



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



FAN:

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

ТЕМА
09

**Расчет электрических сетей
со стальными проводами**



**ТАШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО
ТЕЛМАНОВИЧ**

Доцент кафедры «Электроснабжение и
возобновляемые источники энергии»



Расчет электрических сетей со стальными проводами

В отличие от проводов из цветных металлов, при расчете стальных проводов следует обратить особое внимание на величину индуктивного сопротивления x_0 . Дело в том, что величина $x_0 = x'_0 + x''_0$, где x'_0 – величина внешнего индуктивного сопротивления и определяется по таблице 9 приложения, в зависимости от D_{cp} ; x''_0 – внутреннее индуктивное сопротивление стального провода, зависит от величины нагрузочного тока и определяется по таблице 8 приложения, в зависимости от марки провода и величины I_p .

Таким образом, для стальных проводов, потери напряжения определяются по выражению

$$\Delta U = \Sigma \cdot [I \cdot r_0 \cdot l \cdot \cos \varphi + I \cdot (x'_0 + x''_0) \cdot l \cdot \sin \varphi]$$

ЗАДАЧА № 11

Дано: Линии с номинальным напряжением 10 кВ построены из стальных проводов. Данные сети приведены на рисунке 12. Расстояние между точками токораздела в километрах (км), нагрузка в амперах с активной составляющей коэффициента мощности ($\cos\varphi$). Допустимые потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 600$ В. Среднегеометрическое расстояние между осями проводов $D_{\text{ср}} = 1000$ мм.

Определить: потери напряжения и сечение провода для воздушной линии.

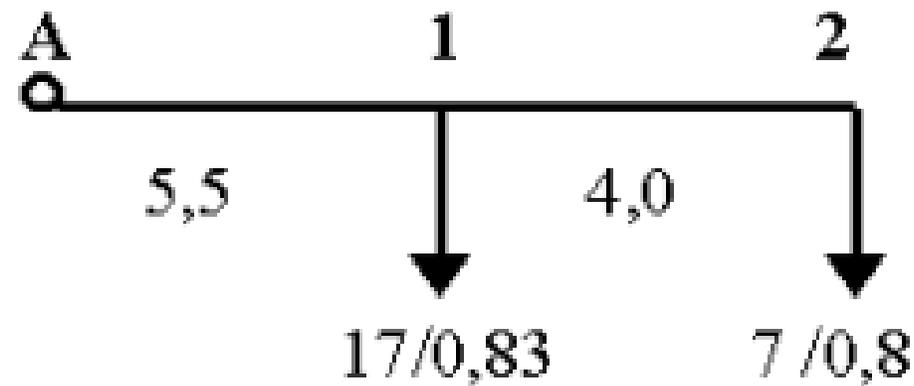


Рис. 12. Однолинейная электрическая схема потребителей ВЛ 10 кВ со стальными проводами.



РЕШЕНИЕ:

Для расчета принимается провод из стали, рекомендуемое как минимальное сечение для воздушных линий марки, ПС-25 находится по таблице 5, 6, 7 - приложение в зависимости от токов нагрузки.

1. Расчет тока - I_{A-1} на участке от точки А до точки 1:

$$I_{A-1} = I_1 + I_2 = 17 + 7 = 24 \text{ А}$$





1. Для провода АС-25 из таблицы определяется активное и реактивное сопротивление:

$$x'_0 = 0,377 \text{ Ом/км} ; r_0 = 6,92 \text{ Ом/км} ; x''_0 = 1,85 \text{ Ом/км.}$$

на участке линии $I - 2$, $I = 7A$

$$x'_0 = 0,377 \text{ Ом/км} ; x''_0 = 0,77 \text{ Ом/км} ; r_0 = 5,4 \text{ Ом/км}$$





1. Расчет потери напряжения - ΔU_{A-2} , на линии от узла А до точки 2:

$$\begin{aligned}\Delta U_{A-2} &= \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot \Sigma \cdot [I \cdot r_0 \cdot l \cdot \cos \varphi + I \cdot (x'_0 + x''_0) \cdot l \cdot \sin \varphi] = \\ &= \sqrt{3} \cdot \left[(I_{A-1} \cdot r_0 \cdot l_{A-1} \cdot \cos \varphi + I_{A-1} \cdot (x'_0 + x''_0) \cdot l_{A-1} \cdot \sin \varphi) + \right. \\ &\quad \left. + (I_{1-2} \cdot r_0 \cdot l_{1-2} \cdot \cos \varphi + I_{1-2} \cdot (x'_0 + x''_0) \cdot l_{1-2} \cdot \sin \varphi) \right] = \\ &= 1,73 \cdot \left[(24 \cdot 6,92 \cdot 5,5 \cdot 0,83) + 24 \cdot (0,377 + 1,85) \cdot \right. \\ &\quad \left. \cdot 5,5 \cdot 0,56) + (7 \cdot 5,4 \cdot 4,0 \cdot 0,8 + 7 \cdot (0,377 + 0,77) \cdot 4,0 \cdot 0,6) \right] = \\ &= 1983,58B\end{aligned}$$





1. Сравнение допустимой потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}}$ с расчетной

$$\Delta U = \Delta U_{A-2} - \Delta U_{\text{доп}} = 1983,58 - 600 = 1383,58 \text{ В.}$$

Необходимо иметь в виду, что использование провода ПС 25 приводит к значительным потерям напряжения. Выбирается провод ПС35, ПС50 или проводим аналогичные расчеты.



ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.

Задание 1.

Дано: Линии с номинальным напряжением 10 кВ построены из стальных проводов. Данные сети приведены на рисунке 13. Расстояние между точками токораздела в километрах (км), нагрузка в амперах с активной составляющей коэффициента мощности ($\cos\varphi$). Допустимые потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 400\text{В}$. Среднегеометрическое расстояние между осями проводов $D_{\text{ср}} = 800\text{ мм}$.

Определить: потери напряжения и сечение провода для воздушной линии.

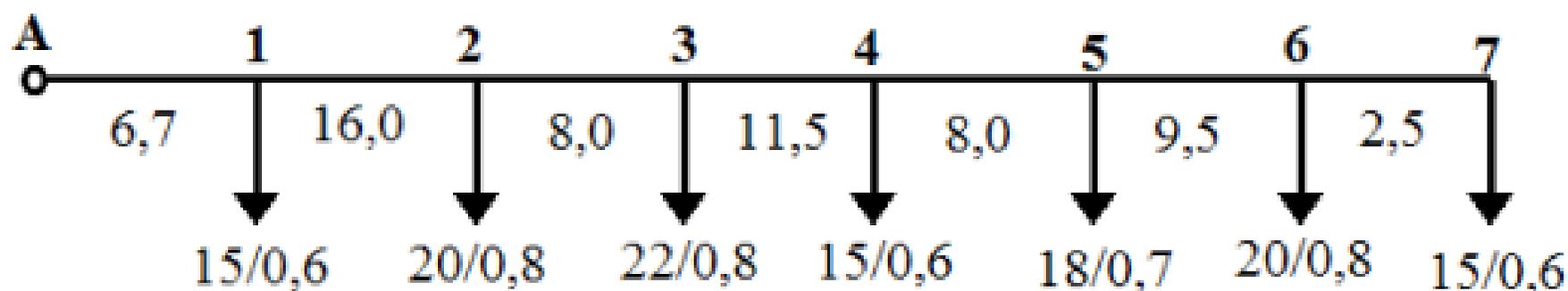


Рис. 13. Однолинейная электрическая схема потребителей ВЛ 10 кВ со стальными проводами.

Задание 2.

Дано: Линии с номинальным напряжением 10 кВ построены из стальных проводов. Данные сети приведены на рисунке 14. Расстояние между точками токораздела в километрах (км), нагрузка в амперах с активной составляющей коэффициента мощности ($\cos\varphi$). Допустимые потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 250\text{В}$. Среднегеометрическое расстояние между осями проводов $D_{\text{ср}} = 700\text{ мм}$.
Определить: потери напряжения и сечение провода для воздушной линии.

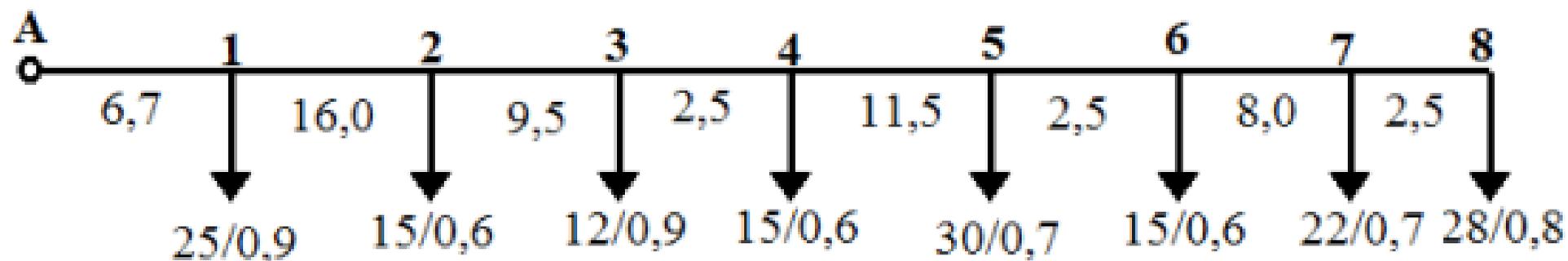


Рис. 14. Однолинейная электрическая схема потребителей ВЛ 10 кВ со стальными проводами.

Задание 3.

Дано: Линии с номинальным напряжением **10 кВ** построены из стальных проводов. Данные сети приведены на рисунке 15. Расстояние между точками токораздела в километрах (км), нагрузка в амперах с активной составляющей коэффициента мощности ($\cos\varphi$). Допустимые потери напряжения $\Delta U_{\text{доп}} = 150\text{В}$. Среднегеометрическое расстояние между осями проводов $D_{\text{ср}} = 400\text{ мм}$.
Определить: потери напряжения и сечение провода для воздушной линии.

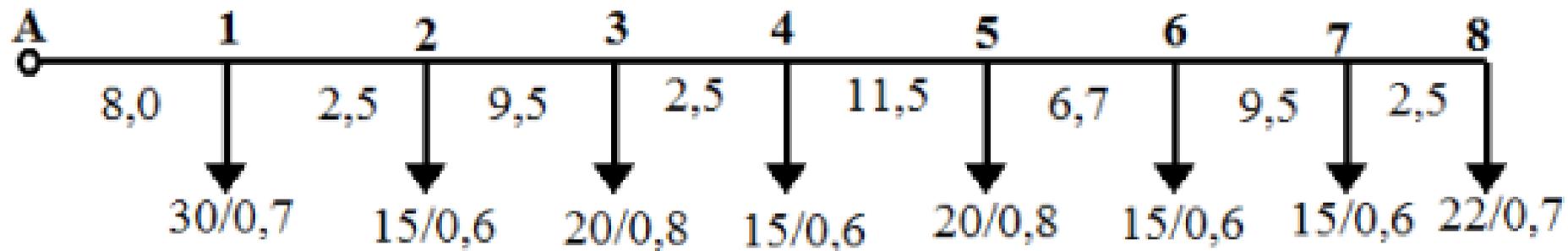


Рис. 15. Однолинейная электрическая схема потребителей ВЛ 6,0 кВ со стальными проводами.

Приложение

Таблица-1. Коэффициент одновременности потребительских сетей 0,4 кВ.

Количество потребителей	Коэффициент одновременности (K_o)	Количество потребителей	Коэффициент одновременности (K_o)
2	0,85	16-20	0,55
3	0,8	21-30	0,5
4-5	0,75	31-50	0,45
6-7	0,7	50-100	0,4
8-10	0,65	100-150	0,38
11-15	0,6	150 и выше	0,35

Таблица - 2. Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 10/0,4 кВ

$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ		$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
0,25-0,35	0,94	0,97	0,86-1,15	0,8	0,89
0,36-0,6	0,9	0,95	1,16-1,4	0,78	0,84
0,61-0,85	0,85	0,93	1,4 и выше	0,75	0,8

**Таблица 3. Коэффициент одновременности потребительских сетей
10 кВ**

Количество ТП	2	3	4-6	7-15	16-25	26 и выше
K_o	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

Таблица - 4. Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 35/10 кВ

S_D/S_B	$\cos\varphi$		S_D/S_B	$\cos\varphi$	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
0,25-0,35	0,92	0,95	0,86-1,15	0,78	0,87
0,36-0,6	0,88	0,93	1,16-1,4	0,76	0,82
0,61-0,85	0,83	0,91	1,4 и выше	0,73	0,78

Таблица - 5. Активное сопротивление стальных проводов

Ток, А	Активное сопротивление одно проволочного проводника, (Ом/км)			Ток, А	Активное сопротивление многопроволочного проводника, (Ом/км)			
	ПСО 3,5	ПСО 4	ПСО 5		ПС 25	ПС 35	ПС 50	ПС 70
1	15,4	11,7	7,6	1	5,25	3,96	2,75	1,70
2	16,4	12,7	8,5	2	5,27	3,96	2,75	1,70
3	17,9	14,1	9,7	4	5,30	3,99	2,75	1,70
4	19,6	15,5	11,1	6	5,35	4,02	2,75	1,70
5	21,2	17,0	12,5	8	5,40	4,06	2,76	1,70
6	22,3	18,2	13,7	10	5,50	4,10	2,78	1,70
7	22,6	18,7	14,5	12	5,64	-	2,79	1,70
8	22,5	18,8	15,0	14	5,85	-	2,80	1,70
9	22,3	18,7	15,2	16	6,15	4,46	2,81	1,71
10	22,0	18,5	15,2	18	6,50	-	2,83	1,71
12	21,4	18,0	15,0	20	6,70	4,80	2,85	1,72
14	20,8	17,5	14,8	22	6,82	-	2,88	1,73
16	20,2	17,0	14,6	24	6,92	-	2,92	1,74
18	19,5	16,5	14,3	26	7,00	5,26	2,97	1,75
20	19,0	16,0	14,0	28	7,06	-	3,03	1,76
				30	7,10	5,50	3,10	1,77
				35	7,10	5,60	3,25	1,79
				40	7,02	5,65	3,40	1,83
				45	6,92	5,63	3,52	1,88
				50	6,85	5,60	3,61	1,93

Таблица - 6. Допустимый длительный ток неизолированных проводов

Медные проводники			Алюминиевые проводники			Сталеалюминиевые проводники		Сальные проводники	
Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)	Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)
	Вне помещения	Внутри помещения		Вне помещения	Внутри помещения				
М4	50	25	А10	75	55	АС10	80	ПС03	23
М6	70	35	А16	105	75	АС16	105	ПС03,5	26
М10	95	60	А25	135	105	АС25	130	ПС04	30
М16	130	100	А35	170	130	АС35	175	ПС05	35
М25	180	135	А50	215	165	АС50	210	ПС25	60
М35	220	170	А70	265	210	АС70	265	ПС35	75
М50	270	220	А95	322	255	АС95	330	ПС50	90
М70	340	270	А120	375	300	АС120	380	ПС70	125
М95	415	335	А150	440	355	АС150	445	ПС95	140
М120	485	395	А185	500	410	АС185	510		
М150	570	465	А240	590	490	АС240	610		
М185	640	530	А300	680	570	АС300	690		
М240	760	685	А400	815	690	АС400	835		
М300	880	740				АС0150	450		
М400	1050	895				АС0185	505		
						АСУ120	375		
						АСУ150	450		

Таблица 12. Технические показатели трехфазных трех обмоточных трансформаторов

№ п.п.	Номинальная мощность, кВА	Номинальное напряжение высокой стороны, кВ	Потери, Вт			Напряжение к.з. по отношению к номинальному, %	Ток к.з. при холостом ходу по отношению к номинальному
			Холостом ходу		при коротком замыкании		
			степень-А	степень-В			
1	25	10	105	125	600 - 690	4,5 - 4,7	3,2
2	40	10	150	180	880-1000	4,5-4,7	3,0
3	63	10	220	265	1280-1470	4,5-4,7	2,8
4	100	10	310	365	1970-2270	4,5-4,7	2,6
5	160	10	460	540	2650-3100	4,5-4,7	2,4
		35	560	660	2650-3100	4,5-4,7	2,3
6	250	10	660	780	3700-4200	4,5-4,7	2,3
		35	820	960	3700-4200	6,5-6,8	2,3
7	400	10	920	1080	5500-5900	6,5-6,8	2,1
		35	1150	1350	5500	6,5	2,1
8	630	10	1420	1680	7600-8500	6,5	2,0
		35	1700	2000	7600	6,5	2,0

Таблица 13. Технические показатели масляных трансформаторов.

№ п.п.	Номинальная мощность	Номинальное значение высокой стороны, кВ		Потери, кВт			По отношению к номинальному напряжению в %	Ток холостого хода по отношению к номинальному в %
				Холостом ходу		Короткое замыкание		
				ЮК	ПК			
1	1000	10	0,69	2,1	2,45	12,2	5,5	1,4
		10	10,5	2,1	2,45	11,6	5,5	1,4
		35	0,60	2,35	2,75	12,2	6,5	1,5
2	1600	35	10,5	2,35	2,75	11,6	6,5	1,5
		10	0,69	2,8	3,3	18,0	5,5	1,3
		10	6,3	2,8	3,3	16,5	5,5	1,3
		35	0,69	3,1	3,65	18,0	6,5	1,4
3	2500	35	10,5	3,1	3,65	16,5	6,5	1,4
		10	0,69	3,9	4,6	25,0	5,5	1,0
		10	10,5	3,9	4,6	23,5	5,5	1,0
		35	0,69	4,35	5,1	25,0	6,5	1,1
		35	10,5	4,35	5,1	23,5	6,5	1,1
4	4000	10	6,3	5,45	6,4	33,5	6,5	0,9
		35	10,5	5,7	6,7	33,5	7,5	1,0
5	6300	10	10,5	7,65	9,0	46,5	6,5	0,8
		35	10,5	8,0	9,0	46,5	7,5	0,9

Литература:

1. Тошпўлатов Н.Т. – «Сув хўжалигида электр таъмоти» дарслик. Тошкент, ТИҚХММИ 2019 й.-451 б.
2. И.А. Будзко, Н.М. Зуль-«Электроснабжение сельского хозяйства» Москва, Колос 2005 г. – 496 с.
3. *Donald L, Basham P.E. - Electrical Power Supply and Distribution. UFC-3-550-03FA, USA 2005.*
4. Э.А. Киреев. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий. Москва. КноРус. 2011 г. 368 с.
6. И.А. Будзко, Ю.В. Гессен, М.С. Левин - «Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов» М. Колос 2011 г.-256 с.
7. «Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения» справочное пособие. Под.ред. В.И. Григорьева.-М.: Колос, 2006 г.-272 стр.
8. <http://www.uzbekenergo.uz/rus/> ;
9. <http://www.gov.uz/ru/section.scm?sectionId=2039&contentId=17519>



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



**ТОШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО
ТЕЛМАНОВИЧ**



Доцент кафедры Электроснабжение
и возобновляемые источники
энергии



+ 998 71 237 19 68



nusratillo@mail.ru



@Nysratillo Toshpulatov

