

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению индивидуального задания по дисциплине вариативной
части по выбору студента профессионального цикла**

РАСЧЕТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

**для студентов всех форм обучения
направления подготовки 15.04.02
«Технологические машины и оборудование»**

**Донецк
ДОННТУ
2017**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению индивидуального задания по дисциплине вариативной
части по выбору студента профессионального цикла**

РАСЧЕТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ

**для студентов всех форм обучения
направления подготовки 15.04.02
«Технологические машины и оборудование»**

Рассмотрены на заседании
кафедры «Механическое оборудование
заводов черной металлургии»
им. проф. Седуша В.Я.
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании
учебно-издательского совета ДОННТУ
Протокол № __ от __.__.20__ г.

Донецк
ДОННТУ
2017

УДК 669. (075.8)

Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине вариативной части по выбору студента профессионального цикла «Расчет металлургического оборудования при переменных нагрузениях» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: Е. В. Ошовская. – Донецк : ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 9 с.

Отображены порядок и правила выполнения, а также форма представления студентами индивидуального задания по курсу «Расчет металлургического оборудования при переменных нагрузениях».

Составители: Ошовская Е.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

Рецензенты: д.т.н., профессор А.П. Кононенко
к.т.н., профессор В.А. Сидоров

Ответственный за выпуск:
к. т. н., профессор А. Л. Сотников

© Е. В. Ошовская

Индивидуальное задание по дисциплине

«Расчет деталей металлургических машин при переменных напряжениях»

Задание №1

Определить значения предела выносливости материала детали (σ_{-1}) по заданным исходным механическим характеристикам (σ_B , σ_T , HB) и указанной зависимости.

№	Материал (сталь)	Исходные механические характеристики	Требуемые механические характеристики	Автор зависимости
1	10	$\sigma_B = 342$ МПа, $\sigma_T = 187$ МПа, HB = 1030.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Шапошников, Гудремон, Гребеник.
2	15	$\sigma_B = 412$ МПа, $\sigma_T = 210$ МПа, HB = 1210.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Жуков, Шапошников, Добровольский
3	Ст 3	$\sigma_B = 417$ МПа, $\sigma_T = 270$ МПа, HB = 1590.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Подзоллов, Жуков, Гребеник.
4	Ст 4	$\sigma_B = 415$ МПа, $\sigma_T = 260$ МПа, HB = 1160.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Тимошук, Гудремон, Добровольский
5	25	$\sigma_B = 430$ МПа, $\sigma_T = 214$ МПа, HB = 1260.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Корбер-Хемпель, Шапошников, Гребеник.
6	30	$\sigma_B = 480$ МПа, $\sigma_T = 280$ МПа, HB = 1290.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Гребеник Жуков, Добровольский
7	35	$\sigma_B = 520$ МПа, $\sigma_T = 300$ МПа, HB = 1310.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Шапошников, Жуков, Гребеник.
8	40	$\sigma_B = 570$ МПа, $\sigma_T = 350$ МПа, HB = 1870.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Подзоллов, Шапошников, Добровольский
9	45	$\sigma_B = 600$ МПа, $\sigma_T = 340$ МПа, HB = 1971.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{HB})$.	Жуков, Гудремон, Гребеник.

10	50	$\sigma_B = 703$ МПа, $\sigma_T = 404$ МПа, НВ = 1990.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Тимошук, Шапошников, Добровольский
11	20 X	$\sigma_B = 473$ МПа, $\sigma_T = 400$ МПа, НВ = 1400.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Подзолов, Шапошников, Гребеник.
12	30 X	$\sigma_B = 720$ МПа, $\sigma_T = 500$ МПа, НВ = 2110.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Корбер-Хемпель, Гудремон, Добровольский
13	40 X	$\sigma_B = 796$ МПа, $\sigma_T = 443$ МПа, НВ = 1820.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Шапошников, Гудремон, Гребеник.
14	45 X	$\sigma_B = 1050$ МПа, $\sigma_T = 700$ МПа, НВ = 2175.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Подзолов, Шапошников, Добровольский
15	20 ХН	$\sigma_B = 550$ МПа, $\sigma_T = 339$ МПа, НВ = 1700.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Жуков, Шапошников, Гребеник.
16	40 ХН	$\sigma_B = 778$ МПа, $\sigma_T = 421$ МПа, НВ = 2320.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Гребеник Гудремон, Добровольский
17	12 ХГН	$\sigma_B = 633$ МПа, $\sigma_T = 452$ МПа, НВ = 1820.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Подзолов, Шапошников, Гребеник.
18	60 С2	$\sigma_B = 947$ МПа, $\sigma_T = 576$ МПа, НВ = 1115.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Шапошников, Жуков, Добровольский
19	40 ХНМА	$\sigma_B = 1000$ МПа, $\sigma_T = 550$ МПа, НВ = 1990.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Тимошук, Гудремон, Гребеник.
20	30 Х2Н2МА	$\sigma_B = 1040$ МПа, $\sigma_T = 750$ МПа, НВ = 2310.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Жуков, Гудремон, Добровольский.
21	30 ХГСА	$\sigma_B = 1100$ МПа, $\sigma_T = 850$ МПа, НВ = 2350.	$\sigma_{-1} = f(\sigma_B)$, $\sigma_{-1} = f(\sigma_B, \sigma_T)$, $\sigma_{-1} = f(\text{НВ})$.	Корбер-Хемпель, Шапошников, Гребеник.

Литература:

1. Гребеник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования: Справочник. - М.: Металлургия, 1989. - 592 с.
2. Гребеник В.М. Усталостная прочность и долговечность металлургического оборудования. - М.: Машиностроение, 1969. - 256 с.

Задание № 2

Определить значения предельного числа циклов нагружения материала детали (N_1, N_2, N_3) с заданными механическими характеристиками (σ_{-1}, k, N_0) при возникновении в ней различных напряжений ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$).

№	Материал (сталь)	Заданные механические характеристики материала детали	Требуемый параметр
1	10	$\sigma_{-1} = 163$ МПа, $k = 55$ МПа, $N_0 = 2,2 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 180$ МПа, $\sigma_2 = 160$ МПа, $\sigma_3 = 140$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
2	15	$\sigma_{-1} = 187$ МПа, $k = 40$ МПа, $N_0 = 3,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 190$ МПа, $\sigma_2 = 180$ МПа, $\sigma_3 = 170$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
3	Ст 3	$\sigma_{-1} = 145$ МПа, $k = 65$ МПа, $N_0 = 4,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 160$ МПа, $\sigma_2 = 140$ МПа, $\sigma_3 = 120$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
4	Ст 4	$\sigma_{-1} = 197$ МПа, $k = 65$ МПа, $N_0 = 1,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 200$ МПа, $\sigma_2 = 190$ МПа, $\sigma_3 = 180$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
5	25	$\sigma_{-1} = 280$ МПа, $k = 55$ МПа, $N_0 = 2,4 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 300$ МПа, $\sigma_2 = 270$ МПа, $\sigma_3 = 240$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
6	30	$\sigma_{-1} = 270$ МПа, $k = 50$ МПа, $N_0 = 1,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 280$ МПа, $\sigma_2 = 260$ МПа, $\sigma_3 = 240$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
7	35	$\sigma_{-1} = 230$ МПа, $k = 70$ МПа, $N_0 = 2,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 240$ МПа, $\sigma_2 = 220$ МПа, $\sigma_3 = 200$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
8	40	$\sigma_{-1} = 262$ МПа, $k = 80$ МПа, $N_0 = 1,8 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 270$ МПа, $\sigma_2 = 260$ МПа, $\sigma_3 = 250$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
9	45	$\sigma_{-1} = 235$ МПа, $k = 45$ МПа, $N_0 = 2,5 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 240$ МПа, $\sigma_2 = 230$ МПа, $\sigma_3 = 220$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
10	50	$\sigma_{-1} = 272$ МПа, $k = 70$ МПа, $N_0 = 1,4 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 180$ МПа, $\sigma_2 = 190$ МПа, $\sigma_3 = 200$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.

11	20 X	$\sigma_{-1} = 289$ МПа, $k = 60$ МПа, $N_0 = 1,2 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 300$ МПа, $\sigma_2 = 280$ МПа, $\sigma_3 = 260$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
12	30 X	$\sigma_{-1} = 420$ МПа, $k = 100$ МПа, $N_0 = 1,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 430$ МПа, $\sigma_2 = 410$ МПа, $\sigma_3 = 390$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
13	40 X	$\sigma_{-1} = 302$ МПа, $k = 80$ МПа, $N_0 = 1,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 310$ МПа, $\sigma_2 = 300$ МПа, $\sigma_3 = 290$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
14	45 X	$\sigma_{-1} = 450$ МПа, $k = 130$ МПа, $N_0 = 6,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 460$ МПа, $\sigma_2 = 440$ МПа, $\sigma_3 = 420$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
15	20 ХН	$\sigma_{-1} = 315$ МПа, $k = 70$ МПа, $N_0 = 1,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 330$ МПа, $\sigma_2 = 310$ МПа, $\sigma_3 = 290$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
16	40 ХН	$\sigma_{-1} = 354$ МПа, $k = 110$ МПа, $N_0 = 0,8 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 360$ МПа, $\sigma_2 = 350$ МПа, $\sigma_3 = 340$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
17	12 ХГН	$\sigma_{-1} = 340$ МПа, $k = 65$ МПа, $N_0 = 4,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 350$ МПа, $\sigma_2 = 330$ МПа, $\sigma_3 = 310$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
18	60 С2	$\sigma_{-1} = 544$ МПа, $k = 120$ МПа, $N_0 = 0,4 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 550$ МПа, $\sigma_2 = 530$ МПа, $\sigma_3 = 510$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
19	40 ХНМА	$\sigma_{-1} = 460$ МПа, $k = 105$ МПа, $N_0 = 3,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 470$ МПа, $\sigma_2 = 440$ МПа, $\sigma_3 = 410$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
20	30 Х2Н2МА	$\sigma_{-1} = 540$ МПа, $k = 110$ МПа, $N_0 = 6,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 550$ МПа, $\sigma_2 = 530$ МПа, $\sigma_3 = 510$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.
21	30 ХГСА	$\sigma_{-1} = 500$ МПа, $k = 120$ МПа, $N_0 = 7,0 \cdot 10^6$ циклов, $\sigma_1 = 510$ МПа, $\sigma_2 = 480$ МПа, $\sigma_3 = 450$ МПа.	$N_1 - ?$, $N_2 - ?$, $N_3 - ?$.

Литература:

1. Гребеник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования: Справочник. - М.: Металлургия, 1989. - 592 с.
2. Гребеник В.М. Усталостная прочность и долговечность металлургического оборудования. - М.: Машиностроение, 1969. - 256 с.
3. Гребеник В.М., Иванченко Ф.К., Ширяев В.И. Расчет металлургических машин и механизмов. - К.: Выща школа, 1988. - 448 с.

Задание № 3

Определить значения допускаемого запаса прочности $n_{\text{проч}}$ и допускаемого запаса долговечности $n_{\text{долг}}$ детали по заданным механическими характеристиками ее материала (σ_{-1} и k) и частным коэффициентам, определяющим надежность материала S_1 , степень ответственности детали S_2 , точности учета действующих сил и напряжений S_3 , количества испытываемых деталей S_4 и особенности динамического нагружения S_5 .

№	Материал (сталь)	Механические характеристики материала детали	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	Требуемый параметр
1	10	$\sigma_{-1} = 163$ МПа, $k = 55$ МПа.	1,10	1,00	1,10	1,20	1,05	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
2	15	$\sigma_{-1} = 187$ МПа, $k = 40$ МПа.	1,05	1,10	1,05	1,15	1,10	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
3	Ст 3	$\sigma_{-1} = 145$ МПа, $k = 65$ МПа.	1,10	1,20	1,00	1,10	1,15	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
4	Ст 4	$\sigma_{-1} = 197$ МПа, $k = 65$ МПа.	1,05	1,30	1,10	1,20	1,20	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
5	25	$\sigma_{-1} = 280$ МПа, $k = 55$ МПа.	1,10	1,30	1,05	1,15	1,25	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
6	30	$\sigma_{-1} = 270$ МПа, $k = 50$ МПа.	1,05	1,20	1,00	1,10	1,30	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
7	35	$\sigma_{-1} = 230$ МПа, $k = 70$ МПа.	1,10	1,10	1,10	1,20	1,35	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
8	40	$\sigma_{-1} = 262$ МПа, $k = 80$ МПа.	1,05	1,00	1,05	1,15	1,40	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
9	45	$\sigma_{-1} = 235$ МПа, $k = 45$ МПа.	1,10	1,00	1,00	1,10	1,45	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
10	50	$\sigma_{-1} = 272$ МПа, $k = 70$ МПа.	1,05	1,10	1,10	1,20	1,50	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.

11	20 X	$\sigma_{-1} = 289$ МПа, $k = 60$ МПа.	1,10	1,20	1,05	1,15	1,05	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
12	30 X	$\sigma_{-1} = 420$ МПа, $k = 100$ МПа.	1,05	1,30	1,00	1,10	1,10	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
13	40 X	$\sigma_{-1} = 302$ МПа, $k = 80$ МПа.	1,10	1,30	1,10	1,20	1,15	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
14	45 X	$\sigma_{-1} = 450$ МПа, $k = 130$ МПа.	1,05	1,20	1,05	1,15	1,20	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
15	20 ХН	$\sigma_{-1} = 315$ МПа, $k = 70$ МПа.	1,10	1,10	1,00	1,10	1,25	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
16	40 ХН	$\sigma_{-1} = 354$ МПа, $k = 110$ МПа.	1,05	1,00	1,10	1,20	1,30	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
17	12 ХГН	$\sigma_{-1} = 340$ МПа, $k = 65$ МПа.	1,10	1,00	1,05	1,15	1,35	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
18	60 С2	$\sigma_{-1} = 544$ МПа, $k = 120$ МПа.	1,05	1,10	1,00	1,10	1,40	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
19	40 ХНМА	$\sigma_{-1} = 460$ МПа, $k = 105$ МПа.	1,10	1,20	1,10	1,20	1,45	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
20	30 Х2Н2М А	$\sigma_{-1} = 540$ МПа, $k = 110$ МПа.	1,05	1,30	1,05	1,15	1,50	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.
21	30 ХГСА	$\sigma_{-1} = 500$ МПа, $k = 120$ МПа.	1,10	1,30	1,00	1,10	1,05	$n_{\text{проч}} - ?$, $n_{\text{долг}} - ?$.

Литература:

1. Гребеник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования: Справочник. - М.: Металлургия, 1989. - 592 с.
2. Гребеник В.М. Усталостная прочность и долговечность металлургического оборудования. - М.: Машиностроение, 1969. - 256 с.
3. Гребеник В.М., Иванченко Ф.К., Ширяев В.И. Расчет металлургических машин и механизмов. - К.: Выща школа, 1988. - 448 с.