 - ب - عاملان يقومان بتركيب الغرفة الجاهزة في مكانها من المبني.
 - د - عامل وهو سائق الرافعة نفسها.

كما يمكن أن يقوم عمال التركيب بلحام الوصلات أو معالجة الفوائل بين الغرف أو قد يكون أحياناً عمالاً متخصصاً بلحام الوصلات الانشائية.

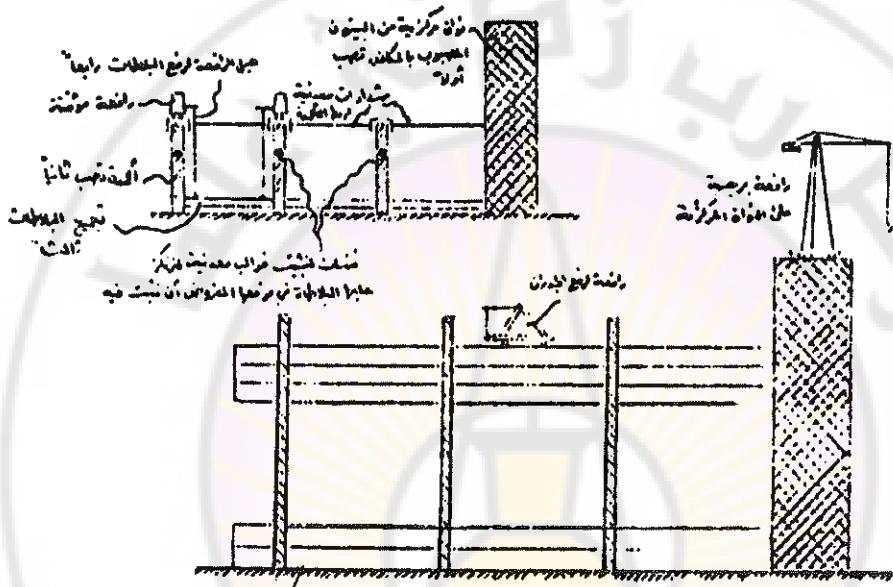
- عند البدء بعملية التركيب يجب صب خلطة بيتوبيه في المكان الذي يجب أن ترتكز عليه هذه الغرفة. وبعدها يقوم عامل الرافعة بتنزيل الغرفة الجاهزة إلى مكانها في المبني. ووظيفة عمال التركيب موازنة الغرفة في مكانها ثم إجراء التثبيت النهائي للغرفة.

يجري ارتكاز الغرف الجاهزة إما بوساطة الزوايا الأربع أي الحمولة موزعة على الزوايا الأربع وعند صناعة الغرفة الجاهزة يجب وضع زوايا معدنية في الزوايا الأربع للغرفة لتأمين انتقال الحمولة من الأعلى إلى الأسفل.

وقد يكون ارتكاز الغرف الجاهزة على سائر المحور السفلي للغرفة وبنطرك تكون الحمولة موزعة باتظام على سائر طول المحور السفلي للغرفة.



الشكل (٣ - ٢٥)



الشكل (٢٦ - ٣)

١٢- طريقة رفع البلاطات :

(في مناطق وعره ومناطق جبلية حيث يصعب تحرك الرافعات فيها وتوضعها)
وهي طريقة منتشرة كثيراً .

ملخص حول الطريقة :

تستخدم طريقة رفع البلاطات لبناء الأبنية العالية مسبقة الصنع والتي تحتوي على نواة مركبة مصبوبة بالمكان . وهذه الطريقة منتشرة في المناطق المعرضة لمزارات أرضية او في المناطق الجبلية التي لا تسمح بحركة الروافع البرجية حول المبني .
ومحتوى هذه الطريقة :

- في البداية يصب جزء من النواة المركزية المصنوعة من البتنون المصوب بالمكان ، وأثناء ذلك تركب الأعمدة لطابق أو اثنين مما كما تربط هذه الأعمدة مع بعضها بشدادات معدنية وعلى رأس كل عمود تركب رافعة . حتى تسكن من رفع بلاطات الأسفف المجمعة على الأرض في أسفل الأعمدة .

- بعد رفع هذه البلاطات الى مستوى معين تثبت هذه البلاطات بشكل مؤقت برأس الأعمدة ثم يستمر تركيب الجزءباقي من الأعمدة الى مستوى معين او الى آخر مستوى يصل اليه البناء العالى . وفي هذه الأثناء يجب صب بيتون النواة بحيث يسبق دائماً ارتفاع الأعمدة حتى نصل الى السقف الأخير .

أيضاً يمكن التنفيذ على مراحل كل مرحلة تتضمن طابقاً أو طابقين او أكثر .
ويتم رفع البلاطات وتركيب الأعمدة أيضاً على مراحل .

أو يمكن أن يكون على مراحلين فقط حيث يتم تثبيت بلاطة السقف الأخير وبعدها باقي البلاطات حتى نصل للطابق الأول من الأعلى الى الأسفل .

وتحتاج رافعة سيارة تركب على بلاطة السقف الأخير لرفع الجدران بين الطوابق سواء كانت جدران داخلية أم خارجية للمبني .

٣-٢-٣ تركيب النشات المائية المنفذة من البيتون السطح المسبق الصنع :

٤ - التفاصيل الفنية :

قبل البدء بعملية التركيب يجب التأكد من صحة التواعد ودقة تفيذهها وقوع النشات المصبوبة في المكان وبخاصة ابتماد هذه التواعد وأمكانه وصل العناصر المسبقة الصنع مع الاجزاء المنفذة من البيتون المصوب في المكان وأيضا دقة مناسبية هذه الاجزاء .

يجب بغض النظر عن أساليب التركيب المتتبعة الفنانية الفائقة بثبات العناصر المراد تركيبها وأمان وصلها بعضها مع بعض أو مع الاجزاء المنفذة من البيتون المصوب في المكان .

تحدد دقة تركيب العناصر الانشائية بنسبة تقارب الابعاد الحقيقية (الواقعية) للعناصر ودقة أمكنة توضعها الى دقة الابعاد المطلوبة لهذه العناصر وأمكنة توضعها المطلوبة أيضا ، أي أن نوعية التركيب الجيد تحديد بدقة التصنيع ودقة التركيب ضمن حدود التسامحات المقبولة . ترافق دقة التركيب بشكل مستمر ومع تطور عملية التركيب من حين الى آخر تقوم بالقياسات الازمة من أجل تعديل جودة التركيب .

٢ - تكنولوجيا تركيب النشات المائية ذات الاشكال المقلدة :

١ - تركيب احوال الترسيب المسطحة :

وأخصمنا في حسابنا أبعاد مثل هذه النشات الكبيرة في المقطع الأفقي تنفذ عملية تركيب مثل هذه النشات بالراغف التي تستطيع السير والتسلق على أرضية القاع المنفذة من البيتون المصوب في المكان وذلك بشكل مواز للجدار ان المراد تركيبها . (انظر الشكل ٣-٢٧) .

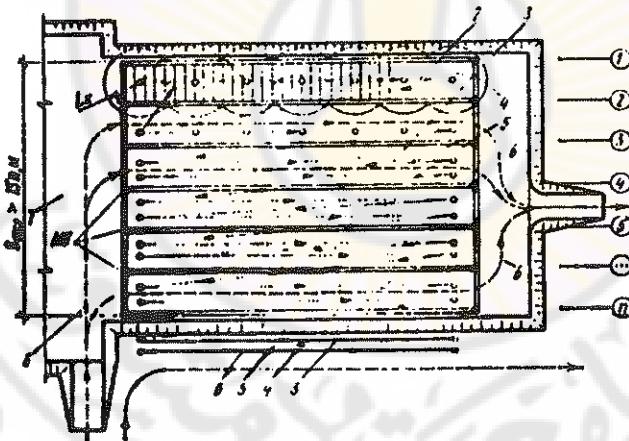
تركب الجدران إما بالاسلوب النفصل او بالاسلوب المركب مع بلاطات الفنية وذلك برافعة واحدة وبمسار واحد .

مثال ذلك :

تركيب حوض ترسيب استطاعته ٣٠٠ ألف م³/باليوم ، والمولف من ١٥ حارات (كريبدورات) عرض كل منها يساوي ٦ م المقدم على الرسم (٣ - ٢٨) تسم عملية التركيب من وسائل النقل ، حيث تبدأ عملية التركيب من الكريبدور الأوسط على المحور (E-D) ثم تتابع عملية التركيب بحركة الرافعه حول الجزء المركب (حركة الرافعة دائيرية) – يؤمن هذا الاسلوب امكان تلبسه بأعمال معالجة الوصلات وصبها بدءاً من الحارات المتوسطة .

يبدأ تركيب الجدران في الحارات IV ... III بعد اتمام الأعمال اللازمة في الحارات السابقة مما فيها عمليات معالجة الوصلات وتنفيذ الشيناجات الحازمة المسبوقة في المكان وأيضاً عمليات تركيب القواطع على المحور رقم (٢) والبواري التكنولوجية وبلاطات التقطية .

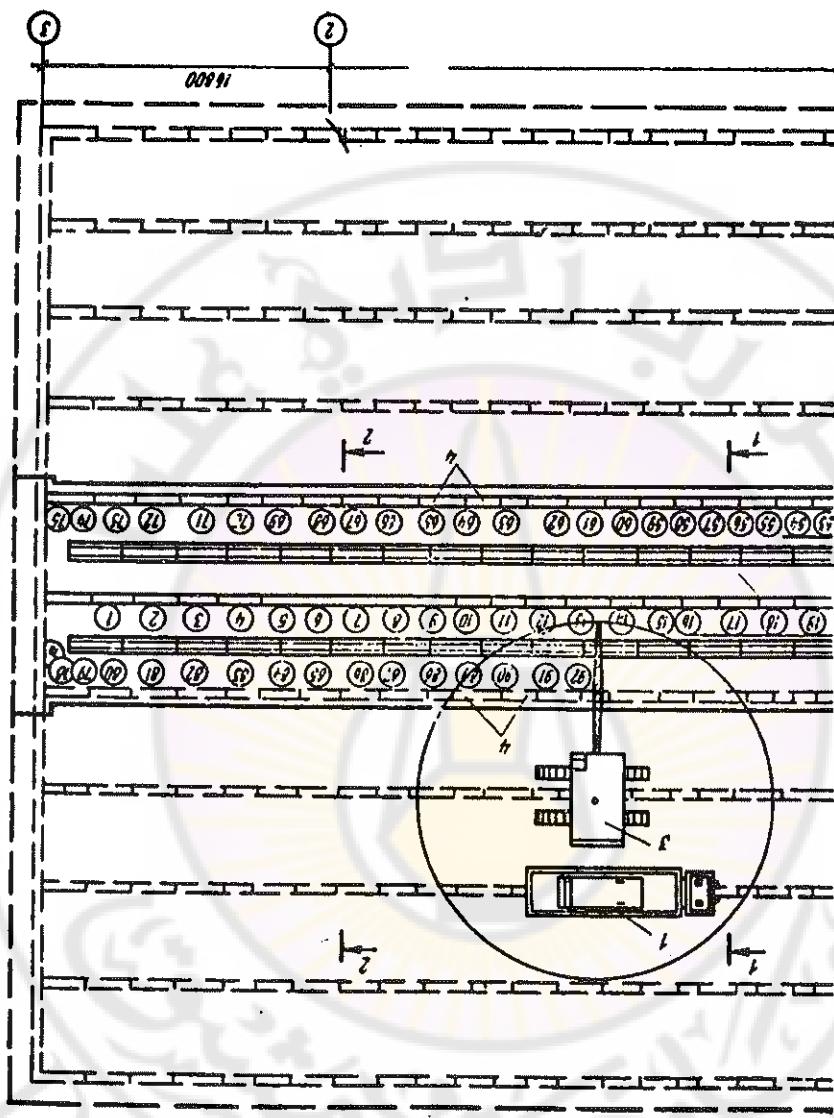
يمكن تركيب أحواض التوسيب المسطحة بالاسلوب المنفصل حيث تقوم احدى الروافع ذات العمولة الكبيرة بتركيب جدران الحارات ورافعة ثانية (تتبع الرافعة الأولى) أقل حمولة تقوم بتركيب بلاطات التقطية .



الشكل (٣ - ٤٧)

١ - مكان نوقف الرافعة ٢ - محور مسار تحرك الرافعة التي تقوم بتركيب الجدران الثانية لكريبدور الاول ٣ - كذلك لكريبدور الثاني ... وما يتبعه ٤ - مسار الرافعة عند تركيب بلاطات السقف ٥ - مسار رجوع الرافعة ٦ - مسار حركة معدات النقل ٧ - حفرة الفلتر

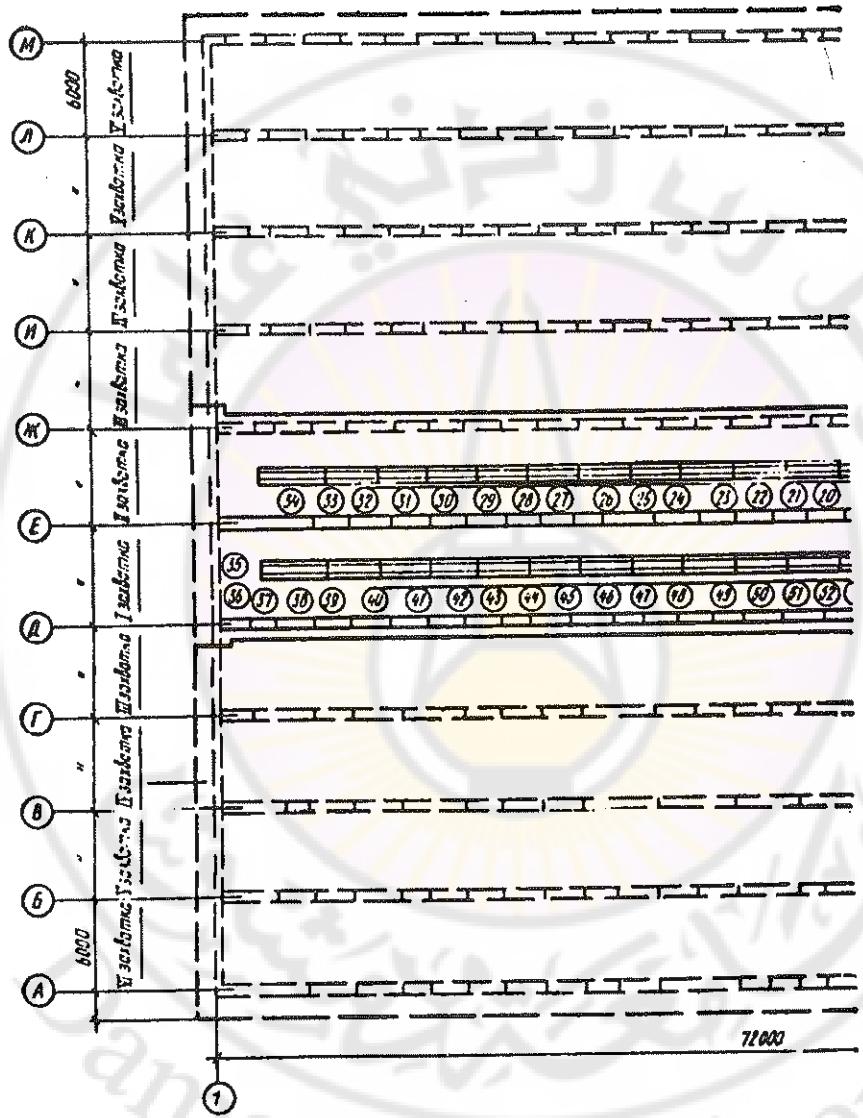
٨ - My LK درعه ترافقه عند تركيب البلاطات والجدران



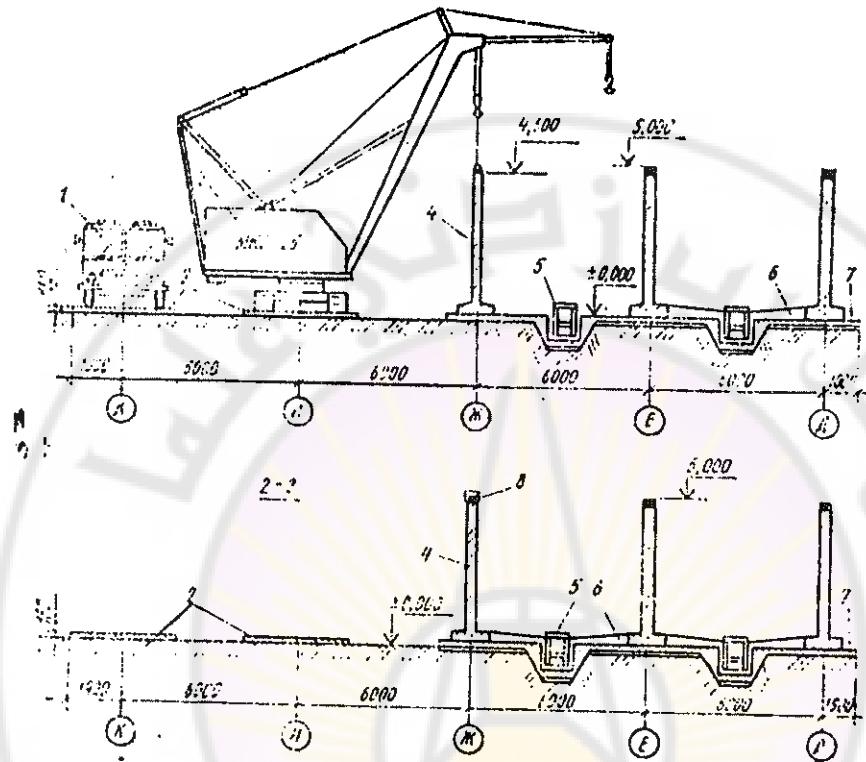
(الشكل ٢٨ - ٣)

مخطط تركيب محطة ترسيب برافعة سهمية

- ١ - ناقلة حدران
- ٢ - طريق مؤقت مفروش ببلاطات مسبقة الصنع
- ٣ - الرانفة
- ٤ - حدران الكريدور
- ٥ - قالب لبواري لتعزيل الرواسب
- ٦ - القاعدة المصووبة في المكان
- ٧ - قاعدة بيتونية
- ٨ - قالب لصب شينايج بيتون مسلح



الايجاع الشكل (٣ - ٢٨)



نقوم مبدئياً بتركيب الجدران الزاوية والتي تلعب دور الموجهات بعد أن تتم معايرتها بعد ذلك تتم عملية تركيب بقية الجدران .

بعد عملية المعايرة تتم عملية لحم الجدران بعضها مع بعض باللحام الكهربائي لوسائل التسليع . أو للصياغ المغوسة على الوجوة العائنية لهذه الجدران .

تركيب محطات التصفية :

تلخص صوريات عملية تركيب محطات التصفية أن مثل هذه المحطات تتوضع داخل الأبنية وتحتاج إلى التعبئة بمواد المستخدمة للفترة .

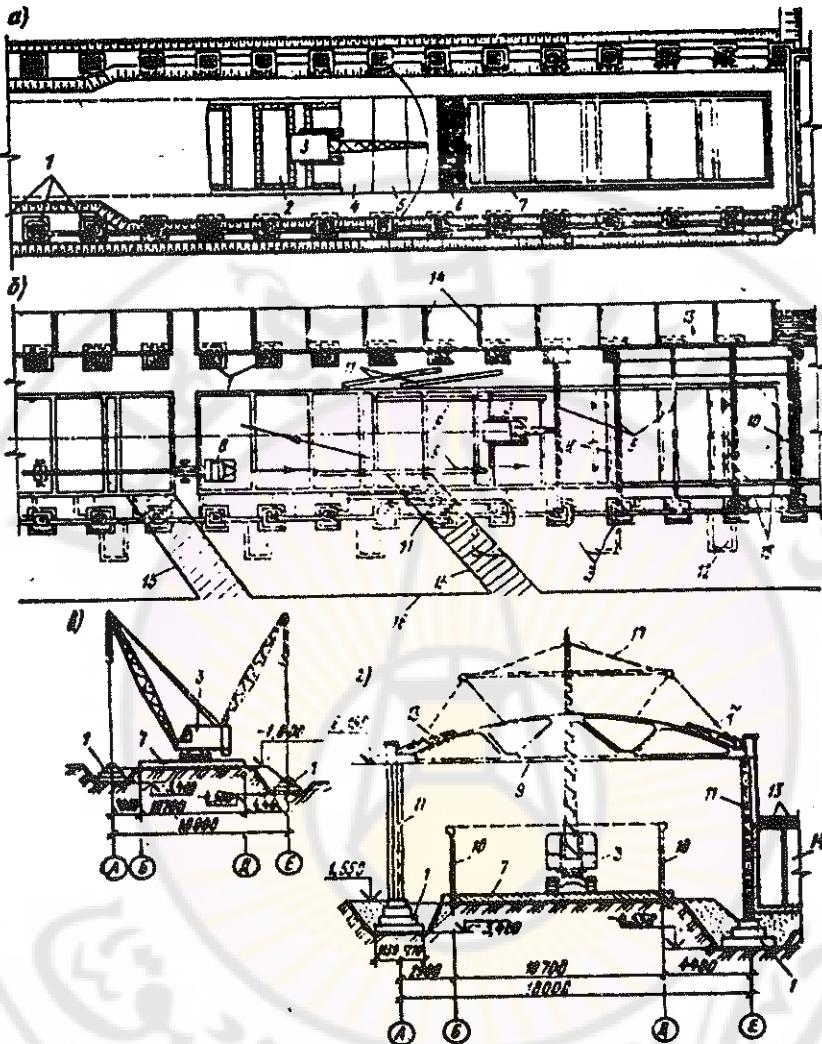
عند إنشاء محطات التصفية نحتاج لتركيب فلاتر أحادية الصنوف وأحياناً ثنائية الصنوف أشكال تركيب أحادية الصنوف مقدمة على الرسم (٢٩-٣)، حيث بذل أولاً تنفيذ الاعمال الترابية وبعد ذلك تقوم بإنشاء الأساسات الازمة لأعمدة مبني المحطة ومباني الخدمات والإدارة وأيضاً تقوم بصب قواعد الفلاتر اللازم تنفيذها (المراحل الأولى الشكل ٣-٢) .

بعد ذلك تبدأ أعمال المرحلة الأساسية (الثانية) والتي تتضمن أعمال تركيب الميكيل والفلاتر نفسها الشكل (٢٩-٣ب) .

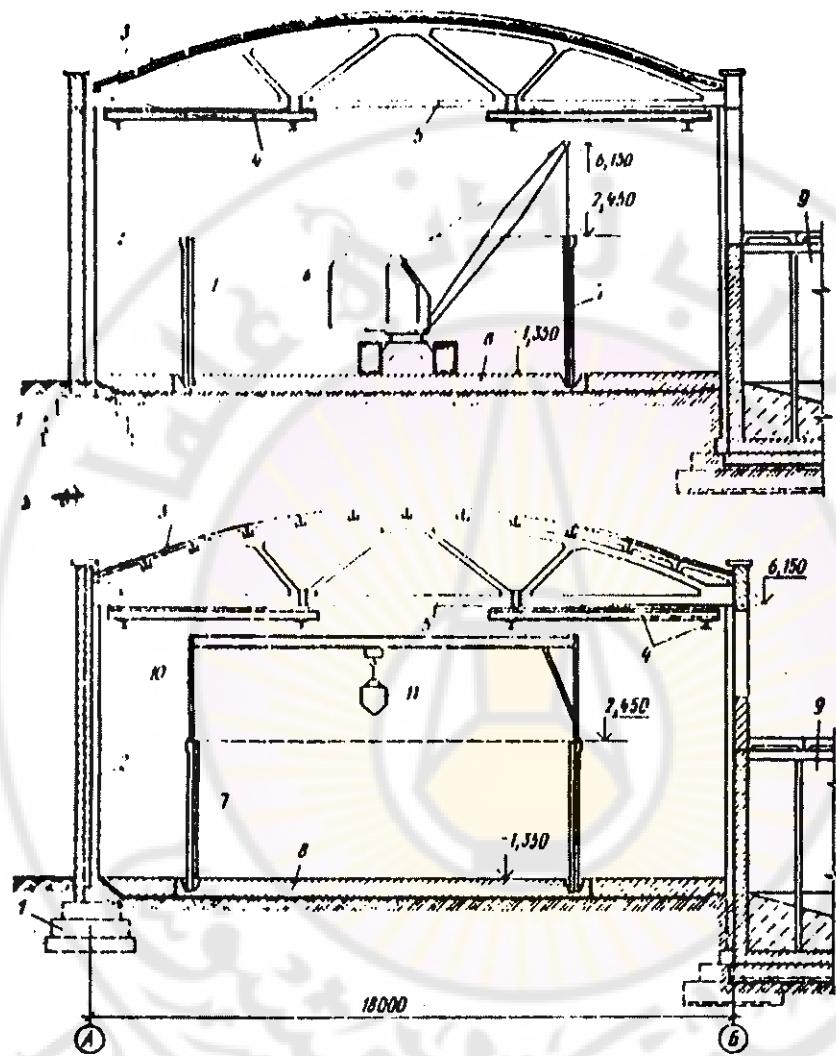
تم عملية التركيب وفق التسلسل التالي: في البداية بذل تركيب هيكل المبني ثم بعد ذلك بذل تركيب الفلتر .

تركيب أعمدة المبني والجوازات الشبكية وبلاطات الاسقف يتم باستخدام رافعة سهبية تسير على جزير ، وتسير هذه الرافعة على قاع الفلاتر انظر الشكل (٣، ب٤٦، ٠٠٠٥٤) حيث يتم جلب العناصر الى مكان يقع ضمن مجال عمل الرافعة ، بعد ذلك تم عملية تركيب المعدات التكنولوجية والمولدة من البواري الناقلة للمياه وبوابات الاغلاق بعد أن تم عملية تركيب المبني بما في ذلك السقف فانتا نستخدم رافعة سهبية تسير على جزير ولكنها ذات ذراع قصير تسير هذه الرافعة أيضاً على قاع الفلتر انظر الشكل (٣-٣ب) .

تم عملية معالجة الوصلات والتوصيل وتركيب قنوات التصريف بشكل مواز لعملية تركيب جدران الفلاتر وبعد ذلك تتم عملية الاختبار الميدريوليكي ، ولكن كما أثبتت التجربة فإن تركيب كل عناصر الفلتر في وقت واحد غير عملي ، حيث في حالة سوء تنفيذ الوصلات ومعالجتها (والتي يمكن اكتشافه فقط بعد الاختبار الميدريوليكي ، يصعب علينا معالجة الخل أو التسرب ، ولذلك فلن قنوات التصريف من الأفضل تركيبها بعد الاختبار الميدريوليكي وبعد معالجة الترب المكتشف . لما ينبع عن تركيبها فتحتم تركيبها بمحطة الروافع للجاجائية فهو الجريمة والتي تحرك على سكة متوضعة على جدران الفلاتر . انظر الرسم (٣-٣سب) .



الرسم - ٢١ - ٢٩) مخطط تركيب محطة تصفية استطاعتها ٢٠٠ ألف م٣ /اليوم
 ١ - الاساسات ٢ - مأخذ ٣ - رافعة سهمية حمولتها ٢٠ طن
 ٤ - قاعدة بيتونية ٥ - اسفلت ٦ - شبكة تسليح
 ٧ - قبر الفلتر من البeton المسلح ٨ - ناقلة جوائز شبكة
 ٩ - جوائز شبكة بيتونية مسلحة مبنية الصنع طولها ١٨ م
 ١٠ - جدران الفلتر ١١ - اعمدة المبنى ١٢ - آبار ١٣ - بلاطات التقطبة
 ١٤ - حارات (كربيدورات التصفية) ١٥ - مداخل ١٦ - طريق مؤقت
 ١٧ - معلمات رائحة لتركيب الجوائز الشبكية



- (الرسم ٣٠ - ٣١) الرسم
 ١١ - أساسات الفلتر ٢ - الأعمدة ٣ - بلاطات التغطية ٤ - رافعة حاتزية
 ٥ - جائز شبكي ٦ - رافعة سهمية قصيرة الذراع ٧ - جدران الفلتر
 ٨ - قاعدة مصبوبة في المكان ٩ - حارات الترسيب
 ١٠ - رافعة حجرية ١١ - قناء الفلتر

١٦- تركيب خزانات المياه المربعة أو المستطيلة :

المقطع : شكل الماء المربعة الصنع وأبعادها مثل هذه المنشآت تحدد طرائق عملية التركيب وسلسلتها .

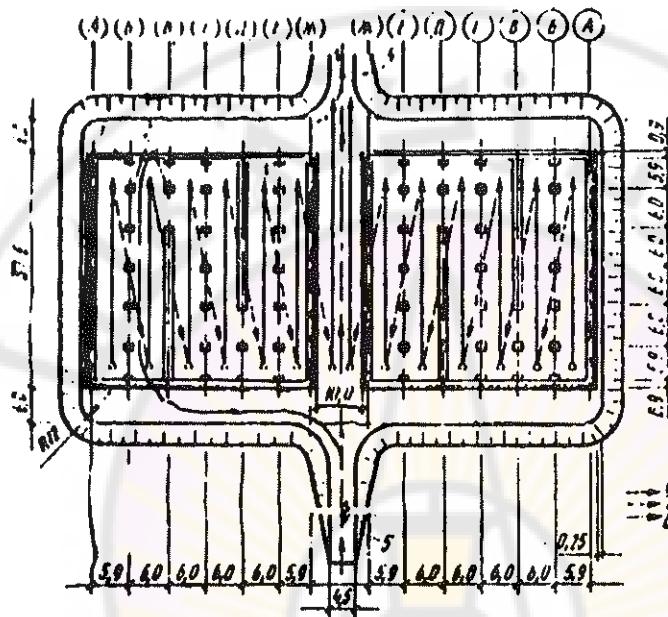
لتركيب الخزانات مختلفة المساحة تستخدم عناصر إنشائية موحدة الشكل وذات اعداد اشكال قليلة (بلاطات جدارية ، حواجز ، قواطع عناصر أساسات كأسية (الشكل ، الأعمدة ، الجوائز الرئيسية والثانوية وبلاطات التقطيفية) .

إن توحيد وأقىسة مجازات الأعمدة وطول الجوائز والبلاطات يجعل عملية التركيب غير متعلقة أو غير مرتبطة بمساحة الخزان .

عملية تركيب الخزانات والتي أبعادها في المقطع ليست كبيرة تم برافعة تحرك حول الخزان على حواجز التربة المحاطة بمكان الخزان أو موقعه أما الخزانات المتوسطة وكثيرة الأبعاد فعملية تركيبها يمكن أن تتم بروافع تحرك على أرضية الخزان نفسه . انظر الشكل (٣ - ٣١) .

عملية تركيب عناصر الخزان الانشائية من الأفضل القيام بها على قطاعات عمل متساوية الأبعاد (الحجوم) .

مجموعة الاعمال اللازم القيام بها في كل قطاع يفضل أن تقوم بها ثلاثة طواقم عامل .



الشكل (٣ - ٢١)

مخطط حركة الروافع عند تركيب خزانات عد (٢) للمياه

١ - جدران ٢ - اعمدة ٣ - قواطع داخلية

٤ - ٥ - مداخل و مخارج لحفرة الخزان ٦ - (←) حركة الرافعة محملة

٧ - (→) حركة الرافعة فارغة ٨ - (←) اتجاه حركة الناقلات

المجموعة الأولى :

تقوم بتركيب البلاطات الجدارية والأساسات والكلسية .

المجموعة الثانية :

تقوم بتركيب الأعمدة والقوامع الداخلية وتقوم بمعالجة الوصلات والفاصله .

المجموعة الثالثة :

تقوم بتركيب جوائز التفطية وبلاطات التفطية .

تسلسل عملية التركيب يجب أن يؤمن ثبات ومتانة المناصر المركبة ضمن كل قطاع .

واضمن في الحسبان للأبعاد الكبيرة مثل هذه الغزانات فأن عملية التركيب تتم عادة بوساطة رافعة تسير على قاع الغزان .

عملية التركيب يمكن أن تتم بشكل منفصل أو مجزأ أو مركب أو مشترك .

إلا أنه عند استخدام أسلوب التركيب المركب من عيوبه أن الرافعة يتم اختيارها بناء على وزن أثقل المناصر مما يؤدي إلى سوء استخدام الرافع عند تركيب المناصر الخفيفة . عدا ذلك عند استخدام مثل هذا الأسلوب فاتنا سنضطر إلى زيادة ازدحام المناصر في مكان ضيق ضمن مجال عمل الرافعة مما يؤخر تنفيذ الأعمال ويعيق تنفيذ بعض الاعمال الواجب القيام بها لهذا يفضل الأسلوب المجزأ والمشترك . حيث يتم استخدام رافعتين واحدة ذات حمولة كبيرة والآخرى ذات حمولة صغيرة .

١٥٣ وضع دراسة لأعمال التركيب :

بعد وضع دراسة لأعمال التركيب الجزء الأساسي والمتم للدراسة الإنشائية،

فدراسة أسمال التركيب يجب أن تضمن أكثر الطحول التكنولوجية والتطبيقية
تطوراً وانتصارية . ويجب أن تضم هذه الطحول في حسابها الأمان وصيانة أعمال
التركيب .

وعند وضع هذه الدراسة يجب أن يوضع في العبان مساحات التركيب
وامكان تنظيم الاعمال وامكان استخدام الأجهزة (من أجزاء رفع الى أجزاء نقل
إلى أجهزة معاونة أخرى) ، وامكان الجهة المنفذة لامتلاك هذه الآليات
واستخدامها وصيانتها .

فالهيكل العام للدراسة يجب أن يضم :

أولاً :

الدراسة التحضيرية وهي المرحلة التحضيرية وتشمل جميع المعلومات عن موقع
البناء وطبيعة المشروع ونوع المشروع .

ثانياً :

يجب أن تكون الدراسة دقة ومحددة للطحول التكنولوجية والتكنولوجية
لأعمال التركيب وعلى أساس استطاعة المصنع مبنية الصنف لتنفيذ الورشة
بالعناصر الإنسانية كافة المطلوبة للتركيب .

ثم وضع مخطط زمني «مخطط شبكة» يتضمن تقسيم المشروع إلى مناطق
عمل حسب الأزمنة المقترنة لتنفيذها . كما يجب تحديد على المخطط أمكنته سير
آليات النقل والرافعات ومجال عمل الرافعات .

ثالثاً

اختيار طرائق التركيب مع تطيل كامل ومتصل لأنواع الآليات المستخدمة
للتركيب .

سابعاً:

تحديد المؤشرات الاقتصادية للطائق المقترحة للتركيب واختيار الطريقة
الأفضل اقتصادياً للتنفيذ .

ثامناً:

وضع الشروط والطلبات الإضافية في المانع مسبقة الصنع عند اجراء
التعديلات الإنسانية على القطع أو العناصر .

سابعاً:

وضع خرائط مساحية للمشروع وخرائط أعمال التنفيذ .

سادساً:

وضع الشروط الفنية الواجب اتباعها من أجل صيانة العمل والحفاظ على
سلامة العمال والفنين أثناء التنفيذ .

كل ذلك يجب أن يتلزمه تحضير إضيارة المشروع التي يجب أن تحتوي
الدراسة الإنسانية ودائماً يجب أن يكون على اتصال ثابت و دائم المهندس الواضع
لهذه الشروط مع المهندس المصمم من الناحية الإنسانية .

مثال :

عند اختيار الروافع المطلوبة للتنفيذ : يجب تحديد عدد الروافع المطلوبة
للتنفيذ ، وحسب من العلاقة التالية :

$$K = \frac{P \cdot K_r}{M_Q \cdot T_Z}$$

عدد الروافع المطلوبة للتنفيذ
— ٢٤٣ —

حيث :

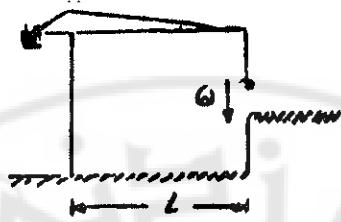
- P — حجم أعمال التركيب لعناصر المنشآت مقدمة بالـ (m³) أو (t) .
- K. — عامل تداخل أعمال الرافعات زمنياً (مثلاً ٢ ساعات عمل ليوم واحد) .
- M_Q — الاتاجية الوسطية للرافعات مقدرة أيضاً بالـ (m³) أو (t) .
- T_Z — الزمن اللازم للتركيب والمدروس سابقاً بمعرفة زمن تركيب كل عنصر .
- ويفترض ٨ ساعات عمل في اليوم الواحد .

— الشروط التي يجب تحديدها لاختيار الرافعه :

- ١ — الارتفاع التركبيي .
 - ٢ — عمق التركيب .
 - ٣ —
- الثقل الذي تصمم عليه الروافع « الثقل المرفوع » .
- $$Q = \Sigma Q_1 + Q_2$$
- وزن العنصر المراد رفعه .
- $$Q_1$$
- وزن عدة الرفع .
- $$Q_2$$
- ٤ — عزم الرافعه
- $$M = Q \cdot L$$

— يجب تحديد معدل مكتنة الآليات في البناء :

$$n = \Sigma (Q_1 + Q_2)$$



الشكل (٣٢ - ٣)

حيث :

n — معدل استخدام الآليات في البناء (أو معدل مكتبة الآليات) .

Q_1 — عدد الرافعات المستخدمة .

Q_2 — عدد الآليات الأخرى المستخدمة .

— يجب أن يتوافق n مع الشرط الأول والثاني :

١ — عدد المناصر المركبة .

٢ — عدد المرات أو الأزمدة الازمة لرفع المناصر .

الشرط الأول والثاني في الأعمال $\Leftarrow n$

— يتم عمليا تحديد عدد المناصر وعدد المرات ومنها يتم تحديد n وعدد الرافعات والآليات وذلك للاقتصادية .

• والتوازن بين الآليات والمناصر المستخدمة يوصل إلى شيء اسمه برمجة التنفيذ .

١٦. انتاجية التركيب :

- حساب الانتاجية :

يجب معرفة انتاجية عامل واحد في ساعة عمل واحدة m^3 ان كان العمل مسبق الصنع أو يتولى مصبوغا بالمكان . وسنرمم للانتاجية بـ Q_n

$$Q_n = \frac{q_0 + \sum (q_1 + q_2 + q_3)}{V} [\frac{\text{عامل / ساعة}}{m^3}]$$

حيث :

q_0 — انتاجية عمال التركيب بوجود الرافعة .

q_1 — انتاجية عمال صيانة الرافعة .

q_2 — انتاجية عمال بناء أو انشاء طرق للرافعات .

V — حجم القطع المركبة من البenton المسلح مسبق الصنع .

Q_n — انتاجية التركيب وتقدر بـ

$$\frac{m^3}{\text{عامل} \times \text{ساعة}}$$

٢ - بعد حساب الانتاجية يجب وضع مخطط شبكي أو جدول زمني للأعمال المنجزة .

٣ - وضع دراسة اقتصادية للأعمال التركيب (في يوم أو شهر أو سنة) .

- وقبل التنفيذ هناك صيانة أعمال التركيب والتي يجب أن يتبناها المهندس المفدى أو المشرف ^(١) .

١٩-٣ صيانة العمل أو الحفاظ على الأمان أثناء التركيب :

يسعى القيام بأعمال التركيب للأشخاص أو المصال الذي تجاوزت أعمارهم (١٨) عاماً والذين قد أتقنوا جيداً أحدي المهن أو المتخصصين بتركيب العناصر الإنسانية .

ويجب إجراء دورات تدريبية وتمليمية للعمال قبل بدء التركيب ، ويجب على المهندس المشرف على المشروع تبييه العمال المخاطر ارتكاب أخطاء في التركيب ، فالعمال المتخصصون بتركيب القطع البستونية مسابقة الصنف وعلى ارتفاعات متفاوتة يجب أن يتمتعوا بلياقة بدنية وأن يمرروا بفحوص طبية تسمح لهم بالتوارد على ارتفاعات كبيرة في الإبرية العالمية ^(٢) .

بالنسبة لسائقي الرافعات بالإضافة إلى اتقان مهنة القيادة للسيارات يجب أن يتعرفوا على طرائق تركيب العناصر مسابقة الصنف وأن يعرقوا جيداً الموافقات الفنية لآليات التركيب .

ويشكل عام يفضل أن يتحصل كل عامل في الورشة بمهنة ما في أعمال التركيب ، وأن يقوم بتنفيذ هذه المهنة في كل الورشات . ويجب عدم الخلط أثناء التركيب بين مهنة وأخرى إلا للعمال ذوي الخبرة والكفاءة العالمية .

كما يجب أن يجهز عمال التركيب بالألبسة الخاصة أو الألبسة الواقية مثل :
غطاء الرأس وحزام حديدي للعمال الذين يقومون بتركيب المناصر على ارتفاعات
كبيرة .

كما يجب بناء المصبات والأدراج والسائل المعدنية الازمة بجانب المبنى أو
في داخل المبنى حتى يتسكن العمال من الوقوف عليها أثناء القيام بأعمال التركيب .

كما يجب نصب الحواجز حول خطوط سير الرافعات ، وكتابة اللوائح الازمة
التي تحدُّ من الاقراب من الرافعة أثناء تنفيذ أعمال التركيب .

كما يجب تركيب شبكة معدني حول سقف الطابق الأول لضمان سلامة العمال
من تساقط بعض الأجزاء في حالة ارتکاب الأخطاء في الطوابق العليا .

و قبل البدء باستخدام آليات الرفع يجب على المهندس المشرف التأكد من
سلامة الرافعة واستطاعتها لرفع الأثقال التي تزيد ولو قليلاً على أوزان القطع
البيتونة مسبقة الصنع .

وعند ظهور الرياح بسرعة من $(10,8 \rightarrow 13,8) \text{ m/sec}$ على المهندس المشرف
على التنفيذ إيقاف أعمال التركيب لأن ذلك يشكل خطراً على العمال .

كما لا يسمح اطلاقاً بـ نقل الأشخاص بـ وساطة الرافعة المخصصة لرفع القطع
البيتونة مسبقة الصنع .

ويجب وضع أدراج خاصة أو رفاف آخر مخصصة لـ نقل الأشخاص .

الملحق (١)

تقانة تركيب منشآت البتون المسلح

مسبق الصنع

- يجب عند دراسة مشروع تنفيذ أعمال تركيب منشآت البتون المسلح مسبقة الصنع أن توضع الأمور التالية في الحساب:
- ١ - حجم مجموعة الاعمال التحضيرية الواجب القيام بها قبل القيام بأعمال التركيب الرئيسية .
 - ٢ - تأمين استمرارية تنفيذ الاعمال وتنبعها مع الاستخدام الأمثل والمتنظم للمواد والمعدات والآليات .
 - ٣ - اتباع أسلوب المكنته المتكاملة باختيار الطوافم الأكثر اقتصادية بحيث تؤمن إمكان استخدام استطاعتها الاتاجية العظمى في ورديتين أو أكثر .
 - ٤ - استخدام معدات ومنصات العمل النموذجية .
 - ٥ - اختصار مساحات التخزين المرحلي في أرض الموقع إلى الحدود الدنيا وذلك والالتجوء ما أمكن الى التركيب من وسائل النقل .
 - ٦ - الالتزام بقواعد الصحة المهنية وأمن العمل ومكافحة نشوب الحرائق .

مشروع تنفيذ الاعمال يحتوي جزءين رئيسيين – المذكرة الحسابية – ومجموعة اللوحات والرسومات والمخططات
المذكرة الحسابية تتضمن ما يلي :

- ١ - وصف مختصر للمنشى وللمعطيات الأولية الازمة لوضع خطة تنفيذ أعمال التركيب .
- ٢ - اختيار مبدئي لطرق تنفيذ الأعمال .
- ٣ - تحديد حجوم أعمال التركيب والنقل وأعمال معالجة التواصل والوصلات .
- ٤ - اختيار رافعة التركيب على أساس المقارنة الفنية والاقتصادية لعدد من الواقع المناسب ، واختيار وسائل النقل ومعدات التركيب الازمة .
- ٥ - شرح مبسط لعملية التركيب مع الرسومات والحسابات الفنية وتنظيم وطرق عمل العمال .
- ٦ - حساب عدد الواقع وآليات النقل ، ومعدات التركيب الازمة .
- ٧ - حساب المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية للمشروع .
- ٨ - شرح للإجراءات والتدابير الازمة لأمن العمل ومكافحة الحرائق .

مجموعة اللوحات والرسومات والمخططات تحتوي ما يلي :

ـ مساقط ومقاطع المنشآت المراد تركيبه ، تبين لنا حدود أقسام جبهات العمل ، والمخططات التقافية للمكتنة المتكاملة لاعمال تركيب المناصر ، طرق ومسارات عمل الواقع وآليات النقل وأشكال تخزين المناصر في حالة التركيب من اماكن التخزين المرحلي في أرض المشروع . نبين على المقاطع العربية الرافعة وهي حاملة لأكبر المناصر تبييناً مع بيان معدات التعليق .

- ٢ - أشكال تنظيم أماكن العمل عند تركيب عنصر ما
- ٣ - أشكال تعليق العناصر ، وأشكال التثبيت المؤقت ومداته ، أماكن صب الفواصل .
- ٤ - المخطط الزمني لتركيب العناصر .
- ٥ - جدول الآليات والمعدات ومنصات العمل والمواد الازمة .
- ٦ - المؤشرات الاقتصادية لتنفيذ المشروع مثل كلف تركيب طنا من العناصر ، انتاجية العامل في الوردية الواحدة ، وزمن التركيب .

**الاختيار المبني لطريقة التركيب ، وتحديد حجم اعمال التركيب والنقل
واعمال الاصناف في معالجة الفواصل والوصلات**

العملية التكنولوجية لتركيب أي منشأ تتألف من عمليات نقل وأعمال تحضيرية ، وأعمال تركيب ، وأعمال اضافية وأعمال مساعدة .

تنسب الى مجموعة عمليات النقل : عمليات نقل العناصر المسبة الصنع ، وعمليات نقل المواد والآليات ومعدات التركيب وآلياته .

أما مجموعة الاعمال التحضيرية ، فتتضمن عمليات تحضير الطرقات واعدادها وعمليات تركيب آليات الرفع ومداته ، تحضير المنصات والسلام .

أما عمليات التركيب الرئيسية فتتضمن : عمليات ربط العناصر بمعدات التعليق ، وعمليات الرفع ، والنقل الافقى المرتاحى وعمليات التنزيل وعمليات التثبيت المؤقت .

أما العمليات الاضافية فتتضمن عمليات معالجة الوصلات وصب الفواصل وعزلها وتقطيعها .

أما العمليات المساعدة فستتضمن عمليات تركيب منصات العمل وتحريكها ونقلها .

: تتعلق مكونات أعمال العمليات وجوهونها التي تدخل في العمليات المتكاملة التركيب بالخصائص الانشائية للمبني أو المنشأ المراد تركيبه وأيضاً بطرائق تنفيذ أعمال التركيب المتعددة ، وبالمدارات والآليات المستخدمة وعلى سبيل المثال إذا كانا نستخدم عند تركيب الأعمدة ما يسمى الركائز القالية عند ذلك تلاحظ الأعمال المساعدة التي ترتبط بثبيت هذه الركائز ونقلها ونقلها من مكان إلى آخر . وإذا كانت بعض العناصر قبل رفعها يتم تجميعها في أرض الموقع فإن هذه العملية التي تم في أرض الموقع تسلخ ضمن العمليات التحضيرية تتطلب عملية نقل إضافية للعنصر المجمع من مكان تجميعه إلى مكان رفعه .

عملية التركيب بعد ذاتها يمكن أن تسمى بما من أماكن التخزين المرحل أو من وسائل النقل مباشرة في الحالة الأولى تضاف عمليات التفريغ والتخزين/التكديس/ في أماكن التخزين أما في الحالة الثانية فإن هذه العملية لا ضرورة لها .

اختيار الرافعة أو مجموعة للرافع ، حساب المؤشرات الفنية والاقتصادية .
لهذا تم بعد تحديد حجم الاعمال ولكن قبل ذلك لابد من تحديد المبدئي في المرحلة الأولى لنوع الرافعة (أبراجية ، جسرية ، ذاتية الحركة) (محمولة) على آلية محترزة أو على دواليب مطاطية) . والذي يحدد طبيعة حجم الاعمال الازمة لـ السلك الحديدية للرافعة أو الطرق الازمة .

أظهرت خبرات البناء أنه لتركيب المبني الصناعية أحادية الطابق يفضل استخدام الرافع السهمية ذاتية الحركة أو المحملة على جزء أو دواليب مطاطية .
أما المبني متعدد الطوابق فتفضل الرافع البرجية أو الجسرية . ومبررات ذلك تعود إلى أن المبني الصناعية أحادية الطابق تكون من عناصر ضخمة والتي تكون بخلاف تركيبها متوضعة على مسافات متباينة . (هذا بالطات الأخف) ولذلك فإن كمية العناصر التي ستركب ، سيكون نصيب المتر المربع الواحد من مساحة المبني

من العناصر الالزمة قليلاً جداً ، أما الامتداد والتوزع الافتفي فهو كبير . وبالتالي ستطول مسافات مد السكك الحديدية المكلفة في حال استخدام روافع برجية .

تركيب المبني متعددة الطوابق من عناصر أقل ضخامة ولكن كميتها على المتر المربع الواحد من مساحة البناء أكثر مما هو عليه في المبني أحادية الطابق ، ولذلك فإن نصيب الكلف الناتجة عن ضرورة مد السكك الحديدية التي ستلحق بالعنصر الواحد من المبني متعددة الطوابق أقل بكثير مما هو عليه في المبني أحادية الطابق . وغير ذلك فإن الكتلة الكبيرة للعناصر والتباعدات الكبيرة بين العناصر في المبني أحادية الطابق غالباً لا تسمح باستخدام الروافع البرجية المتعارف عليها .

وهكذا فإن حجم عمليات النقل والعمليات التحضيرية والرئيسة والمساعدة يتم تحديده بعد الاختيار المبدئي لطراائق التنفيذ والتي تحدد :

- ٤ - نوع رافعة التركيب (برجية ، جوية ، متحركة محمولة على دواليب مطاطية أم على مجذرة) .
- ٣ - أسلوب المعايرة والتشييت المؤقت للعناصر (أكان ذلك بوساطة الركائز القالية ، أم بالأسافين ، أم بالدعمات المائلة القابلة لزيادة الطول .)
- ٢ - الحاجة إلى تقوية العناصر أثناء عملية التركيب .
- ١ - أسلوب التشييت النهائي للعناصر (أكان ذلك بوساطة البراغي ، أم باللحام ، أم مشاركة الحديد مع صبها .)

تقوم بحساب حجوم أعمال التركيب والنقل والتشييت الدائم للعناصر في المبني الصناعية مسبقة الصنع ، أحادية الطابق في حدود المجازات المتنفصلة والممحورة ما بين فوائل التمدد أو الفوائل التكنولوجية .

أما في المبني متعددة الطوابق فتحسب في حدود أقسام العمل والتي يمكن أن تكون لطابق أو لطابقين (في حالة كون الأعددة مقصبة لارتفاع طابقين) .
تحمّل المعطيات الأولى للحجوم بالعناصر وبالاعمال في جدول (حساب حجوم أعمال العناصر وأوزان تركيبها) .

			اسم العملية
			الصدد
			وزن المفقر العائد وزن المفقر طبقاً لـ مكتوب وزن المفقر طبقاً لـ مكتوب
			وزن الإجمالي و السعر وزن الإجمالي مثلاً / مثلاً وزن من متجر مكتوب
			المصدر الرجعي
			وحدةقياس ساعة/عامل الكمية
			مجموع أجور العمال
			ساعة/عامل
			الأجور العمال وردية/آلية
			تشكل المجموعة او الورشة
			زمن عمل العمال (وردية)
			زمن عمل الآلية (وردية)

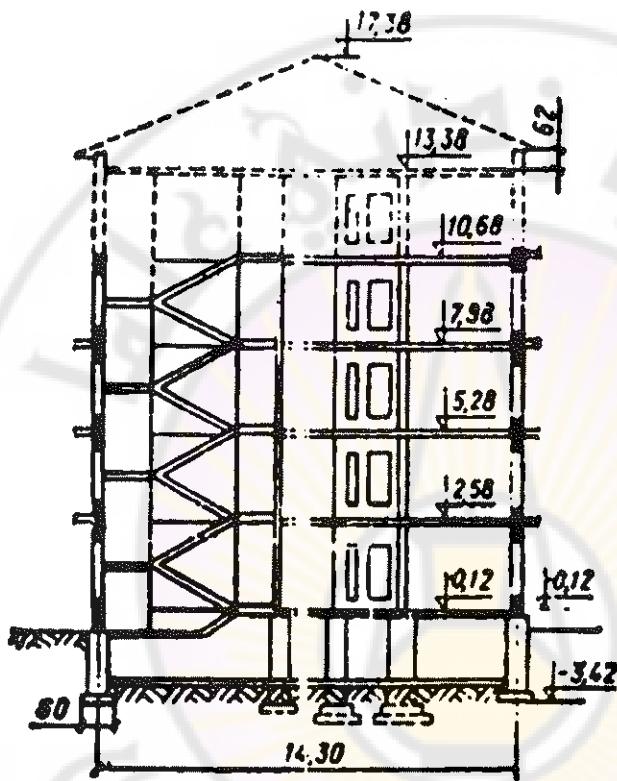
مثال :

حدد حجوم أعمال وزمن تركيب عناصر مبني مؤلف من جدران وپلاتات
مسبقة الصنع ومؤلف من خمسة طوابق .

مسقط الطابق التكرر الرسم (١) والمقطع العرضي في المبني الرسم (٢) وجدول
العناصر مسبقة الصنع الجدول رقم (١) .

	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
E	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
D	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
C	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
B	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
A	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14
	DN 00	DN 01	DN 02	DN 03	DN 04	DN 05	DN 06	DN 07	DN 08	DN 09	DN 10	DN 11	DN 12	DN 13	DN 14

الرسم (١)
مسقط الطابق التكرر



الرسم (٢١)
مقطع عرضي في المبنى

العنوان	نوع المتر	المتر المربع			متر المتر المربع				
		الارتفاع	العرض	الارتفاع					
العنوان -									
CH - 01-01	314	298	30	1.68	1.93	15	15	126.00	144.5
CH - 01-02	318	298	30	1.49	1.72	19	19	111.53	164.0
CH - 01-03	318	298	30	1.77	2.03	4	10	35.40	40.1
CH - 01-04	318	298	30	2.41	2.78	4	20	48.20	55.6
CH - 02-03	318	298	40	2.35	3.30	4	10	47.00	66.0
CH - 03-06	308	298	40	2.26	3.17	2	10	22.60	31.7
CH - 04-07	308	298	40	2.26	3.17	2	10	22.60	31.7
CH - 03-08	198	293	40	1.38	1.92	2	52	260	457.15
العنوان -									
CB - 01-01	614	285	12	1.85	3.73	16	80	148.00	300.0
CB - 01-02	614	285	12	2.10	4.20	12	80	126.00	252.0
CB - 01-03	614	285	12	2.10	4.20	10	50	106.00	210.0
CB - 01-04	614	285	12	0.68	1.36	2	10	6.80	13.6
CB - 02-06	306	285	12	0.81	1.62	22	110	89.10	178.0
CB - 02-07	306	285	12	1.05	2.08	16	80	81.00	166.0
CB - 02-08	306	285	12	0.65	1.30	5	25	16.25	32.5
CB - 04-09	192	265	6	0.14	0.28	16	40	11.20	22.4
CB - 04-10	118	285	6	0.20	0.40	16	40	16.00	32.0
CB - 03-11	192	285	6	0.23	0.45	2	10	2.30	4.6
العنوان -									
CC - 01-01	306	298	35	2.30	2.20	17	3	65	212.50
CC - 01-02	306	298	35	2.54	2.32	20	15	32.60	248.0
العنوان -									
CA - 01-01	300	298	12	1.08	2.16	4	20	21.60	43.2
CA - 02-02	156	273	12	0.51	1.02	4	20	10.20	20.4
CA - 03-03	132	273	12	0.43	0.86	12	60	8.00	17.6
العنوان -									
PH-32-12	313	298	12	1.14	2.84	60	300	342.00	680
PH-32-12	316	298	12	1.14	2.84	20	100	114.00	228
PH-01-01	316	198	12	0.75	1.65	11	55	4 L.25	155
PH-02-02	313	93	12	0.73	0.92	20	100	23.00	46.0
العنوان -									
SH - 01-01	368	124		0.69	1.23	4	16	7.34	14.6
SH - 01-02	300	133		0.68	1.15	4	16	7.34	14.6
العنوان -									
KF - 01-01	198	25		0.06	0.15	16	90	3.00	12.0
KF - 02-02	165	202	12	0.20	0.40	16	76	15.00	25.0
العنوان -									
SP - 01-01	638	82	33	1.20	2.84	20	4	27.00	52.0
SP - 02-02	648	82	33	1.20	2.84	4	4	8.16	16.32
SP - 03-03	170	82	33	0.00	1.64	4	4	3.20	6.40
العنوان -									
DK - 01-01	140	30		0.00	0.00	16	16	14.00	41.2
العنوان -									

العنوان -
العنوان -
العنوان -

مكنته اعمال التركيب :

يتم اختيار رافعة التركيب المناسبة على مرحلتين :

يتم في المرحلة الأولى الاختيار بالمؤشرات الفنية (ابعاد المبني ، المجلزات ، كتلة المعاصر ، ابعاد العناصر وأماكنها في المبني المراد تركيبه) حيث يتم تحديد المؤشرات الفنية والتقانية للرافعة المطلوبة : مثل (قدرة الرفع ، سهم الرفع الاعظمي ، ارتفاع رفع الخطايف) بعد ذلك وباستخدام الميزات الفنية للرافعة المرفقة في الكاتولكات يتم اختيار رافعتين على الأقل مؤشراتهما الفنية تتوافق أو تزيد قليلاً على المؤشرات الفنية المطلوبة .

يتم في المرحلة الثانية اجراء المقارنة الاقتصادية بين الرافعتين المختارتين لتحديد الأفضل بينهما .

المؤشرات الفنية للرافعة المطلوبة تحدد بحسب نوع الرافعة المختارة :

٢ - الروافع البرجية :

١ - الارتفاع المطلوب لخطاف الرافعة :

$$H_k = h + h_3 + h_E + h_c$$

حيث :

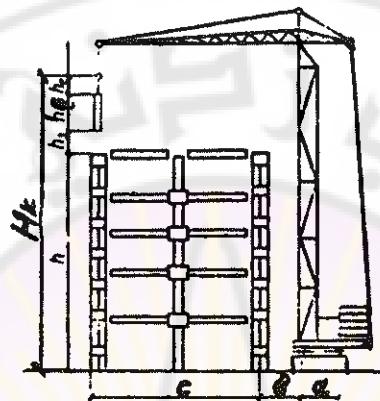
H_k — الارتفاع من الأرض (مستوى وقوف الرافعة الى منسوب رفع خطاف (م) الرافعة المطلوبة) .

h — منسوب مسند العنصر عن مستوى وقوف الرافعة (م) .

h_3 — ارتفاع الأمان (لا يقل عن ٥ راه م) .

— ارتفاع النصر في وضعية التركيب (م) .

— ارتفاع جبال التعليق .



الرسم (٢)

شكل لتحديد المؤشرات الرئيسية للرافعة البرجية

طول الذراع الاعظمي للرافعة :

$$Larm = a/2 + b + c$$

حيث :

— عرض سكة الرافعة (وبما أننا لا نعرف بالضبط حتى الآن الرافعة فان هذه القيمة تفترض مبدئياً من بين القيم المترابطة عليها لعرض سكك الرافع ثم تحدد قيمتها بدقة بعد الاختيار .

— المسافة من محور السكة الأقرب إلى حافة البناء وتحسب مبدئياً بال العلاقة:

$$b = r - a/2 + 0,75 + 1 \quad (m)$$

وهي مجدولة بحسب نوع الرافعة بالجدول (٣٢) .

حيث :

r — نصف قطر دوران الجزء المتحرك من الرافعة في حال وجود أتفال التوازن

في الأسفل ، أما في حال تواجد أتفال التحويل في الأعلى فأن قيمة (b) تساوي $(2M)$.

قيمة عزم العمل :

عزم العمل يجب أن لا يزيد على العزم الاعظم لاتفاق التوازن .

$$Mg < Mg \cdot max$$

$$Mg = P_E \cdot Larm$$

حيث :

$-P_E$ — وزن العنصر مضافا اليه وزن معدات التعليق .

$Larm$ — ذراع الرافعة المطلوب لتركيب أبعد عنصر .

المؤشرات الرئيسية للرافعة السهمية ذاتية الحركة (المجموعة) :

١ — ارتفاع رأس السلازير $Harm$ المطلوب :

$$Harm = h_s + H_E + h_p$$

عزم الرافعة المطلوب : العزم الأعظمي

$$Mg = Mg_{max}$$

عزم الأعظمي Mg_{max} يحسب على أساس عزم أبعد وأقل عنصر أو عزم
أقل عنصر ولكن الأقرب .

أي أن أبعد عنصر ثقيل هو الجدار الخارجي 04 - 01 - CH وبالفة
كتلة (2,78 T) .

والعنصر الأقرب ولكنه الأثقل هو الجدار الداخلي 02 - 01 - CB ذو الوزن
طناً (4,2) .

لتركيب العنصر CH 01-04 عزم الحمل :

$$Mg = 10 (2,78 + 0,15) \cdot (21,47 - 0,53)$$

حيث :

- هو نصف عرض بلاطة البلكون و 0,53

- هو وزن معدات التعليق 0,15

$$Mg = 619,4 \text{ KH.M.} ;$$

اما العزم الناتج عن العنصر CB-01-02 فهو :

$$Mg = 10 (4,2 + 0,15) \times (21,67 - 0,53 - 3,07)$$

$$Mg = 786 \text{ KH.M.}$$

وهكذا العزم الأعظمي $Mg_{max} = 786$

وبذلك تكون المؤشرات الرئيسية للتركيب أو للرافعة المطلوبة :

$$H_k = 20,76 \text{ m}$$

$$Larm = 21,67 \text{ m}$$

$$Mg_{max} = 780 \text{ KH.M.}$$

وي باستخدام المرشد ذاتي رافعتين بمحركين ميزانهما الفنية كالتالي :

BKCM 5-5-A	BKCM.5 - 10	المؤشرات الفنية
5	5	١ - الحمولة العظمى على أي بعد افقي كان (10 KH.)
4,5	4,5	٢ - الدراع الادنى للخطاف (م)
22	22	٣ - الدراع العظمى للخطاف (م)
21,5	40,5	٤ - ارتفاع الخطاف عند البعد الادنى (م)
21,5	40,5	٥ - ارتفاع الخطاف عند البعد العظمى (م)
30	30	٦ - السرعات : ٢ - رفع الحمولة م/د
0,6	0,6	٧ - دوران البرج دورة/د
32	24	٨ - حركة الرافعة على السكة م/د
4,5	6,0	٩ - عرض السكة م
72,0	91,0	١٠ - الوزن الكلى للرافعة (طن)

المقارنة الاقتصادية لكلتا الرافعتين :

زمن تركيب العناصر (في الوردية) :

حساب دورة عمل تركيب كل نموذج من العناصر مقدم في الجدول (٢ - ٦)

حيث حسب t_m بـ العلاقة :

للجداران التي مساحتها $S \leq 10 m^2$

$$t_m = \frac{H_{rc}}{\vartheta_1} + \frac{H_{rc}}{\vartheta_2} + \frac{2\alpha}{360.n} K_t$$

$$+ \frac{lh.g + lh.o}{\vartheta_{crc}} K_{rc} + \frac{lh.g + lh.g}{\vartheta_{cr}} K_{rc}$$

$$t_m = \frac{15,36}{30} + \frac{15,36}{30} + \frac{270}{360.0.6} . 0,75$$

$$+ \frac{34}{30} . 0,75 + \frac{12}{32} . 0,6 =$$

أما ارتفاع رفع الخطاف لكل العناصر عدا جدران التصوينة للسقف القرميدى
بحسب الطابق الوسطى وعلى سبيل المثال للجداران :

$$H_{rc} = 7,98 + 0,9 + 1 - 2,95 - 2,5 = 15,36 M$$

تحسب ساعات عمل الرافعة في المشروع (المبنى) :

$$t = \frac{\sum N_{Ei} t}{60 K}$$

للرائفة (BKCM -5-5A)

$$T = \frac{5(161.14.09 + 40.15.51 + 91.0 \times 7.87 + 20 \times 5.41 + 8 \times 27.91)}{60 . 0.9} + \\ + \frac{5(19.22.83 + 18.17.34) + 28.17.66}{60 . 0.9} = 441 \text{ (ساعة)}$$

للرائفة (BKCM -5-10)

$$T = \frac{5(161.14.09 + 40.15.59 + 91.7.91 + 20.5.41 + 8.27.91)}{60 . 0.9} + \\ + \frac{5(19.22.91 + 18.17.42) + 28.17.74}{60 . 0.9} = 444$$

الزمن الكلي لعمل الرائفة واضعف في العسبان فترات تبديل الورديات +
التعطل بسبب لأعوامل الجوية والعوامل التنظيمية :

$$T = 441 \div 0.75 = 588 \text{ (ساعة)} \quad (\text{BKCM-5-10})$$

$$T = 444 \div 0.75 = 592 \text{ (ساعة)} \quad (\text{BKCM-5-5A})$$

عدد الورديات للرائفة (1)

$$T = \frac{588}{8,21,07} = 66,8 \quad \text{وردية}$$

عند العمل حتى ورديتين :

$$T = \frac{66,8}{2} = 33,6 \quad \text{بـوم}$$

عند الورديات لارتفاعه (٢٠) :

$$T = \frac{592}{8,21,07} = 67,3 \quad \text{وردية}$$

عند العمل حتى ورديتين :

$$T_4 = \frac{67,3}{2} = 33,6 \quad \text{بـوم}$$

B KCM - 5 - 5 A												B KCM - 5 - 10													
البيانات						بيانات						البيانات						بيانات							
البيانات			بيانات			البيانات			بيانات			البيانات			بيانات			البيانات			بيانات				
Hole , mm	16.20	16.25	12.5	12.2	13.50	12.50	12.62	17.50	15.30	16.36	12.5	12.5	13.80	12.50	12.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	
D ₁ ; mm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
D ₂ ; mm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Weight/mm	40	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Z _{ax} ; mm	40	40	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
n, c / min	60	60	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Chop thickness	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Rate; mm/min	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Lay & lay; m	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
t _M ; mm	20.1	20.1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
t _{de} ; mm	11.0	12.6	6.0	2.5	26.0	20	14.5	14.5	11.0	12.5	8.0	25.0	20	14.5	14.5	11.0	12.5	8.0	25.0	20	14.5	14.5	11.0	12.5	
t _{CF} ; min	10.01	10.51	7.08	6.34	27.91	22.83	17.24	17.04	16.00	15.59	7.91	5.41	27.50	22.51	17.51	17.54	17.51	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50

وهكذا نستطيع القول أن عمل الرافعتين في المشروع تقريرًا زمنيًّا متسلٰ،
ويساوي ٦٧ وردة.

وإذا وضعنا في الحساب أن الرافعة يمكن أن تستخدم لرفع بعض المواد والمعدات اللازمة للتركيب بما يعادل ١٠٪ من قيمة الزمن الإجمالي ، فاذ زمن عمل كلتا الرافعتين في المشروع يساوي :

$$T = 67 \cdot 1,1 = 74 \quad \text{وردة}$$

حساب التكلفة :

لتحديد كلفة تركيب ١ طنًا من المناصر يتطلبها معرفة كلفة عمل الرافعة في الوردية الواحدة والتي تحسب بالعلاقة التالية :

$$S_{M-S} = \frac{E}{T_{cr.s}} + \frac{\gamma}{T_y} + C_{T.E}$$

حيث :

- النفقات المصروفة من أجل نقل الرافعة وتركيبها وفكها وتحريكها وتحوٰلها من الجداول بحسب نوع الرافعة وماركتها (بالليرة) .
- زمن تركيب بواسطة الرافعة (بالوردية) .
- كلف الاعتال السنوية (بالليرة) وتحوٰلها من الجداول
- النفقات اليومية المصروفة في الوردية الواحدة والتي تؤخذ أيضًا من الجداول

كلفة تركيب ١ طنًا من خناجر المبنى تحسب بال العلاقة التالية :

$$S_E = \frac{1,08 S_{M-S} + 1,5 \Sigma Z_s}{P_{E.M}} + \frac{1,08 \Sigma C_p}{V}$$

حيث :

S_{M-S} — عوامل المصاريض الإضافية لكل من أجور العمال العاملين في التركيب ولأجور الآليات في الوردية .

ΣZ_s — أجور العمال العاملين في مجموعة التركيب عدا سائق الرافعة في الوردية الواحدة وتعطى الجداول عدد العناصر اللازمة وأهليتهم وفي جداول أخرى تعطى أجورهم بحسب أهليتهم .

ΣC_p — تكاليف مجموعة الاعمال التحضيرية (كلف مد سلك الروافع أو مد وتسوية طرق مسارات الروافع المتحركة على الطرق العادية) . وتعطى في الجداول (٤) و (٣٩) .

$P_{E.M}$ — متوسط انتاجية الرافعة في الوردية الواحدة :

$$P_{E.M.} = \frac{V}{Tcr.s.}$$

V — العجم الاجمالي للاعمال (ويؤخذ عادة من الجدول (١)) وقدر عادة $m^3/\text{ وبالطن}$.

— عدد ورديات العمل التي يمكن أن تقوم بها الرافعة في السنة
وتحخذ من الجداول

حساب كلفة طن من عناصر المبني المبين على الرسم (١) و (٢) للرافعة:
: BKCM - 5 .

$$S_{M-S} = \frac{E}{Tcr.s} + \frac{Y}{Ty} + C_{T.E.}$$

— تتضمن تحمل الرافعة وتفریغها ونقلها من مسافة ١٠ كم ثم تركيبها
ونفکها في أرض المشروع .

وباستخدام معطيات الجدول :

ترتيب ونفک	تحميل وتفریغ	نقل	=	
$E = 101$	$+ 3,3 \cdot 10$	$+ 588$	$=$	$722 \$$
$Y = 2332 \$$	$; C_{T.e} = (1,77) \cdot 8,2 = 14,5 \$$			

$Ty = 400$ (S) ورديّة

: إذا

$$S_{M-S} = \frac{722}{74} + \frac{2332}{400} + 14,5 = 30,1 \$$$

للرافعة : BKCM - 5 - 10.

$$E = 123 + 4,1 \cdot 10 + 952 = 1120 \$$$

$$Y = 2788 \$$$

$$C_{T.e} = 1,88 \cdot 8,2 = 15,4 \$$$

$$S_{M-S} = \frac{1120}{74} + \frac{2788}{400} + 15,4 = 35,5 \$$$

وبذلك تكون كلفة تركيب ١ طنًا من المعاشر :

$$S_E = \frac{1,08 S_{M-S} + 1,5 \Sigma Z}{P_{E.M}} + \frac{1,08 \Sigma C_p}{V}$$

متوسط أجور العاملين في الوردية

$$\Sigma z_e = \Sigma z / Tcr.s$$

أجور العاملين الإجمالية :

$$\Sigma z = 117,32 \$$$

نقط لبيان التركيب عدا سائق الرافرة :

$$\Sigma z_e = \frac{1173,2}{74} = 15,81 \$$$

= (P_{E.M} \cdot V) / Tcr.c متوسط الاتاجية في الوردية ،

$$P_{E.M} = \frac{V}{Tcr.c} = \frac{3528,3}{74} = 47,68 T/sh$$

— ٢٠٠ —

النفقات المضروبة على مدة سكك الروافع طبقاً للمسقط الامامي للبناء :

طول السكة بمقدار (32,5 m) أي أنها تحتاج إلى 5 وحدات من السكك
طول كل منها هو 12 m وهذا كافٍ لباقي عنصر من عناصر المبني . كلفة الواحدة
وتقريباً .

للرافعة BKCM - 5 - 5A لكل سكة طولها 12,5 m تبلغ حوالى \$ 132,3

$$5.132.3 = 661.5 \text{ $}$$

للرافعة

$$150.2 \times 5 = 751.5 \text{ $} \quad \leftarrow : \text{BKCM - 5 - 10}$$

وهكذا كلفة تركيب 1 طن من العناصر .

بالمراقبة PKCM - 5 - 5 A

$$S_E = \frac{(1,08 \cdot 30,1 + 1,5 \cdot 15,81)}{47,68} + \frac{1,08 \cdot 661,5}{3529}$$

$$S_E = 1,38 \times 42 = 58 \text{ S.P}$$

وبالمراقبة : BKCM - 5 - 10

$$S_E = \frac{(1,08 \cdot 35,5 + 1,5 \cdot 15,81)}{47,68} + \frac{1,08 \cdot 751,5}{3529}$$

$$S_E = 1,53 \times 42 = 64 \text{ S.P.}$$

النتيجة :

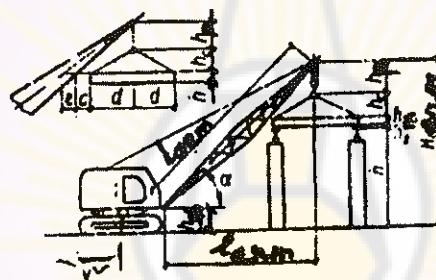
نلاحظ أنه من حيث الكلفة المراقبة BKCM - 5 - 5A أقل كلفة وبالتالي
أكثر اقتصادياً .

حيث :

- ارتفاع ما بين رأس السارية h_s ونهاية خطاف التعليق وتعطى في الجدول (٣٢٠).

ملول ذراع الرفع الأدنى :

$$L_{arm} = \frac{(c+d+e) (Harm - h_{sh})}{h_s + h_c}$$



الرسم (٣) شكل لتحديد المؤشرات الرئيسية للرافع السهمية.

حيث :

- ٥ — المسافة ما بين برج سارية الرافعة والعنصر المرماد تركيبه وتؤخذ عادة متساوية من (٥٠، متر) الى (١٥٠ متر).

- ٤ - طول جزء المنصر (المراد تركيبه) من مركز التعليق باتجاه سلوكية المركبة.
- ٥ - نصف ساقاة هيكل برج السارية في مستوى احتمال تناسع المنصر المرفوع أوسع المنصر المركب مسبقاً ومبذئاً لـ تأخذ مسارية هرائه متراً
- ٦ - ارتفاع مستندة قرص دوران جسم الرافعة عن الأرض ومبذئاً بأيند قيمة:
- ٧ - ارتفاع جهاز خطاف المركبة .

٢ - الطول الأدنى للسارية :

$$L_{arm} = \sqrt{(l_{arm})^2 + (H_{arm} - h_{ad})^2}$$

٣ - عزم التحويل:

$$M_g = P_E \cdot L_{arm}$$

بعد تحديد المؤشرات الرئيسية للرافع المطلوبة يتم اختيار رافعتين على الأقل سبيلاً لها التكتيكية المقنية تلبى المطلوب وعند ذلك تقوم بحسب العوامل الكتيبة لكل منها بالعوامل التالية:

$$K'g = \frac{P_{max}}{Q_{cr}} ;$$

$$K_g = \frac{P_M}{Q_{cr}}$$

— ٣٩ —

حيث :

— وزن أكبر المناصر وزناً مقابلاً بالطن • P_{max}

— الوزن المتوسط للمناصر المراد تركيبها • P_M

— حمولة الرافعة من الكاترولوكات (طن) • Q_{cr}

تتم المقارنة الاقتصادية للرافعتين المختارتين بمقارنة الزمن اللازم لاعمال التركيب / مقدراً بالورديم /، وجهود العمل المطلوبة لتركيب 1 طناً من المناصر مقدرة / ساعة عمل / عامل /، وتكلفة تركيب 1 طناً من المناصر •

لكي نحد زمن تركيب المناصر مبدئياً نقوم بحساب زمن تركيب كل عنصر (دورة عمل تركيب كل عنصر) •

وتفق العلاقة التالية :

$$t_{c.e} = t_1 + t_2$$

حيث :

— زمن عمل الآليات ، دقيقة • t_1

— زمن العمل اليدوي ، دقيقة • t_2

$$t_1 = \frac{H_{rc}}{\theta_1} + \frac{H_{rc}}{\theta_2} + \frac{2\alpha}{360.n} + K_1$$

$$+ \frac{Lh.g. + Lh.o}{\theta cr_c} - \frac{Lh.g. + Lh.o}{\theta cr} . Ker.$$

حيث :

- ارتفاع رفع خطاف الرافعة (m).
- سرعة رفع الخطاف وسرعة تنزيشه ، m/دقيقة .
- زاوية دوران مساربة الملفعة (غرار) °.
- سرعة دوران المساربة ، دورة/دقيقة .

- يعبر عن جزء الزمن الذي خلاله لا يمكن أن يتداخل زمن هذه العملية مع العملية الرئيسية رفع الحمولة (المنصر) وتزييلها .

وبذلك يمكن حساب كل عامل من هذه العلاقة التالية :

$$K = 1 - K_{overlap}.$$

وفي هذه العلاقة فإن :

$$Ker = 0,6 ; Kt = Krc = 0,75.$$

- المسافة الأفقية التي يقطعها الخطاف محملًا ودون حمل نتيجة تحريكه على سكة برج الرافعة أو تغير زاوية ميل المساربة .
وهذه المسافة تتعلق بمكان رفع المنصر من مكان تنزيشه أو من المربات الناقلة إلى مكان تركيبه .

- سرعة الخطأ أثناء الحركة الاقية / دقيقة . ω_{erc}
- المسافة التي تقطعها رافعة برجية محملة أو دون حمل . $L_{h.g}$, $L_{h.o}$
- سرعة انتقال الرافعة البرجية على السكة . ω_{cr}

الروافع السهمية أثناء تركيب العنصر أو وهي حاملة له لا تسير من مكانها بل تبقى ثابتة - ولذلك عند استخدام الروافع السهمية فإن الحد الأخير يسقط من العلاقة الأخيرة .

ويجب لاحظ أن العملية الأساسية عند رفع العنصر لا يمكن أن تتدخل مع عملية تغير ميل السارة وعند ذلك $K_{erc} = 1$ أما عملية التوران فيمكن أن تتدخل مع عملية رفع الحبل نسبة : (0,25) وبالتالي $K_T = 0,75$

حدد ساعات العمل الآلية للرافعة في المشروع يحسب بالعلاقة :

$$T_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{E.i} t_{m.E.i}}{60 K_T}$$

حيث :

$N_{E.i}$ عدد عناصر التموج (i) من مجموع العناصر $(i = 1, \dots, n)$
 المكتوب - $t_{m.E.i}$ - زمن دورة عمل تركيب عنصر واحد من التموج مقيماً بالحقيقة .

T^K — عامل يضع في الحساب التوقفات التكنيكية والتنظيمية في الوردية الواحدة ويفاخذ القيمة التالية:

$$K_{T.O.} = 0.9 \quad \text{للرفاع البرجية}$$

$$K_{T.O.} = 0.8 \quad \text{للرفاع السمية}$$

عدد وردية العمل الآلية للرافعة في المشروع يحسب بالعلاقة:
وردية أولية

$$T_{cr.c} = \frac{T_{cr}}{t_s.KT.K_o}$$

زمن الوردي: 8,2 ساعة .

K_o — عامل يضع في الحساب انقطاعات العمل خلال الوردية الماسباب التنظيمية وللنهاية .

زمن عمل الآلية بالأيام :

(يوم عمل - آلية)

$$T_d = \frac{T_{cr.c}}{K_o} =$$

حيث :

K_o — عدد الوردية في اليوم .

مثال :

اختر رافعة برجية لتركيب عناصر مبني مؤلف من خمس طوابق ذات بنية جدارية . مسقط الطابق المتكرر ومقطع في البناء على الرسم (١) و (٢) والتربة من النوع الرملي الخضاري حيث الميل الطبيعي $1 : 1,25$:

جدول عناصر المبنى في الجدول رقم (١) .

الرافعة تنقل الى مكان المبني من مسافة ١٠ كم .

يحسب ارتفاع رفع الخطايف على أساس تركيب الجدران الصيسية في الطابق الخامس والتي ترتب بعد تركيب الجدران الخارجية وبالتالي يتطلب الأمر امدادها فوق الجدران الخارجية للطابق الخامس المركبة مسبقاً .

$$H_{crc} = h + h_z + h_E + h_c$$

$$H_{crc} = (13,38+0,9)+1=2,98+2,5=20,76 \text{ M}$$

حيث :

— هو منسوب وقوف الآلة .

— المسافة الافقية المطلوبة (طول الذراع الاعظمي) .

$$Larm = a/2 + b + c$$

ووجدت على أساس امكان تركيب أبعد العناصر عن مركز الرافعة —

وهي هنا بلاطات البلكونات .

a - عرض سكة الرافعة وتوخذ افتراضا = 5 م

b - المسافة الفاصلة ما بين سكة الرافعة القريبة من المبني (محور جدران المبني) تحسب على أساس ضمان شرط توازن مخروط لأنها جواب الحفرة زائد 1 مترا احتياطا .

وبذلك :

$$b = (3,47 - 0,9) \cdot 1,25 \cdot 0,9 + 1 + 0,6/2 = 4,135 \text{ M}$$

حيث :

عامل تعديل أدخل لأن التربة في الفراغ ما بين حفر الاساسات وجدران المبني في القبو قبل البدء في التركيب تكون قد ردت بورصت .

المسافة من مركز نقل العنصر المراد تركيبه (بلاطة البلكون)

$$c = 14,3 + 1,05/2 = 14,83 \text{ m}$$

حيث :

- المسافة ما بين محور الجدران الخارجية .

- عرض بلاطة البلكون .

وهكذا فان :

$$L_{arm} = (5/2) + 4,135 + 14,30 + 0,52 = 21,485$$



المراجع

- ١ - تكنولوجيا البناء وتنظيم المشروعات ، الدكتور فتحي الصدي ، دمشق ١٩٨٥ - ١٩٨٦ م
- ٢ - تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور ليتفينوف ، د. بيلاكوفا ، باللغة الروسية ، كييف ١٩٨٥ م
- ٣ - تكنولوجيا البناء ، البرفسور آتايف . س. دانيلوف بد يكن ، باللغة الروسية ، موسكو ، ١٩٨٤ م
- ٤ - تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور دانيلوف ، موسكو ، ١٩٧٧ م
- ٥ - تكنولوجيا البناء ، البرفسور سميرنوف ، لينفرا ، ١٩٧٦ م ، باللغة الروسية .

الفهرس

- المقدمة -

٣

الفصل الأول

٥	١-١ تقانة أعمال البناء مسبق الصنع
٩	١-٢ المسائل الخاصة المرتبطة بـمسبق الصنع
٤٣	٣-١ التصنيع المسبق للعناصر البيتونية المسلحة
٥٣	٤-١ القوالب وتحضيرها
٧١	٤-٥ المرحلة الرابعة - تشكيل العنصر
١٣٣	٦-١ المعالجة الحرارية للعناصر البيتونية المسبقة الصنع

الفصل الثاني

١٦٧	- تقانة نقل العناصر المسبقة الصنع وتغزيرها
١٦٧	١-١ نقل العناصر المسبقة الصنع
١٧١	٢-٢ تخزين العناصر المسبقة الصنع

الفصل الثالث

١٧٧	- تقنية تركيب المسبق الصنع
١٧٧	١-١ العمليات الالزامية لتنفيذ الابنية مسبقة الصنع
١٧٨	٢-٢ عمليات التركيب للعناصر البيتونية المسبقة الصنع
١٨٣	٣-٣ أنواع الروافع المستخدمة لرفع العناصر المسبقة الصنع
١٨٩	٤-٤ الميكانيكي والتكنولوجي لعمليات التركيب
١٩٠	٥-٥ المخطط التنظيمي لوضع البناء بهذه عمليات التركيب

١٩٢	٦-٣ وضع المخطط التكنولوجي لتنفيذ أعمال التركيب
١٩٤	٧-٣ طرائق تركيب العناصر البيتينية مسبقة الصنع
١٩٥	٨-٣ المعايرة أو التأكيد من توافر العناصر المسبقة الصنع
١٩٧	٩-٣ تثبيت العناصر
١٩٩	١٠-٤ الوصلات و معالجة الفوائل في المسبق الصنع
٢٠٢	١١-٣ تركيب الأبنية الميكيلية العالية
٢١٠	١٢-٣ طريقة رفع البلاطات
٢١١	١٣-٣ تركيب المشتآت المائية المنفذة من البيتون المسلح المسبق الصنع
٢١٩	١٤-٣ تركيب خزانات المياه المربيعة أو المستطيلة
٢٢١	١٥-٣ وضع دراسة لأعمال التركيب
٢٢٦	١٦-٣ اتاجيحة التركيب
٢٢٧	١٧-٣ صيانة العمل أو الحفاظ على الأمان أثناء التركيب
٢٢٩	- الملحق (١) تقانة تركيب مشتآت البيتون المسلح مسبق الصنع
٢٣١	- المراجع
٢٣٢	- القصص

★ ★ ★



Damascus University