



منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية

تكنولوجيا الإنشاء

« ٢ »

الدكتور المهندس
نصر الدين خير الله
كلية الهندسة المدنية
جامعة دمشق

الدكتور المهندس
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 الموضوعات التالية :

- ثقافة أعمال البناء مسبق الصنع .
- ثقافة نقل العناصر والمنشآت مسبقة الصنع .
- ثقافة تركيب ابنىة المنشآت مسبقة الصنع .

وقد راعينا في هذا الكتاب أن تأتي محتوياته كتتمة لكتابنا الأول تكنولوجيا الإنشاء (١) لطلاب السنة الرابعة واستعرضنا موضوعات تتعلق بتقنيات تصنيع العناصر مسبقة الصنع ومعالجتها ، ثم تناولنا موضوع نقل العناصر وطرائق التركيب المعروفة وارفقنا الكتاب بملحق صغير يمكن أن يكون مثالا عمليا عن كيفية اجراء المقارنة الاقتصادية بين البدائل الممكنة .

نرجو ان تكون قد وفقنا في عملنا هذا لما فيه خدمة طلاب كلية الهندسة المدنية وزملائنا المهندسين العاملين في مجال تصنيع العناصر مسبقة الصنع وتركيبها .

الوفاءن



الفصل الأول

نقالة أعمال البناء مسبق الصنع

١-١ أساسيات لفحة الأريحية موجزة :

إن الفكرة الأساسية للبناء بواسطة قطع مسبقة الصنع^(١) ليست جديدة . فالمرروف مثلاً أن الأهرامات اتم تشييدها بتركيب الأحجار المصنعة مسبقاً ويزون وسطي بلغ ٢٥ طناً للحجر الواحد ، وبعضها وصل وزنه الى ٣٥ طناً وهي الجواجر الحجرية التي تشكل سقف المدفن . أما كيفية تركيب مثل هذه العناصر الثقيلة ، حينذاك ، فانه حتى الآن لم يتم تعديلها . وكمثال آخر مهم ، يمكن ذكر قبة قبر من المصور اليونانية في شمالي ايطاليا حيث تم رفع الحجر النهائي للقبة والذي يزن ٤٥ طناً الى ارتفاع ٢٥ م دون استخدام أية رافعة .

أما بالنسبة للبيتون ، فكانت أول مرة استخدم فيها كمسبق الصنع عام ١٨٤٩ من قبل Manier حيث صنع منه أحواض للزهور ، وبعضها ركام واحد تم تصنيع عوارض السكك الحديدية . أما بالنسبة للمنشآت ، فكان أول بناء شيّد من قطع بيتونية مسبقة الصنع هو إبناء كارينو في فرنسا على الساحل الأطلسي عام ١٨٩١ ، عدا عن ذلك هناك أمثلة كثيرة تعود للقرون السابع عشر والثامن عشر والتاسع عشر لاستخدام مسبق الصنع لتشييد منشآت معدنية وخشبية .

(١) سوف يطلق تعبير مسبق الصنع في العرض اللاحق للدلالة على البناء بواسطة قطع مسبقة الصنع .

فيما يتعلق بمفهوم المسبق المصنع في العصر الحديث فينظر اليه من وجهة نظر أخرى بحيث يقصد فيه ليس فقط تركيب بعض المنشآت الخاصة ، ولكن وبالدرجة الأولى الاعتماد على تقانات متقدمة لتنفيذ عناصر ومنشآت بشكل مستمر وبأعداد كبيرة ، أي ما يسمى بتصنيع البناء وفي ضمن هذا المفهوم ، تعد أولى خطوات مسبق الصنع هي تشغيل أول مصنع بيتون لتصنيع عناصر بيتونية مسلحة لاستخدامها في تشييد صالات المنشآت الصناعية في برلين بعد الحرب العالمية الأولى ، حيث أصبح من الممكن شراء هذه العناصر المتوافرة مباشرة وتحت الطلب واستلامها من المخازن فوراً .

أما بالتطور السريع للمسبق المصنع فيعود الى ما بعد الحرب العالمية الثانية نظراً للظروف الخاصة الاقتصادية والاجتماعية التي ظهرت في الدول الأوروبية آنذاك وأهمها :

أ - الحجم الكبير للمهمات الواجب تنفيذها في مجال التشييد وبفترة قصيرة نتيجة للتدمير والخراب بسبب الحرب ،

ب - التطور السريع للصناعة وامدادها لقطاع التشييد بالآلات والمعدات .

ج - الاهتلال للإنية المشيدة بإبان الثورة الصناعية البورجوازية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر والتي لم تعد تناسب متطلبات المجتمع الحديث .

١-١-٢ اتجاهات التطور في أعمال التشييد :

إن أهم اتجاه التطوير في أعمال التشييد عالمياً هو اعتبار موقع البناء هو للتركيب فقط ونقل أكبر قدر ممكن من أعمال التنفيذ الى مصانع مركزية ، وذلك يتطلب ما يلي :

أ - تطوير قاعدة الصنع المسبق (معامل بيتون ، تطوير أنظمة بناء ، مراكز أبحاث ١٠٠٠ الخ) .

ب - تطوير آليات النقل والرفع .

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

أ - اختصار زمن التنفيذ .

ب - تخفيض الكلفة ،

ج - تخفيض العمالة .

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

١-١-٢ - إيجابيات المسبق الصنع وسلباته :

الإيجابيات :

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 الاكمال خلال تنفيذ العناصر) .

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

- الحصول على جودة عالية بسبب الاعتناء الافضل في معالجة المواد وبفضل إمكان التحكم والمراقبة وتكرار العمل .

- سهولة فك العناصر وإعادة استخدامها .
- توفير القوالب والمواد المصنوعة منها والسقائل .
- إمكان استخدام مواد جديدة .
- عدم التأثير بظاهرة التقلص بسبب تخزين العناصر لفترة معينة قبل تركيبها واستخدامها .

من وجهة نظر اليد العاملة :

- انقاص الجهد العضلي واليد العاملة .
- تأمين كادر عمالي دائم وثابت مما يسمح بإمكان أفضل للتدريب والتأهيل .
- تحسين ظروف العمل بنقل العمل الى أماكن ثابتة غير معرضة للظروف الجوية .

السلبيات :

من وجهة نظر النفقات الاستثمارية :

- تتطلب نفقات استثمارية كبيرة بالمقارنة مع غيرها من طرائق التنفيذ .
- النتائج الاقتصادية لا توازي دائماً النفقات الاستثمارية الكبيرة .
- عدم تأمين استمرارية الإنتاج يؤدي الى خسارة كبيرة .
- لا توجد مرونة في زيادة الاستطاعة الانتاجية حين ازدياد الطلب على حجم التشييد .

من وجهة نظر التنفيذ والمنشأ :

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

— يتطلب دقة عالية في التنفيذ لأن عملية اصلاح العيوب وتصحيح الاخطاء تتطلب كلفاً عالية :

المسائل الخاصة المرتبطة بالمسبق الصنع :

١-٢-١ نظرة اقتصادية :

- إن اقتصادية المسبق الصنع ترتبط بالدرجة الاولى بجدوى الاصول المنتجة .
تحدد جدوى الاصول المنتجة هذه بالامور التالية :
- الادارة الصحيحة للانتاج في مصانع البيتون .
- التنسيق الجيد خلال تنفيذ الخلطة ما بين المراكز الانتاجية (معامل البيتون) وورشات التركيب .
- رفع سوية اليد العاملة الفنية بشكل مستمر ورفع الشعور بالمسؤولية لديهم .
- التطبيق المستمر والصحيح لانجازات العلوم الجديدة بهدف رفع الانتاجية وتخفيض الكلف ورفع الجودة .

إن جميع الامور المذكورة اعلاه ، تنبع من كون العمليات المرتبطة بتنفيذ المنشآت مسبقة الصنع تتطلب رؤوس أموال كبيرة نسبياً ، وأيضاً لكون الانتاج ذا قيمة عالية وان أي خطأ فني أو تنظيمي له نتائج سلبية اقتصادية كبيرة ولا يمكن استدراكه بسهولة ، لذلك فان الهدف الأهم هو الاستخدام الأمثل للاصول المنتجة من جهة ، واستخدام أصول منتجة ذات متوسط رؤوس أموال منخفض من جهة أخرى ، مع العلم أن متوسط رؤوس الأموال المطلوب للتنفيذ بواسطة المسبق الصنع هو أكبر بكثير منه من أجل تقانات أخرى متطورة في التشييد مثل البيتون المصبوب بالمكان باستخدام قوالب متطورة كالنفقية أو المنزلقة أو التنفيذ بواسطة رفع البلاطات .

اضافة الى ما ذكر اعلاه فان اقتصادية المسبق الصنع ترتبط بشكل كبير بمدى

إمكان تنفيذ أعمال الاكساء في مرحلة تصنيع العناصر ظراً لما يوفر ذلك من يد عاملة وتخفيض الهدر ورفع جودة العناصر .

عند تقديم المسبق الصنع ومقارنته مع طرائق تنفيذ أخرى فاننا أحياناً كثيرة لا نحصل على أفضل الأرقام والمؤشرات الاقتصادية . إن مرد ذلك يعود الى أن المسبق الصنع يشترط متطلبات الأمور النظرية وعلى سبيل المثال :

أ - إن مرعة التنفيذ والمسبق الصنع يتم الحصول عليها على حساب كمية أكبر من المواد المطلوبة من الناحية الانشائية فيا لو تم التنفيذ بطرائق أخرى .

ب - أن إنتاج العناصر بواسطة خطوط إنتاجية متطورة يتطلب أيضاً كمية أكبر من المواد لصالح انقاص اليد العاملة والحصول على إنتاج بأعداد كبيرة .

ج - إن ادخال أعمال الاكمال في مرحلة الصنع المسبق يزيد من كلفة التنفيذ ولكنه ينعكس على تقصير زمن التنفيذ وتخفيض العمالة .

د - جميع أعمال النقل التي تحتل دوراً بعد نقل البيتون الى القوالب في معامل البيتون تعد نفقات اضافية تظهر في المسبق الصنع ولا وجود لها في أعمال البيتون المصبوب في المكان ، مع التنويه بأن العمل الاضافي المذكور هو مكلف غالباً لأنه يتطلب آلات نقل وتجهيزات تحميل وتفريغ متطورة .

وبشكل عام يمكن تقويم أنظمة مسبق الصنع من خلال العوامل التحليلية والمؤشرات الاقتصادية التالية^(١) :

(١) ان المؤشرات المذكورة تنطبق على منشآت الابنية اما من أجل المنشآت الأخرى فيمكن اعتماد مؤشرات أخرى حسب نوعية المنشآت .

- كلفة التشييد لـ ٠٢م/س
 - كلفة الصيانة لـ ٠٢م/س × سنة
 - سرعة التنفيذ ١٠٠٠ م/شهر
 - انتاجية الاصول م/٢ لـ ٠٢م/س سنة
 - وزن المنشأ طن/م^٢
 - جاسوى النقل م/٢ نقلة
 - مرونة النظام الانشائي من أجل تنفيذ منشآت متعددة
 - مدى ما يسمح النظام من أعمال الاكمال خلال الصنع المسبق ومدى تطابق الميكل مع الأعمال التكميلية الاخرى
 - امكان الاستفادة من النظام بعد نقله الى مكان آخر أو بعد فكّه والغائه (المنشآت المعدنية مثلاً)
 - سهولة تغير وظيفة المنشأ
- ٢-٢-١ حول وظيفة المنشأ وتكوينه :

إن أية محاولة لتطبيق المسبق الصنع على التكوين المعماري والانشائي للمنشآت التي صممت لكي تنفذ بطرائق تنفيذ أخرى مرفوضة 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 البناء واسعة الانتشار ومرونة في الحصول على أنواع متعددة من الاشكال المعمارية والوظائف ، وتؤمن المتطلبات للحياة العادية المتعارف عليها وتتميز بدرجة كبيرة من المرونة من أجل متطلبات مستقبلية مرتبطة

بتغيير التكوين الأساسي للمجتمع وتطورة والاسرة والصناعة ، فعلى سبيل المثال فان المنشآت التي تشيّد حالياً بالمسبق الصنع يقدر عمرها ٥٠ ÷ ٨٠ سنة ، ولكن طرائق الانتاج في الصناعة تتغير كل عشر سنوات ، وفي مثل هذه الحالة لا بد للمنشأ أن يؤمن المتطلبات الجديدة لطرائق الانتاج في الصناعة المستقبلية .

٣-٢-١ - حول قواعد الانشاء :

إن إحدى خصائص المسبق الصنع هي أن التجربة والتقديرات تحل محل العلوم النظرية في كثير من الحالات ، حتى إن القواعد الانشائية والنظريات المشتقة من التجارب والنماذج لا تجيب في كثير من الحالات عن بعض الأسئلة بشكل صريح ومحدد ، ويمكن القول بشكل عام ان مبادئ الانشاء النظرية قابلة هنا للتطبيق بشكل جزئي ، ذلك لأن عمل البناء المركب وتصرفه قد يختلفان بشكل كبير عن النموذج الذي اعتمد من أجل الحساب الانشائي ، وإن العمل الحقيقي لعناصر المنشأ في كثير من الحالات لا يمكن تحديده الا من خلال الابحاث التجريبية وليس من خلال التحليل النظري .

بالنسبة للحمولات فانه من الضروري هنا التفريق بين الحمولات التي تظهر قبل التركيب وبعده ، اضافة الى ذلك ، فانه تظهر حمولات واجهادات متعددة وفي جميع مراحل التنفيذ وبشكل أوسع عما عليه في البناء المصبوب بالمكان وأهمها :

خلال تصنيع العناصر :

- إجهادات في البيتون ناتجة من تسريع عملية التصلب .
- إجهادات الالتصاق والاجهادات الديناميكية الناتجة من فك القوالب والتي قد تصل الى ٢م/طن أعظمية .
- إجهادات في البيتون خلال نقل العناصر الى سلحة التخزين .
- إجهادات في البيتون خلال تخزين العناصر الناجمة 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 .
- أجهادات العناصر النحيفة القابلة .

قبل تنفيذ الوصلات :

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

بعد التنفيذ :

- حمولات أفقية ناجمة عن عدم شاقولية العناصر (الحمولة الأفقية تؤخذ عادة ١٠٠٠/١ من الحمولات الشاقولية) .
 - فرق العمر بين يبتون الوصلات ويبتون العناصر .
 - تأثير السيلان .
- فيما يلي عرض للمقاومات الأصغرية الواجب توافرها في العناصر خلال مراحل التنفيذ :

- الفك الجزئي للقوالب : $f_{c,28} (0.2 - 0.3)$
- فك القوالب وتخزين العناصر : $f_{c,28} (0.3 - 0.6)$
- النقل خارج موقع الصنع وخلال التركيب : $f_{c,28} (0.6 - 0.8)$

١-٢-١ النظام القياسي والنمذجة :

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

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

لقد طورت الدول المتقدمة نظماً قياسية للمنشآت الخاصة بها (١) ، وكذلك يعمل في هذا المجال عدد من المنظمات الدولية بهدف توحيد النظم القياسية عالمياً مثل منظمة التوحيد القياسي العالمي في البناء الخاص بمجموعة الدول الاشتراكية وغيرها ، إن إيجاد مثل هذه المنظمات العالمية يشير الى اهمية التوحيد القياسي ليس فقط على الصعيد الوطني ولكن أيضاً على الصعيد العالمي .

إن أحد الأمور المرتبطة بالنظام القياسي هو موضوع نمذجة المنشآت ، ذلك

(١) وهي ملزمة لجميع الجهات العاملة في قطاع الانشاءات .

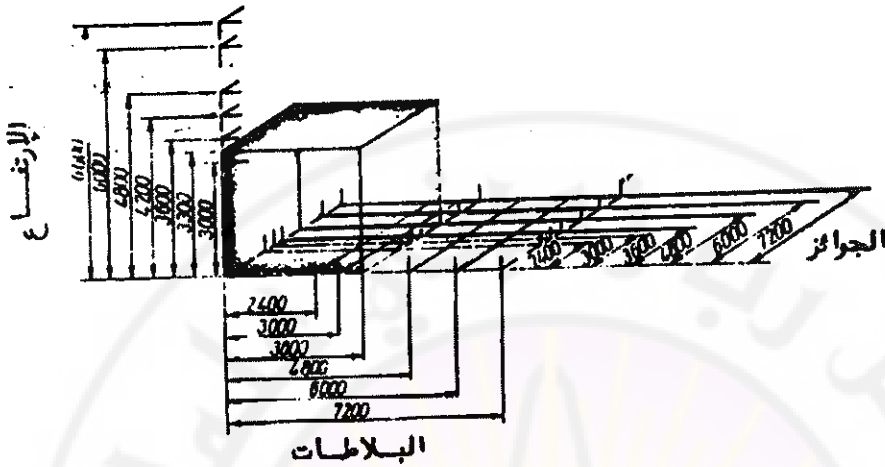
أن تكوين الفراغ وفق نظام معين ومعايير محددة بواسطة قطع نموذجية مسبقة الصنع يشكل القاعدة الأساسية لتصنيع العناصر الانشائية . إن نمذجة العناصر أمر ضروري بهدف تحديد العناصر التي بواسطتها يتم الانشاء وبالتالي الحصول على التنفيذ بأعداد كبيرة .

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 بواسطة مجموعة واحدة من العناصر النموذجية المتوافقة بعضها مع بعض ولكن لا بد من تطوير أنظمة خاصة بكل نوع من المنشآت مثل :

- أبنية ذات الطابق الواحد متعدد الاستخدام .
- أبنية سكنية متعددة الطوابق .
- أبنية عامة متعددة الطوابق .
- أبنية صناعية وزراعية .
- منشآت أرضية ، مائية ، وغيرها .

٢-١- الوصلات في المسبق الصنع :

إن إحدى خصائص البناء مسبق الصنع وجود عدد كبير من الوصلات والفواصل ، فإضافة إلى فواصل التمدد والهبوط هناك عدد كبير من الفواصل (الوصلات) تدعى بفواصل التركيب (وصلات التركيب) . تتأثر هذه الوصلات ولأماكن القربة منها باجهادات مختلفة وصعبة التحديد . إن فواصل التمدد في البناء المركب عادة هي الأكبر منها في البناء المصبوب 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 تركيبها قد أخذت تقريباً شكلها الفراغي فيما يتعلق بجميع الاجهادات التي تنشأ في العنصر



الشكل (١ - أ)

يوضح مثالا لنظام قياسي لآبنية هيكلية متعددة الطوابق

لأسباب لا تتعلق بالتحميل ، مثل التقلص وحرارة التصلب . إن تشوه العناصر مثلاً بسبب السيالان يأخذ $40 \div 50\%$ من التشوه النهائي إذا تم تخزين العنصر شهر بعد تصنيعه ، كذلك فإن التأثير الحراري في العناصر المركبة ليس له الأثر الكبير بسبب العدد الكبير من الوصلات ونقاط التقاء العناصر ، فحسب النظم في ألمانيا فإن فواصل البناء تصل إلى ٧٢ م بالنسبة للآبنية متعددة الطوابق الهيكلية والجدارية وقد تصل إلى ١٢٠ م بالنسبة للآبنية ذات الطابق الواحد تحت شروط معينة (١) .

١-٢-١ التسامح والتقبل والتبادل :

إن التطوير المسبق الصنع أدى إلى البحث بعلم التسامح والتطابق بشكل

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

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

إن البناء المصبوب بالمكان (نظراً لارتباط عناصره الانشائية بعضها مع بعض بشكل مستمر ومتجانس) لا يشترط شروطاً قاسية بالنسبة للدقة . وبالعكس من ذلك فيما يتعلق بالمسبق الصنع فإن عدم الدقة قد يجعل المنشأ غير سليم وأحياناً تكون عملية التركيب غير ممكنة ، لذلك فإنه يجب التعامل بدقة كبيرة نسبياً ولهذا كان من الضروري تطوير تقانات قياس دقيقة .

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

أما التبادل فيقصد به امكان استبدال قطع بأخرى قابلة للوصل مع القطع المراد معها الوصل دون أية إجراءات اضافية . 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 بالانزياح المسموح 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 أبعاد العناصر أو بوضعيتها الفراغية) . ان الانزياحات في الدقة المطلوبة يتراكم بعضها فوق بعض خلال مراحل التنفيذ بشكل غير متساوٍ وباتجاهات ليست بالضرورة متطابقة ، وبنتيجة ذلك يحصل انزياح نهائي في المنشأ يتم حسابه وفق نظرية الاحتمالات .

يمكن التمييز في المسبق الصنع بين أنواع التسامحات التالية :

- تسامح الأبعاد للمنشآت وعناصر الانشاء .
- تسامح القوالب — تخص أبعاد العناصر .
- تسامح القياس الفني — خلال أخذ القياسات .
- تسامح الارساء — خلال إرساء العناصر قبل الوصل .
- تسامح الوصل — حسب نوعية التقابل .

وبما أن الحصول على دقة معينة ينعكس على طريقة التنفيذ بشكل مباشر في جميع مراحله ويحدد ، على سبيل المثال ، استخدام معدات معينة في مرحلة الصنع المسبق وطرائق القياس والتنفيذ وصلات أفقية خلال التركيب ، فإن ذلك يرتبط بشكل مباشر بالامور الاقتصادية . إضافة الى ذلك فإن جودة التنفيذ وكميته وسعره هي أمور مرتبطة بعضها مع بعض بشكل عضوي ، لذلك لا بد من تحديد ما هي درجة الدقة المطلوبة لتحقيق الجدوى الاقتصادية لها واضعين في الحسبان جميع الامور المطروحة أعلاه . لهذه الأسباب جميعاً فإن الدقة يتم تصنيفها عادة وفق درجات دقة معينة ، ونسبة الى هذه الدرجات يتم تحديد ما هي الانحرافات المسموحة للعناصر والمنشآت ، ويتم أيضاً تحديد ما هي درجة الدقة المطلوبة من أجل تنفيذ كل نوعية من المنشآت حسب استخدامها ، (فعلى سبيل المثال إن الدقة المطلوبة لتصنيع قطع بيتونية وتنفيذها لنفق خدسات هي أصغر مما يتطلبه تصنيع عناصر كالادراج والجوائز وتنفيذها) .

٧-٢-١ الحماية من العوامل الضارة :

تعد الحماية من العوامل الضارة المحيطة بالمنشآت إحدى المشكلات الرئيسية في البناء المسبق الصنع للأسباب التالية :

- تخفيض عوامل الأمان (نظراً لدقة التنفيذ في العناصر فإن عوامل الأمان للمسبق الصنع هي أصغر) .

— استخدام طرائق دقيقة في الحساب الانشائي .

— ازدياد تلوث البيئة بشكل عام .

إن ظاهرة الصدأ تظهر بخاصة في أماكن الوصلات بسبب التشوهات التي تطرأ على العناصر وظهور الشقوق التي تعد مسالك سهلة للعناصر الضارة لتخريب المواد . أما الصدأ فالمقصود فيه هو التخريب التدريجي الذي يحصل في المادة (العنصر) ابتداء من السطح الخارجي (القلب) وباتجاه العمق 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 تشكل بعضها مع بعض أنظمة متعددة لمجرى التخريب . تبدأ 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 من أخذ تأثير ذلك في المنشآت .

إن اتخاذ اجراءات خاصة لحماية سطوح عناصر بيتونية مسلحة هو غير ضروري بشكل عام ذلك لأن البيتون بعد ذاته يشكل حماية ممتازة للحديد ، أما الاجراءات اللازمة من أجل الحصول على بيتون لا يتأثر بالعوامل المحيطة وبعيـث يشكل حماية جيدة لحديد التسليح فهي :

— استخدام حصويات قليلة ذات تدرج حبي مناسب .

— نسبة منخفضة للماء .

— الحصول على كثافة كبيرة للبيتون خلال صبه ورجه .

— معالجة حرارية معتدلة •

— استخدام الاسمنت 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 أكثر كثافة قل من انتقال الرطوبة والغازات الى الداخل وبالتالي يشكل حماية أفضل •

٨-٢-١ اللحام :

تزداد أهمية اللحام في منشآت البيتون المسلح مع ازدياد استخدام المسبق الصنع ، وهو يستخدم بشكل رئيس من أجل الأعمال التالية :

- وصل قضبان التسليح (في مصانع البيتون) •
- تنفيذ شبكات التسليح وغيرها من العناصر (سلاسل وأقفاس) •
- 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 استخدام فانه تحدد التقانة 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 الفرن الذي يصهر فيه الحديد •
- نوعية الدرفلة والصب والتبريد ، وهنا يميز بين الحديد المستقر ونصف

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

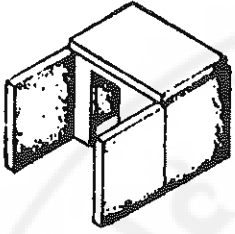
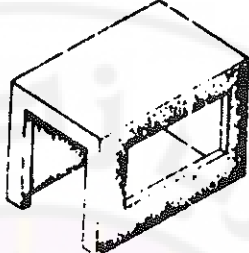
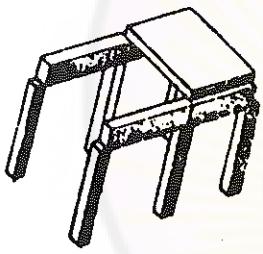
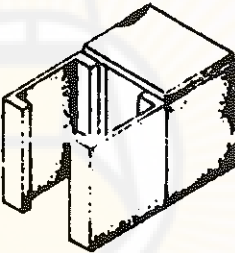
— التركيب الكيميائي (الشوائب) وبخاصة المعادل الفحسي ، ومن أجل كل
تركيب كيميائي يجب استخدام تقانة مناسبة للحام .

١١-٢٩ العناصر الانشائية في المسبق الصنع :

يستخدم المسبق الصنع في جميع أنواع المنشآت تقريباً (ابنية متعددة
الطوابق ، منشآت أرضية ، ابنية صناعية وزراعية ١٠٠٠ الخ) ولكل نوع من
المنشآت تم تطوير عناصر انشائية تعتمد على أسلوب انشائي معين. يوضح الشكل
(١ - ٢) الأساليب الانشائية المستخدمة في الابنية المصنعة حسب الوظيفة
الانشائية التي تقوم بها وحسب الشكل والأبعاد .

يتم 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 ابتداء من الصنع المسبق ومروراً بالنقل والانتقاء بالتركيب . إن استخدام
نظام المعدات مرتبط ببعضه مع بعض في جميع مراحل التنفيذ . إن تشغيل
الاستطاعات الانتاجية بطاقة عظمى قدر الامكان هو مطلب مهم وضروري وينعكس
على اقتصادية المسبق الصنع بشكل مباشر . انطلاقاً من مبدأ تشغيل الاستطاعات
الانتاجية بطاقاتها العظمى يلاحظ أن معظم نظم المسبق الصنع المتقدمة تضع في
الحسبان التقارب في وزن العناصر التي يتركب منها المنشأ .

إن تطور المسبق الصنع في بعض الدول مثلاً (و نظراً لأن سياسة الانشاء
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 الى عدة أسباب أهمها :

 هيكل جداري	 نسراغي - جملة مركبة من هيكل وجدران وبلاطة تشكل عنصرا فراغيا . - العنصر حامل ويحدد ايضا الفراغ
 هيكل - عناصر حاملة خطية مستقيمة . - تحديد الفراغ بواسطة جدران قواطع وبلاطات باستناد بسيط	 جداري - جملة حاملة فراغية من جدران حاملة وبلاطات .

الشكل (١ - ٢)

الاساليب الانشائية الرئيسة لاستخدام سبق المنع

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

— ضرورة استخدام المعدات والآليات لفترة عمرها المجدي وتجنب حدوث
الاهتلاك المعنوي لهذه المعدات والآليات .

— إن تطور الأساليب الانشائية من أجل كل مرحلة لاحقة كان يعتمد على
الخبرات المتراكمة من استخدام النظم السابقة .
إن المراحل الرئيسة التي مر بها المسبق الصنع في مجال الأبنية المتعددة

الطوايق في تلك البلدان يمكن تلخيصها بالمراحل التالية :

- أ — مرحلة ١٨٠٠٠ — ١٣٠٠٠ كغ .
- ب — مرحلة ١٨٠٠٠ — ٢٥٠٠٠ كغ .
- ج — مرحلة ٤٠٠٠٠ — ٦٥٠٠٠ كغ .

بغض النظر عن العناصر المطورة لتشكيل نظم متكاملة للمنشآت ، فانه
تصنع أحياناً عناصر ذات أبعاد وأشكال وخواص معينة يمكن استخدامها بشكل
حر ويمكن الحصول عليها كسلعة عامة مثل عناصر الجوائز والاستناد وقواطع
الجدران . هذه العناصر يمكن أن تسمى بعناصر متعددة الاستخدام ، وطبيعي
فإن التصميم يجب أن يضع في الحسبان مواصفات هذه العناصر وامكان
استخدامها بشكل منطقي . إن خصائص أهم العناصر الانشائية للمسبق الصنع
هي :

— الجوائز : إن للمقطع وشكله يتعلق بكيفية الارتكاز والحمولات الواقعة
عليها والمجاز وطريقة التنفيذ (الشكل ١ — ٣) .

— عناصر الأسقف : المقطع يتعلق بنوعية الحمولات وقيمها وبالمجاز وطريقة
التنفيذ (الشكل ١ — ٤) .

— العناصر الجدارية : وهنا يمكن التفريق بين الجدران غير الحاملة والحاملة .

بالنسبة للجدران غير الحاملة فإن وظيفتها تقتصر على تحديد الفراغ . وهنا نميز بين الجدران غير الحاملة الداخلية (القواطع) ، والجدران الخارجية غير الحاملة (غالباً ما تكون معلقة) وتشكل الواجهات للمنشأ وتتألف من عدة طبقات . أما الجدران الحاملة فوظيفتها مزدوجة إذ تقوم بتحمل القوى الشاقولية والأفقية وتحديد الفراغ .

١٠-٢-١ البنية الانشائية لمنشآت المسبق الصنع وحيدة الطوابق :

تعتمد المنشآت وحيدة الطوابق على البنية الهيكلية في الانشاء ، وهنا يمكن استخدام عناصر خطية مستقيمة أو غير مستقيمة من المعدن أو اليتون المسلح أو كليهما معاً . إن الاتجاه في تشكيل السقوف من أجل منشآت ذات وظائف معينة خاصة هو استخدام العناصر القشرية لتشكيل الأسقف والاستعاضة بها عن الجوائز والأعصاب والبلاطات . إن القشرية في هذه الحالة تقوم اضافة الى تحمل القوى الشاقولية بتحديد الفراغ واعطائه الشكل المعماري المطلوب .

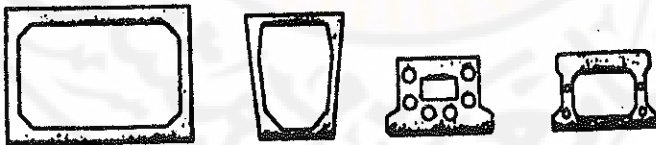
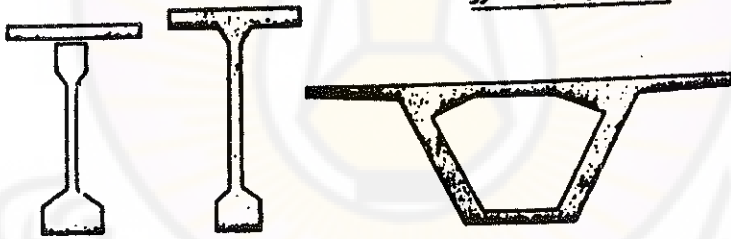
تعتمد البنية الانشائية لهذه المنشآت على عد الهيكل غير مرتبط بالوظيفة المخصص لها المنشأ . لهذا الموضوع أهمية في الصناعة نظراً للتطور السريع فيها والذي يتطلب كل فترة تحديث التقنية المستخدمة للإنتاج أو تبديلها بهدف تطوير تكنولوجيا التصنيع ، لذلك يجب ألا تكون ثقافة التصنيع مرتبطة بالبنية الانشائية بشكل عضوي ، بل عد المنشأ فقط كمغلف فراغي للنظام التكنولوجي المستخدم من أجل الإنتاج . لهذا السبب أيضاً فإن 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 وأسقف وجدران) .

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

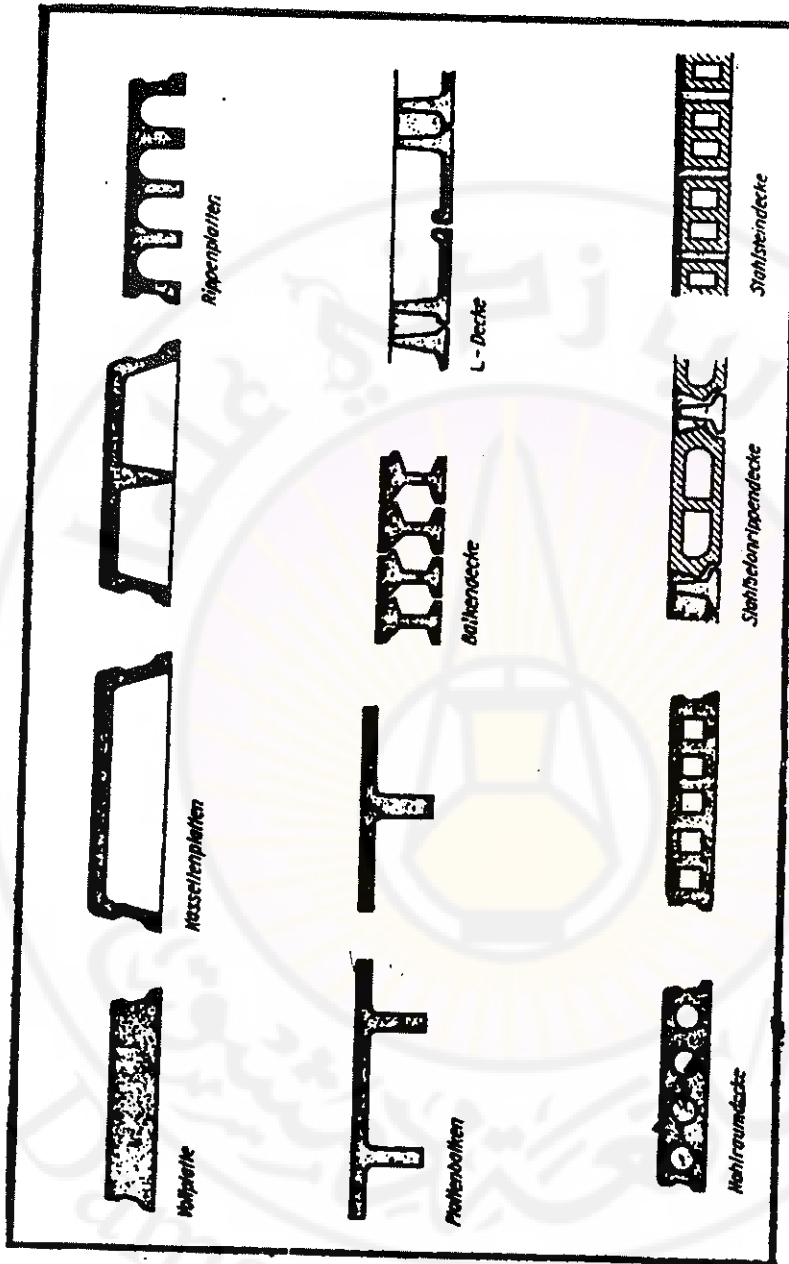
٢ - الجوائز والأعصاب



ب - جوائز الجسور



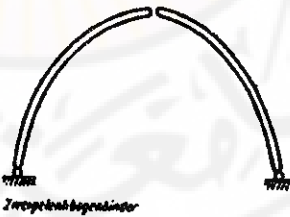
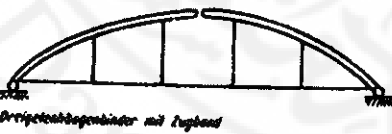
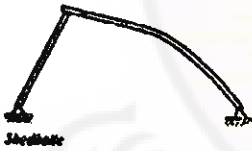
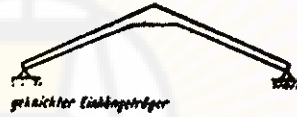
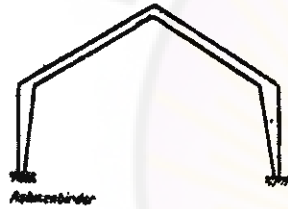
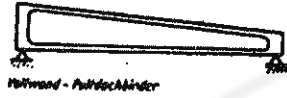
الشكل (١ - ٣) مقاطع الجوائز والأعصاب



الشكل (١-٤)
مقاطع عناصر البلاطات
- ٢٦ -

مع العناصر الحاملة الرئيسة (الجوائز الرئيسة وركائزها) توضح الأشكال (١ - ٥ الى ١ - ٧) أشكال بعض العناصر الانشائية الرئيسة 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 المسلح يعتمد على مبدأ الانشاء التالي :

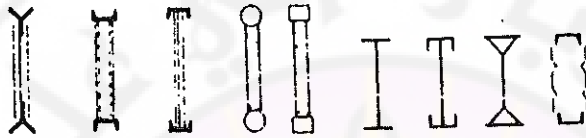
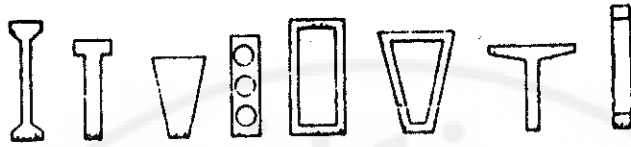
- تتصل الأعمدة بالاساسات بشكل وثيقة كاملة .
- تتركز الجوائز الرئيسة على الأعمدة بشكل مفصلي .
- في حال تعدد الفتحات للجوائز الرئيسة يجب أن تصمم الوصلات بينها بحيث تكون قابلة لتحمل الضغط والشد .
- يتم تأمين استقرار المنشأ بواسطة الوثاقات مع الأساسات (وأيضاً في الاتجاه الطولي للمنشأ) . تنتقل جميع القوى الأفقية من بلاطة السقف أو من نقطة ارتكاز العناصر الحاملة للرافعة بواسطة الأعمدة أو الجدران أحياناً الى نقاط الاستناد الثابتة .



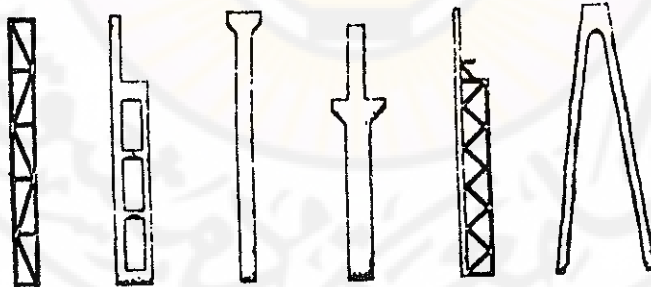
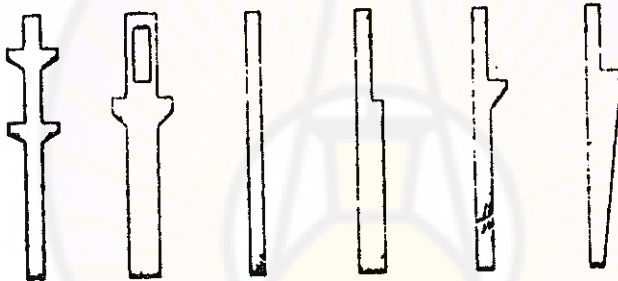
الشكل (١ - ٥)

اشكال بعض العناصر الانشائية للمنشآت ذات الطابق الواحد

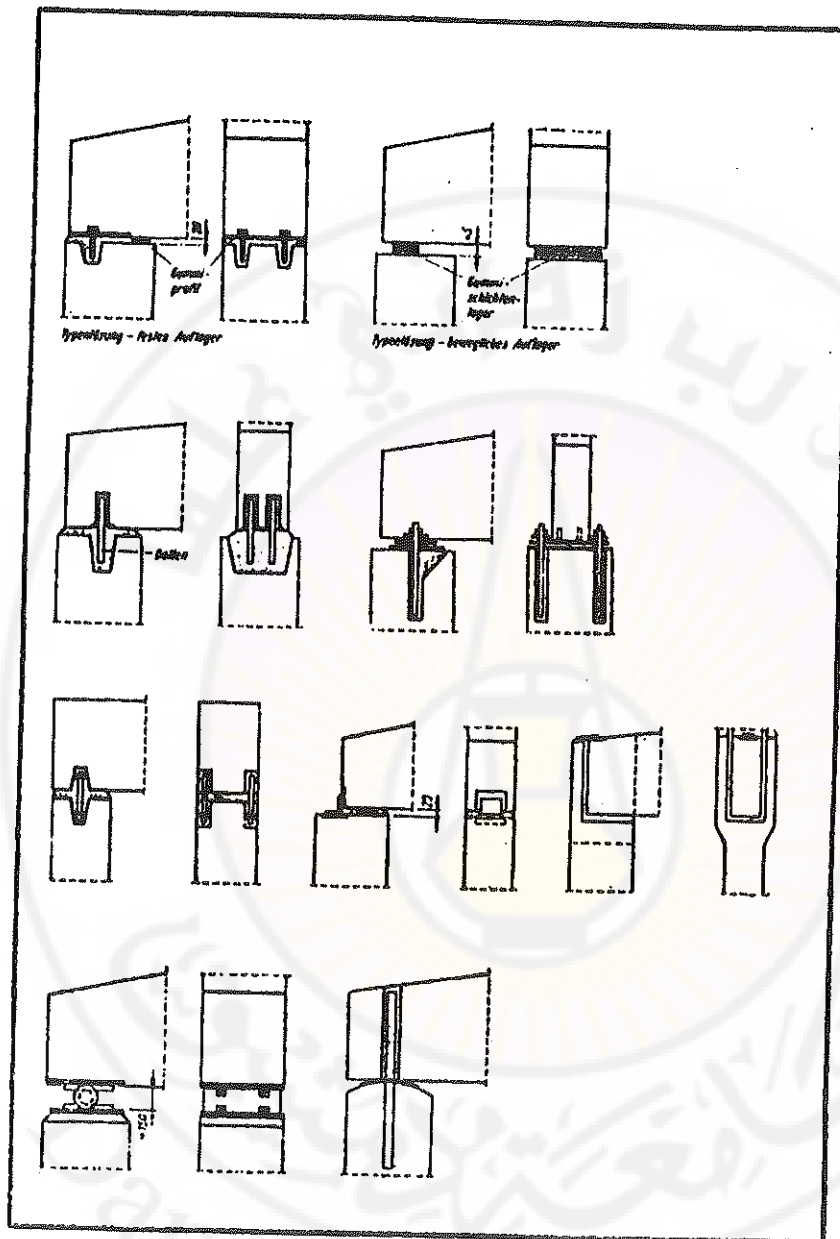
٢ مقاطع الجوائز



ب - أشكال الأعمدة



النكل (١-٦)



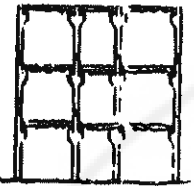
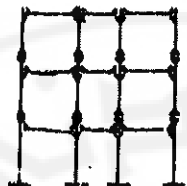
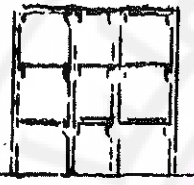
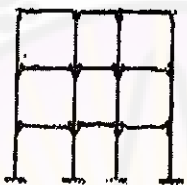
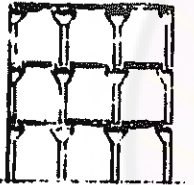
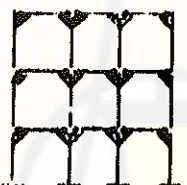
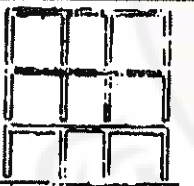
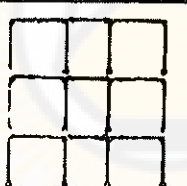
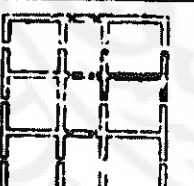
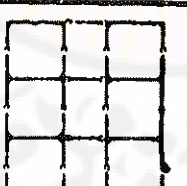
الشكل (١ - ٧)
ارتكاز الجوائز على الامممة

١١-٢-١ 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 القواطع الداخلية وكذلك أعمال التمديدات يتم تنفيذها دون تداخل وثيق مع المنشأ . تتشكل هذه المنشآت من عناصر خطية خفيفة ومتوسطة الوزن ، مع المحافظة بشكل عام على مقاطع ثابتة للجوائز والاعمدة وطول ثابت لبلاطات الاسقف من أجل المحافظة على أصغر عدد ممكن من العناصر . يلاحظ من الشكل (١ - ٨) الجمل الانشائية الممكنة ويلاحظ أيضاً كيفية الاقتصار على أصغر عدد من العناصر الانشائية المشابهة . . يوضح الشكل (١ - ٩) المبادئ الرئيسة لتشكيل الوصلات ويلاحظ أيضاً الاتجاه نحو الاعتماد على أعمدة مستمرة لأكثر من طابق واحد (قد يصل طولها الى ٢٠ متر) ، انظر الشكل (١ - ١٠) .

إن المبادئ الرئيسة في الانشاء هي :

- تنفيذ الوصلات في الأماكن الممرضة لعزوم انعطاف صغيرة .
- اشتراك أقل عدد ممكن من العناصر في الوصلة الواحدة .
- يجب أن تحقق الوصلات الاقترابات المسبوحة نتيجة عدم الدقة .
- الاقتصار على نوعية واحدة من الوصلات بهدف استخدام ثلاثة ولحدة من أجل تنفيذها .
- سرعة التركيب وسرعة الوصول الى استقرار العناصر .
- الاقتصار على أقل عدد من العناصر لتشكيل المنشأ .

مخطط العناصر	الجملة الإنشائية	مبدأ الإنشاء
		- أعمدة وجوائز - اتصال وثاقه
		- أعمدة مستمرة - اتصال الجوائز بوثاقه
		- بلاطات فطرية
		- إطارات متناظرة - حائز وسطي - بارتكاز مفصلي
		- إطارات بشكل حرف H - جوائز بارتكاز مفصلي

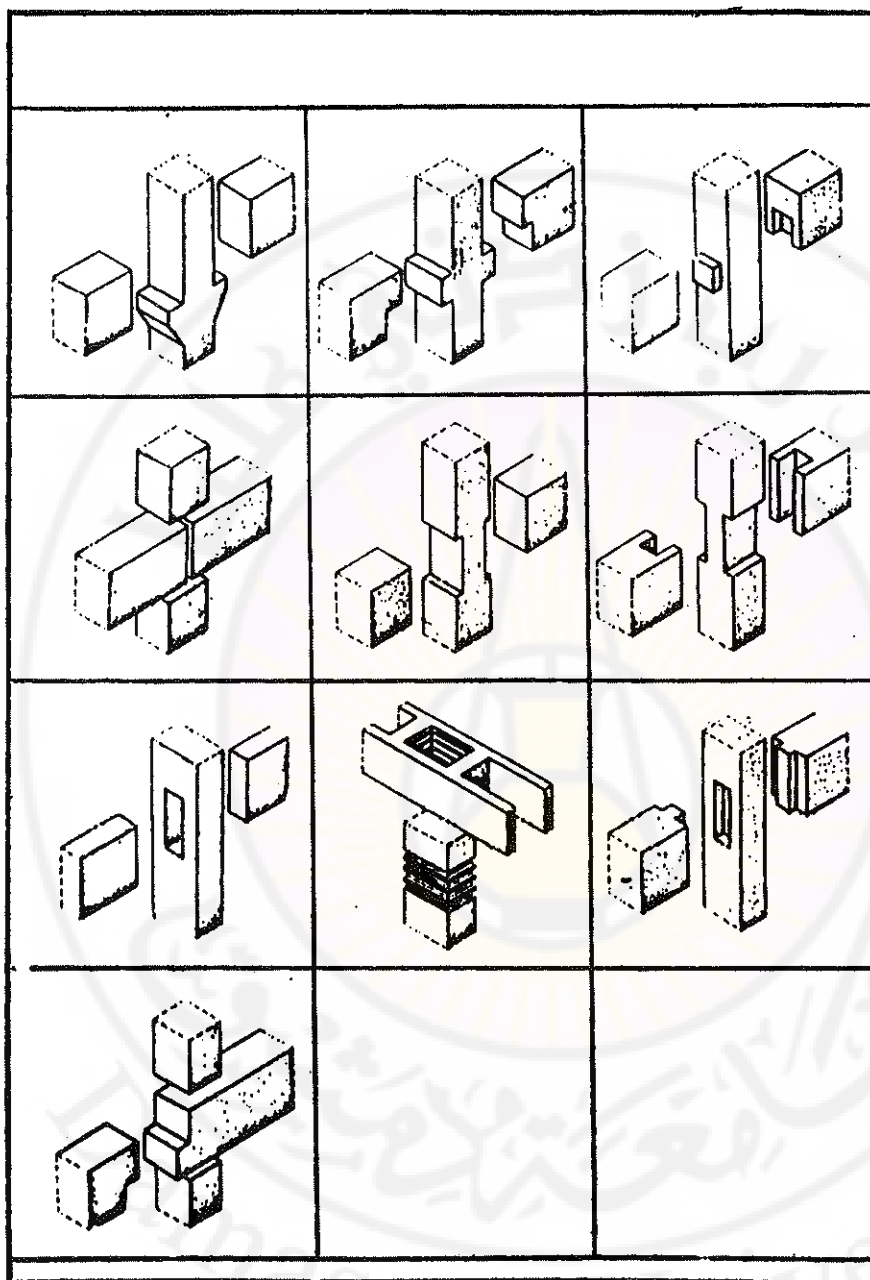
الشكل (١١ - ٨)

الجملة الإنشائية للابنية الهيكلية متعددة الطوابق (يتبع)

مبدأ الإنشاء	الجملة الإنشائية	
- أجزاء إنشائية - بشكل T أو - جوائز ارتكازها مفصلي		
- أعمدة وجوائز - وصلات مفصلي - ارتكاز الجوائز على مساند خنجرية		
- أعمدة وجوائز - وصلات مفصلي - ارتكاز مباشر للجوائز		
- أعمدة مستمرة - جوائز تستند إلى مساند مفصلياً		

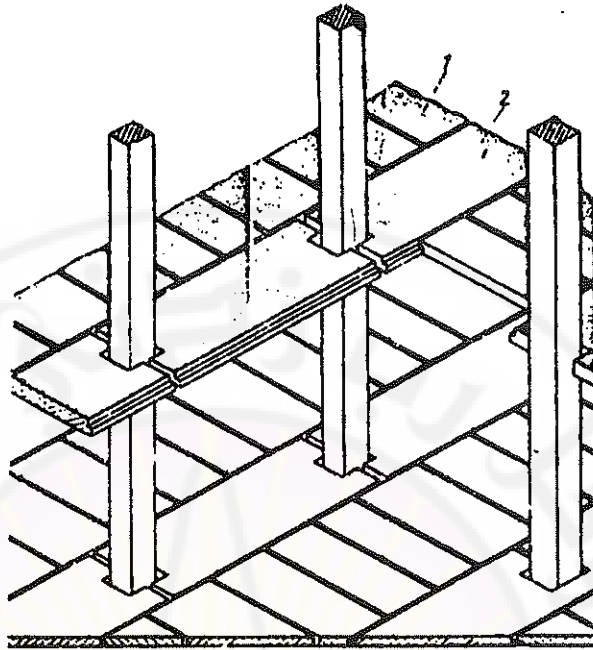
الشكل ٨ - ٨ (تابع)

الشكل (٨-١) - تابع -

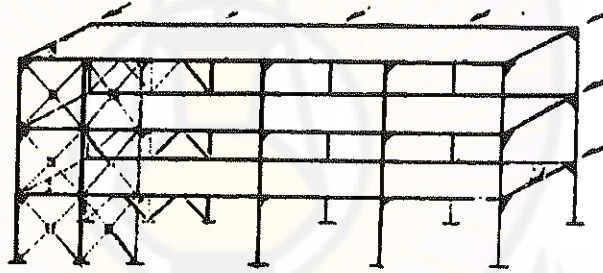


الشكل ٩ - ٩ : مبادئ تشكيل الوصلات في الابنية الهيكلية متعددة الطوابق .

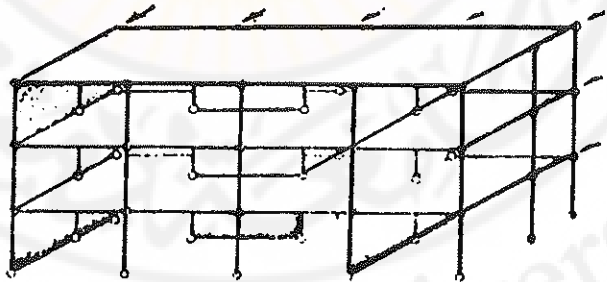
الشكل (١ - ١٠)
 مثال لجملة انشائية
 هيكلية مؤلفة من
 اعمدة مستمرة (ارتفاع
 اكثر من طابق واحد)
 وجوائز مخفية تتركز
 على اعمدة بواسطة
 مساند (اظفار مخفية) .
 ١ - بلاطات .
 ٢ - جوائز مخفية .



الشكل (١ - ١١)
 تقوية المنشأ ضد القوى
 الافقية :
 ٢ - بواسطة اطارات



ب - بواسطة جدران



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

إن تحقيق الاستقرار بواسطة الاطارات يتعارض من ناحية المبدأ مع فكرة المسبق الصنع لأن مثل هذا الاستقرار لا يمكن تأمينه إلا بواسطة العقد الصلبة والتي تنعكس على المنشأ من حيث كمية المواد والعمالة الكبيرة ، لذلك فإنه يتم اختصار عدد العقد الصلبة في مثل هذه الحالات وكذلك يتم توضيح هذه العقد في أماكن محددة تسمح بتنفيذها خلال عملية الصنع المسبق . (الشكل ١ - ٨) ، (الاطارات ذات المفصلين واطارات الحرف 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 تمدأها تشكل عنصراً صلباً في المستوى الأفقي) إلى جدران شاقولية في الاتجاهات الطولية والعرضية للمبنى . وكذلك يمكن للأبنية المنشأة الموثقة من اطارات في أحد الاتجاهات أن يتم تأمين استقرارها في الاتجاه المتعامد بواسطة جدران القص .

إن الجوائز في مثل هذه الأبنية متوازية بعضها مع بعض بشكل عام وقد يكون اتجاهها عرضياً للمبنى أو طولياً له .

توضع الاطارات في الجملة الهيكلية عادة بشكل متوازن بعضها مع بعض في الاتجاه العرضي للمنشأ .

١١-٢-١ المنشآت الجدارية :

تشكل الجدران العناصر الشاقولية الحاملة ، والبلاطات العناصر الأفقية . لا تستخدم العناصر الخفية في هذه المنشآت . يستخدم هذا الحل الإنشائي في

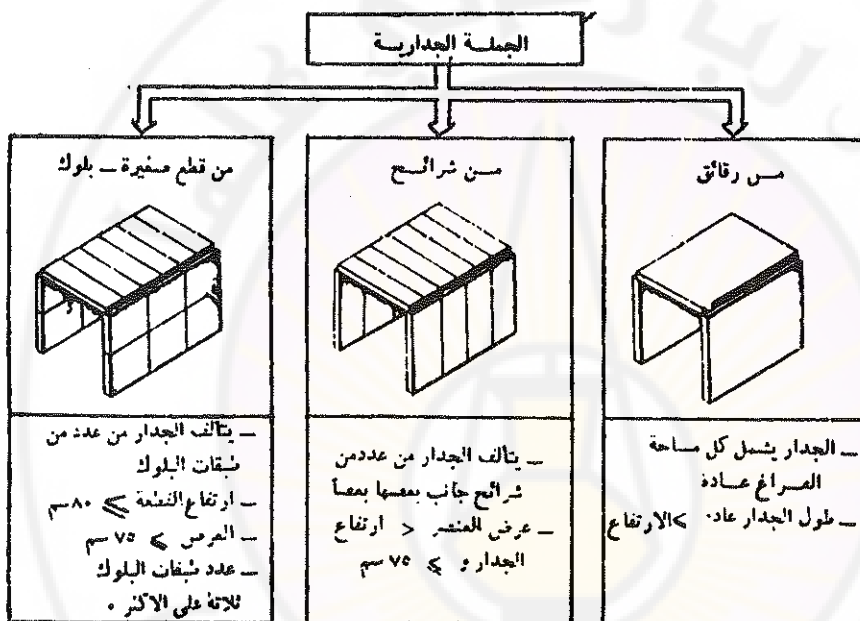
المنشآت التي تسمح وظيفتها بتقسيم الفراغ مثل أبنية المكاتب والأبنية المخصصة للاستخدام السكني بشكل عام (دور طلبة ، فنادق ، مشافي ، دور حضارة ، مستوصفات وغيرها) ، وتعتمد هذه الأبنية من الناحية الاقتصادية أفضل من الأبنية الهيكلية . الأبنية الجدارية يمكن أن تنفذ من قطع مسبقة الصنع هي بلوك أو شرائح أو صفائح ، انظر الشكل (١ - ١٢) .

تشكل العناصر الشاقولية والافقية بعضها مع بعض سطوحاً كبيرة تعمل معاً لتأمين استقرار المنشأ . لا تتحمل الوصلات بشكل عام الانعطاف ، ولكن تتحمل فقط قوى شد أو ضغط أو قص . ان عدد الوصلات ونوعيتها تحدد بشكل كبير قساوة المنشأ وتحمله . يفترض أن العناصر الأفقية تشكل بحد وصل بعضها مع بعض بلاطة مستمرة غير قابلة للتشوه في المستوى الأفقي . تتحمل الجدران القوى الشاقولية والافقية المنقولة اليها عن طريق البلاطات . إضافة الى الجدران الحاملة (التي غالباً ما تكون باتجاه واحد) ، لا بد من وجود جدران متعامدة معها لتحقيق استقرار المنشأ في الاتجاه المتعامد ، إضافة الى ذلك نميز هنا بين الجدران الحاملة لنفسها والجدران غير الحاملة (القواطع) . يمكن التمييز أيضاً بين المنشآت 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 للمبنى . إن الجملة الانشائية العرضية توفر مرونة أكبر في الحلول المعمارية للواجهات . يوضح الشكل (١ - ١٣) نماذج للوصلات لبعض النظم العالمية للأبنية الجدارية .

١٢-٢-١ منشآت خاصة :

إضافة الى الجمل الانشائية الثلاث المذكورة سابقاً ، يستخدم المسبق الصنع لانشاء عدد كبير من النظم الانشائية الاخرى منها :

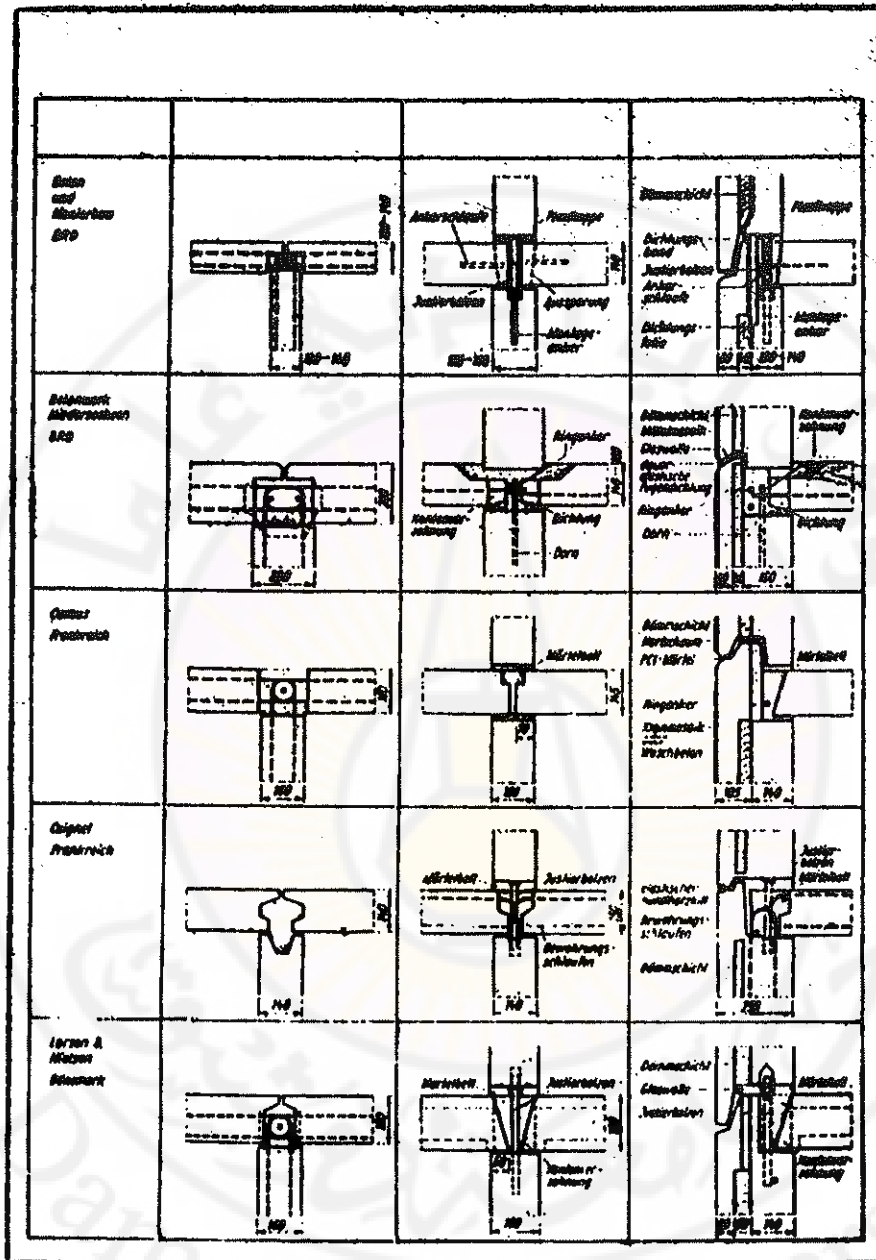
— المنشآت التي تعتمد على العناصر الفراغية ، (الشكل ١ - ١٤) يوضح



الشكل ٩ - ١٢ أنواع الحوائط الإنشائية الجدارية .

الشكل (١١ - ١٢)

أنواع الجملة الإنشائية الجدارية



شکل ۱۱ - ۱۲
- ۲۸ -

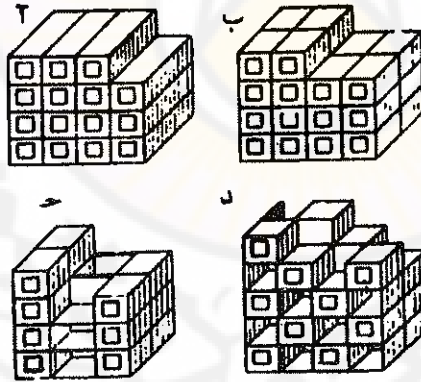
المبادئ الأساسية لاستخدام هذه العناصر • إن الداعي لاستخدام هذه العناصر في الانشاء مرده تنفيذ أكبر حجم ممكن من أعمال الأكساء والاكمال مركزية • من سلياته أنه يتطلب معدات ثقيلة في جميع مراحل التنفيذ الرئيسية (الصنع المسبق - النقل - التركيب) •

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

تستخدم العناصر الفراغية بشكل فعال مع البنية الجدارية من أجل وظائف متعددة مثل : المنافع الصحية ، الأدراج ، الآبار ، المصاعد ، وان استخدامها ممكن بشرط ألا يزيد وزن القطعة على الوزن المتعامل به في النظام لباقي العناصر الانشائية •

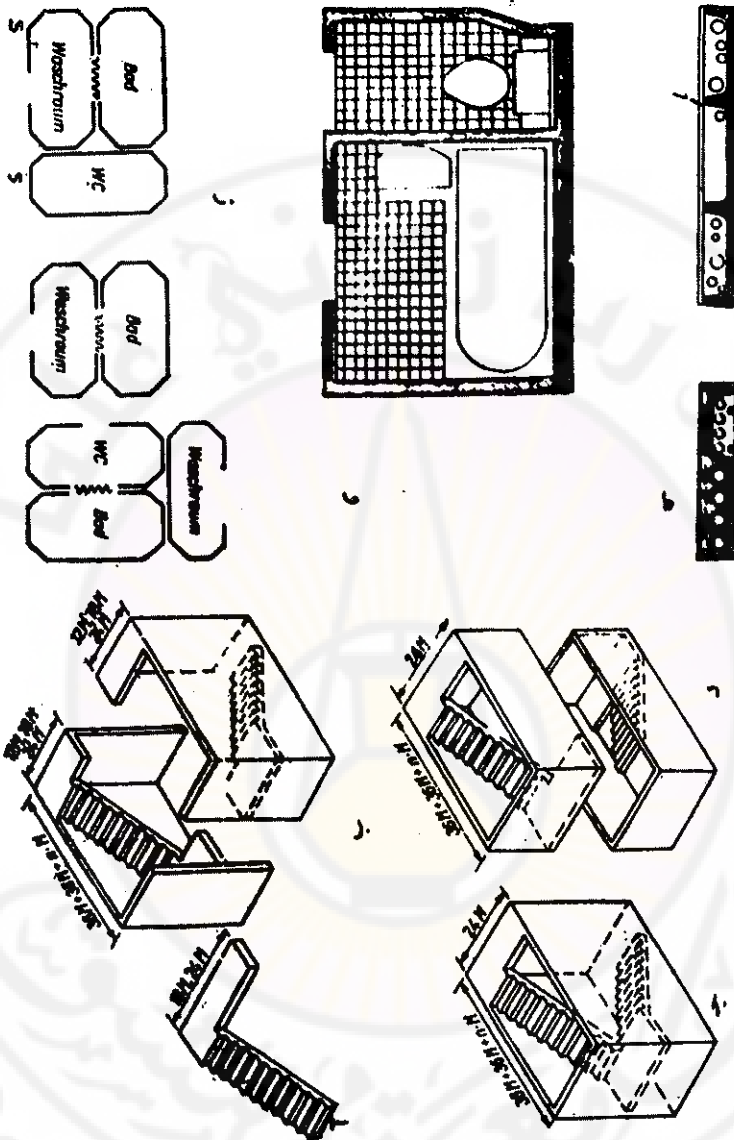
يبين الشكل (١ - ١٥) بعض استخدامات هذه العناصر •

— منشآت تعتمد على نواة وهيكل من قطع مسبقة الصنع : يمكن تشكيل النواة من قطع فراغية مفتوحة من الاسفل والاعلى أو يمكن أن تصب في المكان ، وغالباً ما يتم ذلك بواسطة القوالب المنزلقة • (الشكل ١ - ١٦) يوضح أمثلة لمبادئ الانشاء •



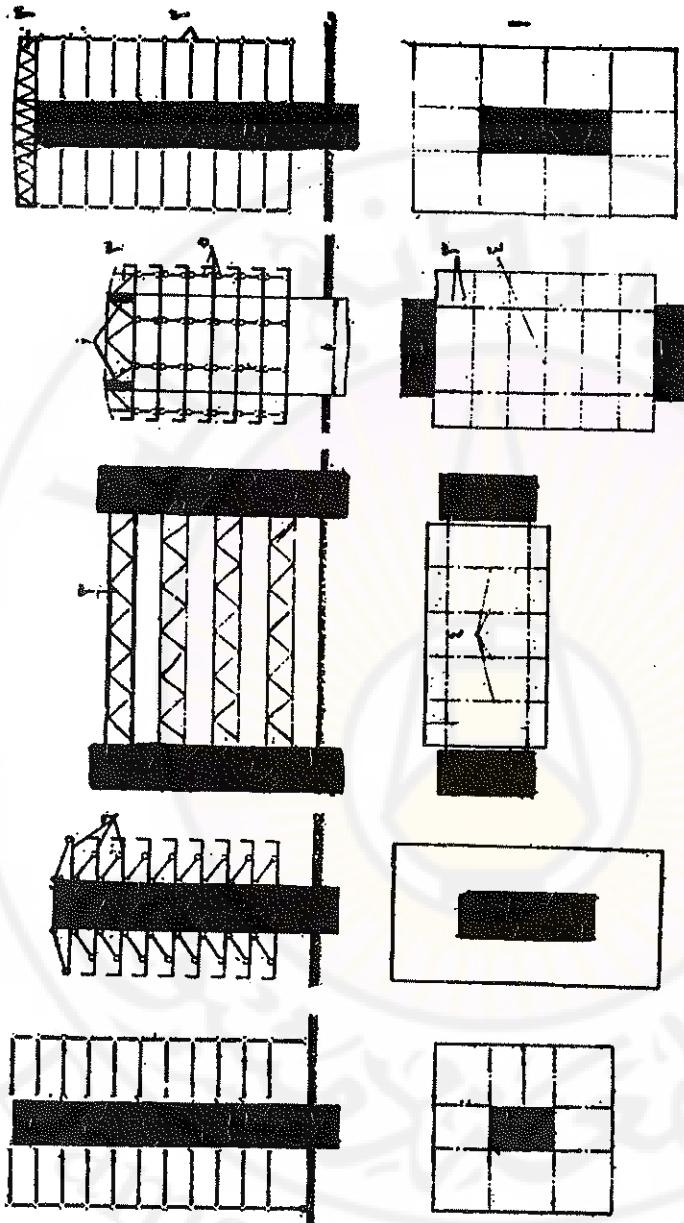
الشكل (١ - ١٤)

مبادئ استخدام القطع الفراغية مسبقة الصنع
٢ - صف واحد ب - صفان ج - صفان + بلاطات
د - صفان بشكل شطرنج + بلاطات



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

و: مسقط منافع صحية
 هـ : مقاطع في بلوك التمديدات الصحية
 ز: تجمع المنافع الصحية في بلوك واحد



الشكل (١ - ١٦)
 ١ - نواة ٢ - أعمدة ٣ - جوائز رئيسية ٤ - جوائز فرعية
 ٥ - شداطات ٦ - أسقف معلقة

٢-١ التصنيع المسبق للعناصر البيتونية المسلحة :

١-٣-١ الخصائص الرئيسة لعملية التصنيع :

إن أهم ميزة للمسبق الصنع هي إمكان استخدام طرائق تنفيذ متطورة تعتمد على آلات ومعدات وتجهيزات مرتبط بعضها مع بعض تكنولوجياً وتشكل بعضها مع بعض قطعاً إنتاجية متكاملة ، أن تطوير هذه النظم يهدف مستقبلاً للوصول إلى أتمتة العملية الإنتاجية خلال الصنع المسبق .

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

٢-٢-١ البنية الهيكلية لعملية الصنع المسبق :

تألف عملية الصنع المسبق للعناصر البيتونية من عدد من المراحل التنفيذية والعمليات الجزئية المرتبطة مع بعضها بعضاً التي يمكن أن تصنف حسب الأسس التالية :

التصنيف حسب دور العمليات خلال التنفيذ :

وهنا نميز بين العمليات الرئيسية والعمليات الجانبية والعمليات المساعدة .

العمليات الرئيسة :

هي جميع العمليات التي تتم في مكان تنفيذ المنصر ، وهي العمليات التي لها الدور الأهم في تحديد خصائص المنصر من ناحية الشكل والمواصفات . تشمل العمليات الرئيسة جميع العمليات المحصورة بين عملية تعريض القالب مروراً بسب

العناصر ومعالجتها حرارياً وانتهاء بالأعمال التكميلية . ان هذه العمليات تحدد نوعية النظام التكنولوجي المستخدم وحجم المصنع ويجب أن تتم وفق تسلسل محدد ، وهي تحدد زمن التنفيذ وخطوة العمل (دورات العمل) .

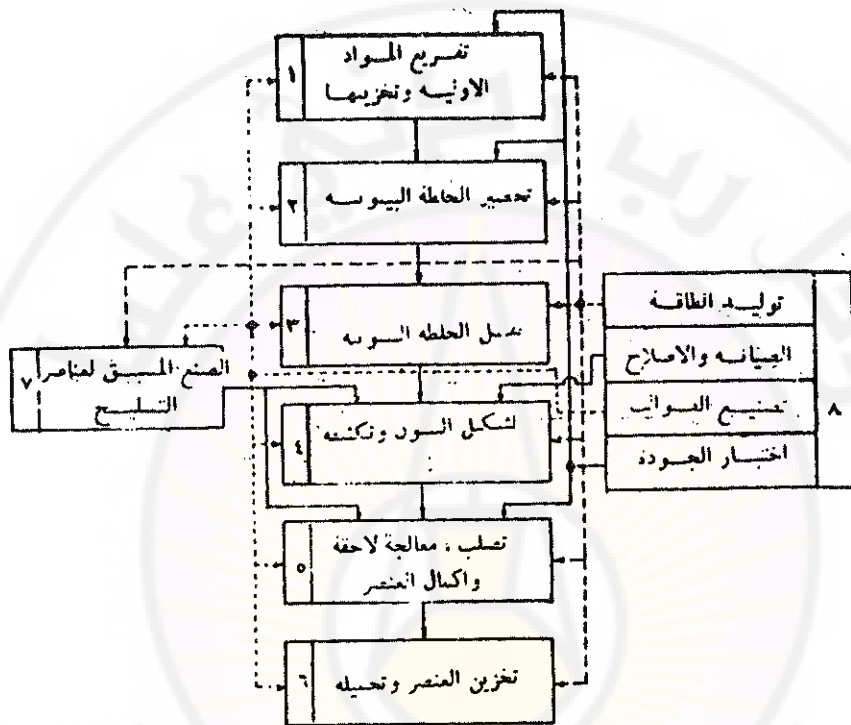
العمليات الجانبية :

وهنا نميز بين العمليات الجانبية قبل العملية الرئيسة وبعدها . بالنسبة للأولى ، هي الأعمال التي ينصب ناتجها في العملية الرئيسة ودونها لا يمكن أن تتم العملية الانتاجية (مثل تحضير الخلطة البيتونية وحديد التسليح وغيرها) ، هذه العمليات تتم في فراغات وأماكن خاصة بها وترتبط مع العملية الرئيسة فقط بوساطة النقل . إن طرائق تنفيذ هذه العمليات وتوقيت تنفيذها لا يؤثر بشكل مباشر في سير تنفيذ العمليات الرئيسة . أما بالنسبة للعمليات الجانبية اللاحقة للعمليات الرئيسة فتتضمن على سبيل المثال المعالجة اللاحقة للعناصر واختبارها ، وهي تعد كأعمال متممة للعملية الرئيسة ولا تؤثر في سير تنفيذ العمليات الرئيسة ، أي لا تحدد زمن التنفيذ .

العمليات المساعدة :

وهي تتضمن جميع أعمال النقل الداخلي مثل نقل الخلطة البيتونية وحديد التسليح وعناصر الاكمال وجميع عمليات النقل الاخرى اضافة الى 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 الرئيسة والجانبية والمساعدة تدعى أيضاً حسب نوعية العمليات المستخدمة خلالها بمعدات وآليات رئيسة وجانبية ومساعدة . تدعى المعدات والآليات المستخدمة في العمليات الرئيسة بالتجهيزات التكنولوجية كاصطلاح عالمي شائع الاستخدام . تدعى جميع التجهيزات المستخدمة في العمليات الرئيسة والجانبية والمساعدة وكيفية ربط بعضها مع بعض فراغياً وزمنياً بالخط الانتاجي ، وبذلك فان الخط الانتاجي



الشكل (١ - ١٧)

مراحل والسلسل تنفيذ العناصر البيتونية مسبقة الصنع

يحدد ويصف سير العملية الانتاجية • ان تنفيذ العمليات الجزئية يمكن أن يتم أيضاً ضمن خطوط انتاجية خاصة بها مثل: الخط الانتاجي لتصنيع عناصر التسليح، والخط الانتاجي لتحضير الخلطة البيتونية وغيره • إن التركيز في الشرح اللاحق سوف يتم على الخطوط الانتاجية للعملية الرئيسة •

التصنيف حسب درجة تقدم سير التنفيذ :

إن هذا التصنيف يقسم عملية تصنيع العناصر الى ثماني مراحل • لقد تم الاتفاق على هذا التقسيم المالى عام ١٩٦٣ من قبل دول مجموعة التعاون الاقتصادي المتبادل بهدف تعميق العمل المشترك على صعيد تقسيم العمل الدولي في مجال تكنولوجيا قلم الآليات المستخدمة في صناعة البيتون المسلح المسبق الصنع وانتاجها • هذه المراحل موضحة في (الشكل ١ - ١٧) • اما (الشكل ١ - ١٨) ، فيوضح مخططاً رمزياً لانتاج القطع مسبقة الصنع وتتضمن كل مرحلة من هذه المراحل العمليات الجزئية التالية :

ـ المرحلة الاولى :

تفريغ المواد الرابطة والحصىات وتخزينها وتشمل :

- ـ التفريغ من وسائط النقل •
- ـ التخزين في المخازن الاحتياطية •
- ـ التوزيع أو النقل الى مخازن العمل للمجبل •

ـ المرحلة الثانية :

تحضير الخلطة البيتونية وتشمل :

- ـ استقبال المواد الرابطة والحصىات من مخازن عمل المجبل •
- ـ معايرة المواد •

- جبل المواد .
- تفريغ الخلطة في سيلو مؤقت (تخزيناً مرحلياً) .
- المرحلة الثالثة :

- نقل الخلطة البيتونية وتشمل :
- استقبال المواد من التخزين المرحلي .
- نقل الخلطة .
- تجهيز الخلطة للاستخدام في مكان الصب .
- المرحلة الرابعة :

- تشكيل العنصر وصب البيتون وتتضمن الاعمال التالية :
- جمع القالب وتحضيره .
- وضع عناصر التسليح وتثبيتها .
- وضع العناصر المعدنية المغموسة .
- صب البيتون وفرشه وتكثيفه .
- معالجة لاحقة للعنصر المصبوب .
- فك القالب (اذا كان الفك مسموحاً مباشرة بعد التكثيف) .
- المرحلة الخامسة :

- تصلب ومعالجة لاحقة وإتمام العنصر :
- التصلب الطبيعي في مكان التنفيذ أو في ساحة التخزين المرحلي .
- تسريع التصلب في مكان التنفيذ أو في حجرة المعالجة الحرارية .

- فك القوالب وتنظيفها •
- معالجة لاحقة للعناصر •
- اتمام العنصر (دهاناً ، تلييساً ، عناصر اضافية) •

— المرحلة السادسة :

تخزين العناصر وتحميلها :

- تحميل العناصر على وسائط النقل الداخلي •
- نقل العناصر الى ساحة التخزين •
- تستيف العناصر وتخزينها •
- التحميل على وسائط النقل الخارجي •

— المرحلة السابعة :

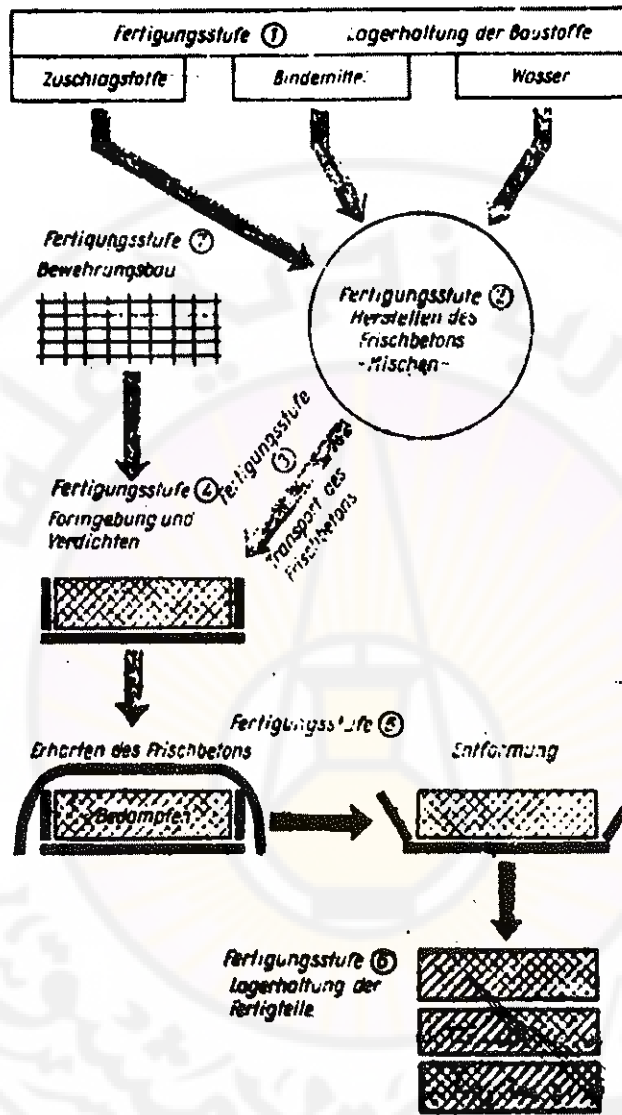
الصنع المسبق لعناصر التسليح :

- تفريغ حديد التسليح وتخزينه •
- تنفيذ عناصر التسليح •
- نقل العناصر الى مكان الاستخدام •

— المرحلة الثامنة :

توليد الطاقة والصيانة وتصنيع القوالب واختيار الجودة :

- توليد الطاقة (بخاراً ، مياه ساخنة ، هواء مضغوطاً ، تحويل التيار الكهربائي) •



الشكل (١ - ١٨)

مخطط برمزي لإنتاج عناصر مسبقة الصنع | الأرقام ضمن دائرة تدل على رقم مرحلة التصنيع ويمكن العودة إلى النص لاستقراء دلالاته (

- صيانة الآليات والمعدات المنتجة واصلاحها •
- تصنيع القوالب بما في ذلك جميع العمليات اللازمة لوضعها جاهزة في مكان العمل •
- اختبار المواد الاولية والقطع الجاهزة •

إن العمليات المذكورة في المرحلتين الرابعة والخامسة هي العمليات المميزة لتحديد نوعية التنفيذ ، لذلك فإن تنظيم الانتاج والتكنيك المستخدم لتنفيذ هذه العمليات يحدد مستوى التنفيذ العام • إن عمليات تحضير الخلطة البيتونية وحديد التسليح على الرغم من أنها مرتبطة تكنولوجياً مع العمليات في المرحلتين الرابعة والخامسة ومنسق معها بشكل تام ، إلا أنه يمكن عدّها أقساماً خاصة ويمكن أن تشغل بشكل منفصل عن العمليات الرئيسة ، حيث أن المنتجات المصنعة في هذه الأقسام الخاصة يمكن اعتبارها مواد نصف مصنعة تستخدم في العمليات الرئيسة • إن ذلك يعطي امكان تنظيم الانتاج بالاعتماد على مواد نصف مصنعة (خلطة بيتونية أو عناصر التسليح مثلاً) تستجر من خارج الموقع من مصانع خاصة بتصنيعها ، لهذه الاسباب تعد المرحلة الرابعة والمرحلة الخامسة المذكورتان سابقاً بأهميتهما تشكلاّن العمليات الرئيسة •

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

يمكن التفريق بين أسلوبين أساسيين تنظيميين حسب كيفية الحل التنظيمي لتنفيذ العمليات الرئيسة وهما التنفيذ الثابت والتنفيذ المتنقل •

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

أما التنفيذ المتنقل فيعتمد على مراكز ثابتة للمعدات والآليات واليد العاملة ،
أما الذي ينتقل فهو العنصر الذي تتم عليه العمليات التنفيذية بتسلسل منطقي ،
حيث ينتقل العنصر من مركز عمل الى آخر وفق التسلسل المذكور وبالتتابع ،
أي إن مراكز العمل يشكل بعضها مع بعض خطأ تكنولوجياً متكاملًا .

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

أ - تنفيذ بواسطة قوالب تحيط بالعنصر البيتوني بخمسة سطوح (جانبية
وسفلية) .

ب - تنفيذ متدفق 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 والثقيلة (جوائز أعمدة ، جملونات ، جدراناً
خارجية ، قواعد) ، وكذلك من أجل تنفيذ العناصر المتممة (أدراجاً ،
آباراً ، مصاعد ... الخ) .

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

ج - تنفيذ على المسار : يتميز هذا التنفيذ بكون معدات تشكيل المقطع البيتوني تسير على مسار محدد ، وخلال تقطيعها تقوم بفرش البيتون وتكثيفه وإعطاء البيتون الشكل المطلوب (تشبه هذه العملية ، عملية الزلق الأفقي) . إن الناتج من هذه العملية يمكن تشبيهه بعملية تدفق مستمرة ومن ثم يتم تقطيع الناتج المتدفق حسب الأطوال المطلوبة .

د - تنفيذ بواسطة قوالب وحيدة دون ربط تقاني وزمني قاس بين العمليات الجزئية : يدعى هذا التنفيذ عادة بالتنفيذ في ورشات متخصصة . يتميز هذا التنفيذ بأن العمليات التي تنفذ في أحد أقسام المصنع لا تخضع إلى توقيت زمني دقيق لنقل القوالب إلى القسم الذي ينفذ العملية اللاحقة . في هذه الحالة يمكن أن تكون الأزمات اللازمة لتنفيذ عملية في أحد الأقسام تختلف بشكل كبير عنها لتنفيذ العملية اللاحقة في القسم اللاحق (مثلاً : عملية تحضير القوالب من فك وتنظيف وجمع قد تتطلب زمناً أقصر بكثير من العملية التي تتم في مركز تشكيل المنصر وهذا الزمن وبالتالي أصغر منه بكثير من الزمن اللازم للمعالجة الحرارية) .
إن ميزة هذا النوع من التنفيذ هي :

- زمن التنفيذ مرتفع .
- مرونة التحكم بمراكز العمل حسب ما تتطلبه نوعية الإنتاج .
- إمكان التحكم بالنقل الداخلي بين المراكز التي تتم فيها العمليات الجزئية .
- ليس هناك نظام ثابت وقاسم لاستخدام حجرة التصلب .
- يستخدم هذا التنفيذ في تلك المصانع التي تنتج أصنافاً متعددة للعناصر .
- يكون إنتاج هذه المصانع موجهاً لتنفيذ أعداد ليست كبيرة ولكنها متوسطة العدد ، وبما أن تكلفة المعدات في هذه المصانع ليست عالية نسبياً ، لذلك

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

هـ - تنفيذ بواسطة قوالب وحيدة مع ربط زمني وتقاني : إن خاصة هذا التنفيذ الرئيسية هي أن أية عملية جزئية يجب أن تتم في مدة زمنية محددة ، ذلك لأن العنصر ينتقل بعدها إلى مركز العمل التالي لاتمام العملية اللاحقة ، أي إن/التنفيذ يتم دورة تنفيذ محددة ومحسوبة مسبقاً ومرتبطة بشكل مباشر مع استطاعة المعدات والتجهيزات المستخدمة ، وبما أن متطلبات العملية الجزئية زمنياً قد يختلف بعضها عن بعض ، لذلك يجب تقسيم التنفيذ إلى عمليات بحيث يتطلب كل مركز عمل زمناً متساوياً مع غيره .

و - التنفيذ على السير الناقل : وهو صيغة متطورة للتنفيذ السابق إلا أنه يتطلب تقيداً أكبر بزمان التنفيذ وهذه الحالة نحصل على إنتاج متدفق . يتطلب هذا التنفيذ رأسمالاً كبيراً للمعدات والتجهيزات كما أنه ليس مرناً في التحكم بالزمن والأموال الفنية ، أما محاسن هذا التنفيذ فهي :

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

- مع ارتفاع مستوى المكننة في هذا التنفيذ تنخفض العمالة .

- يخف تأثير العامل الشخصي في نوعية الإنتاج ، ويتم الحصول على نوعية جيدة وثابتة للإنتاج .

١-٤ القوالب وتخصيصها :

إن وظيفة القالب الرئيسية هي أن تسمح بتنفيذ العناصر الميكنية بالشكل المطلوب وبدقة الأبعاد المطلوبة . يحتل القالب الدور الأهم خلال عملية تشكيل

العنصر والمعالجة الحرارية ، ليس فقط من ناحية المواصفات للعنصر المصنع ، ولكن أيضاً لأنه يحدد طريقة التصنيع الواجب اتباعها ، نظراً لارتباط مواصفات التجهيزات التكنولوجية الأخرى بنوعية القالب .

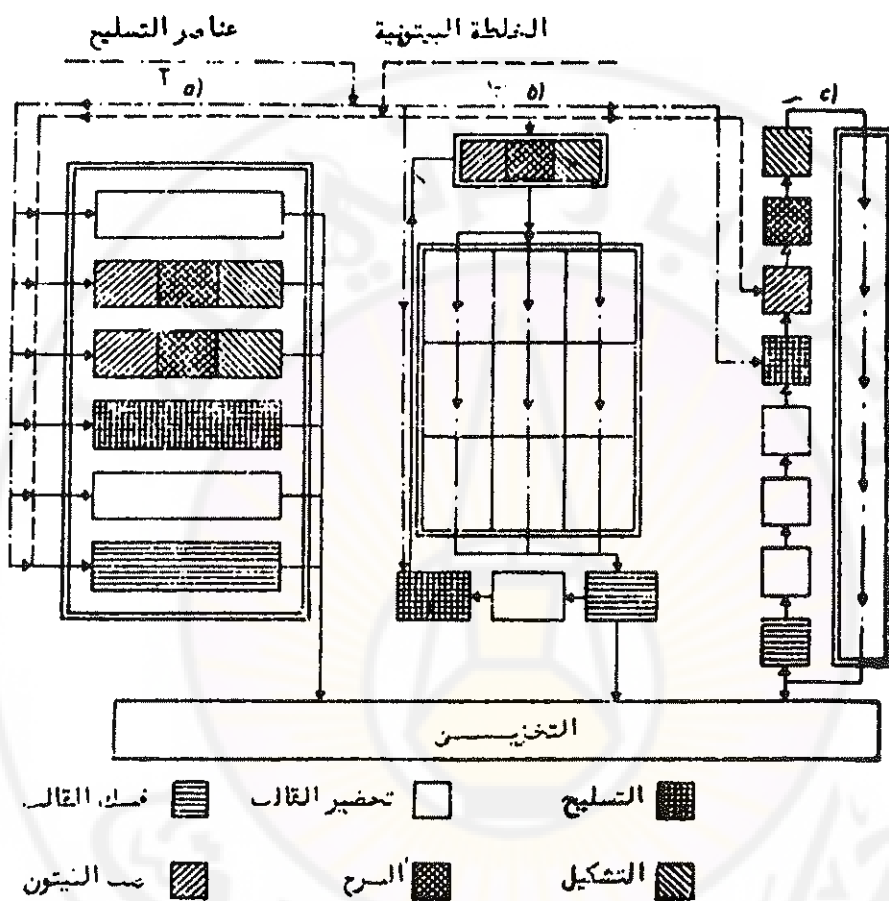
١-٤-١ الشروط الواجب توافرها في القالب :

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

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

إن معظم المعايير العالمية تتقارب في موضوع الدقة المطلوبة وتسمح باختلاف بين الأبعاد الحقيقية والتصميمية ضمن ± 0.5 مم بالنسبة لعرض العنصر وسماكته، أما بالنسبة للطول (أعمدة ، جوائز ، جملونات ، أعصاب) ، فيتعلق التباين بطول العنصر وهو محدود ± 0.6 مم للعناصر التي يصل طولها بين ٦ - ١٨ م . تؤخذ الأبعاد الداخلية للقالب عملياً أصغر من التصميمية نظراً لأن المفاصل والوصلات التي تجمع عناصر القالب قابلة للارتخاء خلال الاستخدام ، ولأنه بعد حدوث هذا الارتخاء تتقارب العناصر المصنعة في أبعادها من الأبعاد المطلوبة .

— يجب أن تكون القوالب متينة وسطوحها غير قابلة للتشوه بعد تمبئة البيتون وخلال تكثيفه ونقله . يجب ألا يتجاوز السهم في عناصر القالب الانشائية $0.001/1$ من طول العنصر وهو غير محمل . إضافة الى ذلك يجب أن تكون خفيفة قدر الامكان ، وأن تكون بنية القالب بسيطة ومهلة الفك والتركيب ، وأن تتألف من عناصر معيارية قليلة العدد ، كما يجب أن يكون القالب سهل الإصلاح ، وأن تكون القواصل المشتركة لسطوح عناصر القالب بعد جمعها دقيقة وكتيبة ، ويجب



(الشكل ١ - ١٩)

أهم الحلول التكنولوجية لطرائق تصنيع العناصر البيتونية في معامل البنتون

٢ - قوالب وحيدة أو بطاريات (تنفيذ ثابت)

ب - خط التاجي لقوالب وحيدة دون ربط تكنولوجي

ج - خط انتاجي لقوالب وحيدة مع ربط تكنولوجي (سير ناقل)

أن تكون عناصر ربط أجزاء القالب خلال تجميع القالب وخلال فكها سهلة الإغلاق والفتح ، وأن تكون الوصلة آمنة خلال تكثيف البيتون ونقل القالب كما يجب أن تكون سهلة النقل .

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

— يحصل الاحتكاك المعنوي على القوالب عادة قبل أن تهلك فيزيائياً ، ومرد ذلك لتطوير التصميم النموذجية للعناصر البيتونية واستبدال أخرى بها باستمرار ، لذلك يجب أن تكون القوالب قابلة لإجراء التعديلات عليها بسهولة ، ويجب أن تستخدم بشكل مكثف . إن تكثيف استخدام القوالب يعد من أهم الأمور الاقتصادية في تصنيع العناصر البيتونية .

١-٢-٤ أنواع القوالب وبنيتها :

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

القوالب المعدنية :

تعد الأكثر شيوعاً ، ويعود السبب في ذلك إلى المتانة العالية وإلى إمكان الحصول على دقة عالية في الأبعاد وإمكان 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 سماكتها عادة عن ٦ مم ومن مقاطع معدنية مسحوبة أو مقاطع مشككة (مطعجة) على البارد .

إن هذه القوالب ثقيلة وتتطلب كمية كبيرة من الحديد .

إن الوزن الذاتي للقالب يتعلق بنوعه وبنوعية المتصلب المراد تصنيقه وهو يتراوح ما بين ٥٠٪ إلى ٢٠٠٪ من الوزن الذاتي للعنصر المراد تصنيقه . يحتل وزن الحديد المستخدم من أجل القوالب في مصانع البيتون عادة أكثر من ٥٠٪ من الوزن الكلي للحديد المستخدم في جميع التجهيزات التكنولوجية المعدنية ، وكذلك فإن تكلفة القوالب تزيد على ٥٠٪ من كلفة جميع التجهيزات . يقدر وزن حديد القوالب في المصانع المركزية لقطع البيتون بنحو ١٢-١٥ كغم من أجل كل م^٣ بيتون مسلح ينتج سنوياً في المصنع ، إضافة إلى الكلفة العالية في الإصلاح وتفضل استخدامها في تنفيذ البلاطات لأن التشوهات في الاتجاه الضعيف كبيرة جداً .

المادة	طريقة التنفيذ	تكرار الاستخدام
حديد	- معالجة حرارية بخارية - دون معالجة حرارية (فك مباشر بعد تشكيل العنصر)	٨٠٠ - ١٠٠٠ حتى ٧٠٠٠
خشب	- معالجة حرارية بخارية - دون معالجة حرارية (فك مباشر بعد التشكيل - معالجة حرارية من الأسفل فقط - تصلب طبيعي	٢٥ - ٥٠ حتى ١٥٠٠ ١٠٠ - ١٢٠ ٨٠ - ١٠٠
خشب + تغطية بصفائح معدنية	- العناصر الخشبية بالمعالجة البخارية - العناصر الخشبية بالتصلب الطبيعي - العناصر المعدنية بالمعالجة البخارية	٤٠ - ٦٠ ١٠٠ - ١٥٠ حتى ٥٠٠
بيتون مسلح (مفارش)	- معالجة حرارية	حتى ٣٠٠٠

الجدول (١-١)

القوالب الخشبية :

تصنع من الأخشاب الابرية الجيدة والقاسية ثم تغطس الاخشاب بالزيت المعدنية لزيادة ديمومتها . تغلف القوالب أحياناً من الداخل برقائق صناعية لا تمتص المياه للسبب نفسه . تمتاز هذه القوالب بسهولة تصنيعها ، ولكنها تهتك 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 يشترك المعدن في بنية هذه القوالب ، حيث تغلف السطوح الملاصقة للبيتون بصفائح معدنية ، وقد تستخدم مقاطع معدنية كعناصر انشائية للقالب مما يزيد من عدد مرات الاستخدام (الجلول ١ - ١) .

القوالب البيتونية :

وهي عادة ثابتة في المكان ويمكن أن تكون قابلة للفك أو قطعة واحدة . ويمكن تصنيع عناصر ذات دقة جيدة بواسطة هذه القوالب نظراً لصلادتها الكبيرة . تسمى هذه القوالب مفارش اذا ما تمت عملية تشكيل العنصر البيتوني والمعالجة الحرارية في القالب نفسه .

القوالب الصناعية :

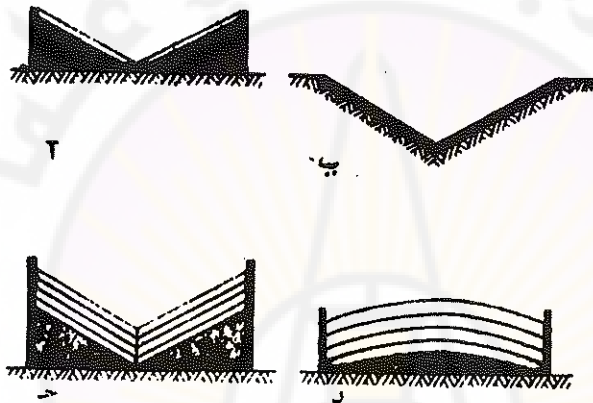
تستخدم من أجل تغطية سطوح القوالب بواسطة التغطية أو اللصق ، وتستخدم أيضاً من أجل تصنيع بعض عناصر القالب التي لا تتحمل ضغطاً كبيراً (مثل جوانب القوالب الجدارية المصنعة أفقياً) .

تصنف القوالب (اضافة الى التصنيف السابق حسب المادة التي صنع منها القالب) ضمن مجموعات معينة نظراً لتعدد أنواع القوالب المستخدمة . وتكون هذه التصنيفات :

- حسب أسلوب التنفيذ : وهنا نميز بين القوالب الثابتة والمتحركة .
 - حسب نوعية حديد التسليح المستخدم في العنصر البيتوني :
- ونفرق هنا بين قوالب تسليح عادي وقوالب تسليح مسبق الاجهاد ، ويجب في هذه الحالة أن تسمح القوالب بإجراء عملية شد الحديد خلال تصنيع العنصر . أي يجب أن تتحمل قوى الشد المطبقة على الاسلاك .
- حسب عدد العناصر التي تصنع بالقالب : هنا نفرق بين القوالب الجماعية والافردية . الجماعية هي التي تسمح بتشكيل العناصر أفقياً على طبقات ، أو شاقولياً وتلغى بطاريات ، أو أفقياً على نسق . (الأشكال ١ - ٢٠ ، ١ - ٢١ ، ٢٢) .
 - حسب وضعية القالب خلال تشكيل البيتون : ويمكن أن تكون أفقية أو شاقولية .
 - حسب البنية الانشائية للقالب وهنا نفرق 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 توضع 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
تكنولوجيا مع مجموعة متكاملة من المعدات تقوم بصب البيتون وتوزيعه
وتكثيفه . يمكن أن نعدد ضمن هذه المجموعات التجهيزات التي تقوم
بسحب العناصر أو شدّها أو ضغطها أو مجموعة البطاريات .

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



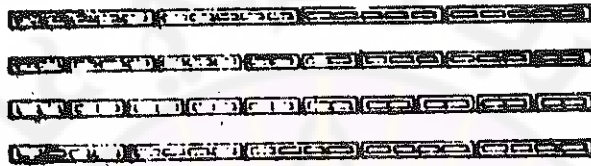
الشكل (١٠ - ٢٠)

مخطط رمزي لتصنيع العناصر أفقياً على طبقات

٢ - القالب فوق سطح الأرض . ب - القالب تحت منحسوب سطح الأرض

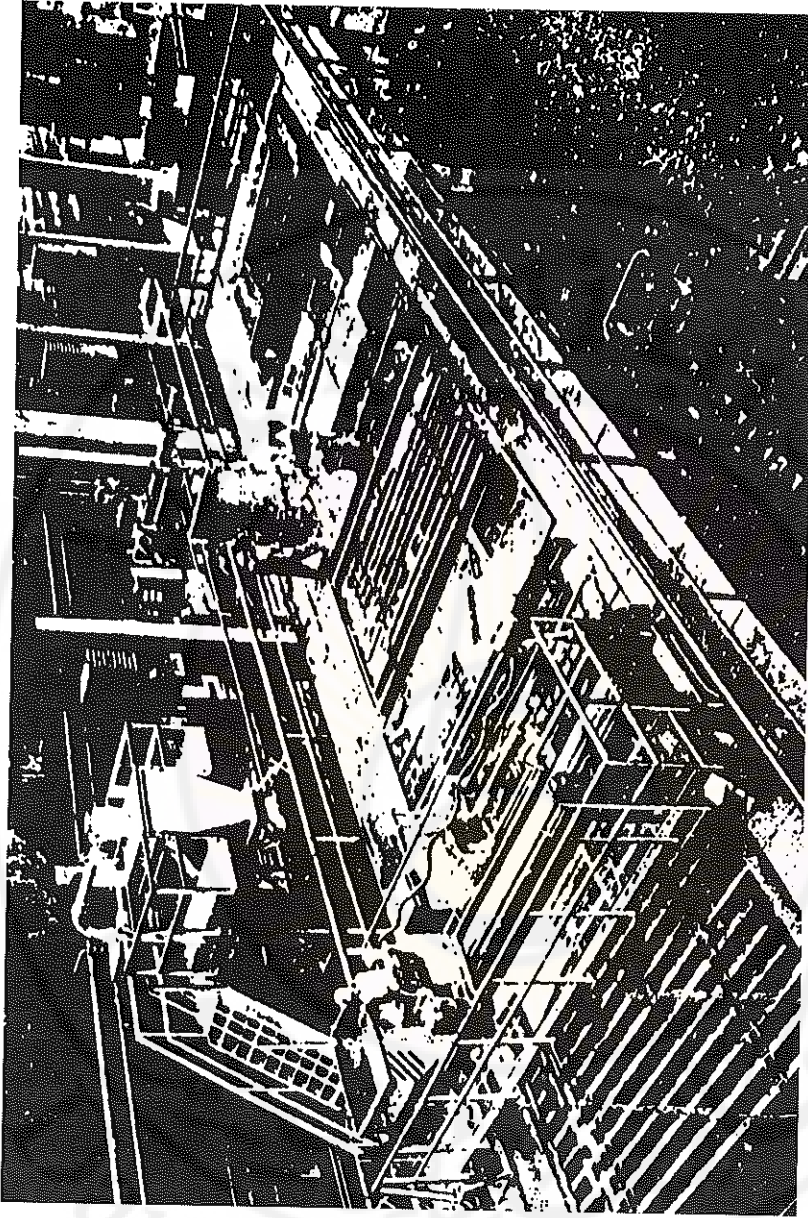
ج - د - أشكال مقاطع العناصر البيتونية

251	251	251	251
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



الشكل (١ - ٢١)

منظوم رمزي لتصنيع افقيها على نسق



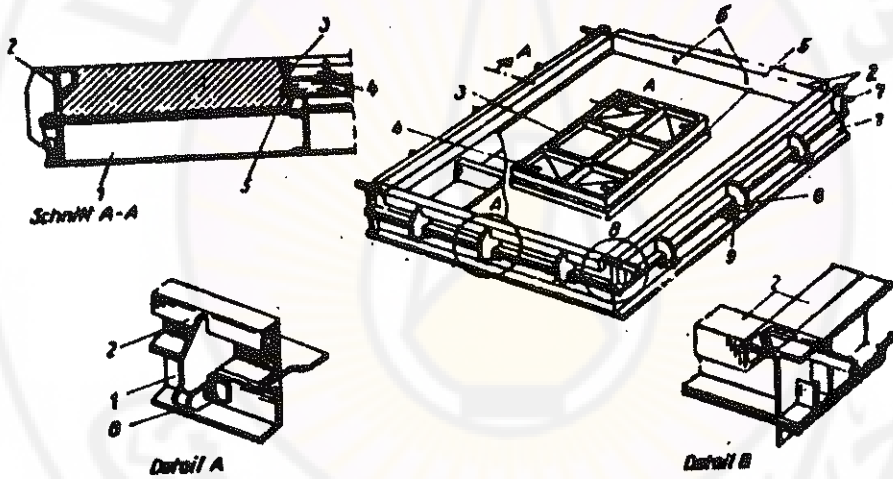
الشكل (٢٢ - ١)
قوالب لتصنيع عناصر شاقوليا (بطاريات) خلال العمل

القوالب الإطارية :

ولها ثلاثة أنواع :

١ - القوالب الإطارية المنقلة ، جوانب قابلة لل دوران حول القاعدة :

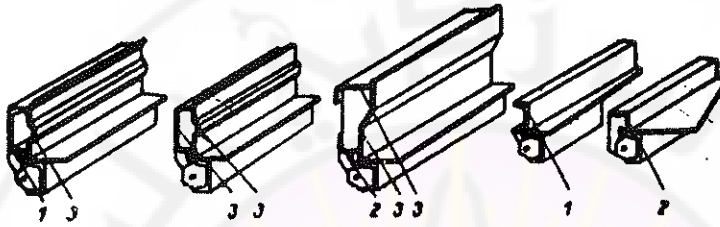
تستخدم لتصنيع العناصر المسطحة (الشكل ١ - ٢٣) . يتألف السطح السفلي للقالب من صفيحة معدنية ترتكز بواسطة اللحام على قاعدة تتألف من جوائز معدنية طولية وعرضية . الجوائز هي مقاطع بشكل حرفه U تحدد أبعادها بطرائق الحساب الانشائي . تتجه أجنحة المقطع نحو الخارج من أجل تسهيل



الشكل (١ - ٢٣) قالب جدار خارجي

- ١ - القاعدة . ٢ - الجوانب ٣ - نواة ٤ - نقاط تثبيت النواة
- ٥ - إطار نافذة ٦ - ثقب لشناكل التعليق ٧ - رابط قلاب (شكل)
- ٨ - مفصل ٩ - نقطة وصل البخار الى اسفل القاعدة

عملية تثبيت القاعدة على طاولة الرج • تألف جوانب القالب أيضاً من مقطع بشكل حرف [أو L وصفائح ملحومة على المقاطع • ويمكن أيضاً أن تشكل مقاطع الجوانب من صفائح تنى على البارد وتكون حينئذ أخف من السابقة ولكن قساوتها أكبر (الشكل ١ - ٢٤) •

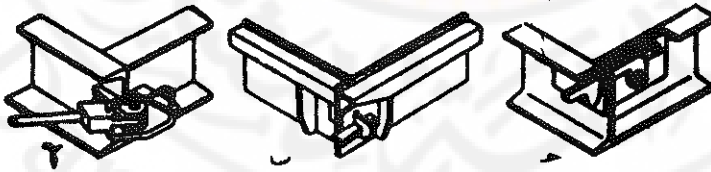


الشكل (١ - ٢٤) تصميم الجوانب

١ - مقطع [، ٢ - مقطع L ، ٣ - مقطع سمّالج على البارد (مطمع)

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

- روابط مرنة (فوابض) •
- بواسطة لسان مثقوب واسفين (خابور) •
- بواسطة قلاب (شنكل) الشكل (١ - ٢٥) •



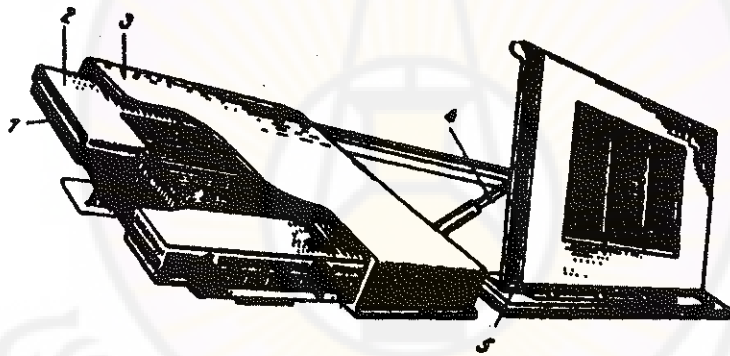
الشكل (١ - ٢٥) عناصر الربط

٢ - بواسطة نابض ، ب - بواسطة اسفين ، ج - بواسطة قلاب (شنكل)

تعد الروابط المرنة أفضلها لأنها لا تتأثر خلال الرج ، أما الرابط بوساطة الاسمين فانه يؤمن ربطاً كافياً ويتصف ببساطته ، إلا أن عملية الربط تتطلب زمناً طويلاً نسبياً ويجب أن تستخدم أدوات وطرق مما يؤدي الى تشويه القالب أحياناً . أما النوع الاخير فهو قابل للارتخاء بتكرار الاستخدام ولا يؤمن كثافة كافية بين سطوح التلاقي ويتطلب اصلاحات دورية ويمكن أن يفتح تلقائياً خلال الرج إذا لم يجهز بتأمين اضافي .

٢ - القوالب الاطارية القابلة للتدوير حول محور افقي مواز لاحد جوانبه :

تستخدم لتصنيع العناصر الجدارية الخارجية المؤلفة من طبقات ، لا تختلف عن سابقتها غير أنها تدور شاقولياً حول أحد حروفها الجانبية بوساطة مكابس هيدروليكية (الشكل ١ - ٢٦) .



الشكل (١ - ٢٦)

مبدأ عمل قالب لتصنيع جدار خارجي

- ١ - القالب
- ٢ - الجدار الخارجي
- ٣ - فطاء
- ٤ - مكبس هيدروليكي
- ٥ - محور الدوران

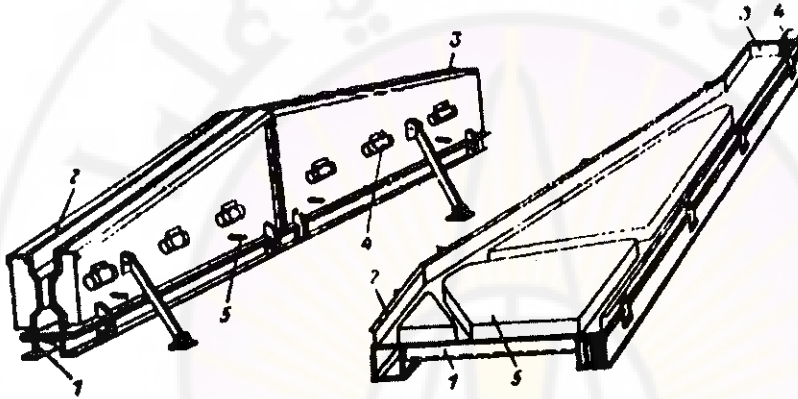
٣ - القوالب الاطارية الثابتة :

تستخدم لتصنيع العناصر الطويلة والنحيفة . يتم التصنيع شاقولياً مثل

الجوائز أو أفقياً كما للجمالونات (الشكل ١ - ٢٧) • يمكن أن يجمع القالب من عدد من الاجزاء اذا كان العنصر طويلاً نسبياً •

٤ - المفارش :

تستخدم لتصنيع عناصر سطوحها كبيرة ورقيقة ، مستوية أو غير مستوية أو قشريات وما شابه ذلك ، وهي قوالب ثابتة تصنع من البيتون المسلح تسليحاً خفيفاً وبيتون ذي ماركة أكبر من ٢٠٠ كغ/سم^٢ • يجهز المفرش البيتوني في



الشكل (١ - ٢٧)

القوالب الاطارية الثابتة (الافرادية)

٢ - من اجل تصنيع جوائز (شاقوليا)

١ - قاعدة ٢ - جوانب طولية ٣ - جوانب جبهية

٤ - رجاج ٥ - نقطة لوصل البخار

ب - لتصنيع جمالونات افقيا

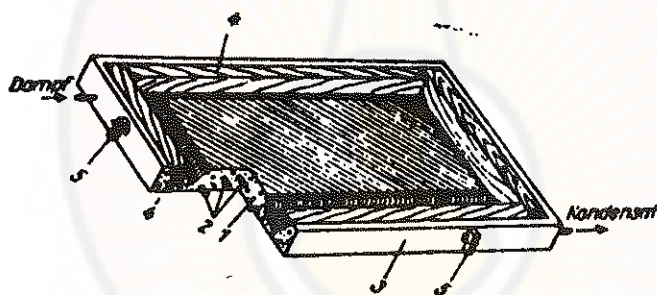
١ - قاعدة ٢ - جوانب طولية ٣ - جوانب جبهية

٤ - صفيحة ارتكاز ٥ - غلب مفرغة

داخله بنظام تسخين هو شبكة أنابيب يمر فيها البخار (١ - ٢٨) يطابق السطح العلوي للمفرش شكل العنصر السفلي المراد تصنيعه • يستخدم بيتون من حصويات ناعمة (عدسية) للحصول على سطح ناعم له ويصقل السطح بشكل

جيد . إذا كانت جوانب العنصر مائلة عن الشاقول نحو الداخل في أعلى العنصر (وضعية العنصر خلال التصنيع) فإنه تستخدم مقاطع خشبية تنغمس في محيط القالب من الداخل وتشكل إطاراً محيطياً .

عند نزع العنصر البيتوني عن القالب ينزع معه أيضاً الإطار الخشبي الذي يفك ويعاد وضعه ضمن القالب . يتم تثبيت الإطار الخشبي مع القالب بواسطة اسفين أو رابط قلاب . تقدر قوى الالتصاق بين العنصر وسطح القالب المصقول والمدهون بمواد مانعة للالتصاق بـ ٤٠٠ - ٥٠٠ كغ/م^٢ ، ولذلك فقد ينهار العنصر خلال نزعها عن القالب إذا لم تكن قوى النزع موزعة بانتظام على سطح العنصر ، ولهذا السبب تستخدم روافع لولبية أو يستخدم ضغط الهواء أو الهيدروليك بين السطح العلوي للمفرش والسطح السفلي للعنصر لتسهيل فك العنصر .



الشكل (١ - ٢٨)

مفرش بيتوني لتصنيع بلاطات رقيقة ذات أعصاب محيطية :

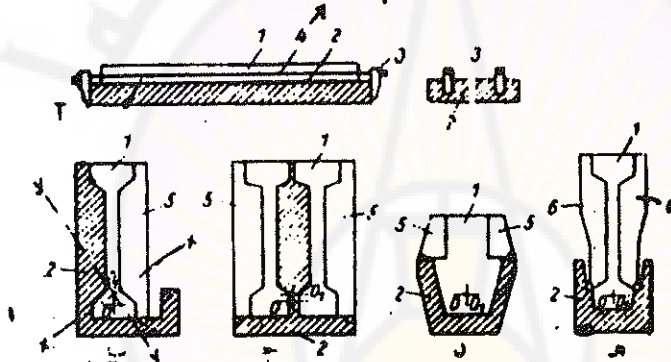
- ١ - جسم المفرش
- ٢ - أنابيب تفرير البخار
- ٣ - جوانب المفرش
- ٤ - مقاطع خشبية مغموسة (إطار)
- ٥ - تثبيت الإطار

٥ - قوالب العناصر المسبقة الإجهاد :

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

تكون بنيتها أقوى من غيرها • الشكل (١ - ٢٩) يوضح بشكل رمزي بعض مقاطع العناصر مسبقة الاجهاد وكيفية نقل قوى الشد الى القالب •

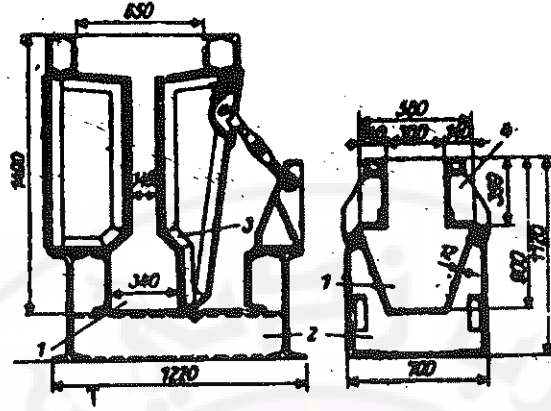
يمكن نقل قوى الشد على قاعدة القالب اذا كانت قوى الشد غير كبيرة (الشكل ١ - ٣٠ أو الشكل ١ - ٣١) • إن وزن القالب في هذه الحالة يقارب وزن العنصر المراد تصنيعه نفسه ، أما اذا كانت قوى الشد كبيرة ، فيجب أن يكون مركز ثقل مقطع القالب الذي يتحمل قوة الشد مطابقاً قدر الامكان لمركز قوة شد حديد التسليح المشدود ،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



الشكل (١ - ٢٩)

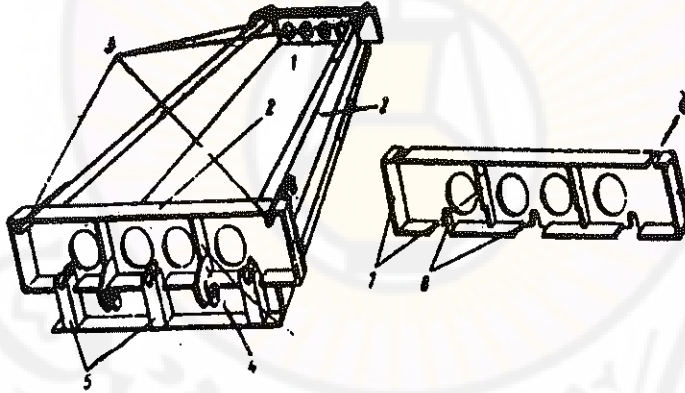
العناصر الانشائية لقوالب مسبقة الاجهاد والتي تتحمل قوى الشد

- ٢ - ضغط غير محوري على قاعدة القالب ب - عنصر بشكل حرف L
- أحد الجوانب مرتبط عضوياً مع القاعدة ج - عنصر بشكل L لتصنيع
- عنصرين معا د ، ه - عناصر بشكل مجرابة
- ١ - العنصر المصنع ٢ - البنية الانشائية التي تتحمل قوى الشد (الضغط)
- ٣ - مصد ٤ - الحديد المشدود ٥ - جوانب قابلة للتدوير
- ٦ - جوانب قابلة لللفك x , y المحاور الرئيسة لمقطع القالب
- مركز مقطع القالب O₁ - مركز تطبيق قوى الشد



الشكل (١ - ٣٠)

- مقطع في قالب يتحمل قوى الشد المسبق
 ٢ - لجانز بحمل السكك الرافعة ب - لجانز عمادي :
 ١ - العنصر ٢ - العنصر المقاوم لقوة الشد
 ٣ - جوانب اقابلة للنفك ٤ - جوانب قابلة للتدوير



الشكل (١ - ٣١)

- قالب لتصنيع بلاطات اسقف مفرغة
 ١ - اطار ٢ - جوانب ٣ - عناصر ربط ٤ - مفصل
 ٥ - مصد ٦ - تجويف من اجل الاغلاق ٧ - اعصاب تقوية
 ٨ - فتحات لمرور حديد التسليح المشدود

تخصيص القوالب :

إن الحفاظ على نظافة القالب يزيد من عمره ويؤمن جودة عالية للعناصر المصنعة . تبقى في القالب بعد نزع العنصر البيتوني بقايا من البيتون والمواد المانعة للالتصاق يجب ازالتها قبل الاستخدام التالي، كما يجب أن يدهن القالب من جديد بعد ازالة هذه البقايا وتنظيفه لضمان جودة السطح البيتوني .

ينظف القالب يدوياً أو آلياً ، ولا يرغب باستخدام الفراشي المعدنية في التنظيف لأنها تشكل أخاديد على السطح المعدني للقالب مما يزيد من قوى الالتصاق بين بيتون العنصر وبينه .

يطلّى 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 إذا كان السطح غير نظيف أو غير أملس .

إن المتطلبات الخاصة في المواد المانعة للالتصاق هي :

— إن لزوجة المادة يجب أن تسمح بدهنها بواسطة فرشاة وبدرجة حرارة منخفضة أو عالية (قد تصل الى ٥٠) . أما سماكة هذه الطبقة فتتراوح بين ٠.٣ + ٠.١ مم ويجب أن تكون السماكة متقاربة على كامل سطح القالب . إذا قلت السماكة عن ٠.١ مم فإن ذلك يؤدي الى زيادة التماسك مع البيتون ، وإذا زادت على ٠.٣ مم فإن الطبقة قد تسيل وتؤثر في حديد التسليح وتؤدي الى ظهور بقع على سطح البيتون .

— يجب أن تؤمن تماسكاً كافياً مع سطح القالب خلال صب البيتون وبخاصة بالنسبة لسطوح القوالب الشاقولية .

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

— يجب أن ترقم الشروط التي يتطلبها أمن العمل وصحته ، وكذلك شروط الأمان ضد الحريق .

إن أنواع المواد المانعة للالتصاق متعددة منها الزيت المعدني المستهلك (المحروق) و خلاط المواد البترولية الثقيلة والمواد البترولية الخفيفة (مثل زيت كاز + زيت معدني ، بارافين + زيت كاز « كيروسين ») والغازولين الصناعي .

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

١-٥ المرحلة الرابعة — تشكيل العنصر :

١-٥-١ المتطلبات التكنولوجية للبيتون :

تعد مرحلة تشكيل العنصر البيتوني من أهم العمليات التكنولوجية خلال تصنيع العناصر البيتونية . إن العنصر في هذه المرحلة يجب أن يحصل على الشكل الفراغي المطلوب وعلى بنية متجانسة للبيتون في جميع مقاطعه ، إضافة الى 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 تحقق المتطلبات التكنولوجية خلال عملية التشكيل إضافة الى الخواص الفنية المطلوبة بعد تصلبه . كما أن نوعية البيتون تنعكس بشكل مباشر على اختيار الآليات

والتجهيزات اللازمة لانجاز هذه المرحلة اضافة الى أن نوعية الخلطة البيتونية المستخدمة تحدد نظام العمل خلال الانتاج . لذلك سوف تعرض في يندية البحث أهم الأمور التي تربط بين نوعية الخلطة البيتونية وانعكاسها على العملية التكنولوجية خلال تشكيل العناصر . إن أهم خاصية للخلطة البيتونية لتصنيع العناصر هي ما يدعى بقابليته للمعالجة . يقصد بقابلية البيتون للمعالجة إمكان تعبئة القالب وبكامل شكله الفراغي وذلك باستخدام تجهيزات التشكيل الخاصة وتحت تأثير وزنه الذاتي أو أية قوى خارجية تطبق عليه وبحيث تحافظ الخلطة البيتونية على بنية متجانسة . تحدد قابلية المعالجة بدرجات معينة ، ومن أجل كل درجة تستخدم طرائق مناسبة للتشكيل وتحدد نوعية تكثيف البيتون وزمنه . تحدد قابلية الخلطة البيتونية للمعالجة بلزوجتها ، وفي هذا المجال يمكن التفريق بين نوعين من الخلطات البيتونية :

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 لتعبئة القالب بشكل قسري وتكثيف البيتون ، والسبب يعود الى قوى الاحتكاك الداخلية وقوى الالتصاق الكبيرة بين مكونات الخلطة وغيرها من القوى .

تقاس قابلية التشغيل بهبوط مخروط أبرامس ولكن الخلطات غير القابلة للحركة لا نستطيع قياس الهبوط لأنه غير ملاحظ لذلك في المسبق الصنع نلجأ لقياس درجة قابلية البيتون للتشكيل بهبوط المخروط المعياري أو بزمان التشكيل الذي يعتمد على تجربة معيارية خاصة بجهاز يدعى Viskosimeter أو مقياس اللزوجة وهو قالب ذو شكل معين يملأ بالبيتون ويعرض لرج ذي تردد وسعة

معميتين • يوضح الجدول (١ - ٢) أنواع الخلطة البيتونية حسب درجة قابليتها للتشكيل وفق المعايير المعتمدة في روسيا :

الجدول (١ - ٢)

نوع الخلطة البيتونية	هبوط المخروط (سم)	زمن التشكيل (ثانية)
بيتون جامد بشكل خاص	-	٢٠٠ - <
بيتون جامد جداً	-	٢٠٠ - ١٥٠
بيتون جامد	-	١٥٠ - ٧٥
بيتون جامد قليلاً	-	٧٥ - ٣٠
بيتون متحرك بشكل ضعيف	٥ - ١	٣٠ - ١٥
بيتون متحرك قليلاً	٦ - ٣	١٥ - ٥
بيتون متحرك	١٠ - ١٦	-
بيتون متحرك سائل	١٧ - ٢٠	-

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

إن ميزات البيتون الجامد بالمقارنة مع اللزج هي :

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

— الحصول على بيتون ذي كثافة أكبر (باستخدام تكثيف مناسب) وبالتالي كثافة أكبر ضد المياه ، ومقاوم أكثر للصقيع وبشكل عام ذي ديمومة أكبر .

— يتصلب البيتون بسرعة أكبر في عمره الأولي وبالتالي فإن زمن المعالجة الحرارية يمكن اختصاره مما ينعكس على استخدام أفضل للقوالب ولحجرات المعالجة الحرارية .

— امكان فك القالب جزئياً أو كلياً مباشرة بعد التشكيل (بيتوناً جامداً) وبذلك ينعكس على اختصار عدد القوالب .

أما الصعوبات التكنولوجية المتعلقة باستخدام الخلطة البيتونية الجامدة فهي :

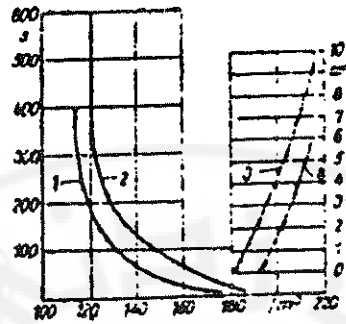
— ضرورة معايرة دقيقة للمواد (بخاصة الاسمنت والمياه) .

— ضرورة الخلط الجيد للمواد واستخدام طرائق تكثيف فعالة تتطلب طاقة كبيرة وزمناً طويلاً نسبياً .

إن قابلية الخلطة البيتونية للتشكيل تتعلق بالأمور التالية :

١ — كمية المياه :

تؤثر كمية المياه بشكل كبير في خصائص البيتون الطري وتؤثر كذلك في خصائصه النهائية ، الشكل (١ — ٣٢) ، فعندما تكون كمية المياه قليلة تتراوح (١٠٠ — ١٢٠ ل/م^٣) ، فإن الكمية الكبرى من المياه ترتبط مع مكونات الخلطة بواسطة قوى تلاحق جزئية (Molecular) ، وقوى تلاحق بين السطح الخارجي لذرات الاسمنت والحصى .



الشكل (١١ - ٢٢)

العلاقة بين كمية المياه في البيتون وزمن التشكيل وهبوط المخروط

١ - بيتون جلد بعد الجبل مباشرة. ٢ - بيتون جامد بعد تخزينه المرحلي لمدة ساعة

٣ - بيتون متحرك بعد الجبل مباشرة

٤ - بيتون متحرك بعد تخزين مرحلي لمدة ساعة

إن انقضاء المائي الرقيق المتشكل على سطح مكونات الخلطة لا يؤدي الى الاقلال من قوى الاحتكاك في مكونات الخلطة بل بالعكس يؤدي الى ظهور قوى تماسك . لهذه الاسباب يلاحظ أن البيتون الذي يحوي على كمية مياه قليلة يكون أكثر جوداً من البيتون الجاف (أي قبل اضافة المياه) .

تزداد سماكة الغشاء المائي الملتصق لمكونات الخلطة مع زيادة كمية المياه ويتبع ذلك تدافع المكونات بعضها بين بعض وتضعف قوى التماسك والاحتكاك وتنقص لزوجة المونة الاسمنتية والخلطة بشكل عام .

تؤدي الزيادة الكبيرة في كمية الماء (٢٠٠ ل.م) الى نقص كبير في لزوجة المونة الاسمنتية مما يؤدي الى انفصال المكونات بعضها عن بعض ، لان المكونات لا تستطيع المحافظة على مكانها في الخلطة بسبب فقدان قوى الاحتكاك الداخلية تقريباً ، وعندها تفرض الحصى الى الاسفل وتصد المياه والمونة الى الاعلى ويصبح الوسط البيتوني غير متجانس ويؤثر سلباً في نوعية البيتون النهائية .

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

- استخدام مواد رابطة ذات سطح نوعي كبير (ناعمة) .
 - استخدام حصويات صغيرة (بحجمها الرمل) .
 - اضافة مواد ناعمة معدنية (Mineral) . .
- ب — الاسمنت :

تؤثر كمية الاسمنت ونوعيته في خصائص الخلطة البتونية ، وتتطلب الانواع المختلفة من الاسمنت كميات مختلفة من المياه من أجل الحصول على لزوجة معينة للمونة الاسمنتية . لا تتغير قابلية الخلطة للتشغيل اذا كانت كمية الاسمنت تتراوح بين (٢٥٠ — ٤٠٠ كغ) ، (أي أن زيادة كمية الاسمنت في هذا المجال لا تأثير لها) بحسبة W/C ثابتة . وانما زادت كمية الاسمنت على ٤٠٠ كغ فاننا نلاحظ زيادة اللزوجة مما يتطلب زيادة نسبة المياه من أجل الحصول على الخصائص التشغيلية نفسها .

أما اذا زادت كمية الاسمنت على ٥٠٠ كغ فاننا نحتاج الى زيادة كبيرة في كمية الماء المطلوبة بحيث لا نستطيع المحافظة على نسبة W/C صغيرة بهدف تحسين مقلومة البتون النهائية .

إن كمية الاسمنت المستخدمة في تصنيع العناصر تتراوح بين ٢٨٠ — ٣٨٠ كغ (من أجل زمن تشكيل ٥٠ — ٦٠ ثانية) و ٣٨٠ — ٤٧٠ كغ (من أجل زمن تشكيل ١٥٠ — ١٨٠ ثانية) .

ج — الحصويات :

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

يمكن تخفيض كمية المياه ١٠ - ١٥٪ باستخدام حصويات كبيرة وكذلك فإن استخدام حصويات مكورة سطحها أملس يؤدي الى انقاص كمية المياه ٥ - ١٥٪ مقارنة بالحصويات المكسرة ، ويعود السبب في ذلك الى أن قوى الاحتكاك هي أصغر في حال استخدام الحصويات المكورة . إن وجود كمية كبيرة من الرمل تؤدي الى انقاص قابلية التشغيل للبيتون وذلك يتطلب زيادة كمية المياه ، أما اذا كانت كمية الرمل قليلة فقد يحدث انفصال المكونات ، ولتجنب ذلك الانفصال لا بد من زيادة كمية الاسمنت .

تسمح الخلطات الجامدة بانقاص كمية الرمل أكثر من الخلطات الطرية .
يؤدي أيضا وجود كميات ناعمة كبيرة في الرمل الى زيادة كمية المياه .

مما يجدر ذكره بأن وجود كميات كبيرة نسبياً من المواد الناعمة يلعب دوراً ايجابياً من أجل البيتون ذي المقاومات المنخفضة الذي لا تزيد كمية الاسمنت فيه على ٢٥٠ كغ والسبب في ذلك أن الرمال تؤدي الى زيادة في طرلوة البيتون .

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

د - الإضافات :

تستخدم الإضافات بنسبة مئة + ٣٪ من وزن الاسمنت لزيادة قابلية البيتون للتشغيل .

تقسم هذه الإضافات الى مجموعتين رئيسيتين :

- إضافات بلاستيكية .
- إضافات ميكرو رطوبة .

تؤثر الإضافات البلاستيكية في زيادة قابلية التشغيل من خلال عدم السماح للحبيبات ناعمة الاسمنت والمواد المينرالية بتشكيل كتل ، بل تبقى هذه الحبيبات

منفصلة بعضها عن بعض ، وبذلك يمكن تخفيض كمية المياه بنسبة $1.0 \div 1.2\%$ ، وذلك ينعكس على تخفيض كمية الاسمنت .

أما إذا تم استخدام هذه الإضافات بهدف انقاص كمية المياه فقط مع المحافظة على درجة التشغيل فإن ذلك ينعكس على زيادة الوزن الحجمي للبيتون وبالتالي زيادة كثافة البيتون ومقاومته ضد الصقيع .

أما بالنسبة للإضافات الميكرو رغوية فوظيفتها تخفيف الاجهادات السطحية للغشاء المائي المحيط بنيرات الاسمنت والمواد الناعمة الأخرى ، مما يسمح بتشكيل فقاعات هوائية صغيرة تحيط بالمواد الناعمة والاسمنت خلال الجبل . هذه الفقاعات تزيد من قابلية البيتون للتشغيل لأنها تقلل من الاحتكاك الداخلي للخلطة البيتونية .

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

إن استخدام الإضافات لا يؤدي دائماً الى نتائج ايجابية ، ورمود السبب في ذلك كون هذه الإضافات ذات منشأ عضوي ، وهي تؤخر من عملية هدرجة الاسمنت ، ولذلك نلاحظ ضعفاً نسبياً بالمقاومات في المراحل الأولى للبيتون ، وكذلك ضعفاً نهائياً بالمقاومات نتيجة وجود فقاعات هوائية (يخص ذلك الإضافات الميكرو رغوية) .

هـ - التخزين الأولي :

يقصد بالتخزين الأولي تخزين البيتون بعد جبلة في أوعية خاصة لمدة معينة قبل نقله وصبه في القوالب .

يستخدم التخزين الأولي بشكل شائع في مصانع البتون لضرورات
تكنولوجية .

يؤدي التخزين الأولي الى تخفيض لدونة الخلطة البتونية ، مع ملاحظة أن
مقاوماته تزداد قليلاً .

تتعلق درجة انخفاض لدونة الخلطة بمكونات الحصىات ونوعية الاسمنت
ودرجة الحرارة ورطوبة المحيط .

إن السبب في انخفاض اللدونة هو امتصاص كمية من المياه الموجودة من قبل
الاسمنت والحصىات وكذلك بسبب التبخر قليلاً .

إن تغفل كمية من المياه الى داخل حبيبات الاسمنت والتفاعل معه ينعكس
إيجابياً خلال عملية تشكيل بنية البتون ويؤدي ذلك الى زيادة المقاومة .

يؤدي التخزين الأولي الى تخفيض لدونة البتون المتحرك قليلاً وبالتالي
الى انقاص درجة التشغيل مما يتطلب زيادة زمن رج البتون 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
التخزين الأولي عند استخدام الخلطات الجامدة ، بل تنفيذ عملية التشكيل مباشرة
بعد الخلط .

خواص الخلطة البيتونية		نوع العنصر وطريقة التشكيل
هبوط المخروط (سم)	زمن التشكيل (ثانية)	
—	٨٠ - ٦٠	عناصر جدارية وبلاطات اسقف مفرغة دائريا او بيضويا ، وضميمة التشكيل افقية ، التكيف بواسطة رجاجات وتحت ثقل ستايكي معا .
—	٦٠ - ٥٠	اعمدة ، اعصاب ، جوائز ، والشرائح التي يتم تشكيلها دون ثقل (فقط بواسطة الرج) .
—	١٠٠ - ٨٠	قساطل مجاري ، انابيب ، عناصر مفرغة اخرى بارتفاع حتى ١٢٠ سم مع فك جزئي او كلي للقالب مباشرة بعد التشكيل .
٤ - ٢	٢٥ - ١٥	شرائح مستوية او ذات تجاويف (كاسيت) وباستخدام اسطوانات مرتجة للتشكيل .
٦ - ٢	٢٠ - ١٠	عناصر جدارية رقيقة (دون فراغات) او نسبة تسليح عالية ، التشكيل على طاولات مرتجة .
٨ - ٤	١٥ - ١٠	عناصر بنسبة تسليح عالية جدا اكبر من ١٪
٨ - ٤ ١٢ - ٦	١٥ - ١٠ ١٥ - ١٠	جدران وبلاطات تصنع في البطاريات : أ - سماكة ١٢ سم . ب - سماكة ١٠ سم .

الجدول (١ - ٣)

— ٨٥ —

٢-٥-١ تشكيل العنصر :

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

إن الهدف 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 بواسطة الإقلال من الفراغات فيه (لا تنطبق هذه الخاصة على البيتون الخفيف) .
- الحصول على مقاومة كبيرة بواسطة الترابط الجيد بين المونة الاسمنتية والحصويات والمواد الناعمة وتجانس الخلطة عن طريق الحصول على تدرج حبي جيد .

- الحصول على عناصر غير قابلة للتشوه قدر الامكان .

بالنسبة للمتطلبات التكنولوجية الاقتصادية :

- تصنيع العناصر بأقصر زمن ممكن .
 - تخفيض القدرة اللازمة 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 الحصويات .
 - قوى التماسك في المونة الاسمنتية .

— القوى الشعرية في الخلطة .

— قوى الاحتكاك بين الخلطة والقالب .

— قوى الاحتكاك بين الخلطة وحديد التسليح .

إن أنواع التكثيف يمكن تصنيفها بشكل عام الى مجموعتين :

أ — المجموعة التي تعتمد على تطبيق قوى خارجية على الخلطة البيتونية وفي هذه الحالة ، فإن التكثيف يعتمد على انقاص حجم الخلطة ويتطلب قدرة كبيرة .

ب — المجموعة التي تعتمد على تغير درجة لزوجة الخلطة عن طريق التغلب على القوى الكامنة داخل الخلطة البيتونية وبحيث تصبح مكونات الخلطة في حركة بالنسبة لبعضها بعضاً وتصبح الخلطة خلال التكثيف مشابهة للسائل . تتطلب هذه الطرائق قدرة صغيرة بالنسبة لسابقتها .

٣-٥-١ طرائق التكثيف :

يستخدم في تصنيع العناصر البيتونية يتون ذو درجة طراوة متغيرة حسب نوعية العنصر وحسب طريقة التصنيع ، وبالتالي فإن طرائق تكثيف البيتون تتغير تبعاً لذلك .

٢ — رج البيتون :

تعتمد هذه الطريقة على زيادة سيولة الخلطة ، حيث أن الرج يغير من البنية التركيبية للخلطة بواسطة التقليل من الاحتكاك الداخلي ما بين مكونات الخلطة ويصبح البيتون في حالة مادة متحركة سائلة تخضع لقوانين ميكانيك السوائل ، وبذلك يستطيع البيتون التحرك أن يعبر القوالب ذات الاشكال المعقدة وذات النسب العالية من التسليح حيث يتم التكثيف بواسطة الوزن الذاتي للبيتون ، وأثناء الرج يتم طرح الهواء والمياه الزائدة .

تستخدم هذه الطريقة من أجل البيتون قليل التحرك الى البيتون شبه 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 البيتون الجامدة الذي يظهر قابلية ضعيفة للسيولة . إن الرج في هذه الحالة يزيد من قابلية البيتون للتشغيل ، بحيث لا نحتاج الا الى قوة ضغط صغيرة تضغط على البيتون من أجل تكثيفه . وحيث أن الضغط ليس كبيراً فإنه يسمح بارتجاج مكونات الخلطة البيتونية .

ج - التكثيف القسري بواسطة الضغط او الطرق :

يستخدم من أجل البيتون الجامد الذي لا يظهر ميلاً للاسالة ، وهو البيتون الذي تكون مكوناته غير متماسكة بعضها مع بعض ، لذلك لا بد من تطبيق قوى خارجية من أجل الازاحة النسبية لمكونات الخلطة البيتونية من أجل تعبئة القالب وتكثيف البيتون .

إن ميزات استخدام بيتون جامد ذي نسبة مياه الى اسمنت قليلة هي الحصول على بيتون ذي وزن حجمي كبير ومقاومة عالية وديمومة طويلة ، لكن السلبية هي في أنه يحتاج الى قدرة ميكانيكية عالية وزمن طويل للرج .

د - طرائق التكثيف التي يمكن بواسطتها أن نحصل على بيتون كثيف جداً من خلطة بيتونية متحركة الى متحركة قليلاً ونسبة مياه الى اسمنت عالية نسبياً .

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

١ - رج مع ضغط جلف مَرَح الماء الزائد ، وتتم على مرحلتين :

المرحلة الاولى : يتم تعريض البيتون للرج بهدف تشكيل العنصر .
المرحلة الثانية : يتم ضغط العنصر المتشكل وبالتالي ازاحة المياه الزائدة ،
وتتم هذه المرحلة بعد ايقاف الرج .

٢ - رج مع تخلية بهدف طرح المياه الزائدة : بعد تعريض البيتون للرج بهدف
تشكيل العنصر تتم ازاحة المياه بوساطة تعريض العنصر الى تخلية هوائية .

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

إن الاتجاه في تصنيع العناصر البيتونية مسبقاً الصنع هو استخدام خلطة
بيتونية ذات نسب مياه الى اسمنت قليلة ، لذلك فان طرائق التكثيف التي تعتمد
على الرج وقوى الجاذبية الارضية يقل استخدامها بشكل مطرد ويزداد بعكس ذلك
استخدام طرائق التكثيف التي تعتمد على تطبيق قوى خارجية ، حتى أنه من غير
الممكن على الاطلاق استخدام الرج فقط من أجل بعض الخلطات الجامدة ،
استخدام الرج يعد كعملية مساعدة لتعبئة البيتون وتوزيعه في القوالب . إن ذلك
يتطلب بشكل عام زيادة العمل الميكانيكي المطلوب واستخدام التجهيزات لفترة
أطول وبالتالي زيادة العمالة المطلوبة في عملية التصنيع .

١-٥- الاسس الفيزيائية - الميكانيكية - التكنولوجية للتكثيف :

تخضع مكونات الخلطة البيتونية خلال عملية التكثيف الى مجموعة من
القوى يمكن أن تُصنف الى مجموعتين :

أ - قوى خارجية مثل قوى الجاذبية والقوى الأخرى المؤثرة في الخلطة كالتى
ذكرت سابقاً (ضغطاً - طرقاتاً ٠١٠٠٠) .

ب - قوى داخلية « احتكاك - قوى الخاصة الشعرية - قوى التلاصق
الجزئية » ، واذا أردنا الحصول على تكثيف 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

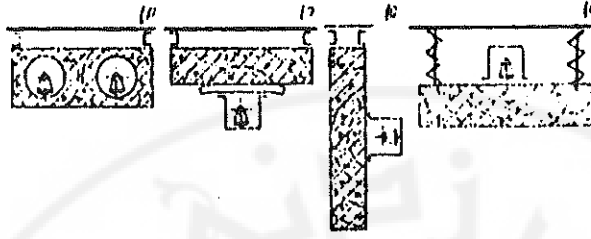
وبمواصفات الخلطة البيتونية المعالجة من جهة أخرى .

١-٥- التكثيف بواسطة الرج :

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

أما 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 طريقتين :
 - أ - رجاً كاملاً للبيتون مع القالب ، ويتم ذلك عادة فوق طاولات رجاجة .
 - ب - نقل الاهتزاز الى عناصر مرنة موضوعة على القالب مثل جوانب الجدران وجوانب القوالب المنفردة أو أرضيات القوالب ، حيث تتركب الرجاجات مباشرة على عناصر القالب .
 - ٢ - رج مباشر ، ونميز طريقتين :
 - أ - رجاً مباشراً على سطح البيتون ، حيث توضع الرجاجات على السطح .
 - ب - رجاً مباشراً من داخل البيتون ، حيث يغمس جزء الرجاج في البيتون أو توضع الرجاجات في القالب قبل ملء القالب بالبيتون .
- يسكن أن تحدد فعالية الرج بعدة طرائق :
- أ - تحديد كثافة البيتون ، أي ما هي درجة الكثافة التي يمكن الحصول عليها بطريقة رج معينة ويزمن معين بالنسبة الى كثافة نظرية معتمدة .



الشكل (١ - ٣٣)

- مبادئ ريج البيتون تبعا لكيفية تطبيق الاهتزاز
- a — ريج لكامل القالب b — ريج عناصر القالب الجانبية
- c — ريج السطح العلوي للبيتون d — ريج داخلي

ب — من خلال تحديد مقاومة البيتون ، لأن مقاومة البيتون مرتبطة بالكثافة ضمن شروط أخرى ثابتة .

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

١-٣-٣ انتشار الاهتزاز في الخلطة البيتونية :

يتولد الرجاج اهتزازات ايقاعية تنتقل الى البيتون بشكل طاقة ارتجاجية كموجات طولية ، إما مباشرة أو بواسطة وسيط كجدران القوالب أو أسفلها ، وبواسطة هذه الموجات تتعرض مكونات الخلطة الى اهتزازات قسرية وتصبح مكونات الخلطة في حالة غير مستقرة استاتيكية .

وحسب نوعية الاهتزازات المتولدة عن الرجاجات ، يمكن أن نفرق بين

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

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

تهتز خلال الرج مكونات الخلطة البيتونية ، التي يختلف بعضها عن بعض من حيث الحجم والشكل ، على الرغم من أن النبضات الارتجاجية هي واحدة من حيث القوة والتردد ، ونتيجة لذلك فإن اهتزاز مكونات الخلطة البيتونية يكون مختلفاً مع وجود فرق صفحة بين اهتزاز كل ذرة وأخرى .

تهتز المكونات بعد ذاتها وينفض النظر عن المحيط المجاور لها وتتحرك في الوسط المرجوح الى أن تأخذ مكانها المناسب والمضبوط في الوسط الى أن يصبح ارتجاج الحبيبات مرتبطاً بارتجاج كامل الوسط وتصبح الحبة مقيدة .

إن انتشار الاهتزاز في الخلطة هو انتشار موجي يخضع الى قوانين انتشار الأمواج في الأوساط المادية ، ونظراً لأن الانتشار يتم في وسط (مرن لدن) ، لذلك فإن الطاقة الأولية المولدة بواسطة الرجاج تكون متخامدة مع الابتعاد عن مركز الرج وكذلك تتناقص سعة التردد .

ويمكن القول إن تخامد الاهتزاز في الخلطة البيتونية شبيه بتخامد الموجات المائية « في حال كون الرجاج ضمن البيتون » ويتم الحساب عندها وفق العلاقة التالية :

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

— ٨٧ —

حيث :

A_1 — سعة الاهتزاز عند نقطة تبعد r_1 عن محور السرج (نصف قطر
الرجاج = r_1) .

A_2 — سعة الاهتزاز عند نقطة تبعد r_2 عن محور الرج .

α — عامل التخميد .

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

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

أما اذا كانت الموجات تخترق المادة من أحد الأسطح الى السطح الآخر ،
مثلاً من الاسفل للاعلى كما هو الحال في الطااولات الرجاجة أو من الاعلى
للاسفل ، كما هو الحال في حالة الرجاجات السطحية ، فان العلاقة 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 التخميد ، ويؤخذ كالسابق .

إذا كانت العناصر رقيقة فانها لا تستطيع امتصاص كامل طاقة الاهتزاز المولدة من قبل الرجاجات وتنتقل الموجات من وسط الخلطة البيتونية لتدخل وسطاً آخر ، مثلاً « بيتون - هواء » أو « بيتون - جانب القالب الآخر » ، وترتد من الوسط الجديد بنسبة معينة تحدد بعامل الارتداد وتعلق بخواص الوسط الذي ترتد عنده الموجة ، ويمكن بالتقريب عد سعة اهتزاز الحبيبات عند سطح التماس تعادل سعة الارتداد .

إن عامل الارتداد عند سطح التماس مع الهواء 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 25 — 120 m/s .

تفيد العلاقات المعطاة سابقاً في حساب الاهتزاز التي يجب أن يولدها الرجاج ، وبالتالي في تحديد مواصفات الرجاج ، واختيار الرجاج المناسب ، حيث يحدد تبعا لأبعاد العنصر المراد تكثيفه ولطريقة الرج وأبعد نقطة يجب أن تتأثر بما نسميه السعة الدنيا اللازمة لكي تتم عملية التكثيف .

٧-١ العوامل المحددة لحدوى التكثيف بواسطة الرج :

تحدد حدوى التكثيف بواسطة الرج الأمور التالية :

أ - نظام المعالجة (كثافة الرج ومدته) .

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

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

٨-٥-١ مواصفات الاهتزاز القسري وكثافته :

إن المواصفات التي تحدد كثافة الرص بواسطة الاهتزاز القسري هي السعة والتردد « من أجل الاهتزاز الجيبي الترددي » حيث السعة بـ mm والتردد بالهرتز ، ويشترك هذان العاملان سوية لتحديد كثافة الاهتزاز .

إن سرعة انتشار الموجة ضمن الوسط تحدد بالعلاقة :

$$V_s = A \cdot \omega = A \cdot 2\pi f$$

ويحدد التسارع المنتقل الى الجزيء المهتز بالعلاقة :

$$b = A \cdot \omega^2 = A \cdot 4\pi^2 f^2$$

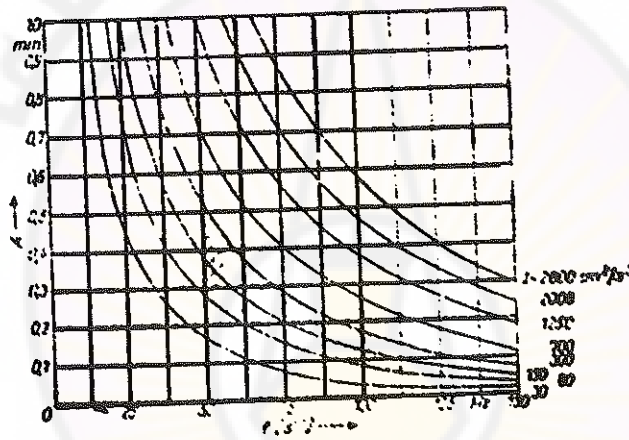
ونظراً لأن التسارع يُعطي الوحدة نفسها التي نعبر عنها بتسارع الجاذبية الأرضية $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ لذلك فإنه غالباً ما يُعبر عن كثافة الاهتزاز بعدد وحدات التسارع الأرضي، فمعنى أن نقول مثلاً إن كثافة الاهتزاز تعاد $4g$ ، هو أن التسارع الذي يؤثر في الجزيء خلال الرج يعادل أربعة أضعاف تسارع الجاذبية الأرضية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

ويمكن التعبير عن العوامل المحددة لكثافة الاهتزاز بالاستطاعة الواجب تخصيصها لتوليد اهتزاز في الجزيء المراد رجه « الطاقة المصروفة في واحدة الزمن في مقطع معين من الخلطة البيتونية » وهذه الاستطاعة تتناسب طردياً مع سعة الاهتزاز وتسارعه وتحدد وفق العلاقة التالية :

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

وتتطلب كل خلطة بيتونية استطاعة معينة للاهتزاز تدعى بالاستطاعة المثلى التي اذا ازادت على حددها فان فاعلية الارتصاص لا تزداد ويمكن أن تؤدي الى نتائج عكسية لأنها تسبب في تمكيد الروابط الداخلية الكامنة في الخلطة التي يتم الحصول عليها خلال الرج .

يوضح الشكل (١ - ٣٤) العلاقة بين مطال الاهتزاز وتواتره من أجل استطاعات رج مختلفة وتوضع المساحة المهدمة المجال المستخدم لمعظم أنواع البيتون المستخدم عملياً ، حيث تتراوح الاستطاعة بين $80 - 300 \text{ cm}^2/\text{s}^3$ ويوضح الشكل بأنه كلما لزداد التواتر فان السعة تصغر ، وهذا منطقي .



الشكل (١ - ٣٤)

مخطط يوضح الترددات والسعات التي يمكن اختيارها من أجل الحصول على كثافة الرج المطلوبة
A — السعة (g) — f — التردد — I — كثافة الرج

تطلب كل خلطة بيتونية قيماً معينة مثلى فيما يخص المطال والتردد «التواتر» ويمكن لهذه القيم أن تنقص أو تزيد ضمن حدود معينة مسموحة ، وبشكل عام يتطلب البيتون مطالاً كبيراً للرج في الحالات التالية :

٢ - كلما كان البيتون أكثر جموداً

ب - كلما كانت الحصويات أكبر .

ج - كلما كانت الحصويات ذات سطوح خشنة .

ومن أجل البيتون المادي الذي يحتوي على حصويات متوسطة فإن المطال المطلوب للاهتزاز يتراوح بين 0.3 — 0.6 mm حسب درجة طرلوة البيتون ، أما من أجل البيتون ذي الحصويات الصغيرة فيمكن أن يتراوح المطال بين 0.15 — 0.4 mm .

إذا زاد المطال على حدود معينة فانه قد يؤدي الى تفكك مكونات الخلطة البيتونية وتناثر بعضها عن بعض عوضاً عن تكثيف البيتون . يمكن أن يحدث ذلك على سطح البيتون المرجوح عند رج عناصر رقيقة ضمن قوالب أفقية ، وفي هذه الحالة لا بد من تطبيق قوة ضغط من الاعلى على سطح البيتون ليمنع تفكك مكونات الخلطة ، وبهذا الاجراء فقط يمكن أن يكون الرج فعالاً .

إن زيادة التواتر تزيد أيضاً من قوة الرج وبشكل أكبر من زيادة المطال نظراً لأنه وفق العلاقة السابقة المحددة لكثافة الرج فإن المطال مرفوع الى التربيع بينما التواتر مرفوع الى القوة الثالثة ، وينصح بأن يكون التواتر كبيراً كلما كان البيتون ذا حصويات أصغر .

يتراوح الاهتزاز من أجل أنواع البيتون الأكثر استخداماً بين 100 — 80 — 50 — 45 HZ وهذا يقابل 2800 — 3000 — 5000 — 6000 هزة بالدقيقة .

أظهرت التجارب أن الرج بوساطة رجافات يزيد تواترها على ١٠٠ هرتز لا يعطي بالضرورة مقاومة أكبر للبيتون فيما لو تم الرج بوساطة رجافات تواترها

أقل ، « بفرض أن الرج كان نظامياً في الحالتين » ولكن محاسنها تكمن في زيادة اتناجية العمل والحصول على جودة أفضل لنوعية السطح الخارجي .

إن مرد ذلك يعود الى سرعة الاسالة المتجانسة وتكاملها ويمود ذلك ايضاً الى زيادة نصف قطر تأثير الرجاج ذي التواتر العالي ظلاً لأن تخامد الرج يصبح أصغر في هذه الحالة .

إن استخدام رجاجات ذات تواتر عالٍ عملياً هو محدود لاسباب عديدة منها:

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

ب - زيادة التواتر تزيد من الضجيج الناجم عن الرج .

ج - تهتك الرجاجات ذات التواتر الاكبر من ١٠٠ هرتز بالنسبة لرجاجات الطاولات ، والاكبر من ٣٠٠ هرتز بالنسبة للرجاجات اليدوية بسرعة كبيرة .

١٤٤ زمن الرج :

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

وبالعكس فانه اذا زاد هذا الزمن على اللازم فانا لا نلاحظ أية زيادة على مقاومة البيتون وكثافته بل يمكن أن يتعرض البيتون الى فصل مكوفاته بعضها عن بعض اذا زاد هذا الزمن على اللازم ، ويظهر ذلك كلما كان البيتون ذا درجة طراوة أكبر .

إن العامل الذي من خلاله يتم تحديد زمن الرج هو زمن التشكيل بواسطة جهاز تجربة الفيسكوسيمتر حيث يتعرض البيتون خلال التجربة الى قوة رج مقدارها: I_{01} .

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

$$t = 2 t_{01}$$

حيث :

t_{01} — زمن التشكيل اللازم مخبرياً .

t — زمن التشكيل المطلوب عملياً .

أما إذا كانت قوة الرج المستخدمة عملياً « وهي الحالة الشائعة » تختلف عن قيمتها المخبرية فانه من أجل تحديد زمن الرج تعتمد العلاقة التالية لحسابه :

$$t_{01}^2 \cdot I_{01} = t^2 \cdot I_0$$

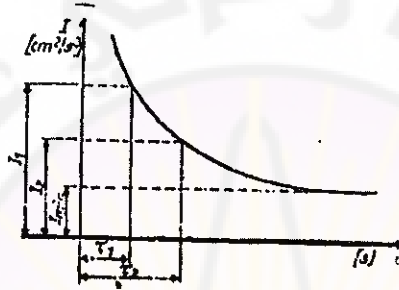
حيث :

t_{01} — زمن التشكيل المكافئ لزمن التشكيل المخبري .

I_0 — قوة الرج المطبقة عملياً ، أي :

$$t = 2 t_{01} \sqrt{\frac{I_{01}}{I_0}}$$

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



الشكل (١ - ٣٥)

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

١-٥-١١ التوقيت الأمثل لرج البيتون :

المقصود بالتوقيت الأمثل لرج البيتون هو التوقيت الذي يرفع 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 والتوقيت الذي يلاحظ فيه أن البيتون بدأ يتجمد بسرعة . إن انتظار البيتون طويلاً دون رجه يؤدي إلى فقدانه خاصية الاسالة المتجانسة ، ولهذا تأثيراته السلبية ظراً لأن الرج في هذه الحالة يؤدي إلى تغييرات في بنية الخلطة البيتونية .

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

بت عملياً أن إعادة الرج تعطي نتائج أفضل فيما لو تم التريث في صب البيتون الى حين مرور فترة الزمن الأمثل للرج . إن إعادة الرج تزيد من تجانس البيتون على كامل مقطعه وتزيد من تلاصق الحصى مع المونة الاسمنتية بحيث تزداد مقاومة البيتون بنسبة 20% — 15 .

إضافة الى ذلك تزداد كثافة البيتون بشكل كبير ، وهذه الزيادة تؤدي الى زيادة كثامته ضد المياه ، والى تسريع التصلب والذي ينعكس على تقصير فترة المعالجة الحرارية .

١٢-٥-١ : طرائق زيادة قوة تأثير الرجاجات في البيتون :

يتطلب البيتون الجامد المحدد بزمن تشكيل 150 — 100 ثانية ، وكذلك العناصر البيتونية ذات المقطع الكبير ، زيادة قوة تأثير الرجاجات في البيتون بهدف الحصول على رج متجانس . وقد أثبتت التجارب أنه يمكن الحصول على قوة رج كبيرة ، (دون زيادة في مطال الرج أو تردده) ، عن طريق الانتقال من الاهتزازات البسيطة الجيئة الى أنواع أخرى من الاهتزازات المركبة بواسطة الرج متعدد التواتر وبخاصة الثنائي منها أو بواسطة استخدام أنظمة الرج الطارق خلال تشكيل العنصر .

١٢-٥-١ : الرج ثنائي التواتر :

يعتمد الرج ثنائي التواتر على تعريض البيتون الى اهتزازات دورية ذات

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

يؤدي الاختيار المناسب لمواصفات الاهتزازات ذات التواتر العالي 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 جيبى له التواتر نفسه والسعة نفسها .

إن قوة الرج ثنائية التواتر الناجمة تزيد على مجموع قوتي الرج أحادي التواتر المستخدمتين للحصول على الاهتزازات ثنائية التواتر .

يمكن الحصول على أفضل النتائج في الاهتزاز ثنائي التواتر عندما تكون نسبة التردد المنخفض الى التردد العالي هي 3 : 1 (على سبيل المثال عندما يتم جمع تردد 1500 هزة/دقيقة مع تردد 4500 هزة/دقيقة) وفي هذه الحالة يكون فرق الصفحة 180° ، حيث تقع النهايات العظمى للمركبتين التردديتين في التوقيت نفسه ويمكن أيضاً استخدام نسبة 2 : 1 ، أو 2.5 : 1 .

يمكن الاستفادة من الرج ثنائي التواتر عملياً ليس فقط من أجل الحصول على قوة رج كبيرة ولكن أيضاً من أجل الحصول على قوة رج معينة بوساطة رجاعات ذات تواتر منخفض نسبياً ، وبذلك يمكن الحصول على الفوائد التالية :
١ - ان استخدام الرجاعات بتواتر منخفض يؤدي الى زيادة عمر الرجاعات وقلة أعطالها خلال الاستخدام .

٢ - تخفيض الضجيج الناجم عن الرج بشكل كبير .

٣ - امكان استخدام بيتون أكثر جموداً .

٤ - اختصار زمن الرج .

٥ - رفع جودة العناصر .

تتراوح مواصفات الاهتزازات ثنائية التواتر لرج طاوولات التشكيل حسب سماكة العنصر المطلوب رجه ضمن القيم التالية :

التردد المنخفض من 1000 — 8000 هزة بالدقيقة وسعة من 0.6 — 1.6 مم .

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

١٤-١١ أنظمة الاهتزاز الرجاجة الطارقة :

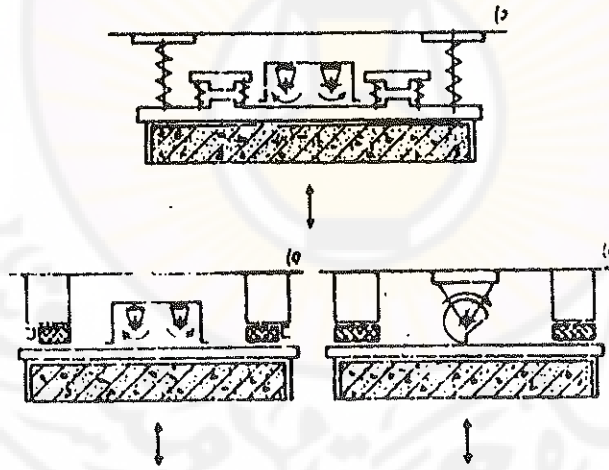
تمد هذه الأنظمة نوعاً من أنواع الرج متعدد التواتر ، أما الفرق بين نظام الاهتزاز الرجاجة الطارق والاهتزاز ثنائي التواتر فهو أنه يمكن الحصول بواسطة الرج الطارق على قوة رج أكبر بكثير من الاهتزاز ثنائي التواتر ، ففي حين يمكن الحصول على قوة رج أكبر بـ ١٥ - ٢ مرة بواسطة الاهتزاز ثنائي التواتر ، فإنه يمكن الحصول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

إن المواصفات الإضافية للاهتزازات الرجاجة الطارقة هي دور الطرق وقوته . إن دورة الطرق في معظم الطاوولات المرتجة المطروقة هي نفسها دورة الاهتزاز الأساسية للرجاجة ، أما قوة الطرق وتردده فإنهما قابلتان للتعديل والتحكم بهما ، وتعلقان بالأمور التالية :

- ١ - كتلة الطرق •
 - ٢ - سعة الاهتزاز القسري وتردده •
 - ٣ - قنواة الركائز المرنة أو النوابض •
- وغيرها من العناصر الانشائية لميكانيكية تجهيزات الرج الطارق •

يمكن التمييز بين ثلاثة أنظمة ميكانيكية رئيسة للحصول على الرج الطارق وهي :

- ١ - الطاولات المرتجة المطروقة التي يتم فيها نقل الطرق الدوري على النظام المهتز مباشرة •
 - ٢ - الطاولات التي يتم فيها الحصول على الطرق بواسطة مساند مرنة •
 - ٣ - الطاولات التي يتم طرقها بواسطة مطارق مرتبطة معها ، وهذه المطارق المعلقة تؤدي الى رج الطاولات •
- انظر الشكل (١ - ٣٦) الذي يبين مبادئ تصميم الطاولات المطروقة •



- الشكل (١ - ٣٦) مبادئ تصميم طاولات الرج
- a - طاولات طرق مباشر
 - 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 امكان رجا بيتون جامدة وتسريع عملية الرجا وتحسين نوعية العنصر البيتوني ، بخاصة فيما يتعلق بتجانس الرجا في جميع مقاطع العنصر .

١١٦ - الرجا مع الضغط :

إن استخدام الضغط مع الرجا يساعد على استخدام بيتون أكثر جموداً واستخدام طرائق رجا ذات سعة اهتزاز كبيرة مما يؤدي الى تقصير مدة التشكيل ، وبوساطة استخدام الضغط مع الرجا يمكن أيضاً الحصول على سطوح عناصر ذات أشكال تزيينية معينة ، وفي هذه الحالة تدعى الصفيحة الضاغطة المشكلة للسطح المطلوب بالخاتم .

يودلا الضغط المطلوب ل تتم عملية التشكيل كلما كان البيتون أكثر جموداً ، ولكن نظراً لأن الضغط لا يمكن أن يكون كبيراً جداً كي لا يثقل حركة مكونات الخلطة البيتونية من الارتجاج ، لذلك فان الضغط المطبق على العنصر البيتوني يجب ألا يتجاوز حدوداً معينة .

يمكن تطبيق مبدأ الرجا مع الضغط لتشكيل العناصر بالطرائق التالية :

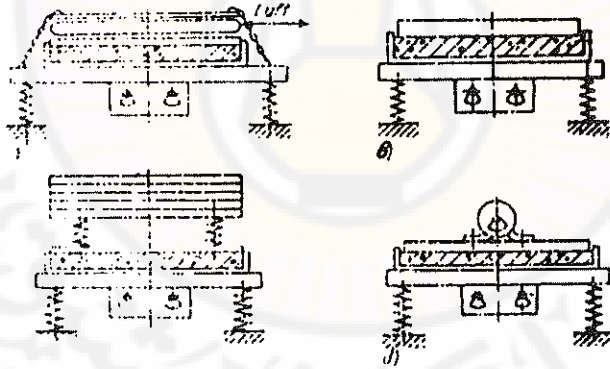
- أ - رجا مع ضغط ستاتيكي على العنصر .
- ب - رجا مع ضغط بوساطة صنفائح مهتزة (خاتم مهتز) .
- ج - التكيف على مرحلتين ، في المرحلة الاولى رجا وفي المرحلة الثانية ضغط .

أما بالنسبة للخلطة البيتونية المتحركة قليلاً الى جامدة قليلاً (أي تلك الخلطات التي لا زالت تحتوي على خاصية الاسالة المتجانسة) ، فانه يتم رجاها أولاً بهدف تمهيد القالب كمرحلة أولى ، وتتم في المرحلة التالية عملية الضغط .

١٧٨- الرج مع تطبيق ثقل :

خلال الرج الفراغي للعناصر على طاولات مرتجة تنتقل النبضات الاتجاهية من الاسفل نحو الاعلى حيث يرج البيتون الموجود في الطبقات الدنيا بشكل أفضل من الطبقات العليا . وتظهر عيوب كثيرة للرج في العناصر الرقيقة ظراً لأن ووزن الطبقات العليا المؤثرة في الطبقات الدنيا هو قليل .

تظهر مثل هذه الميوب بشكل أكبر عند رج البيتون الخفيف ظراً لأن الوزن الحجمي للحصويات صغير بالنسبة للوزن الحجمي للمونة الاسمنتية حيث تطفو الحصويات للأعلى ويؤدي ذلك الى انفصال مكونات الخلطة البيتونية . ان تطبيق ثقل يضغط على السطح البيتوني يمنع حدوث مثل تلك الظاهرة ، ويتم عملياً تحقيق ذلك بوضع صفيحة على السطح البيتوني تكون بتماس مباشر مع السطح خلال عملية الرج وتولد على السطح البيتوني ضغطاً معيناً يمكن الحصول عليه بإحدى الطرائق التالية (انظر الشكل ١ - ٣٧) .



الشكل (١ - ٣٧) اساليب تطبيق الثقل

- a — صفيحة ووسادة هوائية b — ثقل مباشر « جاذبية ارضية »
- c — ثقل ونوابض مرنة d — ثقل مرج

٢ - بوساطة الضغط الهوائي :

يعتمد هذا المبدأ على وضع وسادة هوائية محصورة بين صفيحتين علوية وسفلية ، ترتكز الصفيحة السفلية على السطح البتوني ، أما الصفيحة العلوية فيتم تثبيتها مع الطاولة المرتجة بوساطة سلاسل ، فإذا ما تمت تعبئة الوسادة بالهواء المضغوط فإن الصفيحة السفلية تضغط على السطح البتوني وتبقى على تماس مباشر معه خلال الرج ، ومن مساوئها أنها طريقة معقدة نسبياً من الناحية العملية .

ب - بوساطة صفيحة ذات ثقل :

توضع صفيحة معدنية ذات ثقل معين مباشر على السطح البتوني ، وينقل وزن الصفيحة في هذه الحالة الى الطاولة المرتجة .

ج - بوساطة صفيحة ونوابض مرنة :

تعتمد هذه الطريقة على وجود نوابض مرنة بين الصفيحة التي تكون بتماس مباشر مع البتون وبين الثقل المطبق على السطح البتوني . ومن ميزات هذا النظام أنه لا يؤدي الى انقاص سعة اهتزاز الطاولة المرتجة ، ويمود السبب في ذلك الى أنه بالاختيار المناسب للنوابض فإن الثقل العلوي لا يهتز بل يبقى معلناً في الفراغ وبالتالي لا يشكل عاملاً كابحاً لاهتزاز الطاولة المرتجة .

د - بوساطة صفيحة مرتجة :

تعتمد هذه الطريقة على جعل الثقل الضاغط على السطح العلوي للبتون يرتج بوساطة رجاجات مثبتة عليه « نسمي الثقل عندها الثقل المرتج » .

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

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

١-٨-٥ الرج مع الضغط :

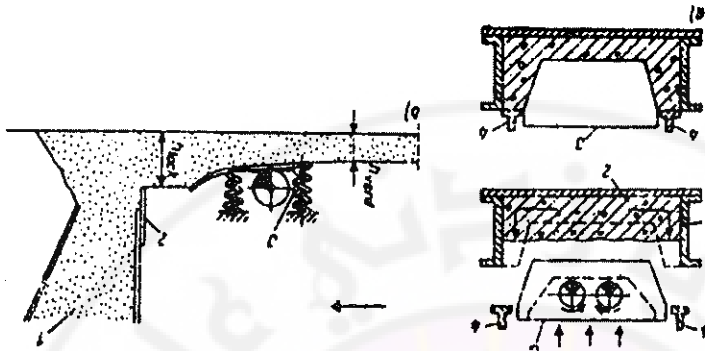
تعتمد هذه الطريقة على تطبيق ضغط واهتزاز على السطح العلوي للبيتون في آن واحد . إن شكل سطح تجهيزات العمل في هذه الحالة تعكس شكل العنصر البيتوني المطلوب الحصول عليه .

يتم عملياً تطبيق هذا المبدأ في رج العنصر وتشكيله من خلال أسلوبين هما :

١ - التشكيل الثابت :

يتم وضع جسم مثقل له وزن معين على السطح الحر للقالب المعبأ بكمية مناسبة من البيتون ، وترتبط مع الجسم المثقل تجهيزات الرج « الرجاجات » . ينغرس الجسم المثقل خلال العمل في البيتون وينحس قسماً منه كافياً لتعبئة الفراغات حول جوانب القالب . انظر الشكل (١ - ٣٨) .

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



الشكل (١ - ٣٨)

الدك الارتجاجي للبيتون

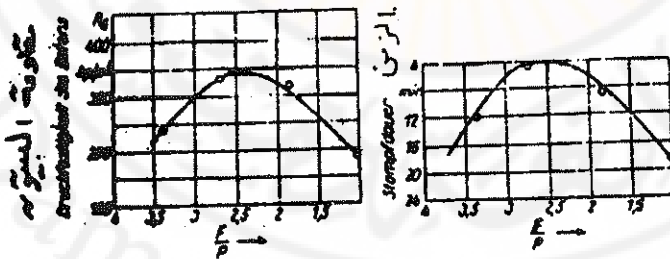
a - ثابت للتشكيل الفراغي

١ - القالب ٢ - البيتون الطري ٣ - جسم مرتج ٤ - اطار مضغوط

b - منزلق :

١ - خزان للبيتون ٢ - بوابة توزيع ٣ - صفيحة مرتجة منزلق

يتم الحصول على أفضل النتائج فيما يتعلق بمقاومة البيتون النهائية وسرعة
الرجوع وعمق تأثير الرج في طبقات البيتون عندما تكون النسبة F/P مساوية
٢.٠ - ٢.٥ ، الشكل (١ - ٣٩) .



الشكل (١ - ٣٩)

العلاقة بين F و P وزمن الدك ومقاومة البيتون

- ١٠٤ -

إن مرد ذلك يعود الى أن تجهيزات الرج والتشكيل من جهة والبيتون المرجوح من جهة أخرى يرتج بعضهما مع بعض وبالسعة نفسها ، أي أنه لا يحصل ارتداد تجهيزات التشكيل عن السطح البيتوني أو البيتون .

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

ويتم الحصول على أفضل النتائج بطريقة رج البيتون هذه عندما يتراوح زمن تشكيل البيتون بين ١٥٠ - ٢٠٠ ثانية ، أما إذا كان البيتون المستخدم ذا زمن تشكيل أكبر فإن ذلك يتطلب زيادة الضغط الى ١٥٠ - ٢٠٠ غ/سم^٢ وكذلك زيادة قوة الرججات وأيضا زيادة النسبة F/P لتصبح ٣ - ٢.٥ ، ويمكن أيضا رفع نسبة F/P الى ٥ - ١٠ مرات عن طريق استخدام رججات أقوى ذات سرعة اهتزاز كبيرة نسبياً ٢.٥ - ٢ مم تؤدي لافصال السطح الراج عن السطح البيتوني بحيث يتم طرق الكتلة البيتونية مما يزيد من فعالية التكثيف .

ب - التشكيل التزلقي :

يوضح الشكل (١ - ٣٨ - ب) مبدأ هذا النوع من التشكيل والتكثيف .

تتزلق العارضة المرتجة التي تغطي كامل عرض المنصر البيتوني على جوانب القالب وتحافظ على سماكة واحدة بالنسبة لقاع القالب . إن خزان البيتون المرتبط مع تجهيزات الرج يحصر البيتون في الفراغ الموجود بينه وبين العارضة المرتجة . يتم التحكم بسماكة البيتون المفروش بوساطة بوابة الخزان البيتوني ، وطبيعي فإن سماكة الطبقة البيتونية قبل الرج هي أكبر من السماكة بعد مرور العارضة التي تقوم بتكثيفه ، وهذه السماكة يمكن حسابها وفق العلاقة التالية :

$$h = (\gamma_s / \gamma_{so}) \cdot h_o$$

• h_o — السماكة المطلوبة .

• γ_{so}/γ_s — الوزن الحجمي للبيتون قبل الرج وبعدده على التوالي .

• تأثير جودة التكثيف بشكل مقطع العارضة المرتجة وسرعة الزلق .

يمكن التمييز بين ثلاثة أقسام لمقطع العارضة المرتجة :

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

$$l = v \cdot t$$

• v — سرعة الزلق .

• t — الزمن اللازم لرج البيتون .

يتعلق الزمن t بكثافة الرج ومقدار الضغط ونوعية البيتون . إن العناصر الثلاثة المذكورة سابقاً تحدد أيضاً زاوية ميلان القسم المائل في العارضة المرتجة .

يجب تصميم الجزء الامامي والمائل من العارضة المرتجة بحيث لا تزيد المركبة الأفقية للقوى المؤثرة في البيتون على زاوية الاحتكاك الداخلية للبيتون والا فإنه سوف يحدث انفصال شاقولي للطبقات البيتونية المتلاصقة . إن الفرق بين منسوب الحرف الامامي للقسم الامامي للعارضة يساوي الفرق بين سماكة البيتون المفروض والبيتون المرجوح .

السم ١٩. التكثيف بواسطة الضغط :

تستخدم هذه الطريقة من أجل البيتون الجامد جداً (رطباً) ، ومن المفروض أن تكون الحصىات صغيرة ونسبة المواد الناعمة (بما فيها الاسمنت) كبيرة يعتمد هذا المبدأ في التكثيف على تقريب قسري لمكونات الخلطة البيتونية من بعضها بعضاً ، ويرافق ذلك طرح كمية من الحياة والهواء المحصور خارج الخلطة .

يتعلق الضغط الواجب تطبيقه بكمية المياه في الخلطة ، يتراوح بين ١٠٠ + ١٥٠ كغ/سم^٢ عادة . أما الطرائق العملية لتطبيق هذا المبدأ في التكثيف فهي التالية :

أ - بواسطة مكبس :

غالباً ما تكون هيدروليكية . من محاسنها انها توفر امكان الحصول على ضغط عالٍ قد يصل الى ٣٠٠٠ كغ/سم^٢، إضافة الى امكان تعديل الضغط للحصول على الضغط المطلوب بدقة . إن غالبية طرائق التكثيف بواسطة المكابس تعتمد أيضاً على تطبيق الرج في آن واحد لهدفين : أولهما إن الرج يساعد على تغليف أفضل لمكونات الخلطة بالمونة الاسمنتية ، وثانيهما أنه يمكن اختصار الضغط المطلوب وتخفيضه بما يعادل ٤ + ٥ مرات .

من مساوئ هذه الطريقة أن العنصر المعالج يجب أن يبقى مضغوطاً الى حين حصول العنصر على مقاومة كافية لا تسمح بتشوه العنصر ، حيث أن الخلطة البيتونية بعد تكثيفها تحاول العودة الى وضعيتها الطبيعية عند ازالة الضغط عنها .

ب - بواسطة الحقن :

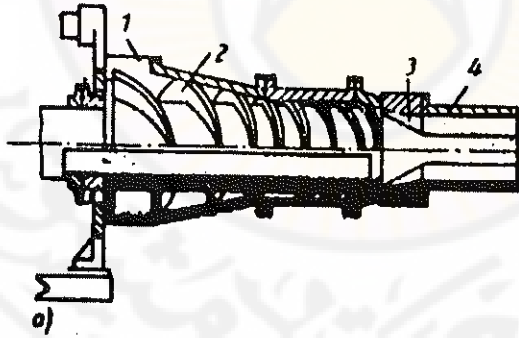
يعتمد هذا المبدأ على ضغط البيتون ضمن حجرة بواسطة ناقل حلزوني مخروطي الى أن يخرج من فوهة الحجرة - الشكل (١ - ٤) - يكون قوام البيتون المكثف بعد تحركه من فوهة الحجرة جامداً جداً الى درجة أن العنصر لا

ينهار بعد تركه الفوهة • إن شكل المقطع العرضي للعنصر البيتوني يطابق شكل الفوهة التي تخرج منها بعد التشكيل والتكثيف •

بالنسبة لمعدات التشكيل يمكن أن تكون ثابتة ، وفي هذه الحالة فإن المقطع المتدفق الخارج من الفوهة يدفع نفسه خارجا ليستقبله قشاط ناقل • أو أن تكون المعدات متحركة (منزلقة أفقياً) ، وبالتالي فإن المعدات خلال حركتها تترك وراءها للمقطع المتدفق على مسار ثابت •

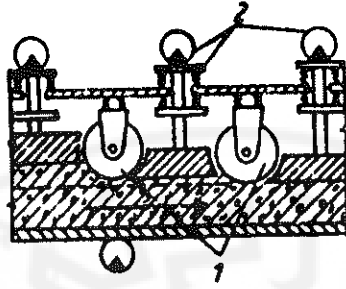
ج - بوساطة اسطوانة أو مجموعة اسطوانات ضاغطة :

يوضح الشكل (١ - ٤١) التجهيزات المستخدمة وتتألف من اسطوانات ضاغطة متناوبة مع عوارض مرتجة ، ويلاحظ أنه مع زيادة التكثيف تقل سماكة البيتون المعالج 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 • إن طول الاسطوانات الضاغطة والعوارض المرتجة تساوي عرض العنصر المعالج •



الشكل (١ - ٤٠)

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



الشكل (١ - ٤١)

١ - اسطوانة ضاغطة ٢ - تجهيزات الرج

٢٠-٥-١ التكثيف بواسطة القوة النابذة :

يعتمد على تدوير القالب حول محوره الطولي بسرعة كافية لتوزيع البيتون الموجود داخل القالب على محيطه ، ومع زيادة سرعة الدوران تزداد القوة النابذة المطبقة على طبقة البيتون التي تم توزيعها سابقاً على الجدار الداخلي للقالب ويتم التكثيف . هذه الطريقة يمكن تكثيف القساطل والاعمدة النحيفة المجوفة وما شابه ذلك من العناصر ، دون الحاجة الى استخدام قوالب معقدة ، حيث لا ضرورة لوجود القالب الداخلي أو النواة . يمكن أن يكون شكل مقطع المنصر الخارجي دائرياً أو مضلعاً .

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

إن القوى الخارجية المؤثرة في الخلطة البيتونية هي الجاذبية الارضية والقوة النابذة . يظهر الشكل (١ - ٤٢) تحليلاً لهذه القوى خلال دوران القالب ، وبالتالي فإن محصلة القوى التي تؤثر في كتلة مقدارها $m = 1$ هي :

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

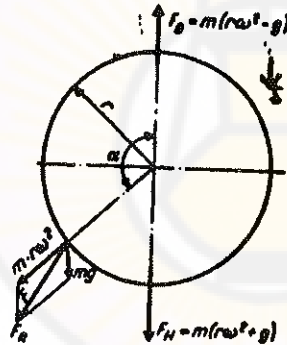
تكون محصلة القوى المؤثرة في كتلة $m=1$ موجودة في أسفل القالب :

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

وتكون في أعلاه :

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

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



الشكل (١ - ٤٢)

مخطط القوى الخارجية المؤثرة في الخلطة خلال دوران القالب

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

أي

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

تتعلق سرعة الدوران اللازمة لتوزيع الخلطة البيتونية حول جدار القالب بنصف قطر القالب الدوار ، وعملياً يجب زيادة السرعة النظرية المحسوبة بمقدار ١.٥ ÷ ٢ مرة لآمكان حدوث قوى ديناميكية مرافقة لعملية الدوران تعمل على جذب البيتون للأسفل .

يحدد عدد الدورات المطلوبة (الدوران المطلوب) للقالب من أجل اتمام التكثيف انطلاقاً من قيمة الضغط المطلوب تطبيقه على الطبقة البيتونية المغلفة لجدران القالب من الداخل . هذا الضغط يتعلق بعدد من المعطيات 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/cm² .

γ_0 — الوزن الحجمي للبيتون [Kg/cm³] .

g — الجاذبية الارضية [cm/s²] .

ω — السرعة الزاوية [s⁻¹] .

r_1 — نصف القطر الخارجي [cm] .

r_2 — نصف القطر الداخلي [cm] .

وباعتبار أن :

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

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

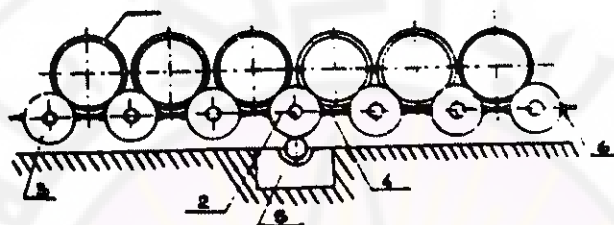
يجب أن يساوي الضغط نحو ١ كغ/سم^٢ ، ويتعلق ذلك بدرجة طراوة البيتون ويكون كبيراً كلما كان البيتون أكثر جموداً .

تبلغ السرعة العملية لدوران 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 البيتون المطلوبة لهذا التكثيف هي أن يكون البيتون جامداً (رطباً أو جامداً جداً) وذلك لتجنب انفصال مكونات الخلطة حيث أن المواد ذات الوزن الحجمي الأكبر تتعرض لقوى نابذة أكبر وتوزع على جدار القالب بينما المونة الاسمنتية تنفصل عنها وتوزع على الغشاء الداخلي للعنصر المعالج وكذلك يطلب ألا تكون الحصى ذات أقطار أكبر من ٢٠ مم .

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



الشكل (١ - ٤٣)

- ١ - القالب
- ٢ - اسطوانة التحريك (اسطوانة قائدة)
- ٣ - اسطوانة متحركة (بواسطة الاحتكاك مع القالب المتحرك)
- ٤ - جسر حامل
- ٥ - طية السرعة
- ٦ - رولان

١١-١ التشكيل بواسطة الرج الفراغي على طاولات رجاجة :

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

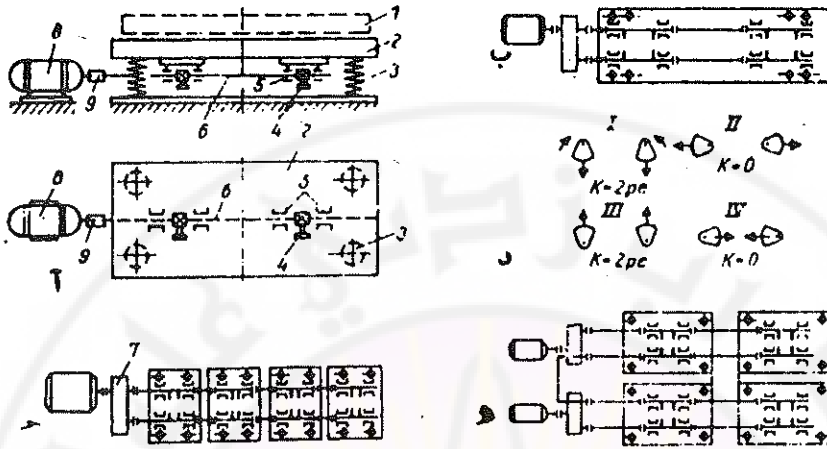
تتركز الطاولة المسطحة أفقياً على هيكل حاملٍ مثبت عليه رجافات . يرتكز الهيكل الحامل على ركائز مرفوعة هي غالباً نوابض تنقل القوى على قاعدة ثابتة . إن التجهيزات التي تسبب الرج هي محرك كهربائي يقوم بتدوير محور هو قضيب معدني مثبت عليه أوزان لا ينطبق مركز ثقلها مع مركز ثقل مقطع

القضيب • تتولد خلال دوران القضيب قوى نابذة غير متوافقة في اتجاهاتها تنتقل الى الطاولة عن طريق مساندة دائرية مرتبطة مع الطاولة ويتركز داخلها المحور المعدني الشكل •

إن استخدام محور واحد يولد اهتزازات ذات اتجاهات مختلفة وقد أثبت التجارب أن الاهتزازات المتوافقة ذات الاتجاه الأفقي أو الشاقولي تعطي نتائج أفضل لرج البيتون • يمكن الحصول على اهتزازات شاقولية متوافقة باستخدام محورين متوازنين يدوران بعكس بعضهما بعضاً تثبت عليها لامركزيات متساوية ويدوران بسرعة واحدة (الشكل ١ - ٤٤) • نظراً لأن طاولة الرج يجب أن تكون متينة ولأن كمية الحديد اللازمة 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 الى توفير في مادة الحديد المستخدمة (الشكل ١ - ٤٤ - د ، هـ) • يتراوح زمن الرج بين ٦٠ - ٧٠ ثانية من أجل بيتون ذي هبوط مخروط ما بين ٢ - ٤ سم • إن زمن الرج يتعلق بسماكة العنصر وارتفاعه ونسبة التسليح وشكله • أما سعة الاهتزاز فتتراوح بين ٤ - ٦ سم ويصل الى ٧ سم • إذا كان البيتون جامداً • أما بالنسبة للتردد فهو فهو نحو ٣٠٠٠ هزة بالدقيقة ويجب زيادته الى ٤٥٠٠ ÷ ٦٠٠٠ إذا كانت العناصر رقيقة وتخفيضه الى ٢٠٠ ÷ ١٥٠٠ من أجل العناصر ذات السماكة الكبيرة •

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

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

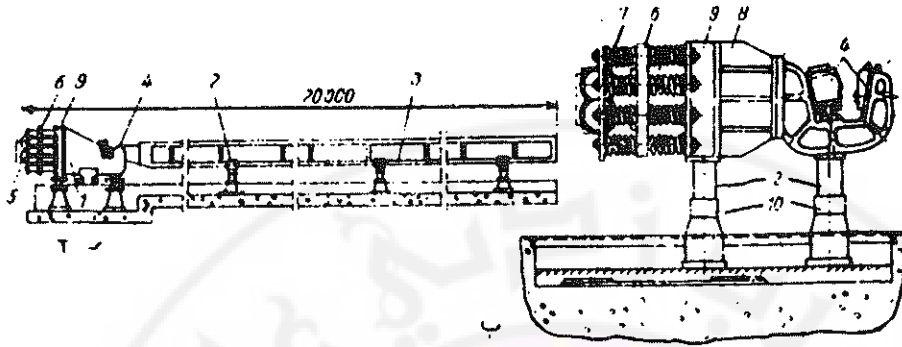


الشكل (١ - ٤٤) - انظر النص -

- ١ - قالب ٢ - طاولة الرج ٣ - مخمدات الارتجاج
٤ - لامركزية ٥ - استنادات المحاور ٦ - محور دوار
٧ - آلية توافق الحركة ٨ - محرك كهربائي ٩ - آلية الوصل

اهتزاز كبيرة نسبياً • إن سعة الاهتزاز من أجل بيتون ٢ - ٤ مم هيوط المخروط يتراوح بين ٠.٦ - ٠.٩ مم والتردد ما بين ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ هزة بالدقيقة •

يوضح (الشكل ١ - ٤٥) تجهيزات التشكيل والرج بواسطة اهتزازات أفقية طولية لعناصر طولية وزن حتى ١.٠ أطنان • إن وزن التجهيزات الراجعة والمثبتة للقالب معها لا تتجاوز ١٠٪ من وزن القالب والوزن المكافئ للبيتون (يؤخذ الوزن المكافئ للبيتون نحو ٢٥٪ من وزنه الفعلي) • يمكن تعديل سعة الاهتزاز بواسطة تغيير مقدار انضغاط النوابض التي تصل بين صفيحة الطين والمصد الذي ثبتت عليه الراجاجات • تتولد خلال تولد الاهتزازات الطولية أيضاً اهتزازات عرضية أفقية وشاقولية سعتها نحو ٢٥ - ٣٠٪ من سعة الاهتزاز الطولية الرئيسة مما يزيد من فعالية الرج •



الشكل (١ - ٤٥) - انظر النص -

- ١ - رأس رجاج ٢ - مساند مرنة ٣ - القالب
 ٤ - اتصال القالب مع الرأس الرجاج ٥ - رجاج لتوليد اهتزازات افقية
 ٦ - نوابض ٨ - رأس معدني ٩ - مخمد ١٠ - مساند مرنة

٢٢-٥-١ التشكيل بواسطة تأثير الرج المباشر للبيتون :

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

يمكن تطبيق الرج المباشر على البيتون بأسطرين رئيسين هما :

— الرج من السطح بواسطة عوارض مرتجة .

— الرج من داخل البيتون بواسطة رجاجات مضموسة .

يمكن تطبيق الرج المباشر على البيتون بطرائق متعددة حسب نوع العنصر

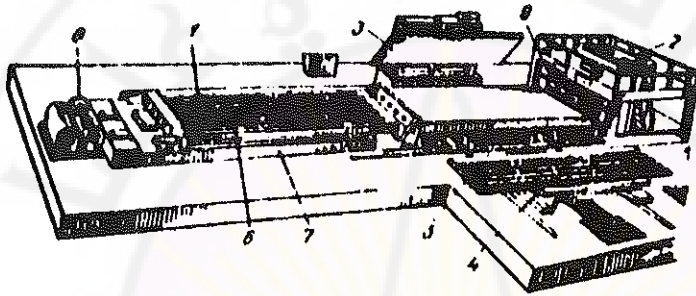
المراد تشكيله وحسب أسلوب تنظيم العمل • إن أهم الطرائق الحديثة المستخدمة للرج المباشر هي التالية :

٢ - تشكيل بلاطات الاسقف المفرغة بواسطة نواة مرتجة :

إن البلاطات المفرغة هي عناصر طويلة وداخلها مفرغ بفراغات دائرية أو بيضوية على امتداد طول العنصر وقد تكون مسبقة الشد أو ذات تسليح عادي • من خصائص هذا التشكيل أن جوانب القالب والعناصر الفراغية التي تشكل الفراغات تفك مباشرة بعد تشكيل القالب ودرج البيتون ، أما العنصر البيتوني فيبقى على القاعدة ويتم نقله الى مكان أو حجرة المعالجة الحرارية • إن سماكة البيتون الذي يفصل بين الفراغات وسطح العنصر هي في حدود ٢ - ٣ سم ، ولذلك فإن البيتون يجب أن تكون له متانة كافية لكي تسمح بسحب الأنايب الفولاذية التي تشكل الفراغات ولكي تسمح أيضاً بنقل العنصر غير المتصلب الى المعالجة الحرارية دون أن يتشوه •

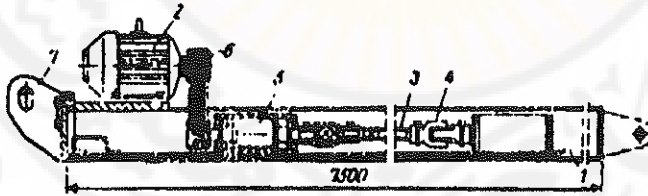
يجب استخدام بيتون جامد وألا يتجاوز قطر الحصى ٢ سم • أما زمن الرج فيتراوح بين ٤٠ - ٦٠ ثانية • إن التجهيزات الخاصة لرج البيتون في هذه الحالة هي أنابيب مقطوعها مطابق لمقطع الفراغات المطلوب تشكيلها في العنصر وتوضع داخلها تجهيزات الرج ويشكل مع الأنايب رجاً مغموساً ضمن المقطع البيتوني على كامل طول العنصر ويقوم برج البيتون من داخله • نظراً لأن الرج يتم من داخل المقطع البيتوني فإن الطبقة العلوية السطحية للبيتون لا يتم رجها بالكفاية نفسها التي يوج بها داخل البيتون وطبقاته السفلية ، ونظراً لأن سماكة البيتون في القسم العلوي للمقطع البيتوني لا تتجاوز أحياناً ٢,٥ سم (وهو البيتون الفاصل بين سطح العنصر والفراغات) ، لذلك فإن السطح قابل للتشوه خلال سحب الرجايات بعد التشكيل • لهذه الأسباب جميعاً ، يستعان بصفيحة علوية تنطبق على كامل السطح العلوي للعنصر وهي ترتفع أيضاً خلال تكثيف العنصر وتضغط عليه خلال سحب الرجايات لمنع تشوه السطح العلوي للعنصر •

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



الشكل (١ - ٤٦) معدات تشكيل بلاطات مفرمة

- ١ - القالب ٢ - موزع بيتون متحرك ٣ - مسطرة رجاجة سطحية
- ٤ - معدات استقبال المنصر المنسل ٥ - قاعدة القالب
- ٦ - رجاجات (مشكلة للفراغات) ٧ - هيكل ٨ - ملفاف
- ٩ - جوانب جبهة



الشكل (١ - ٤٧) رجاجات انابيب لتشكيل الفراغات ورج البيتون

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

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

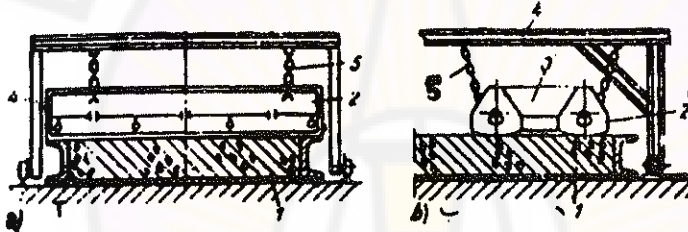
- وضع قاعدة القالب في مكان التنفيذ (بعد تحضيرها) .
 - ادخال الرجاجات داخل القالب بحركة أفقية بوساطة ملفاف ، تتحرك جميع الرجاجات دفعة واحدة لأنها تكون مثبتة على رأس واحد . في الوقت نفسه يمكن تركيب الجوانب الطولية للقالب .
 - صب قسم من البيتون في القالب بوساطة موزع متحرك أو أية طريقة أخرى .
 - تشفيل الرجاجات لكي تتم عملية تشكيل الجزء السفلي للعنصر .
 - صب الكمية الباقية اللازمة من البيتون وتوزيعها ورجها .
 - ازال الصفيحة المرتجة على السطح البيتوني ورج العنصر من الأعلى .
 - بعد اتمام الرج يتم أولاً سحب الرجاجات الداخلية ثم رفع الصفيحة العلوية وأخيراً جوانب القالب .
 - رفع العنصر البيتوني مع قاعدته ونقله الى مكان المعالجة الحرارية .
- إن الانتاجية وفق هذه الطريقة تبلغ ٦ — ٧ عناصر في الساعة الواحدة ومن أجل أبعاد العنصر التالية ٦ م × ١٨ م × ٢٢ م .

ب — التشكيل بالرج السطحي بوساطة عوارض منزلة أفقياً :

تعد هذه الطريقة أبسط طرائق الرج السطحي وهي مناسبة من أجل تشكيل العناصر الرقيقة سواء أكانت مستوية أم غير مستوية وبخاصة الطويلة منها . ترتبط عناصر الرج مع موزع بيتوني في آلية واحدة متحركة وبجهد يتم توزيع البيتون ورجه بأن واحد . يتم التشكيل مع تقلم (انزلاق) الآلية (الشكل ١ — ٤٨) . ترتبط عناصر الرج والموزع البيتوني مع اطار (رافعة اطارية) يتحرك على مسار

على طول امتداد العنصر البيتوني (القالب) • إن طول فتحة موزع البيتون يساوي عرض القالب • يتم فرش البيتون خلال انزلاق الآلية بشكل منتظم وتقوم العارضة المرتجة برج البيتون وصقل السطح البيتوني • تعلق تجهيزات التشكيل على الاطار بواسطة معلقات مخمدة للارتجاج •

تتألف العارضة المرتجة من جسرين مفرغين معدنيين متوازيين بطول يعادل عرض القالب • يشكل الفراغ المحصور بين هذين الجسرين المفرغين موزعاً معيناً لتسهيل صقل البيتون • يتوضع داخل العارضة محور يثبت عليه لا مركزيات • تدور المحاور في كل من العارضتين بحركة متعاكسة فيما بينها ولكن بسرعة واحدة بهدف الحصول على ارتجاجات شاقولية • يتم تشكيل العنصر بواسطة مرور العارضة المرتجة عدة مرات على امتداد العنصر •



الشكل (١ - ٤٨) التشكيل بواسطة عوارض مرتجة

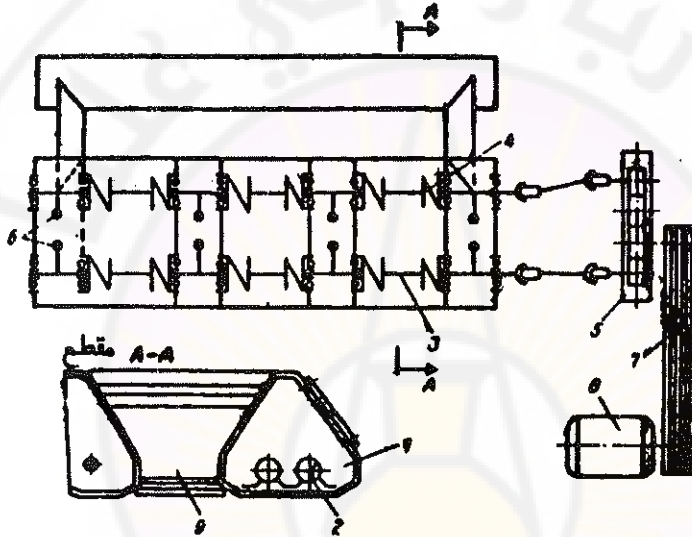
٢ - منظر أمامي ب - منظر جانبي

١ - القالب ٢ - عارضة ٣ - موزع

٤ - رافعة أطارية ٥ - معلقات ومخمدة

يمكن استخدام العوارض المرتجة بأسلوب آخر بحيث تكون تجهيزات التشكيل ثابتة الموضع أما الذي ينزلق على مسار طولي فهو القالب بحد ذاته • ينصح في هذه الحالة أن يتم فصل الجسم المرتج (العارضة المرتجة) حول محور أفقي ثابت يبعد عن محور العارضة المرتجة مسافة معينة وحيث يتوضع وغاء البيتون (الموزع) بين العارضة المرتجة والمحور الثابت • يتم الحصول على ارتجاج شاقولي في هذه الحالة بواسطة توضع محورين مرتجين داخل جسم العارضة يدوران بسرعة واحدة ولكن اتجاه الحركة متعاكس (الشكل ١ - ٤٩) •

يستخدم البيتون ما بين الجامد والمتحرك في التشكيل بواسطة العوارض المرتجة ويفضل ألا تزيد سماكة العنصر البيتوني على ٢٠ سم لأن الرج السطحي لن يكون فعالاً من أجل سماكات أكبر . تقوم العارضة المرتجة (إضافة الى الرج) بتوليد ضغط ستاتيكي على السطح البيتوني ناتج من وزنها الذاتي ووزن موزع البيتون والبيتون داخله .



الشكل (١ - ٤٩) التشكيل بواسطة عارضة مرتجة ثلثة

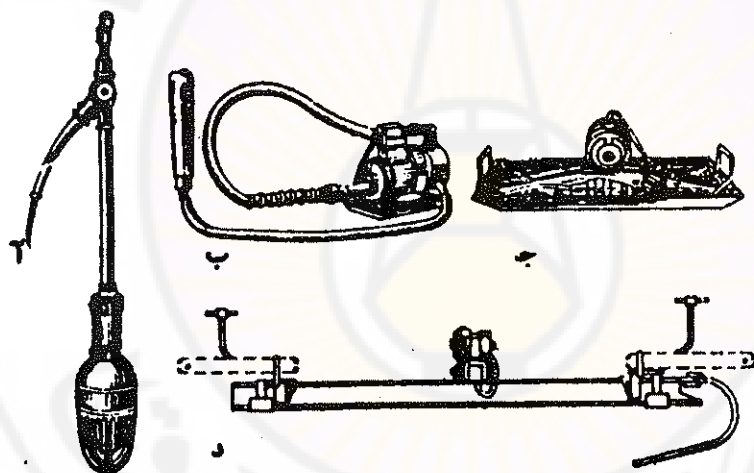
- ١ - جسم العارضة المرتجة ٢ - محور ارتجاج مزدوج ٣ - وصلات المحور
- ٤ - وصلات مرنة ٥ - آلية توافق الحركة ٦ - ٧ مركزيات
- ٧ - واصل الحركة ٨ - محرك كهربائي ٩ - مخزن وموزع البيتون

ج - التشكيل بواسطة الرج اليدوي :

يستخدم من أجل العناصر ثقيلة الوزن التي تصنع بطريقة التنفيذ الثابت . تقسم الرجاجات اليدوية الى سطحية ومنفوسة (الشكل ١ - ٥٥) . تقوم

الرجاجات المغموسة بالرج داخل الكتلة البيتونية بواسطة رجاجات رجاجة أو نواة رجاجة ويتم اختيار شكل الرجاج حسب سماكة العنصر وحسب كثافة التسليح 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 المغموسة لا تتجاوز ١.٢٥ مرة طول الرجاج . يتم رج البيتون على طبقات اذا كان ارتفاع البيتون أكبر من ارتفاع تأثير الرج ، وفي هذه الحالة يجب أن ينفخ الرجاج مسافة ٥ - ١٠ سم داخل الطبقة السفلية حين رج الطبقة العلوية لتأمين تماس الطبقات عند التقائها ولتأمين تجانس البيتون . إن الرجاجات السطحية لا تؤثر أكثر من ٢٠ سم في العمق . إن رج البيتون بواسطة الرجاجات اليدوية يتطلب أن يكون البيتون متحركاً .



الشكل (١ - ٥) رجاجات يدوية

أ و ب - مغموسة ج - صفيحة مرتجة د - عارضة مرتجة

١٠-٥-٢٣ 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

تتألف من مقاطع مركبة (الأدراج) والجوائز الطويلة والعناصر المسطحة التي تتألف من سطحين من البيتون الطادي مستويين (مثل الجدران الداخلية) • إن خصائص هذه الطريقة هي أن القالب معقد نسبياً لأنه يتألف من سطحين رئيسين لاعطاء الشكل عوضاً عن سطح واحد كما في الوضعية الأفقية • يتألف قالب العناصر المعلقة 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 بواسطة رجايات خارجية اتوضع على السطح الشاقولي للقالب (غالباً) أو في مركز القالب الداخلي (بالنسبة للعناصر المعلقة) •

٢ - تشكيل الجوائز الطويلة في القوالب ثابتة :

يتألف القالب من جانبيين شاقولين وقاعدة • تطابق وضعية العنصر خلال التشكيل ووضعيته خلال الاستخدام • يتم الرج بطريقتين : إما أن تثبت الرجايات على جوانب القالب أو يتم رج قاعدة القالب على أن تبقى الجوانب ثابتة •

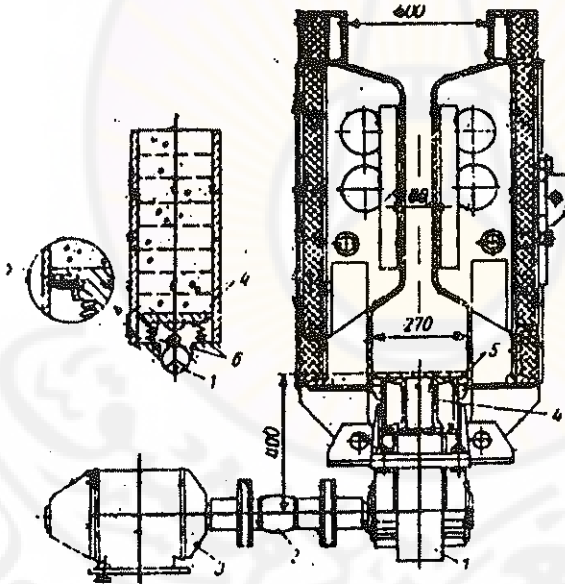
— في الحالة الأولى اتوضع الرجايات الكهربائية أو التي تعمل بالهواء المضغوط والمولدة لارتجاجات باتجاه واحد وتوزع بمسافات متساوية على جوانب القالب التي تمد أنها عنصر مرن نسبياً (الشكل ١ - ٥١) • إن استخدام رجايات وحيدة غير مستحب لأنه يولد حركات غير متوافقة على جانب القالب وتؤدي الى اهتلاكه بسرعة ، لذلك ينصح بربط الرجايات بعضها مع بعض بواسطة محور مشترك يتصل مع جوانب القالب عن طريق عوارض التقوية الشاقولية • تستخدم عادة سكاور وصل بطول ٦ - ٩ م ويرتبط بعضها مع بعض على التسلسل على كامل طول القالب بواسطة وصلة مرنة وتتوضع اللامركزيات بشكل متوافق على كامل امتداد المحور المركب • يستخدم البيتون ذو هبوط مخروط ١ - ٢ سم •

— أما في الحالة الثانية فان جوانب القالب تكون ثابتة خلال الرج وعنصر القالب الذي يتعرض للرج هو القاعدة • تكون حركة الرج في هذه الحالة شاقولية

(الشكل ١ - ٥٣) • إن وظيفة طبقة الكونتشوك بطن قطعة القالب والجوانب هي
الاختاد الرج الذي قد يؤثر في الجوانب وبلغ تسرب المونة الاسمنتية • بأنه للبيتون
المستعمل ذو هبوط مخروط ١ - ٣ سم • يتم التكثيف على طبقات ، كل طبقة
٣٠ - ٤٥ سم • زمن الرفع ٣٠ - ٦٠ ثانية ، ويجب أن تكون القاعدة قلبية كي
لا تتولد نقاط صغرية (سحتها صفر) خلال الرفع في بعض أماكن القاعدة •



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



الشكل (١ - ٥٢) قالب ثابت شاقولي مع قاعدة مرتجة
١ - رجاج ٢ - قضيب الوصل ٣ - محرك كهربائي ٤ - حامل القاعدة المرتجة
٥ - طبقة استناد من الكونتشوك ٦ - مخمدات
٦ - مخطط رمزي للقالب ب - مقطع في القالب مع القاعدة المرتجة

ب تشكيل الرقائقي (جوانب داخلية) بالقوسية الشاقولية (بطاريات) :

تستعمل بشكل واسع جداً لتصنيع الجدران الداخلية وبشكل عام لجميع العناصر الرقيقة التي تتألف من سطحين متوازيين صقيلين . تتألف البطارية (الشكل ١ - ٥٥) من اطارين ثابتين متوازيين ومن القواطع العادية والقواطع الحرارية وتجهيزات الرج وآلية تحريك عناصر القالب الشاقولية . يتألف الاطار من مقاطع معدنية بشكل حرف J وتتألف القواطع من صفائح معدنية (صفيحتين متوازيتين) تثبت عليها للجوانب الجبهة أو صفيحة واحدة .

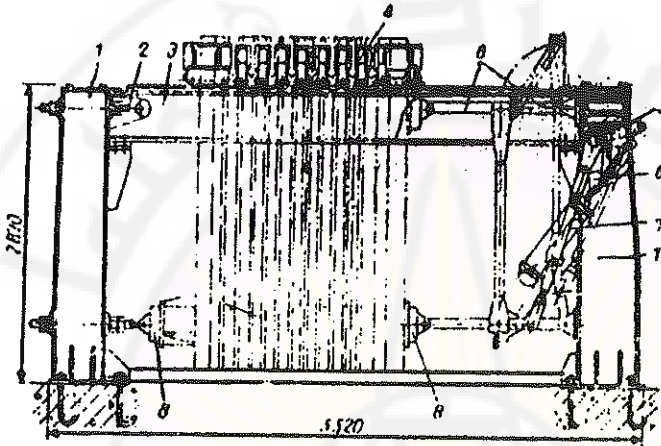
تتألف القواطع الحرارية من صفيحتين متوازيتين تشكلان فراغاً مغلقاً بينهما وتوضع داخل هذا الفراغ مقطوعات كهربائية أو أنابيب يمر فيها البخار . تتوضع القواطع الحرارية بالتناوب مع القواطع العادية . إن الفراغ بين القاطع العادي والحراري يشكل سماكة العنصر المراد تشكيله . تثبت الجوانب الجبهة للقالب على الحرف الشاقولي للقاطع العادي . إن الفراغ المشكل بين القاطع العادي والحراري يدعى بالخطية . تتألف البطارية عادة من ١٠ - ١٢ خلية .



١ - اطار حامل ٢ - قواطع ٣ - تجهيزات تحريك القواطع

الشكل (١ - ٥٢) قوالب شاقولية جماعية (بطارية)

تثبت مع القواطع العادية والحرارية في الجوانب العلوية دواليب استناد الى السطح العلوي للاطار ويمكن أن تلتحرج عليه . يتم التلحرج بواسطة ذراع تمسك بالقواطع وتحركها أفقياً بواسطة مكبس هيدروليكي غالباً (الشكل ١ - ٥٤) .



الشكل (١ - ٥٤) بطارية مع تحريك هيدروليكي للقواطع
 ١ - اطار حامل ٢ - وصلة تثبيت علوية وسفلية (براغي)
 ٣ - جانز علوي ٤ - استناد الى دواليب ٥ - محور ٦ - رافعة
 ٧ - مكبس هيدروليكي ٨ - مخمد الارتجاج

من أجل فك البطارية بعد تصلب البيتون تثبت ذراع آلية التحريك بالجانب الرئيس للقالب وتشده أفقياً وبذلك يحرر أحد سطوح العنصر المتصلب حيث يرفع بواسطة الرافعة . من أجل فك القاطع الاول الذي يشكل السطح الثاني للعنصر الذي تم رفعه فإنه لا بد من عودة الجانب الرئيس لوضعيته الأولى حيث يتم ربطه مع القاطع الأول وتعاد عملية شد الجانب الرئيس الذي بدوره يشد معه

القاطع الاول وبالتالي يتم تحرير العنصر الثاني المصبوب في الخلية الثانية وهكذا
دوالبك ٠٠٠٠.

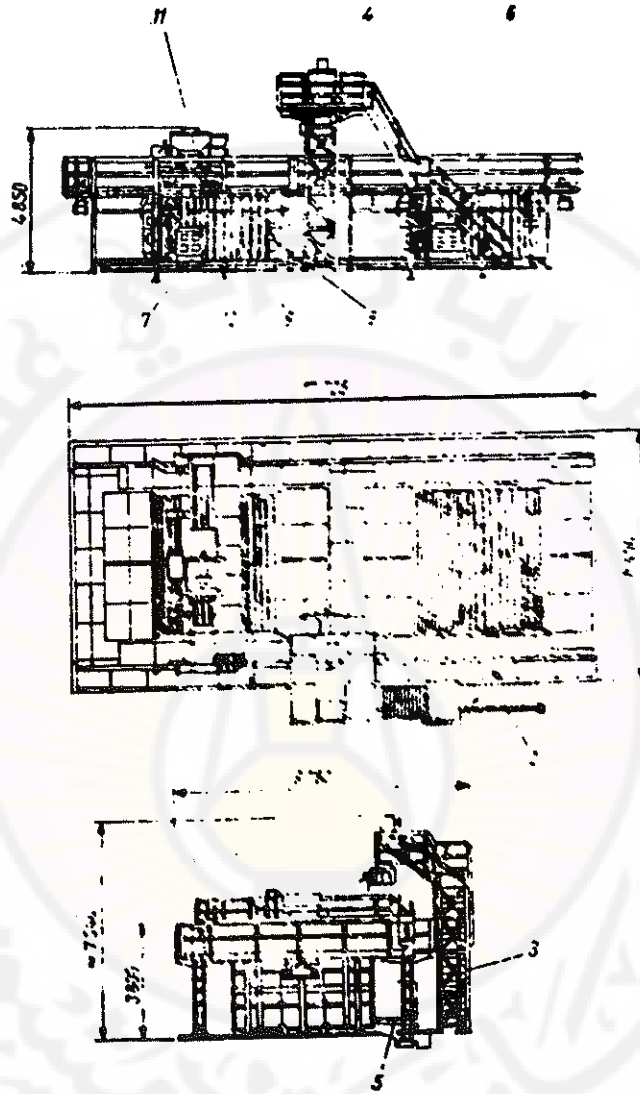
تثبت الرجاجات بوضعية شاقولية على أظفار أفقية طولها ٦٠ سم مثبتة مع
جوانب القواطع العادية في منتصف ارتفاعها تقريباً . تتولد ارتجاجات أفقية تؤثر
بوساطة الأظفار في القواطع المذكورة (التي تعد رقائق مرنة) وبالتالي ترج هي
أيضاً وترج البيتون المتوضع على جانبيها . تكون الرقائق المرنة (القواطع)
خلال الرج مستندة استناداً بسيطاً في أماكن ارتباطها مع الجوانب الجبهية للقالب .
إن سعة نقاط السطح المرجوج غير ثابتة على كامل السطح وتتراوح بين ٠١ - ٠٣
مم وتردد ٣٠٠٠٠ رجة بالدقيقة وهي تكفي لرج بيتون متحرك يتراوح هبوط
مخروطه بين ٥ - ١٠ سم حسب سماكة العنصر المراد صبه لتسهيل عملية صب
البيتون الذي يحتاج اليه بكميات كبيرة نسبياً (١٥ - ٢٥ م^٢) خلال فترة زمنية
قصيرة (أقل من ساعة غالباً) ، فان البطارية تزود بمخزون للبيتون (سيارو مرحلي)
يفرغ الى وعاء محمول على جسر متحرك فوق منسوب خلايا البطارية (الشكل
١ - ٥٥) ، أو يتم ضخ البيتون بوساطة مضخة تتوضع في المنسوب الملوي
للبطارية .

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

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

يستخدم البخار أو الكهرباء للمعالجة الحرارية • إذا استخدم الكهرباء بحيث يشكل البيتون أحد الأقطاب فإن القواطع الحرارية لا ضرورة لها وسيستعاض عنها بقواطع عادية ، أو تقوم هي بوظيفة القاطع العادي • إن عدد الخلايا يمكن أن يزيد بمقدار ٥٠٪ إذا تم استخدام الكهرباء بهذه الطريقة بسبب عدم الحاجة إلى القواطع الحرارية ذات السماكة الكبيرة نسبياً •

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

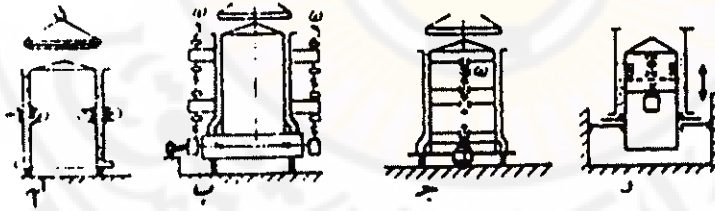


الشكل (١ - ٥٥) مثال توضيحي لبطارية مزدوجة

- ١ - هيكل ٢ درج ٣ - هيكل حامل لسيلو الببتون (تخزين مرحلي)
- ٤ - سيلو للببتون ٥ - ممر سفلي ٦ - حاجز ٧ - مضخة هيدروليكية
- ٨ - جانب رئيسي جبهي للبطارية ٩ - قاطع ١٠ - جانب الخلية ١١ - جسر الصب

ج - تشكيل القساطل القصيرة :

تتألف القوالب من ثلاثة عناصر وهي القاعدة والقالب الخارجي والقالب الداخلي (النواة) . تثبت الرجاجات على القالب الخارجي ويجهز القالب الداخلي برجاج يتوضع في داخل القالب . يمكن الحصول على ارتفاعات ذات سعة واحدة على كامل ارتفاع القالب اذا كانت بنية القالب قوية ، واذا تم تثبيت الرجاج على القالب بشكل مناسب . يكون القالب الداخلي مغلقاً 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 العنصر مع القالب الخارجي . من أجل القساطل الطويلة يمكن استخدام القالب الداخلي المنزلق 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 العنصر المشكل الذي ينقل بالتالي مع القالب الخارجي الى مكان التصلب ، ويوضع في مكان التنفيذ قالب خارجي جديد (يرتكز على قاعدته ومتوضع في حديد التسليح) إن دورة تصنيع القسط الواحد بطول ٥ م يتراوح بين ٥ - ٨ دقائق حسب قطر القسط وسماكته .

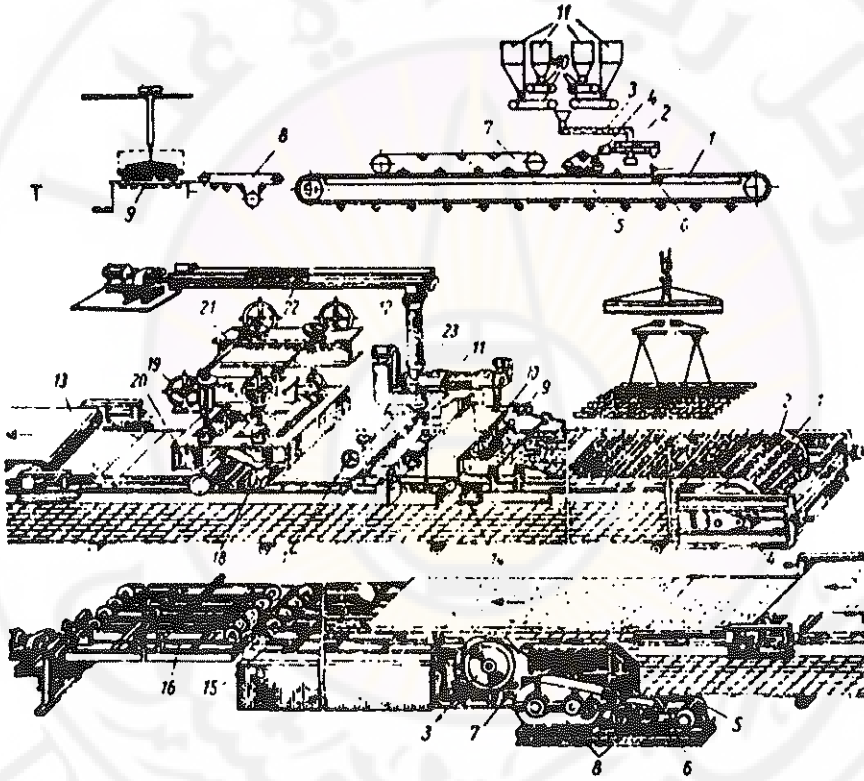


الشكل (١ - ٥٦) معدات تشكيل القساطل
أ - برج من جبهتين ب - رج داخلي ج - رجاج ثابت
د - رجاج داخلي منزلق شاقولياً

٢٤-١٠ التشكيل بواسطة العماحي والرج :

يعتمد المبدأ على تكثيف البيتون بواسطة اسطوانات أو محاور تولد ضغطاً

على البيتون الطري متزامناً مع الارتجاج ، هذا المبدأ يمكن تطبيقه بواسطة 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 بواسطة تجهيزات تتحرك على مسار معين وتقوم خلال حركتها بالدحي والرج حيث تكون القوالب ثابتة (الشكل ١ - ٥٨) يوضح مبدأ العمل بهذه التجهيزات .

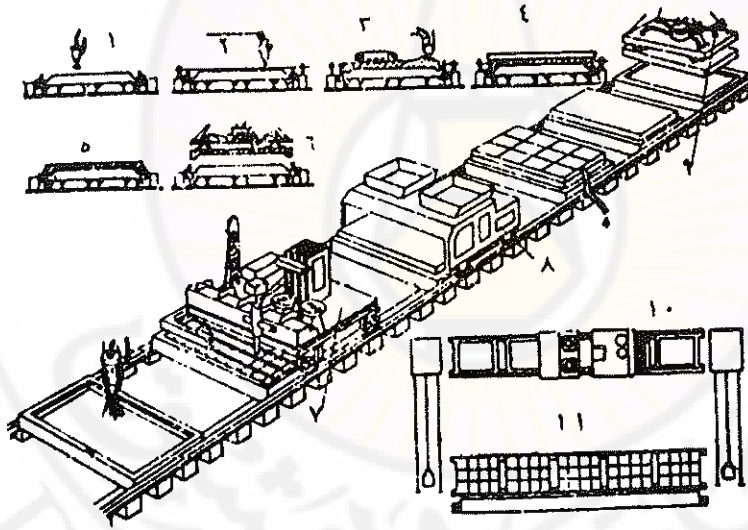


الشكل (١ - ٥٧) تجهيزات تشكيل مستمر (متدفق) لعناصر بيتونية
باستخدام الدحي والرج
٢ - مخطط رمزي للتجهيزات

- ١ - قسم الاستقبال (تحضير القالب ووضع التسليح)
- ٢ - مجبل بيتوني ذو عمل مستمر ٣ - ناقل حلزوني لمواد الخلطة البيتونية
- ٤ - أسطوانات الدحي والصقل ، ٥ - السير الناقل ، ٦ - عارضة مرتجة ،
- ٧ - قشاطر متحرك في منطقة المعالجة الحرارية ، ٨ - سير ناقل لاستقبال العناصر المتصلبة ، ٩ - تجهيزات رفع العناصر ، ١٠ - تجهيزات معايرة المواد ،
- ١١ - سيلوبات مواد الخلطة البيتونية .

ب - مخطط توضيحي للتجهيزات :

- ١ - سير ناقل ، ٢ - اجسام فراغية لتشكيل القالب ، ٣ - محور الحركة ،
- ٤ - قضيب شد ، ٥ - محرك كهربائي ، ٦ - قشاطر نقل الحركة ، ٧ - جنزير
- نقل الحركة ، ٨ - علبة سرعة ، ٩ - موزع بيتون ، ١٠ - ترس مرتج ، ١١ - محور
- لتسوية السطح ، ١٢ - تجهيزات الدحي والصقل ، ١٣ - قشاطر متحرك
- كاوتشوكي ، ١٤ - عارضة مرتجة ، ١٥ - قسم الاستقبال بعد المعالجة الحرارية ،
- ١٦ - قسم توزيع العناصر مرحليا ، ١٧ - تجهيزات تحكم بوضعية محور تسوية
- السطوح ، ١٨ - أسطوانة لتشكيل السطح العلوي ، ١٩ - آلية الرفع ، ٢٠ - نقل
- ٢١ - خلاط حلزوني ، ٢٢ - مجبل ذو عمل مستمر



الشكل (١ - ٥٨) تنفيذ ثابت بواسطة الدحي والرج

- ١ - تحضير القالب ٢ - وضع التسليح ٣ - تشكيل العنصر
- ٤ - معالجة حرارية ٥ - فك القالب ٦ - رفع العنصر
- ٧ - معدات التسليح ٨ - معدات التشكيل ٩ - رفع العنصر
- ١٠ - منصة متحركة ١١ - مخطط رمزي للخط الإنتاجي (مسارين متوازيين)

١٥٦ - المعالجة الحرارية للعناصر البيتونية مسبقة الصنع :

- مقدمة :

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 تشترط 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 » .

تتعلق مقاومة الفك بالأمور الأساسية التالية :

نوع العنصر وحجمه ، طريقة التصنيع .

وتتراوح هذه المقاومة بين (٤٠ - ٧٠٪) من ٤٢٠ .

وبالنسبة لمقاومة نقل قوى الشد فتتراوح بين ٢٠٠ - ٣٥٠ كغ/سم^٢ .

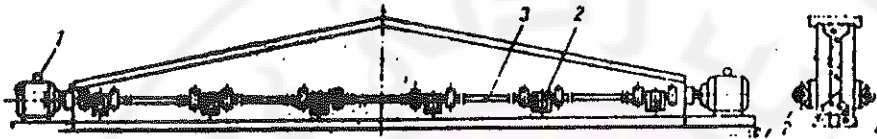
أما مقاومة النقل فتؤخذ وفق ما يلي :

- ١ - من أجل البيتون العادي بجميع مقاوماته وكذلك من أجل البيتون الخفيف الذي تزيد مقاومته على ١١٠٠ كغ/سم^٢ فإن مقاومة النقل يجب ألا تقل عن ٧٠٪ من ٤٢٠ .

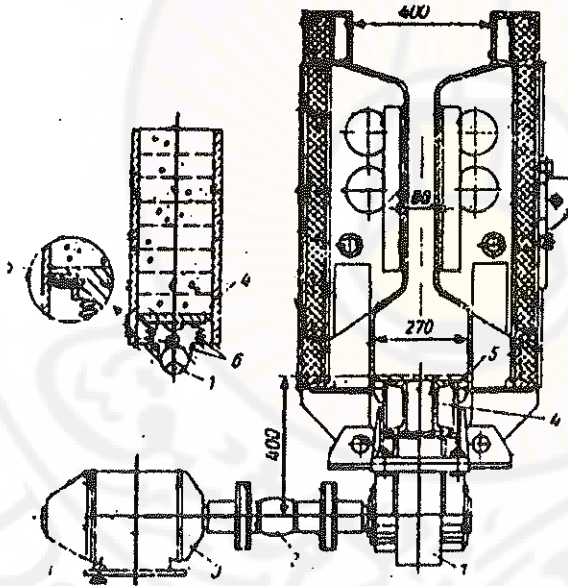
- ٢ - من أجل البيتون الخفيف الذي تقل مقاومته عن ١٠٠ كغ/سم^٢ تكون مقاومة النقل ٨٠٪ من ٤٢٠ .

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

(الشكل ١ - ٥٢) • إن وظيفة طبقة الكوتشوك بين قاعدة القالب والجوانب هي لإخضاع الرج الذي قد يؤثر في الجوانب ومنع تسرب المونة الاسمنتية • إن اليتون المستخدم ذو هبوط مخروط ١ - ٣ سم • يتم التكثيف على طبقات ، كل طبقة ٣٠ - ٤٠ سم • زمن الرج ٣٠ - ٦٠ ثانية ، ويجب أن تكون القاعدة قلبية 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 القالب
٥ - العنصر (الجائز)



الشكل (١ - ٥٢) قالب ثابت شاقولي مع قاعدة مرتجة
١ - رجاج ٢ - قضيب الوصل ٣ - محرك كهربائي ٤ - حامل للقاعدة المرتجة
٥ - طبقة استناد من الكوتشوك ٦ - مخمدات
٦ - مخطط رمزي للقالب ب - مقطع في القالب مع القاعدة المرتجة

وبذلك يصبح من الممكن تسريع عملية التصلب بحيث يمكن فك العناصر بعد فترة تتراوح بين ٥ - ٨ ساعات .

٢-٦-١ نتائج المعالجة الحرارية :

إن تسريع التصلب بواسطة المعالجة الحرارية يعود سببه الى اختصار زمن التفاعلات الكيميائية للأسمنت ، هذه التفاعلات التي تؤدي الى ظهور قوى تلاحق بين الذرات نحصل بنتيجتها على تبلور المواد المتفاعلة .

يرتبط تسريع التصلب برفع درجة الحرارة التي يجب أن يرافقتها درجة رطوبة كافية لكي تتم عملية الهدرجة بشكل طبيعي . إن رفع درجة الحرارة في الاسمنت البورتلاندي عندما تكون الرطوبة غير كافية يؤدي الى تسريع عملية الهدرجة في المراحل الاولى للتفاعل ، ولكن في مرحلة معينة تتوقف عملية الهدرجة ولا تتم بشكل كامل ، ويعود سبب ذلك الى عدم تغلغل الماء في عمق الوسط الاسمنتي بسبب التصلب السريع للمحيط الخارجي للبلورات التي بدأت بالتشكل ، وبذلك يتم تشكيل بلورات كبيرة يكون سطح التماس بين بعضها بعضاً صغيراً نسبياً مما يؤدي الى ضعف المقاومة النهائية للبيتون وجعله هشاً . أما الظواهر الفيزيائية المرتبطة بتسريع التصلب فتعود الى تمدد البيتون تحت الحرارة الناجمة عن تمدد الهواء الرطب الموجود في فراغات البيتون التي تبقى محافظة على حجمها بعد تصلب البيتون والانتفاء 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 المرحلة الاولى للمعالجة عندما يتم تسخين العنصر وفي المراحل الأخيرة عندما يتم تبريده .

يؤدي الفرق في درجات الحرارة بين طبقات البيتون الى تشوه غير منتظم في المقطع البيتوني ، يسبب هذا التشوه نشوء اجهادات داخلية في البيتون تؤدي الى

تشقق البيتون في طبقاته الضعيفة وتكون الاجهادات الداخلية كبيرة كلما كان حجم البيتون المعالج كبيراً وكان العنصر سبكاً . يلاحظ في هذا المجال أن مقاومات البيتون تقل اذا تم رفع سريع للدرجات الحرارة مباشرة بعد صب البيتون وتشكيله، وايضا في العناصر المسطحة المشكلة أفقياً بسبب كبر السطح الحر الذي يبقى دون تماس مع سطح القالب حيث يلعب فرق عامل التمدد بين « الماء والهواء » والبيتون دوراً في نشوء القوى الداخلية .

تؤدي قابلية الينون لنقل الحرارة والرطوبة الى انتقال الرطوبة ضمن المقطع المقطع اليتوني . فخلال رفع درجة حرارة البيتون تنتقل الحرارة من الطبقات الخارجية الدافئة باتجاه الطبقات الداخلية الباردة ويحدث العكس خلال تبريد المعصر في المراحل الاخيرة للمعالجة الحرارية ، حيث تكون الطبقات الداخلية للبيتون أدفا من الطبقات الخارجية . تؤدي هذه الظاهرة الى ما يلي :

١ - زيادة حجم الفراغات في البيتون بسبب تمدد الهواء والبخار المحصورين فيها .

٢ - تشكيل قنوات شعرية ذات منحى واحد تؤدي الى الاقلال من كثافة البيتون ومن مقاومته ضد الصقيع .

إن ما ذكر سابقاً يظهر بشكل رئيس في البيتون الذي يحتوي على اسمنت بورتلاندي ، أما من أجل الاسمنت الخبثي أو البورتلاندي الخبثي ومن أجل أنواع الاسمنت ذات الفعالية الضعيفة فيلاحظ بأن مقاومة البيتون النهائية نتيجة للمعالجة الحرارية تكون أعلى فيما لو تم التصلب بشكل طبيعي . ويعود سبب ذلك الى التصلب البطيء لهذه الأنواع من الاسمنت ولأن المعالجة الحرارية تزيد من فعالية هذه الأنواع وتسرع التصلب .

تُعطي المعالجة الحرارية أفضل النتائج عندما تُستخدم أنواع الاسمنت التي تتصلب بسرعة وعندما لا يكون وزن الاسمنت في البيتون المستخدم كبيراً . وهذا

يخص على سبيل المثال الماركات العالية للاسمنت البورتلاندي التي تحتوي على اضافات معدنية لغاية ١٠٪. وأيضا من أجل الاسمنت البورتلاندي الخبثي سريع التصلب الذي يحتوي على نسبة لا تزيد على ٣٠٪ من الخبث .

تتبع في عملية المعالجة الحرارية نظم معالجة متعددة تحدد خصائصها بالامور التالية :

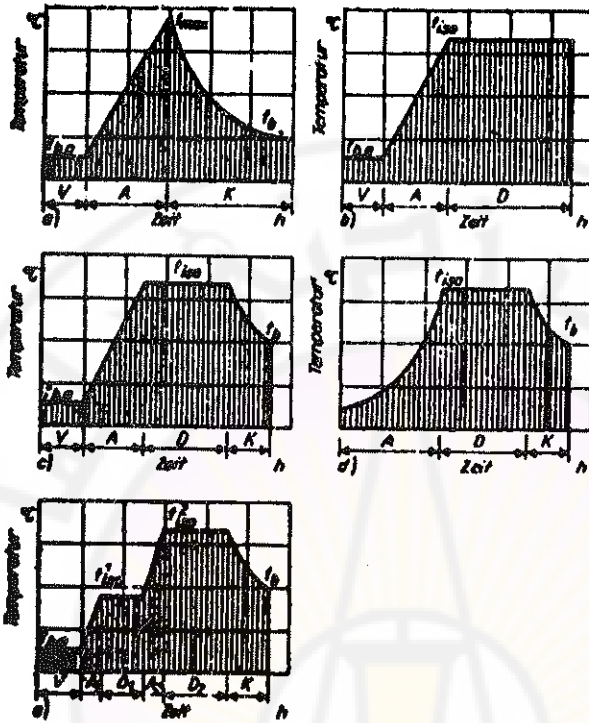
- ١ - درجة الحرارة وفترة تطبيقها .
- ٢ - سرعة رفع درجة الحرارة للتسخين وسرعة خفض للتبريد .
- ٣ - الرطوبة النسبية المحيطة بالعنصر .
- ٤ - فترة التخزين الأولي « قبل المعالجة » .

ويمد نظام المعالجة الحرارية جيدا عندما يمكن الحصول على المقاومة المطلوبة ضمن فترة زمنية قصيرة ودون أن يؤدي الى تخریب بنية البيتون ، أما من أجل البيتون مسبق الاجهاد فيمد النظام جيدا عندما تكون ضياعات الشد المسبق صغيرة عند تبريد العنصر .

يحدد نظام المعالجة بدورته الحرارية التي تتألف من المراحل التالية :

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

تستخدم في صناعة البيتون نظم امتددة « انظر الشكل (١ - ٥٩) » ،
أهمها التالية :



الشكل (١ - ٥٩) الأنظمة الرئيسية للمعالجة الحرارية

- a — نظام التسخين الحراري المادي b — التسخين الثابت
c — التسخين الثابت مع التبريد d — التسخين الثابت مع رفع متسارع
لدرجة الحرارة e — النظام المتدرج
v — تخزين أولي A — رفع درجة الحرارة
D — تثبيت درجة الحرارة K — التبريد
t_{iso} — درجة الحرارة الثابتة t_h — درجة الحرارة بعد المعالجة الحرارية

٢ - النظام الحراري المادي :

يتألف من المراحل التالية :

- ١ - تخزين مرحلي لفترة v في درجة حرارة أولية t_{iso}

٢ - رفع منتظم لدرجة الحرارة خلال فترة A من $t_{0.9}$ الى t_{max}

٣ - خفض متباطيء لدرجة الحرارة من t_{max} الى درجة حرارة نهائية للبيتون t_0 في نهاية المرحلة K ، حيث يجب في نهاية هذه المرحلة أن يكون العنصر 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 مرحلي .

٢ - رفع منتظم لدرجة الحرارة .

٣ - تثبيت درجة حرارة العنصر لفترة من الزمن .

يستخدم هذا النظام من أجل العناصر الرقيقة .

ج - النظام الحراري مع التسخين والتبريد الثابت :

يجمع هذا النظام للمراحل التي تتألف منها النظم الحرارية الثابتة .

د - نظام التسخين الثابت والرفع المتسارع لدرجة الحرارة :

تُرفع درجة الحرارة بشكل متسارع ابتداء من نحو 10 K/h ومع تزايد متانة البيتون يمكن رفع درجة الحرارة الى أن تصل السرعة الى 30 K/h .

يُستخدم هذا البيتون عندما لا توجد امكانيات لتخزين العناصر مرحلياً أو لأسباب أخرى ترتبط مع اختصار المساحات اللازمة للتصنيع .

هـ - نظام التسخين على مراحل :

يتألف من مرحلتين للتسخين الثابت ومرحلتين لرفع درجة الحرارة اضافة الى مرحلة التبريد ، ويستخدم هذا النظام على الغالب لمعالجة العناصر مسبقة الاجهاد .

يقوم نتائج المعالجة الحرارية بالمقاومة المطلقة للبيتون خلال الشهر الذي يتبع المعالجة الحرارية ، رايضاً بالمقاومة النسبية ، وتحدد المقاومة المطلقة بالنسبة بين مقاومة البيتون المعالج حرارياً في توقيت معين الى 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 المعالج حرارياً بعد ٢٨ يوماً الى مقاومته تحت ظروف تصلب طبيعية فيما لو تم تصلبه ضمن فراغ مشبع بالرطوبة ودرجة حرارة ١٥° - ٢٠°م .

١-٢ المعالجة البخارية بالضغط الجوي العادي :

تمد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في معالجة العناصر اليتونية والبيتونية المسلحة ، وتعتمد على معالجة العناصر ضمن وسط مشبع ببخار الماء أو مزيج من بخار الماء والهواء .

تحدد ميزات هذه الطريقة بالامرین التاليين :

- أ - تتم المعالجة في درجات حرارة مناسبة للتصلب وتتراوح بين ٦٠° - ١٠٠°م .
- ب - تتم المعالجة في وسط مشبع ببخار الماء ويحافظ العنصر على رطوبته حتى عند انتهاء المعالجة .

أما الطرائق المتبعة عملياً فهي استعدام حجرات بخارية أو أغطية .
بالنسبة للحجرات البخارية يمكن التفريق بين نوعين رئيسيين هما :

٢ - 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 (انفاث) :

حيث ينتقل العنصر داخل النفق وخلال انتقاله يمر بجميع مراحل النظام الحراري . وفي هذه الحالة فإن العناصر تدخل الى 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 فتستخدم في حال التنفيذ الثابت .

● أنظمة المعالجة البخارية :

تعدد نظام المعالجة الحرارية العناصر التالية :

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

تتعلق السرعة المسموحة لرفع درجة الحرارة بالأمور التالية :

١ - كبر السطح البيتوني غير الملحاط بالقالب .

٢ - نوع القالب .

٣ - طراوة البيتون .

٤ - فترة التخزين الأولي .

فاذا كان البيتون جامداً ضمن قالب معدني مغلق فإنه يمكن رفع درجة الحرارة دون تحديد لسرعة الرفع الى أن تصل الى درجة الحرارة المطلوبة ، أما اذا كانت القوالب مفتوحة فإن سرعة رفع درجة الحرارة تعدد وفق ما يلي :

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

٢ - إذا قلت فترة التخزين الأولى عن أربع ساعات فلا يُسمح بأن تزيد سرعة رفع درجة الحرارة على 15 — 20 K/h .

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

تتعلق درجة الحرارة المثلى بنوعية الاسمنت المستخدم وتبلغ على سبيل المثال 80°C — 85°C من أجل الاسمنت البورتلاندي و 90°C — 95°C من أجل الاسمنت البورتلاندي - حديدي والبورتلاندي - بوزولاني .

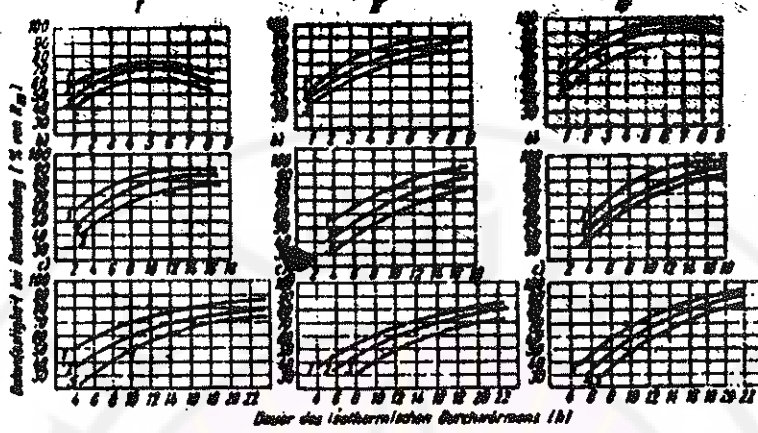
يجب أن تبلغ الرطوبة النسبة ١٠٠٪ في مرحلة ثبات درجة الحرارة . أما فترة تثبيت درجة الحرارة فهي تتعلق بنوعية الاسمنت (I,II,III) وبخواص الخلطة (1,2,3) وبدرجة الحرارة (a,b,c) . وفق الشكل (١ - ٦٠) والذي يبيننا من أجل تحديد المقاومة النسبية المطلوبة أو التي يمكن الحصول عليها .

أما سرعة تخفيض درجة الحرارة فيجب ألا تقل عن 35 K/h من أجل العناصر الرقيقة و 30 K/h 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°C .

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

أما بالنسبة للأنواع الأخرى من البيتون الخفيف فتتم معالجتها بنظم أخرى .



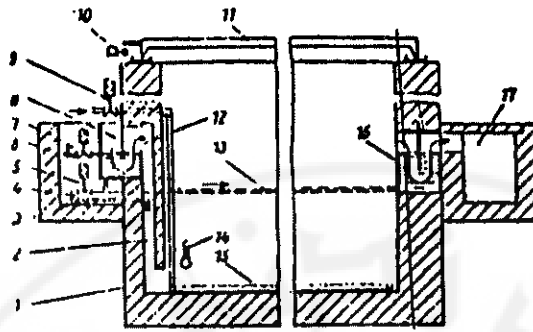
الشكل (١ - ٦) مخططات بيانية لتوضيح العلاقة بين

ازدياد مقاومة البتون وزمن تثبيت درجة الحرارة

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

● الحجرات البغارية العمودية :

إن معظم الحجرات الدورية المستخدمة في معامل البتون تصمم بحيث تكون جدرانها تحت سطح الارض كلياً أو جزئياً . ويتم ازال العناصر البتونية فيها وتستيفها واخراجها من خلال فتحات في السقف . انظر الشكل (١ - ٦) .



الشكل (١ - ٦١) تصميم حجرات المعالجة المغلقة

- ١ - حجرة ، ٢ - قناة وصل مع الهواء الخارجي ، ٣ - صمامات التحكم لتزويد وصرف المياه ، ٤ - أنبوب صرف ، ٥ - ٧ - صمامات تحكم مغناطيسية
- ٨ - ١٦ سكورة مياه ، ١٠ - مفلاق ، ١١ - غطاء الحجرة ، ١٢ - طبقة هواء
- ١٣ - أنبوب وصل السكورة ، ١٤ - ميزان حراري
- ١٥ - أنابيب تغذية البخار ، ١٧ - قناة تهوية

تتراوح سماكة الجدران بين ٢٥ - ٤٠ سم وتغطي الأرضية ميولاً معتدلاً لتصريف بخار الماء المتكاثف . ويجب أن يكون غطاء الفتحة كثيفاً وقابلًا لنزعه من مكانه ويغطي كامل مساحة السقف . أما التجهيزات المرتبطة بالحجرة فهي تلك التي تغذي الحجرة بالبخار وتصرف البخار المتكاثف وتعمل على تهوية الحجرة . بعد انتهاء المعالجة يتم بث البخار إلى الحجرة بواسطة أنابيب معدنية قطرها ٥٠ - ٦٠ سم مزودة بثقوب قطرها ٣ - ٤ مم كل ١٥ - ٢٠ سم . تتوضع الانابيب في أسفل الحجرة وبحيث تؤمن توزيعاً منتظماً للبخار في كامل الحجرة .

تتجه الثقوب نحو الأسفل بزاوية معينة كي لا يتم تعريض البييتون لتيار مباشر من البخار مما يؤدي إلى تخریب الطبقات الخارجية للبييتون .

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 يلجأ الى تصاميم متعددة قد تكون أحياناً معقدة .
تتراوح كمية البخار المطلوبة للمعالجة في مثل هذه الحجرات بين ٢٥٠ - ٤٥٠ م^٣ بخار/م^٢ يتنوع أما التراوح الكبير في استهلاك البخار فيتعلق بالامور التالية :

- ١ - تصميم الحجرة ، حيث تلعب تجهيزات التحكم الاوتوماتيكية الدور الاساسي في خفض الاستهلاك .
- ٢ - درجة استغلال الفراغ .
- ٣ - شكل العناصر المعالجة وحجمها .

الاتفاق البخارية « معالجة مستمرة » :

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

تنتقل العناصر البيوتونية داخل النفق بعد ادخالها وخلال تقديمها تتعرض لتدرجات الحرارة المختلفة السائدة في أقسام النفق وعلى امتداده طبقاً للنظام الحراري المطلوب : بحيث عند خروج العناصر من النفق يكون قد تعرض لكامل النظام الحراري .

تتميز الاعيان من الحجرات الدورية بالاعتقاد في كمية الطاقة المطلوبة للمعالجة ، مقارنة مع الحجرات الدورية . لاختصار مرحلة تسخين الحجرة بعد

تبريد العناصر وإخراجها منها ، وكذلك فإن دورة المعالجة أقصر لأنه لا يوجد زمن ضائع لتعبئة الحجرة وتفريغها .

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

الاتفاق الأفقية :

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

هذا يعني أن العنصر بعد اتمام تشكيله يتم ادخاله الى النفق بالوقت نفسه لأن العنصر يتواجد في نهاية ان يخرج لتتم عملية الفك وتحضير القالب من جديد .

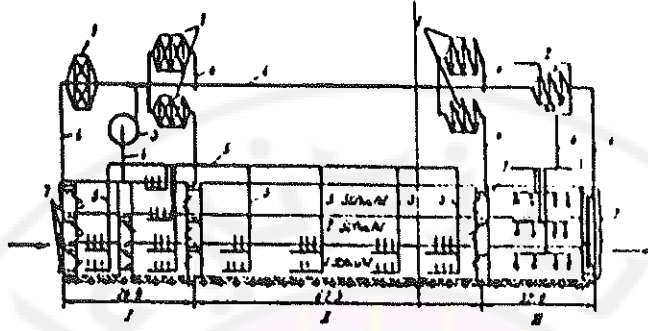
يتعلق طول النفق بإنتاجية الخط الاتجاعي ، وبعدد الاتفاق ، وبالزمن اللازم للمعالجة الحرارية .

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

يلغ طول النفق ١٢٧ م ، وارتفاعه ٣ر٣ م ويمكن ملاحظة تقسيمه الى ثلاثة أقسام :

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

الأقسام الثلاثة مفصولة عن بعضها بواسطة ستائر هواء ساخن . تتم تغذية النفق بمزيج من الهواء والبخار بواسطة مراوح . تبلغ كمية المزيج التي تغذي النفق (بالنسبة للمثال المعروض) ٤٧٠٠٠ م^٣/سا وكمية بخار الماء المطلوبة في مثل هذه الاتفاق تبلغ ١٠٠ ÷ ١٥٠ كغ/م^٣ يتون .



النحل ١١ - ٦٢) تصميم الانفاق الحرارية (افقى على ثلاثة مستويات)

- ١ - مسخان هواء (بواسطة البخار) ٢ - مسخن المياه المستخدمة في قسم التبريد
- ٣ - مراوح ٤ - نظام الدورة الهوائية ٥ - انابيب تغذية البخار
- ٦ - انبوب تغذية المياه لقسم التبريد ٧ - ستائر مطاطية
- I - قسم رفع لدرجة الحرارة II - قسم تثبيت درجة الحرارة
- III - قسم التبريد

الانفاق الشاقولية :

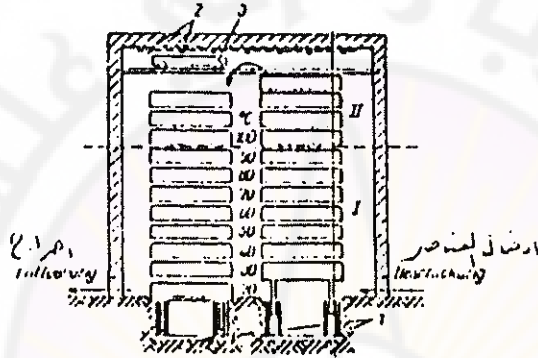
وهي حجرة مغلقة بشكل برج من جميع جهاتها ما عدا فتحات في أسفلها من أجل ادخال العناصر البيتونية واخراجها (الشكل رقم ١-٦٣) • تنتقل العناصر من احد أقسام النفق الى الاعلى • يتوضع في أعلى النفق تجهيزات لنقل العنصر الموجود في الاعلى الى القسم الثاني •

اما الحركة في القسم الثاني فهي الى الاسفل •

يتم بثم البخار من الاعلى وتكون نسبة الرطوبة في هذا القسم عالية وتصل الحرارة الى ١٠٠°م أما في منتصف البرج فيتواجد مزيج من البخار والهواء وتكون

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

يقدر استهلاك البخار في مثل هذه الحجرات بـ $100 \div 120$ كغ بخار/م³ بيتونا .



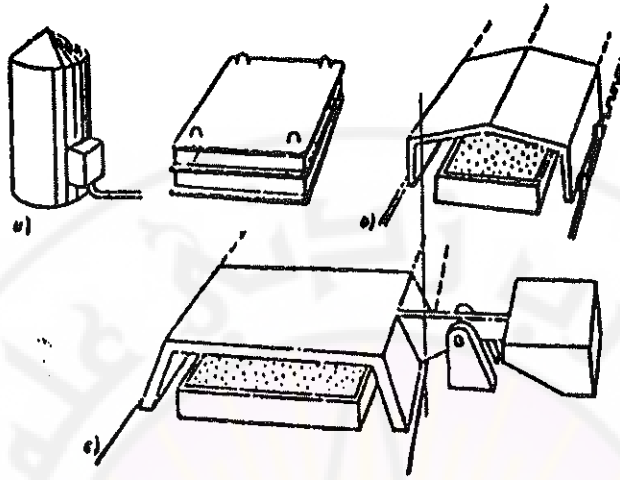
الشكل (١ - ٦٣) نفق حراري شاقولي

- ١ - روافع هيدروليكية ٢ - خطوط تغذية ٣ - عربة لنقل العناصر أفقياً
- I - مزيج هواء - بخار II - وسط بخار مكثف

المعالجة تحت اغطية :

يغطى العنصر البيتوني بغطاء للمحافظة على البخار المبتوث من التلييز في مصانع البيتون بين ثلاثة أنواع رئيسة للغطية .

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



الشكل (١ - ٦٤)

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

ان استهلاك البخار في هذه المعالجة كبير ويتجاوز في معظم الحالات ٣٠٠ كغ/م^٣ بيتونا . وقد يصل الى ٦٠٠ كغ/م^٣ وأكثر ، نظراً للضياعات وأسلوب العمل بحد ذاته .

١-٣-١ المعالجة البخارية مع الضغط العالي :

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

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

يمكن أن تعدد من ميزات هذه المعالجة مايلي :

١ - زيادة مقاومة البيتون ٢٠ - انقاص التقلص ٣٠ في بعض الحالات زيادة دسومة البيتون ضد التآكل .

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

- ١ - توفير ٣٥ - ٥٠ ٪ من الاسمنت والاستعاضة عنه بالكوارتز المطحون .
 - ٢ - استخدام الكلس والكوارتز والمخلفات الصناعية « مثل الرماد وخبث المراحل » عوضاً عن الاسمنت كمواد رابطة .
 - ٣ - تصنيع عناصر بيتونية ذات مقاومة عالية دون استخدام حصويات 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 العالية للحجرات المضغوطة .
 - ٢ - الحجم المحدود للحجرات .

نذلك يختصر استخدام هذه الطريقة من أجل معالجة أنواع البيتون التي لا يمكن معالجتها بطرائق أخرى مثل البيتون السيليكاتي الذي يعتمد على الكلس والسيلس كمواد رابطة ومن أجل البيتون المسامي الذي يدخل في تركيبه الاسمنت والكلس .

يوضح الجدول (١-٣٣) أنظمة المعالجة المتبعة من أجل أنواع البيتون المختلفة .

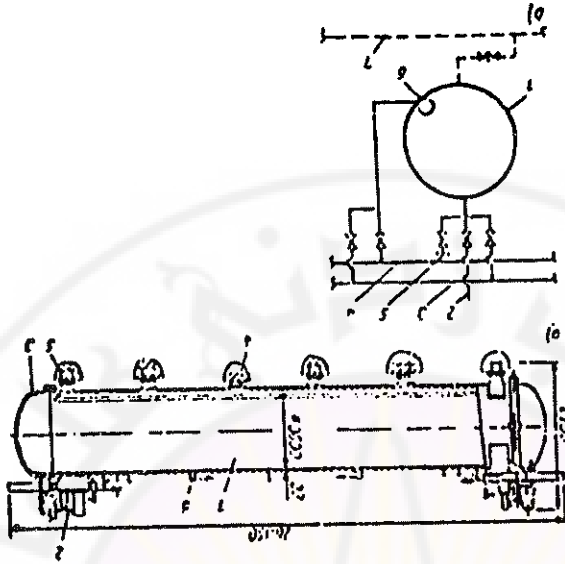
إن الحجرات المستخدمة في صناعة البيتون هي اسطوانات معدنية بقطر ٣٦-٣٠ سم محكمة الاغلاق وبطول يتراوح بين ٢٠ - ٣٠ سم ، وهذه الاسطوانات

مجهزة من أحد أطرافها أو من طرفيها بغطاء وترتكز على عدد من المساند • تكون الاسطوانة مثبتة بشكل كامل مع أحد المساند وقابلة للانزياح الأفقي بالنسبة للبقية، وتغلف الاسطوانات بمواد عازلة للحرارة •

يوضح الشكل (١-٦٥) مخططاً رمزياً للحجرات المضغوطة ، ويوضح الشكل (٧-ب) مخططاً لتغذيتها بالبخار •

يتراوح استهلاك البخار بين ٣٠٠ - ٣٥٠ كغ/م^٢ ، ويمكن انقاص هذا الاستهلاك بنسبة ٢٠ - ٢٥ ٪ إذا كان البخار متوضّعاً في فراغ المصنع وإذا تم نقل البخار الموجود في حجرة أخرى بعد الانتهاء من المعالجة فيها عوضاً عن التخلص من البخار في الهواء الخارجي •

زمن المعالجة							
مواد رابطة اسمنتية او مختلطة				مواد رابطة سليكاتية			
الجموع	انخفاض الضغط	تثبيت الضغط	رفع الضغط	الجموع	انخفاض الضغط	تثبيت الضغط	رفع الضغط
٨-٦	٢-٢	٥-٣	٢-١١	١٣-٨	٣-٢	٨-٥	٢-١
١٠-٧	١١	٨-٥	١١	١٣-٩	١١	٨-٥	١١
١٣-٩	١١	١١-٧	١١	١٠-٧	١	١١-٥	١١



- الشكل (١ - ٦٥) ٢ - بنية الحجرات المضغوطة « Autoclav » .
 ١ - حجرة اسطوانية معزولة حرارياً ٢ - تجهيزات رفع الغطاء
 ٣ - غطاء الحجرة ٤ - مسند ثابت ٥ - مساند تسمح بالانزلاق
 ٦ - صمامات امان

ب - مخطط التغذية بالبخار

- ١ - الحجرة ٢ - انبوب نفث البخار في الجو ٣ - انبوب نفث البخار في
 حجرة مجاورة ٤ - انبوب التغذية بالبخار من المرجل ٥ - انايب تحكم
 ٦ - انبوب نفث البخار ٧ - انبوب صرف المياه المتكاثفة

١٥-٦ المعالجة بالتماس:

يلعب القالب في هذه الحالة دور وسيط في نقل الحرارة الى البيتون الذي يكون بتاس من جميع جهاته أو بعضاً منها مع القالب . تستخدم هذه الطريقة عندما يتعذر نقل العناصر الى حجرات المعالجة وبالتالي تكون القوالب مصممة بحيث تتم عملية تشكيل العنصر ومعالجته في مكان واحد وبالتجهيزات نفسها ، وكأمثلة على ذلك يمكن تعداد تصنيع العناصر في القوالب الجماعية الشاقولية « البطاريات »

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

٢- تسخين البطاريات :

حيث تكون البطارية مجهزة بقواطع حرارية تكون ملائمة لمنصرين واقعين على جوانبها ومن جهة واحدة •

تتم المعالجة الحرارية في البطاريات على مرحلتين فقط • الأولى يتم فيها رفع درجة الحرارة خلال ٣ - ٤ ساعات ومن ثم وقف ضخ البخار الى القواطع واغلاقها • تنخفض درجة الحرارة في القواطع الحرارية بعد وقف ضخ البخار اليها بما يعادل $(3 - 5 \text{ K/h})$ 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 •

ويهدف الوصول الى درجة حرارة متساوية في كل فراغ القاطع فانه ينصح بضخ البخار من أسفل القاطع عن طريق أنبوب مثقب بثقوب تتراوح بين ٢-٥ مم اضافة الى استخدام دارة مغلقة تتم تسريع حركة البخار فيها بضواغط ، وبذلك يتم الحصول على دورة قسرية للبخار تؤمن توزيعاً متساوياً للبخار في جميع القواطع انحرارية الموجودة في البطارية اضافة الى تأمين توزيع متساوٍ للحرارة على كامل ارتفاع القاطع الحراري •

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

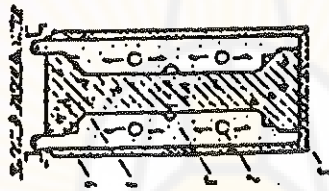
ضغط يتراوح بين ٠.٥ - ٠.٦ ضغطاً جويًا •

تجهز التواطع في أسفلها بما يلزم لتصريف البخار المتكاثف واعادته الى مرجل التسخين . ويسكن أيضاً تغطية السطح العلوي للبطارية للاقلال من الفواقد الحرارية .

٢ - تسخين القوالب الحرارية الثابتة :

تستخدم هذه القوالب لتصنيع العناصر الثقيلة التي تنفذ في مكان ثابت « جوائز ، عناصر فراغية » حيث تكون جوانب القوالب مصممة بحيث تحتوي على فراغ يتم ضخ البخار فيه أو خليط البخار والهواء .

وفي هذه الحالة أيضاً يتم ضخ البخار بواسطة ضواغط لتأمين توزيع متساوٍ للوسيط الحراري على كامل امتداد القالب ، وكذلك يجب تأمين تصريف لبخار الماء المتكاثف واعادته الى المرجل ، انظر الشكل (٦٦-١) .



الشكل (١ - ٦٦) قوالب حرارية لتصنيع جوائز

١ - الجائز ٢ - انبوب تغطية ٣ - الوسط الحراري

٤ - عزل حراري ٥ - فطاء عازل

يُجهز السطح الخارجي لجانب القالب بفتحات خاصة لتثبيت ميزان مراقبة الحرارة وطررد البخار من داخل القالب .

٣ - المعالجة بواسطة التيار الكهربائي :

تعتمد على ربط البيتون بالدائرة الكهربائية المتناوبة 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 ٩٥° - ١٠٠° .
 - ٢ - تحسين ظروف العمل الصحية في قاعات الإنتاج .
 - ٣ - الاختصار من التلميذات المطلوبة للمعالجة البخارية والتجهيزات لتهوية الفراغات من البخار .
 - ٤ - الطاقة المطلوبة للمعالجة ليست كبيرة وتتراوح بين ٦٠ - ٩٠ ك وات/م^٢ بيتون ، وهي في كثير من الحالات أكثر اقتصادية من الأنواع الأخرى من الطاقة مع العلم بأن الاستطاعة المطلوبة تتراوح بين ٦-١٠ كوات/م^٢ بيتون .
- يمكن استخدام المعالجة الكهربائية لتسريع تصلب جميع أنواع البيتون ، ولكن يتم الحصول على أفضل النتائج من أجل البيتون الخفيف المسامي ، ويمود السبب لسوء ناقليته للحرارة وبالتالي فإن انتقال الحرارة من الخارج الى وسط المقطع يكون صعباً وبالتالي فإنه كلما قل الوزن الحجمي للبيتون فإن المعالجة الكهربائية تكون أكثر فعالية .

— المبادئ الفيزيائية للمعالجة الكهربائية :

تحتسب 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 .

ويتم ذلك صناعياً بوصل الدارة الكهربائية بالكترودات متوضعة على سطح البيتون ، فإذا كانت القوالب أفقية ففي هذه الحالة تلمب قاعدة القالب دور أحد الإلكترودات ، وتلمب صفيحة معدنية متوضعة على السطح العلوي للبيتون دور الإلكترود الثاني . ولا يجوز أن تلمس هذه الصفيحة جوانب القالب . أما إذا كانت المعالجة تتم في البطاريات فإن القوالب في هذه الحالة تلمب دور الإلكترودات، وفي هذه الحالة فإن القوالب يجب أن تكون معزولة عن البطارية بموازل في أماكن الاتصال .

يمكن 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 المنصر .

A — سطح (مقطع) المنصر .

تعتمد العلاقات السابقة من أجل حساب النظم الحرارية المطلوبة للمعالجة الكهربائية .

٢- النظم الحرارية للمعالجة الكهربائية :

إن سرعة رفع درجة الحرارة وطرائق تثبيت الحرارة وسرعة خفضها تتعلق بنوعية البيتون وأبعاد القالب وبالنسبة لسرعة رفع درجة الحرارة يمكن اعتماد ما يلي :

١٥ - ٢٠ k/h : للعناصر من البيتون العادي المصنعة في قوالب مفتوحة .

٣٠ - ٤٠ k/h : للعناصر من البيتون العادي المصنعة في قوالب البطاريات أو أي قوالب أخرى مغلقة .

٨٠ k/h : من أجل البيتون المسامي .

وبالنسبة لزمن تثبيت درجة الحرارة يمكن اعتماد المبادئ التالية :

١ - النسبة للبيتون من الاسمنت البورتلاندي أو البورتلاندي سريع التصلب فانه يستمر الى أن يصل البيتون الى مقاومة تعادل ٦٠ ٪ من f_c والسبب في ذلك يعود الى أنه من زيادة مقاومة البيتون تزداد مقاومة الناقلية الحرارية بحيث عندما يصل البيتون الى ٥٠ - ٦٠ ٪ من f_c فان أي معالجة كهربائية اضافية يمكن علها عديمة الجدوى .

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

٢ - أما فيما يتعلق بالبيتون الذي يمتد على روابط من الاسمنت البورتلاندي - الخبيث فانه يمكن تثبيت درجة الحرارة الى المرحلة التي يصل فيها البيتون ١٠٠ ٪ من f_c إذا تم توفير ظروف مناسبة فيما يتعلق بالرطوبة العالية ودرجة حرارة عالية ٩٥ ° .

إن الزمن المطلوب لتثبيت درجة الحرارة من أجل الحصول على مقاومة ٥٠ - ٦٠ ٪ من f_c في الظروف الصناعية هو :

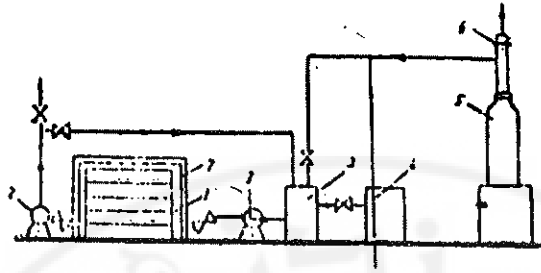
- ٦ - ٨ ساعات من أجل البيتون ذي الاسمنت البورتلاندي .
- ٧ - ١٠ ساعات من أجل البيتون ذي الاسمنت البورتلاندي - الخبثي .
- ٣ - ٦ ساعات من أجل البيتون الخفيف .
- ١٠ - ١٦ ساعة من أجل البيتون المسامي .
- أما سرعة خفض درجة الحرارة فتعادل نحو ١٠ k/h .

٧-٦-١ المعالجة في وسط غازي - هوائي :

إن الطرائق المعتمدة في معالجة حرارية البيتون في وسط مشبع بخار الماء ليست المثلى من أجل البيتون الخفيف وعلى سبيل المثال من أجل البيتون البوزولاني يعود السبب في ذلك كون البيتون يحتوي على كمية كبيرة من المياه تتراوح بين ٢٠ - ٢٥ ٪ من وزن البيتون الكلي .

وإن المعالجة في وسط مشبع بخار الماء لا تؤدي الى تخفيض كمية المياه الموجودة الى حدود ١٠ - ١٢ ٪ المناسبة لتصلب البيتون . لذلك فإن المعالجة الحرارية هي ممكنة فقط عندما تستطيع خلالها انقاص كمية المياه الزائدة الموجودة . وخلافاً مع البيتون العادي فإن البيتون البوزولاني لا يظهر انخفاضاً للمقاومة اذا تم تجفيفه خلال المعالجة الحرارية ، لأن المقاومات النهائية تتعلق بالدرجة الأولى بمساواة الحصويات المستخدمة . لذلك فإن المعالجة الحرارية تتم في وسط قابل لانقاص كمية المياه الزائدة الموجودة في البيتون - ذلك يتم في وسط غازي - هوائي يصبح خلال المعالجة رطباً من المياه المتبخرة من البيتون .

يتم ذلك في حجرات مجهزة بفتحات سفلية من أجل نفث الغازات الساخنة الجافة من إحدى جهات الحجرة وشفط الرطوبة من جهة مقابلة . إن عملية النفث - الشفط تتم بواسطة مراوح ودائرة تجهيزات معينة كما هو موضح في الشكل ١-٦٧ .



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

- ١ - عنصر بيتوني ٢ - مروحة ٣ - وعاء مزج ٤ - مرجل اضافي
٥ - مرجل رئيسي ٦ - صمام ٧ - حجرة

الأساس المعالجة بواسطة الأشعة تحت الحمراء :

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

إن الأشعة تحت الحمراء هي نبضات الكتر ومغناطيسية ذات موجات يتراوح طولها بين (0,76 ÷ 1000 mm) وهي بالتالي موجات الكتر ومغناطيسية مثلها مثل جمع الاشعاعات الناجمة عن أنواع المطياف، لا تخضع الى الأسس ذاتها فيما يخص:

- الانتشار في الفراغ من ناحية التدد وطول الموجة .
- الانتشار 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 لأغراض صناعية بواسطة تسخين الأجسام الصلبة .

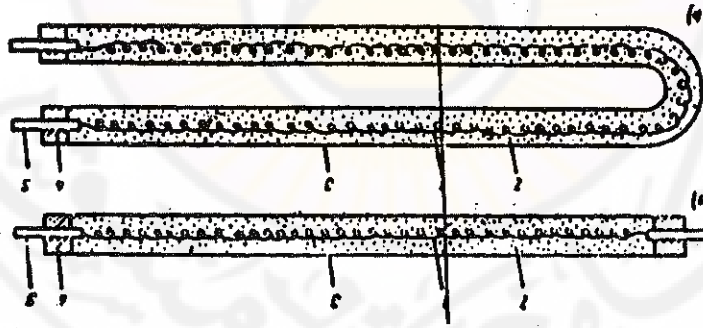
ولأهداف صناعية يتم استخدام أطوال موجة تتراوح بين $(0.76 \div 6 \mu m)$.

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

يمتص السطح المعرض للإشعاعات الأشعة ويحولها إلى طاقة حرارية تنتقل من السطح إلى العمق .

تستخدم المشعات المعدنية كمصادر لتوليد الأشعة تحت الحمراء في مصانع البيتون وهي أنابيب معدنية معدنية يتمركز في محورها سلك ملفوف من خليط مادة الكروم والنيكل ، أما الفراغ ضمن الأنبوب وحول السلك فيعزل بملورات أو أكسيد المغنيزيوم ، من خصائصها الرئيسية العازلية الكهربائية والمقاومة الحرارية العالية .

أما الأنبوب نفسه فيمكن أن يكون من الحديد أو النحاس . أما في مصانع البيتون فتستخدم الأنابيب المعدنية نظراً لمقاومتها العالية ضد التأثيرات الديناميكية . يوضح الشكل ٦٨-١ نموذجاً لمشع معدني .



الشكل (٦٨ - ١) مخطط لمشع أنبوبي معدني
 أ - مشع مستقيم ، ب - مشع ملفوف
 ١ - مقاومة حلزونية نيكل - كروم ٢ - وسط غير ناقل للكهرباء
 ٣ - أنبوب معدني ٤ - سدة غير ناقلية للكهرباء ٥ - نهاية الوصل

طرائق المعالجة :

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

آ - تعريض السطح البيتوني للأشعة بعد تغطيته برقائق بلاستيكية . • وظيفة الرقائق هي المحافظة على درجة الرطوبة العالية للسطح البيتوني .

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

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

د - تعريض مباشر للسطح البيتوني ضمن أنفاق حرارية .

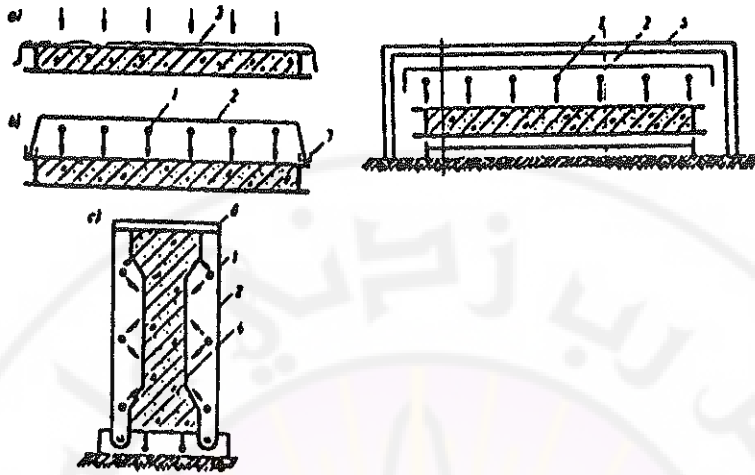
إن الأشعة الموجهة على السطح البيتوني يمتص القسم الأكبر منها ويرتد الباقي .
إن كمية الطاقة التي يمتصها السطح تحدد وفق العلاقة التالية :

$$E_0 = \epsilon \cdot E_s$$

E_0 : كمية الطاقة التي يمتصها ١ م^٢ من السطح .

E_s : كمية الطاقة التي تقع على ١ م^٢ من السطح وتسمى (شدة الاشعاع) .

• : عامل الامتصاص ويحدد نسبة الطاقة الممتصة الجدول ٣/٣ .
تستخدم العلاقة السابقة عندما يتم الاشعاع مباشرة على السطح .



النسكل (١ - ٦٩)

الاساليب الممكنة في المعالجة الحرارية بواسطة الاشعة تحت الحمراء

- أ - اشعاع غير مباشر ، يغطي سطح البتوت برفائق صناعية .
- ب - اشعاع مباشر ضمن غطاء كتيب (سطح الغطاء عاكس للاشعاع) .
- ج - اشعاع غير مباشر ، عن طريق التماس مع سطح القالب المعدني الداخلي ،
السطح الخارجي للقالب عاكس للاشعاع .
- د - اشعاع مباشر ضمن انفاق .
- ١ - مشعات انبوية ٢ - سطح عاكس للاشعاع ٣ - رفائق بلاستيكية
- ٤ - السطح الماص للاشعاع ٥ - حجرة مغلقة ٧ - وصلة كتيمة
- ٨ - غطاء عازل للحرارة

أما إذا كان الاشعاع يخترق مادة معينة قبل وصوله الى السطح البتوني
(كما هو الحال عندما نغطي السطح برفائق بلاستيكية) ، فان العلاقة تصبح :

$$E_0 = \epsilon D E_0$$

D : عامل الاختراق وهو يساوي (0,85 ÷ 0,8) من أجل رفائق

Polamid

Materialarten	t [°C]	ε
Puliertes Aluminium	50...500	0,04...0,06
Stark oxydiertes Aluminium	50...500	0,2...0,3
Erhärteter Beton	20...100	0,55...0,85
Erhärteter Beton (feuchte Oberfläche)	0...100	0,85...0,95
Eisenoxid	100~	0,74
Stahl mit rauher Oberfläche	50	0,95
Stark oxydiertes Stahl	50...500	0,84...0,95
Aluminiumfarbe	100	0,3
Schwarzer Mattlack	40...100	0,85...0,95

الجدول (٣١)

النظام الحراري :

إن النظام الحراري الواجب اعتماده يجب أن يحقق الشروط التالية :

إن السطح الذي يمتص الطاقة يحتاج الى زمن معين لنقلها الى 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 الحديدية 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 .

١٠-٩ حسب الاستطاعة الانتاجية للخطوط الانتاجية في السبق الصنع

تحتوي استطاعة الخط الانتاجي بالملاحة :

حيث :

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

M — الاستطاعة الانتاجية في واحدة الزمن •

n — عدد العناصر المصنعة •

t — الزمن اللازم لتصنيعها •

أما الاستطاعة الانتاجية للمصنع ككل فتحسب بالعلاقة التالية :

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

حيث :

N — المرونة الانتاجية للقوالب •

وحسب أيضا بالعلاقة :

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

حيث :

R — عدد ساعات العمل اسبوعيا لخط أو لمجموعة خطوط انتاجية •

t_E — زمن تشكيل كل عنصر •

- n عدد القوالب المستخدمة •
 - T الزمن اللازم لتصنيع مجموعة عناصر مسبقة الصنع يوميا •
 - Fm المساحة الوسطية للعناصر المصنعة والمنتجة في وحدة زمنية معينة •
- زمن تشكل العنصر يحسب بالعلاقة :

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

حيث :

- t_1 الزمن اللازم لتحضير القالب •
- t_2 الزمن اللازم لصب العنصر •
- t_3 زمن المعالجة الحرارية أو تنشيف البيتون حراريا •
- t_4 الزمن اللازم لفك القالب •
- t_5 الزمن اللازم لنقل العنصر من القالب الى مكان التخزين •

الفصل الثاني

تقانة نقل العناصر المسبقة الصنع وتخزينها

١١-٢١ 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 نذكر 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 المحلي بأرض المشروع •
- أما اختيار نوع وسائط النقل فهو أيضا يتعلق بشكل العناصر المنقولة وأبعادها وطبيعة عملها الانشائي •
- تنقل العناصر المسبقة الصنع وتتوضع في وسائط النقل بأشكال مختلفة ، حيث يمكن نقل عنصر واحد أو أكثر في وسيلة نقل واحدة •
- تتوضع العناصر المسبقة الصنع في وسائط النقل بحيث يكون شكل توضعها

Technical drawings of various truck chassis and trailers, showing dimensions in millimeters (mm).

- Top Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer.
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "На шасси 450" (On chassis 450). Dimensions: 2, 115.
- Second Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "3".
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "4".
- Third Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "9400".
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "800", "1550", and "600".
- Fourth Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "13550".
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "1300", "1000", and "1500".
- Fifth Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "24000".
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "2950" and "4910".
- Sixth Row:**
 - Left: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "65000".
 - Right: A truck chassis with a flatbed trailer, labeled "2950" and "4910".

- 17A -

أثناء نقل العناصر تتعرض للحمولات ديناميكية ناتجة عن الاهتزاز والارتجاج، لذلك وعند تصميم هذه العناصر توضع في الحسابات الحمولات الناتجة عن النقل وأيضا دراسة شكل توضع هذه العناصر أثناء عملية النقل .

أثناء عملية النقل تسمى دائما للتخفيف قدر الامكان من تأثير هذه الحمولات الديناميكية وذلك باستخدام أفضل أساليب النقل الممكنة كالنقل المائي أو النقل بالقطارات وإلا فالنقل بالسيارات وعندئذ تتوخذ الاحتياطات اللازمة وذلك بسند هذه العناصر الى مساند مرنة قدر الامكان .

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

٢-١-٢ تنظيم عملية توريد العناصر المسبقة الصنع :

إن عملية توريد العناصر يجب أن تلبى متطلبات استمرارية تنفيذ أعمال التركيب بحيث تؤمن استمرارية عمل معدات وآليات التركيب في أرض المشروع وكذلك تأمين عمل آلات النقل بحيث لا يحدث ضياع كبير في أزمته توقف هذه الآليات لا في أرض المشروع ولا في مراكز الاسترجار . وعلى هذا الأساس يوجد لدينا عدة عدة أشكال لأساليب تنظيم عملية التوريد والتي تتعلق بشكل أساسي بأسلوب التركيب المتبع . نذكر منها أسلوب التركيب من وسائط النقل مباشرة أو أسلوب التركيب من أماكن التخزين المرحلي بأرض المشروع .

إن أسلوب التركيب من وسائط النقل مباشرة يمكن أن يكون مرتبطا بأساليب توريد متعددة نذكر منها :

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

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

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

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

يتميز أسلوب التركيب من وسائط النقل مباشرة بما يلي :

- ١ - اختصار تكاليف التفريغ والتحميل في أرض المشروع .
 - ٢ - يوفر أماكن تخزين مرحلي في أرض المشروع .
 - ٣ - يؤمن استغلال أفضل لوسائط النقل .
- بحسب عامل استغلال وسائط النقل بالعلاقة التالية :

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

حيث :

$Kt.m$ — عامل استغلال وسائط النقل .

N — عدد العناصر المركبة من وسائط النقل مباشرة في واحدة الزمن
المعتبرة .

tm - زمن التركيب الوسطي لعنصر واحد (ساعة) .

Tm - الزمن الكلي لتركيب العناصر من وسائط النقل بأخذ العامل
KT.m قيمة دائما أقل من الواحد .

٢-٢ تخزين العناصر المسبقة الصنع :

بناء على أساليب التركيب المتبعة في أرض المشروع يتم إنشاء أماكن تخزين مركزية أو أماكن تخزين مؤقتة في حال اتباع أسلوب التركيب مباشرة من وسائط النقل لا توجد حاجة لإنشاء مراكز تخزين في أرض المشروع .

تتسأ مساحات التخزين المركزي عندما تكون مراكز التوريد بعيدة جدا عن أرض المشروع وهناك ضرورة وحاجة ملحة لتشكيل احتياطي في أرض المشروع .

وتتسأ أيضا في حال كون المشروع المرار تنفيذه مؤلفا من عدة منشآت كبيرة، أو هناك حاجة للقيام بعمليات التصنيف أو التجميع أو المعالجة قبل القيام بعملية التركيب للعناصر .

تصنف العناصر المسبقة الصنع ويتم تدقيق جودتها وترتب حسب أولوية تركيبها ، في ساحات التخزين المركزية يتم أيضا اصلاح بعض العناصر التي تكون قد تعرضت لاضرار أثناء القيام بعملية النقل أو التحميل والتفريغ . وتجهز العناصر أثناء تواجدها في ساحات التخزين المركزية بمعدات التعليق والتقوية إن كان هناك ضرورة لذلك .

تجهز ساحات التخزين المركزية بروافع جسرية أو روافع متحركة على جنزير 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 .

تُعطى أرضية ساحات التخزين ميول لتصرف الحياة المتجمعة في ساحة التخزين نتيجة الأمطار والسيول وتخدم الساحات بطرقات للآليات التي تقوم بالعمل على نقل العناصر ، وتجهز هذه الساحات بالإنارة اللازمة 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 أفقي . انظر الشكل (٢ - ٢) .

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

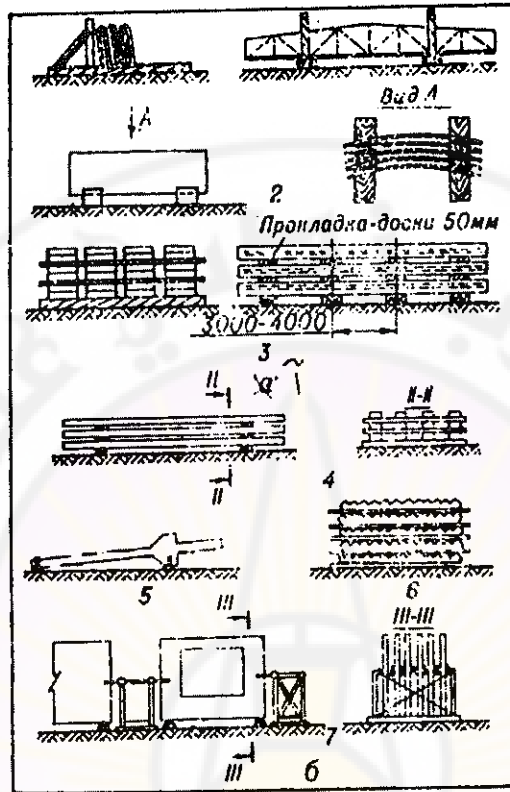
تخزن الجدران البيتونية المسلحة في كاسيتات كما في الشكل (٢ - ٤) .

توضع العناصر السفلية في الصف أو الرزمة على مساند خشبية ، كذلك توضع صفوف خشبية بين كل عنصرين لتسهيل عملية ادخال وسائط التعليق أثناء عملية النقل والتركيب .

تترك ممرات بين الصفوف 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 حال توضع العناصر بالقرب من المبنى يجب ترك مسافة تكفي لمرور معدات التركيب وروافعه .

تحتسب مساحة ساحات التخزين على أساس أنها يجب أن تؤمن استيعاب حجم من العناصر يؤمن استمرارية أعمال التركيب وتحسب بالعلاقة التالية :



الشكل (٢ - ٢) أشكال تخزين العناصر المسبقة الصنع

- أ - العناصر المسبقة الصنع المعدنية
 ب - العناصر المسبقة الصنع من البتون المسلح
 ١ - عناصر شبكية ٢ - ألواح معدنية
 ٣ - أعمدة معدنية ٤ - أعمدة بتونية مسلحة
 ٥ - أعمدة بتونية مسلحة ٦ - إدراج ٧ - جدران

$$F = \sum \frac{Q_i}{q_i} K_i$$

حيث :

— F مساحة التخزين اللازمة م^٢ .

— Q_i كتلة العناصر أو حجمها من كل نوع من العناصر يحتاج الى تخزين (طن) (م^٣) .

— q_i الكتلة الحدية التي يمكن أن تخزن على ١ م^٢ من مساحة أرض المستودع (مساحة التخزين) للنوع الواحد من العناصر (T/m^٢) أو (m^٣/m^٢) .

— K_i عامل يضع في حسابه المساحة المخصصة للمرات والمداخل ومساحات التصنيف والتجميع في أرض المستودع (أو مساحة التخزين) ويؤخذ عادة من ١٧٥ حتى ٢ .

كتلة العناصر من كل نوع يحتاج الى تخزين تحسب بالملاقة :

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

حيث :

— Q_E كتلة العناصر اللازمة للتركيب في زمن معين .

T — الزمن اللازم لترتيب هذه العناصر •

α — عامل عدم انتظام توريد العناصر الى مساحة التخزين ويؤخذ عادة مساوياً لـ (٠.٨) •

K — عامل عدم انتظام ترتيب العناصر ويؤخذ عادة مساوياً (١.٣) •

A — احتياطي العناصر ليوم واحد من كل نوع •

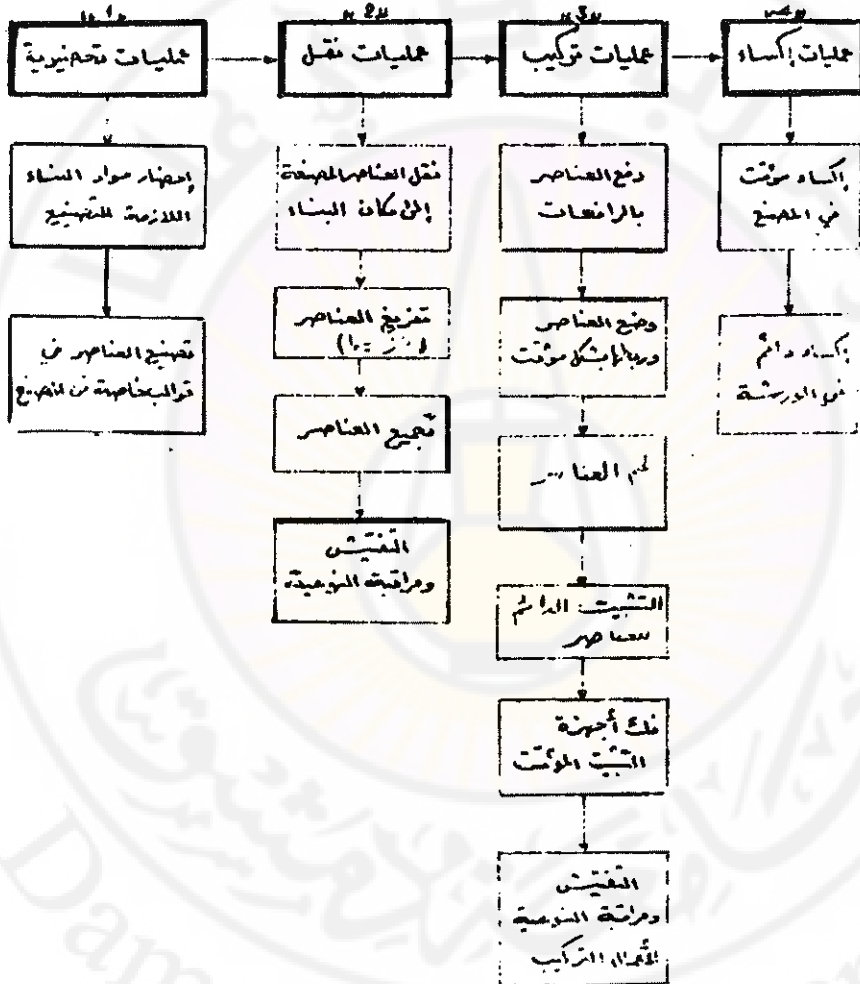


الفصل الثالث

تقنية تركيب المسبق الصنع

١-١ العمليات اللازمة لتنفيذ الابنية مسبقة الصنع :

عمليات تعفيرية ← عمليات نقل ← عمليات تركيب ← عمليات إكساء



الشكل (٣ - ١)

مراحل العمليات اللازمة لتنفيذ الابنية مسبقة الصنع

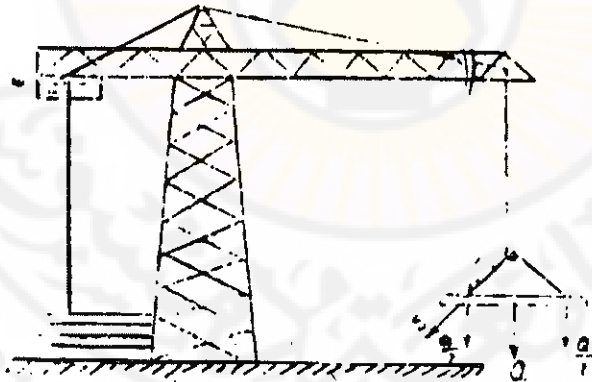
٢-١١ عمليات التركيب للعناصر البيتونية المسبقة الصنع

تتطلب الآلات (الرافعات) أو العدة اللازمة للتركيب (المعلقات) دوراً أساسياً هناك رافعات ثابتة وروافع متحركة على دواليب مطاوية أو جنزير أو على سكة حديدية وتستخدم الرافعات عدة لازمة للرفع (معالق) وهي العدة اللازمة لرفع العناصر (أسلاك وشناكل ..) .

— في كل عنصر بيتوني مسبق الصنع يجب وضع شناكل من أجل رفعه .

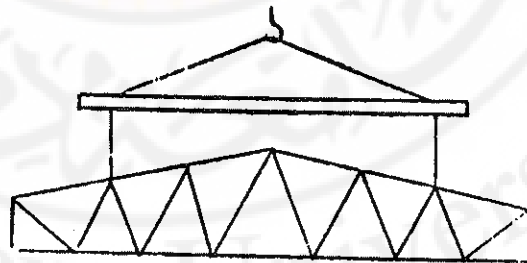
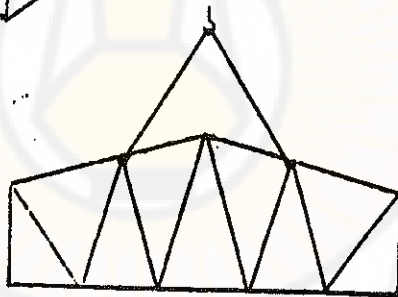
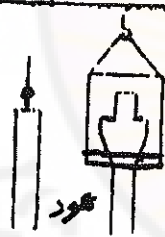
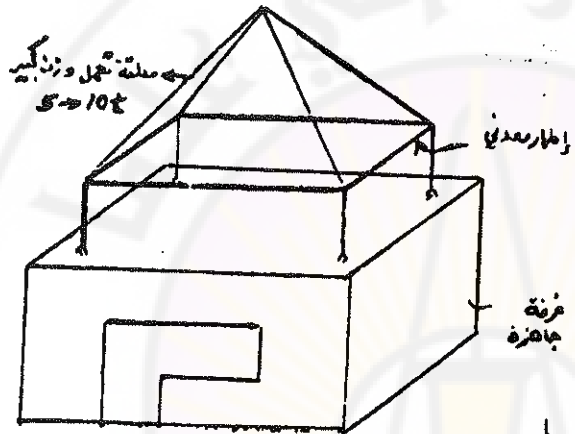
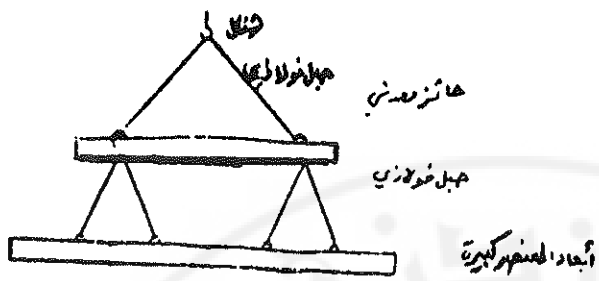
— أما عدد الشناكل وتوزيعها فحسب عدة شروط منها :

- ١ — نوع العنصر وشكا المصاري .
- ٢ — وضع هذا العنصر في مكانه الانشائي في المبنى .
- ٣ — نوع آلات الرفع المستخدمة لهذا العنصر .
- ٤ — نوع العنصر من بيتون عادي التسليح أو مسبق الاجهاد أو حسب وظيفة العنصر إن كان بلاطة أو جائزاً أو عوداً أو قوساً .

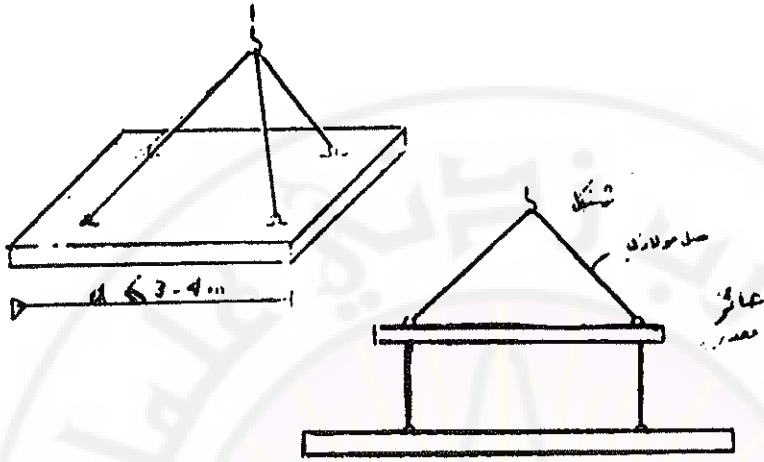


رافعة برجية

الشكل (٢-٢)



النسك (٣ - ٣)



تصنيف انواع معونات التعليق (المعلقات) :

- ١- بحسب نوعية المعلقات :
 - أ - مرنة (جبال فولاذية) - أحادية الفروع ومتعددة الفروع - ومتعددة الاستخدام .
 - ب - غير مرنة (هياكل واطارات معدنية) .
- ٢- بحسب مجال الاستخدام :
 - أ - متعددة الاستخدام : تستخدم لأشكال مختلفة من العناصر .
 - ب - خاصة الاستخدام : تستخدم لشكل محدد من العناصر .
- ٣- بحسب طبيعة عملها :
 - أ - ميكانيكية .
 - ب - كهرومغناطيسية .
 - ج - تعمل على مبدأ تفرغ الهواء .
 - د - مركبة .
- الجبال الفولاذية :
 - أطوالها بحدود ٥-١٥ متراً .
 - أقطارها ١٢-٣٠ مم و ١٢-٢٠ مم .

وعادة تكون الحبال مؤلفة من ست حزم مؤلفة بدورها من مجموعة أشرطة
١٩ر٣٧ر٦١ شريطا وحبل مركزي من الليف •

$$6 \times 19 + 1$$

$$6 \times 37 + 1$$

$$6 \times 61 + 1$$

تتولد أثناء رفع هذه العناصر في المعلقات الاجهادات S. كما مر معنا سابقاً •
وبالتالي يتم اختيار المعلقة حسب الاجهاد المتولد • أي حسب العنصر المراد رفعه •

إن عملية رفع العناصر البيتونية مسبقة الصنع تحتاج لعدة خاصة نسميها
(المعلقات) وهي حبال معدنية (فولاذية) تعلق في خطاف الرافعة وتربط في العنصر
بشناكل خاصة صنعت أثناء تصميم العنصر البيتوني المسبق الصنع •

هذه الحبال المعدنية قد تكون مؤلفة من حبل أو أكثر • وأثناء عملية الرفع
للعناصر المسبقة الصنع تتولد الاجهادات في حبال المعلقات • وهذه الاجهادات يجب
أن تكون متساوية في جميع الحبال التي تقوم برفع العنصر حتى يحافظ العنصر
المرفوع على توازنه •

لتصميم حبال المعلقات يجب علينا معرفة أوزان العناصر المسبقة الصنع • وبعد
تصميم انحبال على الاجهاد S نستطيع اختيار نوع المعلقة اللازمة لعملية رفع
للعناصر البيتونية المسبقة الصنع •

إذا كان الاجهاد في حبال المعلقة غير متساو ، أي توزع حمولة العنصر المسبق
الصنع غير متساو على حبال المعلقة فيجب اضافة عامل أمان قدره (0,75)
الى مخرج العلاقة التي تمطي الاجهادات في حبال 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 العنصر إطلاقاً .

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

$$R = K \cdot S$$

هذه الاجهادات مرتبطة بأوزان العناصر المسبقة الصنع التي سيتم رفعها .

فاذا كان وزن العنصر حتى (50 t) فيجب اضافة عامل أمان

$$K = 8$$

أما إذا تجاوز وزن العنصر المسبق الصنع عن (50 t) 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 الاستماعة بعمدة رفع مساعدة أو معلقات مساعدة 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 .

فكلما بعدت المسافة من الرافعة تعقدت عملية رفع العناصر وصادفنا خطورة أثناء عملية الرفع والتركيب (حيث تؤدي الى تأرجح العنصر في الهواء وهذا خطر جد) .

٢-٢ 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 المسبق الصنع وبخاصة القشريات استطاعتها (5 → 150 t) . ويمكن استخدام روافع برجية ذات أذرع متحركة . وللروافع البرجية نوعان :

١ - تسير على سكك حديدية .

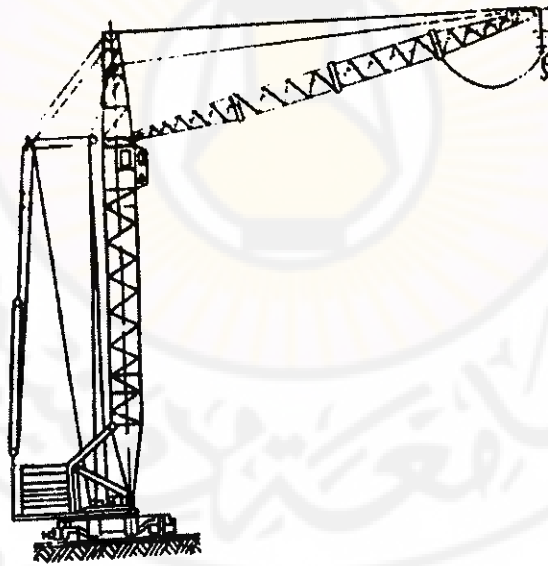
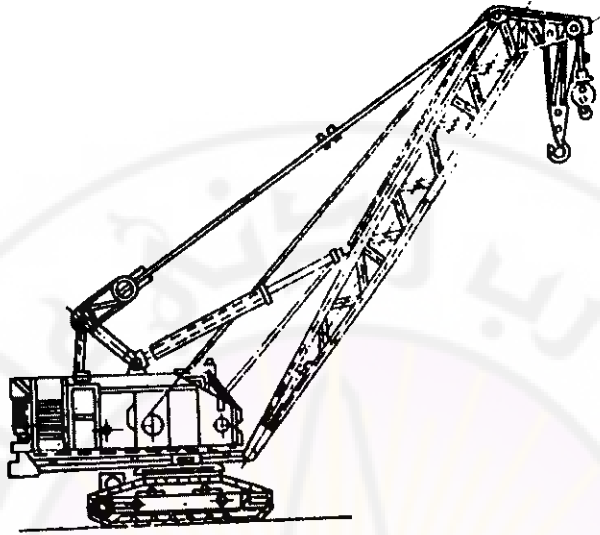
٢ - روافع ثابتة .

٣ - روافع جسرية :

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

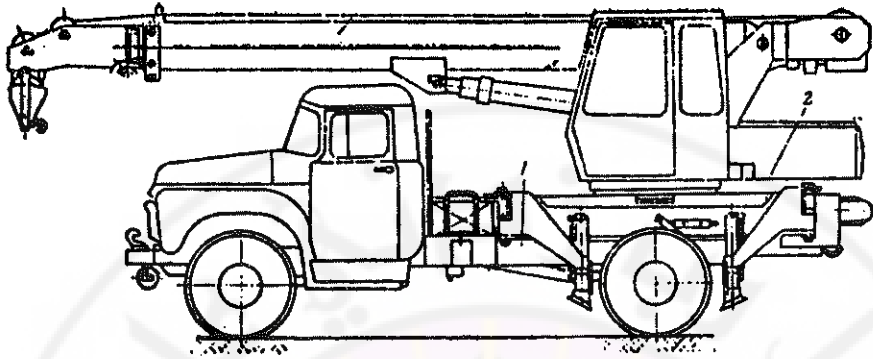
٤ - روافع تلسكوبية :

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



النكل (٣ - ٤)

— ١٨٤ —



إن اختيار آلات الرفع للتركيب يجري بعد اختيار طريقة تركيب العناصر للأبنية والمنشآت مع الوضع في الحسبان أبعاد المبنى أو المنشأة وارتفاع الطريق .
وقد نضطر أحيانا لاستخدام أكثر من رافعة اذا كان في المبنى مجازات طويلة .
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 » .

وهناك مفاهيم أساسية يجب وضعها في الحسبان :

١ - حجم البناء الذي يبين امكان اقتراب الرافعة الى أمكنة آمنة عند نقل العناصر ورفعها ثم تركيبها .

٢ - كتلة العناصر المركبة بما فيها أوزان عدة الرفع « المعلقات » .

$$G_M \geq G + q$$

(١) G_M — كتلة العناصر المركبة .

(٢) G — وزن العنصر البيتوني المسبق الصنع .

(٣) q — وزن عدة الرفع (المعلقات) .

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

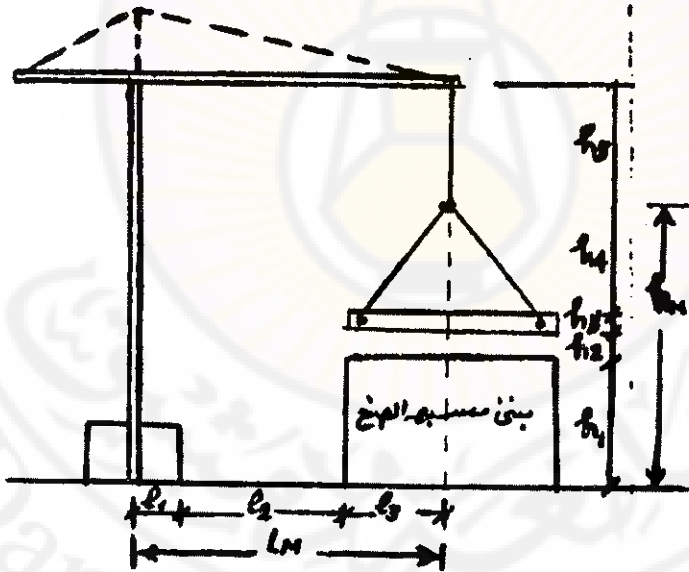
$$h_M = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$$L_M = l_1 + l_2 + l_3$$

حيث :

h_1 — ارتفاع العناصر المركبة سابقاً أو ارتفاع الركيزة التي سيتم عليها تركيب العنصر المسبق الصنع .

h_2 — ارتفاع الأمان وهو الفرق بين ارتفاع الركيزة وأسطح العنصر المركب حتى تتمكن من استخدام الأدوات المساحية
($h_2 = 0,5 \div 1m$)
لنتمكن من تحديد الوضع المستوي والشاقولي .



الشكل (٣ - ٥)

h_3 — ارتفاع الضهر المركب أو سماكة الضهر .

h_4 — ارتفاع عدة التركيب (الجبال المعلقة) .

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

في حال اختيارنا الرافعة لتركيب الأساسات فقط :

$$h_1 = 0$$

ويكون الارتفاع التركيبي :

$$h_M = h_2 + h_3 + h_4$$

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

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

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

إذا أصبح لدينا ثلاثة عوامل :

$$G_M , L_M , h_M$$

وهناك جداول حسب الرافعات مثل الكودات :

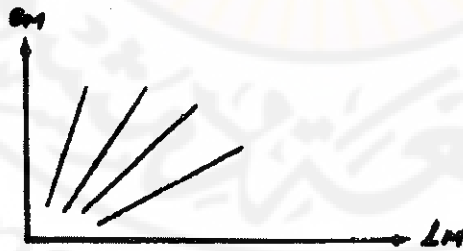
نوع للرافعة	G_M	h_M	L_M

هناك طريقة أخرى لاختيار الرافعة المطلوبة لرفع العناصر مسبقة الصنع وتسمى هذه الطريقة بالطريقة البيانية .

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



الشكل (٦ - ٣)



الشكل (٧ - ٣)

→ ١٨٨

إن تنظيم عمليات التركيب يجب أن تهتم بتطوير أعمال التركيب وتسلسل نظام تنفيذ العمليات المختلفة من عمليات نقل الى عمليات رفع الى عمليات المكتبة كليا أو جزئيا لعمليات التركيب . ويجب أيضا أن تتناول تكنولوجيا عمليات التركيب التي تبدأ بتحضير عدة الرفع ثم ربط هذه العناصر في آلات الرفع ونقلها الى مكان وجودها في المبنى ثم تقوم بعملية التركيب أو التثبيت المؤقت للعناصر ثم التثبيت النهائي للعناصر بطريقة اللحام الكهربائي ، وأخيرا تقوم بتنفيذ العمليات المساعدة وهي معالجة الفواصل الانشائية .

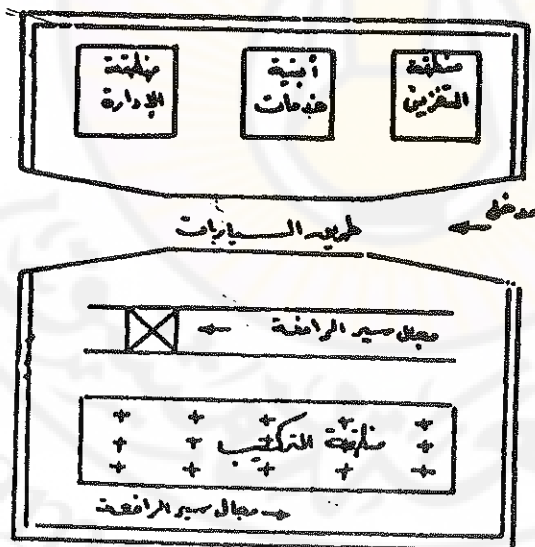
قبل البدء بأعمال التركيب علينا وضع مخطط لمكان البناء وأمكنة تحرك الرافعات المستخدمة وأمكنة التخزين وأمكنة للإدارة والخدمات العامة .

٣-١ المخطط التنظيمي لموقع البناء قبل بدء عمليات التركيب :

— المرحلة الاولى :

توزيع الموقع الى مناطق :

— منطقة التركيب .



الشكل (٣ - ٩)

— منطقة التخزين •

— منطقة الإدارة وأبنية الخدمات العامة •

يمكن إذا كانت أبعاد منطقة التركيب كبيرة استخدام أكثر من رافعة

وتوضع رافعة تسير بالاتجاه المعاكس •

— المرحلة الثانية :

تقسيم أعمال التركيب الى ورديات على أساس :

١ — يتحكم كبر المشروع أو صفه بعدد الورديات اللازمة للتنفيذ •

٢ — نوع العناصر المسبقة الصنع •

٣ — الجملة الانشائية التي يتألف منها المبنى •

إذا كان لدينا تركيب على ثلاث مراحل :

١ — تركيب أفقي : تركيب أنابيب الصرف الصحي • تركيب العناصر المسبقة الصنع بالتالي أو بالتتابع أو بالتسلسل •

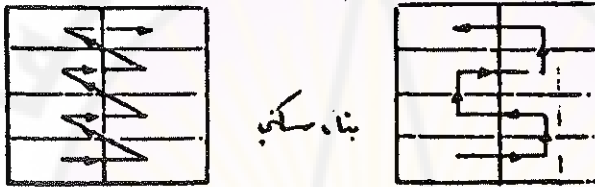
٢ — تركيب عمودي : تركيب الأبراج ، تركيب الصوامع ، تركيب المنارات ، تركيب أعمدة الكهرباء • ويكون التركيب بالتسلسل أو بالتتابع •

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

وممكن اتباع عدة طرائق للتركيب المشترك •

إذا كان لدينا مبنى سكني من عدة طوابق نبدأ بتوزيع الورديات من أجل إنهاء الطابق الأول بشكل كامل ثم يتم الانتقال لتركيب الطابق الثاني كاملاً وهكذا.

— الانتقال في التركيب من طابق لآخر قد يتم قبل الانتهاء من كل طابق بشكل كامل • بل هناك ورديات تعمل في طابق أول مثلاً وورديات تعمل في الطابق الثاني • أي أن التركيب جزئي وليس تاماً للطابق الواحد •



الشكل (٣ - ١٠)

إذا كان السقف مؤلفاً من قشريات قد لا تستطيع رافعة واحدة تنفيذه بل نحتاج عدة روافع •

ويجب أن يتضمن المخطط التنظيمي المخطط اليومي للتنفيذ •

٦-٣ وضع المخطط التكنولوجي لتنفيذ أعمال التركيب :

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

— تنظيم حركة آلات التركيب •

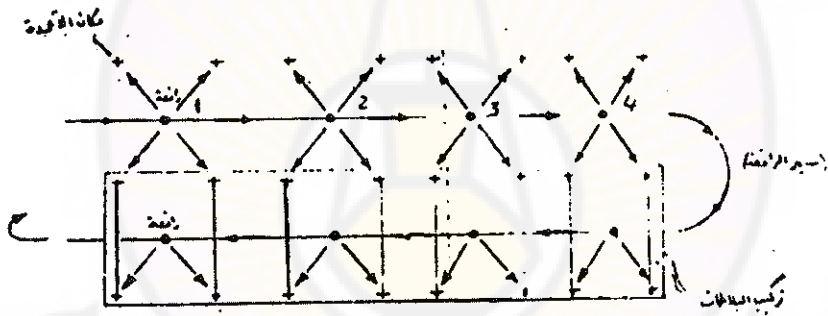
– توضيح طرائق التركيب « تقالة التركيب » .

– أنواع القوالب وكيفية تركيبها وفكها .

– لحم التسليح مع بعضه .

ويتحدد أيضاً بالنسبة للمصبوب بالمكان . ويجب أن يتضمن المخطط التنظيمي جدولاً 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 (٣ - ١١)

حركة الرافعة في التركيب واثاء سيرها

٧-٣ طرائق تركيب العناصر البيتونية مسبقة الصنع :

١ - طريقة التركيب المنفصل أو الجزأ :

إن طرائق تركيب الأبنية المصنوعة من العناصر المسبقة الصنع تتبع حسب الجملة الانشائية ، التي تؤلف المبنى . فإذا كان لدينا مبنى مؤلف من العناصر الانشائية التالية : أعمدة ، جوائز ، بلاطات . نختار لتركيب عناصر المنشأ طريقة التركيب المنفصل أو الجزأ وهذا يعني أن الروافع المستخدمة للتركيب تقوم بتركيب العناصر المسبقة الصنع المتشابهة فيما بينها (أعمدة فقط أو جوائز فقط) بتسلسل من أول البناء « أول عمود أو أول جائر » حتى آخر البناء « آخر عمود أو آخر جائر » 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 الى آخره ، وتسمح بتركيب أكثر من عنصرين بالوقت نفسه لكن بشرط أن تبدأ بتقسيم ساحة المبنى أو المشروع الى أقسام أو اجزاء متساوية لتسهيل علينا تنفيذ أعمال التركيب .

فنبداً بالأجزاء من الجزء الأول الى الجزء الأخير بالتسلسل ثم تعود الرافعة وتركب باقي العناصر المتممة للعناصر المركبة الأولى من البداية حتى النهاية .

٤ - طريقة التركيب المشترك :

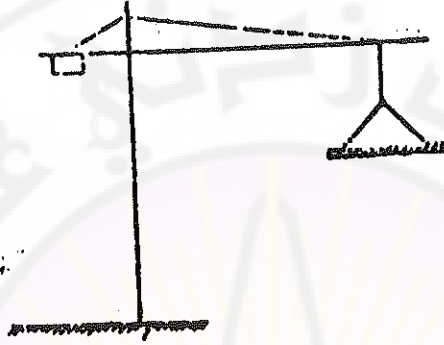
وتتضمن تركيب العناصر الانشائية للجملة الانشائية نفسها المختارة سابقاً بجمع الطريقتين السابقتين .

فبعد تقسيم ساحة المبنى لأجزاء متساوية نختار التنفيذ في بعض الأجزاء بطريقة التركيب المفضل وباقي الأجزاء بطريقة التركيب المركبة .

العمليات الملاحظة في التركيب :

١ - رفع العناصر :

من العمليات الأولى التي تدخل في عمليات التركيب هي رفع العناصر البيتونية المسبقة الصنع .



الشكل (٣ - ١٢)

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

٨٣٣ المعايير أو التأكيد من توازن العناصر مسبقة الصنع :

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

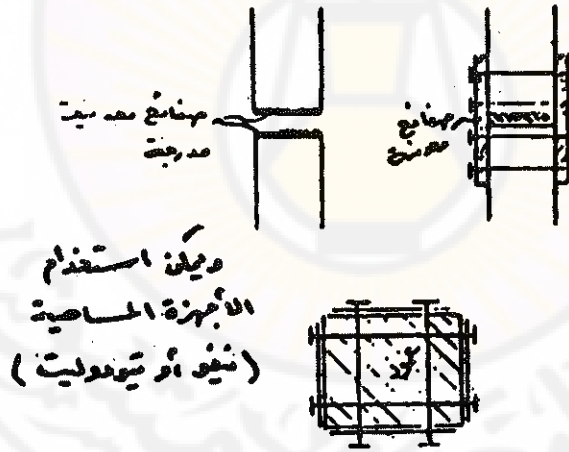
تم المعايرة بطريقتين :

- ١ — بالنظر أو باستخدام الخط والشاقول وهي طريقة بدائية يدوية .

٢ - طريقة آلية . المعايرة بالآلات .

— ومن الآلات المستخدمة في المعايرة :

- ١ — جهاز الموازنة لتركيب الأعمدة . وهو صفائح 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 الصفائح بحيث تتطابق التدريجات على كل من من العمودين .



ويمكن استخدام
الأجهزة المساحية
(نيفو أو تيموليت)

الشكل (٣ - ١٣)

— إذا يمكن تطبيق المعايرة أو التأكد من توازن العنصر المسبق الصنع أثناء التركيب وقبل وصل الوصلات بين العناصر إما بطريقة النظر أو باستخدام الشاقول أو بطريقة استخدام الأجهزة الخاصة التي تكشف عن الخطأ • وتمكننا من تحديد ارتكاز العنصر في المكان المخصص له •

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

ويمكن إيجاد الدقة في التركيب بالعلاقة التالية :

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

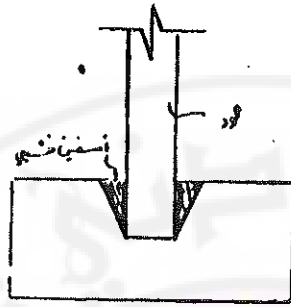
حيث $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \dots + \Delta_n$ مجموعة الانحرافات لمقاييس العناصر المسبقة الصنع المؤلفة من انحراف التركيب أو انحراف وصل الوصلات الانشائية أو الانحراف الناتج عن خطأ أثناء الصنع فكلما كان هذا العامل أقرب إلى الواحد كانت الدقة أكبر في التنفيذ ونوعية أفضل لتركيب العناصر • وهنا حد أعظمي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

٩-٣ تثبيت العناصر :

— تثبيت مؤقت للعناصر

بوساطة الآلات

— تثبيت دائم للعناصر

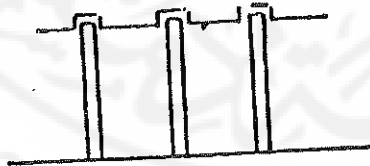


الشكل (٢ - ١٤)

— تلزمنا لعملية التثبيت المؤقت للعناصر أجهزة للمحافظة على توازن الناصر .
 . ماء لحم الوصلات بين العناصر . ولا يجوز لحم الوصلات بين العناصر قبل التثبيت المؤقت لها .

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

ويمكن استخدام بوارى تتداخل مع بعضها لتغيير الأبعاد . . .

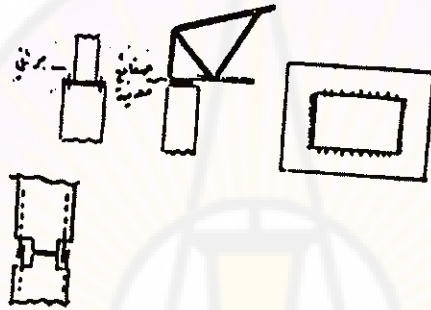


الشكل (٣ - ١٥)

— أما التثبيت الدائم للعناصر • فيتم بعد التثبيت المؤقت حيث تقوم بعملية لحام كهربائي للوصلات الانشائية بين العناصر •

إما أن يتم اللحام لحديد التسليح البارز من كل عنصر عند نقاط الارتكاز أو أن يتم لحام الصفائح المعدنية المتوضعة عند الفواصل بين العناصر •

— يجب إجراء دراسة مسبقة للفواصل الانشائية والوصلات بين العناصر قبل عملية التثبيت الدائم •

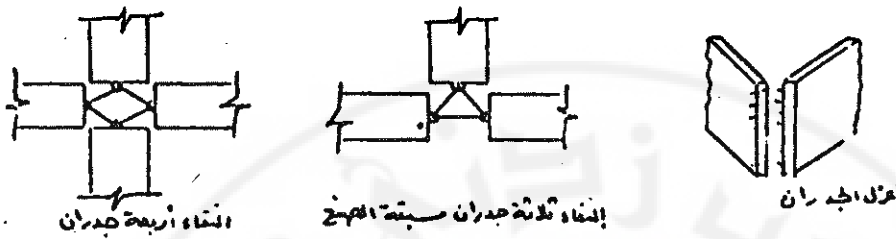


الشكل (٣ - ١٦)

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 .

٣-١٠ الوصلات ومعالجة الفواصل في المسبق الصنع :

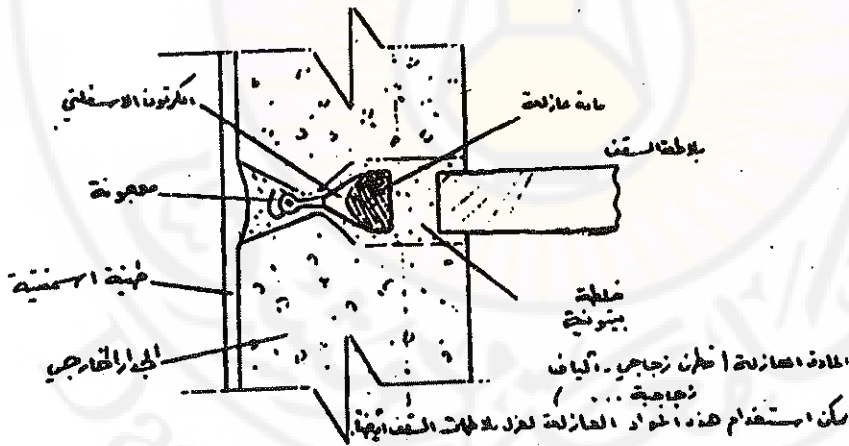
- ١ — وصل حديد التسليح باللحام الكهربائي •
- ٢ — الوصل يتم باللحام وذلك للصفائح المعدنية الموضوعة عند نقاط اتصال العناصر مع بعضها •



الشكل (٣ - ١٧)

هنا معالجة نقاط الاتصال وذلك من الناحية الانشائية من حيث نقل
الحمولات من عنصر لآخر .

— ويجب معالجة حديد التسليح أيضا لمنع من الصدا وذلك بطلائه بسواد
عازلة أو تغليف التسليح بمواد معدنية كالألومنيوم Al والتوتياء Zn .



الشكل (٣ - ١٨)

طريقة عزل فاصل الجدار الخارجي مع بلاطة السقف المتكرر



- بلاطة مفرغة -



- بلاطة مفرغة -

الشكل (٣ - ١٩)

وتعالج الوصلات أيضاً بوضع عازل للرطوبة والحرارة ... كذلك عازلة للصوت ويجب تعبئة هذه الفواصل بالمواد العازلة التالية :

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

- البلاطة المسبقة الصنع (قد تكون مفرغة أو غير مفرغة) حسب حاجتنا لعزل الصوت .

تعد معالجة الفواصل بين القطع البيتونية مسبقة الصنع من العمليات التكنولوجية الرئيسة أثناء اشادة المبنى فهي تحدد نوعية نقاط الوصل وديموميتها وديمومة البناء مسبق الصنع بشكل عام فيجب أن تكون نقاط الوصل متينة وقادرة على تحمل جميع المحاولات الداخلية والخارجية .

- تنفيذ الوصلات بين القطع بطريقتين :

إما باللحام الكهربائي لتحديد التسليح أو بطريقة لحام الصفائح المعدنية المتوضعة في أسفل العناصر المسبقة الصنع وفي نقاط الوصل بالتحديد .

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

— أما المواصل المستخدمة ضد الصدأ فهي الطريقة الميكانيكية الكهربائية أو الطريقة الكيميائية الكهربائية وتتضمن : تليس حديد التسليح الملحوم بين الوصلات بمادتي الألمنيوم والتوتياء السائل ، كما يفضل طلاء مناطق الوصل الملحومة بالدهان الخاص ضد الصدأ .

— كما تستخدم المواد البوليميرية للزل كالبولي إيتلين .

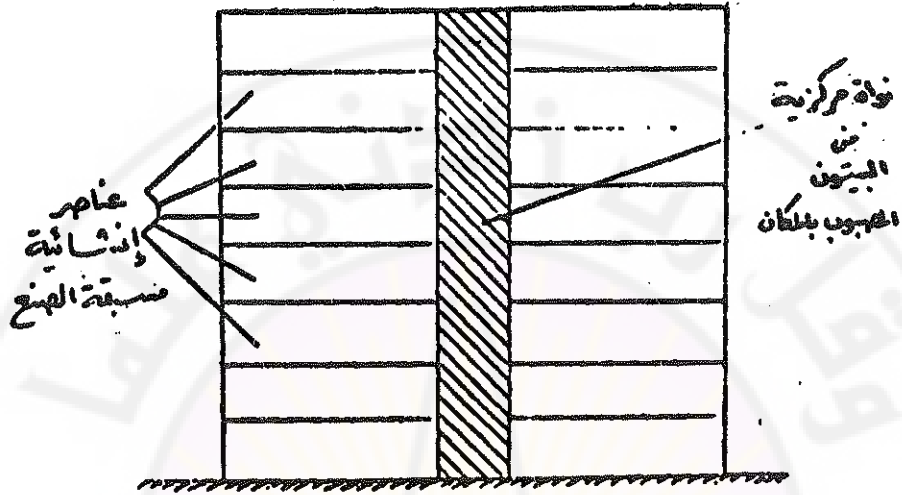
أما بالنسبة لزل الوصلات بين الجدران فيفضل استخدام مواد واقعية مثل المعجونة التي تؤمن عزل جيد للرطوبة والحرارة .

كما تستخدم مواد أخرى للزل ضد الحرارة والصوت مثل الألياف الزجاجية أو القطن الزجاجي أو تستخدم أحياناً مادة الكرتون الإسفلتي لتأمين العزل الجيد ضد الرطوبة .

وبعد وضع هذه المواد العازلة يجب ضخ الخلطة البيتونية التي تكون بمثابة الطينة الاسمنتية للجدران حتى يتم تغليف الفتحات كافة بين المواد العازلة والسطح الخارجي للمبنى .

١١-٢ تركيب الأبنية الهيكلية المائيلة :

عند تركيب الأبنية المائلة المكونة من الجمل الانشائية التالية :



الشكل (٣ - ٢٠)

٢ - الأبنية العالية الهيكلية 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 يتتوية مسبقة الصنع .

قبعد تركيب هذه النواة المركزية يتم تركيب العناصر الأخرى حول النواة ، ويفضل أن يتوازن التركيب للنواة وللعناصر الأخرى . أو أن يسبق تركيب النواة المركزية تركيب باقي العناصر ولا يجوز العكس .

عند تركيب الأعمدة في هذه الجملة الانشائية • وهي العناصر الانشائية الأولى في التركيب بعد الأساسات، يفضل تركيب كل (٤) أعمدة مع بعضها حتى تتمكن من استخدام الأجهزة اللازمة للتأكد من دقة التركيب ، فهناك جهاز يثبت في الوسط بين الأعمدة الأربعة ويمطينا مؤشرات دقة التركيب •

أما بالنسبة لتركيب الطوابق في الأبنية العالية مسبقة الصنع فلا يجوز الانتقال من تركيب طابق لآخر إلا بعد الانتهاء من تركيب الطابق الأول •

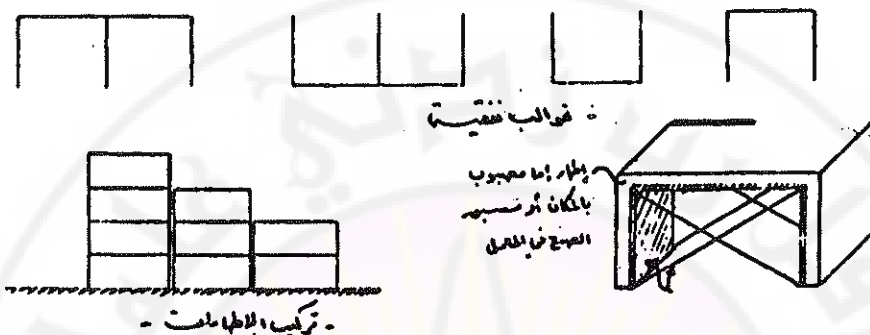
ب - الأبنية الهيكلية العالية التي تحتوي على عناصر مشتركة من المصبوب بالمكان مسبق الصنع :

ففي هذه الجملة الانشائية يفضل إقامة النواة المركزية من البيتون المسلح المصبوب بالمكان ولذلك تستخدم رافعة برجية تنتقل بالاتجاه العمودي موازية لاتجاه تركيب العناصر كما تستخدم رافعة برجية ولكنها تسير بالاتجاه الأفقي على سكة حديدية منصوبة بجانب المبنى لتركيب العناصر البيتونية مسبقة الصنع • لذلك في الأبنية العالية يفضل دائماً استخدام رافعتين تختص كل رافعة بتركيب عناصر انشائية معينة •

في الأبنية العالية المؤلف من الجملتين الانشائيتين السابقتين إذا كانت تحتوي على ارتفاعات كبيرة أكثر من ٥٠ م وعدد طوابق أكثر من (١٢ - ٢٠) طابق ، يجب تمكين الوصلات الانشائية بين النواة المركزية والعناصر الانشائية التي تتصل مع هذه النواة حتى يتمكن المبنى من مقاومة الحمولات الأفقية الناتجة عن حمولات الرياح وغيرها •

ج - الجملة الانشائية المكونة من عناصر جدارية مسبقة الصنع (الاطارات) :

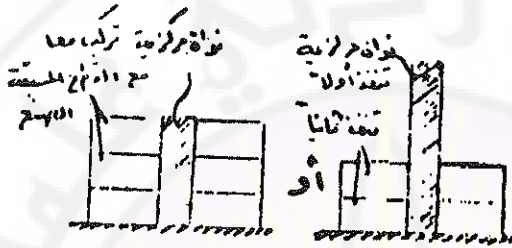
من المعروف أن العناصر البيتونية مسبقة الصنع يمكن تصنيفها بشكل الطارات وهذه الاطارات تشكل جملة انشائية من جدران حاملة وغير حاملة • ومن حسناتها أنها :



الشكل (٣ - ٢١)

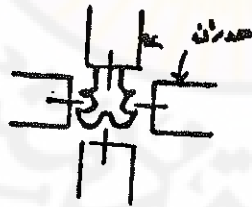
- ١ - تختصر عدد القطع البيتونية مسبقة الصنع .
- ٢ - تختصر عدد الوصلات بين العناصر ، وبخاصة عندما تكون معالجة الوصلات صعبة بالنسبة للجهة المنفذة ، لذلك يتم اختيار هذه الجملة الانشائية .
- يفضل البدء بتركيب الأبنية العالية في هذه الجملة الانشائية من تركيب الجدران المكونة لبيت الدرج والمصعد ، أو بعبارة 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 تركيب الجدران الخارجية الحاملة والجدران المؤلفة لزوايا المبنى « الطرفية » . ثم يتم تركيب باقي الجدران الداخلية حتى تتمكن من نقل الحملات الى الجدران الحاملة بالدرجة الأولى .



الشكل (٣ - ٢٢)

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 اطارات ، على أن تكون الرافعة بمكان قريب لتركيب العنصر مسبق الصنع .

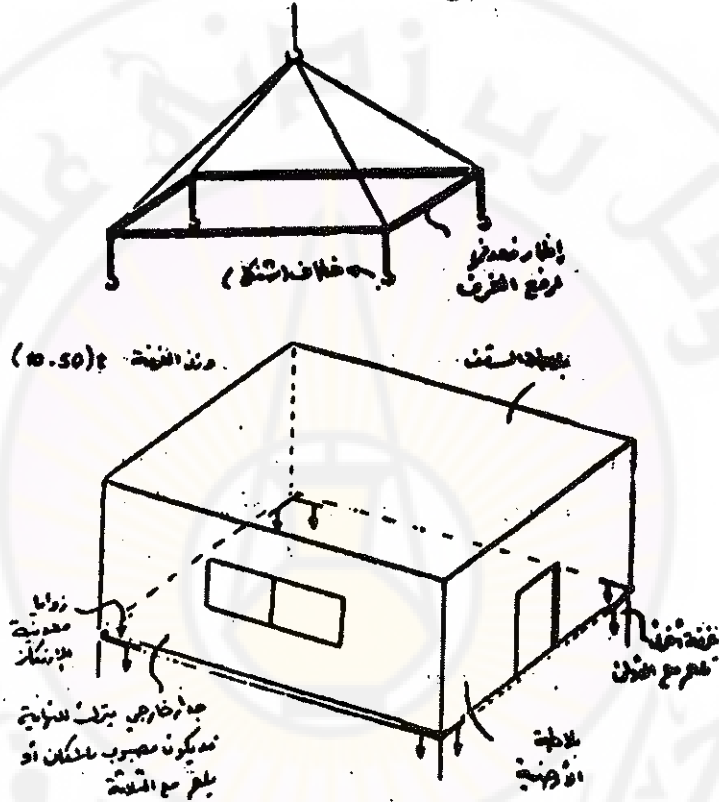


الشكل (٣ - ٢٣)

د - الجملة الإنشائية المألوفة 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 :

يتم استخدام العناصر الإنشائية المكونة من غرفة جاهزة مسبقة الصنع آخر مرحلة بالنسبة لتطور الأبنية مسبقة الصنع .

فهذا النوع من العناصر يختصر عدد الوصلات والفواصل الإنشائية بين العناصر كما يختصر الزمن اللازم لتركيب كل عنصر على حدة .

فاختصار عدد العناصر يبين عدد الأزمنة المكتسبة أثناء التركيب .

— تألف مجموعة العمال اللازم لتركيب الغرف الجاهزة من (٤) عمال، وهم :

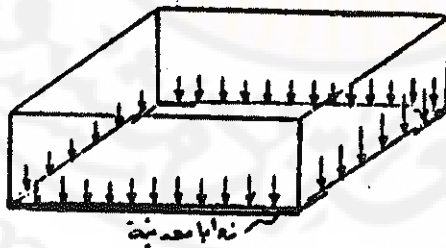
- أ. — عامل واحد يقوم بربط شناكل الغرفة بجبال الرافعة .
- ب — عاملان يقومان بتركيب الغرفة الجاهزة في مكانها من المبنى .
- د — عامل وهو سائق الرافعة نفسها .

كما يمكن أن يقوم عمال التركيب بلحم الوصلات أو معالجة الفواصل بين الغرف أو قد يكون أحياناً عاملاً متخصصاً بلحم الوصلات الانشائية .

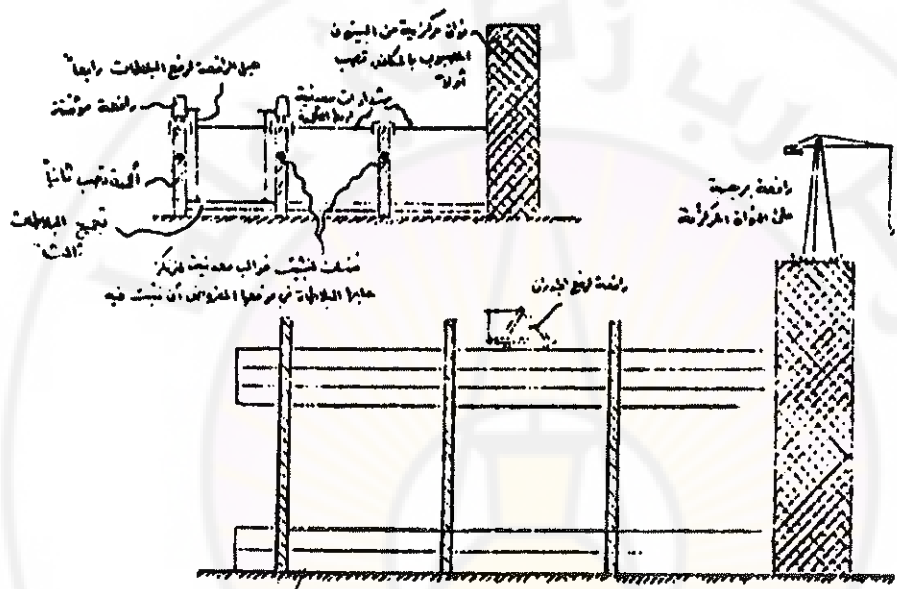
— عند البدء بعملية التركيب يجب صب خلطة بيتونية في المكان الذي يجب أن ترتكز عليه هذه الغرفة . وبعدها يقوم عامل الرافعة بتنزيل الغرفة الجاهزة الى مكانها في المبنى . ووظيفة عمال التركيب موازنة الغرفة في مكانها ثم اجراء التثبيت النهائي للغرفة .

يجري ارتكاز الغرف الجاهزة إما بواسطة الزوايا الأربع أي الحمولة موزعة على الزوايا الأربع وعند صناعة الغرفة الجاهزة يجب وضع زوايا معدنية في الزوايا الأربع للغرفة لتؤمن انتقال الحمولة من الأعلى الى الأسفل .

وقد يكون ارتكاز الغرف الجاهزة على سائر المحور السفلي للغرفة وبذلك تكون الحمولة موزعة بانتظام على سائر طول المحور السفلي للغرفة .



الشكل (٣ - ٢٥)



النكل (٣ - ٢٦)

١٢-٣ طريقة رفع البلاطات :

(في مناطق وعرة ومناطق جبلية حيث يصعب تحريك الرافعات فيها وتوضعها)
وهي طريقة منتشرة كثيراً .

ملخص حول الطريقة :

تستخدم طريقة رفع البلاطات لبناء الأبنية العالية مسبقة الصنع والتي تحتوي على نواة مركزية مصبوبة بالمكان . وهذه الطريقة منتشرة في المناطق المعرضة لهزات أرضية أو في المناطق الجبلية التي لا تسمح بحركة الروافع البرجية حول المبنى . ومحتوى هذه الطريقة :

— في البداية يصب جزء من النواة المركزية المصنوعة من البيتون المصبوب بالمكان ، وأثناء ذلك تركيب الأعمدة لطابق أو اثنين معاً كما تربط هذه الأعمدة مع بعضها بشدادات معدنية وعلى رأس كل عمود تركيب رافعة . حتى تتمكن من رفع بلاطات الأسقف المجمعة على الأرض في أسفل الأعمدة .

— بعد رفع هذه البلاطات الى مستوى معين تثبت هذه البلاطات بشكل مؤقت برأس الأعمدة ثم يستمر تركيب الجزء الباقي من الأعمدة الى مستوى معين أو الى آخر مستوى يصل اليه البناء العالي . 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 أو أكثر . .
ويتم رفع البلاطات وتركيب الأعمدة أيضاً على مراحل .

أو يمكن أن يكون على مرحلتين فقط حيث يتم تثبيت بلاطة السقف الأخير وبعدها باقي البلاطات حتى نصل للطابق الأول من الأعلى الى الأسفل .

وتستخدم رافعة سيارة تركيب على بلاطة السقف الأخير لرفع الجدران بين الطوابق سواء أكانت جدران داخلية أم خارجية للمبنى .

١١-٢ تركيب المنشآت المائية المنفذة من البيتون المسلح المسبق الصنع :

١ - المتطلبات العامة :

قبل البدء بعملية التركيب يجب التأكد من صحة القواعد ودقة تنفيذها وقاع المنشآت المصبوبة في المكان وبخاصة أبعاد هذه القواعد وأمكنة وصل العناصر المسبقة الصنع مع الأجزاء المنفذة من البيتون المصبوب في المكان وأيضا دقة مناسيب هذه الأجزاء .

يجب بغض النظر عن أساليب التركيب المتبعة العناية الفائقة بثبات العناصر المراد تركيبها وأمان وصلها بعضها مع بعض أو مع الأجزاء المنفذة من البيتون المصبوب في المكان .

تحدد دقة تركيب العناصر الانشائية بنسبة تقارب الأبعاد الحقيقية (الواقعية) للعناصر ودقة أمكنة توضعها الى دقة الأبعاد المطلوبة لهذه العناصر وأمكنة توضعها المطلوبة أيضا ، أي أن نوعية التركيب الجيد تحدد بدقة التصنيع ودقة التركيب ضمن حدود التسامحات المقبولة . نراقب دقة التركيب بشكل مستمر ومع تطور عملية التركيب من حين الى آخر نقوم بالقياسات اللازمة من أجل تحديد جودة التركيب .

٢ - تكنولوجيا تركيب المنشآت المائية ذات الاشكال المختلفة القائمة :

١ - تركيب أحواض الترسيب المسطحة :

واضح في حسابنا أبعاد مثل هذه المنشآت الكبيرة في المسقط الأفقي تنفذ عملية تركيب مثل هذه المنشآت بالروافع التي تستطيع السير والتنقل على أرضية القاع المنفذة من البيتون المصبوب في المكان وذلك بشكل مواز للجدران المراد تركيبها . (انظر الشكل ٣-٢٧) .

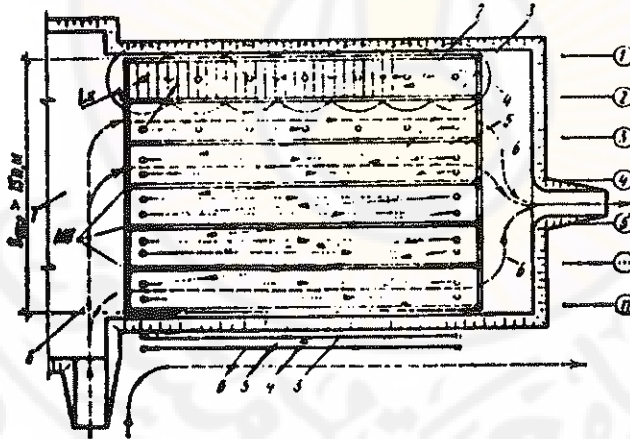
تركب الجدران إما بالاسلوب المنفصل أو بالاسلوب المركب مع بلاطات التغطية وذلك برافعة واحدة وبمسار واحد .

مثال ذلك :

تركيب حوض ترسيب استطاعته ٣٠٠ ألف م^٣/باليوم ، والمؤلف من ١٠ حارات (كريدورات) عرض كل منها يساوي ٦ م المقدم على الرسم (٣ - ٢٨) تتم عملية التركيب من وسائط النقل ، حيث تبدأ عملية التركيب من الكريدور الأوسط على المحور (E - D) ثم تتابع عملية التركيب بحركة الرافعة حول الجزء المركب (حركة الرافعة دائرية) - يؤمن هذا الاسلوب امكان البدء بأعمال معالجة الوصلات وصيها بدءاً من الحارات المتوسطة .

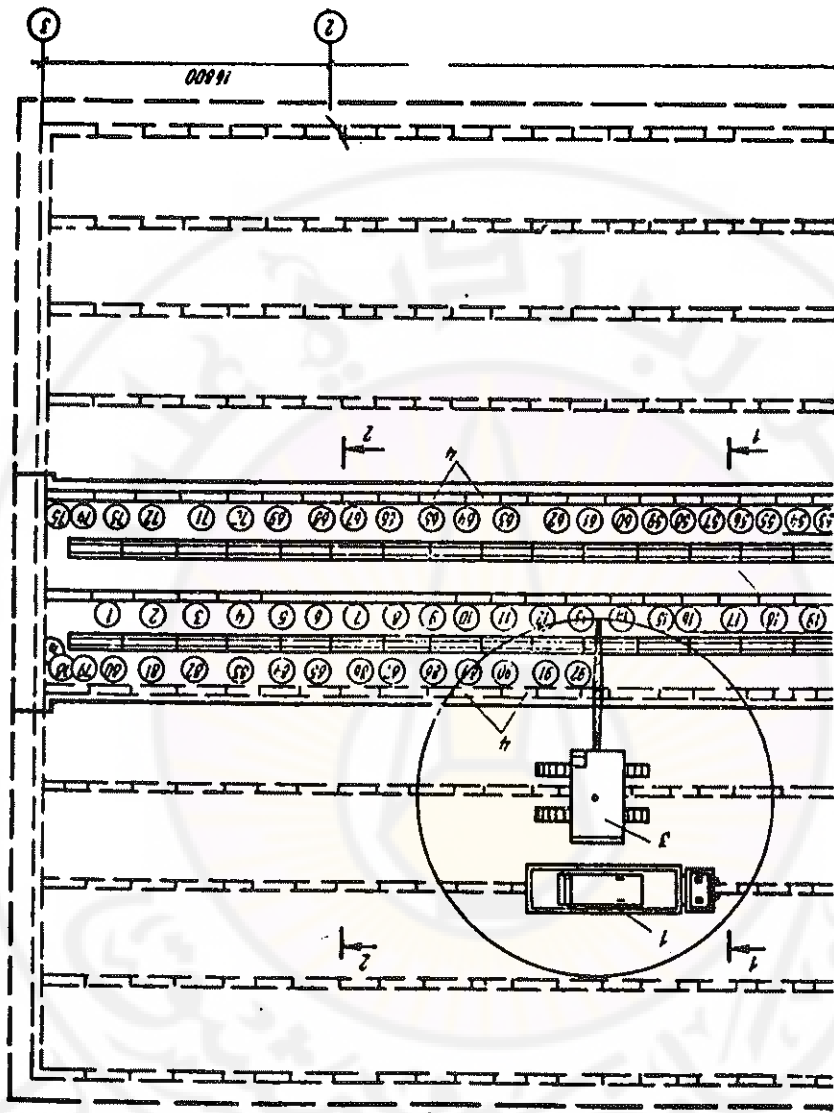
يبدأ تركيب الجدران في الحارات IV ... III بعد اتمام الأعمال اللازمة في الحارات السابقة مما فيها عمليات معالجة الوصلات وتنفيذ الشينجات الحازمة المصبوبة في المكان وأيضا عمليات تركيب القواطع على المحور رقم (٢) والبواري التكنولوجية وبلاطات التغطية .

يمكن تركيب أحواض التوسيب المسطحة بالاسلوب المنفصل حيث تقوم احدى الروافع ذات القدرة الكبيرة بتركيب جدران الحارات ورافعة ثانية (تتبع الرافعة الأولى) أقل حمولة تقوم بتركيب بلاطات التغطية .



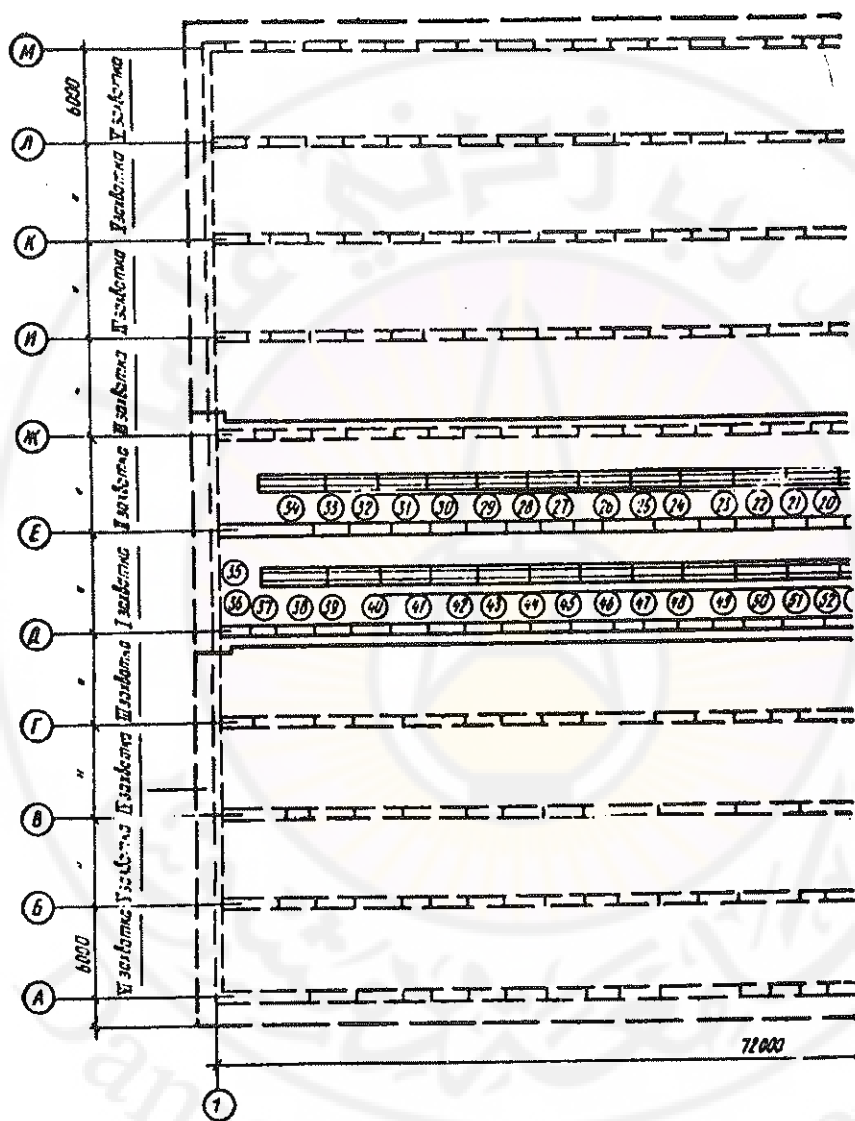
الشكل (٢ - ٢٧)

- ١ - مكان توقف الرافعة ٢ - محور مسار تحرك الرافعة التي تقوم بتركيب الجدران الثابتة لكريدور الاول ٣ - كذلك للكريدور الثاني ... وما يتبعه
- ٤ - مسار الرافعة عند تركيب بلاطات السقف ٥ - مسار رجوع الرافعة
- ٦ - مسار حركة معدات النقل ٧ - حفرة الفلتر
- ٨ - M القسم المصبوب في المكان LK دراج الرافعة عند تركيب البلاطات والجدران



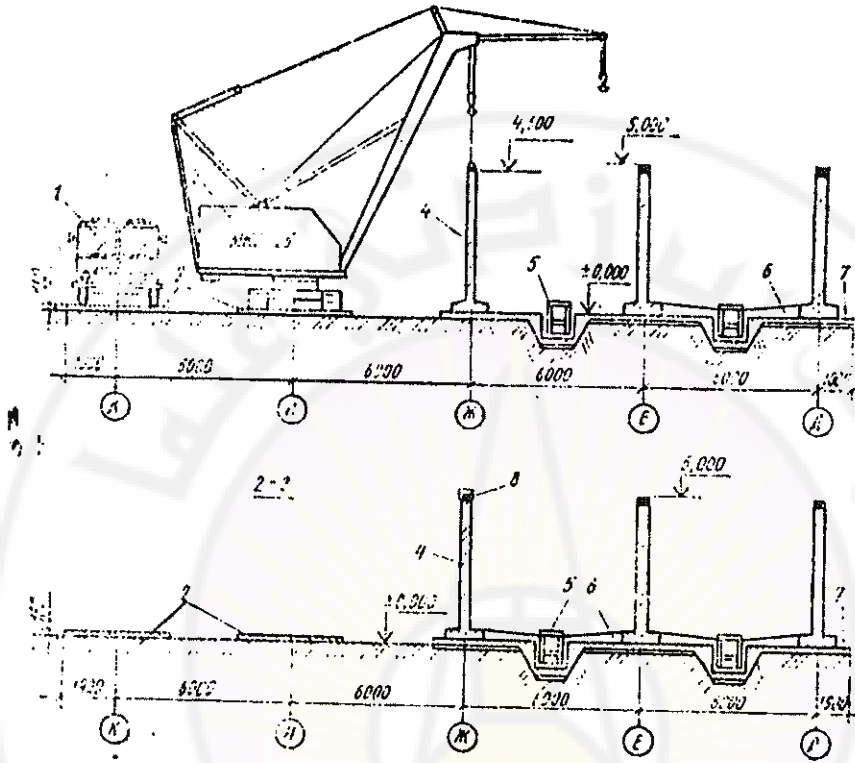
(الشكل ٢٨ - ٣)

- مخطط تركيب محطة ترسيب برافعة سهمية
 ١ - ناقلة جدران ٢ - طريق مؤقت مفروش ببلاطات مسبقة الصنع
 ٣ - الرافعة ٤ - جدران الكريدور
 ٥ - قالب للبوارى لتمزيل الرواسب ٦ - القاعدة المصبوبة في المكان
 ٧ - قاعدة بيتونية ٨ - قالب لصب شيناج بيتون مسلح



البيع النكل (٢٨ - ٣)

— ٢١٤ —



نقوم ميدئياً 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 لوسائط التسليح . أو للمصنّاع المنسوجة على الوجوة الجانبية لهذه الجدران .

تركيب محطات التنفية :

تلخص صعوبات عملية تركيب محطات التنفية أن مثل هذه المحطات تتوضع داخل الابنية وتحتاج الى التبعة بالمواد المستخدمة للفترة .

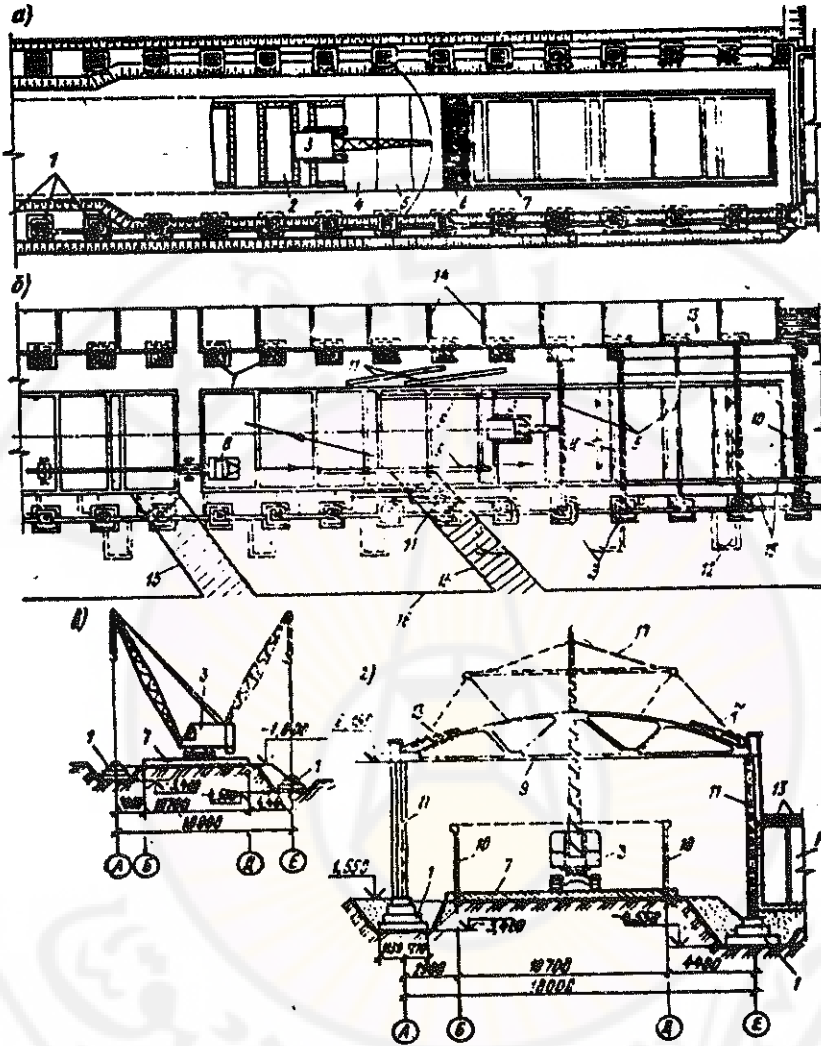
عند انشاء محطات التصفية نحتاج لترتيب فلاتر أحادية الصفوف وأحياناً ثنائية الصفوف أشكال ترتيب أحادية الصفوف مقدمة على الرسم (٢٩٣-٢) ، حيث نبدأ أولاً بتنفيذ الاعمال الترابية وبعد ذلك نقوم باشاء الاساسات اللازمة لأعمدة مبنى المحطة ومباني الخدمات والادارة وأيضاً نقوم بصب قواعد الفلاتر اللازم تنفيذها (المرحلة الأولى الشكل ٢-٣) .

بعد ذلك تبدأ أعمال المرحلة الاساسية (الثانية) والتي تتضمن أعمال ترتيب الهيكل والفلاتر نفسها الشكل (٢٩٣-ب) .

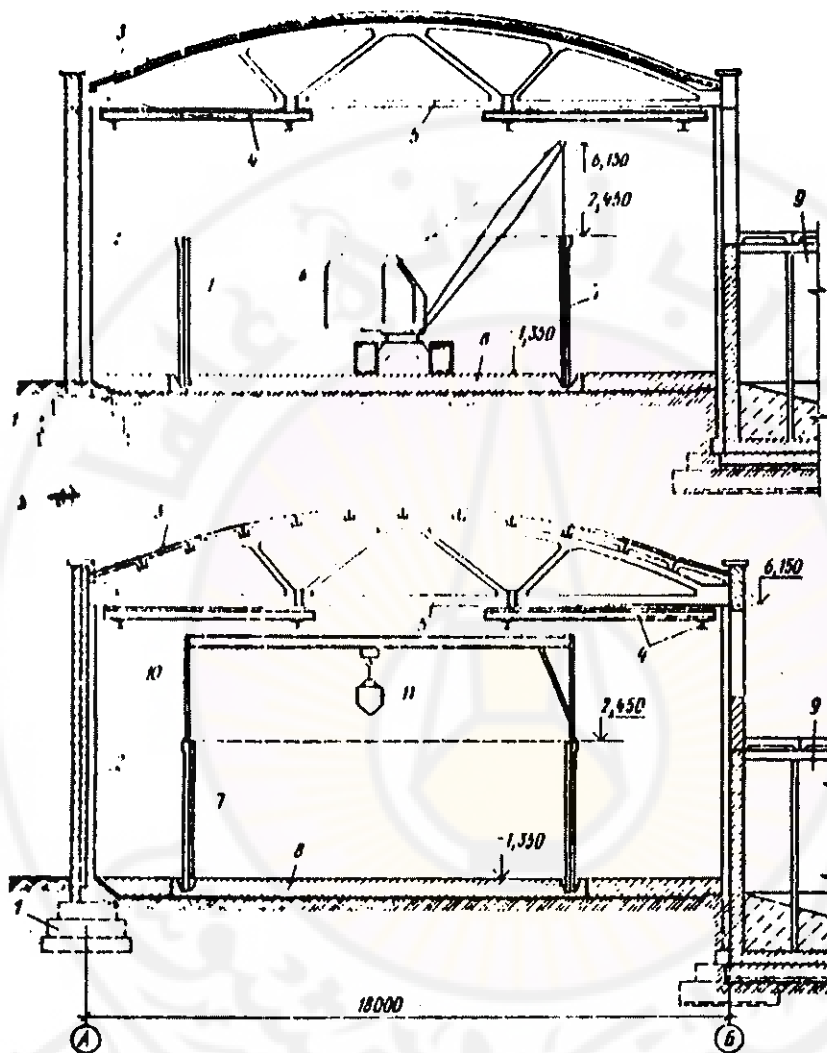
تم عملية الترتيب وفق التسلسل التالي: في البداية نبدأ بترتيب هيكل المبنى ثم بعد ذلك نبدأ بترتيب الفلتر .

ترتيب أعمدة المبنى والجوائز الشبكية وبلاطات الاسقف يتم باستخدام رافعة سهمية تسير على جنزير ، وتسير هذه الرافعة على قاع الفلاتر انظر الشكل (٣ ، ب ، ٤ ، ٥ ، ٥ ، ٥ ، ٥) حيث يتم جلب العناصر الى مكان يقع ضمن مجال عمل الرافعة ، بعد ذلك تتم عملية ترتيب المعدات التكنولوجية والمؤلفة من البواري الناقلة للمياه وبوابات الاغلاق بعد أن تتم عملية ترتيب المبنى بما في ذلك السقف فاننا نستخدم رافعة سهمية تسير على جنزير ولكنها ذات ذراع قصير تسير هذه الرافعة أيضاً على قاع الفلتر انظر الشكل (٣-٣-٢) .

تتم عملية معالجة الوصلات والفواصل وترتيب قنوات التصريف بشكل مواز لعملية ترتيب جدران الفلاتر وبعد ذلك تتم عملية الاختبار الهيدروليكي ، ولكن كما اثبتت التجربة فإن ترتيب كل عناصر الفلتر في وقت واحد غير عملي ، حيث في حالة سوء تنفيذ الوصلات ومعالجتها (والتي يمكن اكتشافه فقط بعد الاختبار الهيدروليكي ، يصب علينا معالجة الخلل أو التسريب ، ولذلك فلن قنوات التصريف من الأفضل تركيبها بعد الاختبار الهيدروليكي وبعد معالجة التسرب المكتشف .
لما قنوات التصريف فيتم تركيبها بواسطة الروافع الجائزية أو الجسرة والتي تتحرك على سكة متوضعة على جدران الفلاتر . انظر الرسم (٣-٣-ب) .



- الرسم (٣١ - ٢٩) مخطط تركيب محطة تصفية استطاعتها ٢٠٠ ألف م^٣/اليوم
- ١ - الاساسات ٢ - مأخذ ٣ - رافعة سهمية حمولتها ٢٠ طن
 - ٤ - قاعدة بيتونية ٥ - اسفلت ٦ - شبكة تسليح
 - ٧ - قعر الفلتر من البتون المسلح ٨ - ناقله جوائز شبكية
 - ٩ - جوائز شبكية بيتونية مسلحة مسبقة الصنع طولها ١٨ م
 - ١٠ - جدران الفلتر ١١ - اعمدة المبني ١٢ - آبار ١٣ - بلاطات التفطية
 - ١٤ - حارات (كريدورات التصفية) ١٥ - مداخل ١٦ - طريق مؤقت
 - ١٧ - مملات رافعة لتركيب الجوائز الشبكية



- الرسم (٣ - ٣٠)
- ١١ - أساسات الفلتر - ٢ - الأعمدة - ٣ - بلاطات التغطية - ٤ - رافعة جاذبية
 ٥ - جاذب شبكي - ٦ - رافعة سهمية قصيرة الذراع - ٧ - جدران الفلتر
 ٨ - قاعدة مصبوبة في المكان - ٩ - حارات الترسيب
 ١٠ - رافعة جبرية - ١١ - قناة الفلتر

١٤-٢١ تركيب خزانات المياه المربعة أو المستطيلة :

المقطع : شكل الم.صر المسبقة الصنع وأبعادها لمثل هذه المنشآت تحدد طرائق عملية التركيب وتسلسلها .

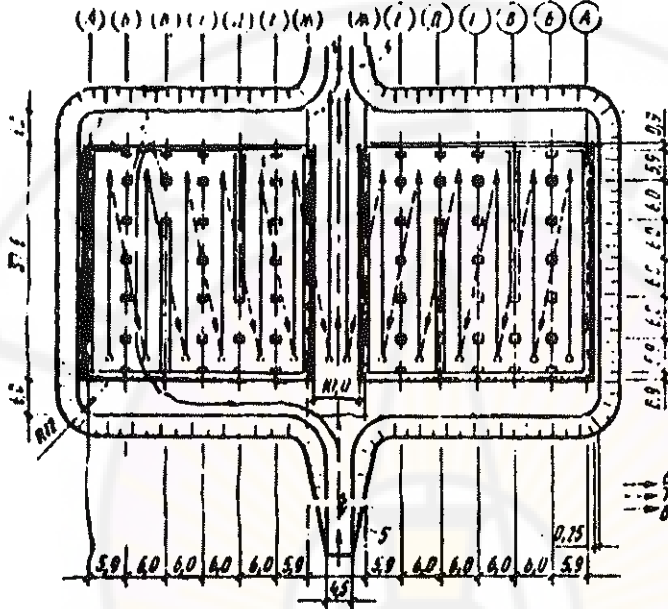
لتركيب الخزانات مختلفة السعة تستخدم عناصر انشائية موحدة الشكل وذات اعداد أشكال قليلة (بلاطات جدارية ، حواجز ، قواطع عناصر أساسات كأسية الشكل ، الاعمدة ، الجوائز الرئيسة والثانوية وبلاطات التغطية) .

إن توحيد وأقيسة مجازات الاعمدة وطول الجوائز والبلاطات تجعل عملية التركيب غير متعلقة أو غير مرتبطة بسعة الخزان .

عملية تركيب الخزانات والتي أبعادها في المسقط ليست كبيرة تتم برافعة تتحرك حول الخزان على حواف التربة المحيطة بمكان الخزان أو موقعه أما الخزانات المتوسطة وكثيرة الابعاد فعملية تركيبها يمكن أن تتم بروافع تتحرك على أرضية الخزان نفسه . انظر الشكل (٣ - ٣١) .

عملية تركيب عناصر الخزان الانشائية من الافضل القيام بها على قطاعات عمل متساوية الابعاد (الحجم) .

مجموعة الاعمال اللازم القيام بها في كل قطاع يفضل أن تقوم بها ثلاثة طواقم عمل .



النسكل (٣ - ٣١)

مخطط حركة الرافع عند تركيب خزانات عدد (٢) للمياه

١ - جدران ٢ - أعمدة ٣ - قواطع داخلية

٤ - ٥ - مداخل ومخارج لحفرة الخزان ٦ - (←) حركة الرافعة محملة

٧ - (← - -) حركة الرافعة فارغة ٨ - (← . -) اتجاه حركة الناقلات

المجموعة الأولى :

تقوم بتركيب البلاطات الجدارية والاساسات والكأنية .

المجموعة الثانية :

تقوم بتركيب الاعمدة والقواطع الداخلية وتقوم بمعالجة الوصلات والفواصل .

المجموعة الثالثة :

تقوم بتركيب جوائز التغطية وبلاطات التغطية .

تسلسل عملية التركيب يجب أن يؤمن ثبات ومتانة العناصر المركبة ضمن كل قطاع .

واضعين في الحسبان الأبعاد الكبيرة لمثل هذه الخزانات فان عملية التركيب تتم عادة بواسطة رافعة تسير على قاع الخزان .

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 أقل العناصر مما يؤدي الى سوء استخدام الروافع عند تركيب العناصر الخفيفة . عند ذلك عند استخدام مثل هذا الأسلوب فاننا سنضطر الى زيادة ازدحام العناصر في مكان ضيق ضمن مجال عمل الرافعة مما يؤخر تنفيذ الاعمال ويعيق تنفيذ بعض الاعمال الواجب القيام بها لهذا يفضل الأسلوب المجزأ والمشارك . حيث يتم استخدام رافعتين واحدة ذات حمولة كبيرة والاخرى ذات حمولة صغيرة .

١٥-٣ وضع دراسة لاعمال التركيب :

بعد وضع دراسة لاعمال التركيب الجزء الاساسي والمتمم للدراسة الانشائية،

فدراسة أعمال التركيب يجب أن تتضمن أكثر الحلول التكنولوجية والتنظيمية
تطورا والتصادية . ويجب أن تضع هذه الحلول في حياجا الأمان وصيانة أعمال
التركيب .

وعند وضع هذه الدراسة يجب أن يوضع في الحبان مساحات التركيب
وامكان تنظيم الاعمال وامكان استخدام الأجهزة (من أجهزة رفع الى أجهزة نقل
الى أجهزة مساعدة 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 دقيقة ومحددة للحلول التنظيمية والتكنولوجية
لأعمال التركيب وعلى أساس استطاعة المصانع مسبقة الصنع لتنفيذ الورشة
بالعناصر الانشائية كافة المطلوبة للتركيب .

ثم وضع مخطط زمني « مخطط شبكة » يتضمن تقسيم المشروع الى مناطق
عمل حسب الأزمدة المقترحة لتنفيذها . كما يجب تحديد على المخطط أماكن سير
آليات النقل والرافعات ومجال عمل الرافعات .

ثالثاً :

اختيار طرائق التركيب مع تحليل كامل ومفصل لأنواع الآليات المستخدمة
للتتركيب .

رابعاً :

تحديد المؤشرات الاقتصادية للطرائق المقترحة للتركيب واختيار الطريقة الأفضل اقتصادياً للتنفيذ .

خامساً :

وضع الشروط والطلبات الإضافية في المصانع مسبقة الصنع عند إجراء التعديلات الانشائية على القطع أو العناصر .

سادساً :

وضع خرائط مساحية للمشروع وخرائط أعمال التنفيذ .

سابعاً :

وضع الشروط الفنية الواجب اتباعها من أجل صيانة العمل والحفاظ على سلامة العمال والفنيين أثناء التنفيذ .

كل ذلك يجب أن يتلائم مع تحضير اضبارة المشروع التي يجب أن تحتوي الدراسة الانشائية ودائماً يجب أن يكون على اتصال ثابت ودائم المهندس الواضع لهذه الشروط مع المهندس المصمم من الناحية الانشائية .

مثال :

عند اختيار الروافع المطلوبة للتنفيذ ، يجب تحديد عدد الروافع المطلوبة للتنفيذ ، وتحسب من العلاقة التالية :

$$K = \frac{P \cdot K_r}{M_Q \cdot \Gamma_Z}$$

عدد الروافع المطلوبة للتنفيذ

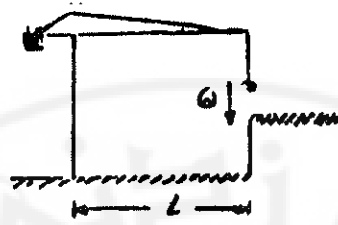
حيث :

- P — حجم أعمال التركيب لعناصر المنشآت مقدمة بال (m³) أو (t) .
- K_o — عامل تداخل أعمال الرافعات زمنيا (مثلا ٢ ساعات عمل ليوم واحد) .
- M_Q — الانتاجية الوسطية للرافعات مقدرة أيضا بال (m³) أو (t) .
- T_Z — الزمن اللازم للتركيب والمدرّوس سابقا بمعرفة زمن تركيب كل عنصر .
- ويفترض ٨ ساعات عمل في اليوم الواحد .

— الشروط التي يجب تحديدها لاختيار الرافعة :

- ١ — الارتفاع التركيبي .
- ٢ — عتق التركيب .
- ٣ —
- $Q = \sum Q_1 + Q_2$ الثقل الذي تصمم عليه الروافع « الثقل المرفوع » .
- Q_1 وزن العنصر المراد رفعه .
- Q_2 وزن عدة الرفع .
- ٤ — عزم الرافعة $M = Q \cdot L$
- يجب تحديد معدل مكثنة الآليات في البناء :

$$n = \sum (Q_1 + Q_2)$$



الشكل (٣ - ٢٢)

حيث :

n — معدل استخدام الآليات في البناء (أو معدل مكنتة الآليات) .

Q_1 — عدد الرافعات المستخدمة .

Q_2 — عدد الآليات الأخرى المستخدمة .

— يجب أن يتوازن n مع الشرط الأول والثاني :

١ — عدد العناصر المركبة .

٢ — عدد المرات أو الأزمات اللازمة لرفع العناصر .

الشرط الأول والثاني في الأعمال $n < 1$.

— يتم عمليا تحديد عدد العناصر وعدد المرات ومنها يتم تحديد n

وعدد الرافعات والآليات وذلك للاقتصادية .

والتوازن بين الآليات والعناصر المستخدمة يوصل إلى شيء اسمه برمجة التنفيذ .

١٦-٢. انتاجية التركيب :

- حساب الانتاجية :

يجب معرفة انتاجية عامل واحد في ساعة عمل واحدة m^3 ان كان العمل مسبق الصنع أو بيتونا مصبوبا بالمكان • وسنرمز للانتاجية بـ Q_n

$$Q_n = \frac{q_0 + \sum (q_1 + q_2 + q_3)}{V} \left[\frac{\text{عامل / ساعة}}{m^3} \right]$$

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 البيتون المسلح مسبق الصنع •

Q_n — انتاجية التركيب وتقدر بـ

m^3

عامل $\times$ ساعة

٢ - بعد حساب الانتاجية يجب وضع مخطط شبكي أو جدول زمني للأعمال المنجزة .

٣ - وضع دراسة اقتصادية لأعمال التركيب (في يوم أو شهر أو سنة) .

- وقبل التنفيذ هناك صيانة أعمال التركيب والتي يجب أن ينتبه اليها المهندس المنفذ أو المشرف .

١٩-٣ صيانة العمل أو الحفاظ على الامان اثناء التركيب :

يسمح القيام بأعمال التركيب للأشخاص أو العمال الذين تجاوزت أعمارهم (١٨) عاما والذين قد أتقنوا جيدا احدى المهن أو المتخصصين بتركيب العناصر الانشائية .

ويجب اجراء دورات تدريبية وتعليمية للعمال قبل بدء التركيب ، ويجب على المهندس المشرف على المشروع تنبيه العمال للمخاطر ارتكاب أخطاء في التركيب ، فالعمال المتخصصون لتركيب القطع البيتونية مسبقة الصنع وعلى ارتفاعات متفاوتة يجب أن يتمتعوا بلياقة بدنية وأن يمروا بفحوص طبية تسمح لهم بالتواجد على ارتفاعات كبيرة في الأبنية العالية .

بالنسبة لسائقي الرافعات بالاضافة الى إتقان مهنة القيادة للسيارات يجب أن يتعرفوا على طرائق تركيب العناصر مسبقة الصنع وأن يعرفوا جيدا المواصفات الفنية لآليات التركيب .

وبشكل عام يفضل أن يتخصص 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 العالية .

كما يجب أن يجهز عمال التركيب بالألبسة الخاصة أو الألبسة الواقية مثل :
غطاء الرأس وحزام حديدي للعمال الذين يقومون بتركيب العناصر على ارتفاعات
كبيرة .

كما يجب بناء المنصات والأدراج والسقائل المعدنية اللازمة بجانب المبنى أو
في داخل المبنى حتى يتمكن العمال من الوقوف عليها أثناء القيام بأعمال التركيب .

كما يجب نصب الحواجز حول خطوط سير الرافعات ، وكتابة اللوائح اللازمة
التي تحذر من الاقتراب من الرافعة أثناء تنفيذ أعمال التركيب .

كما يجب تركيب شبك معدني حول سقف الطابق الأول ليضمن سلامة العمال
من تساقط بعض الأجزاء في حالة ارتكاب الأخطاء في الطوابق العليا .

وقبل البدء باستخدام آلات الرفع يجب على المهندس المشرف التأكد من
سلامة الرافعة واستطاعتها لرفع الأثقال التي تزيد ولو قليلاً على أوزان القطع
البيتونية مسبقة الصنع .

وعند ظهور الرياح بسرعة من (10,8 → 13,8) m/sec على المهندس المشرف
على التنفيذ إيقاف أعمال التركيب لأن ذلك يشكل خطراً على العمال .

كما لا يسمح إطلاقاً بنقل الأشخاص بواسطة الرافعة المخصصة لرفع القطع
البيتونية مسبقة الصنع .

ويجب وضع أدراج خاصة أو روافع أخرى مخصصة لنقل الأشخاص .

الملحق (١)

تقانة تركيب منشآت البيتون المسلح

مسبق الصنع

- يجب عند دراسة مشروع تنفيذ أعمال تركيب منشآت البيتون المسلح مسبقاً الصنع أن توضع الأمور التالية في الحسبان:
- ١ - حجم مجموعة الأعمال التحضيرية الواجب القيام بها قبل القيام بأعمال التركيب الرئيسية .
- ٢ - تأمين استمرارية تنفيذ الأعمال وتتابها مع الاستخدام الأمثل والمتنظم للمواد والمعدات والآليات .
- ٣ - اتباع أسلوب المكننة المتكاملة باختيار الطواقم الأكثر اقتصادية بحيث تؤمن إمكان استخدام استطاعتها الانتاجية العظمى في ورديتين أو أكثر .
- ٤ - استخدام معدات ومنصات العمل النموذجية .
- ٥ - اختصار مساحات التخزين المرحلي في أرض الموقع إلى الحدود الدنيا وذلك واللجوء ما أمكن إلى التركيب من وسائل النقل .
- ٦ - الالتزام بقواعد الصحة المهنية وأمن العمل ومكافحة نشوب الحرائق .

مشروع تنفيذ الاعمال يحتوي جزئين رئيسين - المذكرة الحسابية - ومجموعة اللوحات والرسومات والمخططات ١٠ المذكرة الحسابية تتضمن ما يلي :

١ - وصف مختصر للمنشئ وللمعطيات الأولية اللازمة لوضع خطة تنفيذ أعمال التركيب .

٢ - اختيار مبدئي لطرائق تنفيذ الأعمال .

٣ - تحديد حجوم أعمال التركيب والنقل وأعمال معالجة القواصل والوصلات .

٤ - اختيار رافعة التركيب على أساس المقارنة الفنية والاقتصادية لعدد من الروافع المناسبة ، واختيار وسائل النقل ومعدات التركيب اللازمة .

٥ - شرح مبسط لعملية التركيب مع الرسومات والحسابات الضرورية وتنظيم وطرائق عمل العمال .

٦ - حساب عدد الروافع وآليات النقل ، ومعدات التركيب اللازمة .

٧ - حساب المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية للمشروع .

٨ - شرح للإجراءات والتدابير اللازمة لأمن العمل ومكافحة الحريق .

مجموعة اللوحات والرسومات والمخططات تحتوي ما يلي :

- مساقط ومقاطع المنشأ المراد تركيبه ، تبين لنا حدود أقسام جهات العمل ، والمخططات التقاية للمكينة المتكاملة لأعمال تركيب العناصر ، طرق ومسارات عمل الروافع وآليات النقل وأشكال تخزين العناصر في حالة التركيب من أماكن التخزين المرحلي في أرض المشروع . نبين على المقاطع العرضية الرافعة وهي حاملة لأكثر العناصر تميزاً مع بيان معدات التعليق .

٢ - أشكال تنظيم أماكن العمل عند تركيب عنصر ما .

٣ - أشكال تعليق العناصر ، وأشكال التثبيت للمؤقت ومعداته ، أماكن صب الفواصل .

٤ - المخطط الزمني لتركيب العناصر .

٥ - جدول الآليات والمعدات ومنصات العمل والمواد اللازمة .

٦ - المؤشرات الاقتصادية لتنفيذ المشروع مثل كلف تركيب طناب من العناصر ، إنتاجية العامل في الوردية الواحدة ، وزمن التركيب .

الاختيار المبني لطريقة التركيب ، وتحديد حجوم أعمال التركيب والنقل

والأعمال الإضافية في معالجة الفواصل والوصلات

العملية التكنولوجية لتركيب أي منشأ تتألف من عمليات نقل وأعمال تحضيرية ، وأعمال تركيب ، وأعمال إضافية وأعمال مساعدة .

نسب إلى مجموعة عمليات النقل : عمليات نقل العناصر المسبقة الصنع ، وعمليات نقل المواد والآليات ومعدات التركيب وآلياته .

أما مجموعة الأعمال التحضيرية ، فتتضمن عمليات تحضير الطرقات وإعدادها وعمليات تركيب آليات الرفع ومعداته ، تحضير المنصات والسلالم .

أما عمليات التركيب الرئيسة فتتضمن : عمليات ربط العناصر بمعدات التعليق ، وعمليات الرفع ، والنقل الأفقي المرحلي وعمليات التنزيل وعمليات التثبيت المؤقت .

أما العمليات الإضافية فتتضمن عمليات معالجة الوصلات وصب الفواصل وعزلها وتغطيتها .

أما العمليات المساعدة فتتضمن عمليات تركيب منصات العمل وتحريكها ونقلها .

تتعلق مكونات أعمال العمليات بوجودها التي تدخل في العمليات المتكاملة للتركيب بالخصائص الانشائية للمبنى أو المنشأ المراد تركيبه وأيضا بطرائق تنفيذ أعمال التركيب المتبعة ، وبالمعدات والآليات المستخدمة وعلى سبيل المثال إذا كنا نستخدم عند تركيب الاعمدة ما يسمى الركائز القالبية عند ذلك تلحظ الاعمال المساعدة التي ترتبط بتشيت هذه الركائز ومعالجتها ونقلها من مكان الى آخر . وإذا كانت بعض العناصر قبل رفعها يتم تجميعها في أرض الموقع فإن هذه العملية التي تتم في أرض الموقع تدخل ضمن العمليات التحضيرية تتطلب عملية نقل اضافية للعنصر المجمع من مكان تجميعه الى مكان رفعه .

عملية التركيب بعد ذاتها يمكن أن تتم إما من أماكن التخزين المرحلي أو من وسائط النقل مباشرة في المحلة الأولى تضاف عمليات التفريغ والتخزين /التكديس/ في أماكن التخزين أما في الحالة الثانية فإن هذه العملية لا ضرورة لها .

اختيار الرافعة أو مجموعة الروافع ، حسب المؤشرات الفنية والاقتصادية . لهذا تتم بعد تحديد حجوم الاعمال ولكن قبل ذلك لابد من التحديد المبدئي في المرحلة الأولى لنوع الرافعة (برجية ، جسرية ، ذاتية الحركة) (محمولة) على آلية مجنزرة أو على دواليب مطاطية) . والذي يحدد طبيعة حجم الاعمال اللازمة لمسك الحديدية للرافعة أو الطرقات اللازمة .

أظهرت خبرات البناء أنه لتركيب المباني الصناعية أحادية الطابق يفضل استخدام الروافع السهمية ذاتية الحركة أو المحمولة على جنزير أو دواليب مطاطية . أما المباني متعددة الطوابق فتفضل الروافع البرجية أو الجسرية . ومبررات ذلك تعود الى أن المباني الصناعية أحادية الطابق تتكون من عناصر ضخمة والتي تكون عادة قبل تركيبها متوضعة على مسافات متباعدة . (هذا بلاط الأسقف) ولذلك فإن كمية العناصر التي ستركب ، سيكون نصيب المتر المربع الواحد من مساحة المبنى

من العناصر اللازمة قليلاً جداً ، أما الامتداد والتوزيع الاقضي فهو كبير . وبالتالي ستطول مسافات مد السكك الحديدية المكلفة في حال استخدام روافع برجية .

تركيب المباني متعددة الطوابق من عناصر أقل ضخامة ولكن كميتهما على المتر المربع الواحد من مساحة البناء أكثر مما هو عليه في المباني أحادية الطابق ، ولذلك فإن نصيب الكلف الناتجة عن ضرورة مد السكك الحديدية التي ستلحق بالعنصر الواحد من المباني متعددة الطابق أقل بكثير مما هو عليه في المباني أحادية الطابق . وغير ذلك فإن الكتلة الكبيرة للعناصر والتباعدات الكبيرة بين العناصر في المباني أحادية الطابق غالباً لا تسمح باستخدام الروافع البرجية المتعارف عليها .

وهكذا فإن حجم عمليات النقل والعمليات التحضيرية والرئيسة والمساعدة يتم تحديده بعد الاختيار المبدئي لطرائق التنفيذ والتي تحدد :
١ - نوع رافعة التركيب (برجية ، جرية ، متحركة محمولة على دواليب مطاطية أم على مجنزرة) .

٢ - أسلوب المعايرة والتثبيت المؤقت للعناصر (أكان ذلك بواسطة الركانز القاللية ، أم بالاسافين ، أم بالدعائم المائلة القابلة لزيادة الطول) .
٣ - الحاجة الى تقوية العناصر أثناء عملية التركيب .
٤ - أسلوب التثبيت النهائي للعناصر (أكان ذلك بواسطة البراغي ، أم باللحام ، أم مشاركة الحديد مع صباها) .

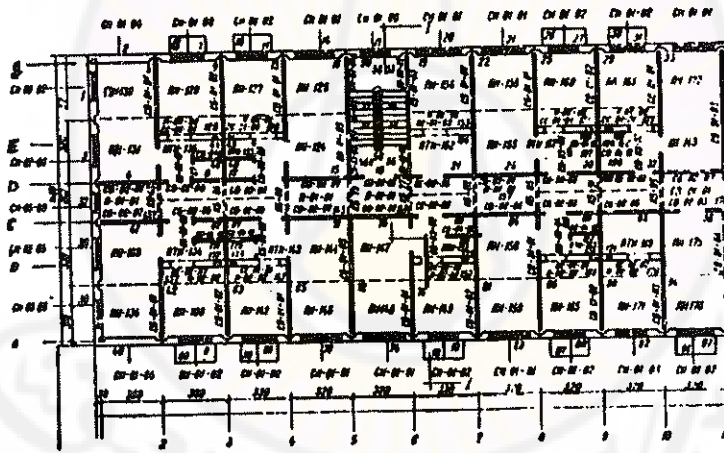
تقوم بحساب حجوم أعمال التركيب والنقل والتثبيت الدائم للعناصر في المباني الصناعية مسبقاً الصنع ، أحادية الطابق في حدود المجازات المنفصلة والمحصورة ما بين فواصل التمدد أو الفواصل التكنولوجية .

أما في المباني متعددة الطوابق فتحسب في حدود أقسام العمل والتي يمكن أن تكون لطابق أو لطابقين (في حالة كون الاعددة مصممة لارتفاع طابقين) .
تجدول المعطيات الأولية للحجوم بالعناصر وبالأعمال في جدول (حساب حجوم أعمال العناصر وأزمنة تركيبها) .

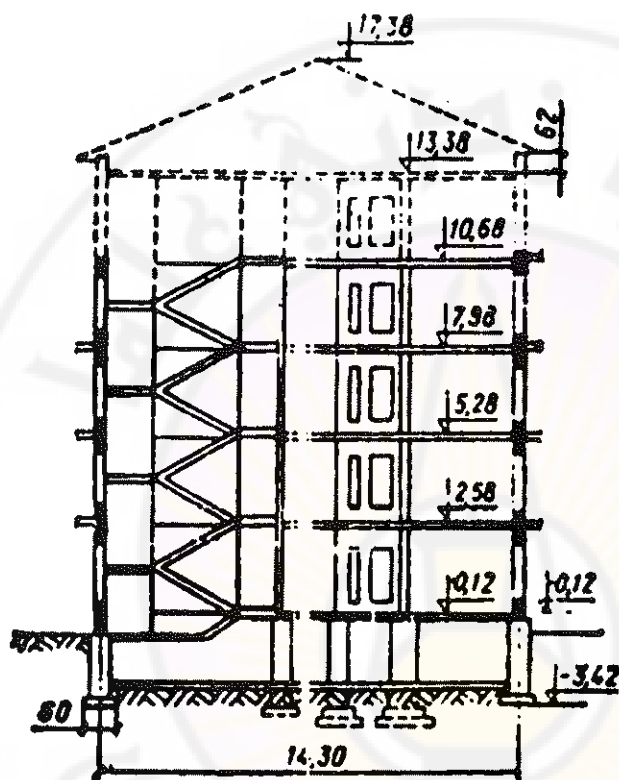
اسم العملية											
المصدر											
وزن المنصهر الواحد وحجمه طن/م ³ أو الحجم ل/م ³ ط تواصل متر مكعب		الوزن الاجمالي والحجم الاجمالي طن/م ³ أو حجم صب ل/م ³ ط تواصل متر مكعب		المصدر المرجعي		واحدة القياس					
						الاجمالي					
						مجموع اجور العمال					
						ساعة/عامل					
						اجمالي العمال					
						يوم/عامل ورديّة/آلية					
						تشكيل المجموعة أو الورشة					
						زمن عمل العمال (ورديّة)					
						زمن عمل الآلية (ورديّة)					

مثال :

- حدد حجوم أعمال وزمن تركيب عناصر مبنى مؤلف من جدران وبلاطات
مسبقة الصنع ومؤلف من خمسة طوابق .
مسقط الطابق المتكرر الرسم (١) والمقطع العرضي في المبنى الرسم (٢) وجدول
العناصر مسبقة الصنع الجدول رقم (١) .



الرسم (١)
مسقط الطابق المتكرر



الرسم (٢)
مقطع عرضي في المبنى

اسماء العناصر وصفة الصنع ووزنها	البيانات العامة						البيانات الخاصة	البيانات الخاصة	البيانات الخاصة	البيانات الخاصة	البيانات الخاصة	البيانات الخاصة
	الوزن الطولي	الوزن العرضي	الوزن العمودي	الوزن الاجمالي	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط	الوزن المتوسط
المجموعة الأولى												
CH-01-01	314	298	30	1,68	1,93	15	75	126,60	144,3			
CH-01-02	318	298	30	1,49	1,72	19	65	111,53	164,0			
CH-01-03	318	298	30	1,77	2,03	4	20	35,40	40,1			
CH-01-04	318	298	30	2,41	2,78	4	20	48,20	55,6			
CH-02-05	318	298	40	2,35	3,30	4	20	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-05-08	198	299	40	1,38	1,92	2	10	13,80	19,2			
الاجمالي						52	260	457,15	652,8			
المجموعة الثانية												
CB-01-01	614	285	12	1,85	3,73	16	80	148,80	300,0			
CB-01-02	614	285	12	2,10	4,20	12	60	126,00	252,0			
CB-01-03	614	285	12	2,10	4,20	10	50	105,00	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	84,00	168,0			
CB-02-08	306	285	12	0,65	1,30	5	25	16,25	32,5			
CB-03-09	192	285	6	0,14	0,28	16	80	11,20	22,4			
CB-04-10	118	285	6	0,20	0,40	16	80	16,00	32,0			
CB-05-11	192	285	6	0,23	0,46	2	10	2,30	4,6			
الاجمالي						117	585	605,45	1211,1			
المجموعة الثالثة												
CC-01-01	306	298	35	2,50	2,20	17	85	212,50	425,0			
CC-01-02	306	298	35	2,64	2,32	3	15	32,60	65,2			
الاجمالي						20	100	245,10	490,2			
المجموعة الرابعة												
CD-01-01	300	298	12	1,08	2,16	4	20	21,60	43,2			
CD-02-02	156	273	12	0,51	1,02	4	20	10,20	20,4			
CD-03-03	132	273	12	0,43	0,86	4	20	8,60	17,2			
الاجمالي						12	60	40,40	80,8			
المجموعة الخامسة												
PH-32-12	318	298	12	1,14	2,84	60	300	342,00	684,0			
PTH-32-12	318	298	12	1,14	2,84	20	100	114,00	228,0			
PI-01-01	318	198	12	0,75	1,85	11	55	41,25	103,1			
PI-02-02	318	63	12	0,85	0,82	20	100	23,00	46,0			
الاجمالي						111	555	522,25	1044,5			
المجموعة السادسة												
SH-01-01	365	124		0,49	1,23	4	16	7,84	15,6			
SH-02-02	300	133		0,46	1,15	4	16	7,36	14,7			
SH-03-03	198	25		0,06	0,15	16	80	5,40	10,8			
SH-04-04	165	202	12	0,20	0,80	19	76	15,00	30,0			
الاجمالي						45	196	35,60	71,2			
المجموعة السابعة												
KP-01-01	638	82	33	1,30	2,84	20	100	27,80	55,6			
KP-02-02	648	82	33	1,29	2,84	4	20	5,16	10,3			
KP-03-03	170	82	33	0,80	1,84	4	20	3,20	6,4			
الاجمالي						28	140	36,16	72,3			
الاجمالي الكلي								1049,25	2098,5			

الجدول (11)
العناصر مسبقة الصنع لبني سكني

مكننة أعمال التركيب :

يتم اختيار رافعة التركيب المناسبة على مرحلتين :

يتم في المرحلة الأولى الاختيار بالمؤشرات الفنية (أبعاد المبنى ، المجازات ، كتلة العناصر ، أبعاد العناصر وأماكنها في المبنى المراد تركيبه) حيث يتم تحديد المؤشرات الفنية والتقنية للرافعة المطلوبة : مثل (قدرة الرفع ، سهم الرفع الاعظمي ، ارتفاع رفع الخطاف) . بعد ذلك وباستخدام المميزات الفنية للرافعة المرفقة في الكاتولوجات يتم اختيار رافعتين على الأقل مؤسراتهما الفنية تتوافق أو تزيد قليلاً على المؤشرات الفنية المطلوبة .

يتم في المرحلة الثانية إجراء المقارنة الاقتصادية بين الرافعتين المختارتين لتحديد الأمثل بينهما .

المؤشرات الفنية للروافع المطلوبة تحدد بحسب نوع الرافعة المختارة :

٢ - الروافع البرجية :

١ - الارتفاع المطلوب لخطاف الرافعة :

$$H_k = h + h_3 + h_E + h_c$$

حيث :

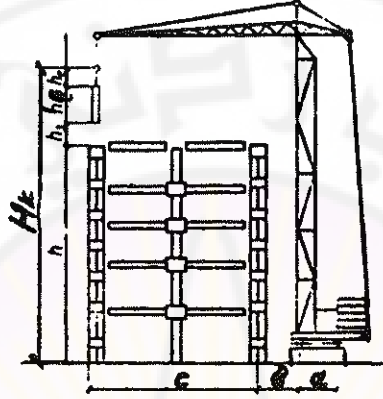
H_k — الارتفاع من الأرض (مستوى وقوف الرافعة الى منسوب رفع خطاف (م) الرافعة المطلوبة) .

h — منسوب مسند العنصر عن مستوى وقوف الرافعة (م) .

h_3 — ارتفاع الأمان (لا يقل عن ٥/١٠ م) .

• ارتفاع العنصر في وضعية التركيب (م) h_E

• ارتفاع جبال التعليق h_c



الرسم (٢)

شكل لتحديد المؤشرات الرئيسة للروافع البرجية

طول الذراع الاعظمي للرافعة : L_{arm}

$$L_{arm} = a/2 + b + c$$

حيث :

a — عرض سكة الرافعة (وبما أننا لا نعرف بالضبط حتى الآن الرافعة فإن هذه القيمة نفترض مبدئياً من بين القيم المتعارف عليها لعرض سكة الروافع ثم تحدد قيمتها بدقة بعد الاختيار .

b — المسافة من محور السكة الأقرب الى حافة البناء وتحسب مبدئياً بالعلاقة:

$$b = r - a/2 + 0,75 + 1 \quad (m)$$

وهي مجدولة بحسب نوع الرافعة بالجدول (٣٢) .

حيث :

r — نصف قطر دوران الجزء المتحرك من الرافعة في حال وجود أقال للتوازن

في الأسفل ، أما في حال تواجد أقال التحميل في الأعلى فان قيمة (b) تساوي (٢ م. ١١)

قيمة عزم الحمل :

عزم الحمل يجب أن لا يزيد على العزم الاعظمي لأقال التوازن .

$$Mg \leq Mg . max$$

$$Mg = P_E . L_{arm}$$

حيث :

P_E — وزن العنصر مضافا اليه وزن معدات التعليق .

L_{arm} — ذراع الرافعة المطلوب لتركيب أبعد عنصر .

المؤشرات الرئيسية للروافع السهمية ذاتية الحركة (المحمولة) :

١ — ارتفاع رأس السارية H_{arm} المطلوب :

$$H_{arm} = h_s + H_E + h_p$$

عزم الرافعة المطلوب : العزم الأعظمي

$$Mg = Mg \max$$

عزم الأعظمي $Mg \max$ يحسب على أساس عزم أبعد وأثقل عنصر أو عزم أثقل عنصر ولكن الأقرب .

أي أن أبعد عنصر ثقيل هو الجدار الخارجي CH - 01 - 04 وبالفئة كتله (2,78 T) .

والعنصر الأقرب ولكنه الأثقل هو الجدار الداخلي CB - 01 - 02 ذو الوزن (4,2) طناً .

تركيب العنصر CH 01-04 عزم الحمل :

$$Mg = 10 (2,78 + 0,15) \cdot (21,47 - 0,53)$$

حيث :

0,53 — هو نصف عرض بلاطة البلكون و

0,15 — هو وزن ممدات التعليق

$$Mg = 619,4 \text{ KH.M. ;}$$

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 الرئيسة للتركيب أو للرافعة المطلوبة :

$$H_k = 20,76 \text{ m}$$

$$Larm = 21,67 \text{ m}$$

$$Mg \max = 780 \text{ KH.M.}$$

وباستخدام المراسد ننتار رافعتين برجيتين مميزاتها الفنية كالتالي :

BKCM 5-5-A	BKCM.5 - 10	المؤشرات الفنية
5	5	١ - الحمولة المظمى على أي بعد أفقي كان (10 KH.)
4,5	4,5	٢ - الذراع الأدنى للخطاف (م)
22	22	٣ - الذراع الأعظمي للخطاف (م)
21,5	40,5	٤ - ارتفاع الخطاف عند البعد الأدنى (م)
21,5	40,5	٥ - ارتفاع الخطاف عند البعد الأعظمي (م)
30	30	٦ - السرعات : أ - رفع الحمولة م/د
0,6	0,6	ب - دوران البرج دورة/د
32	24	ج - حركة الرافعة على السكة م/د
4,5	6,0	٧ - عرض السكة م
72,0	91,0	٨ - الوزن الكلي للرافعة (طنا)

المقارنة الاقتصادية لكلتا الرافعتين :

زمن تركيب العناصر (في الوردية) :

حساب دورة عمل تركيب كل نموذج من العناصر مقدم في الجدول (٦ - ٢)
حيث حسب t_m بالعلاقة :

للجدران التي مساحتها $S \leq 10 \text{ m}^2$

$$t_m = \frac{H_{erc}}{\vartheta_1} + \frac{H_{erc}}{\vartheta_2} + \frac{2\alpha}{360, n} K_t$$

$$+ \frac{l_{h.g} + l_{h.o}}{\vartheta_{erc}} K_{erc} + \frac{L_{h.g} + L_{h.o}}{\vartheta_{er}} K_{er}$$

$$t_m = \frac{15,36}{30} + \frac{15,36}{30} + \frac{270}{360 \cdot 0,6} \cdot 0,75$$

$$+ \frac{34}{30} \cdot 0,75 + \frac{12}{32} \cdot 0,6 =$$

أما ارتفاع رفع الخلط لكل العناصر عدا جدران التصوينة للسقف القرميدي
بحسب الطابق الوسطي وعلى سبيل المثال للجدران :

$$H_{erc} = 7,98 + 0,9 + 1 - 2,95 - 2,5 = 15,36 \text{ M}$$

نحسب ساعات عمل الرافعة في المشروع (المبنى) :

$$t = \frac{\sum N_{Ei} t}{60 K}$$

لرافعة (BKCM -5-5A)

$$T = \frac{5(161.14,09 + 40.15,51 + 91,0 \times 7,87 + 20 \times 5,41 + 8 \times 27,91)}{60 \cdot 0,9} +$$

$$+ \frac{5(19,22,83 + 18.17,34) + 28.17,86}{60 \cdot 0,9} = 441 \text{ (ساعة)}$$

لرافعة (BKCM -5-10)

$$T = \frac{5(161,14,09 + 40,15,59 + 91,7,91 + 20,5,41 + 8,27,91)}{60 \cdot 0,9} +$$

$$+ \frac{5(19,22,91 + 18,17,42) + 28,17,74}{60 \cdot 0,9} = 444$$

الزمن الكلي لعمل الرافعة واضعين في الحسبان فترات تبديل الورديات +
التمطل بسبب للعوامل الجوية والعوامل التنظيمية :

$$T = 441 + 0,75 = 588 \text{ (ساعة) للرافعة (BKCM-5-10)}$$

$$T = 444 + 0,75 = 592 \text{ (ساعة) للرافعة (BKCM-5-5A)}$$

عدد الورديات للرافعة (١)

$$T = \frac{588}{8,2,1,07} = 66,8 \text{ وردية}$$

عند العمل حتى ورديتين :

$$T = \frac{66,8}{2} = 33,6 \text{ يوم}$$

عند الورديات للرفعة (٢) :

$$T = \frac{592}{8,2,1,07} = 67,3 \text{ وردية}$$

عند العمل حتى ورديتين :

$$T_1 = \frac{67,3}{2} = 33,6 \text{ يوم}$$

وهكذا نستطيع القول أن عمل الرافعتين في المشروع تقريباً زمنياً متساوياً ،
ويساوي ٦٧ وردية .

وإذا وضعنا في الحساب أن الرافعة يمكن أن تستخدم لرفع بعض المواد
والمعدات اللازمة للتركيب بما يعادل ١٠٪ من قيمة الزمن الاجمالي ، فإن زمن عمل
كلتا الرافعتين في المشروع يساوي :

$$T = 67 \cdot 1,1 = 74 \text{ وردية}$$

حساب التكلفة :

لتحديد تكلفة تركيب ١ طناً من العناصر يلزمنا معرفة تكلفة عمل الرافعة في
الوردية الواحدة والتي تحسب بالعلاقة التالية :

$$S_{M-S} = \frac{E}{T_{cr.s}} + \frac{Y}{T_y} + C_{T.E}$$

حيث :

— E — النفقات المصروفة من أجل نقل الرافعة وتركيبها وفكها وتأخذ من
الجداول بحسب نوع الرافعة وماركتها (بالليرة) .

— $T_{cr.s}$ — زمن تركيب بواسطة الرافعة (بالوردية) .

— Y — كلف الاهتلاك السنوية (بالليرة) وتأخذ من الجداول

— $C_{T.E}$ — النفقات اليومية المصروفة في الوردية الواحدة والتي تؤخذ أيضاً
من الجداول

كلفة تركيب ١ طنًا من عناصر المبنى تحسب بالعلاقة التالية :

$$S_E = \frac{1,08 S_{M-S} + 1,5 \sum Z_s}{P_{E.M}} + \frac{1,08 \sum C_p}{V}$$

حيث :

— 1,08; 1,5 عوامل المصاريف الاضافية لكل من أجور العمال العاملين في التركيب ولاجور الآليات في الوردية .

— $\sum Z$ 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 .

— $\sum C_p$ تكاليف مجموعة الاعمال التحضيرية (كلف مد سكك الروافع أو مد وتسوية طرق مسارات الروافع المتحركة على الطرق العادية) وتعطى في الجداول (٤١) و (٣٩) .

— $P_{E.M}$ متوسط انتاجية الرافعة في الوردية الواحدة :

$$P_{E.M.} = \frac{V}{Tcr.s.}$$

— V الحجم الاجمالي للاعمال (ويؤخذ عادة من الجدول (١)) ويقدر عادة م^٣/وبالطن .

Ty — عدد وريقات العمل التي يمكن أن تقوم بها الرافعة في السنة
وتؤخذ من الجداول

حساب كلفة ١ طنًا من عناصر المبنى المبين على الرسم (١) و (٢) للرافعة :
BKCM - 5 .

$$S_{M-S} = \frac{E}{T_{cr.s}} + \frac{Y}{T_y} + C_{T.E.}$$

E — تتضمن تحميل الرافعة وتفريقها ونقلها من مسافة ١٠ كم ثم تركيبها
وفكها في أرض المشروع .
وباستخدام معطيات الجدول :

	ترتيب وفك	نقل	تحميل وتفريق	
E =	588	+ 3,3 . 10	+ 101	= 722\$
Y =	2332 \$	; C _{T.e} = (1,77) . 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 .

$$E = 123 + 4,1 . 10 + 952 = 1120 \$$$

$$Y = 2788 \$$$

$$C_{T.e} = 1,88 \cdot 8,2 = 15,4 \$$$

$$S_{M.S} = \frac{1120}{74} + \frac{2788}{400} + 15,4 = 35,5 \$$$

وبذلك تكون كلفة تركيب ١ طنأ من العناصر :

$$S_E = \frac{1,08 S_{M.S} + 1,5 \Sigma Z}{P_{E.M}} + \frac{1,08 \Sigma C_P}{V}$$

متوسط أجور العاملين في الوردية

$$\Sigma z_o = \Sigma . z / Tcr.s$$

أجور العاملين الاجبالية :

$$\Sigma z = 117,32 \$$$

فقط لسال التركيب عدا سائق الرافعة :

$$\Sigma z_o = \frac{117,32}{74} = 15,81 \$$$

متوسط الانتاجية في الوردية ($P_{E.M}$)

$$P_{E.M} = \frac{V}{Tcr.c} = \frac{3528,3}{74} = 47,68 T/sh$$

النفقات المصروفة على مد سكك الرواق طبقاً للمسقط الأفقي للبناء :
 طول السكة محدود (62,5 m) أي أننا نحتاج إلى ٥ وحدات من السكك
 طول كل منها ١٢,٥ م وهذا كاف لأي عنصر من عناصر المبنى • كلفة الواحد
 وتركيبها •

لرافعة BKCM - 5 - 5A لكل سكة طولها 12,5 m تبلغ حوالي \$ 132,3

$$5.132.3 = 661,5 \text{ \$}$$

لرافعة

$$150.2 \times 5 = 751.5 \text{ \$} \quad \leftarrow \quad \text{BKCM - 5 - 10}$$

وهكذا كلفة تركيب ١ طنًا من العناصر •

بالرافعة PKCM - 5 - 5 A

$$S_E = \frac{(1,08 \cdot 30,1 + 1,5 \cdot 15,81)}{47,68} + \frac{1,08 \cdot 661,5}{3529}$$

$$S_E = 1,38 \times 42 = 58 \text{ S.P}$$

وبالرافعة : 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 :

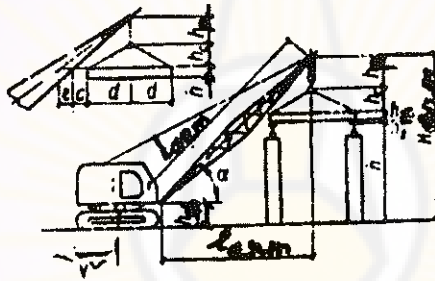
نلاحظ أنه من حيث الكلفة الرافعة BKCM - 5 - 5A أقل كلفة وبالتالي
 أكثر اقتصادية •

حيث :

— ارتفاع ما بين رأس السارية h_p ونهاية خطاف التعليق وتعطى في الجدول (٣١) .

ملول ذراع الرفع الأدنى :

$$L_{arm} = \frac{(c+d+e) (H_{arm} - h_{ph})}{h_p + h_c}$$



الرسم (٣) شكل لتحديد المؤشرات الرئيسة للروافع السهمية

حيث :

c — المسافة ما بين برج سارية الرافعة والعنصر المراد تركيبه وتؤخذ عادة مساوية من (٥٠ متر) الى ١٥٠ .

d — طول جزء المنصر (المرااد تركيبه) من مركز التعليق باتجاه سارية الرافعة.

e — نصف سماكة هيكل برج السارية في مستوى احتمال تماس المنصر المرفوع أو مع المنصر المركب مسبقا ومبدئيا تؤخذ مسارية هراء متراه

h_{sa} — ارتفاع مسنن قرص دوران جسم الرافعة عن الأرض ومبدئيا بأخذ قيمة:

h_p — ارتفاع جهاز خطاف الرافعة.

٢ — الطول الأدنى للسارية:

$$L_{arm} = \sqrt{(l_{arm})^2 + (H_{arm} - h_{sa})^2}$$

٣ — عزم التحميل:

$$M_g = P_E \cdot L_{arm}.$$

بعد تحديد المؤشرات الرئيسة للروافع المطلوبة يتم اختيار رافعتين على الأقل مميزاتا التكتيكية الفنية تلبى المطلوب وعند ذلك تقوم بحساب العوامل التكتيكية لكل منهما بالعوامل التالية:

$$K'_g = \frac{P_{max}}{Q_{cr}} ;$$

$$K_g = \frac{P_M}{Q_{cr}}.$$

— ٢٤٢ —

حيث :

P_{max} — وزن أكبر العناصر وزناً مقبلاً بالطن .

P_M — الوزن المتوسط للعناصر المراد تركيبها .

Q_{cr} — حمولة الرافعة من الكاتولوكات (طنا) .

تتم المقارنة الاقتصادية للرافعتين المختارتين بمقارنة الزمن اللازم لأعمال التركيب / مقدراً بالوردية / ، وجهود العمل المطلوبة لتركيب ١ طنا من العناصر مقدرة / ساعة عمل / عامل / ، وبكلفة تركيب ١ طنا من العناصر .

لكي نحدد زمن تركيب العناصر مبدئياً نقوم بحساب زمن تركيب كل عنصر (دورة عمل تركيب كل عنصر) .

وفق العلاقة التالية :

$$t_{c.E} = t_m + t_h$$

حيث :

t_m — زمن عمل الآليات ، دقيقة .

t_h — زمن العمل اليدوي ، دقيقة .

$$t_m = \frac{H_{erc}}{\phi_1} + \frac{H_{erc}}{\phi_2} + \frac{2\alpha}{360.n} + K_1$$

$$+ \frac{Lh.g. + Lh.o}{\theta_{erc}} K_{erc} + \frac{Lh.g. + Lh.o}{\theta_{cr}} K_{cr}.$$

حيث :

H_{erc} — ارتفاع رفع خطاف الرافعة (m) .

θ_1 — سرعة رفع الخطاف وسرعة تنزيله ، م/دقيقة .

α — زاوية دوران مسارية الرافعة (غرار) .

n — سرعة دوران السارية ، دورة/دقيقة .

K_t, K_{erc}, K_{cr} — يعبر عن الجزء الزمن الذي خلاله لا يمكن أن يتداخل زمن هذه العملية مع العملية الرئيسة رفع الحمولة (المنصر) وتنزيلها .

وبذلك يمكن حساب كل عامل من هذه بالعلاقة التالية :

$$K = 1 - K_{overlap}.$$

وفي هذه العلاقة فان :

$$K_{cr} = 0,6 ; K_t = K_{erc} = 0,75.$$

$L_{h.o} - L_{h.g.}$ — المسافة الأفقية التي يقطعها الخطاف محملاً ودون حمل نتيجة تحريكه على سكة برج الرافعة أو تغيير زاوية ميل السارية . وهذه المسافة تتعلق بمكان رفع المنصر من مكان تخزينه أو من العربات الناقلة إلى مكان تركيبه .

— σ_{cre} — سرعة الخطاف أثناء الحركة الافقية م/دقيقة .

— $Lh.g , Lh.o$ — المسافة التي تقطعها رافعة برجية محملة أو دون حمل .

— σ_{cr} — سرعة انتقال الرافعة البرجية على السكة .

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 تتداخل مع عملية تغير ميل السارية وعند ذلك $K_{cre} = 1$ أما عملية الدوران فيمكن أن تتداخل مع عملية رفع الحمل نسبة : (0,25) وبالتالي $K_{cr} = 0,75$

حدد ساعات العمل الآلية للرافعة في المشروع بحسب العلاقة :

$$T_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_{E,i}}{m.E,i} \cdot t}{60 K_T}$$

حيث :

— $N_{E,i}$ — عدد عناصر النموذج (i) من مجموع العناصر $(i=1, \dots, n)$.

— $t_{m.E,i}$ — زمن دورة عمل تركيب عنصر واحد من النموذج مقيسا بالثانية .

K_T — عامل يضع في الحسبان التوقعات التكنيكية والتنظيمية في الوردية الواحدة ويأخذ القيمة التالية :

$$K_{T.O.} = 0,9 \quad \text{لروافع البرجية}$$

$$K_{T.O.} = 0,8 \quad \text{لروافع السهمية}$$

عدد ورديات العمل الآلية للرافعة في المشروع يحسب بالعلاقة :
وردية أولية

$$T_{cr.c} = \frac{T_{cr}}{ts.K_T.K_o}$$

زمن الوردية : 8,2 ساعة .

K_o — عامل يضع في الحسبان انقطاعات العمل خلال الوردية للأسباب التنظيمية والمناخية .

زمن عمل الآلية بالأيام :

(يوم عمل — آلية)

$$T_d = \frac{T_{cr.c}}{K_o} =$$

حيث :

K_o — عدد الورديات في اليوم .

مشكل :

اختر رافعة برجية لتكوين عناصر مبنى مؤلف من خمس طوابق ذات بنية
جدارية . مسقط الطابق المتكرر ومقطع في البناء على الرسم (١) و (٢) والترتبة من
النور الرملي الخضاري حيث الميل الطبيعي 1 : 1,25 :

• جدول عناصر المبنى في الجدول رقم (١) .

الرافعة تنقل الى مكان المبنى من مسافة ١٠ كم .

يحسب ارتفاع رفع الخطاف على أساس تركيب الجدران الصمية في الطابق
الخامس والتي ترتب بعد تركيب الجدران الخارجية وبالتالي يتطلب الأمر امرارها
فوق الجدران الخارجية للطابق الخامس المركبة مسبقا .

$$H_{crc} = h + h_z + h_E + h_c$$

$$H_{crc} = (13,38+0,9)+1+2,98+2,5=20,76 \text{ M}$$

حيث :

0,9 — هو منسوب وقوف الآلية .

Larm — المسافة الافقية المطلوبة (طول الذراع الاعظمي) .

$$Larm = a/2 + b + c$$

وجدت على أساس امكان تركيب أبعد العناصر عن تمرکز الرافعة —
وهي هنا بلاطات البلكونات .

a — عرض سكة الرافعة وتؤخذ افتراضا = 0.6 م .

b — المسافة الفاصلة ما بين سكة الرافعة القريبة من المبنى (محور جدران المبنى) تحسب على أساس ضمان شروط توازن مخروط لانها جوانب 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 المبنى في القبو قبل البدء في التركيب تكون قد ردمت ورصت .

المسافة من مركز ثقل العنصر المراد تركيبه (بلاطة البلكون)

$$c = 14,3 + 1,05/2 = 14,83 \text{ m}$$

حيث :

14,3 — المسافة ما بين محور الجدران الخارجية .

1,05 — عرض بلاطة البلكون .

وهكذا فان :

$$L_{arm} = (5 \div 2) + 4,135 + 14,30 + 0,52 = 21,465$$



المراجع

- ١ - تكنولوجيا الانشاء وتنظيم المشروعات ، الدكتور فتحي الصدي ، دمشق ١٩٨٥ - ١٩٨٦ م .
- ٢ - تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور لينينوف .
و . بيلاكوف ، باللغة الروسية ، كيف ١٩٨٥ م .
- ٣ - تكنولوجيا البناء ، البرفسور آنايف . س . دانيلوف بديكين ، باللغة الروسية ، موسكو ، ١٩٨٤ م .
- ٤ - تكنولوجيا البناء ، مجموعة من المؤلفين تحت اشراف البرفسور دانيلوف ، موسكو ، ١٩٧٧ م .
- ٥ - تكنولوجيا البناء ، البرفسور سميرنوف ، لينغراد ، ١٩٧٦ م ، باللغة الروسية .

الفهرس

١- المقدمة

٣

الفصل الاول

- ١-١ تقانة أعمال البناء مسبق الصنع ٥
٢-١ المسائل الخاصة المرتبطة بالمسبق الصنع ٩
٣-١ التصنيع المسبق للعناصر البيتونية المسلحة ٤٣
٤-١ القوالب وتحضيرها ٥٣
٥-١ المرحلة الرابعة - تشكيل العنصر ٧١
٦-١ المعالجة الحرارية للعناصر البيتونية المسبقة الصنع ١٣٣

الفصل الثاني

- ١- تقانة نقل العناصر المسبقة الصنع وتخزينها ١٦٧
١-٢ نقل العناصر المسبقة الصنع ١٦٧
٢-٢ تخزين العناصر المسبقة الصنع ١٧١

الفصل الثالث

- ١- تقنية تركيب المسبق الصنع ١٧٧
١-٣ العمليات اللازمة لتنفيذ الابنية مسبق الصنع ١٧٧
٢-٣ عمليات التركيب للعناصر البيتونية المسبقة الصنع ١٧٨
٣-٣ أنواع الروافع المستخدمة لرفع العناصر المسبقة الصنع ١٨٣
٤-٣ الهيكل التنظيمي والتكنولوجي لعمليات التركيب ١٨٩
٥-٣ المخطط التنظيمي لموقع البناء بدء عمليات التركيب ١٩٥

١٩٢	٦-٣ وضع المخطط التكنولوجي لتنفيذ أعمال التركيب
١٩٤	٧-٣ طرائق تركيب العناصر اليبتونيه مسبقه الصنع
١٩٥	٨-٣ المعايرة أو التأكد من توازن العناصر المسبقة الصنع
١٩٧	٩-٣ تثبيت العناصر
١٩٩	١٠-٣ الموصلات ومعالجة الفواصل في المسبق الصنع
٢٠٢	١١-٣ تركيب الابنية الهيكلية العالية
٢١٠	١٢-٣ طريقة رفع البلاطات
	١٣-٣ تركيب المنشآت المائية المنفذة من اليبتون المسلح المسبق الصنع
٢١١	١٤-٣ تركيب خزانات المياه المربعة أو المستطيلة
٢١٩	١٥-٣ وضع دراسة لأعمال التركيب
٢٢١	١٦-٣ ائاجية التركيب
٢٢٦	١٧-٣ صيانة العمل أو الحفاظ على الامان أثناء التركيب
٢٢٧	- الملحق (١) تقانة تركيب منشآت اليبتون المسلح مسبق الصنع
٢٢٩	- المراجع
٢٦١	- الفهرس
٢٦٢	

★ ★ ★

