

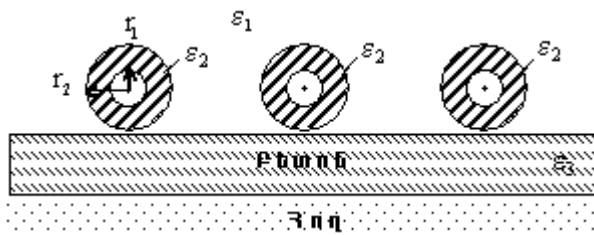
Լ.Հ. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Վ.Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ԵՌԱՖԱԶ ՄԱԼՈՒԽԻ ԶՈՒԳԱՀԵՌ ՏԵՂԱԿԱՅՎԱԾ ԶՂԵՐԻ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԼԱՎԱՐԿՈՒՄ

Առաջարկված է էլեկտրական դաշտի լարվածության բաշխման հաշվարկի մեթոդ՝ եռաֆազ, առանց մետաղյա պատյանի, պոլիէթիլենային մեկուսացմամբ և բետոնե անցուղիներում տեղակայված մալուխների համար: Մշակված մեթոդով որոշված են եռաֆազ մալուխի էլեկտրական դաշտի լարվածության մեծությունները և միջֆազային հեռավորությունները՝ ելնելով երկարատև էլեկտրական ամրության ապահովման պայմանից:

Առանցքային բառեր. հայելային պատկերների մեթոդ, մասնակի ունակություններ, համարժեք դիէլեկտրիկական թափանցելիություն:

Էներգետիկական ժամանակակից համակարգերում մեկ պատյանում պարփակված եռաջիղ մալուխից աստիճանաբար անցնում են երեք միաֆազ մալուխների: Այս դեպքում մալուխի առանձին ֆազերը տեղակայվում են զուգահեռ, մեկ հարթության վրա և բետոնե անցուղու մեջ (նկ. 1):



Նկ. 1. Մալուխի ֆազերի դասավորությունը բետոնե խրամուղում

r_1 - ջղի հաղորդալարի շառավիղ, r_2 - մեկուսչի արտաքին մակերևույթի շառավիղ, ϵ_1 - շրջապատող օդի դիէլեկտրիկական թափանցելիություն, ϵ_2 - պոլիմերային մեկուսչի դիէլեկտրիկական թափանցելիություն, ϵ_3 - բետոնե շերտի դիէլեկտրիկական թափանցելիություն

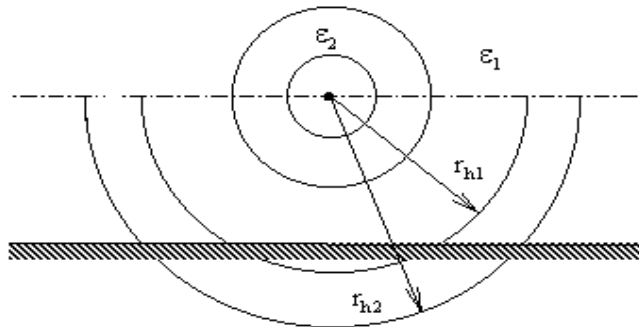
Անցուղու առկայությունն ավելորդ է դարձնում մալուխների ավանդական մետաղյա պատյանի անհրաժեշտությունը՝ որպես մեկուսիչ օգտագործելով պոլիէթիլենը: Արդյունքում բացառվում են միջֆազային կարճ միացումները, թափառող հոսանքների առաջացումը և պարզեցվում է տեղակայումը: Միաժամանակ նվազում է մալուխի ինքնարժեքը, բարձրանում շահագործման հուսալիությունը, երկարակեցությունը:

Քննարկվող մալուխային գծի երկարատև էլեկտրական ամրության ապահովման համար անհրաժեշտ է որոշել ջղերի միջև լավարկված հեռավորությունը, որը հանգեցվում է եռաֆազ համասեռ գծի էլեկտրական դաշտի լարվածության որոշման՝ մալուխը շրջապատող տարածության կետերում:

Էլեկտրական դաշտի հաշվարկը կատարված է հայելային պատկերների մեթոդով, պայմանով, որ լիցքավորված էլեկտրական առանցքները գտնվում են համարժեք համասեռ դիէլեկտրիկական միջավայրում: Վերջինիս դիէլեկտրիկական թափանցելիությունը պետք է որոշել պոլիէթիլենի, օդի և բետոնի շերտերի հաստության հաշվառմամբ: Այդ նպատակով որոշվում են ջղերի մասնակի C_{11} , C_{22} , C_{33} ունակությունները հողի նկատմամբ (նկ. 1)՝ ըստ [1]-ում նկարագրված մեթոդի.

$$C_{11} = C_{22} = C_{33} = \frac{\pi \epsilon_0}{\ln \frac{r_{h_1}^{1-k} r_{h_2}^k}{r_1}}, \quad (1)$$

որտեղ r_{h_1} -ը բետոնի շերտի հաստությունը հաշվի առնող գլանական մակերևույթի շառավիղն է, r_{h_2} -ը՝ պոլիէթիլենի և շրջապատող օդի շերտերի ազդեցությունը հաշվի առնող համարժեք գլանային մակերևույթի շառավիղը, $k = \frac{\epsilon_{\text{միջ}}}{\epsilon_p}$ -ը՝ պոլիէթիլեն - օդ շերտերի համարժեք $\epsilon_{\text{միջ}}$ դիէլեկտրիկական թափանցելիության հարաբերությունը բետոնի դիէլեկտրիկական թափանցելիությանը:



Նկ. 2. Մեկ ջղի (ֆազի) հաշվարկային մոդելը բնահողի երկշերտ կառուցվածքի դեպքում

Ընդ որում, $\epsilon_{\text{միջ}}$ -ը հաշվելիս ընդունվել է, որ պոլիէթիլենով պատված ջիղը շրջապատված է պոլիէթիլենի շերտի կրկնակի հաստությամբ օդի շերտով, քանի որ եռակի, քառակի հաստության շերտերի հաշվառման դեպքում $\epsilon_{\text{միջ}}$ -ի արժեքը քիչ է փոխվում:

Եռաֆազ մալուխի ջղերի միջև մասնակի ունակությունները որոշվում են [2]-ում նկարագրված մեթոդով: Այսպես, առաջին և երկրորդ, երկրորդ և երրորդ ջղերի միջև՝

$$C_{12} = C_{23} = \frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{d_{12} + \sqrt{d_{12}^2 - r_1^2}}{d_{12} - \sqrt{d_{12}^2 - r_1^2}} + \left(\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} - 1 \right) \ln \frac{(d_{12} + \sqrt{d_{12}^2 - r_1^2})^2 - r_2^2}{r_2^2 - (d_{12} - \sqrt{d_{12}^2 - r_1^2})^2}}, \quad (2)$$

որտեղ d_{12} - ը առաջին և երկրորդ ջղերի կենտրոնների հեռավորությունն է:

Առաջին և երրորդ ջղերի միջև մասնակի ունակությունը՝

$$c_{13} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{d_{13} + \sqrt{d_{13}^2 - r_1^2}}{d_{13} - \sqrt{d_{13}^2 - r_1^2}} + \left(\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} - 1\right) \ln \frac{(d_{13} + \sqrt{d_{13}^2 - r_1^2})^2 - r_2^2}{r_2^2 - (d_{13} - \sqrt{d_{13}^2 - r_1^2})^2}}, \quad (3)$$

որտեղ d_{13} - ը առաջին և երրորդ ջղերի կենտրոնների հեռավորությունն է:

Օգտվելով մասնակի ունակությունների և ունակային գործակիցների կապից [3]՝ որոշում ենք β_{11} , β_{12} , β_{13} ունակային գործակիցները.

$$\beta_{12} = -c_{12}, \quad \beta_{13} = -c_{13}, \quad \beta_{11} = c_{11} - \beta_{12} - \beta_{13}. \quad (4)$$

Ունակային գործակիցների օգնությամբ որոշվում է α_{11} պոտենցիալային գործակիցը.

$$\alpha_{11} = \frac{\beta_{11}}{\beta_{11}^2 - \beta_{12}^2}: \quad (5)$$

Մյուս կողմից՝

$$\alpha_{11} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{\text{արդ}}} \ln \frac{2h}{r_1}, \quad (6)$$

որտեղից որոշվում է պոլիէթիլեն - օդ - քետոն անհամասեռ միջավայրի արդյունաբար դիէլեկտրիկական թափանցելիությունը.

$$\epsilon_{\text{արդ}} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0\alpha_{11}} \ln \frac{2h}{r_1} = \frac{18 \cdot 109}{\alpha_{11}} \ln \frac{2h}{r_1}: \quad (7)$$

Ջղերի փոխադարձ և սեփական մասնակի ունակությունների հայտնի արժեքներով հնարավոր է դառնում որոշել լիցքավորված առանցքների լիցքերի գծային $\dot{\tau}_1$, $\dot{\tau}_2$, $\dot{\tau}_3$ խտությունները [3]՝ հաշվի առնելով ֆազերի լարումների փուլային շեղումը.

$$\dot{\tau}_1 = c_{11}\dot{U}_1 + c_{12}\dot{U}_{12} + c_{13}\dot{U}_{13}, \quad (8)$$

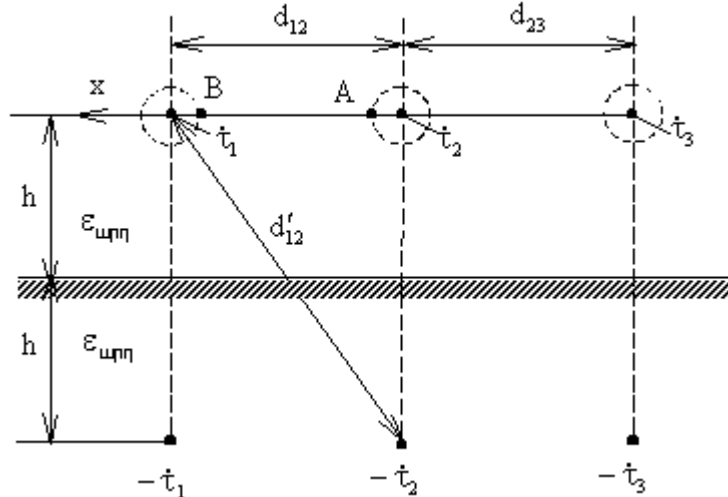
$$\dot{\tau}_2 = c_{22}\dot{U}_2 + c_{21}\dot{U}_{21} + c_{23}\dot{U}_{23}, \quad (9)$$

$$\dot{\tau}_3 = c_{33}\dot{U}_3 + c_{31}\dot{U}_{31} + c_{32}\dot{U}_{32}, \quad (10)$$

որտեղ \dot{U}_1 -ը առաջին ֆազային լարումն է, $\dot{U}_2 = \dot{U}_1 e^{-j120}$ -ը, $\dot{U}_3 = \dot{U}_1 e^{-j240}$ -ը՝ երկրորդ և երրորդ ֆազերի լարումները, իսկ $\dot{U}_{12} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2$, $\dot{U}_{13} = \dot{U}_1 - \dot{U}_3$, $\dot{U}_{23} = \dot{U}_2 - \dot{U}_3 = -\dot{U}_{32}$ -ը՝ միջֆազային (գծային) լարումները:

Էլեկտրական դաշտի լարվածությունների որոշման հաշվարկային սխեման բերված է նկ. 3-ում:

Քերված հաշվարկային սխեմայում $\dot{\tau}_1$ -ը, $\dot{\tau}_2$ -ը, $\dot{\tau}_3$ -ը լիցքավորված առանցքների լիցքերի գծային խտություններն են, իսկ $-\dot{\tau}_1$ -ը, $-\dot{\tau}_2$ -ը, $-\dot{\tau}_3$ -ը՝ համապատասխան լիցքերի հայելային պատկերները:



Նկ. 3. Լարվածությունների որոշման հաշվարկային սխեմա

Յուրաքանչյուր լիցքավորված առանցքի ստեղծած դաշտի լարվածությունը նրանից r հեռավորության վրա գտնվող կետում որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

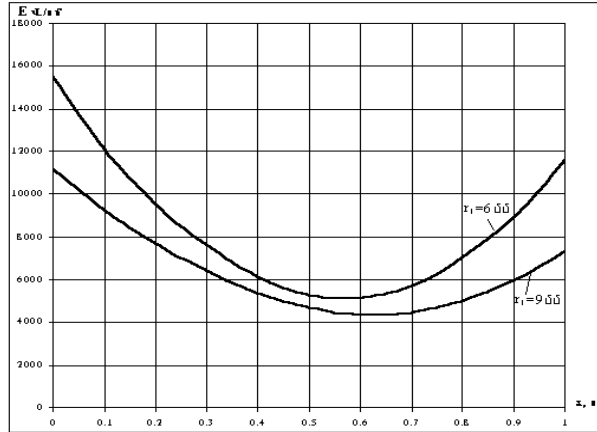
$$\dot{E} = \frac{\dot{\tau}}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{\text{արդ}}r} : \quad (11)$$

Քննարկվող խնդրում էլեկտրական դաշտի առավելագույն լարվածություններն առաջանում են էլեկտրական առանցքները միացնող ուղղի կետերում: Հաշվարկները ցույց են տվել, որ ամենամեծ լարվածությունն առաջանում է մեջտեղի ջղի A կետում (նկ. 3) և, համեմատաբար, ավելի փոքր՝ B կետում: Հաշվարկները կատարվել են համակարգչի վրա 10 կՎ անվանական լարման մալուխային գծի դեպքում՝ երկրաչափական չափերի և էլեկտրական պարամետրերի հետևյալ արժեքների համար. $r_1 = 3,6,9$ սմ, $r_2 = 8,4$ սմ, $d_{12} = d_{23} = 8,6,4,2$ սմ, $\epsilon_1 = 1$, $\epsilon_2 = 2,3$, $\epsilon_3 = 6$, $\epsilon_{\text{արդ}} = 2,6$: Նշենք, որ բետոնի շերտի հաստությունը 3...9 սմ սահմաններում փոփոխելիս մնացած հավասար պայմանների դեպքում էլեկտրական դաշտի լարվածությունը բոլոր կետերում մեծանում է:

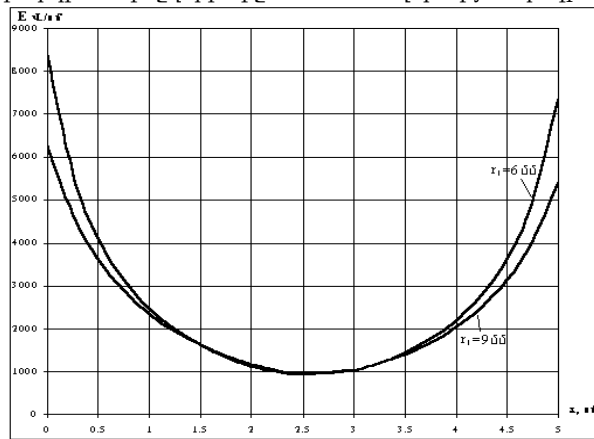
Հաշվարկների արդյունքներով կառուցվել են E լարվածության՝ x կոորդինատից կախումն արտահայտող ֆունկցիաների գրաֆիկները՝ որպես կոորդինատների սկիզբ ընդունելով կենտրոնական ջղի մակերևույթի A կետը (նկ. 3):

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից (նկ. 4), կենտրոնական ջղի մակերևույթից դեպի եզրային ջիղը հեռանալիս լարվածությունը նվազում է, հասնում նվազագույն արժեքի, ապա մեծանում՝ փոքր մնալով A կետում լարվածության առավելագույն արժեքից: Ջղերի միջև համեմատաբար ավելի մեծ հեռավորության դեպքում լարվածության նվազագույն արժեքները $r_1 = 0,6$ սմ և $r_2 = 0,9$ սմ շառավղով ջղերի

համար գրեթե համընկնում են (նկ. 5), իսկ առավելագույն արժեքները միևնույն կետերում էապես տարբերվում են:



Նկ. 4. Եռաֆազ մալուխի էլեկտրական դաշտի լարվածության բաշխումն ըստ x կոորդինատի՝ ջղերի միջև 1 սմ/հեռավորության դեպքում



Նկ. 5. Էլեկտրական դաշտի լարվածության բաշխումն ըստ x կոորդինատի՝ ջղերի միջև 5 սմ/հեռավորության դեպքում

Ելնելով [4]-ում բերված փորձնական տվյալներից՝ կարելի է եզրակացնել, որ դիտարկված օրինակներում լարվածության առավելագույն արժեքն ամենավտանգավոր A կետում տասնյակ անգամ փոքր է պոլիէթիլենի ներսում ծավալային լիցքի առաջացման համար անհրաժեշտ լարվածության արժեքից և այն կառուցվածքային քայքայման չի ենթարկվի: Հետևաբար, մալուխի ջղերի միջև հեռավորությունը կարելի է ընտրել որքան հնարավոր է փոքր, տվյալ դեպքում՝ 1 սմ:

Վերը շարադրվածի հիման վրա կարելի է կատարել հետևյալ եզրակացությունները.

1. Մեկ հարթության մեջ բետոնե խրամուղում տեղակայված ջղերով եռաֆազ մալուխի էլեկտրական դաշտի լարվածության առավելագույն արժեքները կենտրոնական ջղի մակերևույթի վրա կախված են բետոնի շերտի հաստությունից, հաղորդալարերի շառավղից և ջղերի միջև հեռավորությունից:

2. Եզրային ջղերի մակերևույթի կետերում դաշտի լարվածությունը զգալիորեն փոքր է կենտրոնական ջղի համապատասխան կետերում լարվածության առավելագույն արժեքից և, ջղերի միջև հեռավորությունը մեծանալիս, դրանց տարբերությունը փոքրանում է:

3. Ջղերի միջև հեռավորության որոշ արժեքից սկսած՝ նրանց հեռացման դեպքում լարվածության նվազագույն արժեքները միննույն կետում, տարբեր շառավղով հաղորդալարերի դեպքում, գրեթե համընկնում են:

4. Խրամուղու հատույթի լայնությունը պետք է ընտրել՝ ելնելով կենտրոնական ջղի մակերևույթի կետերում լարվածության առավելագույն արժեքից, որպեսզի վերջինս չգերազանցի տվյալ պոլիմերային մեկուսչի երկարատև էլեկտրական ամրությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Альтшулер Э.Б., Авербух М.А.** Электрические параметры подземных протяженных трубопроводов// Электричество. - 1978. - № 2. - С. 26 - 30.
2. **Иоссель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г.** Расчет электрической емкости. - Л.: Энергоиздат, 1981. - 288 с.
3. **Нейман Л.Р., Демирчян К.С.** Теоретические основы электротехники. Том II. - М.: Энергоиздат, 1974. - 408 с.
4. **Ушаков В.Я.** Электрическое старение и ресурс монолитной полимерной изоляции. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 152 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 10.07.2003:

Л.О. КАРАХАНЫАН, В.А. ГРИГОРЯН

ОПТИМИЗАЦИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ЖИЛАМИ ТРЕХФАЗНОГО КАБЕЛЯ

Предложен метод расчета распределения напряженности электрического поля для трехфазных кабелей без металлической оболочки, с полиэтиленовой изоляцией, установленных в бетонированных траншеях. Предложенным методом определены величины напряженности электрического поля трехфазного кабеля, исходя из условия обеспечения длительной электрической прочности.

L.O. KARAKHANYAN, V.A. GRIGORYAN DISTANCE OPTIMIZATION BETWEEN PARALLELLY LOCATED THREE-PHASE CABLE CONDUCTORS

A design method of electric field intensity for three-phase cables without any metallic sheath, with polyethylene insulation located in concreting trenches is proposed. Three-phase electric field cable intensity quantities are specified by the proposed method proceeding from conditions of durable electric strength control.