

Влияние температурных напряжений на статически неопределимые стержневые системы

А.А. Логинов, М.А. Кальмова

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

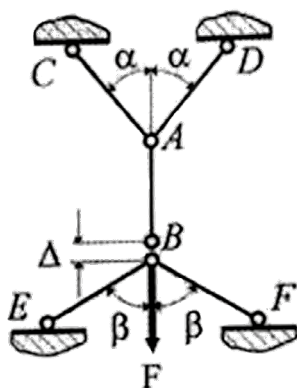
Обоснование. Одним из важных и распространенных факторов влияющих на элементы различных конструкций в строительстве, машиностроении, и других областях является температура. Изменение температуры в стержнях статически неопределимых систем вызывает температурные деформации, вследствие чего в стержнях возникают упругие напряжения и соответствующие им упругие деформации.

Цель — теоретическое и экспериментальное исследование в области задач, посвященных исследованию температурных влияний на стержневые системы.

Методы. Представляет интерес оценить влияние коэффициента температурного линейного расширения на возникающие напряжения в стержнях статически неопределимой системы, выполненной из различных материалов. Рассмотрен закон линейного температурного расширения и его влияние на изменение длины стержня и возникновения температурных нормальных напряжений.

Результаты. Было проведено исследование и сделан вывод какой материал необходимо использовать.

Объектом исследования является статически неопределимая стержневая система (рис. 1). Рассмотрим возникающие в стержне АВ, приняв его длину 1 м, нормальные напряжения и термические удлинения его длины.



Расчет температурных нормальных напряжений производится по формуле:

$$\Sigma = \alpha \Delta T E,$$

где α — коэффициент теплового расширения,

E — модуль продольной упругости Юнга,

ΔT — разница начальной и конечной температур.

Расчет линейных расширений производится по формуле:

$$\Delta l = \alpha \Delta T l_0,$$

где α — коэффициент теплового расширения, l_0 — изначальная длина тела,

ΔT — разница начальной и конечной температур.

Рис. 1. Стержневая система

Таблица 1. Температурные напряжения

	20	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
	0	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
сталь углеродистая	0	97,60	146,40	195,20	260,00	312,00	364,00	416,00	468,00	540,00	594,00	648,00
сталь хромистая	0	89,60	134,40	179,20	236,00	283,20	330,40	377,60	424,80	496,00	545,60	595,20
чугун	0	53,28	79,92	106,56	139,20	167,04	194,88	222,72	250,56	292,80	322,08	351,36
Алюминий чистый	0	66,92	100,38	133,84	170,10	204,12	238,14	272,16	306,18	354,20	389,62	425,04

	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
сталь углеродистая	702,00	756,00	834,00	889,60	945,20	1000,80	1056,40	1144,00	1201,20	1258,40	1315,60	1372,80
сталь хромистая	644,80	694,40	780,00	832,00	884,00	936,00	988,00	1088,00	1142,40	1196,80	1251,20	1305,60
чугун	380,64	409,92	457,20	487,68	518,16	548,64	579,12	633,60	665,28	696,96	728,64	760,32
Алюминий чистый	460,46	495,88	556,50	593,60	630,70	667,80	704,90	-	-	-	-	-

	20-100	20-200	20-300	20-400	20-500
сталь углеродистая	12,2	13	13,5	13,9	14,3
сталь хромистая	11,2	11,8	12,4	13	13,6
чугун	11,1	11,6	12,2	12,7	13,2
Алюминий чистый	23,9	24,3	25,3	26,5	-

Таблица 2. Линейного расширения стержня

	20	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260
	0	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
сталь углеродистая	0	0,488	0,732	0,976	1,300	1,560	1,820	2,080	2,340	2,700	2,970	3,240
сталь хромистая	0	0,448	0,672	0,896	1,180	1,416	1,652	1,888	2,124	2,480	2,728	2,976
чугун	0	0,444	0,666	0,888	1,160	1,392	1,624	1,856	2,088	2,440	2,684	2,928
Алюминий чистый	0	0,956	1,434	1,912	2,430	2,916	3,402	3,888	4,374	5,060	5,566	6,072

	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
сталь углеродистая	3,510	3,780	4,170	4,448	4,726	5,004	5,282	5,720	6,006	6,292	6,578	6,864
сталь хромистая	3,224	3,472	3,900	4,160	4,420	4,680	4,940	5,440	5,712	5,984	6,256	6,528
чугун	3,172	3,416	3,810	4,064	4,318	4,572	4,826	5,280	5,544	5,808	6,072	6,336
Алюминий чистый	6,578	7,084	7,950	8,480	9,010	9,540	10,070	-	-	-	-	-

	20-100	20-200	20-300	20-400	20-500
сталь углеродистая	12,2	13	13,5	13,9	14,3
сталь хромистая	11,2	11,8	12,4	13	13,6
чугун	11,1	11,6	12,2	12,7	13,2
Алюминий чистый	23,9	24,3	25,3	26,5	-

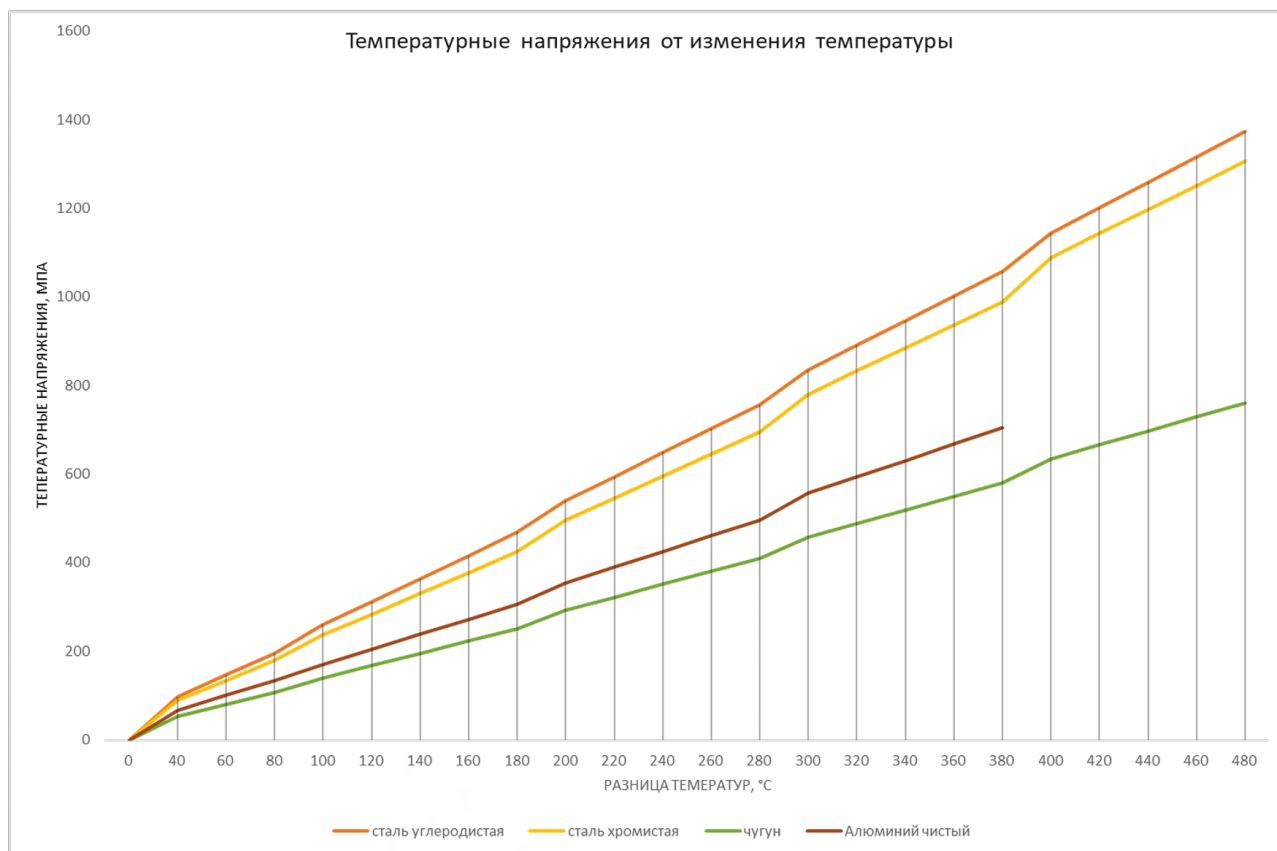


Рис. 2. График температурных напряжений от разности температур

Выводы. Анализ графических зависимостей показывает, что материалом для изготовления стержня АВ, обладающим наименьшими нормальными напряжениями и наименьшим абсолютным удлинением, является чугун.

Ключевые слова: коэффициент линейного температурного расширения; температурные деформации.

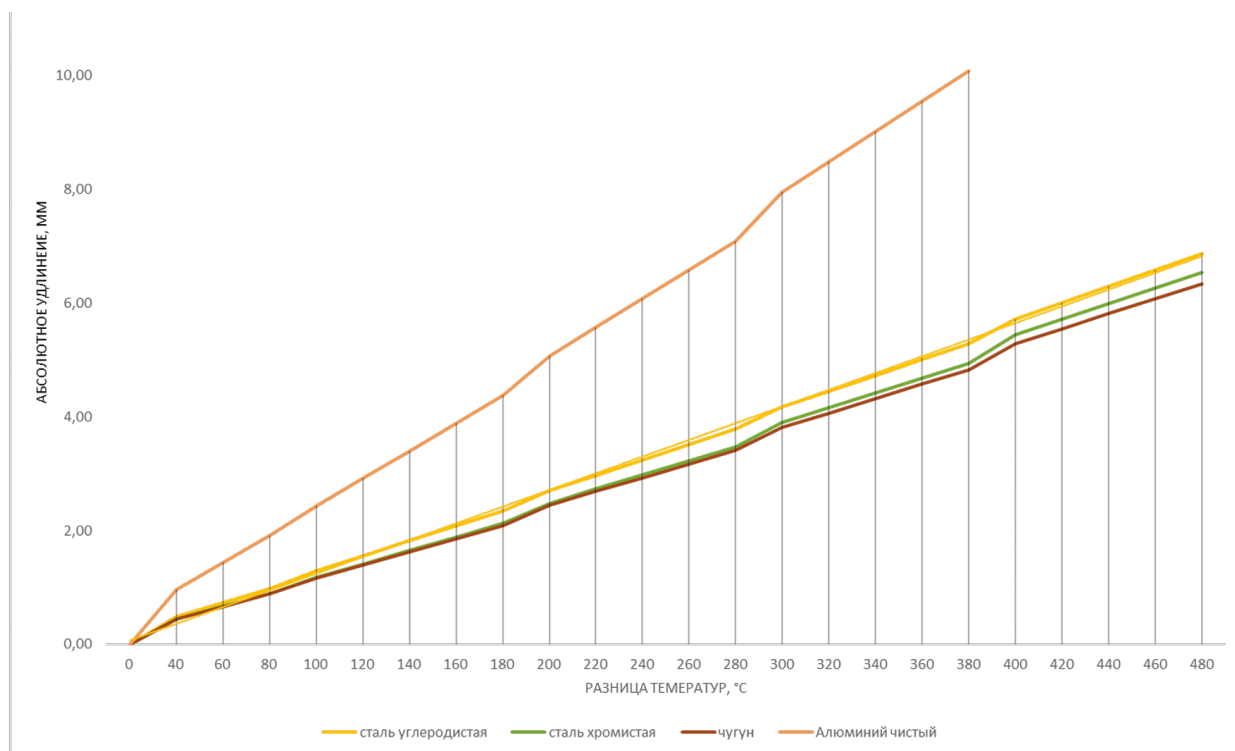


Рис. 3. Абсолютные удлинения от разниц температур

Сведения об авторах:

Александр Александрович Логинов — студент, группа 21фпгс-108, факультет промышленного и гражданского строительства; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: loginus130703@mail.ru

Мария Александровна Кальмова — научный руководитель, старший преподаватель; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: kalmova@inbox.ru