

Основные характеристики и модели длительной прочности Ларсона-Миллера дисковых материалов

ЭП-741НП

Плотность $\rho[\text{г/см}^3] = 8,32$

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $T, ^\circ\text{C}$ | 20 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 |
| $E \cdot 10^{-5}, \text{МПа}$ | 2,19 | 1,84 | 1,79 | 1,74 | 1,61 | 1,49 | 1,365 | 1,24 |
| $\alpha_t \cdot 10^5$ | 8,49 | 9,32 | 10,12 | 11,06 | 11,92 | 12,85 | 13,77 | 13,77 |
| $\psi, \%$ | | | | | | | | |
| $\sigma_B, \text{МПа}$ | 1210 | 598 | 484 | 363 | 2422 | 241 | 240 | 240 |
| $\sigma_{0,2}, \text{МПа}$ | | | | | | | | |

Модель ДП Ларсона-Миллера ($\sigma_{\text{дл}} [\text{кг/мм}^2]$)

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $\lg \sigma_{\text{дл}} [\text{кг/мм}^2]$ | 2,095 | 2,095 | 2,090 | 2,080 | 2,070 | 2,050 | 1,96 | 1,90 | 1,86 | 1,790 | 1,570 | 1,370 | 1,065 |
| $P_{\text{Л-М}} \cdot 10^{-3} = T[\text{K}] (\lg tp + 20)$ | 16,0 | 16,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 20,5 | 21,5 | 22,0 | 23,7 | 24,0 | 25, | 26,0 |

ЭП-742ИД

Плотность $\rho[\text{г/см}^3] =$

| | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $T, ^\circ\text{C}$ | 20 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| $E \cdot 10^{-5}, \text{МПа}$ | 2,0 | 1,90 | 1,84 | 1,73 | 1,55 | 1,46 |
| $\alpha_t \cdot 10^5$ | 1,25 | 1,37 | 1,40 | 1,44 | 1,48 | 1,54 |
| $\psi, \%$ | 19,0 | 15,0 | 17,0 | 19,0 | | |
| $\sigma_B, \text{МПа}$ | 1320 | 1225 | 1120 | 860 | | |
| $\sigma_{0,2}, \text{МПа}$ | 800 | 780 | 760 | 735 | 710 | 670 |

Модель ДП Ларсона-Миллера ($\sigma_{\text{дл}} [\text{кг/мм}^2]$)

| | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| $\sigma_{\text{дл}} [\text{кг/мм}^2]$ | 117,8 | 113,0 | 103,9 | 91,5 | 77,2 | 62,4 | 48,3 | 35,8 | 25,4 |
| $P_{\text{Л-М}} \cdot 10^{-3} = T[\text{K}] (\lg tp + 20)$ | 17,0 | 18,0 | 19,0 | 20,0 | 21,0 | 22,0 | 23,0 | 24,0 | 25,0 |

Колье "Б-Е" материалы для Аюков турбам

| Напряжения | | ε% | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Напря. | | 3П741НП | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | |
| 20 | 40,00 | 50,00 | 60,00 | 68,00 | 73,00 | 76,70 | 79,50 | 81,80 | 83,40 | 84,50 | 85,50 | 86,40 | 87,00 | 87,00 | 87,00 | | |
| 500 | 35,00 | 43,75 | 52,50 | 61,60 | 67,00 | 70,80 | 73,80 | 76,00 | 77,80 | 79,20 | 80,30 | 81,20 | 81,75 | 81,75 | 81,75 | | |
| 600 | 33,00 | 41,25 | 49,50 | 59,60 | 65,25 | 69,30 | 72,50 | 74,75 | 75,60 | 77,80 | 78,80 | 79,60 | 80,20 | 80,20 | 80,20 | | |
| 650 | 32,00 | 40,00 | 48,00 | 58,50 | 64,20 | 68,00 | 71,00 | 73,00 | 74,50 | 76,00 | 77,00 | 77,60 | 78,30 | 78,30 | 78,30 | | |
| 700 | 31,00 | 38,75 | 46,50 | 57,20 | 62,75 | 66,75 | 69,25 | 71,25 | 72,75 | 74,00 | 75,00 | 75,60 | 76,20 | 76,20 | 76,20 | | |
| 750 | 30,00 | 37,50 | 45,00 | 56,00 | 60,25 | 63,25 | 65,60 | 67,50 | 69,00 | 70,20 | 71,20 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | | |
| 3П742НП | | 3П741НП | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 41,00 | 51,25 | 61,50 | 74,50 | 79,75 | 83,00 | 85,60 | 87,30 | 88,25 | 88,50 | 89,00 | 89,40 | 89,75 | 89,75 | 89,75 | | |
| 400 | 39,60 | 49,50 | 59,40 | 68,00 | 73,00 | 77,00 | 79,50 | 81,50 | 83,00 | 83,50 | 84,00 | 84,40 | 84,75 | 84,75 | 84,75 | | |
| 500 | 38,60 | 48,25 | 57,90 | 67,00 | 72,40 | 76,00 | 78,80 | 80,80 | 82,00 | 82,80 | 83,10 | 83,60 | 84,00 | 84,00 | 84,00 | | |
| 600 | 37,40 | 46,75 | 56,10 | 65,80 | 71,25 | 75,00 | 78,00 | 80,00 | 81,50 | 82,00 | 82,50 | 83,00 | 83,00 | 83,00 | 83,00 | | |
| 700 | 36,00 | 45,00 | 54,00 | 65,00 | 70,50 | 74,50 | 77,50 | 79,50 | 81,00 | 81,75 | 82,00 | 82,30 | 82,60 | 82,60 | 82,60 | | |
| 800 | 34,00 | 42,50 | 51,00 | 63,50 | 69,50 | 73,50 | 76,50 | 78,70 | 80,20 | 80,75 | 81,00 | 81,25 | 81,50 | 81,50 | 81,50 | | |
| 3П598ВД | | 3П598ВД | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 40,00 | 50,00 | 60,00 | 68,00 | 73,00 | 76,70 | 79,50 | 81,80 | 83,40 | 84,50 | 85,50 | 86,40 | 87,00 | 87,00 | 87,00 | | |
| 500 | 35,00 | 43,75 | 52,50 | 61,60 | 67,00 | 70,80 | 73,80 | 76,00 | 77,80 | 79,20 | 80,30 | 81,20 | 81,75 | 81,75 | 81,75 | | |
| 600 | 33,00 | 41,25 | 49,50 | 59,60 | 65,25 | 69,30 | 72,50 | 74,75 | 75,60 | 77,80 | 78,80 | 79,60 | 80,20 | 80,20 | 80,20 | | |
| 650 | 32,00 | 40,00 | 48,00 | 58,50 | 64,20 | 68,00 | 71,00 | 73,00 | 74,50 | 76,00 | 77,00 | 77,60 | 78,30 | 78,30 | 78,30 | | |
| 700 | 31,00 | 38,75 | 46,50 | 57,20 | 62,75 | 66,75 | 69,25 | 71,25 | 72,75 | 74,00 | 75,00 | 75,60 | 76,20 | 76,20 | 76,20 | | |
| 750 | 30,00 | 37,50 | 45,00 | 56,00 | 60,25 | 63,25 | 65,60 | 67,50 | 69,00 | 70,20 | 71,20 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | | |

Модели амплитудной прочности Ларсона-Миндлера

ЭП-742НД:

| С _{дл} , МПа | 416 | 745 | 985 | 1202 | 1228 | 1290 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Р _{дл} , МПа | 24000 | 21229 | 19206 | 17375 | 17006 | 15479 |

ЭК-151НД:

| С _{дл} , МПа | 294,3 | 461,07 | 627,84 | 814,23 | 1000,62 | 1179,16 | 1275,30 | 1355,74 |
|-----------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Р _{дл} , МПа | 24500 | 23529 | 22506 | 21406 | 20306 | 19206 | 18600 | 17840 |

| С _{дл} , МПа | 1378,31 | 1392,04 | 1417,55 | 1422,45 | 1422,45 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Р _{дл} , МПа | 17374,8 | 17006 | 16000 | 15532,3 | 6446 |

ЭП-698 ВД: $\lg C_{дл} = 3,2243 - 0,275 \cdot P_{дл} \cdot 10^{-3} + 2,096 \cdot 10^{-2} \cdot P_{дл}^2 \cdot 10^{-6} - 5,27 \cdot 10^{-4} \cdot P_{дл}^3 \cdot 10^{-9}$

ЭИ-698ВД

Характеристики материала ЭИ698ВД для расчета диска 13 ступени КЭД
(черт. 94-01-1022)

Плотность $\rho = 8,32 \text{ г/см}^3$

Таблица 12.

| $t, ^\circ\text{C}$ | $E, \text{кгс/мм}^2$ | α_t | $\sigma_g, \text{кгс/мм}^2$ | $\psi, \%$ |
|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------|------------|
| 20 | 20000 | 0,00000 | 115 | 25 |
| 450 | 18000 | 0,00605 | 110 | 30 |
| 550 | 17800 | 0,00774 | 106 | 28 |
| 650 | 16000 | 0,00356 | 105 | 25 |
| 700 | 15500 | 0,01072 | 100 | 25 |
| 750 | 15000 | 0,01159 | 84 | 25 |
| 800 | 14000 | 0,01269 | 70 | 25 |
| 850 | 13000 | 0,01374 | 55 | 25 |

Кривые деформирования ЭИ698ВД

Таблица 13.

| ϵ | 20 | 450 | 550 | 650 | 750 | 850 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,0000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,0030 | 59,70 | 54,00 | 52,00 | 47,70 | 45,20 | 39,00 |
| 0,0035 | 63,50 | 60,30 | 57,60 | 53,50 | 51,50 | 44,50 |
| 0,0040 | 69,00 | 64,00 | 61,30 | 57,00 | 55,00 | 48,50 |
| 0,0045 | 71,60 | 66,80 | 63,80 | 59,20 | 57,80 | 51,00 |
| 0,0050 | 73,30 | 68,40 | 65,70 | 61,00 | 60,00 | 53,50 |
| 0,0055 | 74,50 | 69,50 | 67,00 | 62,40 | 61,50 | 55,00 |
| 0,0060 | 75,50 | 70,00 | 68,00 | 63,50 | 62,50 | 56,00 |
| 0,0065 | 76,20 | 70,70 | 68,20 | 64,00 | 63,30 | 56,20 |
| 0,0070 | 76,50 | 71,20 | 69,30 | 64,70 | 63,70 | 56,40 |
| 0,0080 | 77,50 | 72,00 | 70,00 | 65,00 | 64,00 | 56,50 |
| 0,0090 | 78,00 | 73,00 | 70,50 | 65,60 | 64,50 | 56,60 |
| 0,0100 | 79,00 | 73,50 | 71,50 | 66,00 | 65,00 | 56,80 |
| 0,0110 | 79,70 | 74,00 | 72,00 | 66,80 | 65,30 | 57,00 |
| 0,0200 | 83,50 | 76,50 | 75,50 | 73,00 | 73,00 | 57,00 |
| 0,0400 | 92,00 | 84,00 | 84,00 | 84,00 | 83,00 | 57,00 |

Модель длительной прочности Ларсена-Миллера

$$\lg \sigma = 3.2243 - 0.275 \cdot 10^{-3} \cdot P_{\text{Л-М}} + 2.096 \cdot 10^{-8} \cdot P_{\text{Л-М}}^2 - 5.27 \cdot 10^{-13} \cdot P_{\text{Л-М}}^3$$

Свойства материалов для дисков турбин

ЭП-742ИД

| | | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T, °C | 20 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| $E \cdot 10^{11}$, Па | 2 | 1.9 | 1.84 | 1.73 | 1.55 | 1.46 |
| $\alpha \cdot 10^{-5}$, 1/град | 1.25 | 1.37 | 1.4 | 1.44 | 1.48 | 1.54 |
| $\sigma_{\text{в}}$ МПа | 1320 | 1260 | 1204 | 1011 | 779 | 508 |
| $\sigma_{\text{дл}}$ МПа | 416 | 745 | 985 | 1202 | 1228 | 1290 |
| $R_{\text{Л-М}}$ | 24000 | 21229 | 19206 | 17375 | 17006 | 15479 |

ЭП-741НП

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T, °C | 20 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 950 | 950 |
| $E \cdot 10^{11}$, Па | 2.19 | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.61 | 1.49 | 1.365 | 1.24 | 1.24 | 1.24 |
| $\alpha \cdot 10^{-5}$, 1/град | 8.49 | 9.32 | 10.12 | 11 | 11.92 | 12.85 | 13.77 | 13.77 | 13.77 | 13.77 |
| $\sigma_{\text{в}}$ МПа | 1210 | 598 | 484 | 363 | 242 | 242 | 242 | 242 | 242 | 242 |

ХН-77ТЮР (ЭИ-437Б)

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T, °C | 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| $E \cdot 10^{11}$, Па | 1.9 | 1.8 | 1.74 | 1.65 | 1.575 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 |
| $\alpha \cdot 10^{-5}$, 1/град | 9.5 | 11.75 | 14.75 | 16.5 | 17.25 | 18.25 | 19.25 | 20.25 | 21.25 |
| $\sigma_{\text{в}}$ МПа | 1100 | 1058 | 1006 | 954 | 902 | 850 | 700 | 440 | 220 |

Основные характеристики и модели длительной прочности Ларсона-Миллера дисковых материалов

ЭИ-437Б

Плотность $\rho=8,2 \text{ г/см}^3$

| | | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| T °C | 20 | 550 | 600 | 700 | 750 | 800 |
| E · 10 ³ , МПа | 1,90 | 1,50 | 1,40 | 1,30 | 1,25 | 1,20 |
| $\alpha_t \cdot 10^5$ | 0,0 | 1,83 | 1,23 | 2,03 | 2,08 | 2,13 |
| ψ , % | 18 | 26 | 23 | 21 | 670 | 36 |
| σ_B , МПа | 1100 | 900 | 870 | 830 | 670 | 556 |
| $\sigma_{0,2}$, МПа | 700 | 600 | 570 | 560 | 500 | 440 |

Модель Ларсона-Миллера ($\sigma_{дл}$ [кг/мм²])

$$P_{Л-М} = 20 \cdot 10^3 ; 1,99$$

$$Lg\sigma = 0,16565 + 0,22729 \cdot 10^{-3} \cdot P_{Л-М} - 0,00681 \cdot 10^{-6} \cdot P_{Л-М}^2$$

$$P_{Л-М} = 23 \cdot 10^3$$

$$4 \cdot 10^8$$

$$5,29 \cdot 10^8$$

ЭИ-698ВД

Плотность $\rho=8,32 \text{ г/см}^3$

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T °C | 20 | 450 | 550 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 |
| E · 10 ³ , МПа | 2,0 | 1,80 | 1,78 | 1,60 | 1,55 | 1,50 | 1,40 | 1,30 |
| $\alpha_t \cdot 10^5$ | 0,0 | 0,605 | 0,774 | 0,956 | 1,072 | 1,159 | 1,269 | 1,374 |
| ψ , % | 25 | 36 | 28 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| σ_B , МПа | 1150 | 1100 | 1050 | 1050 | 1000 | 840 | 700 | 556 |
| $\sigma_{0,2}$, МПа | 765 | 700 | 662 | 645 | 635 | 630 | | |

Модель Ларсона-Миллера (σ

$$Lg\sigma = 3,2243 - 0,275 \cdot 10^{-3} \cdot P_{Л-М} + 2,096 \cdot 10^{-2} \cdot P_{Л-М} \cdot 10^{-6} - 5,27 \cdot 10^{-4} \cdot P_{Л-М}^3 \cdot 10^{-9}$$

Свойства материала ЭК-79ИД

| T, °C | 20 | | 400 | | 500 | | 600 | | 650 | | 750 | |
|-----------------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| E, МПа | 196200 | | 188400 | | 177500 | | 166770 | | 161865 | | 152000 | |
| α , 1/град | $1,20 \cdot 10^{-5}$ | | $1,31 \cdot 10^{-5}$ | | $1,34 \cdot 10^{-5}$ | | $1,36 \cdot 10^{-5}$ | | $1,39 \cdot 10^{-5}$ | | $1,43 \cdot 10^{-5}$ | |
| σ_B , МПа | 1353.7 | | 1258.6 | | 1233.1 | | 1208.5 | | 1196.8 | | 1069.3 | |
| φ , % | 19 | | 17.5 | | 17.1 | | 16.7 | | 16.5 | | 14 | |
| Кривые деформирования | ϵ , % | σ , МПа | ϵ , % | σ , МПа | ϵ , % | σ , МПа | ϵ , % | σ , МПа | ϵ , % | σ , МПа | ϵ , % | σ , МПа |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.20 | 392.40 | 0.20 | 350.12 | 0.20 | 339.62 | 0.20 | 329.03 | 0.20 | 323.73 | 0.20 | 313.14 |
| | 0.25 | 490.50 | 0.25 | 437.72 | 0.25 | 424.48 | 0.25 | 411.24 | 0.25 | 404.66 | 0.25 | 391.42 |
| | 0.30 | 588.60 | 0.30 | 525.23 | 0.30 | 509.34 | 0.30 | 493.54 | 0.30 | 485.60 | 0.30 | 469.70 |
| | 0.40 | 779.90 | 0.40 | 698.37 | 0.40 | 678.07 | 0.40 | 657.66 | 0.40 | 647.46 | 0.40 | 627.06 |
| | 0.50 | 843.66 | 0.50 | 69.45 | 0.50 | 734.28 | 0.50 | 712.40 | 0.50 | 701.42 | 0.50 | 679.54 |
| | 0.60 | 880.45 | 0.60 | 789.90 | 0.60 | 767.24 | 0.60 | 744.58 | 0.60 | 733.30 | 0.60 | 710.64 |
| | 0.70 | 902.72 | 0.70 | 815.01 | 0.70 | 793.14 | 0.70 | 771.26 | 0.70 | 760.28 | 0.70 | 738.40 |
| | 0.80 | 905.17 | 0.80 | 817.66 | 0.80 | 795.79 | 0.80 | 773.91 | 0.80 | 762.92 | 0.80 | 741.05 |
| | 0.90 | 907.52 | 0.90 | 820.31 | 0.90 | 798.44 | 0.90 | 776.66 | 0.90 | 765.77 | 0.90 | 743.99 |
| | 1.00 | 909.88 | 1.00 | 822.67 | 1.00 | 800.89 | 1.00 | 779.11 | 1.00 | 768.22 | 1.00 | 746.44 |
| | 1.10 | 912.23 | 1.10 | 825.02 | 1.10 | 803.24 | 1.10 | 781.46 | 1.10 | 770.87 | 1.10 | 749.09 |
| | 1.20 | 914.59 | 1.20 | 827.67 | 1.20 | 805.99 | 1.20 | 784.31 | 1.20 | 773.52 | 1.20 | 751.84 |
| | 1.30 | 917.04 | 1.30 | 830.32 | 1.30 | 808.64 | 1.30 | 786.96 | 1.30 | 776.17 | 1.30 | 754.49 |
| | 4.00 | 981.10 | 4.00 | 898.89 | 4.00 | 878.39 | 4.00 | 857.88 | 4.00 | 847.58 | 4.00 | 827.08 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|-------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| $R_{0.2}$ | 25377 | 23221 | 21870 | 20306 | 19206 | 18400 | 17840 | 17006 | 16000 | 15276 | 13224 | 6446 |
| $\sigma_{дл}$, МПа | 196.2 | 490.5 | 674.93 | 882.9 | 1027.11 | 1118.3 | 1171.31 | 1229.19 | 1265.5 | 1272.4 | 1275.3 | 1275.3 |