

## **2. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ВЪЗДУШНИ ЕЛЕКТРОПРОВОДНИ ЛИНИИ – проводници, изолатори, стълбове, фундаменти и арматура.**

Въздушните електропроводни линии (ВЕЛ) са съоръжения, предназначени за пренасяне и разпределяне на електрическа енергия чрез неизолирани проводници, монтирани на открито към изолатори и закрепени към стълбове с арматура. Всяка ВЕЛ е съвкупност от тоководещи проводници, мълниезащитни проводници, стълбове, фундаменти, изолатори и арматура.

- Проводници на ВЕЛ.

Материалите за изработване на проводници трябва да бъдат с висока електропроводимост, висока механична якост, да са устойчиви на корозия и да са евтини. Най-добре тези изисквания се удовлетворяват от медта, алуминия, стоманата и някои техни сплави. Конструктивно проводникът е изработен като въже от метални нишки, разположени в концентрични слоеве. Когато нишките са от един метал, проводникът се нарича хомогенен, когато са от два метала – комбиниран. Означаването на проводниците е включва буквено-цифрови символи. Чрез буквите се посочва вида на материала, от който е изработен проводника. В условията на България се използват следните букви: М – мед; А – алуминий; С – стомана; ПС – цинкован стоманен проводник; АС – алуминиеви и стоманени нишки. При хомогенните проводници числото, записано след буквите, съответства на сумарното сечение на нишките, от които е изпълнен проводника. От комбинираните у нас най-често се употребяват стоманено-алуминиевите проводници. В зависимост от съотношението между сеченията на алуминиевата и стоманена части те се подразделят на нормални (означават се с АС, със съотношение на сеченията 5,5:1), усиленни (АСУ, 4:1) и облекчени (АСО, 8:1). В централната си част те имат стоманени нишки, а над тях се разполагат слоеве от алуминиеви нишки. За мрежи НН се употребяват проводници от АС-16 до АС-95, за СН – от АС-25 до АС-95, за 110 kV – от АС-70 до АСО-500 и т.н. Посоченото число в марката на проводника отговаря само на сумарното сечение на алуминиевите нишки. През последните десетилетия в България се преминава към унификация на проводниците в резултат, на което в мрежи СН се използват предимно АС-50 и АС-95, а в мрежи 110 kV – АСО-400, АСУ-400 и АС-185.

Подробни данни за електромеханичните показатели на всеки проводник за ВЕЛ се задават в справочници, изготвени в съответствие с БДС.

- Стълбове за ВЕЛ.

Те са съоръжения, които носят проводниците, мълниезащитните въжета, изолаторите и арматурата и осигуряват нормираните габаритни разстояния от проводниците до земята и до пресичаните съоръжения, между проводниците и до мълниезащитните въжета. За изработването на стълбове се използват дървото, стоманобетона и стоманата. По предназначение стълбовете се разделят на носещи, опъващи, крайни, ъглови, транспозиционни и специални.

Особености на стълбовете за ВЕЛ НН у нас. Изработват се само стоманобе-

тонни вибрирани стълбове. Оразмеряват се за два режима: когато ВЕЛ е в населено място и когато ВЕЛ преминава през незастроена местност. За тях е възприето следното означение: СБВ  $\frac{d}{H}$ . С – стълб; Б – стоманобетонен; В – вибриран;  $d$  – горен външен диаметър, см;  $H$  – височина на стълба, m;  $S$  – максимална върхова сила в kgf, приложена на 10 см под върха на стълба). През последните 20 години се работи със стълбове СБТ -250, -650, -1300. Те са оразмерени да носят до шест проводника (три фази за електроснабдяване на комунално-битови потребители, обща неутрала и две фази за улично осветление).

Стълбове за ВЕЛ за напрежение 20 kV. Носещите стълбове за ВЕЛ 20 kV най-често са стоманобетонни. У нас през последните години се работи с два типа стоманобетонни стълба с означение: НСБ, НС – носещ стълб; Б – стоманобетонен; останалите букви запазват смисъла си както при ВЕЛ НН). Стълбовете се комплектоват със стоманобетонни или със стоманорешетъчни конзоли за подпорни изолатори или за висящи изолаторни вериги.

Ъгловите стълбове за ВЕЛ 20 kV винаги са стоманорешетъчни с ъгъл на отклонение до 20°, 40°, 60° или 90°. Те могат да се удължават с 2, 4, 6 или 10 m. За сега унифицираната гама стоманорешетъчни стълбове за 20 kV с една тройка са приети следните означения:

НМГ-951 – носещ, метален, за глухи клеми, за проводници АС 95, една тройка; ЪМ20°-951 – ъглов, метален, за ъгъл до 20°, за една тройка АС 95. Аналогично се разшифроват ЪМ60°-951, ЪМ90°-951.

Стълбове за ВЕЛ за ВН. Те са винаги стоманорешетъчни за една или за две тройки. Проводниците могат да бъдат разположени по върховете на триъгълник, хоризонтално, под формата на “бъчва” и др. Конструкцията им може да бъде заваръчна или болтова. За напрежения 110 и 220 kV се използват ъглови стълбове за ъгли 30°, 60°, 90°.

- Изолатори за ВЕЛ.

Изработват се от електротехнически порцелан, аморфно закалено електротехническо стъкло или от полимерни материали. Изолаторите осигуряват електрическата изолация и механичната връзка на проводниците със заземените части на стълба. За ВЕЛ НН се използват два вида стоящи порцеланови изолатори: ИПНН-80 и ИПНН-95. За напрежение 20 kV се използват стоящи порцеланови изолатори тип ИНК-20 или ИНПК-20 или висящи изолаторни вериги с два елемента на фаза. По-старите висящи изолатори са от порцелан а по новите – от закалено електротехническо стъкло. Стъклените изолатори се внасят от Русия, затова и маркировката им е запазена от завода производител. Тя включва буквено цифрово означение от вида ПС-ХУ (П – висящ, С – стъклен, Х – максимално механично натоварване в kN, У – буква, уточняваща конструктивното му изпълнение). За ВЕЛ 20 kV се използват ПС-70Д, за 110 kV и 220 kV – ПС-120Б, за 400 kV – ПС-160Б.

#### 4.Фундаменти за ВЕЛ.

Те са съоръжения, монтирани в земята за осигуряване на устойчивост на стълба срещу преобръщане и потъване. За означаването им са приети буквите ФП-У (Ф – фундамент; П – призматичен; У – пореден номер на размера). Размерите на фундаментите се съгласуват с размерите на стълбовете и с вида на почвата (здрава или слаба). За ВЕЛ НН и СН фундаментите се изработват на място, а при по-високите напрежения най-често те се доставят готови, изпълнени в заводски условия.

## 5. Арматура за ВЕЛ.

Към нея спадат голямо разнообразие от елементи, които според предназначението си могат да се разделят на следните групи:

- а) арматура за електрическо съединяване на проводниците;
- б) арматура за окачване на проводниците и м.з. въжета към изолаторите и стълба;
- в) арматура за съединяване на изолаторните вериги към конзолите, стержени, виброгасители, контратежести, разпонки и др.

## **2. КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА КАБЕЛНИ ЕЛЕКТРОПРОВОДНИ ЛИНИИ – устройство на силови кабели за ниско и средно напрежение с хартиено-маслена и с пластмасова изолация; означения на кабели с пластмасова изолация по бдс. паспортни данни на силов кабел. силов кабел с изолация от химически омрежен полиетилен за средно напрежение;. кабелна арматура**

Кабелните електропроводни линии (КЕЛ) са съоръжения за пренасяне и разпределяне на електрическа енергия по изолирани по цялата си дължина проводници, положени в земята или на открито. Те са съвкупност от силови кабели и кабелна арматура. КЕЛ намират широко приложение в промишлените предприятия и на територията на населените места за електрически мрежи за ниско, средно и високо напрежение. Кабелите най-често се полагат под земята – направо или в специално изработени канали, тунели, тръби и други подобни съоръжения.

В устройството на силовия кабел участват следните елементи: - тоководещи жила; - електрическа изолация; - защитна обвивка срещу проникване на влага; - защитна обвивка срещу механични въздействия; - обвивка срещу корозия на металните части на кабела.

Тоководещите жила на кабелите се изработват от мед или алуминий. Те могат да бъдат плътни или многожични с кръгло или секторно сечение. Според броя на жилата си кабелите се разделят на едножилни, двужилни, трижилни, четирижилни и петжилни.

За електрическа изолация на кабелите се използват импрегнирана с масло кабелна хартия, пластмаси, хартия с масло под налягане или каучук.

- Устройство на силови кабели с хартиено-маслена изолация.

У нас те са силно разпространени в електрическите мрежи за НН и СН. Около всяко тоководещо жило се навива лента от импрегнирана с масло хартия.

Такаизолираните жила се оплитат едно с друго, след което върху тях отново се навива лента от импрегнирана хартия, която обхваща жилата като пояс. Хартиено-маслената изолация трябва добре да се защити от проникване на влага, затова тя се обхваща херметично от безшевна обвивка от олово или алуминий. За защита на херметичната обвивка от корозия се поставя слой от кабелна хартия или прежда, пропита с битуми. Върху тях за механична защита се навива стоманена лента. Върху стоманените ленти отново се поставя слой от кабелна прежда и битуми, за да се предпазят от корозия.

Когато кабелът трябва да работи в тежки промишлени условия, той трябва да се изработва със самостоятелна херметична обвивка за всяко жило, без да се прави обща херметична обвивка. Такива кабели се наричат бронирани.

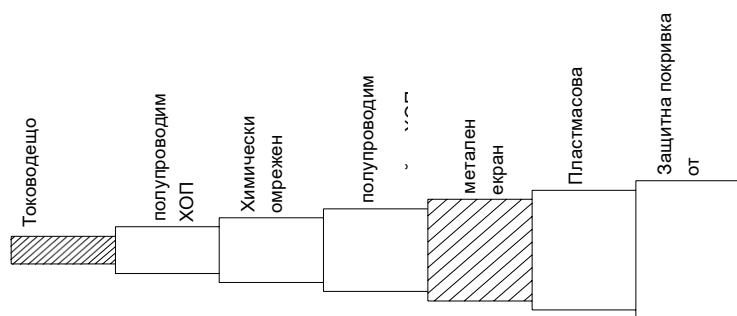
Най-съществените недостатъци на кабелите с хартиено-маслена изолация са по-голямото им тегло, завишения разход на цветен метал и сложния им ремонт. Те не са подходящи за терени с голяма денивелация, понеже кабелното масло постепенно се оттича към по-ниско разположения край. За означаване на силовите кабели с хартиено-маслена изолация се използват специални буквено-цифрови символи, например АСТ-185, ОСТ-120, АОСБ-95 и др.

- Силови кабели с термопластична изолация от полимерни материали.

Те са предназначени само за електрически мрежи за НН (до 1 kV). За електрическа изолация се използва полиетилен или поливинилхлорид. Тя се екструдира направо върху всяко тоководещо жило и служи едновременно за електрическа изолация и херметична обвивка. Така изолираните жила се усукват и отново се покриват с предпазна обвивка от поливинилхлорид или полиетилен.

За означаването на кабелите с пластмасова изолация има издаден БДС, според който част от буквените символи имат следния смисъл: С – силов кабел; А – алуминиево жило, за медно жило не се използва буква; В – изолация от поливинилхлорид; П – изолация от полиетилен; Х – изолация от химически омрежен полиетилен; Ек – екран от концентрични медни телове; Т – защитна покривка от поливинилхлорид; Тз – защитна покривка от полиетилен.

- Силови кабели с изолация от химически омрежен полиетилен.



Те са предназначени за мрежи 6/10 и 12/20 kV и се изработват само като едножилни. В най-общ вид те се означават със символите СХЕкТ или САХЕкТ, след което следва число, отговарящо на големината на напречното им сечение в mm<sup>2</sup>. Устройството на този вид кабел е показано на фиг. 3.1.

Фиг. 3.1. Кабел с изолация от химически омрежен полиетилен.

Тези кабели имат допустима продължителна температура на жилата  $90^{\circ}\text{C}$ , а максимално допустимата им температура в режим на к.с. е  $250^{\circ}\text{C}$ . Трите фазови кабели се полагат хоризонтално или в сноп, по върховете на равнобедрен триъгълник. Забранено е поединично да се прокарват кабели в метални тръби или да се монтират успоредно на метални конструкции.

- Паспортни данни на силов кабел:
  - а) номинално линейно напрежение,  $U_n$ , kV;
  - б) допустимо токово натоварване при стандартни условия на околната среда ( $\theta_{\text{земля}}=20^{\circ}\text{C}$ ,  $\theta_{\text{възд.}}=25^{\circ}\text{C}$ ),  $I_{\text{доп}}$ , А;
  - в) допустима продължителна температура на нагряване на жилата на кабела,  $^{\circ}\text{C}$ ;
  - г) допустима температура на жилата в режим на к. с.,  $^{\circ}\text{C}$ ;
  - д) напречно сечение,  $\text{mm}^2$ ;
  - е) надлъжни активно и индуктивно съпротивления,  $\Omega/\text{km}$ ;
  - ж) напречна капацитивна проводимост,  $\text{S}/\text{km}$ .
- Кабелна арматура.

Служи за съединяване на кабелите помежду им и към разпределителните уредби. Главното изискване към нея е запазването на херметичността на силовия кабел. Кабелната арматура включва:

- а) кабелни накрайници – поставят се в двата края на кабела при съхраняването му и при транспортирането му.
- б) вътрешни кабелни муфи – служат за съединяване на кабелите. Видът на муфата зависи от номиналното напрежение на кабела и времето, когато е направена. През последното десетилетие кабелните муфи се изпълняват с различни марки самозалепващи се полимерни изолационни ленти.
- в) крайни кабелни муфи – служат за присъединяване на кабелите към разпределителните устройства.

