# الفصل العاشر
# إصلاح شبكات المياه والصرف الصحي

**10-1 مقدمة:**

يدخل إصلاح الأنابيب ضمن بند الصيانة العلاجية أي الصيانة الضرورية والمستعجلة استجابة لطلب أو شكوى او أي عطل مفاجئ يتطلب المعالجة والإصلاح.

ككل المنشآت تحتاج الأنابيب إلى أعمال الصيانة الدورية وعادة لا تتم أعمال الصيانة الدورية للمنشآت الصغيرة طوال فترة عدم شكاية المواطنين من نقص في كمية الماء وضغطها بالرغم من أن ذلك يسبب أخطاراً كبيرة وخاصة عندما لا تتم الصيانة الدورية لسكورة الحريق مثلاً أو في حالة حدوث كسر بأحد الأنابيب الذي يمكن أن يؤثر على ضغط الشبكة.

لا تتطلب أعمال الصيانة الدائمة فقط الأيدي الخبيرة وإنما أيضاً التنظيم الجيد لعمليات الصيانة الدورية ولا يمكن القيام بأعمال الصيانة الدورية للشبكات الكبيرة إلا باستخدام تجهيزات عالية الجودة ومتخصصة إذ يجب التأكيد على تأمين سيارات صيانة خاصة وآلية لإغلاق السكورة وآليات قياس الضغط وآليات البحث عن الكسور ومضخات جاهزة ومضخات هواء ومولد كهربائي على الديزل والآليات الخاصة لعمليات تنظيف الأنابيب

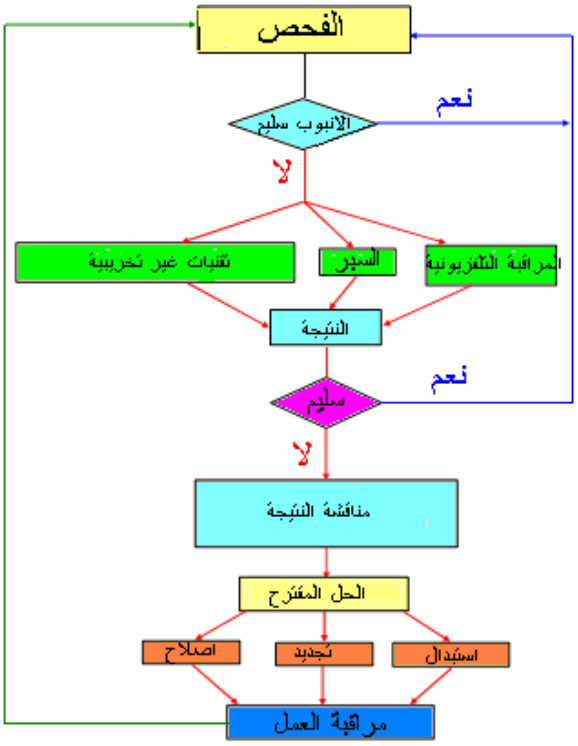
**10-2 اصلاح الأنابيب المتضررة في منطقة ما:**

لإجراء عملية الصيانة لأنبوب متضرر يتم فحص الأنبوب وتحديد حجم الضرر ومكانه، واختيار طريقة الاصلاح وفقاً لنوع الأنبوب وطبيعة التربة ومكان العمل وفق المخطط النهجي المبين بالشكل(10-1).

تتم اجراءات الصيانة بطريقتين:

**10-2-1 تقنيات غير تخريبية:**

وتعتمد هذه التقنية على الاحتفاظ بالأنبوب المتضرر وإصلاح المكان المتضرر وتتألف بدورها من نوعين (بنيوي –غير بنيوي) تبعاً للحمولات الساكنة والحمولات الحية التي يتعرض لها الأنبوب.



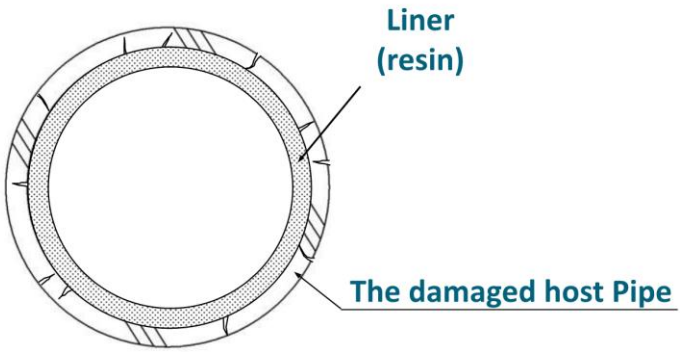

**الشكل (10-1) المخطط النهجي للصيانة**

**1) غير بنيوية:**

- **التبطين بحقن رزين ايبوكسي:** تعمل هذه الطريقة تكسية السطح الداخلي للأنبوب بمادة لاصقة ايبوكسي بسماكة 1 ملم وذلك بعد التأكد من تنظيفها وتجفيفها ومن ثم بوساطة نافث يتم اكساء جدران الأنبوب، ومن ثم يتم تنعيمها بفرشاة دورانية، يكون طول المنطقة المعالجة بحدود 130م ويصبح الأنبوب جاهزاً بعد جفاف اللاصق أي بعد 8 ساعات من بدأ العمل الشكل (10-2).

**الشكل (10-2) آليات التبطين ايبوكسي**

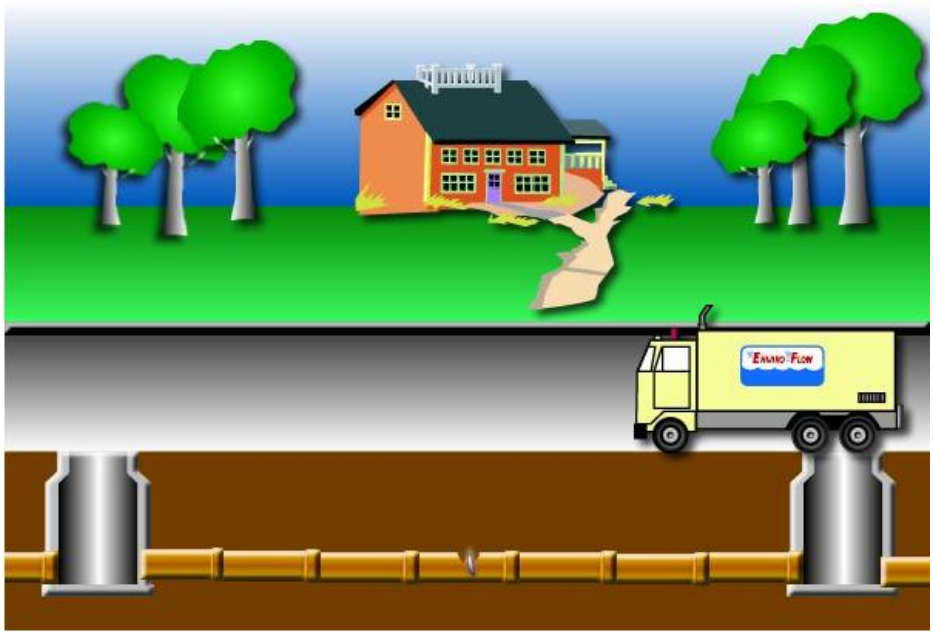
تعتبر هذه الطريقة صالحة من أجل الأنابيب الجيدة من الناحية الميكانيكية ولكنها تحتوي على تسريب الشكل (10-3)




**الشكل (10-3) التبطين ايبوكسي**

ومن اهم ميزات هذه الطريقة انها لا تنقص المقدرة التصريفية للأنبوب وتزيد من كتامة الأنبوب ومقاومته للتسرب.

ويتم اصلاح الأنابيب المتضررة موضعياً في المنطقة واعادة طاقتها الاصلية إلى المجاري. وبذلك فمن الممكن توفير 50% او أكثر من الاساليب التقليدية الشكل (10-4).



**الشكل (10-4) الإصلاح الموضعي بالتبطين**

- يتم استخدام الإسمنت كمادة للتبطين، يتم رش الإسمنت على السطح الداخلي للأنبوب من قبل آلة الرش وذلك بفعل الطرد المركزي حيث يلتصق الإسمنت على السطح الداخلي ويتم انتاج بطانة كثيفة للحصول على سطح أملس وذو سماكة واحدة من طبقة الإسمنت ويبين الشكل (10-5) التبطين بالإسمنت.
- لكل مادة فعالية واستخدام ومميزات تنفرد بها عن غيرها من المواد الأخرى.

**الشكل (10-5) التبطين بالإسمنت**

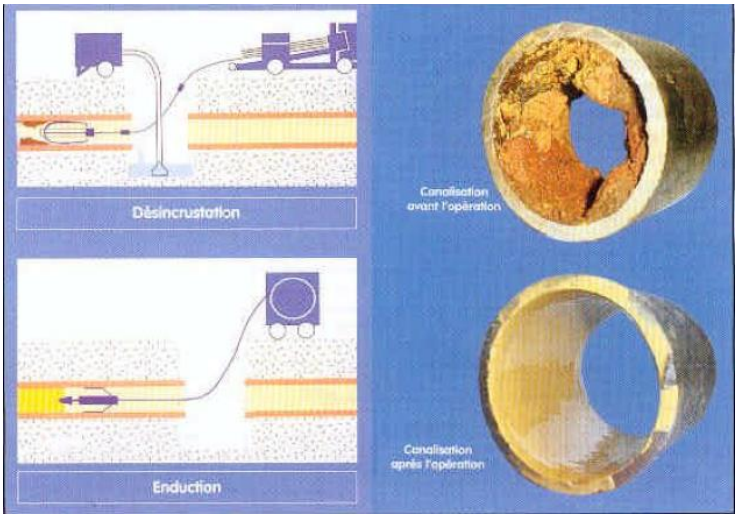
ويمكن تطبيق طريقة التبطين بالحالات الآتية:

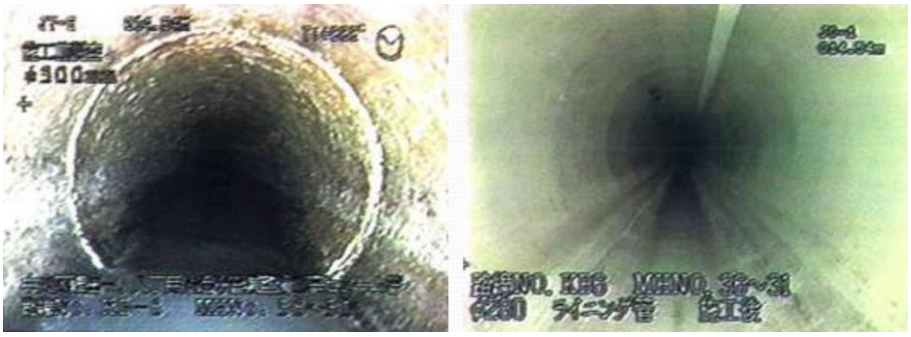
- اقطار الأنابيب بحدود 150ملم إلى900ملم.
- Restore crown failureفشل إعادة التاج.
- Repair cracked pipesتصليح الأنابيب المتصدعة.
- التعديلات والإصلاحات المشتركة.
- مناسب لجميع أنواع الأنابيب ويكون:
  - موضعي.
  - مستمر.

**المحاسن:**

- علاج سريع.
- Structural repair of pipe without excavating اصلاح الأنبوب من دون حفر.
- Non-disruptive to trafficغير مربك للمرور.
- Corrosion resistanceمقاومه التآكل وكتامة عالية.
- Cost effectiveكلفة غير عالية.
- Consistent & uniform thickness سمك ثابت وموحد.
- تركيب سريع وفعال.
- يساعد على منع تسرب المياه ويمنع دخول الجذور.

الشكل (10-6) الأنبوب قبل وبعد التبطين





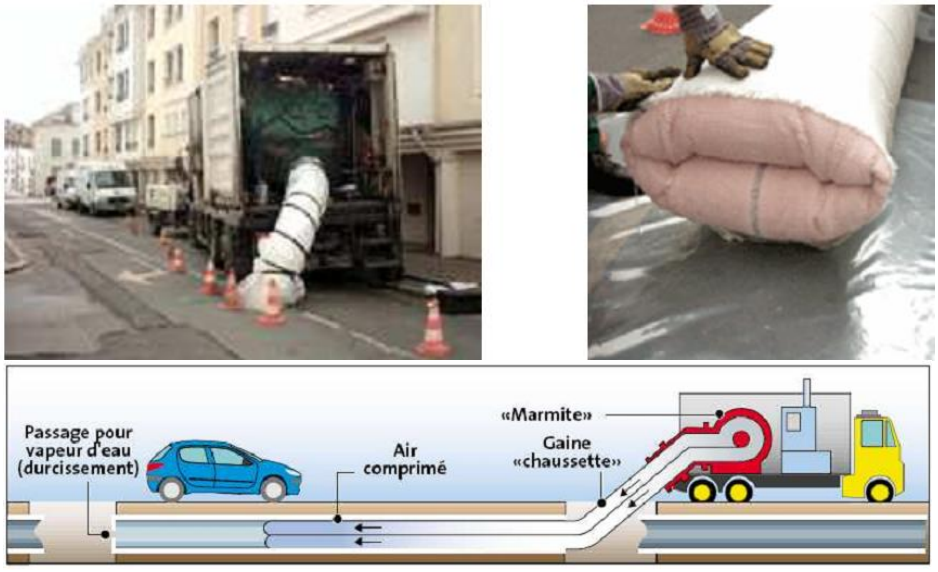
**الشكل (10-6) التبطين بالإسمنت**

**2) بنيوية انشائية:**

**التلبيس:**

- **التلبيس بقميص مرن:**

تتضمن الطريقة إدخال قميص مرن مشبع بالرزين القابل للتصلب داخل الأنبوب المتضرر ليغلف الجدران الداخلية للأنبوب الشكل (10-7). وتطبق هذه الطريقة لأقطار أنابيب 150ملم إلى900ملم وبطول 120م




**الشكل (10-7) آلية التلبيس بقميص**

**المحاسن:**

- عدم وجود فراغ حلقي.
- سرعة في التطبيق.

- ملائمة القميص للأوساط القاسية.
- إمكانية التطبيق موضعياً.

**المساوئ:**

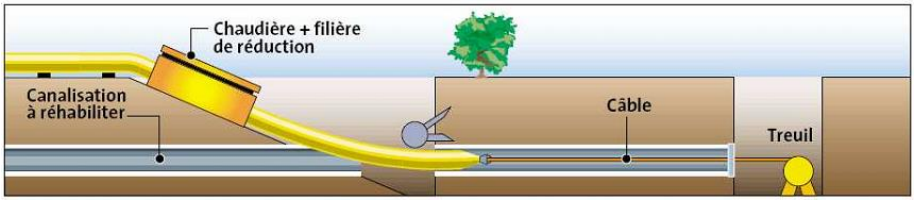
- قلة شركات منتجة للقميص.
- لا يمكن تطبيق الطريقة لأنابيب نقل مياه الشرب لوجود الرزين.
- تطبيق الطريقة في الخطوط المستقيمة.

يبين الشكل (10-8) تجهيز آلية التلبيس بقميص

**الشكل (10-8) تجهيز آلية التلبيس بقميص مرن**

- **التلبيس بقميص من البولي اتيلين:**

إدخال قميص من البولي اتيلين داخل الأنبوب المطلوب إصلاحه، يتم لحام أنبوب البولي اتيلين ومن ثم طيه على شكل حرف U أو C ويتم إدخاله ضمن الأنبوب المتضرر، ومن ثم يتم نفخه بحقنه بالماء الساخن 85 درجة وبضغط 4-6 بار.




**الشكل (10-9) آلية التلبيس بقميص بولي اتيلين**

نستطيع هنا أن نميز الشكل (10-10):

- تلبيس مع مساحة حلقية: عنما يكون قطر أنبوب البولي اتيلين الخارجي أصغر من القطر الداخلي للأنبوب المتضرر.

- تلبيس بدون مساحة حلقية: عنما يكون قطر أنبوب البولي اتيلين الخارجي يساوي القطر الداخلي للأنبوب المتضرر.
- يستخدم لتبطين مياه الشرب والصرف الصحي فهو يقاوم التآكل والحموض والمواد الكيميائية بأنابيب الصرف الصحي ويمنع بالنسبة لأنابيب مياه الشرب التصاق الطحالب او أي نمو مماثل ومن الممكن ان يتم كشط المواد المحمولة بالمياه التي من المحتمل ان تلتصق على البطانة دون ان يؤدي ذلك لثقب البطانة.

**الشكل (10-10) مبدأ طريقة التلبيس بقميص بولي اتيلين**

**المحاسن:**

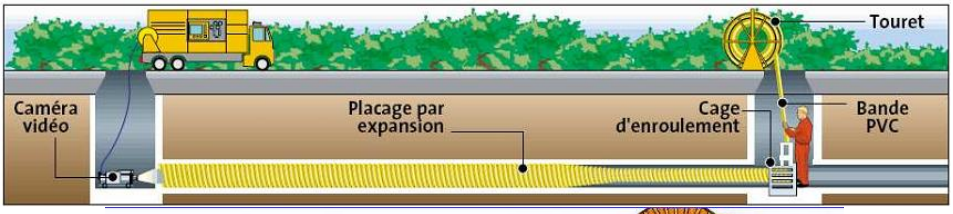
- تطبيق لأطوال كبيرة.

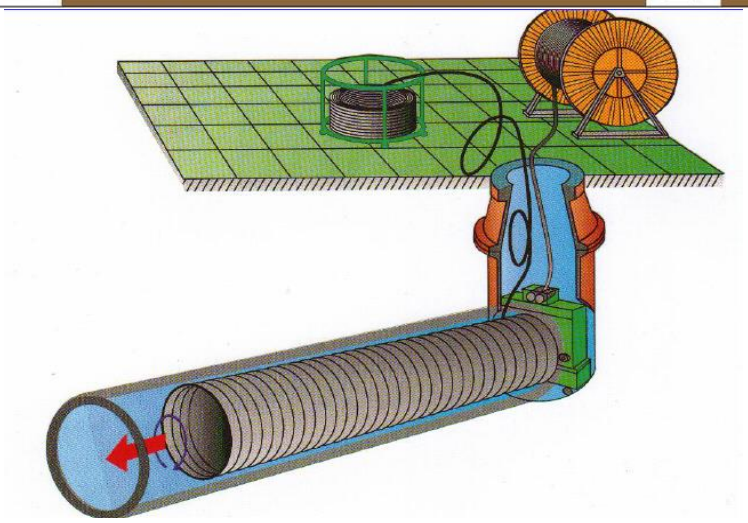
- سرعة بالعمل.
- إمكانية التطبيق في جميع الأماكن.
- إمكانية التطبيق للأعطال الموضعية.
- تؤمن كتامة للأنبوب المراد استبداله.

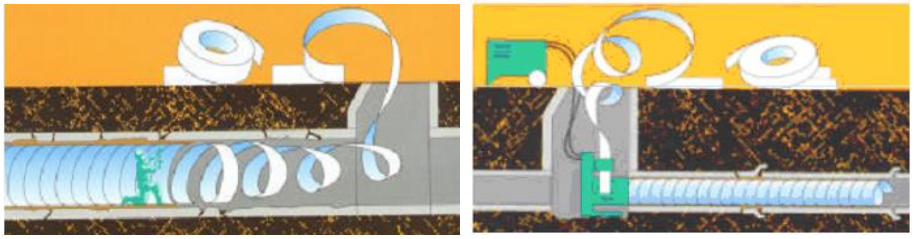
**المساوئ:**

- يحتاج لمنطقة دخول وخروج واسعة.
- كلفة عالية.
- صالحة في الأنابيب المستقيمة.
- **التلبيس بشريط حلزوني**

تطبق هذه التقنية لإصلاح الأنابيب ذات الأقطار من 500-1500 مم، حيث يتم لف شرائح البولي اتيلين أو PVC بشكل حلزوني داخل الأنبوب المراد تبطينه لكي تمنع التسرب والتآكل. ويتم تعبئة الفراغ الحلقي بين الأنبوب والشريط بحقن مادة لاصقة تتبع سماكتها للمقاومة الميكانيكية المطلوب تأمينها للأنبوب الشكل (10-11).





**الشكل (10-11) آلية التلبيس بشرائح بولي اتيلين**

**المحاسن:**

- يقلل استخدام شرائط من PVC من الكلفة.
- من الممكن استعمالها لأنابيب مياه الشرب.
- من الممكن استخدامها في مناطق منحنية.

يبين الشكل (10-12) آلية التنفيذ وشكا الأنبوب بعد الاصلاح

**الشكل (10-12)**

**المساوئ:**

- صعوبة في التطبيق.
- تحتاج لأماكن تخزين كبيرة.
- يجب تعبئة فراغ المساحة الحلقية بين الشريط والجدار الداخلي للأنبوب.

**10-2-2 تقنيات تخريبية:**

تهدف الطريقة لاستبدال الأنبوب القديم الشكل (10-13) بأخر جديد باستخدام تقنيات مختلفة:

**الشكل (10-13) أنبوب متضرر**

**10-2-2-1 الاستبدال مع الحفر(الخندق المفتوح):**

وهي تقنية تقليدية بحفر المنطقة في المنطقة المعطلة من الأنبوب واستبدالها بأنبوب جديد من البولي اتيلين. وهي تقنية صالحة في جميع الحالات بنسبة 100 % ولا تحتاج لمعدات خاصة ولكنها تخرب الطريق وتسبب في أزمة لمرور السيارات والمارة.

مناسبة لجميع أنواع الأنابيب وتطبق بشكل:

- موضعي
- مستمر

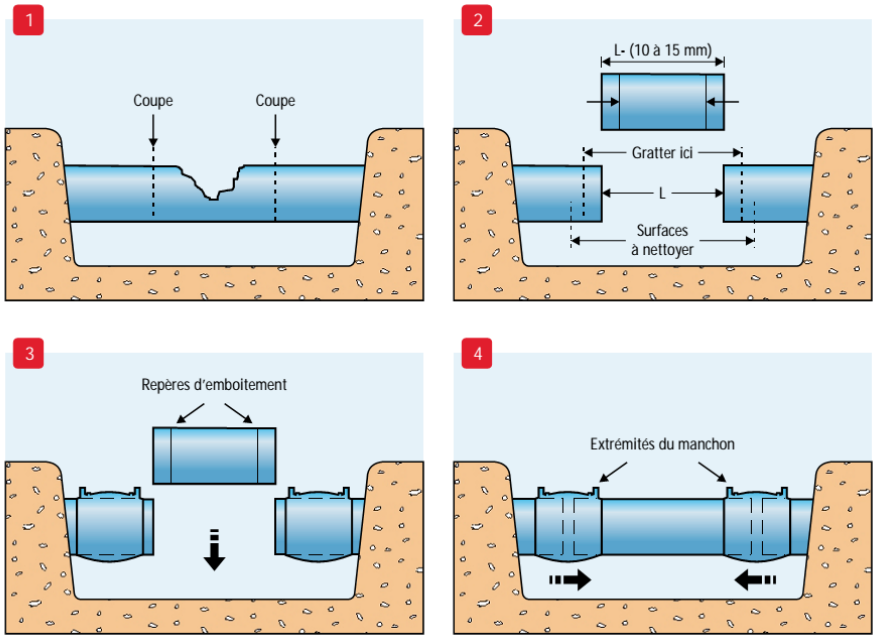
يبين الشكل (10-14) مراحل استبدال جزء متضرر من أنبوب.

**10-2-2-2- الاستبدال بدون حفر:**

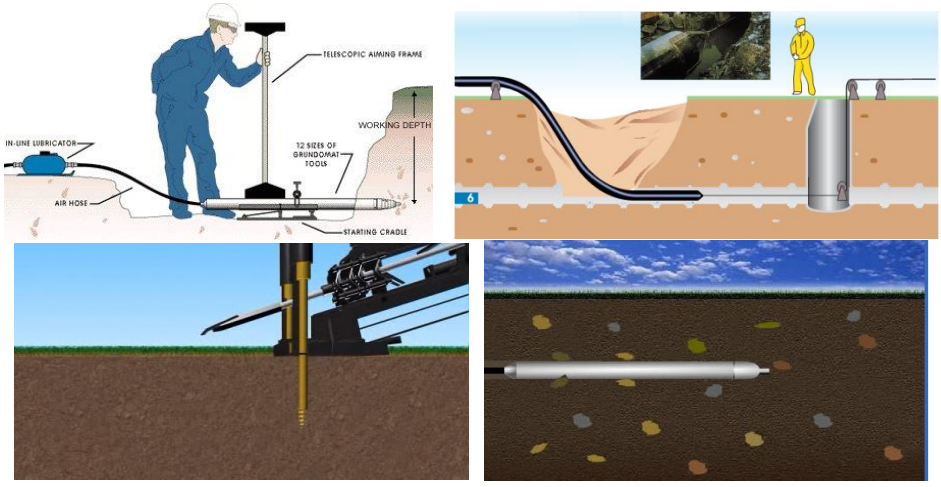
وهو المفضل استخدامه في المناطق المزدحمة ويتضمن الطرق الآتية:

**1- الحفر الأفقي السريع:**

ويتم به حفر الارض بوساطة جهاز خارق يؤمن أثناء مروره مكان وضع أنبوب البولي اتيلين الذي يجره خلفه بنسبة نجاح 95% الشكل (10-15) إلا أنه غير صالح في الأراضي القاسية والرخوة وبالقرب من مكان وجود شبكات أخرى بحدود 40 سم.




**الشكل (10-14) مراحل استبدال أنبوب متضرر**




**الشكل (10-15) الحفر الأفقي**

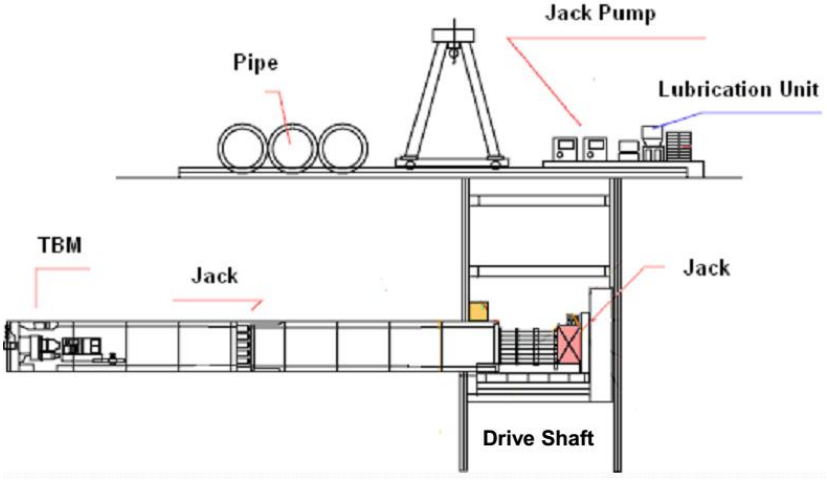
## 2- الاستبدال بالسحب:

استبدال الأنبوب المتضرر واستبداله مباشرة بأنبوب جديد ذو قطر أصغر منه الشكل (10-16).

**الشكل (10-16) الاستبدال بالسحب**

### 3-الاستبدال بدفع الأنابيب:

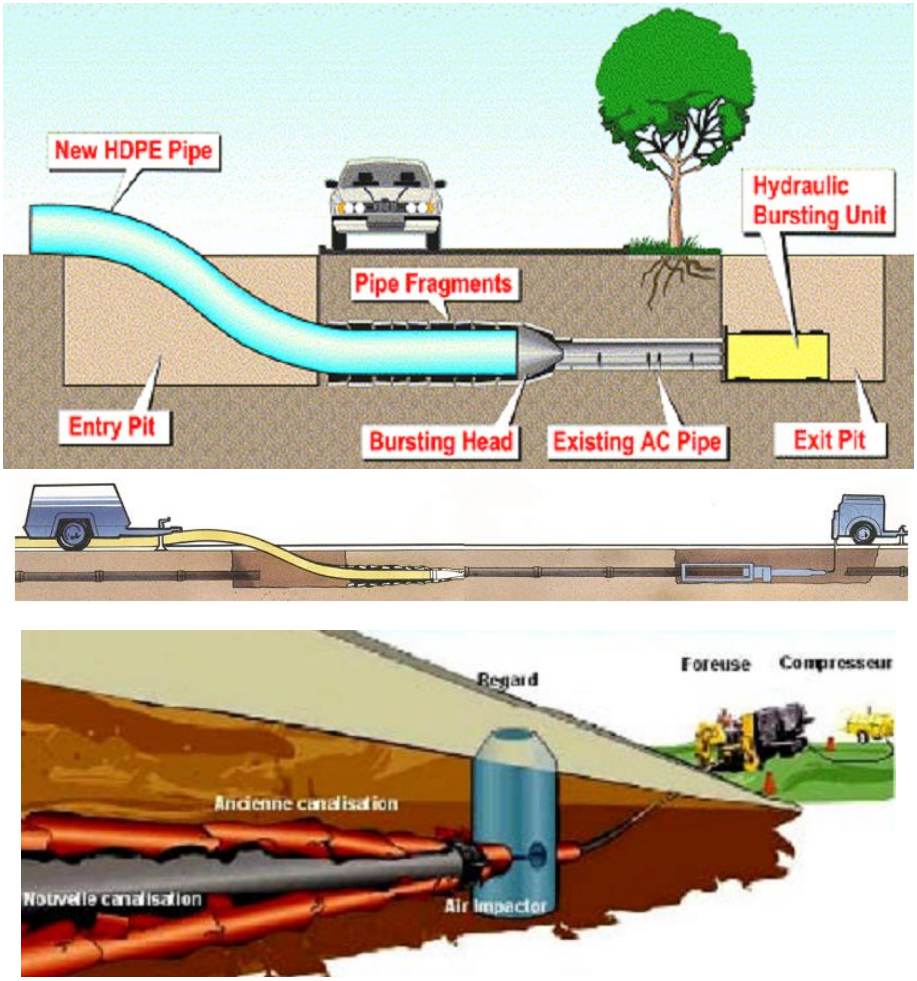
وتتلخص الطريقة بدفع الأنبوب الجديد داخل الأنبوب المتضرر ومن ثم ملئ الفراغ الحلقي بالحقن بمادة لاصقة الشكل (10-17). تتحقق الكتامة باستعمال حشوات مطاطية.




**الشكل (10-17) الاستبدال بالدفع**

**4- استبدال الأنابيب بالتحطيم**

يمكن بهذه التقنية استبدال خط أنابيب قديم بأنبوب جديد قطره يساوي أو أكبر من قطر الأنبوب القديم، ويتم الاستبدال عن طريق تحريك رأس مخروطي من الفولاذ متغير القطر من قطر الأنبوب القديم إلى قطر الأنبوب الجديد ويجذب هذا الرأس المخروطي بقوة كبيرة تمكنه من دفع الأنبوب القديم أمامه بعد تفتيته مع جذب الأنبوب الجديد خلفه كما في الشكل (10-18).




**الشكل (10-18) الاستبدال بالتحطيم**

من الممكن أن يكون الأنبوب القديم من مادة (الفخار-البلاستيك-الفونت-البيتون)، في حين يكون الأنبوب الجديد من البولي اتيلين الشكل (10-19).

**الشكل (10-19)**

تعد هذه الطريقة معالجة شاملة من أجل الشبكات الدائرية المقطع مع تحطيم واستبدال الشبكة القديمة، كما لا تحتاج لإجراءات مسبقة كالكشف التلفزيوني أو التنظيف، امكانية استبدال 100–130 متر في اليوم.

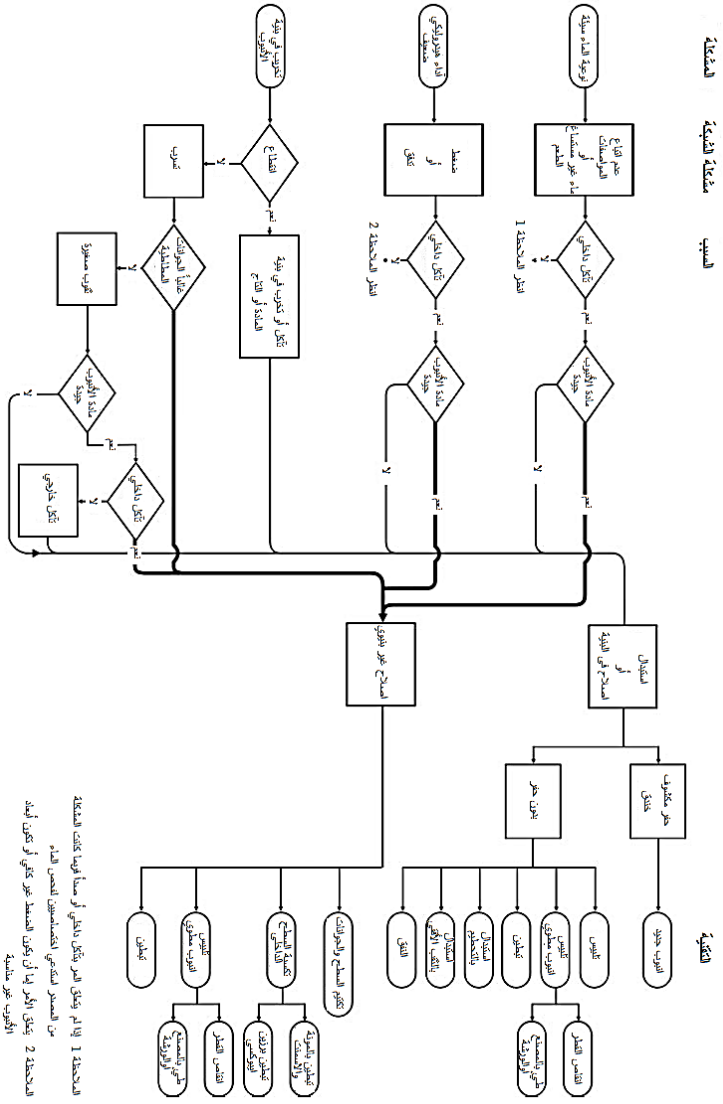
ان تفتيت الأنبوب المهترئ هو الاسلوب الأمثل لاستبدال المرافق مثل خطوط الغاز والمياه والمجاري والهاتف والكهرباء. ويتم استخدام هذه الأنظمة في المناطق المزدحمة وبالإضافة لذلك فإن هذه العملية تكون عادة أقل تكلفة من الطرق التقليدية والتي تعتمد على الحفر.

**المحاسن:**

- ملائمة للشبكات المتضررة كثيراً.
- سرعة بالعمل.
- قطر الأنبوب الجديد أكبر او يساوي قطر الأنبوب القديم.
- يوجد أكثر من 6.000 جهاز قيد الاستعمال.
- توفير كبير في التكاليف.
- سلامة العملية.
- ملائم وصديق للبيئة.
- أقطار الأنابيب بحدود 100ملم إلى900ملم.
- **المساوئ:**
- بقاء الأنبوب القديم في الأرض.

- يؤدي لرفع تربة الموقع حتى وإن كان قطر الأنبوب يساوي قطر الأنبوب القديم.

يبين الشكل (10-19) المخطط النهجي لفحص وتنظيف وإصلاح الأنابيب.




**الشكل (10-19) المخطط النهجي لفحص وتنظيف وإصلاح الأنابيب**