

Р. А. ЕРМЕКОВА

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ОТВЕТВЛЕНИЙ НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В статье приводится алгоритм выбора ответвлений нерегулируемых потребительских трансформаторов для случая, когда заданы напряжения шин высокой стороны трансформаторов во всех характерных точечных режимах нагрузок. Предлагаемый алгоритм реализуется в виде программы для ЦВМ „Урал — 3“. Выбранные ответвления каждого нерегулируемого трансформатора должны способствовать получению наибольшего экономического эффекта режимом данной распределительной сети за время, в течение которого коэффициент трансформатора остается неизменным.

Это условие можно записать в виде:

$$\sum_{l=1}^m M_{lj} \cdot t_l + g \sum_{l=1}^m \pi_{lj} = \min ,$$

где j — индекс узла с нерегулируемым трансформатором;

l — индекс режима;

m — число рассматриваемых характерных режимов в течение заданного промежутка времени;

g — размерный коэффициент;

M_{lj} — экономические характеристики группы потребителей в режиме l , для узла j ;

t_l — продолжительность l -го режима;

π_{lj} — потери активной мощности в трансформаторах, в узлах j , в режиме l .

Функции коэффициента трансформации:

$$M_{lj} = f_1(K_j), \quad \pi_{lj} = f_2(K_j).$$

Заданный промежуток времени определяется условиями эксплуатации и обычно совпадает с одним сезоном. Исходная информация для определения ответвлений каждого нерегулируемого трансформатора складывается из следующих величин:

параметры распределительной сети r_j и x_j , подключенной к данному трансформатору и параметры собственно трансформатора r_{tr} и x_{tr} ;

коэффициенты трансформации нерегулируемого трансформатора на разных отпайках (K_j);

экономические характеристики группы потребителей с учетом потерь в распределительной сети, приведенные к шинам низкой стороны трансформатора. $M_{ij} = f_m(|\dot{U}_{ij}|)$;

суточные графики нагрузок обычных и воскресных дней рассматриваемого периода, $P_j = \varphi(t)$;

величины напряжений на высокой стороне трансформаторов во всех характерных режимах нагрузок $|\dot{U}_{ij}|$.

Требуется определить величины ответвлений трансформаторов. В связи с этим эквивалентные экономические характеристики представляются в виде отрезков прямых (рис. 1). Уравнения прямых имеют вид:

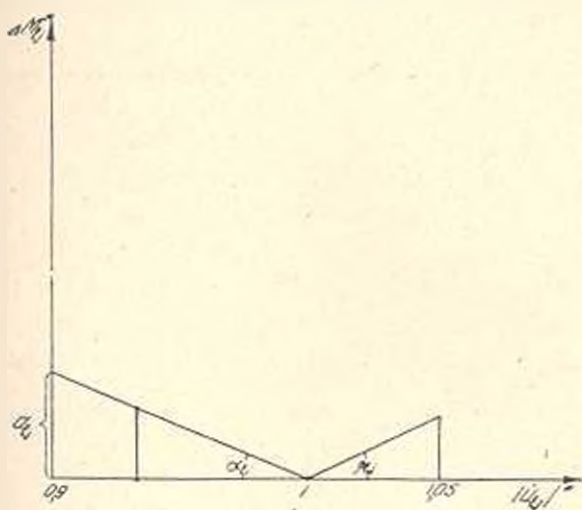


Рис. 1. Эквивалентные экономические характеристики.

$$\Delta M^*_{ij} = \alpha_{ij} - \alpha_{ij} \left| \left(\frac{1}{K_{ij}} |\dot{U}_{ij}|^* - |\Delta \dot{U}_{ij}|^* \right) - 0,9 \right| \quad \text{при } |\dot{U}_{ij}| \leq |\dot{U}_{ij}|^* \quad (1)$$

$$\Delta M^*_{ij} = \beta_{ij} \left| \left(\frac{1}{K_{ij}} |\dot{U}_{ij}| - |\Delta \dot{U}_{ij}|^* \right) - 1 \right| \quad \text{при } |\dot{U}_{ij}| \geq |\dot{U}_{ij}|^* \quad (2)$$

где $\Delta M^*_{ij} = \frac{\Delta M_{ij}}{P_{ij}}$ — относительное приращение ущерба нагрузок j узла в режиме i при отклонениях напряжения от оптимального на единицу активной мощности;

$|\dot{U}_{ij}|^*$ — модуль оптимального напряжения на шинах низкой стороны трансформатора, узла $j \dots$ в режиме i , при котором режим работы сети и приемников получается наиболее экономичным;

$|\dot{U}_{ij}|^* = \frac{|\dot{U}_{ij}|}{|\dot{U}_{ij0}|}$ — модуль относительного напряжения на шинах высокой стороны трансформатора в j узле для режима i ;

$|\dot{U}_{ij}|$ — модуль напряжения на шинах низкой стороны трансформатора узла j , в режиме i ;

$|\Delta \dot{U}_{ij}|^* = \frac{|\Delta \dot{U}_{ijn}|}{|\dot{U}_{ijn}|}$ — потери напряжения в трансформаторе узла j ,

α_{ij}, β_{ij} — угловые коэффициенты отрезков прямых;
в режиме l ;

a_{ej} — приращение ущерба ΔM_{ij}^* при относительном напряжении

$$\frac{|\dot{U}_{ijn}|}{|\dot{U}_{ijn}|} = 0,9.$$

Используя уравнения прямых, можно записать суммарное приращение ущерба эквивалентной нагрузки, подключенной к нерегулируемому трансформатору в режиме l , одним из следующих выражений

$$\Delta M_{ij} = P_{ij} \cdot t_l \left| a_{ij} - \alpha_{ij} \left(\frac{1}{K_j} \cdot |\dot{U}_{ij}|^* - |\Delta \dot{U}_{ijn}|^* - 0,9 \right) \right| \text{ при } |\dot{U}_{ijn}| \leq |\dot{U}_{ijn}|, \quad (3)$$

$$\Delta M_{ij} = P_{ij} \cdot t_l \left| \beta_{ij} \left(\frac{1}{K_j} \cdot |\dot{U}_{ij}|^* - |\Delta \dot{U}_{ijn}|^* - 1 \right) \right| \text{ при } |\dot{U}_{ijn}| \geq |\dot{U}_{ijn}|. \quad (4)$$

Здесь P_{ij} — активная мощность узла j , в режиме l , t_l — продолжительность одного режима.

При заданных напряжениях $|\dot{U}_{ij}|$ высокой стороны трансформатора уравнения (3) и (4) превращаются в уравнения прямых относительно искомого переменного $\frac{1}{K_j}$. При этом допускаем, что K_j изменяется непрерывно в заданных пределах. Обозначим:

$$(a_{ij} - \alpha_{ij} |\Delta \dot{U}_{ijn}|^* + \alpha_{ij} \cdot 0,9) P_{ij} \cdot t_l = A_{ij};$$

$$(\alpha_{ij} \cdot |\dot{U}_{ij}|^* \cdot P_{ij} \cdot t_l) = B_{ij};$$

$$(\beta_{ij} \cdot |\Delta \dot{U}_{ijn}|^* + \beta_{ij}) = C_{ij};$$

$$(\beta_{ij} \cdot |\dot{U}_{ij}|^* \cdot P_{ij} \cdot t_l) = D_{ij},$$

тогда уравнения (3) и (4) примут вид:

$$\Delta M_{ij} = -A_{ij} - B_{ij} \left(\frac{1}{K_j} \right) \text{ при } \frac{1}{K_j} \leq \frac{|\dot{U}_{ijn}| + |\Delta \dot{U}_{ijn}|}{|\dot{U}_{ij}|}.$$

$$\Delta M_{ij} = -C_{ij} + D_{ij} \left(\frac{1}{K_j} \right) \text{ при } \frac{1}{K_j} > \frac{|\dot{U}_{ijn}| + |\Delta \dot{U}_{ijn}|}{|\dot{U}_{ij}|}.$$

Суммарный ущерб эквивалентной нагрузки в течение заданного промежутка времени определится, как сумма приращений ущерба в отдельных режимах l . При этом зависимость $\Delta M_j = f_{\Delta M} \left(\frac{1}{K_j} \right)$ имеет вид ломаной линии.

На (рис. 2) приведена зависимость $\Delta M_j = f_{\Delta M} \left(\frac{1}{K_j} \right)$, когда число

рассматриваемых характерных режимов равно пяти. Пределы изменения $\frac{1}{K_L}$ ограничены для каждого трансформатора величиной коэффициентов трансформации на крайних отпайках. Величины переменной

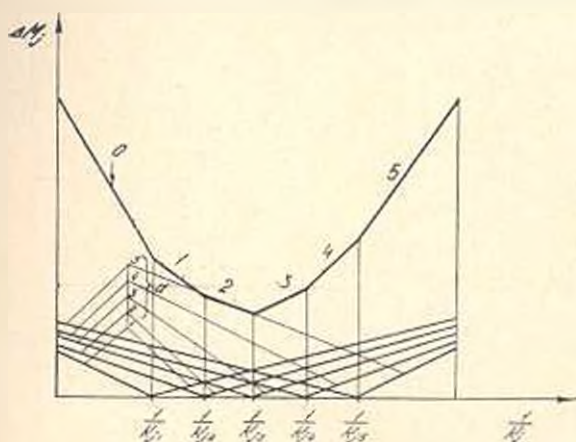


Рис. 2. а) 1, 2, 3, 4, 5—характеристики приращения ущерба для отдельных режимов; б) характеристика приращения суммарного ущерба.

$\frac{1}{K_{j1}}, \frac{1}{K_{j2}}, \dots, \frac{1}{K_{j,m}}$ в точках излома определяют путем подстановки значений напряжений конкретного режима в соотношении

$$\frac{1}{K_i} = \frac{|U_{ij0}| + |\Delta U_{ij0}|}{|U_{ij}|}.$$

Отдельные отрезки ломаной линии 6 определяются уравнениями:

$$\Delta M_{j1} = \left(\sum_{l=2}^m A_{lj} - C_{lj} \right) - \frac{1}{K_j} \left(\sum_{l=2}^m B_{lj} - D_{lj} \right) \text{ для первого отрезка}$$

$$\Delta M_{jp} = \left(\sum_{l=p+1}^m A_{lj} - \sum_{l=1}^p C_{lj} \right) - \frac{1}{K_j} \left(\sum_{l=p+1}^m B_{lj} - \sum_{l=1}^p D_{lj} \right) \text{ для } p\text{-ого отрезка}$$

.....

Число интересующих нас отрезков ломаной линии равно числу характерных режимов. Минимум функции ΔM_j возможен лишь в точках излома линии. Следовательно, сравнение значений ΔM_j в точках излома определит минимальное значение функции и соответствующее ей искомое оптимальное значение коэффициента трансформации.

Точность расчета возрастает при увеличении числа выбранных характерных режимов, а также при представлении эквивалентной экономической характеристики несколькими отрезками прямых.

Ниже приведены блок-схема (рис. 3) и пример расчета ответвления нерегулируемого трансформатора.

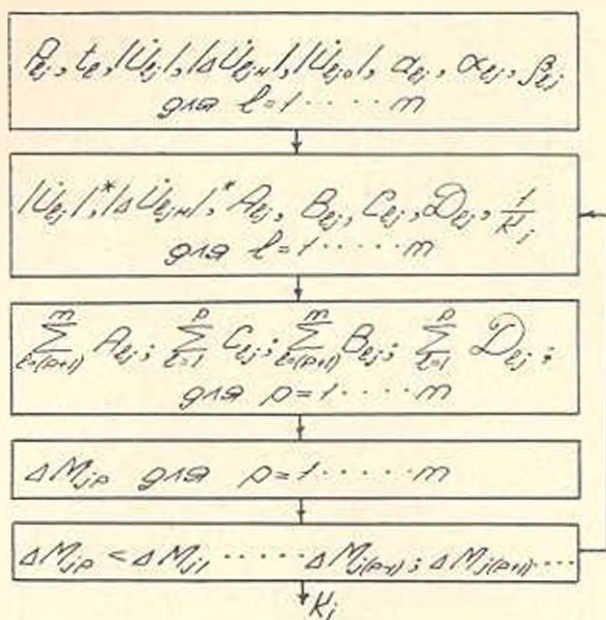


Рис. 3. Блок-схема для расчета отклонения перегуливаемого трансформатора.

Пример расчета. Необходимо определить коэффициент перегуливаемого трансформатора, питающего распределительную сеть. Параметры трансформатора $z=0,021+j\,0,373$ (ом) и величины коэффициентов на стандартных отпайках $K_1=17,5$; $K_2=17,08$; $K_3=16,66$; $K_4=16,25$; $K_5=15,83$.

Остальные исходные данные для точки $j=1$ сведены в табл. 1.

Таблица 1

Режим	P_{ij} , мвт	t_{ij} , часы	$(U_{ij})_{кв}$	$(U_{ij0})_{кв}$	d_{ij} 1 м:вт	α_{ij}	β_{ij}
1	8,3	8	115,2	6,55	0,1	1	0,5
2	10,91	9	114,9	6,6	0,1	1	0,5
3	10,33	4	114,4	6,65	0,1	1	0,5
4	11,85	3	114,0	6,68	0,1	1	0,5

Результаты определения коэффициентов $\frac{1}{K_j}$ и постоянных A_{ij} , B_{ij} , C_{ij} , D_{ij} для каждого режима, а также суммарные значения приращения ущерба ΔM_j в точках излома ломаной линии $\Delta M_j = f_{\Delta M}(\frac{1}{K_j})$ представлены в табл. 2.

Минимальному приращению ущерба $\Delta M=3,5$ соответствует коэффициент 16,2. Выбираем ближайший к нему стандартный коэффициент 16,25.

Таблица 2

$f = 1.$

№ реж.	$(U_{1j})^*$	$(\Delta U_{1j})^*$	$\frac{1}{K_j}$	A_{1j}	B_{1j}	C_{1j}	D_{1j}	ΔM_j	K_j	
1	17,65	0,061	0,0602	70,5	1172	35,5	586	$p=1$	7,7	16,6
2	17,45	0,076	0,0618	105,8	1710	53	857,5	$p=2$	3,5	16,2
3	17,25	0,089	0,0632	49,44	779	24,6	389,5	$p=3$	3,53	15,8
4	17,05	0,095	0,0642	39	608	19,5	304	$p=4$	4,6	15,6

Армения

Поступило 5.V.1968

И. А. БИРЮКОВ

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՉԿԱՐԳԱՎՈՐՎՈՂ ՏՐԱՆՍՖՈՐՄԱՏՈՐՆԵՐԻ ՃՅՈՒՂԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա. Բ. ԲԻՐՅՈՎ

Հոդվածում նկարագրվում է սպառողական լիարդավորվող տրանսֆորմատորների ճյուղավորումների ընտրման ալգորիթմը, երբ տրված են տրանսֆորմատորների բարձր լարման զոդերի լարումները բեռնվածքների բոլոր բնորոշ օրական ուժիմների համար: Ալգորիթմը կազմված է բեռնվածքների ստատիկական ու տնտեսական քննադատության հաշվառումից: Տրանսֆորմատորների ընտրված ճյուղավորումները նյութատեխնիկական պաշխիչ ցանցի տնտեսական առավել էֆեկտիվ շահագործմանը: Առաջարկվող ալգորիթմը ծրագրված է Ուրալ-3 էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենայի համար: