

П/СТ „ЛАУТА”110/20KV – НОВО ИЗВОДНО ПОЛЕ

СТАТИЧНИ И ДИНАМИЧНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ НА КЛЕМИТЕ НА СЪОРЪЖЕНИЯТА

Изчисляването на силите на опън в статичен режим от собствено тегло на проводниците и динамичен режим от тока на к.с. се налага поради следните причини:

- ü проверка издръжливостта на клемите на съоръженията;
- ü изготвяне на строителни задания към част Строително-конструктивна на проекта;

За изчислителни са приети условията на максимален специфичен товар на проводниците γ_7 . Друго опростяващо изчисленията приемане е, че не съществува денивелация между съоръженията.

С цел уеднаквяване на изчисленията за съоръжения от един и същи вид, намиращи се на различни места в подстанцията, всички изчисления разглеждат случаите, при които се получават максимални сили на опън върху клемите на дадено съоръжение. На тези сили най-силно влияние оказват дължината на връзката, разстоянието между отделните фази, натягането на проводниците, както и изчислителния ток на к.с.

Статичните сили на опън са определени по методиката за максимално допустим провес на проводника в зависимост от габаритните разстояния, които трябва да се спазват спрямо земя. Максимално допустимият провес пряко зависи и от температурата на околната среда, тъй като не бива да се допуска провисване на проводника през лятото, а в същото време силите на опън, в резултат на свиването на проводника през зимата в случай на натегнат проводник, може да достигнат такива стойности, че да причинят авария на съоръжение.

От експлоатационния опит може да се определи, че монтажен провес в рамките на 3÷5 % удовлетворява посочените условия. Редно е да се отбележи, че в случая, натягането на проводниците рязко изменя усилията на опън, които могат да се получат върху клемите на дадено съоръжение, затова за допустим провес е желателно да се подбират стойности близки до 5 % освен в случаите, когато може да има проблем с габаритни разстояния съгласно Наредба №3.

За изчисляване на електродинамичните сили и съответно силите на опън в режим на к.с. се прилага методиката посочена в стандартите DIN VDE 0103, DIN 57103 и международния стандарт IEC 60-909 “Short-circuit currents – Calculation of effects”:

I. Изходни данни

трифазен симетричен ток на късо съединение, kA	$I_{k3} =$
разстояние между фазовите проводници, m	$a =$
разстояние между опорите, m	$l =$
константа на пружиниране на опорите, N/mm	$S = 100$
брой на проводниците във фаза	$n =$
сечение на проводника, mm^2	$A =$
маса на проводника, kg/m	$m_{\phi} =$
статично опъване на проводника, N	$F_{st} =$

модул на еластичност, N/mm^2

$E =$

стойност на земното ускорение, m/s^2

$g_n = 9.81$

II. Оразмеряване

Опъването на проводника при късо съединение се определя по формулата:

$$P_t = P_{st} (1 + j \gamma),$$

където j и γ са фактори, отчитащи опъването при късо съединение:

$$j = 3 \sqrt{1 + \left(\frac{F}{g_n m'} \right)^2 - 1} =$$

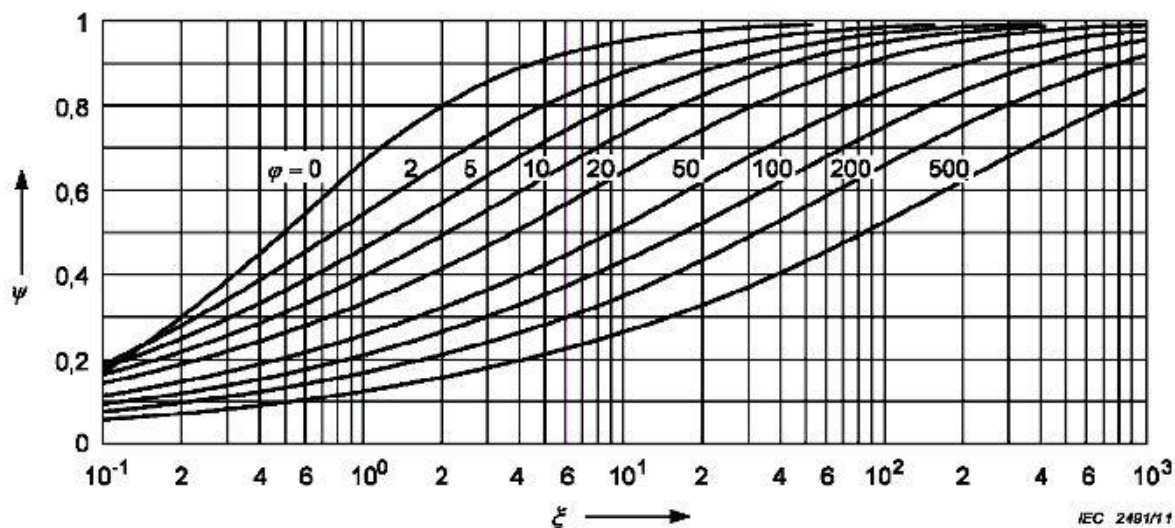
като силата в проводника при късо съединение F се определя по формулата - $F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a}$,

$$\text{където } I_{k2} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{k3} \text{ или } F = 0,15 \frac{I_{k3}^2}{a};$$

$$\gamma = f(j, x), \text{ при } x = \frac{(g m' l)^2}{24 F_{st}^3} * \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} =$$

По така изчислените стойности за коефициентите j и x от диаграмата на фиг.1 се отчита факторът γ . Тогава се пресмята P_t , като за снопов проводник $P_t = 1,1 P_{st} (1 + j \gamma)$.

Изчисленията описани в настоящето приложение са направени с помоща на MathCAD.



фигура 1

1. Общи изчислителни параметри и каталожни данни за използвания проводник

трифазен симетричен ток на късо съединение, <i>kA</i>	$I_{k3} = 40 \text{ kA};$
ток на двуфазно късо съединение, <i>kA</i>	$I_{k2} = 34,64 \text{ kA};$
константа на пружиниране на опорите, <i>N/mm</i>	$S = 100;$
брой на проводниците във фаза	$n = 1;$
сечение на проводника, <i>mm²</i>	$A = 441,5 \text{ mm}^2;$
маса на проводника, <i>kg/m</i>	$m_{\phi} = 1,472 \text{ kg/m};$
модул на еластичност, <i>N/mm²</i>	$E = 76\,845 \text{ N/mm}^2;$
стойност на земното ускорение, <i>m/s²</i>	$g_n = 9,81 \text{ m/s}^2;$
специфичен товар от собствено тегло	
за III климатичен район, <i>m/s²</i>	$g_1 = 33,34 \cdot 10^{-3} \text{ N / m.mm}^2;$
специфичен товар от собствено тегло и лед	
за III климатичен район, <i>m/s²</i>	$g_3 = 75,81 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.mm}^2.$

2. Изчисляване на силите на опън върху клемите на прекъсвач GL312-F1

разстояние между фазовите проводници, <i>cm</i>	$a = 180 \text{ cm}$
разстояние между опорите, <i>cm</i>	$l = 500 \text{ cm}$
маса на проводника, <i>kg/cm</i>	$m = 0,01472 \text{ kg/cm}$

Изчислителния провес, определен от чертежите за γ_1 е 0,6m.

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_7}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{4,7^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,6} = 0,395 \text{ N / mm}^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D \cdot A = 0,395 \cdot 441,5 = 174 \text{ N} = 17,4 \text{ kg} \gg 20 \text{ kg}$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,333 \text{ N / cm}$$

Изчисляване на коефициента ϕ :

$$j = 3 \sqrt{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 24,861$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5\text{mm}^2=4,415\text{cm}^2$):

$$x = \frac{(gml)^2}{24P_{st}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 1,787$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,38$.
 Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_{t(1)} = P_{st}(1 + j \psi) = 1820N = 182kg \gg 200kg$$

3. Изчисляване на силите на опън върху клемите на токов трансформатор

разстояние между фазовите проводници, *cm*

$$a = 200\text{cm}$$

разстояние между опорите, *cm*

$$l = 290\text{cm}$$

маса на сноповия проводник, *kg/cm*

$$m=0,01472\text{kg/cm}$$

Изчислителния провес, определен от чертежите за γ_1 е $0,174\text{m}$.

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_7}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{2,9^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,174} = 0,458N / mm^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D \cdot A = 0,458 \cdot 441,5 = 202,215N \gg 20kg$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,2N / cm$$

Изчисляване на коефициента ϕ :

$$j = 3\sqrt{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 22,109$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5\text{mm}^2=4,415\text{cm}^2$):

$$x = \frac{(gml)^2}{24P_{st}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 0,236$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,18$.

Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_t = P_{st}(1 + j \psi) = 1007\text{N} = 101\text{kg} \gg 200\text{kg}$$

4. Изчисляване на силите на опън върху клемите на разединител с два заземителни ножа

разстояние между фазовите проводници, *cm*

$a = 200\text{cm}$

разстояние между опорите, *cm*

$l = 290\text{cm}$

маса на сноповия проводник, *kg/cm*

$m=0,01472\text{kg/cm}$

Изчислителния провес, определен от чертежите за γ_1 е $0,174\text{m}$.

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_7}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{2,9^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,174} = 0,458\text{N} / \text{mm}^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D \cdot A = 0,458 \cdot 441,5 = 202,215\text{N} \gg 20\text{kg}$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,2\text{N} / \text{cm}$$

Изчисляване на коефициента φ :

$$j = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 22,109$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5\text{mm}^2=4,415\text{cm}^2$):

$$x = \frac{(gml)^2}{24P_{st(1)}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 0,236$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,18$.

Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_t = P_{st}(1 + j \psi) = 1007\text{N} = 101\text{kg} \gg 200\text{kg}$$

5. Изчисляване на силите на опън върху клемите на разединител без заземителни ножове

разстояние между фазовите проводници, *cm*

$$a = 200\text{cm}$$

разстояние между опорите, *cm*

$$l = 530\text{cm}$$

приет изчислителен провес, %

$$f = 5\%$$

маса на сноповия проводник, *kg/cm*

$$m=0,01472\text{kg/cm}$$

Определяне на изчислителния провес f , *m*:

$$f = 5\% \cdot l = 0,05 \cdot 5,2 = 0,265\text{m}$$

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_7}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{5,3^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,265} = 1,004\text{N/mm}^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D \cdot A = 1,004 \cdot 441,5 = 443,5\text{N} = 44,35\text{kg} \gg 50\text{kg}$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,2 N / cm$$

Изчисляване на коефициента φ :

$$j = 3 \sqrt{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 22,109$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5 \text{ mm}^2 = 4,415 \text{ cm}^2$):

$$\chi = \frac{(gml)^2}{24 P_{st(1)}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 0,222$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,18$.

Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_{t(1)} = P_{st} (1 + j \psi) = 1840 N = 184 kg \gg 200 kg$$

6. Изчисляване на силите на опън върху клемите на килинеен разединител с един заземятелен нож

разстояние между фазовите проводници, *cm*

$$a = 200 \text{ cm}$$

разстояние между опорите, *cm*

$$l = 530 \text{ cm}$$

приет изчислителен провес, %

$$f = 5\%$$

маса на сноповия проводник, *kg/cm*

$$m = 0,01472 \text{ kg/cm}$$

Определяне на изчислителния провес f , *m*:

$$f = 5\% \cdot l = 0,05 \cdot 5,2 = 0,265 \text{ m}$$

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_7}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{5,3^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,265} = 1,004 N / mm^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D \cdot A = 1,004 \cdot 441,5 = 443,5 N = 44,35 kg \gg 50 kg$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,2 N / cm$$

Изчисляване на коефициента φ :

$$j = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 22,109$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5\text{mm}^2=4,415\text{cm}^2$):

$$x = \frac{(gml)^2}{24P_{st(1)}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 0,222$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,18$.

Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_{t(1)} = P_{st}(1+j\psi) = 1840 N = 184 kg \gg 200 kg$$

7. Изчисляване на силите на опън върху клемите вентилен отвод, монтиран на обща стойка с кабелна глава

разстояние между фазовите проводници, *cm*

$$a = 200\text{cm}$$

разстояние между опорите, *cm*

$$l = 160\text{cm}$$

приет изчислителен провес, %

$$f = 5\%$$

маса на сноповия проводник, *kg/cm*

$$m=0,01472\text{kg/cm}$$

Определяне на изчислителния провес f , *m*:

$$f = 5\% \cdot l = 0,05 \cdot 1,6 = 0,08\text{m}$$

Определяме напрежението на опън в проводника:

$$D = \frac{l^2 \cdot g_3}{8 \cdot f_{изч}} = \frac{1,6^2 \cdot 75,81 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 0,08} = 0,303 N / mm^2$$

Определяне на статична сила на опън в проводника:

$$P_{st} = D.A = 0,303.441,5 = 133,8N = 13,4kg \gg 15kg$$

Определяне на приведената електродинамична сила за 1m от проводника:

$$F = 0,2 \frac{I_{k2}^2}{a} = 1,2N / cm$$

Изчисляване на коефициента φ :

$$j = 3 \sqrt{1 + \left(\frac{F}{g_n m}\right)^2 - 1} = 22,109$$

Изчисляване на коефициента ξ (във формулата за проводник АСО-400, сечението $A=441,5mm^2=4,415cm^2$):

$$x = \frac{(gml)^2}{24P_{st(1)}^3} \cdot \frac{1}{\frac{1}{Sl} + \frac{1}{EA}} = 0,142$$

От диаграмата на фигура 1 се определя стойността на коефициента $\psi = 0,18$.

Тогава се пресмята силата на опън в режим на к.с.:

$$P_{t(1)} = P_{st} (1 + j \psi) = 725,862N = 73kg \gg 100kg$$