

№7 ТӘЖІРИБЕЛІК ЖҰМЫС

Аралас жерге тұйықтағыштың кедергісін есептеу

7.1 Жұмыстың мақсаты

Электр қауіпсіздігі негіздерімен танысу, аралас жермен тұйықтандырғыштың қарсылығын есептеу.

7.2 Қысқаша теориялық мәліметтер.

Электрқауіпсіздігі – зиянды және қауіпті электр тоғы, электр доғаы, электр магниттік өріс және статистіу электр әсерінен адамды сақтауды қамтамасыз етету шаралары мен техникалық құралдардың жиынтығы.

Электрзақымы деп электр тогы мен электр доғасының әсерінен болған зақымды айтады.

Корпусқа электр тұйықталуы деп электроқондырғылар мен ток жүргізуші бөліктің металды ток жүргізбейтін бөліктерінің кездейсоқ қосылуын айтады.

Токтың жерге тұйықталуы деп жерге тұйықталу орнымен өтетін токты айтады.

Тұйықталу тогының жерге жайылу зонасы – электр потенциалы жерге тұйықталу тогының нольге тең деп шарттап алған жер зонасының шекарасы.

Кернеу жанасуы – ток тізбегінің екі нүктесінің арасындағы кернеуге адамның бір уақытта жанасуы.

Кернеу қадамы –деп ток тізбегінде бір-бірінен адам қадамындай қашықтықта орналасқан екі нүктенің арасындағы кернеуді айтады.

Электрдің жерге тұйықталуы деп ток жүргізуші бөліктердің жермен кездейсоқ электлі қосылуын немесе олардың ток жүргізбейтін өткізгіш конструкциялармен немесе олардың ток жүргізбейтін өткізгіш конструкцияларымен немесе жерден бөлектенген заттармен қосылуын айтады.

Жерге қосу қорғаушысы деп электрді әдейі жерге қосуды немесе эквивалентті металды ток жүргізбейтін бөліктерге қосуды айтады., олар кернеуде болуы мүмкін.

Нольдеу – кенеуде болуы мүмкін металды ток жүргізбейтін бөліктердің нольді қорғаныш өткізгішімен әдейілеп электрлі қосылуын айтады.

Жердің меншікті кедергісі деп топыраққа толған жан-жағы 1 метрден алынған кубтың электр кедергісін айтады.

Жерментұйықтандырғыштардың тұйықтандырылатын жабдықтарға байланысы: сыртқа шығарылған және біріктірілген, контурлық немесе бөлшектелген болып бөлінеді. Сыртқа шығарылатын жермен тұйықтандырғыштар жабдықтардан белгілі бір қабатында біріктіріледі. Контурлық жермен тұйықтағыштар жабдықтар орналасқан жердің периметрі арқылы орналасады.

Жермен тұйықтағыштар табиғи және тасқынды болып бөлінеді. Табиғи тұйықтағыштарға жермен жақсы байланысқан әр түрлі бұйымдарының

арматуралары, құбырлары (жанатын сұйықтық пен газ құбырларынан басқа), кабельдердің металл қабықтары (аллюминий емес) т.б. жатады.

Жасанды жерге тұйықтандырушылар – арнайы жасалған металл құрылымдары. Жермен тұйықтандыру үшін алдымен табиғи тұйықтандырғыштарды пайдаланған дұрыс. Жасанды тұйықтандырғыш үшін болат (темір) бұйымдары пайдалынады. Олардың мөлшерін ПУЭ таблицасы бойынша алады.

Аралас жермен тұйықтандырғыш ретінде жерге қағылған электродтар (құбыр, профильдік металдар) пайдаланатын өзара металл кесінділермен жалғастырылған тұйықтандырғышты атайды.

Орналасу ретінде қарай тізбе немесе контур түрінде болады.

Қауіпсіздікті қалтамасыз ету үшін жермен тұйықтандырғыштың қарсылық мөлшері ПУЭ –де немесе 12.1.030-81 ГОСТ-ындағы белгіленген жарнадан кем немесе тең болуы керек.

Ең алдымен, ГОСТ 12.1.03.-81 бойынша рұқсат етілетін қарсылық мөлшерін анықтау керек. Ол 10 омнан артық болмауы керек.

7.3 Есептеу тәртібі

Аралас жермен тұйықтандырғышты жасау кезінде оның бірнеше тік қосылған құбырдан жасалып бір қатарға қағылатынын ескеру керек. Құбырлар бір- бірімен металл кесіндімен жалғастырылып жерге 0,5 – 0,8 м тереңерікке қағылады.

7.3.1 Есептік меншікті кедергіні 1 формула бойынша анықтаймыз:

$$\rho = \rho_0 \times K_{\Pi} \quad (1)$$

мұнда ρ_0 - топырақтың меншіктік кедергісі (1-кестеден алынады);

K_{Π} - жоғарылату коэффициент (2 кестеден алынады);

Кесте 1 - Аралас тұйықтандырғыш орнатылған топырақтың меншікті кедергісі ρ_0

	Меншікті кедергі, Ом/ м	
	10-20 % мөлшерінде ылғалды салмағы	Өлшеу шектері
Құм	700	$4 \cdot 10^2 - 10 \cdot 10^2$
Қиыршық	300	$1,5 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^2$
Құм аралас топырақ	100	$0,4 \cdot 10^2 - 1,5 \cdot 10^2$
Топырақ	40	$0,08 \cdot 10^2 - 0,7 \cdot 10^2$
Қара топырақ	200	$0,096 \cdot 10^2 - 5,8 \cdot 10^2$

Кесте 2 - Жоғарылату коэффициенті K_{II}

Жермен түйықтандырғыштың түрі	Климаттық зоналарға арналған жоғарылату коэффициенті K_{II} мәні			
	I	II	III	IV
Аралас (ұзындығы 0,8 – 1,5 м тік электродтар жаппақтығы 0,4 – 0,8 м кесінділер)	1,8 – 2	1,6 – 1,8	1,4 – 1,6	1,2 – 1,4

7.3.2. Жеке түйықтандырғыштағы тоқтың таралу кедергісі төмендегідей анықталады:

$$R_{тр} = 0,366\rho : l \times (\lg(2l : d) + 1/2 \lg(4h+1) : (4h-1)) \quad (2)$$

мұнда ρ – топырақтың есептік меншікті кедергісі;

l - тік түйықтандырғыштың ұзындығы;

d - тік түйықтандырғыштың диаметрі;

h - байланыстырғыш кесіндінің тереңдігі (0,8 – 1 м).

7.3.3 Ары қарай түйықтандырғыштар біріккен кедергісі есептеледі . (Барлық түйықтағыштардың кедергісі шамамен)

$$R' = K_0 \times R_g \quad (3)$$

мұнда R_g - түйықтандырғыштардың кедергісінің рұқсат етілген мөлшері МЕСТ 12.1.030.-81 бойынша 10 Ом;

K_0 – түйықтандырғыштар шоғырының кедергісі жоғарылу коэффициенті (2-3 дейін деп санаймыз).

7.3.4 Содан кейін n жерлестірудің бағытты санын келесі тәулділіктен анықталады:

$$n = R_{тр} : R' \quad (4)$$

мұнда $R_{тр}$ – тікті жалғыз түйықтандырғыштың тоқ аққыштығының кедетісі;

R' - түйықтандырғыштың аққыштығының кедетісі.

Анықталған батынша тік түйықтандырғыштың бүтін саны алынады.

7.3.5 Түйықтандырғыш ошағының мәні 14 формула бойынша анықталады:

$$R_0 = R_{тр} : n \times \eta_1 \quad (5)$$

мұнда $R_{тр}$ – тікті жалғыз түйықтандырғыштың тоқ аққыштығының кедергісі;

n - тік түйықтандырғыштың бағытты саны;

η_1 - тік түйықтандырғыштың арасындағы экранды коэффициенті,

3 кесте бойынша анықталады.

Кесте 3 – Тік түйықтандырғыштың арасындағы экранды коэффициенті

Электрод саны, n	Электрод арасындағы қашықтықтың оның ұзындығына қатынасы кезінде қолданылатын коэффициент мәні		
	$a/l=1$	$a/l=2$	$a/l=3$
электродтарды қатарға орналастыру кезінде			
2	0,84 – 0,87	0,90 – 0,92	0,93 – 0,95
3	0,76-0,80	0,85-0,88	0,90-0,92
5	0,67-0,72	0,79-0,83	0,85-0,88
10	0,56-0,62	0,72-0,77	0,79-0,83
15	0,51-0,56	0,66-0,73	0,75-0,80
20	0,47-0,50	0,65-0,70	0,74-0,79

7.3.6 Ұзындық сызығының байланысы алынады l_{II} :

$$l_{II} = a(n-1) \quad (6)$$

мұнда a - тік жерлестірудің арасындағы қашықтық;

n - құбыр саны.

7.3.7 Сызық байланысының кедергісін R_{II} 7 формула бойынша анықталады:

$$R_{II}=0,366\rho/l_{II}\times\lg(2l_{II}^2/b\times\eta_1) \quad (7)$$

мұнда ρ - (грунттың) есептік меншікті кедетісі;

l_{II} – сызық байланысының ұзындығы;

b - сызық ені (40-80 мм дейін алынады);

η_1 - тік түйықтандырғыштың арасындағы экранды коэффициенті.

7.3.8 Аралас түйықтандырғыштың кедергісінің 8 формуламен анықталады:

$$R_3=R_0\times R_{II}: (R_0+R_{II}) \times\eta_2 \quad (8)$$

мұнда R_0 - жалғыз тік жерлестірудің тоқ ағышының кедергісі;

R_{II} – сызық байланысының кедергісі;

η_2 - тік түйықтандырғыштың сызық байланысының экранды коэффициенті, 4-шы кесте бойынша анықталады.

Кесте 4 – Тік тұйықтандырғыштың сызық байланысының экранды коэффициенті

a/l	Құбыр санын қолданудағы коэффициент мәні							
	4	6	8	10	20	30	50	70
электродтарды қатарға орналастыру кезінде								
1	0,77	0,72	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,19
2	0,89	0,84	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,32
3	0,92	0,88	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,42

Егер есептелген кедергі $R_3 > 10$ Ом болса, тік тұйықтандырғыштың санын үлкейту керек, және солардың жаңа мәнімен 4 және 5 кестелер бойынша, η_1 және η_2 қайтадан анықтап, R_0 , l_{II} , R_{II} және R_3 қайта есептеу керек.

Мысал:

IV климаттық аймақ берілген, қиыршық топырақта орналасқан, тік тұйықтандырғыштың ұзындығы 1,4 м, тік тұйықтандырғыштың диаметрі-800 мм, жерлестіру арағашықтығы, оның ұзындығына қатынасы-2, құбыр саны-20.

1) 1-шы формула бойынша есептік меншікті кедергісін анықтаймыз.
 2) Кесте бойынша топырақтың меншікті кедергісін анықтаймыз $\rho_0 = 300$ Ом/м;

3) Көтермелеу коэффициентін анықтаймыз $K_{II} = 1,3$;
 $\rho = \rho_0 \times K_{II} = 300 \times 1,3 = 390$ Ом/м

4) 2-ші формула бойынша жалғыз ағымды тоқтағы тік тұйықтандырғыштың кедергісін анықтаймыз:

$$R_{TP} = 0,366 \rho \cdot l \times (\lg(2l:d) + 1/2 \lg(4h+l)/(4h-l)) = 0,366 \times 390 : 1,4 \times (\lg(21,4:0,08) + 1/2 \lg(4 \times 1 + 1,4)/(4 \times 1 - 1,4)) = 264,08 \text{ Ом.}$$

5) Тұйықтандырғыштың ашығының кедергісі (барлық тік тұйықтандырғыштың бағытты кедергісі) 3-ші формула бойынша анықталады.

6) тұйықтандырғыштың ошағының көтермелеу кедергісінің коэффициентіне $K_0 = 3$ аламыз.

$$R' = K_0 \times R_g = 3 \times 10 = 30 \text{ Ом}$$

7) Тік тұйықтандырғыштың бағытты саны n, 4 формула бойынша анықталады.

$$n = R_{TP} : R' = 264,08 : 30 = 8,8 \approx 9$$

8) 5 формула бойынша тұйықтандырғыштың ошағының кедергісінің мәні анықталады

$$R_0 = R_{TP} : (n \times \eta_1) = 264,08 : (9 \times 0,72) = 40,75 \text{ Ом}$$

9) 6 формула бойынша сызық ұзындығының l_{II} анықталады

10) Мына қатынастан $a/l = 2$, тік тұйықтандырғыштың арақашықтықты анықтау үшін формула шығаратын: $a = 2 \times l = 2 \times 1,4 = 2,8$ м;

$$l_{II} = a (n-1) = 2,8 \times (20-1) = 53,2 \text{ м.}$$

11) 7-шы формула бойынша R_{Π} – сызық байланысының кедергісі анықталады.

$$R_{\Pi} = 0,366 \rho / l_{\Pi} \times \lg(2l_{\Pi}^2 / b \times \eta_1) = 0,366 \times 390 : 53,2 \times \lg(2 \times 53,2^2 / 60 \times 0,72) = 5,66 \text{ Ом}$$

12) Араласу түйықтандырғыштың кедергісі 4-кесте бойынша тік түйықтандырғыштың экраны сызық байланысының коэффициентін анықтаймыз $\eta_2 = 0,56$

$$R_3 = R_0 \times R_{\Pi} : (R_0 + R_{\Pi}) \times \eta_2 = 40,75 \times 5,66 : (40,75 + 5,66) \times 0,56 = 8,87$$

13) Қорытынды: Есептелген кедергі $R_3 < 10$ Ом, сондықтан тік түйықтандырғыш кедергісі нормаға сәйкес болып келеді.

Кесте 5 – Жермен түйықтандырғыштың кедергісін анықтау үшін берілген алғашқы мәліметтер

Вариант №	Климаттық аймақ	Топырақ	Тік түйықтандырғыштың ұзындығы l, м	Тік түйықтандырғыштың диаметрі d, мм	Түйықтандырғыш арақашықтығының жерлестіру ұзындығына қатынасы, a/l	Құбыр саны
1	I	Қиыршық	0,9	60	2	4
2	I	Құм аралас топырақ	1,2	80	2	6
3	II	Топырақ	0,8	40	3	8
4	II	Қара топырақ	1,0	40	1	10
5	III	Топырақ	1,2	50	2	20
6	II	Қиыршық	1,2	60	2	10
7	I	Құм	1,3	40	1	6
8	IV	Қара топырақ	0,7	80	2	8
9	I	Құм	1,2	60	2	12
10	III	Қиыршық	1,4	40	3	8
11	II	Қара топырақ	1,3	50	3	10
12	I	Құм	1,6	80	1	12
13	IV	Қиыршық	1,7	40	2	10
14	II	Құм	1,8	60	1	8
15	I	Қара топырақ	0,7	40	2	12
16	II	Құм	0,8	40	2	4
17	III	Қиыршық	1,0	60	2	8
18	III	Құм аралас топырақ	0,9	80	3	6
19	I	Топырақ	1,2	50	1	30
20	IV	Топырақ	1,4	60	2	10
21	III	Қара топырақ	1,1	40	2	20
22	IV	Құм	1,5	60	1	4
23	II	Құм аралас топырақ	0,8	60	2	6
24	II	Қиыршық	1,1	40	2	10
25	II	Қара топырақ	1,0	50	3	6