برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء – الدرجة الثالثة

الكابلات الكهربائية

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

المحتويات

الكابلات الأرضية ٢
الفرق بين الكابلات والخطوط الهوائية: ٢
تعريف الكابل: ٢
أولاً كابلات الجهد المنخفض: ٢
ثانيا كابلات الجهد المتوسط ١٢/٢٠ ك.ف ٦
ثالثاً- كابلات الجهد المتوسط: ٨
رابعا: من ناحية العزل: ١١
خامسا من ناحية الحماية للكابلات: ١١
أنواع وصلات كابلات الجهد المتوسط ١٢ / ٢٠ ك.ف ١٣
أنواع علب نهايات كابلات الجهد المتوسط ١٢ / ٢٠ ك.ف ١٣
أولا طرق عمل الوصلات لكابلات الجهد المتوسط ١١ ك.ف : ٣٣ ك.ف ١٤
ثانيا طرق عمل علب النهايات لكابلات الجهد المتوسط ١١ ك.ف: ٣٣ ك.ف ٣٢
ثالثا الكابلات البحرية جهد متوسط من ١١ ك.ف: ٣٣ ك.ف ٥٠

الكابلات الكهربائية

الكابلات الأرضية

مقدمة:

تستخدم الكابلات الأرضية في نقل القدرة الكهربية من أماكن التوليد إلى مناطق التوزيع. وكذلك تستخدم الخطوط الهوائية في نقل القدرة الكهربية.

وهناك فروق كثيرة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية نذكر هنا بعض منها.

الفرق بين الكابلات والخطوط الهوائية:

الكابلات الأرضية	الخطوط الهوائية
لا يشوه جمال الطبيعة	يشوه جمال الطبيعة
صعوبة اكتشاف الأعطال	سهولة اكتشاف الأعطال بالعين المجردة
أعلى تكلفة	أقل تكلفة
لا يتأثر بعوامل التعرية	يتأثر بعوامل التعرية
صعوبة إصلاح الأعطال	سهولة إصلاح الأعطال

ورغم وجود فروق أخرى كثيرة من مميزات وعيوب إلا أنه يجب العمل بالاثنين معا حيث:

١. رغم صعوبة اكتشاف الأعطال بالنسبة للكابلات وصعوبة إصلاحها في بعض الأحيان ولكن داخل المدن لابد من العمل بها فلا يمكن لنا تركيب خطوط هوائية في وسط المدن.
٢. رغم أن الخطوط الهوائية تتأثر بعوامل الجو والتعرية نظرا لعدم وجود عازل فوق الموصل ورغم رخص ثمنها عن الكابلات ورغم تعرضها لعوامل أخرى مثل البرق، والرعد، والصواعق إلا أنه يجب العمل فيها خارج المدن لما فيها من مميزات أخرى وسرعة في إنجاز العمل.
٣. وهكذا نحن مضطرين لنقل القدرة الكهربية بالطريقة المناسبة لها وللمكان المراد نقل القدرة إليه.

تعريف الكابل:

الكابل: هو موصل معزول يستخدم في نقل القدرة الكهربية من أماكن التوليد حتى المستهلك

أولاً كابلات الجهد المنخفض:

مكونات كابل جهد منخفض:

- **الموصل:** مصنوع من الألومنيوم أو النحاس (مصمت أو مجدول).
- **العزل:** مصنوع من مادة P.V.C "بولي فينيل الكلورايد".
- **الحشو:** من ألياف صناعية (نايلون خفيف) غير كثيفة سواء شعيرات أو شرائط.
- **الغلاف الداخلي:** مصنوع من P.V.C عادى وأحيانا يبثق على الأوجه.

- **التسليح:** مصنوع من الحديد الغير مغناطيسي وهو عبارة عن طبقتين.
- **الغلاف الخارجي:** مصنوع من مادة الP.V.C.
- **جهد التشغيل:** ويكون جهد التشغيل لكابلات الجهد المنخفض بداية من ١ فولت حتى ١٠٠٠ ف أي ١ ك.ف.

عدد أوجه كابلات الجهد المنخفض:

وعادة تكون عدد أوجه أي كابل جهد منخفض تتراوح ما بين وجه واحد + تعادل (نيوترل). أو ثلاثة أوجه + تعادل. ويكون التسليح هو الأرضي لكابلات الجهد المنخفض عادة إن وجد (في بعض الكابلات) وتوجد كابلات أخرى بموصلات متعددة تستخدم في عدة مجالات منها مثلا كابلات تستخدم في الكونترول.

مكونات كابل جهد منخفض

طريقة عمل (وصلة) كابل جهد منخفض L.T.

إعداد الكابل:

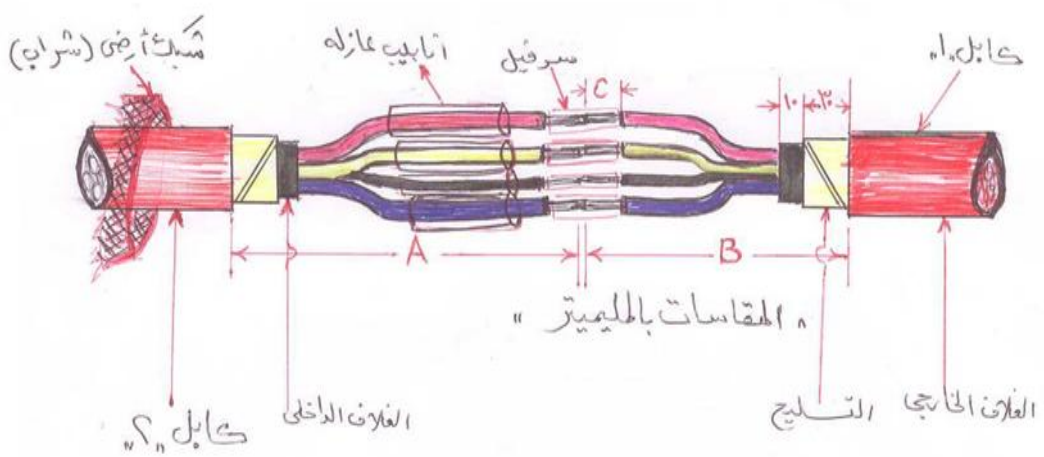
١. يوضع طرفي الكابلين المراد على الحوامل المعدة لعمل الوصلة على استقامة واحدة ويقطع الكابلين.
٢. ينظف الغلاف الخارجي للطرفين جيدا ثم تدخل أنبوبة الحماية الخارجية من جهة أي طرف.
٣. يدخل الشراب النحاسي "الشيلد" في الطرف الآخر" في حالة الكابلات المسلحة".
٤. يزال الغلاف الخارجي "الجاكت" حسب المقاسات الموضحة بالجدول "A، B".
٥. يحز التسليح بعد مسافة ٣سم من الجاكت ويقطع "بمفك وبنسه" ولا يقطع مباشرة.
٦. يقطع الغلاف الداخلي ويحز الحشو أو يقصر ويضبط كل لون فازة أمام مثيلها.
٧. يقطع عزل الفازات بطول (C+3M) وتركب أنابيب العزل في الطرف الطويل.
٨. تركب السرافيل الأربعة معا "كل سرفيل في فازتي الكابل" وتكبس.
٩. يتم برد زوائد الكبس لتتساوى مع باقي السرفيل إن وجدت.
١٠. تسحب أنابيب العزل الأربعة فوق السرافيل "تكون نقطة انتصاف السرفيل فوق نقطة انتصاف الأنبوبة" ويتم تسخين الأنابيب بلهب متزن حتى تتقلص وتتكمش حول الفازات.
١١. يتم تجميع الفازات الأربعة بحيث يكون قطر التجميع أقل ما يمكن.
١٢. تسحب الشبكة النحاسية " الشراب الأرضي "وتفرد فوق الأربع فازات وتربط بتسليح الكابل " الكابل المسلح" وتلحم بالقصدير وتربط بقفيز جيدا.
١٣. يلف شريط ماستيك فوق التسليح من الطرفين ويخشن الغلاف الخارجي علي بعد ٢ سم من بدايته ويركب عليه شريط ماستيك أيضا "لمنع دخول الماء داخل الوصلة".
١٤. تسحب الأنبوبة "الحماية الخارجية" وتركب فوق الوصلة بحيث تكون فوق الكابلين بمسافة متساوية.
١٥. تسخن الأنبوبة ابتداء من الوسط ثم إلى الطرفين حتى تتقلص تماما.

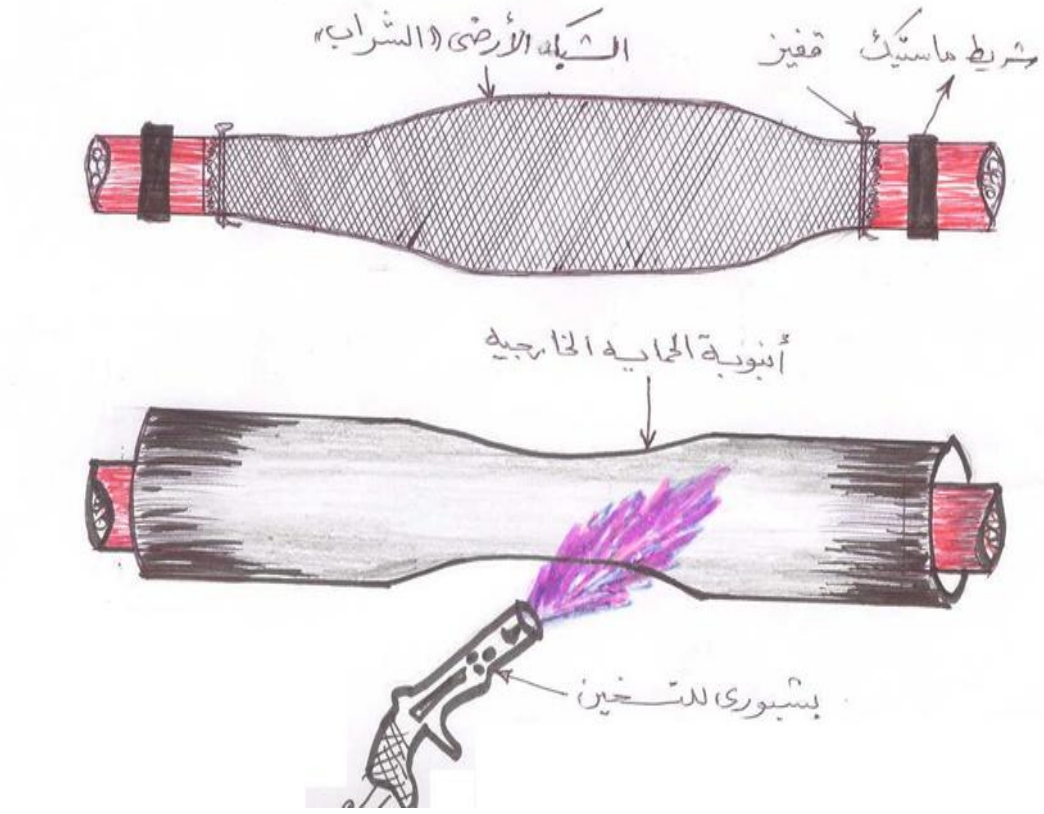
ملحوظة:

يجب أن يكون لون اللهب أزرق مصفر ويجب أن لا يتم التركيز في منطقة واحدة ويكون التسخين دائريا دون توقف على مكان معين.

جدول يبين "مساحة مقاطع الكابلات" ومسافة التقشير لعمل الوصلات:

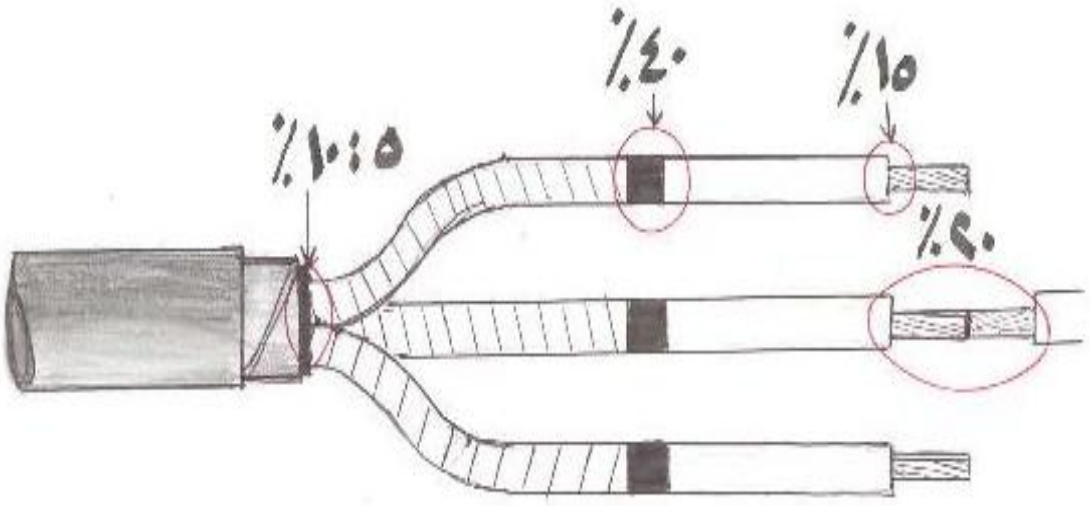
مقاس الكابل	A مم	B مم	C مم
من ١٦ مم^2 إلى ٣٥ مم^2	٢٠٠	١٠٠	١/٢ السرفيل+٣مم
من ٥٠ مم^2 إلى ١٥٠ مم^2	٤٠٠	٢٠٠	١/٢ السرفيل+٣مم
من ١٨٥ مم^2 إلى ٣٠٠ مم^2	٤٢٠	٢٢٠	١/٢ السرفيل+٥مم





ثانيا كابلات الجهد المتوسط ١٢/٢٠ ك.ف

١. عمل وصلات الكابلات وأنواعها.
٢. عمل علب نهايات الكابلات وأنواعها

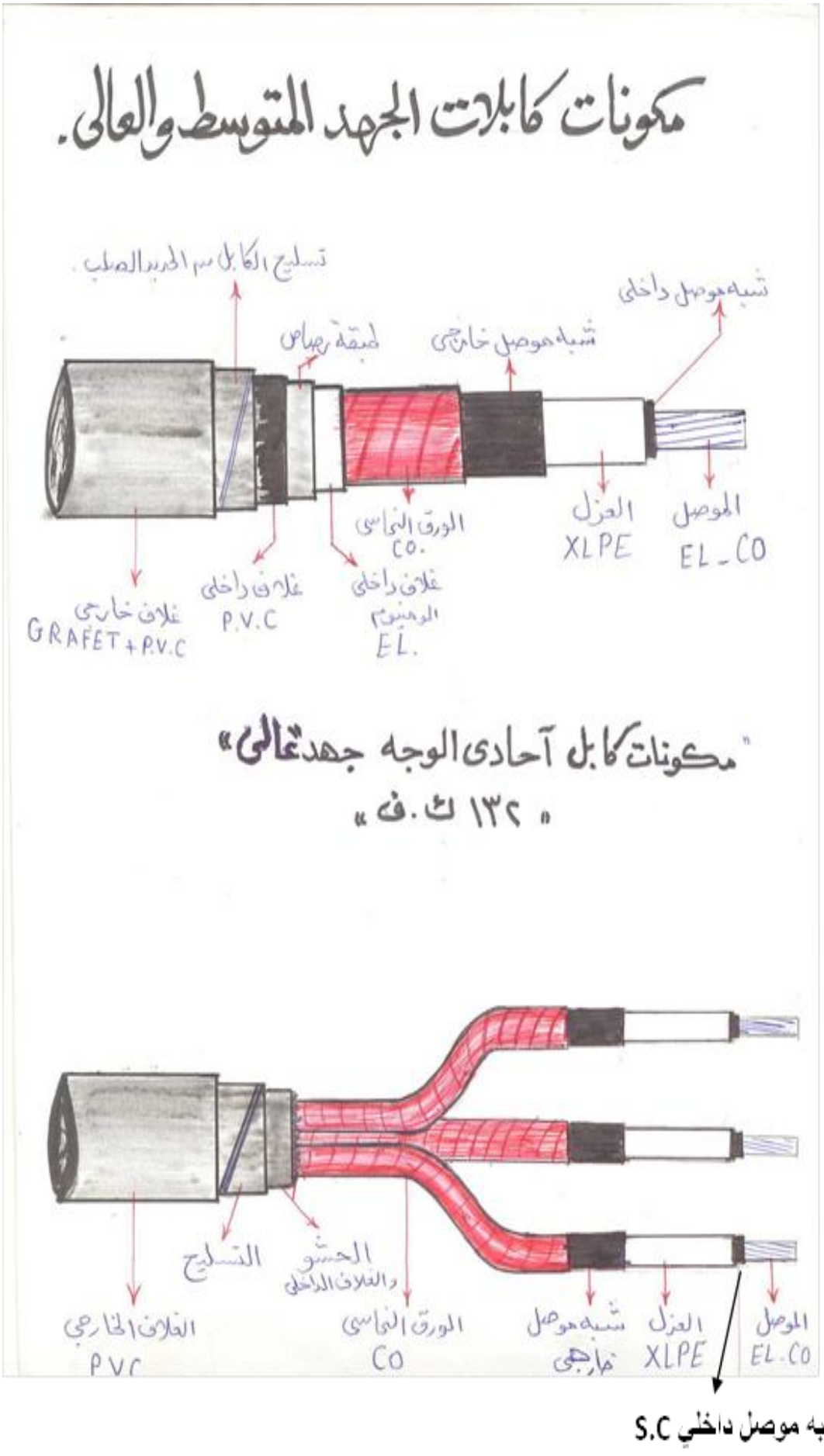


أشهر مناطق أعطال الوصلات (ونسبها):

- ٨٠:٧٥ % نتيجة العمل الفني
- ٢٠% نتيجة عيب في الكابلات والوصلات

أسماء بعض شركات تصنيع الوصلات التقلصية:

١. شركة "Raychem". PLM"
٢. شركة "Sigma form".
٣. شركة "Alcatel"
٤. شركة "Italco"
٥. شركة "Luxo3".
٦. شركة: "Elastimold.Egypt"



مكونات كابل ثلاثي الأوجه ١٢:٢٠ ك ف

ثالثاً– كابلات الجهد المتوسط:

تعتبر الكابلات المعزولة بالورق المشبع بالزيت " الكابلات الزيتية " أو المملؤة بزيت قليل اللزوجة تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي هي أقدم الكابلات استعمالا وأكثرها شيوعا في الفترة السابقة حتى ظهور الكابلات المصنعة من مواد بلاستيكية والتي تميزت بمميزات تفوق الكابلات الزيتية. ومع ذلك فان الكابلات الزيتية والكابلات البلاستيكية هما أكثر شيوعا حتى الآن.

أ. الكابلات الزيتية:

وهي كما ذكرنا معزولة بورق مشبع بالزيت قليل اللزوجة وفائدة الزيت هو زيادة العزل وملء أي فراغات تتكون نتيجة تمدد الغلاف الخارجي وهذا الزيت يمنع دخول الهواء المشبع بالرطوبة ويحافظ على ليونة الورق ويجب أن يحتفظ الزيت بضغطه العالي داخل الكابل وعند حدوث كسر في الغلاف الخارجي (طبقة الرصاص) أو أي تشققات يحدث تسرب للزيت فيهبط ضغطه فيجف الورق العازل نتيجة لهذا التسرب ويتسبب في عمل قصر في الأوجه (الفازات) فيتلف الكابل.

ب. الكابلات البلاستيكية:

وهي كابلات ذات تكنولوجيا عالية جدا وبفضل مميزاتها ونظافتها سيطرت علي جميع الأسواق العالمية.

ج. الكابلات الغازية:

وهي كابلات زيتية (معزولة بورق مشبع بالزيت) مع استخدام غاز النتروجين للضغط بدلا من ضغط الزيت وتنقسم إلى قسمين:

١. كابلات ذات ضغط غاز داخلي:

وهي كابلات ذات ضغط معين أعلى من الضغط الجوي معزولة من الورق المشبع بالزيت وبها قميص رصاص أو ألومنيوم ويمر داخلها غاز النيتروجين بضغط أعلى من الضغط الجوي.

٢. كابلات ذات ضغط غاز خارجي:

وهي نفس المكونات السابقة ولكنها موضوعة داخل مواسير من الصلب ومحاطة بغاز النيتروجين حول الكابل وداخل الماسورة بضغط أعلى من الضغط الجوي.

الكابلات البلاستيكية "X.L.P.E"

وهذه الكابلات هي أحدث كابلات حتى وقتنا هذا وهي المستخدمة حاليا في جميع دول العالم لما فيها من مميزات عديدة وتتكون هذه الكابلات من.

مكونات كابلات الجهد المتوسط "X.L.P.E".

١. الموصل:

ويصنع من النحاس أو الألومنيوم وغالبا يكون مجدول.

٢. العـزل:

ويصنع من عدة مواد صناعية منها بولي اثيلين (P.E). أو بولي إيثلين متشابك "X.L.P.E".

٣. الشبكة وهي:

أ. طبقة شبه الموصل المبثوقة فوق الموصل وذلك لملاقاة تأثير الجدل في الموصلات المجدولة.

ب. طبقة أخرى من شبه الموصل مبثوقة فوق العزل إما أن تكون مواد بلاستيكية أو شرائط بها مسحوق مبثوق عليها شبه موصل يشبه (البودر).

ج. مادة معدنية عبارة عن شريط نحاس سمكه حوالي ١٥ مم ملفوف فوق شبه الموصل لفا حلزونيا وفي بعض الكابلات يلف شريط ألومنيوم بسمك ٢٠ مم وفي الكابلات الأحادية أحيانا يلف فوق الشريط النحاسي سلك نحاس.

٤. الحشو – الفرشة:

ويوضع حشو بين الفازات وحولها وذلك نتيجة لجدل الفازات ووجود فراغات بينها وذلك حتى يتم ملء هذه الفراغات لمنع تكوين أي مياة ولعمل استدارة للكابل وحماية الفازات من الاحتكاكات وهذا الغلاف يتم بطريقتين. الأولى يكون مبثوقا فيملئ الفراغات والثانية شرائط من ألياف صناعية تملء الفراغات.

٥. الدرع أو التسليح:

ويتم عمل تسليح للكابلات عبارة عن شريطين من الصلب الغير مغناطيسي أو من أسلاك صلب أيضا غير قابلة للمغنطة ويتم تركيبهم على بطانة أو على غلاف من (P.V.C) لحماية الفازات من تجريحها من الشريط أو من الأسلاك وهذه الدروع هي حماية ميكانيكية للكابل وحماية كهربية حيث تساعد على تفريغ الشحنات بالأرض.

٦. الغلاف الخارجي:

يتكون الغلاف الخارجي من مادة "البولي فينيل كلورايد" (P.V.C). وذلك في حالات كابلات البولي إيثلين المتشابك "X.L.P.E" ولكن في حالة الجهود الفائقة يضاف إليه مادة الجرافيت ليزيد من صلابته وقوة تحمله للصدمات.

أما في الكابلات الزيتية يكون الجوت المشبع بالغاز "الجوت المقترن" هو الغلاف الخارجي لهذه الكابلات ويقوم بإعطاء الشكل النهائي للكابل ويجب أن يكون خالي من الثقوب.

٧. التمييز أو العلامات:

يتم التمييز بين الفازات بعلامات معينة إما أن تكون ألوان. أو أرقام وتوضع هذه العلامات بين شبه الموصل والشريط النحاسي أو إذا كانت أرقام تطبع على شبه الموصل بلون واضح وبطول الفازة وبمسافات لا تزيد عن ١٠ سم.

ملحوظة:

كابلات الجهد المنخفض تكون غالبا من ألوان ثابتة للعزل P.V.C فيكون لون كل فازة مختلف يعنى ذلك أن يكون عزل الفازات بالألوان التالية:

أحمر و أزرق و أصفر و أسود وغالبا يكون الأسود هو فازة التعادل.

المتطلبات الضرورية عند تصنيع الكابلات:

١. يجب أن يكون العزل مناسب بحيث يعطى أعلى درجة أمان.
٢. يجب أن تكون جميع المواد المستخدمة في صناعة الكابلات متزنة كيميائيا وفيزيائيا.
٣. يجب أن يزود الكابل بحماية ميكانيكية جيدة وكافية لمقابلة العنف في فرد الكابلات وتحمل الصدمات الناتجة من مرور المركبات فوق الكابلات حتى لو كانت مدفونة.

أسس تصنيف الكابلات:

أولا من ناحية الجهود المستخدمة

١. كابلات الجهد المنخفض من ١ فولت: ١٠٠٠ فولت L.T.
٢. كابلات الجهد المتوسط من ١١ ك.ف: ٣٣ ك.ف M.T.
٣. كابلات الجهد العالي من ٦٦ ك.ف: ١٣٢ ك.ف H.T.
٤. كابلات الجهد الفائق من ٢٢٠ ك.ف: ٥٠٠ ك.ف E.H.T

وتستخدم كابلات الزيت المضغوط أو الغاز المضغوط أو المصنوعة من X.L.P.E في الجهود الفائقة ويضاف إلى كابلات X.L.P.E على مكونات الغلاف الخارجي مادة "الجرافيت" لتزيد من قوة تحمل الكابل لعوامل التربة + العوامل الميكانيكية الأخرى وتكون عادة هذه الكابلات ذات وجه واحد "Single core".

ثانيا من ناحية الموصل:

تصنع الموصلات المستخدمة في الكابلات من النحاس أو الألومنيوم والنحاس أفضل من حيث التوصيل للكهرباء وكذلك المقاومة النوعية للنحاس ١٨ وأوم /مم٢/متر أما الألومنيوم فمقاومته النوعية ٢٩ وأوم /مم٢ /متر ولكنه أخف في الوزن وأرخص في الثمن.

ثالثا: من ناحية الشبكة:-

وتتكون الشبكة لكابلات الجهد المتوسط والعالي من مادتين الأولى شبه موصلة والثانية شبه موصل + ورق نحاس. وتكون الأولى مبثوقة على الموصل أثناء صناعة الكابل وذلك حتى تقلل من تأثير الجدل في الموصلات المجدولة وللعمل على تنظيم المجال داخل.

رابعا: من ناحية العزل:

عزل كابلات الجهد المنخفض

١. الحرير والقطن.
٢. الورنيش (الصمغ الهندي).
٣. الخزف والأسبتوس.
٤. بولي فينيل الكلورايد "P.V.C".
٥. وهناك بعض المواد العازلة الأخرى لكابلات الجهد المنخفض.

عزل كابلات الجهد المتوسط:

١. ورق مشبع بالزيت.
٢. بولي إيثلين متشابك "X.L.P.E".
٣. بولي إيثلين " P.E".
٤. إيثلين بروبلين " E.P.R".

خواص عزل كابلات الجهد المتوسط:

١. أن تكون ذو مقاومة نوعية عالية.
٢. أن تكون قوة العزل عالية ومتزنة.
٣. أن يكون العزل صلب ومرن في نفس الوقت.
٤. أن يكون غير مسامى حتى يقاوم الرطوبة.
٥. أن يتحمل درجات الحرارة العالية دون تلف.
٦. أن يكون غير قابل للاشتعال ولا يتأثر بالأحماض والأكاسيد.
٧. أن يقاوم جهد التمزق أو الانهيار.
٨. ويجب اختبار عزل الكابلات جيدا قبل العمل بها مع مراعاة جهد الكابل المراد اختياره.

خامسا من ناحية الحماية للكابلات:

جميع أنواع الكابلات بها حماية ميكانيكية متمثلة في التسليح الذى يوجد بين غلافين من مادة P.V.C. وهو عبارة عن طبقتين من الحديد الغير مغناطيسي أو الألومنيوم أو أسلاك صلبة، ولكن وفي بعض الكابلات التي تتطلب استعمالات خاصة ليس بها تسليح. وفي بعض كابلات الجهد المنخفض يضاف إلي التسليح "السلك الصلب" بعض أسلاك نحاس وقد تستخدم هذه الأسلاك كأرضي لهذه الكابلات.

العوامل الأساسية لضمان الأداء الجيد للكابلات:

١. الاختبارات الجيدة والدقيقة للمواد العازلة للكابلات قبل التشغيل.
٢. أن تكون المادة العازلة على درجة عالية من النقاء.

٣. أن يصمم الكابل ضد تسرب المياه أو الرطوبة إلى داخله.
٤. النظافة المطلقة في عمليات التصنيع وعند عمل الوصلات (العمل في الكابلات عموما).
٥. الحرص أثناء (نقل، فرد، تخزين) الكابلات.

الفرق بين كابلات الجهد المنخفض والمتوسط

مادة الفرق	كابلات الجهد المنخفض	كابلات الجهد المتوسط
جهد التشغيل	١فولت إلى ١٠٠٠ فولت	١١٠٠٠ فولت إلى ٣٣٠٠٠ فولت
الأوجه	٣ أوجه + تعادل أو وجه واحد	٣ أوجه أو وجه واحد
الموصل	نحاس، ألومنيوم "مصمت أو مجدول"	نحاس – ألومنيوم "مجدول"
العزل	P.V.C " بولي فينيل الكلورايد "	XLPE بولي اثيلين متشابك، ورق مشبع بالزيت
الشبكة	لا توجد	شبه موصل داخلي وخارجي + شريط نحاسي
التسليح	حديد غير مغناطيسي "طبقتين"	حديد غير مغناطيسي "طبقتين" أو ألومنيوم
الغلاف الداخلي	P.V.C	P.V.C
الحشو	ألياف صناعية رقيقة	شعيرات من الألياف الصناعية الكثيفة
الغلاف الخارجي	P.V.C	P.V.C + بعض المواد الخاصة

التشجـر (التشوه) في كابلات الجهد المتوسط:

وهي تعتبر بداية لانهيار عزل الكابل نتيجة لوجود فراغات بين العزل وشبه الموصل المبثوق (المغلفة) فوقه.

وكذلك نتيجة تعرض أطراف الكابل لتغيرات في درجات الحرارة وخاصة التغير المفاجئ بسبب زيادة الأحمال وعوامل الجو والتربة وخلافه.

فيجب أن تكون المادة شبه الموصلة مبثوقة جيدا بحيث تكون ملاصقة تماما في جميع الأوقات وفي كل نقطة من الكابل وعند جميع درجات الحرارة وأن يكون السطح أملس بين المادة العازلة والشبه موصلة وإذا لم يتحقق ذلك تتكون فراغات بين هذه المواد مما يؤدى إلي حدوث تفريغات كهربية وتؤدى إلى تكوين ما يعرف بالتشجير وهي تشققات تشبه شكل أفرع الشجر داخل العزل وتظهر واضحة عليه.

أنواع وصلات كابلات الجهد المتوسط ١٢ / ٢٠ ك.ف

١. الوصلة الزيتية:

وتستخدم في الكابلات المعزولة بورق مشبع بالزيت وتعتمد على ورق مشبع بالزيت + زيت عازل.

٢. الوصلة بشريط ذاتي الاندماج Tape Joints using insulating self-Bounding Tape.

وتستخدم هذه الوصلات في جميع الجهود الكهربية حتى جهد ٤٠٠ ك.ف وفي حالة الكابلات الأحادية "Single" يمكن استخدام ماكينة للف الشرائط وتعتمد على شريط ذاتي الاندماج وكمباوند.

٣. الوصلة التقلصية:-" Heat shrinkable Joints "

تعتمد هذه الوصلة على أنابيب عازلة وأخرى لتنظيم الجهد وثالثة للحماية وكل هذه الأنابيب تتقلص بالحرارة وتصنع من مادة (بولولفين) " pololefin "

ويعتمد سمك الأنبوبة على نسبة التقلص وعلى سبيل المثال أنبوبة قبل التسخين قطرها ٥٥ مم يصل قطرها بعد التقلص إلى حوالى ٢٥مم ويكون سمكها النهائي حوالى ٣مم تقريبا.

٤. الوصلة سابقة التجهيز:-" Premolded Joint "

تعتمد هذه الوصلة علي قطعة واحدة لكل فازة (Housing) وتكون مختبرة جيدا علي الجهد المصممة له وهي مصنوعة من مادة "E.P.R"، وهي تماثل في جميع خواصها مادة X.L.P.Eمن الناحية الكهربية والحرارية.

وعادة تكون هذه القطعة "Housing" أو بيت الوصلة من:

١. طبقة شبه موصل داخلية بطول السرفيل + ٢٠مم في الأطراف الخارجية.
٢. طبقة المادة العازلة.
٣. طبقة شبه الموصل الخارجية.

أنواع علب نهايات كابلات الجهد المتوسط ١٢ / ٢٠ ك.ف

١. علبة نهايات زيتية.

وتستخدم في الكابلات الزيتية وتعتمد على استمرارية تغذية الكابل بالزيت العازل عن طريق علبة نحاس مركبة في نهاية وبداية الكابل وتزود بصفة دورية.

٢. علبة نهاية " كومباوند ".

وتستخدم غالبا في الكابلات الزيتية وخاصة خارج الخلايا وهي عبارة عن زهر وتملئ بمادة الكومباوند العازلة.

٣. علبة نهاية ايبوكساید.

وتستخدم في أي أنواع من الكابلات سواء زيتية أو X.L.P.E. وتعتمد على خلط ما بين مادتين (هاردنر + ايبوكساید) وتقلب جيدا إلى أن ترتفع درجة حرارتها فيتم التفاعل.

٤. **علبة نهاية تقلصيه "منكمشة".**

وتعتمد على الأنابيب التقلصية بالحرارة.

٥. **علبة نهاية سابقة التجهيز.**

وتعتمد على مخاريط وأقماع سابقة التجهيز مع أنابيب خفيفة للحماية الخارجية.

أولا طرق عمل الوصلات لكابلات الجهد المتوسط ١١ ك.ف : ٣٣ ك.ف.

أولا طرق عمل الوصلات

قبل العمل في علب الاتصال الأرضي (الوصلات) يجب الإلمام بعدة أشياء منها:

١. التأكد من أن العدة المستخدمة مناسبة للكابل والوصلة معا.
٢. التأكد من أن مكونات الوصلة " كاملة " والتأكد من حالتها.
٣. يجب اختبار طرفي الكابل المراد عمل الوصلة فيه بالميجر قبل العمل فيه والتأكد منه.
٤. يجب تفريغ الشحنة الموجودة بالكابل بعمل أرضى محلى لجميع أطراف الكابل وتفريغ الشحنات، يجب التأكد من عدم اختزان الكابل لأي شحنات.
٥. يقطع حوالى من ٥٠ سم: ١٥٠ سم في بداية الكابلات ونهايتها حيث يقع عليهما دائما عوامل كثيرة من الشد والفرد. والإجهادات التي تقع على أطراف الكابلات نتيجة ذلك تكون كبيرة.

العدد المستخدمة في عمل الوصلات:

١. خيمة
٢. حامل حديد أو خشب عدد ٢.
٣. مكبس هيدروليكي أو ميكانيكي.
٤. أنبوبة غاز.
٥. منظم غاز + بورى لحام + خرطوم غاز.
٦. كاوية لحام قصدير يدوى عدد ٢.
٧. فرشة سلك.
٨. براية لشبه الموصل.
٩. منشار حدادي.
١٠. بنسه + قصافة سلك.
١١. مبرد حدادي + مبرد خشابي.
١٢. مفك عادى + قصافة.
١٣. سكينة تقشير الكابلات " كتر " عدد ٣.
١٤. صنفرة كابلات.

عمل علبة اتصال أرضى "وصلة زيتية".

١. الوصلات الزيتية:

تتم هذه الوصلات في الكابلات الزيتية "الكابلات المعزولة بورق مشبع بالزيت". وهذه الكابلات لم تعد تستعمل حاليا بعد انتشار الكابلات المصنوعة من"X.L.P.E"، ولكن بعضا منها مازال في الخدمة حتى الآن.

مكونات الوصلة الزيتية:

- علبة زهر بغطاء.
- كم رصاص.
- شريط عازل (استرلنج).
- شريط عازل (ورق مشبع بالزيت عرض ٢سم تقريبا على شكل بكر).
- شريط عازل (ورق مشبع بالزيت عرض ١٥ سم تقريبا).
- شريط عازل P.V.C.
- زيت عازل " صفيحة بها زيت + الورق حوالى ٥ كجم ".
- كومباوند (بوتامين) حماية.
- قصدير لحام ٢٥ .٠ كجم.
- شمع أو دهن (للتبريد وقت اللحام).
- شريط قطن.
- عجينة " ماستيك " (تعتبر جوان).
- سرافيل بمقاس الكابل.
- مادة نظافة "معتمدة".
- قطع قماش قطن للنظافة.
- فوطة نظافة صفراء.

طريقة عمل الوصلة:

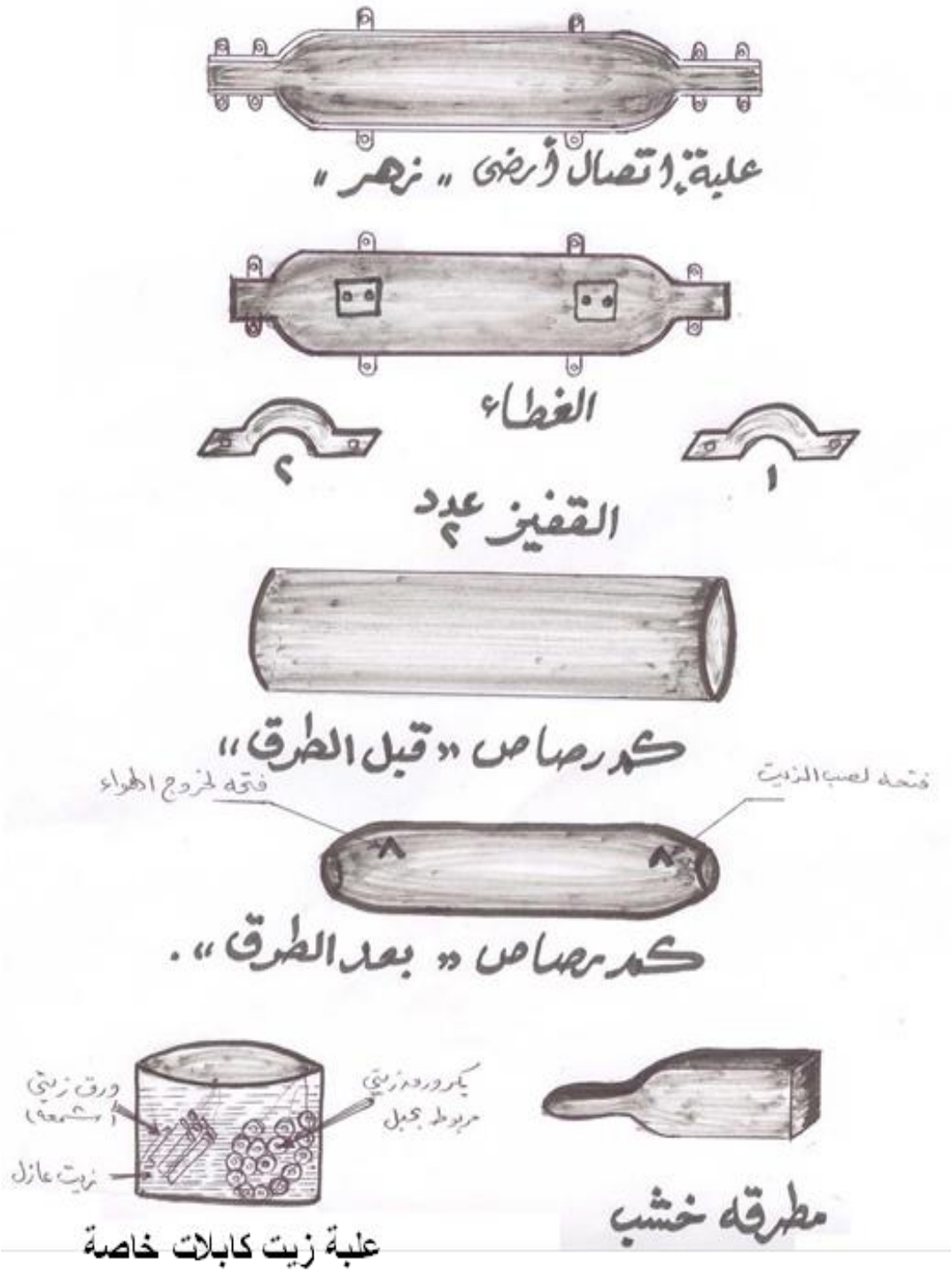
يهيئ الكابل لإجراء عمل الوصلة بوضعه على الحوامل (الإستندات) المعدة لذلك

١. يتم تحزيم الكابل من الطرفين فوق الجوت بمسافة تساوى ٥و. من طول العلبة الزهر.
٢. يتم قطع الجوت وتنظيف التسليح جيدا من الكومباوند والزيوت المتراكمة عليه.
٣. يتم تحزيم التسليح جيدا من الطرفين لمسافة من ٦:٤ سم ثم حزه وقطعه (نزعه).
٤. يتم تنظيف طبقة الرصاص بالكامل جيدا ثم حزها علي مسافة ٧سم.
٥. يتم رفع نهاية طبقة الرصاص ويلف تحتها "شريط قطني أو دوبارة أو شريط عازل " ويكون بارزا عنها بحوالي ٢:١ سم حتى لا يؤثر حافة الرصاص على عزل الفازات أثناء ثنيها فيتسبب في تلفها.
٦. يتم قطع الحشو الداخلي للكابل "ورق مشبع بالزيت" بعد الشريط مباشرة "ويوضع الكم الرصاص في الكابل".

٧. تنظف الفازات جيدا من آثار الزيت بالسائل المنظف وتلف بورق عازل "استرلنج".
٨. نأخذ مقاس السرفيل " ويقطع العزل على هذا المقاس " ٥و. من السرفيل + ٣مم".
٩. يتم كبس الفازات بالمكبس وتنظف زوائد الكبس بمبرد ثم تنظف الثلاث فازات ثانيا.
١٠. يتم تسخين الزيت ومعه الورق لتبخير الرطوبة إن وجدت ولزيادة سيولة الزيت حتى تستطيع لف الورق دون تجميد الزيت فوقه وكذلك سهولة دخول الزيت داخل الفازات.
١١. يستخرج الورق الزيتي (عرضه ٢ سم) ويتم لفه على الفازات من بداية السر فيل حتى نهايته ويلف عدة لفات تراكبية " ٢/١ علي ٢/١ " مع زيادة ٢/١ في كل اتجاه لمسافة ١٥ سم بعد السرفيل من كل جهة وعادة تلف جميع البكرات (الشرائط الزيتية) وغالبا تكون عدد البكرات زيادة " ٣ " بكرات تحسبا لأي طارئ يحدث لبكرة ما.
١٢. يلف شريط استرلنج فوق الشريط المشبع بالزيت فوق الثلاث فازات كل فازة على حده بطبقتين تبدأ الثانية من نهاية الاولى بداية من الشريط الذى تحت طبقة الرصاص حتى الطرف الآخر، خطوة رقم (٥).
١٣. يتم لف الشريط الزيتي العريض "١٥ سم" فوق الفازات كل فازة على حده من ٥:٤ مرات بطبقتين كما سبق، ثم تجمع الثلاث فازات معا بعد وضع لفة شريط زيتي "العريض" في الوسط بين الثلاث فازات ويتم تحزيم الفازات معا ولفهم بشريط زيتي عريض الثلاثة معا بداية من الرصاص لطرف حتى الطرف الآخر.
١٤. يتم تحزيم الوصلة بالشريط القطنى للحصول على أقل قطر ممكن.
١٥. يطرق أطراف الكم الرصاص ليصل إلى قطر الكابل (من الناحيتين) بعد وضعه في مكانه ويتم لحامه جيدا بالقصدير مع مراعاة استعمال قطعة قماش مملؤة بالشمع أو الدهن لتسوية اللحام وتوزيع القصدير عند صبه فوق المكان المراد لحام (الكم الرصاص مع رصاص الكابل).
١٦. يفتح عدد ٢ فتحة صغيرة في الكم الرصاص وليكن علي شكل زاوية لمثلث "<" في الجزء الأول والأخير من الكم احداهما لصب الزيت والآخر لخروج الهواء.
١٧. يتم صب الزيت بدرجة حرارة حوالى ٦٠ درجة مئوية حتى يمتلئ مع مراعاة ترك الفتحتين حتى ضمان امتلاء الكم بالزيت ويتم تزويده بعد حوالى ١٠ دقائق لضمان تسرب الزيت داخل الفازات وبينها بعد التأكد من امتلاء الكم بالزيت تقفل فتحة من الأثنين وتلحم بالقصدير ويزود مرة ثانية من الفتحة الأخرى ثم تلحم الفتحة الثانية.
١٨. تركب الوصلة في العلبة الزهر ويوضع شرائط عجينة الماستيك "الجوانات" في العلبة وفي الأماكن المعدة لها حتى لا تتسرب المياه داخل الوصلة ويوضع الغطاء ويربط جيدا بالكامل ويفتح فتحتي الغطاء ويصب الكومباوند "البوتامين" عند درجة حرارة من ٨٠:٦٠ درجة مئوية وتترك ١٥ دقيقة مفتوحة لتزويد الكومباوند ثم تقفل ويتم صب بواقي الكومباوند فوق نهاية العلبة من الطرفين وفوق الغطاء بالكامل وعلى أطراف الكابل الملامسة للعلبة الزهر وحول العلبة وتترك دون إطلاق التيار على هذه الوصلات إلا بعد صب الكومباوند بحوالي ساعة تقريبا من ٦٠:٣٠ دقيقة.

ملحوظة:

يجب أن تكون مستوى الوصلة أعلى قليلا من مستوى باقي الكابل لضمان عدم تكون أي مياه في داخل الوصلة وبالنسبة لهذه الوصلة فيساعد ذلك على توزيع الزيت داخل الكابل عند نقصه نتيجة عمل الوصلة أو أي أسباب أخرى.



عمل علبة اتصال أرضى لكابل ثلاثي الأوجه:

١. الوصلة بشريط ذاتي الاندماج

يجب قبل عمل الوصلة أن نتبع التعليمات المرفقة بالكتالوج المرفق مع الوصلة ويجب أن يوضع الكابل المراد عمل الوصلة فيه في المجاري أو الأماكن المعدة له سابقا ووضع أطراف الكابل فوق الإستندات أو الحوامل المعدة لعمل الوصلة ويجب التأكد من أن أطراف الكابل سليمة وليس بها أي عيوب أو ثقوب كما يجب قطع جزء من هذه الأطراف حتى التأكد من عدم وجود رطوبة بها ويكون القطع مستويا.

عمل الوصلة:

١. تنظف أطراف الكابل (الغلاف الخارجي) جيدا ثم يأخذ عليه مقاس التقشير ويقطع.
٢. يحز التسليح وينزع.
٣. يقطع الغلاف الداخلي بعد ترك مسافة ٢ سم بعد التسليح وكذلك يزال الحشو.
٤. يحزم الشريط النحاسي بسلك رباط نحاس ويلحم بالقصدير ثم يحز ويقطع.
٥. تزال طبقة شبه الموصل الخارجية من فوق العزل تاركا منها ٣ سم من جهة الشريط النحاسي ويجب مراعاة تسوية أحرفها جيدا على أن تكون على استقامة دائرية واحدة ودون المساس بالعزل وذلك بواسطة براية شبه الموصل وإن لم يتوفر يدهن بشبه موصل سائل المرفق مع مكونات الوصلة.

ملحوظة:

في حالة وجود كابل له شبه موصل عبارة عن ورق مكربن يجب حز الورق بحذر شديد ويلف على نهايته شريط شبه موصل وان لم يتوفر يدهن بشبه موصل سائل المرفق مع مكونات الوصلة.

٦. تصنفر الفازات الثلاث جيدا وتنظف بالسائل المعد لذلك ويلف شريط عازل فوق نهاية شبه الموصل قبل التنظيف وذلك حتى لا يتلف السائل العزل عندما يختلط بشبه الموصل.
٧. يقطع العزل مسافة ٥و. من السرفيل + ٥ مم ثم تعمل سالبة على نهاية العزل المتبقي وتكون هذه السالبة كالتالي:
   - جهد ١١ك.ف = ١سم.
   - جهد ٢٢ ك.ف = ٢سم.
   - جهد ٣٣ ك.ف = ٣سم.

ويجب أن تكون هذه السالبة بنسبة ميل معينة تتناسب مع الجهد وتكون متزنة (حسب سمك العزل). بعد عمل السالبة تصنفر جيدا ويفضل إظهار شبه الموصل الداخلي ولو بنسبة بسيطة إن أمكن وذلك لإمكان استمراريته مع الطرف الآخر للفازة.

٨. تدخل مكونات الوصلة في كلا الطرفين مثل أنابيب الحماية والكم الرصاص في بعض أنواع الكابلات مثل كابلات جهد ٣٣ ك.ف. والتأكد من ذلك.
٩. تركب الثلاث سرافيل وتكبس وتزال زوائد الكبس بمبرد وتصنفر جيدا.

١٠. تعاد نظافة الفازات بالكامل (عزل الفازات) بالسائل جيدا.
١١. يلف شريط شبه موصل بداية من نهاية السالبة (أي من الجزء الذى بين السرفيل والعزل) حتى الطرف الآخر وذلك لإرجاع الكابل كما كان ولتنظيم المجال فوق السرفيل.
١٢. يلف الشريط العازل "شريط ذاتي الاندماج" بداية من الفارق بين السرفيل وعزل الكابل فيملئ هذا الفارق حتى يتساوى مع السرفيل ويستكمل فوق السرفيل إلى الفراغ الآخر فيملئ ويرجع بالشريط مرة أخرى ويكون اللف "تراكيبا" أي ٢/١ على ٢/١ مع الشد الخفيف من جميع الجهات حيث يجب أن يكون الشد بنسبة ٠,٣ : ٠,٦ أي يلف بعرض ٠,٦ من الشريط قبل اللف ويكون لف الشريط طوليا حيث يترك ٠,٥ لفة زائدة في المشوار الواحد وتتم هذه العملية لجميع عدد البكرات المرفقة مع الوصلة وغالبا يكون عددها من (١٥:١٠) بكرة لكل فازة ويجب عند نهاية لف الفازة الواحدة أن يكون شكلها اسطواني وفي نهايتها مخروط كما في الشكل التالي.
١٣. يلف شريط شبك أرضى علي الفازة بدءا من الشريط النحاسي للفازة حتى الشريط النحاسي للطرف الآخر من نفس الفازة ويلحم بالقصدير على الشريط النحاسي في الطرفين.
١٤. تجمع الثلاث فازات معا في أضيق نطاق ممكن وتلف بشريط عازل معا لفا محكما.
١٥. يدخل الكم الرصاص (إن وجد) ويلحم من الطرفين ويعمل فيه فتحتين إحداهما لصب كومباوند عازل والأخرى لخروج الهواء وتقفل هذه الفتحات بعد ذلك. أما في حالة عدم وجود كم رصاص فيدخل التدريع ويربط بقفيز من كل طرف.
١٦. يخشن الغلاف الخارجي للكابل ويلف على القفيزين شريط ماستيك وكذلك يلف شريط ماستيك على بعد ٥ سم من بداية الغلاف وتركب أنابيب الحماية وتسخن واحدة ثم الأخرى.

عمل وصلة تقلصيه لكابل جهد ١٢: ٢٠ ك.ف

كابل مسلح ألومنيوم قطاع ٣ * ٢٤٠ مم^{٢} X.L.P.E

يتم فرد الكابل المراد عمل الوصلة فيه بطوله داخل الحفر أو المجاري المعدة له ثم يعمل حساب الكرب إذا طلب ذلك ويفضل كهربيا عدم عمل هذه الكرب ولكن من الناحية العملية والاقتصادية يفضل عمل الكرب وخاصة عند وجود عمالة غير كافية أو مدربة جيدا، ويتوقف قطر هذه الكرب على القطر الخارجي للكابل وعلى جهد التشغيل وتوضع في المكان المعد لها قبل البدء في عمل الوصلة.

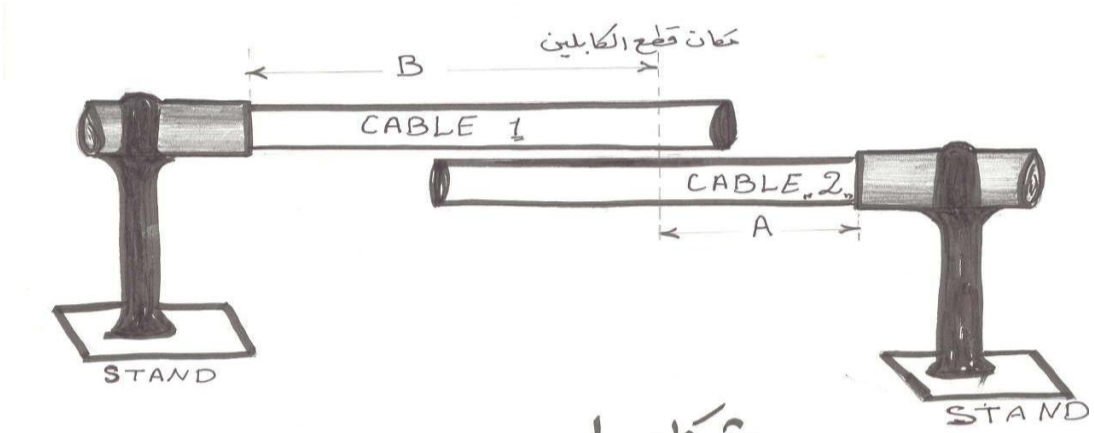
طريقة عمل الوصلة:

- يوضع الكابل على الإستندات المخصصة لهذه العملية وينظف الغلاف الخارجي جيدا.
- يقطع من طرفي الكابل الزيادة في الكابل بحيث يكون الكابلين على استقامة واحدة ويكون القطع مستقيم وغير مائل كما في الشكل (١).
- يتم إتباع تعليمات الكتالوج المرفق مع الوصلة "Joint" من حيث المقاسات.
- يتم إدخال أنابيب الحماية الخارجية في طرفي الكابل ثم القفيزان (للكابلات المسلحة).
- يقطع الجاكت الخارجي حسب المقاس المذكور ثم يحز التسليح وينزع بعد ذلك.

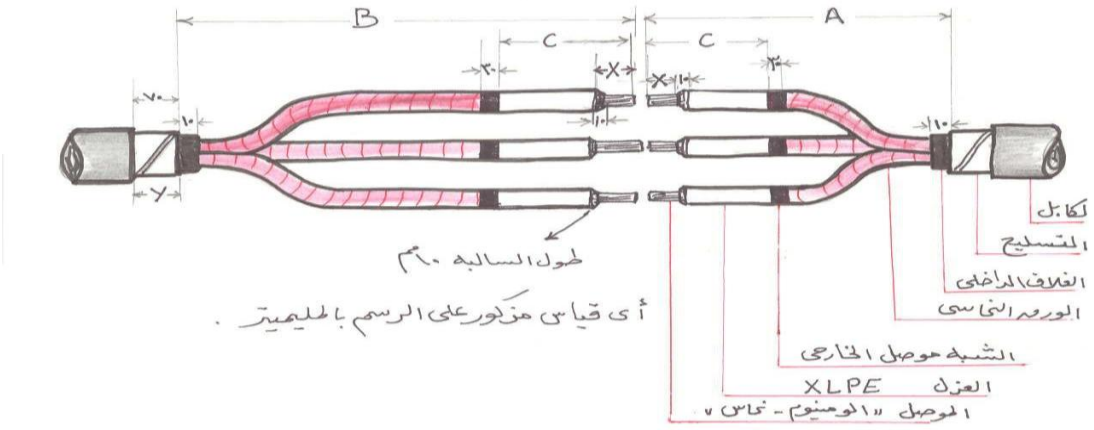
- يقطع الجاكت الداخلي بعد ترك ٢ سم بعد التسليح وذلك لحماية الفازات من التسليح.
- يقطع الحشو الداخلي بالكتر مساويا للغلاف الداخلي "إن أمكن ذلك".
- يحزم الشريط النحاسي بسلك رباط بعد أخذ مقاسه ويقطع بدون حز على شبه الموصل.
- يأخذ مقاس الجزء الباقي من شبه الموصل ويعلم بشريط لاصق ثم يزال باقي شبه الموصل بواسطة براية "شبه الموصل" أو بقطع زجاج ويكون متساويا دائريا جيدا ويجب عدم المساس بالعزل وعدم ترك أي بقايا من شبه الموصل فوق العزل وفي حالة عدم استواء حرف شبه الموصل يجب لف شريط شبه موصل على نهاية شبه الموصل الخاص بالكابل لعمل استدارة مستوية وان لم يتوفر يجب دهان نهايته بسائل شبه موصل لهذا الغرض ويجب علينا الحرص في العمل في هذه المنطقة بالذات لخطورتها حيث تعتبر هي من أضعف أماكن الكابل وأخطر نقطة فيه لتجمع المجال حولها.
- يتم صنفرة العزل جيدا وينظف بالسائل المرفق مع الوصلة كما في شكل ٣، شكل ٤.
- يقطع من العزل مسافة " X " (٠,٥ من السرفيل + ٥مم) وذلك لمعادلة عملية الكبس حيث أن عملية كبس السرفيل تجعله يتمدد بمقدار يعتمد على (سمك السر فيل + عرض اللقمة الخاصة بالمكبس) فيجب عمل حساب هذا التمدد للسرفيل.
- يتم وضع الأنابيب العازلة وكذلك الأنابيب المنظمة للمجال ويتم مراجعة جميع مهمات الوصلة حتى التأكد من عدم نسيان أي قطعة من الوصلة قبل عملية الكبس.
- تركب السرافيل الثلاثة في الموصل لطرف الكابل ثم يدخل الموصل للطرف الثاني في هذه السرافيل ويجب التأكد من ملامسة الموصلين معا جيدا.
- عند عمل وصلة في كابل " محمل سابقا " يجب التأكد من الأوجه (الفازات) سواء كانت ألوان أو أرقام وتوصل كل فازة مع مثيلتها مثلا " أحمر مع أحمر، أزرق مع أزرق، أصفر مع أصفر " أو كانت أرقام (١ مع ١، ٢ مع ٢، ٣ مع ٣) وهكذا.
- يتم كبس الثلاث فازات، ثم ينظف مكان الكبس وتزال أي زوائد ناتجة من عملية الكبس بواسطة مبرد وينظف جيدا مكان الكبس ويمكن صنفرة السرفيل أيضا.
- يتم نظافة العزل بعد عملية الكبس من شبه الموصل للفازة إلى شبه الموصل للطرف الآخر.
- يلف شريط شبه موصل على السرفيل وفي الفراغ الموجود بين السرفيل والموصل إن وجد.
- يلف الشريط العازل ذاتي الاندماج بداية من الفراغ بين السرفيل والموصل وفوق السالبة لفات تراكبية " ٢/١ على ٢/١ " طبقتين ويجب أن تكون اللفات متساوية جيدا فوق السرفيل. وغالبا يكون لون هذا الشريط إما " أصفر – بنى " ويلف بشد خفيف وبإتقان ويجب أن تملء جميع الفراغات حتى ٥٠ مم فوق العزل " " X.L.P.E.
- تسحب الأنابيب العازلة "أنبوبة لكل فازة" وتوضع بداية من شبه الموصل حتى شبه الموصل للطرف الآخر ويكون السر فيل في منتصفها بالضبط وتسخن الأنابيب الثلاثة معا.

- يجب أن يكون التسخين بداية من منتصف الأنابيب ثم إلى الخارج وتسخن بلهب متزن لونه أصفر مزرق ولا يكون ضعيفا ولا يكون قويا فيحرق الأنابيب أو يؤثر على الأنابيب العازلة فيضعف عزلها أو يكون طبقة من الكربون فوق هذه الأنابيب.
- تركب الأنابيب العازلة الباقية وتكون فوق الأولى تماما وتتقلص وتتكرر هذه العملية ثم تركب الأنابيب الخاصة بتنظيم المجال ويجب أن تكون فوق شبه الموصل الخاص بالكابل من الجهتين لكل فازة ويجب التأكد من تقلص الأنابيب جيدا والتأكد من عدم وجود هواء محتبس داخل الأنابيب ويجب أن تكون الأنابيب موضوعه فوق بعضها ومتساوية الأطراف.
- ويجب أن نلاحظ أن أنبوبة تنظيم المجال هي أطول قليلا لتوضع فوق شبه الموصل وتغطى باقي الأنابيب.
- تلف شبكة الأرضي ابتداء من الورق النحاسي ومن الطرف الأطول إلى الطرف الأقصر وتربط بسلك نحاس وتلحم جيدا بالقصدير ثم تجمع الثلاث فازات مع الضغط الخفيف للحصول على أقل قطر خارجي.
- يلف التدريع حول الثلاث فازات ويحزم جيدا ثم يربط بقفيز من الطرفين.
- تلف العجينة "الشريط الماستيك" فوق القفيزان ويخشن نهاية الغلاف الخارجي لطرفي الكابلين "الكابل" بواسطة مبرد خشابي أو حرف المنشار أو صنفرة خشبية ويلف على بعد حوالى ٥٠مم من بداية هذا الغلاف (الغلاف الخارجي) شريط ماستيك لمنع تسرب المياه داخل الوصلة.
- تسحب الأنبوبة الأولى الخاصة بالحماية الخارجية فوق التدريع ويراعى أن تكون بعد الشريط الماستيك بما لا يقل عن ٥٠ مم وتتقلص ثم يلف على نهايتها شريط ماستيك.
- تسحب الأنبوبة الثانية ويجب أن تكون بعد الشريط الماستيك الذى فوق الغلاف الخارجي بمسافة ٥٠مم أيضا وأن يكون الشريط الماستيك الآخر (الذى فوق الأنبوبة الأولى) أسفلها بمسافة لا تقل عن ٤٠مم ويتم تقليص الأنبوبة الثانية وتترك الوصلة حوالى ٣٠ دقيقة في مكانها حتى تبرد ثم يتم إنزال الوصلة من فوق الحوامل "الإستندات" إلى المكان المعد لها.

الوصلات التقلصية "المنكمشة"						
القطاع	A	B	C	X	Y	ملاحظات
٣*١٢٠ مم٢	٤٥٠	٨٣٠	١٨٠	١/٢ السرفيل +٣٠٥ مم	٧٠	المقاسات بالملليمتر
٣*١٥٠ مم٢	٤٥٠	٨٣٠	١٨٠		٧٠	
٣*١٨٥ مم٢	٤٥٠	٨٣٠	١٨٠		٧٠	
٣*٢٤٠ مم٢	٤٥٠	٩٠٠	١٨٠		٧٠	
٣*٣٠٠ مم٢	٤٥٠	٩٠٠	١٨٠		٧٠	



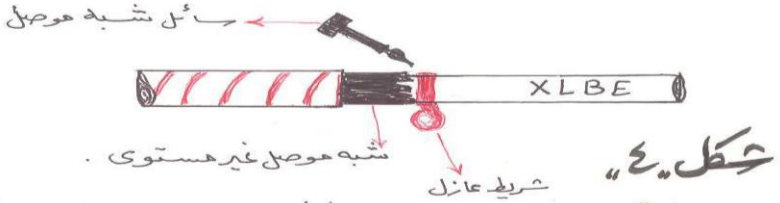
شكل "١"



شكل "٢"

شكل "٣"

بعد تقشير الكابل ونزع الشبه موصل يوجد بداية الشبه موصل غير مستويه "فيجب معالجتها"

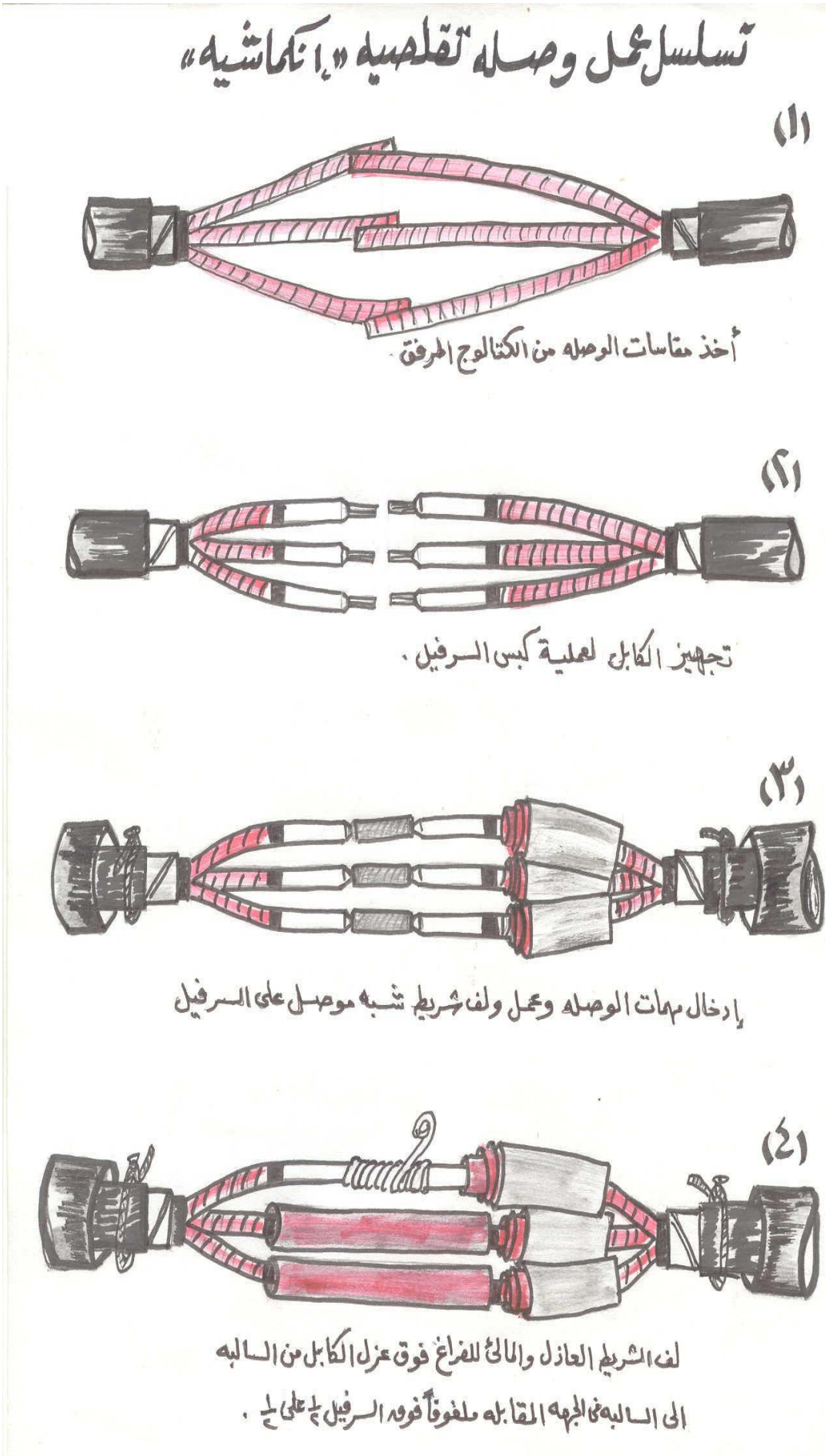


شكل "٤"

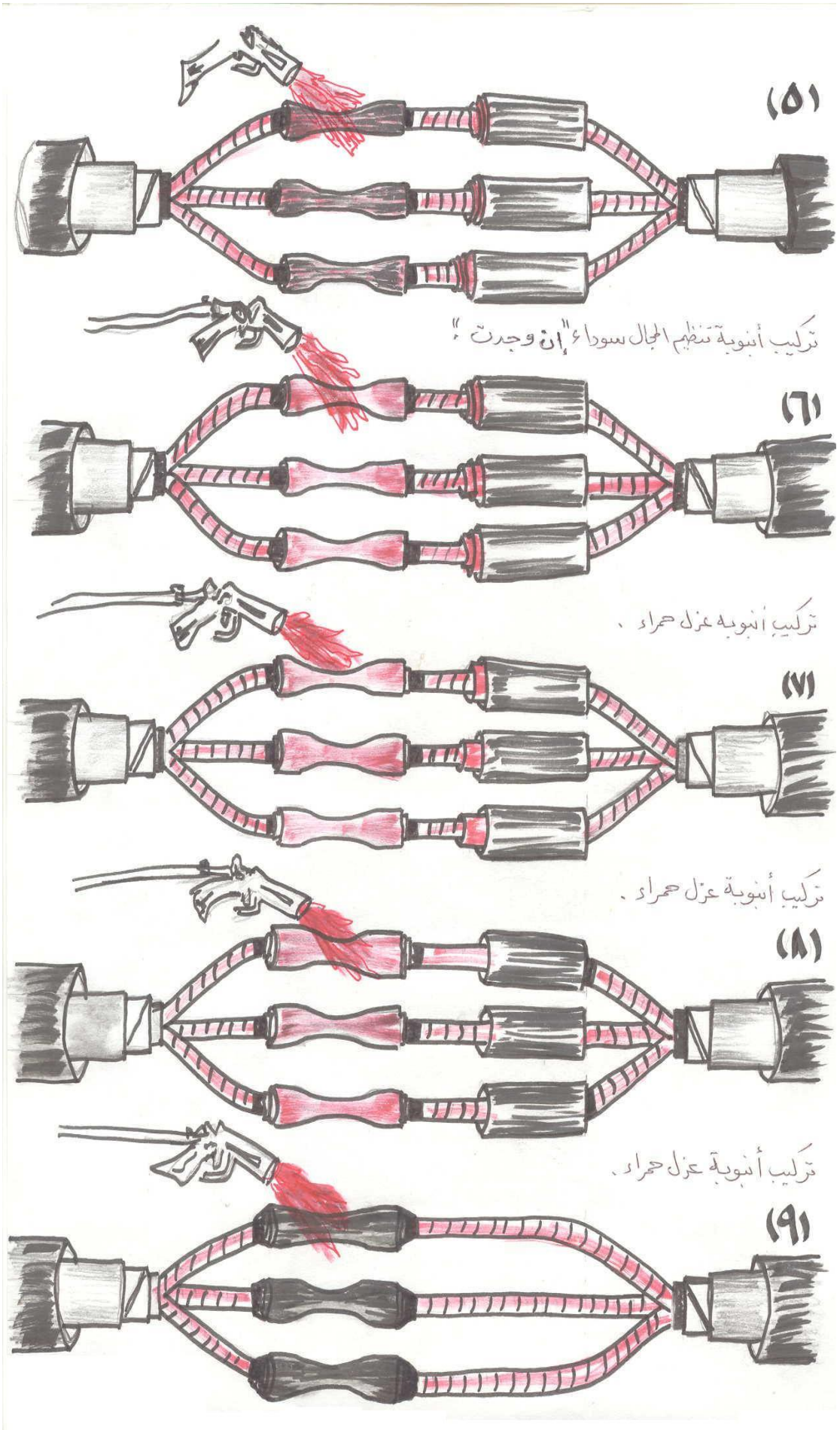
معالجة الشبه موصل الغير مستوى بواسطة سائل .

شكل "٥"

* الطريقه الصحيحه

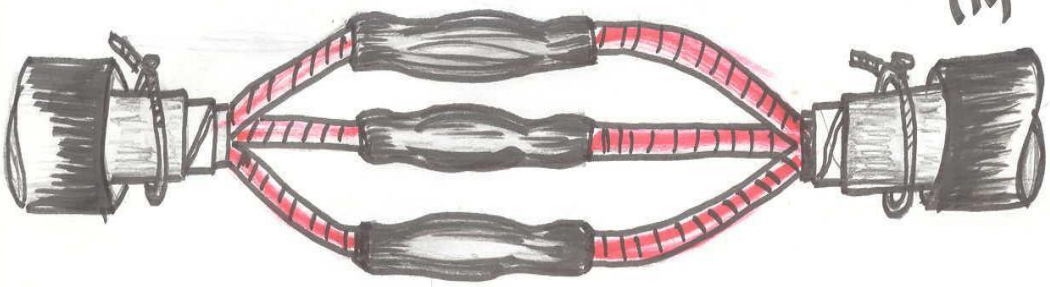


تسلسل عمل الوصلة الثلاثية لكابل مسلح جهد ١١ ك.ف



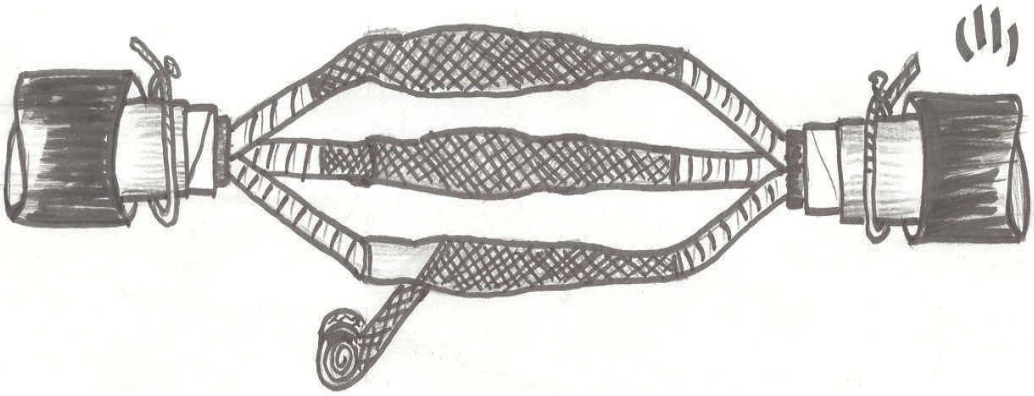
تركيب أنبوبة تنظيم المجال الخارجية "سوداء"

(١٠)



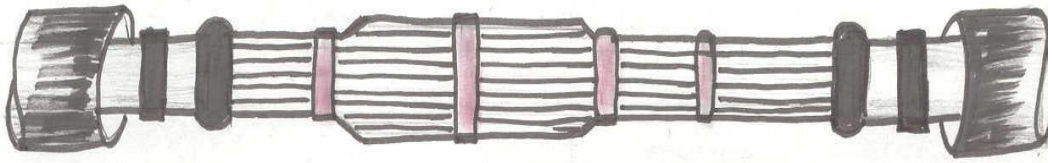
إنتهاء العمل من تقليص أنابيب العزل والحمايه للكابل .

(١١)



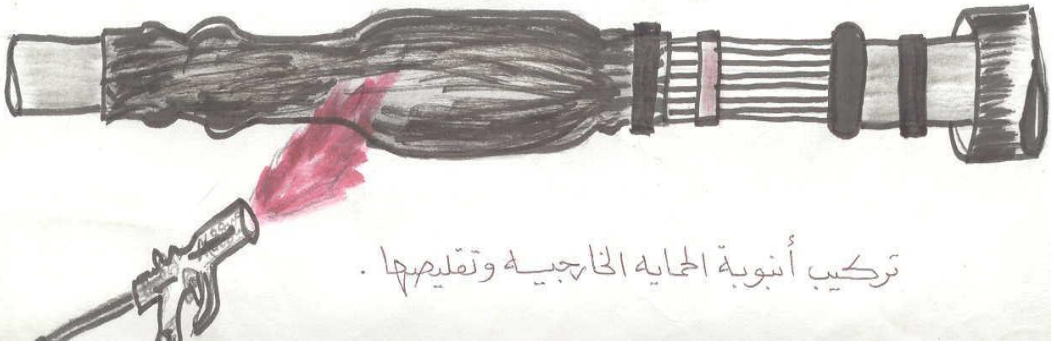
لف شريط شبكة الأرضى للثلاث فازات .

(١٢)



تركيب تسليح «تدريع» الكابل .

(١٣)



تركيب أنبوبة الحمايه الخارجيه وتقليصها .

عمل وصلة تقلصيه كابل وجه واحد "SINGLE CORE"

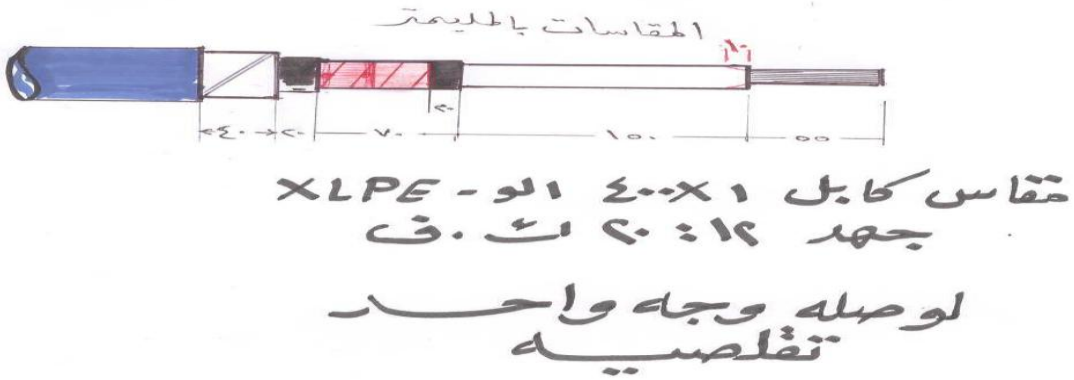
- كابل قياس ١*٤٠٠ مم^{٢} – مسلح – جهد ١٢ / ٢٠ ك.ف.

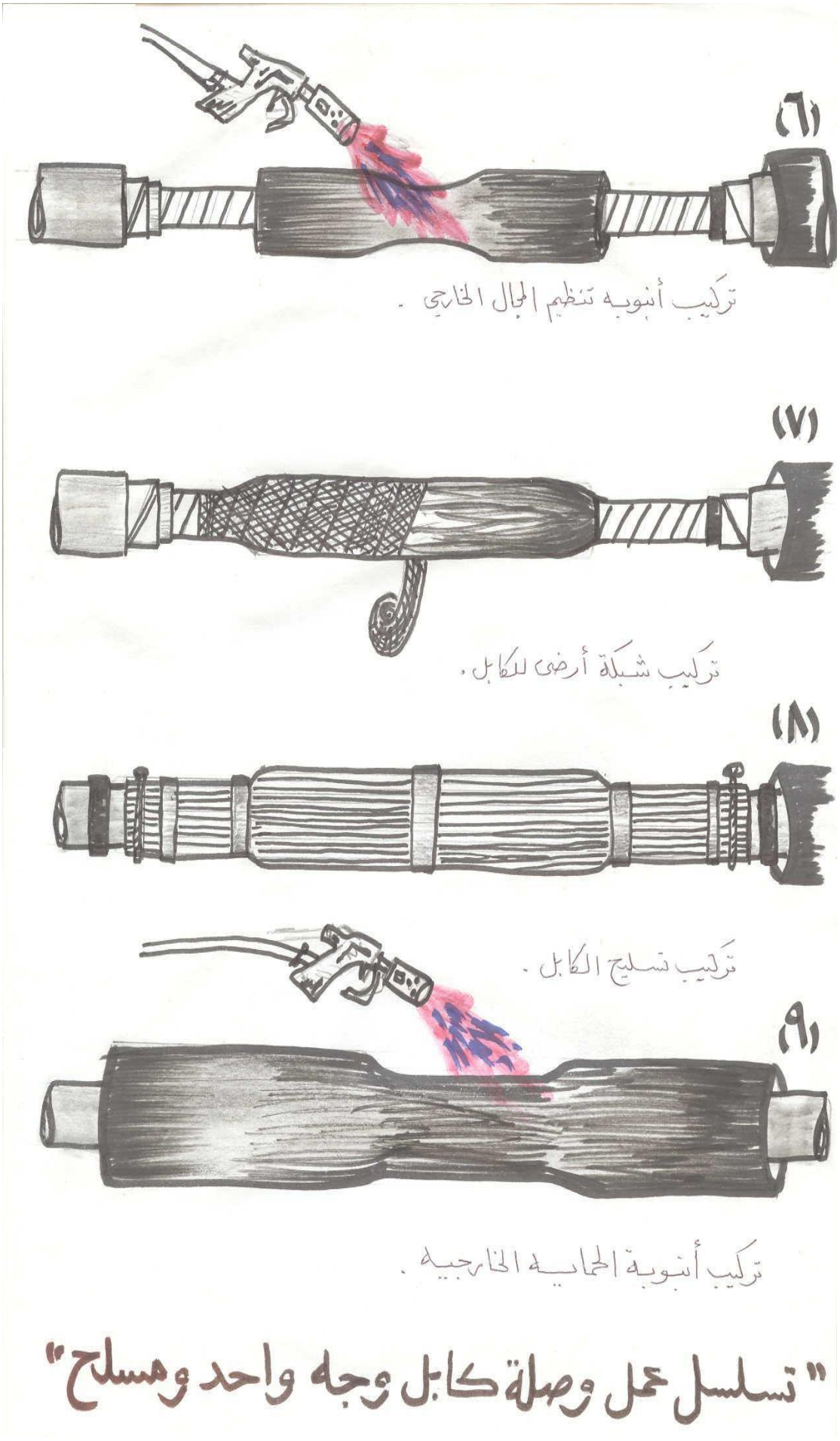
يتم إعداد الكابل وتقشيره بنفس الأسلوب السابق في الوصلات السابقة ولكن الاختلاف في المقاسات وسوف نذكرها:

١. يقطع الكابل على استقامة واحدة من الطرفين.
٢. يزال الغلاف الخارجي للكابل ٣٤سم من كل طرف.
٣. يقطع التسليح والغلاف الداخلي والشريط النحاسي.
٤. يقطع شبه الموصل أو يقشر بالبراية ويصنفر العزل جيدا.
٥. يقطع العزل بمسافة٠,٥ من السرفيل+٥مم من الطرفين لمراعاة تمدد السرفيل بعد الكبس.
٦. يسلب طرفا الكابلين لمسافة ١٠ مم.
٧. تركب محتويات الوصلة داخل طرفي الكابل (الأنابيب العازلة والحماية وخلافه).
٨. تركب السرافيل وتكبس ويتم برد زوائد الكبس إن وجدت.
٩. يلف شريط عازل على نهاية شبه الموصل وينظف جيدا العزل بالمنظف.
١٠. يلف شريط شبه موصل في الفراغ بين السرفيل والعزل ويستكمل حتى الطرف الآخر من السرفيل والفراغ من الجهة الأخرى ويكون اللف تراكبيا أي ٢/١ على٢/١ مع الشد الخفيف.
١١. يلف الشريط العازل ذو ا للون (الأصفر أو البنى) بداية من ٢٠ مم فوق العزل مارا بالسرفيل حتى ٠ ٢ مم من العزل في الجهة الأخرى ويكون اللف تراكبيا أيضا مع الشد الخفيف وهذا الشريط مالئ للفراغات وأيضا عازل وبعد الانتهاء يدهن بشحم سيليكونى.
١٢. تسحب الأنبوبة الأولى (الأقل قطرا) ولونها أسود وتوضع فوق الشريط العازل وتضبط على أن تكون مسافة ركوبها فوق الشريط النحاسي من الطرفين متساوية ثم ابدأ بالتسخين من المنتصف ثم في اتجاه أحد طرفي الكابل وعند الانتهاء ابدأ في الجهة الأخرى بالتسخين من المنتصف أيضا حتى نهاية الأنبوبة ويجب مراعاة أن تتقلص تماما ولا يسمح بوجود أي هواء داخلها ويجب أن يكون اللهب لونه أصفر مزرق.
١٣. اجذب أنبوبة العزل الأولى وضعها فوق أنبوبة تنظيم المجال تماما وابدأ بالتسخين مثل الأنبوبة الأولى ثم الثانية والثالثة حتى تنتهي أنابيب العزل.
١٤. اجذب الأنبوبة الأخيرة فوق الأنابيب العازلة وكرر عملية التسخين.
١٥. أربط الشيلد الأرضي فوق الشريط النحاسي ولفه تراكبيا فوق الأنابيب حتى الطرف الآخر من الكابل وفوق الشريط النحاسي ثم الحم الطرفين بالقصدير جيدا.
١٦. إن وجد تدريع للوصلة يركب على تسليح الكابل ويربط بقفيز من كل طرف وفي حالة عدم وجود تدريع (تسليح) يركب أرضى شبك من تسليح الكابل الأول ويوصل بأطراف الكابل الثاني ويربط بقفيز أيضا إذا لم نستطيع لحامه بالقصدير.

١٧. يلف ماستيك (عجينة ماستيك) على القفيزان وفوق الغلاف الخارجي بعد تخشينه ثم تركب أنبوبة الحماية الخارجية.

١٨. تركب أنبوبة الحماية الخارجية وتتقلص ثم تنزل الوصلة في المكان المعد لها.





عمل وصلة أحادية الوجه "سابقة التجهيز" "Single core"

طريقة عمل الوصلة:

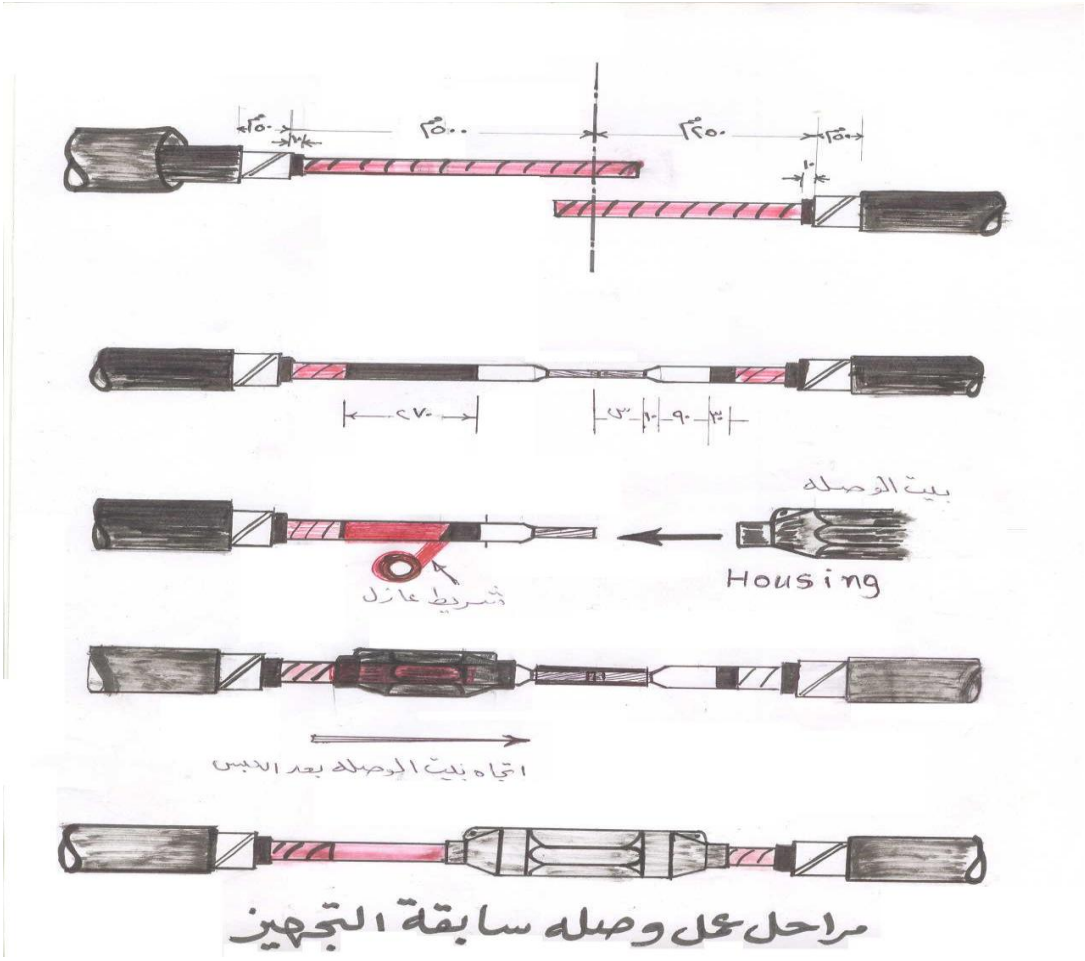
يوضع الكابلين المراد لحامهم على الإستندات أو الحوامل المعدة لذلك.

١. ينظف الغلاف الخارجي جيدا لكلا الطرفين.
٢. يتم إزالة الغلاف الخارجي والتسليح للطرف الأول مسافة٢٥٠مم والثاني٥٠٠مم.
٣. يترك ١٠ مم من الغلاف الداخلي ويقطع الباقي ويزال الحشو كذلك.
٤. يحز الشريط النحاسي ويقطع بطول (A + ٣٠ مم) حوالى ١٨٠ مم من الطرفين وفي حالة اعاقة الشريط النحاسي لدخول ببيت الوصلة "Housing" يجب أن يزال الطرف الأول لمسافة ٣٨٠ مم.
٥. تزال طبقة شبه الموصل بمسافة ١٥٠ مم "A" مع عدم التأثير على سمك العزل أو خدشه وبحيث لا يترك أي أثر من شبه الموصل على العزل وتصنفر جيدا مع سلب حافة شبه الموصل.
٦. تزال طبقة العزل X.L.P.E لمسافة "C" ليظهر الموصل ثم يسلب طرف العزل لمسافة ١٠مم (B).
٧. يلف طبقة من الشريط العازل على طرف الموصل للكابل الأول كذلك تلف طبقة من نفس الشريط على شبه الموصل بادئا من جهة الشريط النحاسي وبطول ٣٧٠ مم تقريبا.
٨. إعادة نظافة كل ما تم عمله جيدا، ثم يتم وضع الشحم السيليكوني على العزل وشريط اللحام ويتم إدخال العازل "Housing" بالضغط مع اللف الخفيف ويكون في اتجاه شريط اللحام حتى يظهر ١٥مم من عزل الكابل X.L.P.E.
٩. يتم إزالة شريط العازل من على أحرف الموصل ويتم تركيب السرفيل ويكبس بالمكبس
١٠. يتم برد زوائد السرفيل الناتجة من الكبس بمبرد وينظف العزل للكابل رقم"٢" (X.L.P.E) جيدا ثم يدهن بشحم سيليكونى ويتم سحب العازل "Housing" الى ان يصل على طبقة شبه الموصل للكابل رقم "٢" والتأكد أن العازل في الوسط بالضبط. ويمكن ملاحظة ذلك بمجرد النظر للطرفين ومشاهدة بروز نهاية طبقة شبه الموصل على سطح العازل "Housing".
١١. تسحب شبكة النحاس الأرضي (الشراب) وتربط على الشريط النحاسي الخاص بالكابل من الطرفين ويربط بسلك الرباط المرفق ويلحم بالقصدير جيدا.
١٢. تسحب الأنبوبة "أنبوبة الحماية الخارجية" إلى الداخل بعد لف شريط ماستيك على بعد ٧سم من نهاية الغلاف الخارجي للطرفين وتسخن إلى أن تتقلص على الوصلة ويجب التأكد من انكماشها جيدا.

في حالة وجود كابل مسلح يلزم للوصلة أن يكون لها تدريع أيضا.

وفي هذه الحالة يجب أن يقطع من الغلاف الخارجي من طرفي الكابلين ١، ٢ مسافة متساوية ليتم تركيب التدريع على تسليح الكابل ويربط بقفيز أو كلامب ثم يلف فوق القفيز شريط ماستيك وبعد ذلك يتم تخشين ١٠سم من الغلاف الخارجي ويركب على بعد ٥سم من بداية الغلاف شريط ماستيك (مانع لتسرب الماء) وتسحب أنبوبة الحماية الخارجية وتسخن جيدا حتى تتقلص تماما.

مساحة المقطع	A	B	C
٧٠مم حتى ٥٠٠مم	١٥٠مم	١٠مم	١/٢ السرفيل+٥ مم



لكابل وجه واحد

عمل وصلة سابقة التجهيز لكابل ثلاثي الأوجــه " Pre-molded Joint"

لعمل هذه الوصلة يلزم وضع الكابل فوق الحوامل المعدة لعمل الوصلة ويكون الكابل على استقامة واحدة ويقطع الكابل بشكل مستوى "وأن يكون القطع غير مائل".

ويتم إتباع الخطوات المرفقة مع الكتالوج على نفس المقاسات الموجودة داخله.

ويراعى أن تقشير طرفي الكابل تكون بنسبة $\frac{١}{٣}$: $\frac{٢}{٣}$ تقريبا وحسب جهد الكابل وحسب مساحة مقطع الكابل.

خطوات العمل:

١. يقطع الغلاف الخارجي بمسافة A، B ثم يحز التسليح ويزال.
٢. يقطع الحشو الداخلي والغلاف بعد ترك مسافة ٢٠ سم.
٣. يحز الورق النحاسي على مسافة (C) ثم يربط بسلك رباط ويقطع لكلا الكابلين (في حالة عدم لف الورق النحاسي في الكابل جيدا أو وجود عيوب في الورق النحاسي) يجب زيادة قطعه بمسافة (D) حتى نتلافى عند

دخول بيت الوصلة فوقه فقد يتسبب هذا في جرح (بيت الوصلة)أو قطع في الورق النحاسي أو إزاحته من مكانه.

٤. تزال طبقة شبه الموصل بمسافة (F) ويجب أن تكون مستوية جيدا وكذلك يجب عدم المساس بالعزل وخاصة قرب شبة الموصل.

٥. تصنفر الفازات جيدا وتنعم تماما ثم يركب عليها الشحم السيليكونى.

٦. يتم قطع العزل بمسافة ٢/١ السرفيل +٥مم ويراعى عدم المساس بالموصل(X).

٧. يتم عمل سالبة في نهاية العزل بطول ١٠مم للجهود ١١ك.ف، ٢٠مم للجهد٢٢ ك.ف، ٣٠ مم للجهد ٣٣ ك.ف وتسنفر جيدا ثم تدهن بالشحم السيليكونى ويلف على نهاية الموصل شريط عازل لضمان عدم جرح أو إتلاف بيت الوصلة (Housing).

٨. يلف شريط لحام (عازل) فوق الورق النحاسي إن وجد أو فوق شبه الموصل بداية من رأس الكابل حتى نهاية شبه الموصل والرجوع لمسافة ٥٠ مم للخلف لسهولة فك الشريط من تحت بيت الوصلة.

٩. يتم إدخال بيت الوصلة (Housing) في الطرف الأطول بعد نظافته جيدا ودهانه بالشحم السيليكونى حتى بداية السالبة للعزل (على بعد ١٠م م من نهاية العزل).

١٠. تركب جميع مكونات الوصلة في طرفي الكابل مثل [أنابيب الحماية + القفيزان + الأرضي + الشيلد (الشراب)] بالترتيب وكذلك تدخل السرافيل الثلاثة معا.

١١. تكبس السرافيل ويتم إزالة ناتج الكبس بالمبرد والسنفرة (إن وجد).

١٢. ينظف الطرف الثاني من الكابل والسرافيل جيدا ويدهن بالشحم السيليكونى.

١٣. يسحب بيت الوصلة فوق السرفيل إلى أن يصل طرفه فوق شبه الموصل للكابل الثاني ويوضع لمسافة ٢٥مم فوقه ويجب مراعاة أن يكون السرفيل في الوسط تماما وذلك بالنظر للبروز الذى يحدث في نهاية طرفي بيت الوصلة ليكون هذا البروز متساويا.

١٤. يفك الشريط العازل من تحت بيت الوصلة نهائيا.

١٥. يربط طرف الأرضي (الشيلد) (الشراب) فوق الشريط النحاس بسلك رباط ويلحم بالقصدير جيدا حتى يشد إلى الطرف الثاني من الكابل حتى الورق النحاس ويربط جيدا بسلك رباط ويلحم بالقصدير جيدا أيضا وهذا هام جدا.

١٦. يتم تجميع الفازات باستخدام شريط لاصق (سلوتيب) بطول الوصلة بحيث يكون قطر التجميع أقل ما يمكن.

١٧. يتم قطع الغلاف الخارجي بطول٧٥ مم أو ما يتناسب مع طول التسليح ويربط طرفي التسليح بالقفيزان ويلف شريط ماستيك فوقهما.

١٨. يتم تخشين الغلاف الخارجي للكابل لمسافة حوالى ١٠٠ مم ويلف عليها شريط الماستيك.

١٩. تسحب الأنبوبة الأولى الخاصة بالحماية الخارجية بحيث تغطى حوالى ٢٠٠ مم من الغلاف الخارجي للكابل الأول وتقلص بالتسخين تماما ويوضع شريط ماستيك.

٢٠. تسحب الأنبوبة الثانية وتركب على مسافة ١٥٠مم فوق الأولى وتقلص تماما.

ملحوظة:

- يجب الحرص جيدا أثناء نزع شبه الموصل. والحفاظ على استدارته دون المساس بالعزل.
- يجب التأكد قبل تسخين الأنابيب من عدم وجود أي حواف بارزة ويجب أن يكون اللهب متزن ومركز جيدا يبدأ من الخارج للداخل.

جدول يبين مسافة تقشير الكابلات لعمل وصلة ثلاثية "سابقة التجهيز"

الجهد	القطاع	A	B	C	D	F	X
١٨/٣٠	٥٠ مم^{٢} حتى /٣٠٠ مم^{٢}	٨٠٠	٥٠٠	١٨٠	٤٤٠	١٥٠	٥٥
١٨/٣٠	٤٠٠مم^{٢} حتى /٥٠٠مم^{٢}	٩٠٠	٥٥٠	٢٤٠	٤٩٠	١٦٥	٧٠
١٢/٢٠	٥٠ مم^{٢} حتى /٥٠٠مم^{٢}	٨٠٠	٥٠٠	١٨٠	٤٤٠	١٥٠	٥٥
١٢/٢٠	٥٠ مم^{٢} حتى /٥٠٠مم^{٢}	٨٠٠	٥٠٠	١٨٠	٤٤٠	١٥٠	٥٥

ثانيا طرق عمل علب النهايات لكابلات الجهد المتوسط ١١ ك.ف: ٣٣ ك.ف

عمل علبة نهاية زيتية:

يتم عمل علبة النهاية الزيتية في الكابلات المعزولة بورق مشبع بالزيت.

فائدة العلبة الثلاثية النحاس:

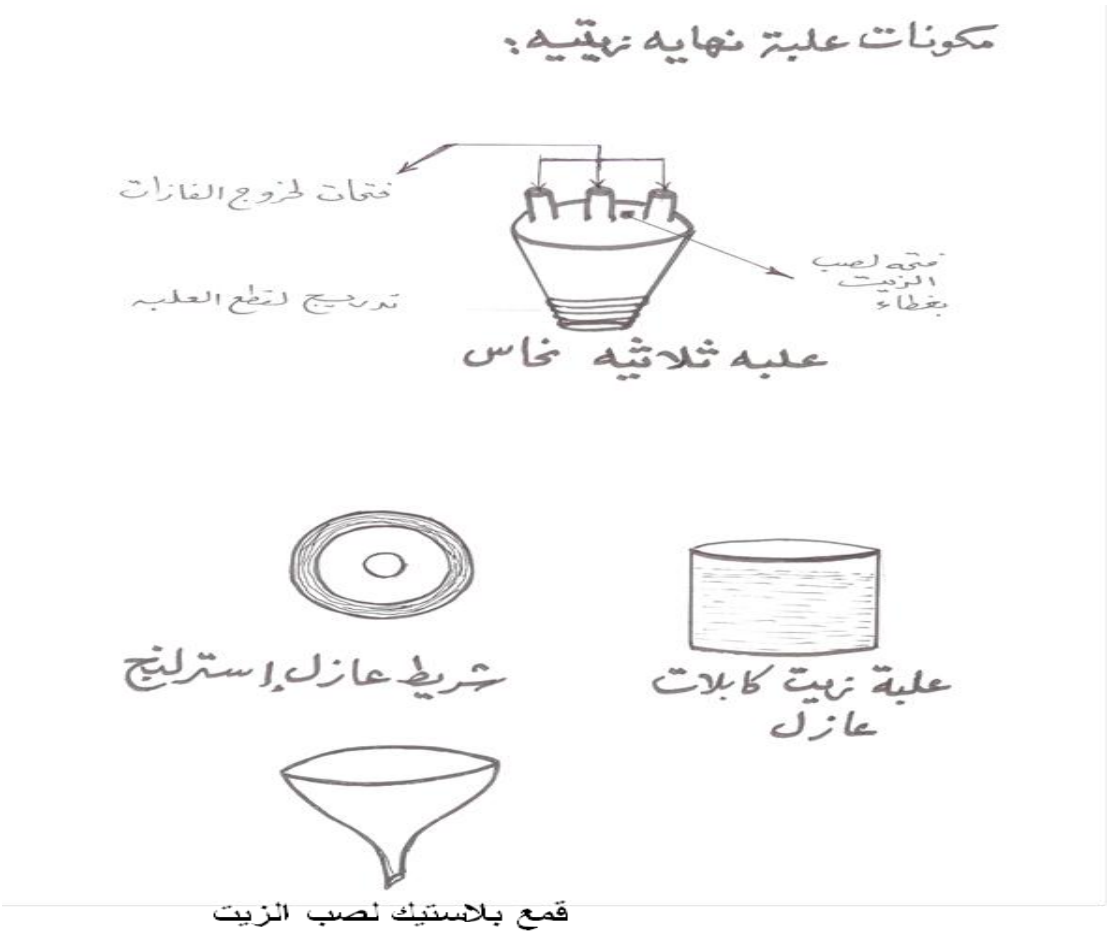
وتركب هذه العلبة في الكابلات الزيتية لتمد الكابل بالزيت بصفة مستديمة ويمكن عمل صيانة لهذه العلب وذلك بتزويدها بالزيت العازل الخاص بالكابلات كل فترة وهي تستعمل دائما في داخل الخلايا فقط.

مكونات علبة النهاية الزيتية:

١. علبة ثلاثية نحاس.
٢. كوس نهاية عدد ٣.
٣. كوس نحاس أرضي.
٤. زيت كابلات عازل.
٥. شريط استرلنج.
٦. شريط عازل P.V.C.
٧. قصدير لحام ٢٥و. كجم.
٨. سلك نحاس أرضي.
٩. سلك نحاس رباط.

طريقة عمل علبة النهاية الزيتية:

١. يتم أخذ المقاس المراد عمل علبة النهاية فيه ويدخل الكابل في الخلية المخصصة له.
٢. يتم تحزيم الجوت (الغلاف الخارجي للكابل) بشريط لحام في المكان المعد لقطعه ثم يتم قطعه.
٣. يترك مسافة ٧ سم من التسليح ويربط بسلك رباط (أو قفيز) ويحز وينزع.
٤. ينظف الرصاص جيدا ثم يقطع على مسافة ١٢ سم.
٥. يحز الحشو الداخلي (وهو عبارة عن ورق مشبع بالزيت ملفوف فوق الثلاث فازات) ويجب ترك مسافة ٢ سم منه بعد الرصاص مباشرة لحماية الفازات من طبقة الرصاص.
٦. يرفع حرف الرصاص قليلا بواسطة قطعة خشب مصنعة خصيصا لذلك ويلف تحتها شريط (تافلون) أو خيط دوبارة أو شريط عازل ثم تطرق عليها مرة أخرى كما في الرسم.
٧. يتم لف شريط استرلنج على الثلاث فازات كل فازة على حده "٣ مرات".
٨. يتم لحام العلبة الثلاثية النحاس بالقصدير فوق طبقة الرصاص بعد ترك ٤ سم من بدايته.
٩. يربط الكابل مكانه ويلحم الأرضي بطبقة الرصاص والتسليح ويربط في الباسبار الأرضي.
١٠. يأخذ مقاس الكابل ويشكل لربطه ثم يركب الكوس وتكبس وتزود العلبة النحاسية بالزيت.



عمل علبة نهاية "ايبوكساييد":

طريقة عمل العلبة:

نفس الطريقة السابقة عدا تركيب العلبة الثلاثية النحاس ويوضع بدلا منها مادتين يتجانسون معا بعد خلطهم وتقليبهم جيدا حتى يصل الخليط إلى درجة 25^0 مئوية تقريبا.

وعند الانتهاء من عمليات التقشير والعزل يركب الكابل في المكان المعد له ثم يلف ورق بريسبان (مرفق مع المكونات) على شكل قرطاس.

عند نقطة التقاء الثلاث فازات (خناقة الكابل) ويلف عليه شريط عازل لتحزيمه ثم تصب المادتين بعد تقليبهم جيدا وارتفاع درجة حرارتهم وهذه المواد اسمها "هاردنر + ايبوكساييد".

مكونات علبة النهاية الإيبوكساييد:

١. كوس نهايه عدد ٣.
٢. شريط عازل استرلنج.
٣. كوس نهاية نحاس عدد١.
٤. شريط عازل P.V.C.
٥. قصدير لحام.
٦. علبة هاردنر.
٧. علبة هاردنر.
٨. علبة ايبوكساييد.
٩. ورق برسبان بطول ٣٠*٤٠ سم.
١٠. سلك نحاس أرضى.
١١. سلك نحاس للرباط.

عمل علبة نهاية "كمباوند":

طريقة عمل علبة النهاية "كمباوند":

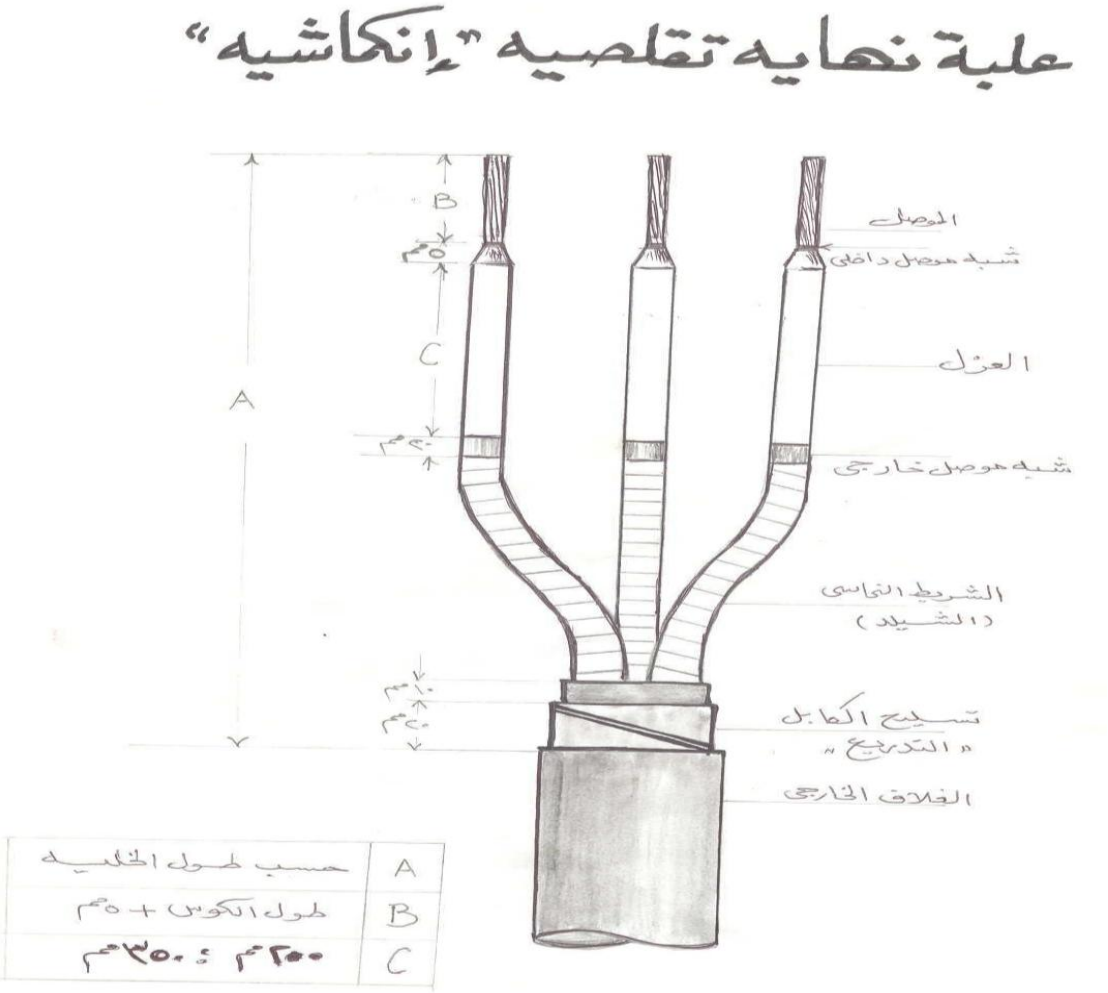
وهي نفس الطرق السابقة من ناحية تقشير الكابلات وتجهيزها وعزلها ثم تركب في المكان المعد لها.

وهذه العلب غالبا يتم العمل فيها في الكابلات المغذية للخطوط الهوائية، أو في الكابلات الخارجية " Out – door" خارج الخلايا وذلك لتعرض العلب الزيتية لدخول المياه أو الرطوبة إليها نتيجة تركيبها على الهوائيات فتم عمل هذه العلب حماية لنهاية الكابل من الأمطار والرطوبة.

ونظرا لوزنها الزائد ولصعوبة صب الكومباوند فوق الخطوط الهوائية فيمكن صب الكومباوند قبل صعود الكابل إلى أعلى البرج أو المكان المعد له حتى تبرد ثم ترفع ببكاره الى المكان المراد تركيبها فيه وإذا توفرت معدات صب الكومباوند بعد تركيب الكابل فهذا يكون أفضل.

مكونات علبة نهاية "كومباوند"

١. كوس نهاية عدد ٣.
٢. كوس نهاية أرضى نحاس.
٣. علبة زهر بغطاء.
٤. علبة كومباوند (بوتامين).
٥. شريط استرلنج.
٦. شرائط ماستيك رقيقة ٥و. سم ملفوف.
٧. شريط عازل P.V.C.
٨. شريط ماستيك عريض (٥ سم تقريبا).
٩. قصدير لحام.
١٠. سلك نحاس أرضى.
١١. سلك نحاس للرباط.
١٢. قطع قماش قطن للنظافة.
١٣. قمع لصب الكومباوند.



نهاية كابل ثلاثي الأوجه جهد ١٢:٢٠ ك.ف

عمل علبة نهاية تقلصيه داخلية "IN – DOOR" لكابل ثلاثي الأوجه جهد ١٢ / ٢٠ ك.ف

يجب قبل البدء في أي عملية مراجعة مكونات هذه العملية بدقة.

مكونات علبة النهاية:

١. كتالوج لبيان مكونات العلبة وطريقة عملها.
٢. أنابيب عزل عدد ٣.
٣. أنابيب تنظيم الجهد عدد ٣.
٤. التفريعة الثلاثية عدد ١.
٥. كوس "نهاية حسب موصل الكابل" عدد ٣.
٦. شريط "عجينة" ماستيك.
٧. شريط ذاتي الاندماج.
٨. شريط شبه موصل "أو سائل".
٩. سلك شبك نحاس أرضى.
١٠. سلك نحاس رباط + قصدير لحام.
١١. سنفرة كابلات + شريط عازل.
١٢. سائل منظف + قطع للنظافة.
١٣. المظلات (أنبوبة انزلاق الماء) عدد ٦ للداخلية وعدد ٢٠ للخارجية تقريبا.
١٤. قفيز لرباط الأرضي عدد ١.

عند بدء العمل في علب النهايات يفضل دخول الكابل بكامله وأخذ المقاس عليه ثم يتم تقشيره ويركب مرة ثانية لعمل اللوب (الشكل النهائي) قبل نزع الشريط النحاسي ثم يفك مرة ثانية ويخرج خارج الخلية على أن يكون داخل الفتحة ويتم بعد ذلك تقشير الفازات بالمقاس المطلوب وغالبا وبعد التقشير يتم عمل ترتيب للفازات و٠٠

عمليات تقشير علبة النهاية التقلصية:

١. بعد أخذ المقاس المراد ينزع الغلاف الخارجي (الجاكت) بعد قطعه.
٢. يترك من ٥٠: ٧٠ مم من التسليح ثم يحز وينزع الباقي.
٣. يترك حوالى من ١٠: ٢٠ مم من الغلاف الداخلي ويقطع الباقي.
٤. يأخذ المقاس مرة ثانية بعد وضع الكابل مكانه وقطع الزوائد من الفازات بعد عمل الشكل النهائي للفازات (ثنى الفازاتان الموجودتان في الأحرف) والذى يرمز لهم باللون R–B.
٥. تربط شبكة النحاس الأرضي على الشيلد النحاسي بسلك الرباط وتلحم جيدا بالقصدير وتربط فوق التسليح للكابل بالقفيز جيدا وان أمكن لحامها بالقصدير أفضل بكثير.
٦. يقطع الشريط النحاسي بعد ترك مسافة لا تقل عن٤٠ مم منه من جهة تسليح الكابل.

٧. يترك مسافة ٢٠ مم من شبه الموصل الخارجي وينزع الباقي بالبراية أو بقطعة زجاج ويجب أن يكون القطع مستوى دائريا ولا يؤثر نزع شبه الموصل على سمك عزل الكابل أو على تجريح سطح العازل وفي حالة الكابلات التي يكون شبه الموصل فيها ورق مكربن وبودر يجب بعد قطع هذا الورق ونظافة العزل جيدا أن تلف أو تدهن بشريط شبه موصل أو السائل فوقها (فوق ٢٠ مم).
٨. ينظف العزل جيدا بالسائل المنظف بعد سنفرته وازالة كل آثار شبه الموصل.
٩. يلف شريط ماستيك على القفيز الموجود فوق التسليح.
١٠. تركب أنبوبة تنظيم المجال (السوداء) فوق الشريط النحاسي حتى تتجاوزه بحوالي ١٠ مم: ١٥ مم فوق العزل ثم تسخن حتى تتقلص.
١١. يوضع الشحم السليكونى فوق الشريط الماستيك وتركب الأنبوبة الثلاثية وتسخن حتى تتقلص تماما ويراعى الضغط عليها حتى تصل الى أبعد مكان ممكن جهة التسليح.
١٢. يتم تركيب كوس النهاية في الكابل ويتم كبسه جيدا بالمكبس وازالة نواتج الكبس.
١٣. يتم لف شريط ذاتي الاندماج فوق العزل حتى ٢٥و. من الكوس لعدم تسرب الرطوبة إلى الكابل.
١٤. يتم إدخال الأنابيب العازلة الثلاثة وتسخينهم بداية من الأسفل إلى الأعلى ناحية الكوس.
١٥. تركب المظلات (الكابات). بداية الأولى فوق أنبوبة تنظيم المجال ثم بعد ٦٠ مم تركب الثانية وتسخن حتى تتقلص تماما ويركب البوت إن وجد بعد رباط الكابل جيدا في مكانه.

عمل علبة نهاية تقلصية "SINGLE – CORE" لكابل وجه واحد جهد ١٢ / ٢٠ ك.ف.

طريقة عمل العلبة:

نفس الخطوات السابقة في عمل علب النهايات ثلاثية الأوجه غير أن بعض الكابلات الأحادية يوجد سلك نحاس أرضى فوق الشريط النحاسي وفي بعض الكابلات لا يوجد هذا السلك في حالة وجود سلك نحاس أرضى فوق الشريط النحاسي يجب تحزيمه (ربطه) جيدا بسلك رباط بعد ترك مسافة ٥٠ مم وإرجاعه للخلف وتضفيره (عمل ضفيرة له) ويعتبر أرضى للكابل ويوصل بأرضي الخلية مباشرة بدون عمل أرضى آخر للكابل "بدون تركيب الأرضي الشبك المرفق مع العلبة"

١. ينظف الغلاف الخارجي ويأخذ مقاس الخلية ثم يقطع.
٢. يقطع التسليح بعد حزه ويترك منه مسافة ٣٠ مم ويترك ٢٠ مم من الغلاف الداخلي ويقطع.
٣. يترك حوالى ١٥٠ مم من الشريط النحاسي ويحز ويقطع.
٤. يترك حوالى ٤٠ مم من شبه الموصل وينزع الباقي مع مراعاة عدم المساس بالعزل.
٥. يصنفر العزل جيدا والتأكد من عدم وجود آثار شبه موصل عليه وينظف بعد ذلك بالسائل.
٦. يقطع مسافة الكوس ويكبس بالمكبس ويزال ناتج الكبس.
٧. يلف شريط ماستيك فوق التسليح ويجب مراعاة عدم وجود أي حواف بارزة في أي مكان.
٨. تركب أنبوبة تنظيم المجال فوق الشريط النحاسي وفوق شبه الموصل وتكون فوق نهاية العزل بحوالي ٢٠ مم ثم تسخن حتى تتقلص تماما بلهب متزن (حرارة متزنة).

٩. يلف شريط اندماجي (الأحمر) فوق نهاية العزل من جهة الموصل وفوق ٥و. من الكوس ويملاء الفراغات.
١٠. تركب الأنبوبة العازلة حتى تصل إلى أعلى الشريط الاندماجي وتتقلص من أسفل إلى أعلى حتى تأخذ الشكل النهائي للكابل وفي حالة وجود هذه الأنبوبة قصيرة يجب تركيبها أولا من أسفل التسليح بحوالي ٥٠ مم ويجب أن تركب فوق العازل بالكابل أو يلف شريط عازل عند نهايتها إلى الكوس.
١١. يكبس كوس نحاس في أرضى الكابل ويوصل بالأرضي الرئيسي جيدا.

ملاحظات:

١. لاختلاف أطوال الخلايا قد تكون أنبوبة العزل غير كافية لذا يجب تركيب وصلة أخرى "إن توفرت" وإن لم تتوفر يلف شريط عازل"P.V.C"على باقي العلبة.
٢. عند عمل أي علب نهاية "داخلية أو خارجية" يتم إتباع نفس الخطوات والاختلاف فقط في طول مسافة التقشير والحد الأدنى لها في علب النهاية الداخلية التقلصية لعزل جهد ١١ك ف لا يقل عن ١٨٠مم وعلب النهاية الخارجية لا يقل عن ٢٥٠مم في نفس الجهد سواء كانت ثلاثة أوجه أو وجه واحد. فكما ذكر كل الخطوات التحضيرية والعملية متشابهة عدا المقاس الإجمالي لاختلاف الخلايا ومسافات العازل الذى يركب عليه الكابل.
٣. في حالة وجود كتالوج مع العلبة يجب إتباع مقاسات التقشير جيدا دون أي اعتبارات أخرى سوى أطوال الخلايا.
٤. المقاسات المذكورة هنا سواء في علب النهايات أو الوصلات مقاسات شركة من الشركات وقد تكون هذه المقاسات بها بعض الاختلافات عن مثيلاتها وذلك راجع لتعدد الشركات المنتجة لأنواع العلب والوصلات. ولكن سنلاحظ أن الاختلافات (إن وجدت) تكون طفيفة وغير مؤثرة.
٥. جميع علب النهايات والوصلات ذات الجهود المختلفة متشابهة في تسلسل عمليات التقشير ولكن الاختلاف حسب مساحة مقاطع الكابلات أو الجهود قد يؤثر على المقاسات وليس تسلسل العمليات.

عمل علبة نهاية سابقة التجهيز جهد ١٢/٢٠ ك ف

عند عمل علب النهايات يجب عدم التقيد بالقياسات الموجودة داخل الكتالوج في طول علبة النهاية الكلى وذلك لاختلاف أماكن التركيب وهذه الأماكن غالبا لا تكون قياساتها ثابتة ولكن يتم التقيد بالمقاسات الموجودة في الكتالوج الخاصة بالعزل وشبه الموصل وهذه المقاسات ثابتة ويجب التقيد فيها بالكتالوج تماما.

والجدول التالي يبين هذه المقاسات الإجبارية لعلب النهايات سابقة التجهيز:

نوع علبة النهاية	مسافة العزل	مسافة شبه الموصل	ملاحظات
داخلية	١٤٥مم	٤٠مم	مسافة العزل
خارجية	٢٣٥مم	٤٠مم	تضاف إليها طول الكوس

أولا علبة نهاية سابقة التجهيز داخلية "In door"

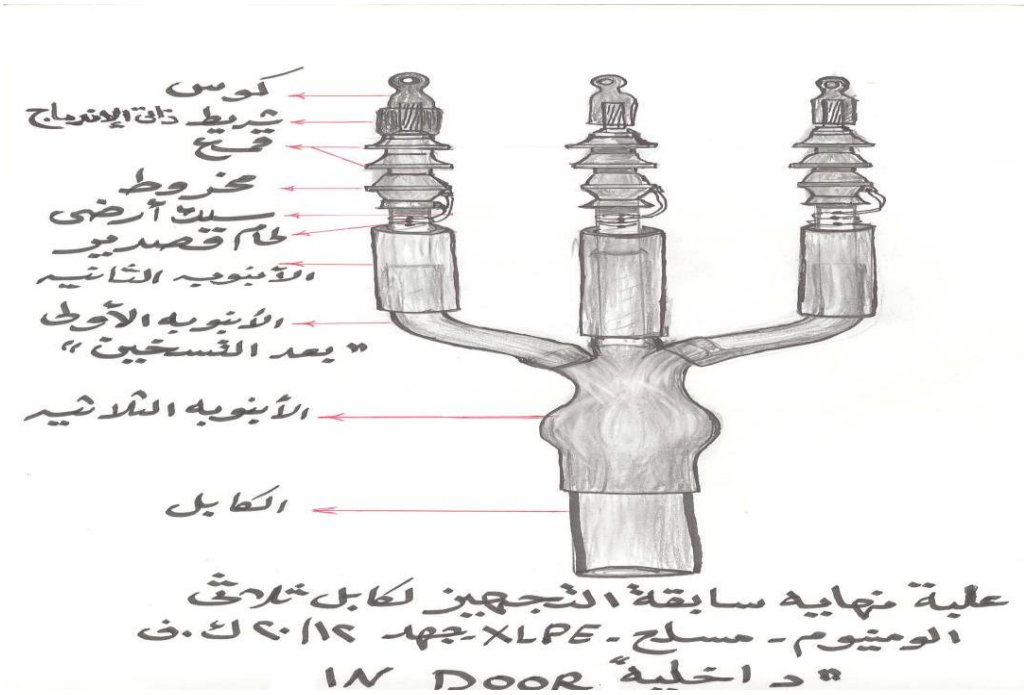
نأخذ مقاس الخلية المراد عمل علبة النهاية فيها ثم نبدأ بالاتي:

١. يدخل الكابل في الفتحة المخصصة له ويأخذ عليه المقياس ثم يجر خارجا لنبدأ عملية التقشير بداية بإزالة الغلاف الخارجي ثم حز التسليح بالمنشار ونزعة من الكابل.
٢. يقطع الغلاف الداخلي ويزال ثم يقطع الحشو الداخلي للكابل ليظهر الورق النحاسي.
٣. تترك مسافة (طول الكوس + ١٤٥ مم + ٤٠ مم) ثم ينزع الورق النحاسي برفق.
٤. يترك مسافة ٤٠ مم من شبه الموصل من جهة الورق النحاسي ويزال باقي شبه الموصل سواء بقطعة زجاج أو بالبراية إن توفرت ويراعى الدقة في إزالة شبه الموصل بحيث يجب عدم المساس بالعزل وكذلك استدارة شبه الموصل وعدم ترك أي فروقات في أحرفه.
٥. يصنفر العزل جيدا حتى لا يترك أي بروز فيه دون تقليل العزل "X.L.P.E" أو إضعاف سمكه ثم ينظف جيدا بالمنظف المرفق مع المكونات ثم يقطع العزل حسب مقاس القوس.
٦. يتم عمل سالبة في نهاية العزل "X.L.P.E" بطول ٥ مم وذلك لسهولة انزلاق الأقماع وعدم المساس بالمخروط. في حالة وجود حواف في العزل من الممكن جرح (خدش) المخروط.
٧. ينزع الغلاف الخارجي "P.V.C" لمسافة ٥٠:٧٠ مم ويسنفر جيدا بفرشة سلك أو مبرد أو بحرف المنشار.
٨. يلحم الأرضي على الثلاث فازات (الأوجه) بالقصدير ويلف شريط ماستيك فوق التسليح ويوضع الأرضي (شبك أرضى نحاس) فوق شريط الماستيك شكل (٢) ويربط بقفيز جيدا ثم يلف طبقة أخرى من الشريط الماستيك فوقه.
٩. يتم تركيب الأنبوبة الثلاثية ويتم تسخينها حتى تتقلص تماما.
١٠. يتم تركيب الأنابيب الخاصة بالحماية عدد ٣ على الفازات الثلاثة ويتم تسخينها حتى تتقلص تماما. ثم يوضع فوقها باقي الأنابيب الخاصة بالحماية الخارجية وعددها (٣ أنابيب) ليكون إجمالي أنابيب الحماية الخارجية ٦ أنابيب وتترك الأخيرة بدون تسخين حتى نهاية العمل.
١١. ينظف العزل جيدا بالمنظف ويدهن بالشحم السيليكونى ثم تدخل المخاريط الثلاثة (واحدة لكل فازة) حتى تركب فوق شبة الموصل بمسافة قدرها ٢٦ مم شكل رقم (١).
١٢. ندخل الأقماع بواقع عدد ٢ لكل فازة على أن يكون نهاية القمع الأخير متساوية مع بداية السالبة للعزل.
١٣. يتم تركيب أسلاك الأرضي في المخاريط وتلحم على الورق النحاسي كما في الشكل رقم (٣).
١٤. يتم تركيب كوس النهاية وتكبس جيدا بلقمة مناسبة.
١٥. يتم رفع أنبوبة الحماية الخارجية إلى أعلى حتى أعلى المخروط من الجزء الصغير السفلية عند بداية الأذن الخارجية للمخروط ويتم تقليص الأنابيب الثلاثة.
١٦. يتم إرجاع الكابل إلى مكانه في الخلية ويربط في الباسبارات المعدة له جيدا.

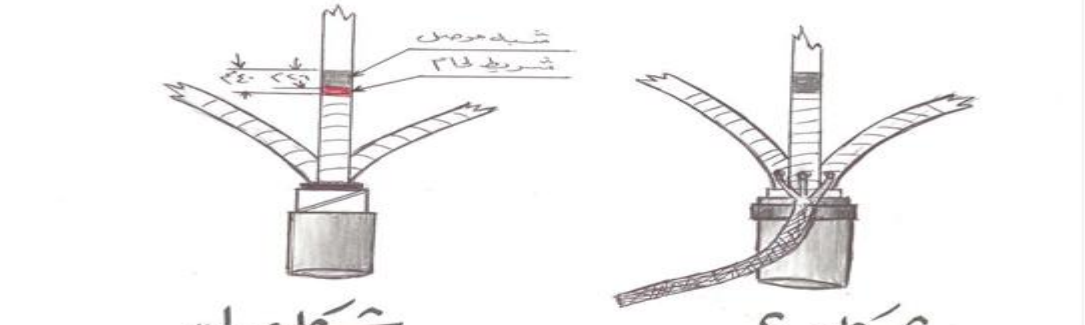
ملحوظة:

١. في حالة وجود بوت (Straight Boot) أو (L Boot) شكل أ – ب يجب تركيبه على الكابل والباسبارات أو العازل إن أمكن ذلك. والرسم يوضح شكل البوت وكيفية تركيبه داخل الخلايا.

٢. يلف شريط لحام(P.V.C) على بعد٢٦ مم من شبه الموصل وذلك كدليل لعدم تعدى المخروط لهذا الشريط أثناء دخوله في الفازات كما في الرسم شكل (٣).

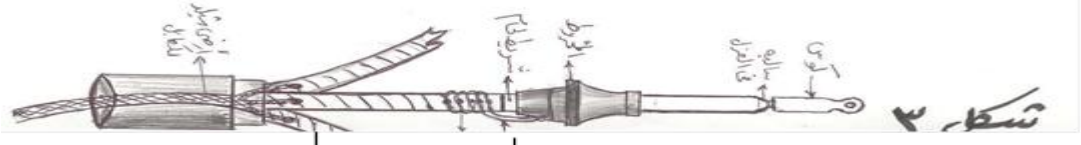


شكل ٢ أ، ب



شكل «١»
يلف شريط لحام كدليل للشاريط

شكل «٢»
تركيب أرضى لعلبة نهايه سابقة التجهيز



شكل ٣
كيفية وضع المخروط
داخل الفازة

لحام قصدير
سلك أرضى

طريقة تركيب البوت "Boot"

يركب البوت على كوس علب النهايات وعلى العزل (Bushing) أو الباسبارات "الجزء القريب من الكوس". والبوت له شكلان إما مستقيم "Straight Boot" أو على شكل زاوية قائمة حرف ل "L-Boot"

أولا البوت على شكل مستقيم "Straight Boot":

وهو يركب في نهاية الكابل في حالة استقامة العزل أو الباسبار مع الكابل وخاصة في الأماكن الضيقة بالنسبة للخلايا أو قرب الفازات من بعضها ويلف تحته شريط ذاتي الاندماج ثم يسخن ليتقلص على المكان المركب عليه. ويصنع من نفس مادة التقلص المصنوعة منها علب النهايات التقلصية.

ثانيا البوت على شكل زاوية قائمة "L-Boot":

ويتم تركيبه كالسابق ولكن في حالة تقاطع الكابل مع عازل الخلية بزاوية قائمة فيركب أولا ثم يربط الكابل في المكان المخصص له ويلف عليه شريط ذاتي الاندماج ثم ينزلق إلى مكانه فوق نهاية الكابل والعزل معا ويسخن بالحرارة حتى يتقلص تماما.

طريقة عمل علبة نهاية سابقة التجهيز(Out Door) في كابلات الجهد المتوسط

نفس الطريقة السابقة عدا الاختلاف في طول التقشير وعدد الأقماع + القفيز الذى يتم تركيبه على المخروط به سلك أرضى.

فيكون مسافة تقشير العزل ٢٣٥ مم بدلا من ١٤٥ مم.

ويتم تركيب قفيز فوق المخروط بدلا من رباطه في الثقب الموجود فيه.

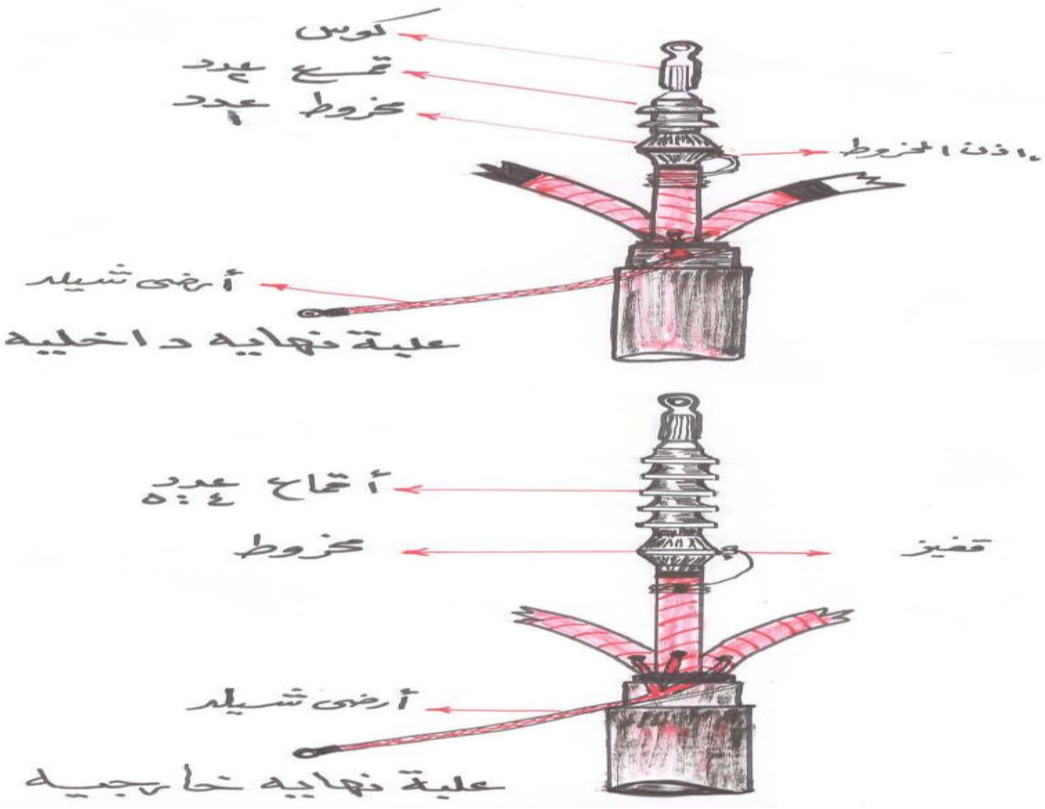
عدد الأقماع يكون إما ١٢ أو ١٥ ويعتمد ذلك على الأقماع الموجودة مع باقى مكونات العلبة.

ويجب مراعاة فرق المقاسات سواء كانت عدد الأقماع ٢ لكل فازة (داخلية) أو(٥:٤) لكل فازة في علب النهايات الخارجية.

فكلما زادت الأقماع يجب أن تزداد مسافة التقشير بما يعادل ٤٠ مم لكل قمع.

والجدول الاتي يبين مسافة تقشير الكابل بداية من أول الموصل حتى بداية شبه الموصل ويكون طول شبه الموصل الظاهر ٤٠ مم:

عدد الأقماع لكل فازة	مسافة تقشير الكابل حتى بداية شبه الموصل
٢ قمع	١٤٥مم + طول القوس
٤ أقماع	٢٣٥ مم + طول القوس
٥ أقماع	٢٧٥ مم + طول القوس



الاحتياطات الواجب توافرها عند عمل الوصلات:

١. يجب التأكد من معدات العمل وتناسبها مع العملية.
٢. يجب التأكد من فصل التيار ووضع أرضى محلى على أطراف الكابل أو المغذى.
٣. يجب وضع علامات تحذيرية بعدم التوصيل.
٤. يجب التأكد من مكونات العلبة عند استلامها.
٥. يجب التأكد من أمر التكليف وأمر الشغل الخاص بالعملية.
٦. يجب التأكد من الكابل المراد العمل عليه.
٧. يجب التأكد من أطراف الكابل حيث يجب أن تكون مغطاة بعازل حتى لا تصلها رطوبة.
٨. يجب التأكد من سلامة أطراف الكابل. وقطع ما لا يقل عن ١ متر في حالات الكابلات الجديدة وعند الأعطال يجب قطع كل الأجزاء المكربنة.
٩. يجب أن ينظف الغلاف الخارجي جيدا قبل البدء في عمل الوصلة.
١٠. يجب عدم ثنى الكابل أو الفازات أكثر من اللازم عند البدء في عمل الوصلة.
١١. يجب عدم إشراك أحد من العمال العاديين في عمل العمليات الهامة في الوصلة.
١٢. يجب النظافة الدائمة أثناء العمل للعاملين في الوصلة والكابل أيضا.
١٣. يجب أن يكون اللهب المستخدم متزن أي أن لونه (أصفر مزرق) وألا يكون قويا فيحرق الأنابيب أو ضعيفا فيترك آثار من الكربون عليها.
١٤. يجب أن يركز العامل باللهب في مكان التسخين جيدا ويكون تسخينه دائريا بصفة مستمرة.
١٥. يجب أن تكون مهمات العمل في حالة جيدة.
١٦. يجب عدم الإسراع في العمل بل التأني فيه ومراعاة الدقة.

الأخطاء الشائعة عند عمل الوصلات وكيفية تلافيها:

١. ثنى الكابل أكثر من اللازم عند عمل الوصلة أو ثنى الفازات مما يسبب طول أحد هذه الفازات عن الأثنين الآخرين أو تقطع في الشريط النحاسي.
٢. عدم إتباع مقاسات الكتالوج المرفق مع كل وصلة.
٣. عدم نظافة الكابل جيدا قبل العمل في الوصلة.
٤. قطع التسليح بالمنشار مباشرة. يجب حزه أولا ثم نزعه.
٥. قطع الغلاف الداخلي بدون حرص أو قطع الحشو بمنشار أو كتر من أعلى إلى أسفل مما قد يتسبب أحيانا في تلف الفازات. ويجب القطع من أسفل داخل الكابل إلى الخارج.
٦. قطع الشريط النحاسي بالكتر بدون حرص. ويجب ربط الشريط النحاسي بسلك رباط أولا ثم حز جزء صغير منه ونزعه بعد ذلك من على السلك.
٧. قطع شبه الموصل الخارجي أو نزعه بشكل غير مستوى دائريا أو ترك بقايا على العزل.
٨. نزع جزء من العزل عند نزع شبه الموصل سواء بالبراية أو بقطعة الزجاج.
٩. ترك جزء من شبه الموصل قريبا من الشريط النحاسي. وإعادة نزعه مرة ثانية قد يتسبب في التقليل من سمك العزل في هذه المنطقة وهي من أخطر الأماكن في الكابل.
١٠. عدم نظافة العزل جيدا. أو عدم سنفرته.
١١. النظافة بمواد بترولية غير مخصصة للكابلات قد يتسبب في تلف العزل.
١٢. التركيز على مكان واحد باللهب مما قد يتسبب في تلف الأنابيب التقلصية.
١٣. عدم ضبط قوة اللهب المستخدم في تقليص الأنابيب. يجب أن يكون لهب متزن ولونه أصفر مزرق.
١٤. عدم نظافة العمل في كل خطوة من الخطوات السابقة.
١٥. ترك العمالة الغير مدربة جيدا للقيام بمهام عمل الوصلة.
١٦. ترك مكونات الوصلة معرضة للجو مما قد يتسبب في تلفها. يجب المحافظة نظافتها
١٧. عدم نظافة مكان العمل بعد الانتهاء من عمل الوصلة.
١٨. الإهمال في إنزال الوصلة في مكانها أو ثنى الكابل في مكان الوصلة أثناء إنزالها في مكانها.

أسباب انهيار الوصلات:

مما سبق ذكره في الأخطاء الشائعة عند عمل الوصلات يتضح لنا أسباب إنهيارات الوصلات نوجزها فيما يلى:

١. عدم التقيد بتعليمات الكتالوج.
٢. سوء الصناعة لمكونات الوصلات.
٣. سوء التخزين لمكونات الوصلات.
٤. عدم سنفرة العزل جيدا مع عدم المحافظة على سمكه.
٥. ترك بواقي شبه الموصل فوق العزل وعدم إزالتها.
٦. سوء استخدام معدات عمل الوصلة أو تلف العدة المستخدمة لعمل الوصلة.

٧. عدم نظافة العزل والسرافيل جيدا.
٨. عدم إزالة نواتج الكبس من فوق السرفيل.
٩. ضعف العزل نتيجة إزالة شبه الموصل.
١٠. ضعف العزل نتيجة إزالة شبه الموصل نتيجة محاولات عمل استدارة مستقيمة له.
١١. عدم استقامة استدارة سبه الموصل.
١٢. عدم الكبس الجيد سواء(مكان الكبس، مقاس اللقم، نوع الكبس).
١٣. عدم ترك مسافة ٥مم أطول من ٢/١ السرفيل عند قطع العزل مما يتسبب في عدم تلامس طرفي الكابل بعد الكبس.
١٤. عدم لحام الأرضي بالقصدير جيدا بعد رباطه بسلك رباط نحاس.
١٥. عدم عمل سالبة للعزل عند بدايته تتناسب مع الجهد الخاص بالكابل.
١٦. ترك العمال الغير مدربين جيدا في عمل الوصلات.

الأسباب الأساسية لانهيار الكابلات:

١. زيادة الأحمال على الكابلات.
٢. تركيب كابل بمساحة مقطع لا تتناسب مع الحمل الواقع عليه.
٣. عدم رباط نهايات الكابلات جيدا.
٤. لحام كابل ألومنيوم مع كابل نحاس بدون سرافيل (ميتالك).
٥. تركيب نهاية كابل ألومنيوم على باسبارات نحاس بدون استخدام كوس(ميتالك).
٦. الإهمال في عمل الوصلات أو النهايات "العمل الفني غير جيد".
٧. سوء التخزين للكابلات.
٨. وجود بعض التشققات في الغلاف الخارجي للكابلات.
٩. ترك نهايات أو بدايات الكابلات مكشوفة في أماكن فردها وبدون غطاء عليها مما لدخول المياه أو الرطوبة داخل الكابل.
١٠. ثنى الكابلات أكثر من المسموح به أثناء فرد الكابلات أو عمل الوصلات والنهايات.
١١. عند عمل الاختبارات يجب تفريغ الشحنات نتيجة الاختبارات وتغطية أطراف الكابل جيدا.
١٢. ترك الكابلات في الطرق العامة مما قد يتسبب في تلفها نتيجة مرور المركبات عليها.
١٣. عدم دفن الكابلات داخل المجاري مما قد يعرضها للتخريب سواء المتعمد أو غير المتعمد.

أسباب انهيار عزل الكابلات:

الأسباب الأساسية التي تؤدى إلى انهيار العزل للكابلات ذات الجهد المتوسط والعالي المعزولة بال"P.E" أو"X.L.P.E" تتلخص فيما يلى:

١. وجود فراغات في المادة العازلة.
٢. وجود شوائب مع عدم تماثل المادة العازلة.

٣. وجود فراغات بين المادة العازلة وشبة الموصل وعدم التصاقها جيدا.
٤. عدم استمرارية الغلاف النحاسي "الشريط النحاسي "حول الفازات أو قطعه في أحد الأماكن مما يسبب في اختلاف توزيع الإجهادات.
٥. تسرب الرطوبة في المادة العازلة عن طريق نهاية الكابل أو قطع في غلافه الخارجي.
٦. عدم مراعاة الأصول التقنية عند القيام بأعمال الفرد والمد للكابلات.

التأثير الديناميكي لتيار القصر:

عند حدوث قصر في كابلات الجهد المتوسط تتعرض الكابلات لقوى كهروميكانيكية. ويظهر تأثير هذه القوى واضحا في حالة الموصلات ذات مساحات المقاطع الكبيرة وعادة ما يكون تيار القصر أكبر من ٣٠ كيلو أمبير ولذلك فإنه من المهم ربك الأوجه الثلاثة في الوصلات رباطا جيدا وقويا لتجنب انفجار الوصلات في الكابلات أو ارتفاع درجة حرارتها عاليا وقد تكون شدة الحرارة كافية لانصهار أو تخمر السرافيل.

الاختبارات الوقائية لصيانة الكابلات:

وهذه الاختبارات يجب أن تجرى مرة كل عام أو أكثر لكابلات الجهد المتوسط للتأكد من سلامتها وتجرى بتوصيل وتغذية هذه الكابلات بجهد مستمر قيمته تعادل ٨٠% من جهد الاختبار عند بدء التشغيل ولمدة تتراوح ما بين ٥:١٠ دقائق. وعند ظهور أي عيوب في الكابل عند الاختبار يجب تحديد مكان هذا العيب والعمل على إصلاحه.

واجبات فريق العمل في الكابلات:

أولا: المهندس المسؤول:

١. متابعة أمر الشغل وأمر التكليف والتأكد من الفصل (فصل التيار) إذا لزم الأمر.
٢. حث فريق العمل على الإسراع في مراجعة مواد العمل جيدا والعدد المستخدمة وسرعة التوجه إلى موقع العمل والخروج معهم لتأمين مكان العمل وبث فيهم روح المسؤولية.
٣. متابعة فريق العمل (الفنيين والعمال) أثناء العمل في الكابلات وحثهم على الدقة.

ثانيا الفنيين:

١. متابعة أمر التكليف وأمر الشغل مع المهندس ومع التشغيل.
٢. التأكد من عدة العمل وكذلك مهمات العملية وصلاحيتها.
٣. التأكد من فصل التيار قبل البدء في العمل وخاصة في الكابلات المحملة سابقا. وعمل قصر على أطراف الكابلات للتأكد من خلوها من الشحنات والتيار.
٤. العمل الفني يجب أن يتم بواسطة الفنيين أنفسهم ولا داعى لإشراك العمال في الأماكن الهامة والحساسة للكابلات مثل (نزع التسليح أو قطع الحشو أو قطع الشريط النحاسي أو نزع شبه الموصل أو استخدام اللهب لتسخين الأنابيب التقلصية).

٥. متابعة العمال في تنفيذ المهمات لهم كالحفر أو النظافة أو فك أجزاء من الصناديق أو اللوحات أو المساعدة في الأعمال الأخرى.
٦. يجب إرجاع أمر الشغل وإرجاع الوضع كما كان سابقا والانتظار حتى يتم التوصيل والاطمئنان على سلامة العمل.

ثالثا العمال:

يجب الاهتمام بتعليمات المهندس المسؤول وكذلك الفني المسؤول عن العمل الفني ونظافة مكان العمل أثناء العمل وبعد الانتهاء منه ويجب عدم الاجتهاد بالعمل في الكابلات وخاصة الأماكن الحساسة منها حتى لو طلب منهم ذلك الفني المسؤول.

واجبات فريق عمل الكابلات أثناء الحفر والفرد وعمل الوصلات:

١. يتم اختيار مواقع فرد الكابلات في الخطوط الجديدة ويتم اختيار أماكن المجاري وفي حالة عمل مجارى عميقة يتم عمل سنادات خشبية في الأجناب حتى لا تنهار.
٢. يجب أخذ الاحتياطات اللازمة والضرورية أثناء حفر المجاري في منطقة العمل.
٣. أرضية المجاري يجب أن تكون خالية من أي حواف أو مواد صلبة.
٤. عند فرد الكابلات يجب تجنب عصر الكابلات وذلك بعمل حلقات كالعجل مناسبة (أي لا يقل قطرها عن ٢٠ مرة من محيط الكابل).
٥. ممنوع استخدام أي آلات حادة لإزاحة الكابل أو تحريكه.
٦. في حالة ضرورة وجود كابل قريب من مواسير مياة أو غاز أو تليفون يجب التنبيه على ذلك للجهات المختصة وتدوينه في خرائط الكابلات عن طريق مكتب الرسم.
٧. يجب التأكد من تثبيت نهايات الكابلات جيدا قبل نقل الكابلات (على البكر).
٨. بعد فرد الكابلات يجب أن تغطى نهايات وبدايات الكابلات بعازل حتى لا تتسرب إليها الرطوبة.
٩. يجب تغطية الجزء المتبقي على البكر بعازل أيضا حتى لا يتسرب إليه الماء أو الرطوبة.
١٠. يجب وضع علامات ظاهرة عند علب الاتصال وعلى مسار الكابل.
١١. يجب وضع علامات تحذيرية من الطوب أو الشبك فوق الكابل وعلى بعد ٢٠ سم منه.
١٢. يجب عمل خريطة بمسار الكابلات وبمقياس رسم مناسب.
١٣. يجب فصل التيار وتفريغ الشحنات من الكابل قبل العمل في الكابلات المحملة سابقا.
١٤. يتم وضع أجهزة الفصل والقطع في حالة مفتوحة ويوضع أرضى محلى على بداية الكابل ونهايته كما توضع علامات تحذيرية في أماكن الفصل والتوصيل.
١٥. يتم تحديد الكابل المراد العمل عليه بواسطة قسم التشغيل والمعمل الهندسي.
١٦. قبل العمل في الكابل يتم ثقبه في مكان العطل وعمل قصر على أطرافه مع الأرضي بواسطة المنخاز للتأكد من خلوه من التيار أو إفراغه من الشحنات.

التأثيرات التي تقع على الكابلات أثناء الخدمة:

١. التأثير السعوي:

يتشابه الكابل مع المكثف في عدة نواحي. فالمكثف عبارة عن لوحين معدنيين بينهما عازل. كذلك الكابل ألواح معدنية بينها عازل.

مثلا: الموصل (معدن) يليه العزل ثم التسليح (معدن).

نرى هنا وجه التشابه بين الكابل والمكثف...فعند تغذية المكثف بتيار مستمر نجد الآتي:

- اللوح الموصل بالطرف السالب: يحمل شحنة سالبة (الكترونات مخزنة).
- اللوح الموصل بالطرف الموجب: يحمل شحنة موجبة (الكترونات مسحوبة منه).

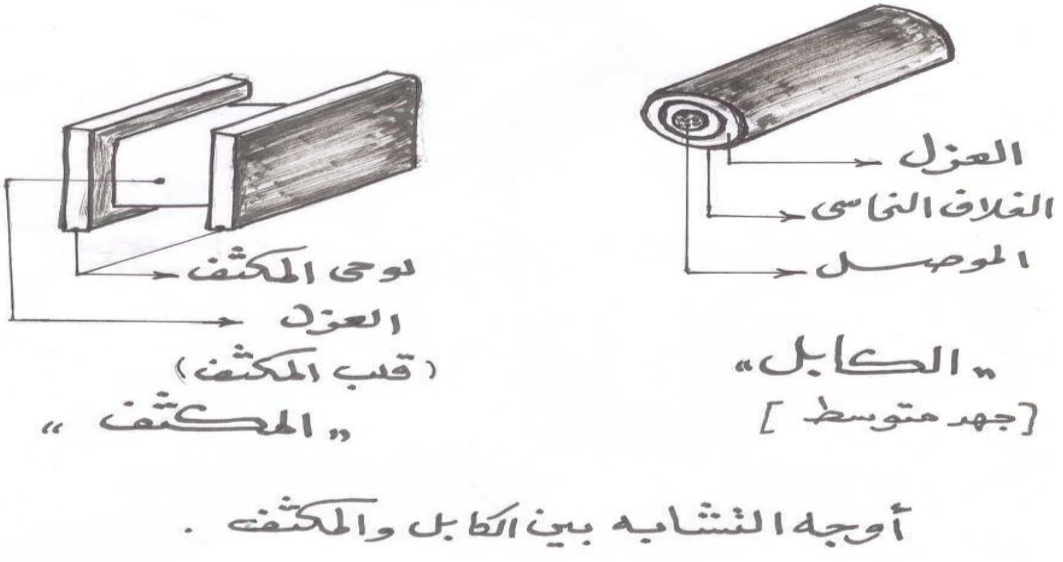
أي أن هناك جذب للإلكترونات بواسطة اللوح الموجب تعمل على نقصها من المادة العازلة. وحيث أن الالكترونات تنتقل من اللوح السالب إلى اللوح الموجب فإن انتقال التيار يكون عكس حركة الالكترونات من اللوح الموجب إلى اللوح السالب.

ونجد مما سبق أن الالكترونات داخل المادة العازلة تمثل اللوح السالب للمكثف وتنجذب بواسطة اللوح الموجب وتتحرك بواسطة قوة لها اتجاه. وتسمى "خطوط القوى" وتصنع هذه الالكترونات العديد من خطوط القوى. وتعرف هذه الخطوط ب "المجال الكهربي".

أي أن المجال الكهربي:

يتكون من وجود تجاذب بين نوعين من الشحنات "السالبة والموجبة" ولذلك فعند توصيل الشريط المعدني للكابل بالأرض يوجد فيه(فرق جهد) عبارة عن "فازة مع الأرض " ولهذا فإنه توجد دائما شحنة على الكابل ويجب تفريغها.

وحتى مع التيار المتغير "المتردد" فإن الكابل يكون غير قادر على تفريغ هذه الشحنة حيث تكون سرعة التردد عالية جدا. وعلى هذا يكون الكابل عند تغذيته يعمل مثل عمل المكثف.



أوجه التشابه بين الكابل والمكثف .

٢. تأثير المجال المغناطيسي:

عند مرور التيار الكهربي في أي موصل ينتج عنه مجال مغناطيسي واتجاه هذا المجال يتحدد حسب "قاعدة فيليمنج لليد اليمنى".

وتتولد تيارات دوامية في جسم أي موصل معرض لمجال مغناطيسي متغير وهذا التغير يصحبه قوة دافعة كهربية مستحثة. ويظهر تأثير هذه القوة في صورة تيارات ترفع من درجة حرارة الكابل ولتقليل هذه التأثيرات توضع فازات الكابل على شكل مثلث لجعل محصلة المجال = صفر.

ملحوظة هامة:

يجب عدم استخدام أي مواد مغناطيسية في تغليف الكابلات لأن المواد المغناطيسية تنتج عنها تيار مغلق يجمع على التيار الناتج عن قطع المجال للغلاف وبذلك ترتفع درجة حرارة الكابل. ومن هنا نلاحظ أن (معظم) كابلات الجهد المتوسط وجه واحد ذات تسليح ألومنيوم أو بدون.

٣. تأثير المجال الكهربي:

يؤثر المجال الكهربي في حالة عدم تحميل الكابل لأنه يعتمد على التيار أو التردد وهذا التأثير ناتج عن وجود شحنات لوجود فرق جهد بين الموصل الحامل للتيار والغلاف المؤرض وفي حالة عدم الحمل فان التيار = صفر ولكن الجهد له قيمة. وفي حالة زيادة الجهد فان تأثير المجال الكهربي سوف يظهر وتحدث فرقعة أو شرارة أو تفريغ. ولذلك فان تركيز خطوط المجال في نقطة يؤدى الى ارتفاع درجة الحرارة في هذه النقطة وبالتالي يؤدى إلى انهيار العزل. ولحماية المواد العازلة من هذا يجب تشويه المجال الكهربي بواسطة حوارف المجال أو توزيع المجال الكهربي بواسطة موزعات المجال. ويتم ذلك عن طريق تركيب أشرطة أو حوارف تركب على العزل لتزيد من سمكه عند حافة الشبكة "الشبه موصل + الشيلد النحاسي" حيث أنها تدفع الخطوط المتساوية في الجهد ناحية الكابل.

٤. تأثير الجدل:

تتأثر الكابلات ذات الموصلات المجدولة أكثر من الكابلات المصمتة وخاصة من ناحية تدريج الجهد وتكون نسبة هذا التأثير أعلى من ٢٠ %. وهذا ناتج عن تقاطع خطوط المجال الكهربي مع بعضها في منطقة الجدل " على الموصل " ٠ معنى ذلك أن أكبر قيمة للمجال تكون في المنطقة الملاصقة للموصل وتقاطع خطوط المجال في هذه النقطة يسبب في زيادة الجهد ويحدث تأين في الثغرة الهوائية. ينتج عن ذلك شرارة ولتلافي كل هذا تضاف طبقة من مادة شبه موصل فوق الموصل ليعدل من سطحه ويلغى تأثير الجدل.

ولذا وجب علينا عند العمل في الكابلات مراعاة الآتي:

١. ممنوع ترك مسافات خالية فوق العزل عند عمل الوصلة.
٢. عدم ترك فراغات بالسرافيل أو أي أحرف حادة.
٣. عدم الاقلال من سمك العزل.

٥. التأثير الحرارى:

تزداد درجة حرارة الكابل تحت الحمل عند توافر هذه العوامل:

١. الوسط المحيط بالكابل.
٢. معدل التيار في بالكابل عند وجوده بجانب كابلات أخرى.
٣. طبيعة الحمل "مستمر أو متغير".
٤. عند حدوث قصر.

وتعتمد درجة حرارة كابل الى أخر على هذه العوامل:

أ. المفاقيد النحاسية.
ب. الفقد في العزل.
ج. الفقد في الغلاف.

اجراءات الأمن الصناعي عند العمل في حالة كابلات الجهد المتوسط المحملة:

١. التأكد من فصل التيار الكهربي من الجهتين واتخاذ امكانية عدم التوصيل.
٢. يتم تحديد موقع العطل بواسطة المعمل الهندسي وبمعدات خاصه.
٣. يتم فصل الكابلات المجاورة للكابل العطلات أثناء فترة الحفر أو العمل بحرص.
٤. يتم وضع أرضى على أطراف الكابل من الجهتين مع وضع اللافتات المناسبة مثل (ممنوع التوصيل أو عمال قائمون بالعمل أو ٠٠٠).
٥. عند الحفر في موقع العطل يجب عمل الآتي:

- الحصول على تصريح بالحفر حتى لا يتسبب من يحفر في ضرر مرافق أخرى مثل (توصيلات المياه، المجاري، التليفونات، الغاز،... الخ) وعند اكتشاف أي منها يتم إيقاف العمل وإبلاغ الأمر لمعرفة هذه الخصائص من المسئولين.
- عمل سور مؤقت لتحديد منطقة الحفر مع إضافة إشارات ضوئية أو فوانيس ليلا.
- يجب إيقاف العمل عند حدوث أو ظهور تدفق مياه أو غاز والبحث عن سبب ذلك.
- عمل سقالات مناسبة للعبور في حالة الحفر العميق إذا دعت الحاجة لذلك.
- يحظر استعمال معدات آلية للكشف عن الأعطال في حالة وجود مرافق بجانب الكابل.

٦. يجب استعمال جهاز لتفريغ الشحن (مثل المنخاز) في المنطقة المراد العمل فيها من الكابل.
٧. إذا دعت الضرورة إلى نقل أو تحريك كابل تحت جهد يراعى الآتي:

- في حالة تحريك كابل قريب من علبة نهايته يجب تثبيت الكابل جيدا قبل علبة النهاية بمترين حتى لا يؤثر ذلك على العازل المركب عليه نهاية الكابل.
- أن يكون العمل بواسطة عمال مدربون ولهم خبرة في التعامل مع هذه النوعية من الكابلات.

٨. عند فرد الكابلات يجب عدم ترك الفضلات أو البكرات الفارغة وحوامل الكابلات على حافة الحفر أو في الطريق العام وأن يكون عدد العمال كافي لهذا العمل ويجب عدم تقاطع الكابلات الموجودة في مسار واحد وعدم وقوف العمال أثناء الفرد داخل زوايا المنعطفات.

ثالثا الكابلات البحرية جهد متوسط من ١١ ك.ف: ٣٣ ك.ف

الكابلات البحرية

يطلق اسم الكابلات البحرية على الكابلات التي توضع في قاع البحر أو النهر ولها مواصفات خاصة بها لتلائم المكان المعد.

مواصفات الكابلات البحرية:

١. معامل أمان هذه الكابلات الكهربي لابد أن يكون عاليا.
٢. أن يصمم للحد الأدنى من الفقد.
٣. يجب أن يتحمل أي تأثيرات إجهاديه تقع عليه مثل (أثناء عمليات الفرد – والتشغيل).
٤. يفضل أن يكون خالي من الوصلات.
٥. يجب أن يتحمل وبدون تأثير الضغط الخارجي للماء عند أعماق مختلفة.
٦. يجب أن يصمم ضد تسرب المياه.
٧. يجب أن يكون وزن الكابل كافيا لمنع حركة الكابل في القاع تحت تأثير المد أو الجزر أو حركات مرور السفن.
٨. يجب أن يكون تسليح الكابل مقاوم للصدأ أو أن يكون من الصلب المجلفن أو يضاف إليه كمباوند.
٩. يجب أن يكون الغلاف الرصاصي للكابلات البحرية مصنوع من سبيكة سمكها أكبر من سمك الكابلات الأرضية المماثلة ليتحمل انحناءات وتفاعلات الكابل أثناء المد والجزر للتيار البحري.
١٠. يجب عمل انحناءات على الشواطئ لامتصاص حركة الكابل في قاع البحر بسبب المد والجزر.

احتياطيات الأمان للكابلات البحرية:

١. يجب عمل علامات تحذيرية على الشواطئ بجانب الكابل تنم عن وجود كابل بحرى.
٢. يجب تجنب عمل الوصلات داخل المياه بقدر المستطاع.
٣. يجب التأكد من سلامة الكابل وغلافه الخارجي قبل فرده.
٤. يجب تثبيت الكابل (إن أمكن) بواسطة أوتاد خرسانية أو حديدية مجلفنة حتى تحد من حركته داخل الماء بسبب المد والجزر وحركات السفن العملاقة.
٥. يجب أن يتم فرد الكابل عن طريق غطاسين وعمال مهره في فرد هذه النوعية من الكابلات.

الكابلات البحرية

تصمم الكابلات البحرية بمواصفات خاصة لتتحمل الإجهادات الواقعة عليها من سرعة التيار خلال حركتي المد والجزر وحركة مرور السفن وخلافه. فيصمم الغلاف الخارجي من مواد أكثر صلابة من الكابلات العادية حيث

يدخل في تركيب هذا الغلاف بعض المواد مثل الجرافيت. كما تضاف أيضا إلى الغلاف الخارجي بعض المواد المنفرة للكائنات الحية البحرية ذات رائحة نفاذة حتى تبتعد عنها ولا تتسبب في تلف الغلاف الخارجي.

كما أنه في بعض الكابلات تغلف الفازات بطبقة من الرصاص السميك الذى يصل سمكه حوالى من ٤:٣ مم وهي تعويضا عن الغلاف النحاسي ويلف تحتها شريط ورق ألومنيوم فوق شبه الموصل مباشرة وهما يعتبران حماية ميكانيكية للكابل كما أنهم يعتبران كأرضي قوى لتسهيل تسرب المجال المتولد داخل الكابل إلى الأرض

كما تسلح بعض الكابلات البحرية بواسطة أسلاك صلبة قوية بدلا من الشرائط الحديد وتكون أحيانا مغمورة بمادة "البوتامين" الكومباوند لحمايتها من الصدأ وللمحافظة على تماسكها ومرونتها بصفة مستديمة.

ملحوظة:

يتم فرد هذه الكابلات عن طريق أوناش خاصة وغطاسين وعمال على دراية كاملة بهذه الكابلات، حيث يتم ربط الكابل في عوامات على أبعاد متساوية تقريبا ومتوازنة مع وزن الكابل، وبعد فرد الكابل بالكامل على سطح الماء يتم إنزاله إلى الأعماق بواسطة الأوناش والغطاسين وذلك بفك العوامات بداية من نهاية الكابل مع رباط بدايته وسحبه إلى الخارج لمراعاة عمق المياه وتفك عوامة تلو الأخرى ثم يتم محاولة تثبيت الكابل بواسطة "خوازيق" أو دعامات في الأرض إن أمكن ذلك حتى نحمى الكابل من الإجهادات الواقعة عليه وإجهادات البحار قوية جدا لذل يجب المحافظة على تثبيت الكابل جيدا بأي وسيلة كانت.

وصلات الكابلات البحرية

لعمل أي وصلات سواء كانت أرضية (برية أو بحرية) يستلزم الدقة المتناهية في تنفيذ تعليمات وخطوات هذه الوصلات.

وعموما فان كل الوصلات "البرية والبحرية" نفس خطوات عملهم ثابت ولا تتغير نفس التقشير ولكن يجب زيادة الأمان لعمل الوصلات البحرية ضد تسرب المياه أو حركة التيار المائي، فتضاف بعض المواد مثل العجائن المانعة لتسرب المياه (الماستيك) فتركب في أماكن الوصلات مثل عند نهاية أنبوبة حماية وأخرى فنزيد من هذه العجائن.

كما تضاف شرائط ذاتية الاندماج على نهاية الأنابيب "أنابيب الحماية الخارجية" وفي بعض الوصلات تضاف مادة الكومباوند فوق الوصلة بالكامل ويجب عمل أوتاد حول الوصلة لمنع الكابل من الحركة وخاصة قريب من الوصلة بما فيها الوصلة حتى لا يؤثر (أي جهد) على السرافيل ومكونات الوصلة الداخلية (جهد الشد).

وبقى أن نعلم أن جميع الوصلات للجهد المتوسط في خطوات تجهيز الكابل وتقشيره هي خطوات ثابتة مع الفارق في مساحة مقاطع الكابلات والجهد المستخدم فيه الكابل وحسب نوع الوصلة والشركة المصنعة لهذه الوصلة وحسب جهد التشغيل فعند عمل وصلة تقلصية مثلا لكابل جهد ١٢ / ١٨ ك.ف يتبع خطوات عمل معينة هي نفسها التي تتبع في كابل جهد ١٨ / ٣٠ ك.ف ولنفس مساحة مقطع الكابل ولكن الفارق يكون في مساحة (طول) العزل فقط ويكون بسيط وحسب المقاسات المدونة في الكتالوج المرفق مع الوصلة.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

مهندس/ أشرف لمعي توفيق	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ السيد رجب شتيا	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ أيمن النقيب	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ خالد سيد أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ طارق ابراهيم	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ علي عبد الرحمن	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ علي عبد المقصود	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ محمد رزق صالح	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ مصطفي سبيع	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ وحيد أمين أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ يحي عبد الجواد	**شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**