ЦНИИпроектстальконструкция
Госстроя СССР

Руководство

по проектированию заводов металлоконструкций Методика расчета и нормы трудоемкости изготовления металлоконструкций промышленных зданий

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
ЦНИИПРОЕТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ
ГОССТРОЯ СССР

Руководство

по проектированию заводов металлоконструкций Методика расчета и нормы трудоемкости изготовления металлоконструкций промышленных зданий

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1985

УДК 725.42:621.7+721.021:658.531

Рекомендовано к изданию решением научно-технического совета ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР.

Руководство по проектированию заводов металлоконструкций. Методика расчета и нормы трудоемкости изготовления металлоконструкций промышленных зданий/ ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1985. — 56 с.

Изложены способы определения трудоемкости изготовления металлических конструкций промышленных зданий на разных стадиях проектирования с учетом серийности и изменения конструктивной формы, приведены нормативы трудовых затрат.

Для инженерно-технических работников проектных организаций и заводов строительных металлических конструкций.

Табл. 53, ил. 19.

Разработано в отделе технологии изготовления и заводов металлоконструкций ЦНИИпроектстальконструкции канд. техн. наук В.В. Волковым, инженерами В.М. Поповым, И.И. Денисенко, В.И. Ломбертом.

Предложения и замечания просим направлять в адрес института: 117393, Москва, Новые Черемушки, квартал 28, корпус 2.

Р $\frac{3202000000-718}{047(01)-85}$ Инструкт.-нормат., II вып. — 60--84

© Стройиздат, 1985

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Трудоемкость изготовления – основной критерий оценки технологического процесса, подготовки производства, показатель уровня технологичности конструкций.

Определение трудоемкости по единой методике на различных этапах проектирования заводов металлоконструкций даст возможность проектировщику оценить создаваемую конструкцию с точки зрения ее рациональности в изготовлении. Сопоставление предварительно найденных значений трудоемкости с фактическими затратами труда на производство конструкций позволит выявить резервы роста производительности труда.

Точное планирование, правильный учет и детальный анализ трудовых затрат можно осуществить только при наличии обоснованных нормативов трудоемкости изготовления металлоконструкций.

1.2. В настоящем Руководстве изложен метод определения трудоемкости изготовления основных элементов металлических конструкций промышленных зданий (стропильных ферм, колонн, подкрановых балок, стоек фахверка, опорных стоек, ригелей, растяжек, распорок, связей, прогонов, тормозных ферм, лестниц и др.) на разных стадиях процесса проектирования и изготовления с учетом серийности и изменения конструктивной формы в зависимости от наличия исходных данных о конструкции, а также приведены нормативы трудовых затрат на основных операциях производственного процесса.

1.3. Методика определения трудоемкости и нормативы установлены для элементов строительных конструкций (отправочные марки) обычного исполнения и предусматривают передовой уровень технологии и организации производства, достигнутый на заводах металлических конструкций Минмонтажспецстроя СССР для индивидуального и мелкосерийного производства.

1.4. Руководство содержит методику определения общей трудоемкости изготовления конструкций в абсолютных и удельных величинах.

1.5. Общая трудоемкость изготовления конструкций определяется как суммарная трудоемкость изготовления деталей, сборки, сварки, окраски узлов и элементов конструкций (отправочных марок).

Общая трудоемкость изготовления условно разделяется на трудоемкость основных и вспомогательных технологических операций. Последние в Руководстве не рассматриваются.

1.6. В Руководстве дана также методика определения суммарных затрат труда раздельно по заготовительным, сборочным, сварочным и окрасочным работам.

1.7. Руководство найдет применение: при разработке проектов заводов металлоконструкций – определении годовой программы трудозатрат и численности рабочих; при организации технологического процесса, нормировании и планировании на заводах металлоконструкций.

1.8. Базой для создания научно обоснованной методики определения трудоемкости и нормативов трудозатрат явились результаты научных исследований, проведенных в ЦНИИпроектстальконструкции, и непосредственного изучения процессов производства и нормативов трудоемкости изготовления основных элементов металлоконструкций промышленных зданий (всего около 2500 элементов конструкций) на 16 основных заводах Минмонтажспецстроя СССР и Минмонтажспецстроя УССР.

В основу настоящего Руководства положено "Временное руководство по проектированию заводов металлоконструкций. Методика и нормы трудоемкости изготовления металлоконструкций промзданий" (М., 1980), дополненное и переработанное с учетом полученных замечаний.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Все элементы конструкций промышленных зданий условно разбиваются по принципу технологического подобия на три группы:

1) сплошные конструкции, характеризующиеся наличием сварных швов большой протяженности, незначительным числом собираемых деталей, полученных, как правило, из длинномерного листового проката. К ним относятся колонны сплошные, подкрановые балки, стойки фахверка, опорные стойки, ригели, растяжки, распорки, связи простые, прогоны сплошные;

2) сквозные (решетчатые) конструкции, характеризующиеся наличием большого числа коротких сварных швов, большим числом мелких деталей, наличием профилей. К ним относятся стропильные, подстропильные фермы, тормозные фермы, связи решетчатые, прогоны решетчатые, лестницы;

3) комбинированные конструкции – с наличием признаков как первой, так и второй группы. К ним относятся двух- и четырехветвевые колонны и другие пространственные технологически подобные конструкции.

2.2. Сплошные, сквозные и комбинированные конструкции пронормированы для массы 0,2–20 т, для числа деталей 1–200 шт., длины сварных швов 0,1–200 м при серийности 1, 5, 15, 50 шт.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАВОДАХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

3.1. Трудоемкость вычисляется по следующим основным операциям.

Операции заготовительных работ: 1) правка деталей на вальцах, прессах, углоправильных вальцах, кулачковом прессе; 2) изготовление шаблона; 3) наметка и разметка контура, отверстий, вырезов; 4) резка деталей газовая ручная, полуавтоматическая, автоматическая; 5) резка листа толщиной до 20 мм на гильотинных ножницах, более 20 мм на газорежущих машинах, профиля на пресс-ножницах и на отрезном станке; 6) зачистка; 7) строжка на станках кромкострогальных, продольно-строгальных, поперечно-строгальных; 8) фрезеровка на станках торцефрезерных, продольно-фрезерных; снятие усилений шва фрезерным трактором; 9) образование единичных отверстий в изделиях толщиной до 20 мм штамповкой (при необходимости сверлением), группы отверстий штамповкой, более 20 мм сверлением по разметке или кондуктору; 10) гибка на листогибочном прессе, на трехвалковых и четырехвалковых вальцах.

Операции сборочных работ: разметка, сборка узлов и самих элементов, которые в зависимости от серийности выполняют по разметке, копиру или кондуктору. Прихватку производят короткими сварочными швами.

Сварочные работы в зависимости от технических условий и конструктивных особенностей изделия включают: сварку автоматами под слоем флюса, полуавтоматами под слоем флюса и в среде углекислого газа, очистку.

Окрасочные работы включают: очистку от механической пыли, обезжиривание поверхности изделия, сушку поверхности путем обдувки сжатым воздухом, грунтование и окраску поверхности изделия.

Материал конструкций – углеродистые и низколегированные стали.

3.2. Нормативами охвачена технологическая трудоемкость нормируемых операций основного производства. В технологическую трудоемкость включены затраты труда основных рабочих на заготовительных, сборочно-сварочных и окрасочных работах.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

4.1. Изучение существующих закономерностей взаимосвязи процесса проектирования и изготовления строительных металлоконструкций позволило, применяя регрессионный анализ, получить ряд эмпирических зависимостей для определения трудоемкости изготовления при проектировании конструкций, когда технологические процессы на изготовление еще не составлены и не пронормированы.

Предлагаемые зависимости, как и нормативы, позволяют определить трудоемкость элементов конструкций отправочных марок с допустимой погрешностью (до 15 %).

4.2. Необходимым условием использования полученных зависимостей является описание конструкции с помощью параметров, характеризующих ее в процессе производства. В качестве параметров приняты: масса конструкции m, кг; длина сварных швов, приведенных к катету 6 мм, $\ell_{св}$, м; число деталей в конструкции n, шт.; число одновременно изготавливаемых элементов конструкции S, шт.

4.3. Указанные параметры могут быть получены в зависимости от стадии проектирования из технических заданий на проектирование, рабочих чертежей и т.д. Для приведения сварных швов к катету 6 мм в табл. 1 представлены переводные коэффициенты в соответствии с ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79 и ГОСТ 14771–76 с изм.

Таблица 1. Переводные коэффициенты для всех видов сварных швов, приведенных к угловому шву катетом 6 мм

I. Швы угловых соединений

Вид сварки	Катет шва, мм									
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Ручная	0,42	0,74	1	1,95	2,5	3,5	4,65	6,11	7,47	9,11
Полуавтоматическая в CO_2	0,42	0,74	1	1,95	2,5	3,5	4,65	6,11	7,47	9,11
Автоматическая под флюсом	0,33	0,52	0,75	1,32	2,07	2,98	4,05	6,37	–	–

II. Швы стыковых соединений
а) без разделки кромок двусторонние

Вид сварки	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
Ручная (электродуговая)	0,85	0,9	1,07	1,16	1,33	1,48	–	–	–	–
Полуавтоматическая в CO_2	0,45	0,87	0,99	1,65	1,737	2,237	2,579	–	–	–
Автоматическая под флюсом	–	–	1,65	1,69	2,23	2,56	3,1	3,47	3,88	4,29

Продолжение табл. 1

Вид сварки	Катет шва, мм									
	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40
Ручная (электродуговая)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полуавтоматическая в CO_2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Автоматическая под флюсом	5,21	5,68	6,58	7,95	9,89	10,42	12,63	13,16	18,42	19,736

б) с χ-образной разделкой

Вид сварки	Катет шва, мм								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Ручная (электродуговая)	–	4	4,55	5,58	6,37	7,74	8,68	9,89	11
Полуавтоматическая в CO_2	1,68	2,05	2,53	3,34	4,26	4,71	5,63	7	7,95
Автоматическая под флюсом	–	–	–	–	–	–	5,26	10,47	12,26

Вид сварки	Катет шва, мм								
	28	30	32	36	40	45	50	55	60
Ручная (электродуговая)	12,42	13,68	15,58	18,42	22,11	27,74	32,21	38,42	45,26
Полуавтоматическая в CO_2	8,89	10,16	11,26	13,16	16,63	21,05	24,74	29,47	34,47
Автоматическая под флюсом	14,21	16,32	19,32	20,68	23,68	28,68	33,53	40,26	45,47

в) с V -образной разделкой кромок

Вид сварки	Катет шва, мм								
	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Ручная	2,47	3,58	4,68	6,21	7,58	9	11,58	14,05	15,15
Полуавтоматическая в CO_2	1,71	2,22	3,11	4,21	5,37	6,47	8	9,84	11,58
Автоматическая под флюсом	–	–	4,93	5,71	6,91	8,02	9,53	11,5	13,1

Вид сварки	Катет шва, мм							
	26	28	30	32	36	40	45	50
Ручная	16,84	19,16	21,84	24,47	30,21	36,58	44,74	56,32
Полуавтоматическая в CO_2	13,26	15,79	18,16	19,84	–	–	–	–
Автоматическая под флюсом	–	–	–	–	–	–	–	–

4.4. Общая трудоемкость проектируемой конструкции T определяется по удельной трудоемкости t . Для этого необходимо знать чистую массу изделия и величину удельной трудоемкости однотипной конструкции

$$T = mt/1000, \qquad (1)$$

где m – чистая масса изделия, кг; t – удельная трудоемкость однотипной конструкции, чел.-ч/т.

Удельная трудоемкость определяется несколькими способами в зависимости от числа известных параметров.

Определение удельной трудоемкости изготовления при известных параметрах: массе, длине сварных швов и числе деталей

4.5. Если известны масса конструкции, длина сварных швов и число деталей, удельная трудоемкость изготовления определяется по формуле

$$t = a m^{b_1} \ell_{св}^{b_2} n^{b_3}. \qquad (2)$$

Значения коэффициента a и показателей степеней b_1, b_2, b_3 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Элементы конструкции	α	β_1	β_2	β_3
Сплошные конструкции:				
подкрановые балки	13,59	-0,119	0,061	0,013
тормозные балки	21,48	-0,174	0,004	0,009
ригели	126,49	-0,515	-0,031	0,043
растяжки	66,09	-0,363	0,014	-0,013
распорки	52,24	-0,312	0,002	-0,005
Сквозные конструкции:				
стропильные фермы	100,54	-0,478	0,237	0,056
тормозные фермы	528,01	-0,336	0,014	-0,683
связи решетчатые	202,46	-0,498	0,091	0,009
лестницы	72,53	-0,287	0,001	0,003
Комбинированные конструкции:				
колонны	48,5	-0,467	0,356	0,089

Таблица 3

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления,							
	30	40	50	60	70	80	90	100
30	7,66	7,79	7,90	7,98	8,06	8,13	8,18	8,24
40	7,69	7,82	7,93	8,02	8,09	8,16	8,21	8,27
50	7,71	7,84	7,95	8,04	8,11	8,18	8,24	8,29
60	7,73	7,86	7,97	8,06	8,13	8,20	8,26	8,31
70	7,74	7,88	7,99	8,08	8,15	8,22	8,28	8,33
80	7,76	7,89	8,00	8,09	8,17	8,23	8,29	8,34
90	7,77	7,91	8,01	8,10	8,18	8,24	8,30	8,36
100	7,78	7,92	8,02	8,11	8,19	8,26	8,32	8,37
110	7,79	7,93	8,04	8,12	8,20	8,27	8,33	8,38
120	7,80	7,94	8,04	8,13	8,21	8,28	8,34	8,39
130	7,81	7,94	8,05	8,14	8,22	8,29	8,34	8,40
140	7,82	7,95	8,06	8,15	8,23	8,29	8,35	8,41
150	7,82	7,96	8,07	8,16	8,23	8,30	8,36	8,41
160	7,83	7,97	8,08	8,16	8,24	8,31	8,37	8,42
170	7,84	7,97	8,08	8,17	8,25	8,31	8,37	8,43
180	7,84	7,98	8,09	8,18	8,25	8,32	8,38	8,43
190	7,85	7,99	8,09	8,18	8,26	8,33	8,39	8,44
200	7,85	7,99	8,10	8,19	8,27	8,33	8,39	8,45

Табли

Серийность, шт.	Коэффициенты трудоемкости изготовления подкрановых						
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0
1	1,21	1,11	1,06	1,02	1,00	0,92	0,87
5	1,16	1,07	1,02	0,98	0,96	0,88	0,84
15	1,13	1,04	0,99	0,96	0,93	0,86	0,82
50	1,10	1,01	0,96	0,93	0,91	0,83	0,80

4.6. По формуле (2) рассчитана удельная трудоемкость изготовления элементов конструкций промышленных зданий и представлена в виде нормативов в табл. 3–28.

4.7. При необходимости производить стыковку листового проката нужно пользоваться данными "Комплексных нормативов затрат труда на изготовление типопредставителей конструктивных элементов промышленных зданий. ВСН 393-78" (ММСС СССР, М., 1979). Нормативы затрат труда на стыковку 1 т элементов конструкции из листового проката, чел.-ч/т, по видам работ приведены ниже:

Слесарно-сборочные	0,08
Электросварочные	0,12
Фрезерование	0,02
Итого	0,22

Подкрановые балки

чел.-ч/т, m = 1 т, S = 1 шт. при длине сварных швов, м

110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
8,28	8,33	8,37	8,41	8,44	8,47	8,50	8,53	8,56	8,59
8,32	8,36	8,40	8,44	8,47	8,51	8,54	8,57	8,56	8,62
8,34	8,38	8,42	8,46	8,50	8,53	8,56	8,59	8,62	8,65
8,36	8,40	8,45	8,48	8,52	8,55	8,58	8,61	8,64	8,67
8,38	8,42	8,46	8,50	8,54	8,57	8,60	8,63	8,66	8,69
8,39	8,44	8,48	8,52	8,55	8,58	8,62	8,65	8,67	8,70
8,41	8,45	8,49	8,53	8,56	8,60	8,63	8,66	8,69	8,72
8,42	8,46	8,50	8,54	8,58	8,61	8,64	8,67	8,70	8,73
8,43	8,47	8,51	8,55	8,59	8,62	8,65	8,68	8,71	8,74
8,44	8,48	8,52	8,56	8,60	8,63	8,66	8,69	8,72	8,75
8,45	8,49	8,53	8,57	8,61	8,64	8,67	8,70	8,73	8,76
8,45	8,50	8,54	8,58	8,62	8,65	8,68	8,71	8,74	8,77
8,46	8,51	8,55	8,59	8,62	8,66	8,69	8,72	8,75	8,77
8,47	8,51	8,56	8,59	8,63	8,66	8,70	8,73	8,75	8,78
8,48	8,52	8,56	8,60	8,64	8,67	8,70	8,73	8,76	8,79
8,48	8,53	8,57	8,61	8,64	8,68	8,71	8,74	8,77	8,80
8,49	8,53	8,58	8,61	8,65	8,68	8,72	8,75	8,77	8,80
8,50	8,54	8,58	8,62	8,66	8,69	8,72	8,75	8,78	8,81

ца 4

балок при массе, тыс. кг

4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
0,84	0,82	0,80	0,79	0,78	0,76	0,75
0,81	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73
0,79	0,77	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71
0,77	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69

Таблица 5

Масса, кг	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине						
	11	12	13	14	15	16	17
500	7,47	7,48	7,48	7,48	7,48	7,48	7,49
600	7,24	7,24	7,24	7,25	7,25	7,25	7,25
700	7,05	7,05	7,05	7,05	7,06	7,06	7,06
800	6,89	6,89	6,89	6,89	6,89	6,90	6,90
900	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,76	6,76
1000	6,62	6,63	6,63	6,63	6,63	6,63	6,63
1100	6,51	6,52	6,52	6,52	6,52	6,52	6,53
1200	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,43	6,43
1300	6,33	6,33	6,33	6,33	6,34	6,34	6,34
1400	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,26	6,26
1500	6,17	6,17	6,18	6,18	6,18	6,18	6,18
1600	6,10	6,10	6,11	6,11	6,11	6,11	6,11

Таблица 6. Ригели

Масса, кг	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м						
	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0
70	14,70	14,67	14,63	14,60	14,57	14,56	14,54
80	13,73	13,69	13,65	13,63	13,60	13,59	13,57
90	12,92	12,88	12,84	12,82	12,80	12,79	12,77
100	12,23	12,20	12,16	12,14	12,12	12,11	12,09
110	11,64	11,61	11,58	11,56	11,54	11,53	11,51
120	11,14	11,11	11,07	11,06	11,03	11,02	11,01
130	10,68	10,65	10,62	10,61	10,58	10,58	10,56
140	10,28	10,28	10,21	10,21	10,21	10,14	10,14
150	9,93	9,87	9,88	9,85	9,83	9,82	9,80

Таблица 7

Число деталей, шт.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления ригелей	1	1,018	1,03	1,04	1,048	1,055	1,061	1,067	1,07

сварных швов, м

18	19	20	21	22	23	24	25
7,49	7,49	7,49	7,49	7,49	7,49	7,50	7,50
7,25	7,25	7,25	7,26	7,26	7,26	7,26	7,26
7,06	7,06	7,06	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07
6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,91	6,91	6,91
6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,77	6,77	6,77
6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64	6,64
6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53
6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,44	6,44
6,34	6,34	6,34	6,34	6,34	6,35	6,35	6,35
6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,26	6,27	6,27
6,18	6,18	6,19	6,19	6,19	6,19	6,19	6,19
6,11	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12

Таблица 8. **Растяжки**

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	19,04	19,22	19,33	19,41	19,47
2	18,80	18,98	19,09	19,17	19,23
3	18,66	18,85	18,95	19,03	19,09
4	18,57	18,75	18,86	18,93	18,99
5	18,49	18,67	18,78	18,86	18,92
6	18,43	18,61	18,72	18,79	18,85
7	18,38	18,56	18,67	18,74	18,80
8	18,34	18,52	18,62	18,70	18,76
9	18,30	18,48	18,58	18,66	18,72

Таблица 9

Масса, кг	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления растяжек	0,99	0,90	0,83	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,58

Таблица 10. **Распорки**

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	16,52	16,54	16,56	16,56	16,57	16,58	16,58	16,59	16,59	16,59	16,60
2	16,46	16,48	16,49	16,50	16,51	16,52	16,52	16,52	16,53	16,53	16,53
3	16,42	16,44	16,46	16,47	16,47	16,48	16,48	16,49	16,49	16,50	16,50
4	16,40	16,42	16,43	16,44	16,45	16,45	16,46	16,46	16,47	16,47	16,47
5	16,38	16,40	16,41	16,42	16,43	16,43	16,44	16,44	16,45	16,45	16,45
6	16,36	16,38	16,40	16,40	16,41	16,42	16,42	16,43	16,43	16,43	16,44
7	16,35	16,37	16,38	16,39	16,40	16,40	16,41	16,41	16,42	16,42	16,42
8	16,34	16,36	16,37	16,38	16,39	16,39	16,40	16,40	16,40	16,41	16,41
9	16,33	16,35	16,36	16,37	16,38	16,38	16,39	16,39	16,39	16,40	16,40
10	16,32	16,34	16,35	16,36	16,37	16,37	16,38	16,38	16,38	16,39	16,39
11	16,31	16,33	16,34	16,35	16,36	16,36	16,37	16,37	16,38	16,38	16,38
12	16,30	16,32	16,33	16,34	16,35	16,36	16,36	16,36	16,37	16,37	16,37
13	16,29	16,31	16,33	16,34	16,34	16,35	16,35	16,36	16,36	16,36	16,37
14	16,29	16,31	16,32	16,33	16,34	16,34	16,35	16,35	16,36	16,36	16,36

Таблица 11

Масса, кг	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления распорок	0,99	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,480	0,47	0,46	0,44	0,43

Таблица 12. Связи простые

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
6	22,50	18,38	16,33	15,02	14,07	13,34
7	20,95	17,11	15,21	13,98	13,10	12,42
8	19,69	16,09	14,29	13,14	12,32	11,68
9	18,65	15,23	13,54	12,45	11,66	11,06
10	17,76	14,51	12,89	11,85	11,11	10,53
11	16,99	13,88	12,33	11,34	10,63	10,08

Таблица 13

Масса, кг	40	80	120	160	200	240	280
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления связей	0,99	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,52

Продолжение табл. 13

Масса, кг	320	360	400	440	480	520	560
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления связей	0,50	0,48	0,46	0,45	0,43	0,43	0,41

Таблица 14. Прогоны сплошные

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	15,44	15,43	15,43	15,42	15,42
2	15,45	15,45	15,44	15,44	15,44
3	15,46	15,46	15,45	15,45	15,45
4	15,47	15,46	15,46	15,46	15,45
5	15,47	15,47	15,46	15,46	15,46
6	15,48	15,47	15,47	15,47	15,46

Продолжение табл. 14

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м				
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	15,42	15,42	15,42	15,42	15,42
2	15,44	15,44	15,44	15,43	15,43
3	15,45	15,45	15,44	15,44	15,44
4	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
5	15,46	15,46	15,46	15,45	15,45
6	15,46	15,46	15,46	15,46	15,46

Таблица 15

Масса, кг	50	55	60	65	70	75
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления прогонов сплошных	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,87

Продолжение табл. 15

Масса, кг	80	85	90	95	100
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления прогонов сплошных	0,85	0,83	0,81	0,80	0,78

Таблица 16. Стойки фахверка

Длина сварных швов, м	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при массе, тыс. кг						
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20–50	15,82	14,97	14,33	13,83	13,42	13,08	12,58

Продолжение табл. 16

Длина сварных швов, м	Удельная трудоемкость изготовления, чел.ч/т, при массе, тыс. кг						
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
20–50	12,53	12,3	12,09	11,91	11,74	11,58	11,44

Таблица 17. Опорные стойки

Длина сварных швов, м	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при массе, тыс. кг				
	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
10–40	*8,65*	*7,91*	*7,36*	6,92	6,56

Таблица 18. Фермы стропильные (отправочные марки)

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, m = 1 т, S = 1 шт., при длине сварных швов, м								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
30	10,02	10,73	11,31	11,81	12,25	12,64	13,00	13,32	13,63
40	10,18	10,90	11,49	12,00	12,44	12,84	13,21	13,54	13,85
50	10,31	11,04	11,64	12,15	12,60	13,01	13,37	13,71	14,02
60	10,42	11,15	11,76	12,27	12,73	13,14	13,51	13,85	14,17
70	10,51	11,25	11,86	12,38	12,84	13,25	13,63	13,97	14,29
80	10,59	11,33	11,95	12,47	12,94	13,35	13,73	14,08	14,40
90	10,66	11,41	12,03	12,56	13,02	13,44	13,82	14,17	14,49
100	10,72	11,47	12,10	12,63	13,10	13,52	13,90	14,25	14,58
110	10,78	11,54	12,16	12,70	13,17	13,59	13,98	14,33	14,66
120	10,83	11,59	12,22	12,76	13,23	13,66	14,05	14,40	14,73
130	10,88	11,64	12,28	12,82	13,29	13,72	14,11	14,47	14,80
140	10,92	11,69	12,33	12,87	13,35	13,78	14,17	14,53	14,86
150	10,96	11,74	12,37	12,92	13,40	13,83	14,22	14,58	14,91
160	11,00	11,78	12,42	12,97	13,45	13,88	14,27	14,63	14,97
170	11,04	11,82	12,46	13,01	13,50	13,93	14,32	14,68	15,02
180	11,08	11,86	12,50	13,05	13,54	13,97	14,37	14,73	15,07
190	11,11	11,89	12,54	13,09	13,58	14,02	14,41	14,78	15,11
200	11,14	11,93	12,58	13,13	13,62	14,06	14,45	14,82	15,16

Продолжение табл. 18

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел-ч/т, m=1 т, S=1 шт., при длине сварных швов, м								
	120	130	140	150	160	170	180	190	200
30	13,91	14,18	14,43	14,67	14,89	15,11	15,31	15,51	15,70
40	14,14	14,41	14,66	14,91	15,13	15,35	15,56	15,76	15,96
50	14,32	14,59	14,85	15,09	15,33	15,55	15,76	15,96	16,16
60	14,46	14,74	15,00	15,25	15,48	15,71	15,92	16,13	16,32
70	14,59	14,87	15,13	15,38	15.62	15,84	16,06	16,27	16,46
80	14,70	14,98	15,24	15,50	15,77	15,96	16,18	16,39	16,59
90	14,80	15,08	15,35	15,60	15,84	16,07	16,29	16,50	16,70
100	14,88	15,17	15,44	15,69	15,93	16,16	16,38	16,59	16,80
110	14,96	15,25	15,52	15,77	16,02	16,25	16,47	16,68	16,89
120	15,04	15,32	15,59	15,85	16,10	16,33	16,55	16,76	16,97
130	15,10	15,39	15,67	15,92	16,17	16,40	16,63	16,84	17,05
140	15,17	15,46	15,73	15,99	16,24	16,47	16,69	16,91	17,12
150	15,23	15,52	15,79	16,05	16.30	16,53	16,76	16,98	17,18
160	15,28	15,57	15,85	16,11	16,36	16,59	16,82	17,04	17,25
170	15,33	15,63	15,90	16,16	16,41	16,65	16,88	17,09	17,30
180	15,38	15,68	15,95	16,22	16,47	16,70	16,93	17,15	17,36
190	15,43	15,72	16,00	16,27	16,52	16,75	16,98	17,20	17,41
200	15,47	15,77	16,05	16,31	16,56	16,80	17,03	17,25	17,46

Таблица 19

Серийность, шт.	Коэффициенты трудоемкости изготовления стропильных ферм при массе, тыс. кг						
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0
1	2,15	1,54	1,27	1,11	1,00	0,71	0,59
5	2,06	1,48	1,21	1,06	0,95	0,68	0,56
15	1,99	1,43	1,18	1,03	0,92	0,66	0,54
50	1,93	1,38	1,14	0,99	0,89	0,64	0,52

Продолжение табл. 19

Серийность, шт.	Коэффициенты трудоемкости изготовления стропильных ферм при массе, тыс. кг						
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1	0,51	0,46	0,42	0,39	0,37	0,34	0,33
5	0,49	0,44	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31
15	0,47	0,42	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30
50	0,46	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29

Таблица 20. Тормозные фермы

Масса, кг	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м						
	20	25	30	35	40	45	50
400	4,12	4,13	4,14	4,15	4,16	4,17	4,17
500	3,54	3,55	3,56	3,56	3,57	3,58	3,58
600	3,12	3,13	3,14	3,15	3,15	3,16	3,16
700	2,81	2,82	2,83	2,83	2,84	2,84	2,85
800	2,56	2,57	2,58	2,59	2,59	2,59	2,60
900	2,37	2,37	2,38	2,39	2,39	2,39	2,40
1000	2,20	2,21	2,21	2,22	2,22	2,23	2,23
1100	2,06	2,07	2,07	2,08	2,08	2,09	2,09
1200	1,94	1,95	1,95	1,96	1,96	1,97	1,97

Примечание. Число деталей в изделии 11 шт.

Таблица 21

Число деталей, шт.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления тормозных ферм	1,16	1,12	1,09	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,83

Таблица 22. **Связи решетчатые**

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при длине сварных швов, м								
	7	9	11	13	15	17	19	21	23
15	17,68	18,09	18,42	18,70	18,95	19,17	19,36	19,54	19,70
20	17,72	18,13	18,47	18,75	19,00	19,21	19,41	19,59	19,75
25	17,76	18,17	18,50	18,79	19,03	19,25	19,45	19,62	19,79
30	17,79	18,20	18,53	18,82	19,06	19,28	19,48	19,66	19,82
35	17,83	18,24	18,58	18,86	19,11	19,33	19,53	19,70	19,87
40	17,84	18,25	18,59	18,87	19,12	19,34	19,54	19,72	19,88
45	17,85	18,26	18,60	18,88	19,13	19,35	19,55	19,73	19,89
50	17,86	18,28	18,61	18,90	19,15	19,37	19,56	19,74	19,91
55	17,88	18,29	18,63	18,92	19,16	19,38	19,58	19,76	19,92
60	17,89	18,31	18,64	18,93	19,18	19,40	19,60	19,77	19,94

Таблица 23

Масса, кг	200	250	300	350	400	450	500
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления связей решетчатых	0,99	0,89	0,81	0,75	0,70	0,66	0,63

Продолжение табл. 23

Масса, кг	550	600	650	700	750	800	850
Коэффициент к удельной трудоемкости изготовления связей решетчатых	0,60	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48

Таблица 24. **Прогоны решетчатые**

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при массе, кг							
	300	350	400	450	500	550	600	650
16	15,01	13,96	13,21	12,61	12,01	11,56	11,11	10,66
18–20	15,00	13,95	13,20	12,60	12,00	11,55	11,10	10,65
22–24	14,99	13,94	13,19	12,59	11,99	11,54	11,09	10,64
26 и более	14,98	13,93	13,18	12,58	11,98	11,53	11,08	10,63

Таблица 25. **Лестницы**

Длина сварных швов, м	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при массе, тыс. кг					
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
7–14	11,7	11,19	10,77	10,41	10,1	9,83

Продолжение табл. 25

Длина сварных швов, м	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, при массе, тыс. кг					
	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
7–14	9,59	9,37	9,17	8,99	8,83	8,68

Таблица 26. Колонны (отправочные марки)

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, m = 1 т, S = 1 шт., при длине сварных швов, м							
	50	100	150	200	250	300	350	400
10,0	9,53	12,21	14,11	15,64	16,94	18,07	19,10	20,03
20,0	10,13	12,98	15,00	16,62	18,00	19,21	20,30	21,29
30,0	10,50	13,45	15,55	17,23	18,66	19,91	21,04	22,06
40,0	10,77	13,80	15,94	17,67	19,13	20,42	21,58	22,63
50,0	10,98	14,07	16,26	18,02	19,51	20.83	22,00	23,08
60,0	11,16	14,30	16,52	18,31	19,83	21,16	22,36	23,45
70,0	11,31	14,49	16,75	18,56	20,10	21,45	22,66	23,77
80,0	11,45	14,66	16,95	18,78	20,34	21,70	22,93	24,05
90,0	11,57	14,82	17,12	18,98	20,55	21,93	23,17	24,30
100,0	11,68	14,95	17,28	19,15	20,74	22,13	23,39	24,53
110,0	11,77	15,08	17,43	19,31	20,91	22,32	23,58	24,74
120,0	11,86	15,20	17,56	19,46	21,08	22,49	23,77	24,93
130,0	11,95	15,30	17,69	17,60	21,22	22,65	23,93	25,10
140,0	12,03	15,40	17,80	19,73	21,36	22,80	24,09	25,27
150,0	12,10	15,50	17,91	19,85	21,49	22,94	24,24	25,42
160,0	12,17	15,59	18,01	19,96	21,62	23,07	24,37	25,56
170,0	12,23	15,67	18,11	20,07	12,73	23,19	24,51	25,70
180,0	12,30	15,75	18,20	20,17	21,84	23,31	24,63	25,83
190,0	12,35	15,82	18,29	20,26	21,95	23,42	24,75	25,95
200,0	12,41	15,89	18,37	20,36	22,04	23,53	24,86	26,07

Продолжение табл. 26

Число деталей, шт.	Удельная трудоемкость изготовления, чел.-ч/т, m=1 т, S =1 шт., при длине сварных швов, м							
	450	500	550	600	650	700	750	800
10,0	20,89	21,69	22,44	23,15	23,82	24,46	25,07	25,65
20,0	22,20	23,06	23,85	24,61	25,32	26,00	26,65	27,27
30,0	23,01	23,89	24,72	25,50	26,24	26,94	27,61	28,26
40,0	23,60	24,51	25,35	26,15	26,91	27,63	28,32	28,98
50,0	24,07	24,99	25,86	26,67	27,45	28,18	28,88	29,56
60,0	24,46	25,40	26,27	27,10	27,89	28,64	29,35	30,03
70,0	24,79	25,74	26,63	27,47	28,27	29,03	29,75	30,45
80,0	25,09	26,05	26,95	27,80	28,60	29,37	30,10	30,80
90,0	25,35	26,32	27,23	28,09	28,90	29,68	30,42	31,13
100,0	25,58	26,56	27,48	28,35	29,17	29,95	30,70	31,42
110,0	25,80	26,79	27,71	28,59	29,42	30,21	30,96	31,68
120,0	26,00	26,99	27,93	28,81	29,64	30,44	31,20	31,92
130	26,18	27,18	28,12	29,01	29,85	30,65	31,42	32,15
140,0	26,35	27,36	28,31	29,20	30,05	30,85	31,62	32,36
150,0	26,51	27,53	28,48	29,38	30,23	31,04	31,82	32,56
160,0	26,66	27,68	28,64	29,55	30,40	31,22	32,00	32,74
170,0	26,81	27,83	28,80	29,70	30,57	31,39	32,17	32,92
180,0	26,94	27,97	28,94	29,85	30,72	31,54	32,33	33,08
190,0	27,07	28,11	29,08	30,00	30,87	31,69	32,48	33,24
200,0	27,19	28,23	29,21	30,13	31,01	31,84	32,63	33,39

Табли

Серийность, шт.	Коэффициенты трудоемкости изготовления								
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
1,0	2,12	1,53	1,27	1,11	1,00	0,72	0,60	0,52	0,47
5,0	1,97	1,42	1,18	1,03	0,93	0,67	0,56	0,49	0,44
15,0	1,87	1,35	1,12	0,98	0,88	0,64	0,53	0,46	0,42
50,0	1,76	1,28	1,06	0,92	0,83	0,60	0,50	0,44	0,39

4.8. Для определения удельной трудоемкости изготовления конструкции по основным переделам технологического процесса, т.е. удельной трудоемкости заготовительных, сборочных, сварочных и окрасочных работ, предлагаются следующие формулы.

4.9. Удельная трудоемкость заготовительных работ и механической обработки деталей t_1 определяется по формуле

$$t_1 = a m^{b_1} s^{b_2} \qquad (3)$$

Значения a, b_1, b_2 приведены в табл. 28.

Таблица 28

Элементы конструкции	a	b_1	b_2
Стропильные фермы	19,23	–0,210	–0,025
Колонны	8,27	–0,086	–0,108
Подкрановые балки	4,07	–0,030	–0,002

4.10. По формуле (3) рассчитана удельная трудоемкость передела "Обработка" для стропильных ферм, колонн, подкрановых балок в зависимости от массы и серийности конструкций и представлена в виде нормативов в табл. 35, а также графически на рис. 1, 5, 9.

4.11. Удельная трудоемкость сборочных работ t_2 определяется по формуле

$$t_2 = a m^{b_1} n^{b_2} s^{b_3}. \qquad (4)$$

Значения a, b_1, b_2, b_3 приведены в табл. 29.

Таблица 29

Элементы конструкции	a	b_1	b_2	b_3
Стропильные фермы	9,2	–0,277	0,187	–0,032
Колонны	9,709	–0,326	0,254	–0,167
Подкрановые балки	4,74	–0,209	0,197	–0,061

4.12. По формуле (4) рассчитана удельная трудоемкость сборочных работ при изготовлении стропильных ферм, колонн, подкрановых балок в зависимости от массы, числа деталей и серийности и представлена в виде нормативов в табл. 36–39, а также графически на рис. 2, 6, 10.

ца 27

колонн при массе, тыс. кг

6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25
0,40	0,37	0,35	0,33	0,32	0,29	0,27	0,25	0,24	0,23
0,38	0,35	0,33	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22
0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21

4.13. Удельная трудоемкость сварочных работ $t_з$ определяется по формуле

$$t_з = a m^{b_1} l_{св}^{b_2}. \qquad (5)$$

Значения a, b_1, b_2 приведены в табл, 30.

Таблица 30

Элементы конструкции	a	b_1	b_2
Стропильные фермы	210,46	−0,723	0,262
Колонны	128,18	−0,942	0,758
Подкрановые балки	7,17	−0,350	0,302

4.14. По формуле (5) рассчитана удельная трудоемкость сварочных работ при изготовлении стропильных ферм, колонн, подкрановых балок в зависимости от массы конструкции и длины сварных швов и приведена в виде нормативов в табл. 40. Графически зависимость представлена на рис. 3, 7 и 11.

4.15. Удельная трудоемкость изготовления других конструкций по переделам технологического процесса приведена в табл. 31 в процентах общей удельной трудоемкости изготовления соответствующей конструкции.

Таблица 31

Элементы конструкции	Нормативы затрат труда, %		
	Обработка	Сборка	Сварка
Тормозные балки	43–49	31–17	21–29
Опорные стойки	36–44	27–15	32–37
Ригели	29–36	23–26	43–35
Связи простые, прогоны сплошные, растяжки, распорки	49–72	19–11	27–12
Стойки фахверка	25–34	46–37	24
Тормозные фермы	44	19	32
Связи и прогоны решетчатые	49–50	20–21	26–22
Лестницы	44	25	26

Примечания: 1. Нижние и верхние границы процентного диапазона затрат труда определяются в соответствии с массой конструкции.

2. Долю трудоемкости окрасочных работ получают, вычитая из общих затрат труда (100%) процент суммарных затрат на обработку, сборку и сварку.

4.16. Удельная трудоемкость окрасочных работ t_4 определяется по формуле

$$t_4 = a m^{b_1} n^{b_2}. \qquad (6)$$

Значения a, b_1, b_2 приведены в табл. 32. Графически зависимости представлены на рис. 4, 8 и 12.

Таблица 32

Элементы конструкции	a	b_1	b_2
Сплошные конструкции	3,58	–0,58	0,47
Решетчатые и комбинированные конструкции	8,41	–0,57	0,46

4.17. Нормативы на технологические операции отделочных работ (сверление монтажных отверстий, фрезерование конструкций, доведение конструкций до товарного вида и др.) приведены в табл. 33.

Таблица 33

Операция	Нормативы затрат труда, чел.-ч/т, для конструкций		
	сплошная	сквозная	комбинированная
Сверление монтажных отверстий	0,12	–	0,09
Фрезерование	0,13	–	0,1
Разные работы (обработка конструкций наждачными кругами, пневматическими зубилами, щетками, скребками и др.)	0,21	0,23	0,16

4.18. Удельная трудоемкость по различным операциям, входящим в окрасочные работы, может быть рассчитана с учетом коэффициентов, представленных в табл. 34.

Таблица 34

Операция	Доля трудоемкости отдельных операций в общей трудоемкости окрасочных работ, %, для конструкций	
	решетчатых	сплошных
Очистка	5,7	7,8
Обезжиривание	18,1	23,4
Сушка	5,6	7,8
Грунтовка	27,2	23,4
Окраска	43,4	37,6

4.19. По формуле (6) рассчитана удельная трудоемкость окрасочных работ при изготовлении сплошных, решетчатых и комбинированных конструкций и представлена в табл. 41 и 42.

4.20. Общая удельная трудоемкость представляет собой суммарную удельную трудоемкость по всем переделам технологического процесса

$$t = \sum_{i=1}^{4} t_i \qquad (7)$$

Таблица 35

Элемент конструкции	Серийность, шт.	Удельная трудоемкость заготовки деталей ферм, подкрановых балок, колонн при массе, тыс. кг					
		1	2	3	4	5	6
Ферма	1	4,52	3,91	3,59	3,38	3,23	3,10
Балка		3,31	3,24	3,20	3,17	3,15	3,14
Колонна		4,56	4,29	4,15	4,04	3,97	3,90
Ферма	5	4,34	3,75	3,45	3,24	3,10	2,98
Балка		3,30	3,23	3,19	3,17	3,14	3,13
Колонна		3,83	3,61	3,49	3,40	3,34	3,28
Ферма	15	4,22	3,65	3,35	3,15	3,01	2,90
Балка		3,29	3,23	3,19	3,16	3,14	3,12
Колонна		3,40	3,21	3,10	3,02	2,96	2,92
Ферма	50	4,09	3,54	3,25	3,06	2,92	2,81
Балка		3,29	3,22	3,18	3,15	3,13	3,11
Колонна		2,89	2,82	2,72	2,65	2,60	2,56

Таблица 36

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонн; S = 1 шт. при числе деталей в конструкции, шт.							
		30	40	50	60	70	80	90	100
Ферма	1	2,56	2,70	2,81	2,91	2,99	3,07	3,14	3,20
Балка		2,19	2,32	2,42	2,50	2,59	2,66	2,72	2,78
Колонна		2,42	2,61	2,76	2,89	3,00	3,11	3,20	3,29
Ферма	2	2,11	2,22	2,32	2,40	2,47	2,53	2,59	2,64
Балка		1,90	2,01	2,10	2,17	2,24	2,30	2,35	2,40
Колонна		1,93	2,08	2,20	2,31	2,40	2,48	2,56	2,62
Ферма	3	1,88	1,99	2,07	2,14	2,21	2,26	2,31	2,36
Балка		1,74	1,84	1,93	2,00	2,06	2,11	2,16	2,21
Колонна		1,69	1,82	1,93	2,02	2,10	2,17	2,24	2,30
Ферма	4	1,74	1,84	1,91	1,98	2,04	2,09	2,14	2,18
Балка		1,64	1,74	1,81	1,88	1,94	1,99	2,04	2,08
Колонна		1,54	1,66	1,76	1,84	1,91	1,98	2,04	2,09

Продолжение табл. 36

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонн; 1 шт. при числе деталей в конструкции							
		30	40	50	60	70	80	90	100
Ферма	5	1,64	1,73	1,80	1,86	1,92	1,96	2,01	2,05
Балка	5	1,57	1,66	1,73	1,79	1,85	1,90	1,94	1,98
Колонна	5	1,43	1,54	1,63	1,71	1,78	1,84	1,90	1,95
Ферма	6	1,55	1,64	1,71	1,77	1,82	1,87	1,91	1,95
Балка	6	1,51	1,60	1,67	1,73	1,78	1,83	1,87	1,91
Колонна	6	1,35	1,45	1,54	1,61	1,68	1,73	1,79	1,83

Продолжение табл. 36

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонн; S = 1 шт. при числе деталей в конструкции, шт.									
		110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Ферма	1	3,26	3,31	3,36	3,41	3,45	3,49	3,53	3,57	3,61	3,64
Балка	1	2,83	2,88	2,96	2,97	3,01	3,04	3,08	3,12	3,15	3,18
Колонна	1	3,37	3,45	3,52	3,58	3,65	3,71	3,76	3,82	3,87	3,92
Ферма	2	2,69	2,73	2,77	2,81	2,85	2,88	2,91	2,95	2,98	3,00
Балка	2	2,45	2,49	2,53	2,57	2,60	2,63	2,67	2,70	2,73	2,75
Колонна	2	2,69	2,75	2,81	2,86	2,91	2,96	3,00	3,05	3,09	3,13
Ферма	3	2,40	2,44	2,48	2,51	2,54	2,53	2,60	2,63	2,66	2,69
Балка	3	2,25	2,29	2,32	2,36	2,39	2,42	2,45	2,48	2,50	2,53
Колонна	3	2,36	2,41	2,46	2,50	2,55	2,59	2,63	2,67	2,71	2,74
Ферма	4	2,22	2,25	2,29	2,32	2,35	2,38	2,41	2,43	2,46	2,48
Балка	4	2,12	2,15	2,19	2,22	2,25	2,28	2,31	2,33	2,36	2,38
Колонна	4	2,14	2,19	2,24	2,28	2,32	2,36	2,40	2,43	2,46	2,50
Ферма	5	2,08	2,12	2,13	2,18	2,21	2,23	2,26	2,28	2,31	2,33
Балка	5	2,02	2,06	2,09	2,12	2,15	2,18	2,20	2,23	2,25	2,27
Колонна	5	1,99	2,04	2,08	2,12,	2,16	2,19	2,23	2,26	2,28	2,32
Ферма	6	1,98	2.01	2 04	2,07	2,10	2,13	2,15	2,17	2,19	2,22
Балка	6	1,98	1,98	2,01	2,04	2,07	2,09	2,12	2,14	2,17	2,19
Колонна	6	1,88	1,92	1,96	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,16	2,19

Таблица 37

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонн S = 5 шт. при числе деталей в конструкции, шт.								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ферма	1	2,43	2,56	2,67	2,76	2,84	2,92	2,98	3,04	3,10
Балка	1	1,99	2,10	2,20	2,28	2,35	2,41	2,46	2,52	2,56
Колонна	1	1,85	1,99	2,11	2,21	2,30	2,38	2,45	2,51	2,58

Продолжение табл. 37

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонн; S=5 шт. при числе деталей в конструкции								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ферма	2	2,00	2,11	2,20	2,28	2,35	2,41	2,46	2,51	2,55
Балка		1,72	1,82	1,90	1,97	2,03	2,08	2,13	2,18	2,22
Колонна		1,48	1,59	1,68	1,76	1,83	1,90	1,95	2,01	2,06
Ферма	3	1,79	1,89	1,97	2,04	2,10	2,15	2,20	2,24	2,28
Балка		1,58	1,68	1,73	1,81	1,86	1,92	1,96	2,00	2,04
Колонна		1,29	1,39	1,47	1,54	1,61	1,66	1,71	1,76	1,80
Ферма	4	1,65	1,74	1,82	1,88	1,94	1,99	2,03	2,07	2,11
Балка		1,49	1,57	1,64	1,70	1,76	1,80	1,85	1,88	1,92
Колонна		1,18	1,27	1,34	1,41	1,46	1,51	1,56	1,60	1,64
Ферма	5	1,55	1,63	1,71	1,77	1,82	1,87	1,91	1,95	1,98
Балка		1,42	1,50	1,57	1,63	1,68	1,72	1,76	1,80	1,83
Колонна		1,10	1,18	1,25	1,31	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52
Ферма	6	1,48	1,56	1,63	1,68	1,73	1,77	1,81	1,85	1,88
Балка		1,37	1,45	1,51	1,57	1,61	1,66	1,70	1,76	1,76
Колонна		1,03	1,11	1,18	1,23	1,28	1,32	1,37	1,40	1,44

Продолжение табл. 37

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых балок, колонна; S=5 шт. при числе деталей в конструкции, шт.								
		120	130	140	150	160	170	180	190	200
Ферма	1	3,15	3,19	3,24	3,28	3,32	3,36	3,39	3,43	3,46
Балка		2,61	2,65	2,69	2,73	2,76	2,79	2,82	2,86	2,88
Колонна		2,63	2,69	2,74	2,79	2,83	2,88	2,92	2,96	3,00
Ферма	2	2,60	2,63	2,67	2,71	2,74	2,77	2,80	2,83	2,95
Балка		2,26	2,29	2,33	2,36	2,39	2,42	2,44	2,47	2,50
Колонна		2,10	2,14	2,18	2,22	2,26	2,30	2,33	2,36	2,39
Ферма	3	2,32	2,35	2,39	2,42	2,45	2,48	2,50	2,53	2,55
Балка		2,07	2,11	2,14	2,17	2,20	2,22	2,25	2,27	2,29
Колонна		1,84	1,88	1,91	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10
Ферма	4	2,14	2,17	2,20	2,23	2,26	2,28	2,31	2,33	2,36
Балка		1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,09	2,12	2,14	2,16
Колонна		1,68	1,71	1,74	1,77	1,80	1,83	1,86	1,88	1,91
Ферма	5	2.01	2,04	2,07	2,10	2,12	2,15	2,17	2,19	2,21
Балка		1,86	1,90	1,92	1,95	1,98	2,00	2,02	2,04	2,06
Колонна		1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,70	1,73	1,75	1,77
Ферма	6	1,91	1,94	1,97	2,00	2,02	2,04	2,06	2,09	2,11
Балка		1,80	1,82	1,85	1,88	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98
Колонна		1,47	1,50	1,53	1,55	1,58	1,60	1,63	1,65	1,67

Табли

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ферма	1	2,35	2,47	2,58	2,67	2,75	2,82	2,88	2,94	2,99
Балка		1,86	1,97	2,09	2,13	2,19	2,25	2,31	2,35	2,40
Колонна		1,54	1,66	1,76	1,84	1,91	1,98	2,04	2,09	2,14
Ферма	2	1,83	2,04	2,13	2,20	2,27	2,32	2,38	2,42	2,47
Балка		1,61	1,70	1,78	1,84	1,90	1,95	2,00	2,04	2,08
Колонна		1,23	1,32	1,40	1,47	1,53	1,58	1,63	1,67	1,71
Ферма	3	1,73	1,82	1,90	1,97	2,03	2,08	2,12	2,16	2,20
Балка		1,48	1,56	1,63	1,69	1,75	1,80	1,83	1,87	1,91
Колонна		1,08	1,16	1,23	1,28	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50
Ферма	4	1,60	1,68	1,76	1,82	1,87	1,92	1,96	2,00	2,03
Балка		1,39	1,47	1,54	1,60	1,64	1,69	1,73	1,76	1,80
Колонна		0,98	1,05	1,12	1,17	1,22	1,26	1,30	1,33	1,36
Ферма	5	1,50	1,59	1,65	1,71	1,76	1,80	1,84	1,88	1,91
Балка		1,33	1,41	1,47	1,52	1,57	1,61	1,65	1,68	1,72
Колонна		0,91	0,98	1,04	1,09	1,13	1,17	1,21	1,24	1,27
Ферма	6	1,43	1,51	1,57	1,62	1,67	1,71	1,75	1,79	1,82
Балка		1,28	1,35	1,42	1,47	1,51	1,55	1,59	1,62	1,65
Колонна		0,86	0,92	0,98	1,03	1,07	1,10	1,14	1,17	1,20

Табли

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сборки ферм, подкрановых								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ферма	1	2,26	2,38	2,48	2,57	2,64	2,71	2,77	2,82	2,88
Балка		1,73	1,83	1,91	1,98	2,04	2,09	2,14	2,19	2,22
Колонна		1,26	1,36	1,44	1,50	1,56	1,62	1,67	1,71	1,75
Ферма	2	1,86	1,96	2,05	2,12	2,18	2,24	2,29	2,33	2,37
Балка		1,49	1,58	1,65	1,71	1,76	1,81	1,85	1,89	1,93
Колонна		1,01	1,08	1,15	1,19	1,25	1,29	1,33	1,37	1,39
Ферма	3	1,66	1,75	1,83	1,89	1,95	2,00	2,04	2,08	2,12
Балка		1,37	1,45	1,52	1,57	1,62	1,66	1,70	1,74	1,77
Колонна		0,88	0,95	1,00	1,05	1,09	1,13	1,16	1,20	1,23
Ферма	4	1,54	1,62	1,68	1,75	1,80	1,85	1,87	1,92	1,96
Балка		1,28	1,37	1,43	1,48	1,53	1,57	1,60	1,64	1,67
Колонна		0,80	0,86	0,91	0,96	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12
Ферма	5	1,44	1,52	1,59	1,64	1,69	1,73	1,77	1,81	1,84
Балка		1,23	1,31	1,36	1,41	1,46	1,50	1,53	1,56	1,59
Колонна		0,75	0,81	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99	1,01	1,04
Ферма	6	1,37	1,45	1,51	1,56	1,61	1,65	1,69	1,72	1,75
Балка		1,19	1,26	1,31	1,36	1,40	1,44	1,47	1,51	1,53
Колонна		0,70	0,76	0,80	0,84	0,87	0,90	0,93	0.95	0,98

ц а 38

балок, колонн; $S = 15$ шт. при числе деталей в конструкции, шт.

120	130	140	150	160	170	180	190	200
3,04	3,08	3,13	3,17	3,21	3,24	3,28	3,31	3,34
2,44	2,48	2,51	2,55	2,58	2,61	2,64	2,67	2,70
2,19	2,24	2,28	2,32	2,36	2,39	2,43	2,46	2,50
2,50	2,54	2,58	2,61	2,64	2,68	2,71	2,73	2,76
2,11	2,14	2,18	2,21	2,23	2,26	2,29	2,23	2,33
1,75	1,78	1,82	1,85	1,88	1,91	1,94	1,97	1,99
2,24	2,27	2,31	2,34	2,36	2,39	2,42	2,44	2,46
1,94	1,97	2,00	2,03	2,05	2,08	2,10	2,12	2,15
1,53	1,56	1,59	1,62	1,65	1,67	1,70	1,72	1,74
2,07	2,10	2,13	2,16	2,18	2,21	2,23	2,25	2,28
1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,00	2,02
1,40	1,42	1,45	1,48	1,50	1,52	1,55	1,57	1,59
1,94	1,97	2,00	2,03	2,05	2,07	2,10	2,12	2,14
1,75	1,77	1,80	1,82	1,85	1,87	1,89	1,91	1,93
1,30	1,32	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48
1,85	1,88	1,90	1,93	1,95	1,97	1,99	2,01	2,03
1,69	1,71	1,73	1,75	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86
1,22	1,25	1,27	1,29	1,32	1,34	1,35	1,37	1,39

ц а 39

балок, колонн; $S = 50$ шт. при числе деталей в конструкции, шт

120	130	140	150	160	170	180	190	200
2,92	2,97	3,01	3,05	3,09	3,12	3,15	3,19	3,22
2,27	2,30	2,34	2,37	2,40	2,43	2,46	2,48	2,51
1,79	1,83	1,86	1,90	1,93	1,96	1,99	2,01	2,04
2,41	2,45	2,48	2,52	2,55	2,57	2,60	2,63	2,65
1,96	1,99	2,02	2,04	2,07	2,10	2,13	2,15	2,17
1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,56	1,59	1,61	1,63
2,16	2,19	2,22	2,25	2,28	2,30	2,33	2,35	2,37
1,80	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,97	1,99
1,25	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43
1,99	2,02	2,05	2,08	2,10	2,12	2,15	2,17	2,19
1,70	1,73	1,75	1,77	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88
1,14	1,16	1,19	1,21	1,23	1,25	1,26	1,28	1,30
1,87	1,90	1,92	1,95	1,97	2,00	2,01	2,04	2,06
1,62	1,65	1,67	1,69	1,71	1,74	1,76	1,77	1,79
1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,19	1,21
1,78	1,81	1,83	1,85	1,88	1,90	1,91	1,93	1,96
1,56	1,58	1,61	1,63	1,66	1,68	1,69	1,71	1,73
1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14

Таблица 40

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сварки ферм, подкрановых								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ферма	1	3,47	3,74	3,97	4,16	4,33	4,49	4,63	4,76	4,88
Балка		1,78	1,94	2,08	2,20	2,31	2,40	2,48	2,56	2,64
Колонна		2,52	3,13	3,71	4,26	4,79	5,30	5,79	6,28	6,75
Ферма	2	2,10	2,27	2,41	2,52	2,63	2,72	2,80	2,88	2,96
Балка		1,40	1,53	1,63	1,73	1,81	1,88	1,95	2,01	2,07
Колонна		1,31	1,63	1,93	2,22	2,49	2,76	3,01	3,27	3,51
Ферма	3	1,57	1,69	1,79	1,88	1,96	2,03	2,09	2,15	2,20
Балка		1,21	1,33	1,42	1,50	1,57	1,63	1,69	1,75	1,80
Колонна		0,89	1,11	1,32	1,51	1,70	1,88	2,06	2,23	2,40
Ферма	4	1,27	1,37	1,46	1,53	1,59	1,65	1,70	1,75	1,79
Балка		1,10	1,20	1,28	1,36	1,42	1,48	1,53	1,58	1,63
Колонна		0,68	0,85	1,00	1,15	1,30	1,43	1,57	1,70	1,83
Ферма	5	1,08	1,17	1,24	1,30	1,35	1,40	1,44	1,49	1,52
Балка		1,02	1,11	1,19	1,25	1,31	1,37	1,42	1,46	1,50
Колонна		0,55	0,68	0,81	0,93	1,05	1,16	1,27	1,38	1,48
Ферма	6	0,95	1,02	1,09	1,14	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33
Балка		0,96	1,04	1,11	1,18	1,23	1,28	1,33	1,37	1,41
Колонна		0,47	0,58	0,69	0,79	0,88	0,98	1,07	1,16	1,25

Продолжение табл. 40

Элемент конструкции	Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость сварки ферм, подкрановых балок, колонн при длине сварных швов, м								
		120	130	140	150	160	170	180	190	200
Ферма	1	4,99	5,09	5,20	5,29	5,38	5,47	5,55	5,63	5,71
Балка		2,71	2,78	2,82	2,90	2,96	3,01	3,06	3,11	3,16
Колонна		7,21	7,66	8,10	8,53	8,96	9,38	9.80	10,21	10,62
Ферма	2	3,02	3,09	3,15	3,21	3,26	3,31	3,36	3,41	3,46
Балка		2,13	2,18	2,22	2,28	2,32	2,36	2,40	2,44	2,48
Колонна		3,75	3,98	4,21	4,44	4,66	4,88	5,10	5,31	5,52
Ферма	3	2,26	2,30	2,35	2,39	2,43	2,47	2,51	2,54	2,57
Балка		1,85	1,89	1,93	1,98	2,01	2,05	2,09	2,12	2,15
Колонна		2,56	2,72	2,88	3,03	3,18	3,33	3,48	3,63	3,77
Ферма	4	1,83	1,87	1,91	1,94	1,98	2,01	2,04	2,07	2,09
Балка		1,67	1,71	1,75	1,79	1,82	1,86	1,89	1,92	1,95
Колонна		1,95	2,07	2,19	2,31	2,43	2,54	2,65	2,76	2,87
Ферма	5	1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,73	1,76	1,78
Балка		1,54	1,58	1,61	65	.68	1,72	1,74	1,77	1,80
Колонна		1,58	1,68	1,78	,8	,97	2,06	2,15	2,24	2,33
Ферма	6	1,37	1,40	1,42	1,45	1,47	1,50	1,52	1,54	1,56
Балка		1,45	1,48	1,52	1,56	1,58	1,61	1,64	1,66	1,69
Колонна		1,33	1,41	1,50	1,58	1,66	1,73	1,81	1,89	1,96

Таблица 41

Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость окраски подкрановых балок среднего режима работы, колонн из листового и профильного металла, чел.-ч/т											
	2	4	7	10	15	21	30	50	80	120	175	250
0,5	0,11	0,15	0,21	0,26	0,30	0,35	0,42	0,54	0,67	0,80		
0,6	0,10	0,14	0,18	0,23	0,27	0,31	0,38	0,48	0,60	0,72		
0,7	0,10	0,12	0,17	0,21	0,26	0,30	0,34	0,44	0,55	0,67		
0,8	0,09	0,12	0,16	0,18	0,23	0,27	0,33	0,41	0,51	0,60	0,74	0,86
0,9	0,09	0,11	0,16	0,18	0,21	0,26	0,30	0,38	0,47	0,57	0,68	0,81
1,0	0,09	0,11	0,15	0,17	0,20	0,24	0,28	0,35	0,44	0,54	0,64	0,77
3,0	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,18	0,24	0,28	0,34	0,40
5,0							0,11	0,14	0,18	0,21	0,26	0,30
7,0							0,09	0,11	0,14	0,17	0,21	0,24
10,0							0,07	0,10	0,11	0,14	0,17	0,20
12,0							0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,18
14,0							0,05	0,07	0,10	0,11	0,14	0,17

Таблица 42

Масса, тыс. кг	Удельная трудоемкость окраски решетчатых и комбинированных конструкций											
	2	4	7	10	15	21	30	50	80	120	175	250
0,5	0,32	0,45	0,59	0,69	0,85	0,99	1,17	1,48	1,84	2,22		
0,6	0,29	0,40	0,53	0,63	0,76	0,90	1,05	1,33	1,65	2,01		
0,7	0,26	0,37	0,48	0,57	0,69	0,82	0,96	1,22	1,51	1,84		
0,8	0,24	0,34	0,45	0,53	0,65	0,76	0,90	1,13	1,40	1,70	2,02	2,39
0,9	0,23	0,30	0,42	0,49	0,60	0,71	0,83	1,05	1,30	1,59	1,90	2,24
1,0	0,22	0,31	0,40	0,46	0,57	0,66	0,79	0,99	1,23	1,50	1,77	2,10
3,0	0,11	0,15	0,20	0,25	0,29	0,36	0,42	0,52	0,65	0,79	0,94	1,11
5,0							0,31	0,39	0,48	0,59	0,71	0,83
7,0							0,25	0,32	0,40	0,49	0,59	0,68
10,0							0,20	0,26	0,32	0,40	0,48	0,56
12,0							0,19	0,23	0,29	0,35	0,43	0,51
14,0							0,17	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46

Определение удельной трудоемкости по основным операциям технологического процесса передела "Обработка"

4.21. Трудоемкость указанных конструкций (см. разд. 2) по отдельным операциям технологического процесса, значения которой представлены в табл. 43 и 44, рассчитана в процентном отношении от трудоемкости передела "Обработка".

Таблица 43

Операция	Нормативы затрат труда по технологическим операциям изготовления сплошных конструкций в процентах от трудоемкости передела "Обработка"					
	подкрановые балки	тормозные балки	опорные стойки	ригели	растяжки, распорки, связи простые, прогоны сплошные	стойки фахверка
Правка:						
на вальцах	10,0	17,4	14,2	6,3	6,1	1,2
на прессах	0,8	–	2,7	1,4	0,2	3,5
на углоправильных вальцах	0,4	0,2	0,1	0,2	8,1	2,7
на кулачковом прессе	6,4	6,1	8,2	7,3	9,4	11,6
Итого по правке	17,6	23,7	25,2	15,2	23,8	19,0
Изготовление шаблона	3,8	8,3	10,1	2,2	8,7	27,4
Наметка и разметка контура, отверстий вырезов	14,1	17,1	10,5	8,7	6,7	1,1
Резка деталей газовая:						
ручная	4,6	2,2	3,9	6,0	1,6	1,2
полуавтоматическая	0,4	–	3,6	0,3	–	–
автоматическая	4,6	–	5,0	2,0	–	–
листа на полосы	1,1	–	–	–	–	–
Итого по газовой резке	10,7	2,2	12,5	8,3	1,6	1,2
Резка листа:						
на гильотинных ножницах	16,4	27,2	12,5	18,8	13,5	17,9
профиля на пресс-ножницах	10,5	4,7	2,8	13,0	21,5	22,9
на отрезном станке	–	–	–	–	8,0	–

Продолжение табл. 43

Операция	Нормативы затрат труда по технологическим операциям изготовления сплошных конструкций в процентах от трудоемкости пределов "Обработка"					
	подкрановые балки	тормозные балки	опорные стойки	ригели	растяжки, распорки, связи простые, прогоны сплошные	стойки фахверк
Итого по механической резке	26,9	31,9	15,3	31,8	43,0	40,8
Зачистка	9,8	3,9	6,8	8,4	0,9	1,3
Строжка на станках:						
кромкострогальных	2,6	–	3,3	10,1	–	–
продольно-строгальных	0,4	–	5,4	2,4	3,8	–
поперечно-строгальных	0,6	–	0,4	0,5	–	–
Итого по строжке	3,6	–	9,1	13,0	3,8	–
Фрезеровка на станках:						
торцефрезерных	0,4	–	0,8	0,3	–	–
продольно-фрезерных	–	–	0,9	–	–	–
Снятие усилений шва фрезерным трактором	–	–	–	–	–	–
Итого по фрезеровке	0,4	–	1,7	0,3	–	–
Штамповка:						
единичных отверстий	3,3	0,5	0,4	3,5	4,1	3,3
группы отверстий	–	–	1,8	–	4,2	–
Сверление:						
по разметке	9,8	12,6	4,7	8,6	3,2	2,5
по кондуктору	–	–	1,9	–	–	–
Итого по образованию отверстий	13,1	13,1	8,8	12,1	11,5	5,8
Гибка:						
на листогибочном прессе	–	–	–	–	–	3,4
на трехвалковых вальцах	–	–	–	–	–	–
на четырехвалковых вальцах	–	–	–	–	–	–
Итого по гибке	–	–	–	–	–	3,4

Таблица 44

Операция	Нормативы затрат труда по технологическим операциям изготовления сквозных и комбинированных конструкций в процентах от трудоемкости передела "Обработка"				
	Сквозные конструкции				Комбинированные конструкции
	тормозные фермы	стропильные фермы	связи прогоны решетчатые	лестницы	колонны
Правка:					
на вальцах	6,3	6,3	10,4	21,9	8,8
на прессах	2,0	2,0	–	–	3,9
на углоправильных вальцах	6,2	6,2	8,8	–	1,1
на кулачковом прессе	0,1	0,1	3,8	7,6	6,1
Итого по правке	14,6	14,6	23,0	29,5	19,8
Изготовление шаблона	19,7	19,7	14,5	5,4	15,9
Наметка и разметка контура, отверстий, вырезов	7,0	7,0	2,8	14,8	6,2
Резка деталей газовая:					
ручная	2,1	2,1	0,1	12,3	4,1
полуавтоматическая	0,2	0,2	–	6,9	4,8
автоматическая	0,1	0,1	–	–	1,6
листа на полосы	–	–	–	–	0,3
Итого по газовой резке	2,4	2,4	0,1	19,2	10,8
Резка листа:					
на гильотинных ножницах	20,8	20,8	17,3	20,1	12,0
профиля на прессножницах	20,8	20,8	24,2	2,8	10,0
на отрезном станке	0,2	0,2	–	–	0,7
Итого по механической резке	41,8	41,8	41,5	22,9	22,7
Зачистка	1,0	1,0	0,1	5,9	6,1
Строжка на станках:					
кромкострогальных	–	–	–	–	4,4
продольно-строгальных	0,8	0,8	–	–	3,5
поперечно-строгальных	0,3	0,3	–	–	0,9

Продолжение табл. 44

Операция	Нормативы затрат труда по технологическим операциям изготовления сквозных и комбинированных конструкций в процентах от трубоемкости предела "Обработка"				
	Сквозные конструкции				Комбинированные конструкции
	тормозные фермы	стропильные фермы	связи прогоны решетчатые	лестницы	колонны
Итого по строжке	1,1	1,1	–	–	8,8
Фрезеровка на станках:					
торцефрезерных	0,4	0,4	–	1,2	1,8
продольно-фрезерных	–	–	–	–	0,5
Снятие усилий шва фрезерным трактором	–	–	–	–	–
Итого по фрезеровке	0,4	0,4	–	1,2	2,3
Штамповка:					
единичных отверстий	2,6	2,6	3,7	0,4	1,2
группы отверстий	2,8	2,8	14,3	–	–
Сверление:					
по разметке	5,7	5,7	–	–	5,3
по кондуктору	0,8	0,8	–	–	–
Итого по образованию отверстий	11,9	11,9	18,0	0,4	6,5
Гибка:					
на листогибочном прессе	0,1	0,1	–	0,7	0,9
на трехвалковых вальцах	–	–	–	–	–
на четырехвалковых вальцах	–	–	–	–	–
Итого по гибке	0,1	0,1	–	0,7	0,9

4.22. Трудоемкость изготовления металлоконструкций по операциям технологического процесса $T_{оп}$ вычисляется по формуле

$$T_{оп} = T_{об} П / 100,$$

где $T_{об}$ – трудоемкость изготовления по переделу "Обработка";
$П$ – процент на данную операцию.

Применение коэффициентов при изменении конструктивной формы и технических условий на изделие

4.23. В случае изменения сложности конструктивной формы изделия удельная трудоемкость может быть скорректирована коэффициентом трудоемкости $K_т$, учитывающим сложность конструктивной формы изделия. $K_т$ выбирается по Прейскуранту № 01-09.

4.24. В зависимости от изменения условий производства, повышения его механизации и автоматизации необходимо определить процент намечаемого повышения производительности труда по сравнению с базовым вариантом и определить коэффициент $K_{ст}$, учитывающий снижение трудоемкости изготовления за счет механизаций производственного процесса, по формуле

$$K_{ст} = \frac{100}{100 + K_{пт}}, \qquad (8)$$

где $K_{пт}$ – планируемый процент повышения производительности труда.

4.25. Так как трудоемкость изготовления конструкций в производственных условиях ежегодно снижается, при оценке проекта необходимо учесть, через какой промежуток времени спроектированная конструкция будет изготавливаться. Снижение трудоемкости изготовления в период от проектирования до запуска конструкции в производство учитывается с помощью коэффициента ежегодного снижения трудоемкости $K_т$ по формуле

$$K_т = \left(\frac{100}{100 + \alpha}\right)^t, \qquad (9)$$

где α – средний годовой процент повышения производительности труда на ЗМК за счет снижения трудоемкости; t – срок от проектирования до запуска в производство (в годах).

Значения коэффициентов снижения трудоемкости в зависимости от повышения производительности труда и срока от проектирования до запуска в производство представлены в табл. 45.

4.26. Значения коэффициента K_c, учитывающего влияние марки стали на изменение удельной трудоемкости, разработанного А.Ф. Кузнецовым*, приведены в табл. 46.

Определение удельной трудоемкости изготовления при известной массе

4.27. Удельная трудоемкость на этапе проектирования, когда известна только масса изделия, определяется по формуле

$$t = a m^{b_1}. \qquad (10)$$

Значения коэффициента a и показателя степени b_1 для различных групп конструкций приведены в табл. 47.

4.28. Для практического применения рекомендуется пользоваться построенными по формуле (10) графиками (рис. 13–18).

---

* Кузнецов А.Ф. Строительные конструкции из сталей повышенной и высокой прочности. М., Стройиздат, 1975.

Таблица 45

Средний годовой процент повышения производительности труда	Коэффициент снижения трудоемкости при сроке от проектирования до запуска в производство, годы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,990	0,980	0,971	0,961	0,952	0,942	0,933	0,924
2	0,980	0,961	0,942	0,924	0,906	0,888	0,871	0,854
3	0,971	0,943	0,915	0,889	0,863	0,838	0,813	0,789
4	0,962	0,925	0,889	0,855	0,822	0,790	0,760	0,731
5	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677
6	0,943	0,890	0,840	0,792	0,747	0,705	0,665	0,627
7	0,935	0,873	0,816	0,763	0,713	0,666	0,623	0,582
8	0,926	0,857	0,794	0,735	0,681	0,630	0,584	0,540
9	0,917	0,842	0,772	0,708	0,650	0,596	0,547	0,502
10	0,909	0,827	0,751	0,683	0,621	0,565	0,513	0,467
11	0,901	0,812	0,731	0,659	0,594	0,535	0,482	0,434
12	0,893	0,797	0,712	0,636	0,567	0,507	0,452	0,404
13	0,885	0,783	0,698	0,613	0,545	0,480	0,425	0,376
14	0,877	0,770	0,675	0,592	0,519	0,456	0,340	0,351
15	0,870	0,756	0,658	0,572	0,497	0,376	0,432	0,327
16	0,862	0,743	0,641	0,552	0,476	0,410	0,354	0,305
17	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,285
18	0,848	0,718	0,609	0,516	0,437	0,370	0,314	0,266
19	0,840	0,706	0,593	0,499	0,419	0,352	0,296	0,249
20	0,833	0,694	0,579	0,482	0,402	0,335	0,279	0,233

Таблица 46

Конструкции	Коэффициент удельной трудоемкости при классе стали					
	С38/23 С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
Сплошные:						
колонны сплошные	1,0	1,08	1,14	1,20	1,30	1,43
подкрановые балки	1,0	1,09	1,17	1,22	1,31	1,43
ригели	1,0	1,08	1,14	1,19	1,28	1,41
растяжки	1,0	1,08	1,13	1,18	1,26	1,38
связи простые	1,0	1,08	1,13	1,18	1,26	1,38
прогоны сплошные	1,0	1,08	1,13	1,18	1,26	1,38
Сквозные:						
колонны решетчатые	1,0	1,09	1,15	1,21	1,31	1,45
стропильные фермы	1,0	1,08	1,13	1,19	1,29	1,39
тормозные фермы	1,0	1,08	1,14	1,18	1,30	1,39
связи решетчатые	1,0	1,11	1,18	1,24	1,26	1,43
прогоны решетчатые	1,0	1,11	1,18	1,24	1,26	1,43
лестницы	1,0	1,10	1,16	1,22	1,30	1,40
Комбинированные:						
колонны комбинированные	1,0	1,09	1,15	1,21	1,31	1,46

Таблица 47

Элементы конструкции	a	b_1
а) Сплошные		
Подкрановые балки	11,52	–0,056
Тормозные балки	39,13	–0,229
Опорные стойки	70,93	–0,390
Ригели	130,56	–0,520
Растяжки, прогоны	60,50	–0,350
Связи	23,19	–0,180
Стойки фахверка	47,87	–0,190
б) Сквозные		
Стропильные фермы	85,72	–0,287
Тормозные фермы, связи и прогоны	156,5	–0,413
Лестницы	73,46	–0,290
в) Комбинированные		
Колонны	44,73	–0,199

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГОДОВОЙ ПРОГРАММЫ ЗМК С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

Алгоритм расчета

5.1. Требуется определить общую и удельную трудоемкость изготовления конструкций годовой программы ЗМК в целом по всем переделам и операциям.

5.2. Исходные данные для расчета и диапазон их изменений следующие:

перечень изготавливаемых металлических конструкций – всего 26 типов;

число конструкций каждого типа (зависит от номенклатуры конструкций годовой программы ЗМК);

коэффициенты и степени уравнений трудоемкости изготовления каждого типа конструкции, входящего в состав номенклатуры годовой программы ЗМК;

характеристики металлоконструкций: масса, длина сварных швов и число деталей;

процент трудоемкости изготовления металлоконструкций на каждой операции по переделу "Обработка";

годовой выпуск продукции по каждому типу конструкций.

5.3. Порядок математических действий следующий.

Определяется удельная трудоемкость конструкции по переделам и в целом по зависимостям (2), (3), (4), (5), (6):

$$t_i = a m^{b_1} \ell_{св}^{b_2} n^{b_3}.$$

Трудоемкость конструкций годовой программы в целом определяется по формуле

$$T = \Sigma t_i x_{1i},$$

где x_{1i} – годовой выпуск продукции по каждому типу конструкции.

Средняя удельная трудоемкость конструкций годовой программы ЗМК определяется по формуле

$$t_{cp} = \frac{T}{P},$$

где P – годовая программа ЗМК (или мощность завода).

По переделу "Обработка" вычисляется трудоемкость на каждой операции по формуле

$$t = t_{об} \frac{n}{100}$$

5.4. На основании алгоритма составлена блок-схема, представленная на рис. 19, и написана программа на языке PL/1, по которой рассчитывается трудоемкость изготовления годовой программы ЗМК.

Программа и обозначения к ней приведены ниже, в п. 5.5.

Программа "ОТИЗМ-1"

```
TRUD: PROC OPTIONS(MAIN);

DCL (TOKR, TOKR1, TOKR2) DEC FIXED(3,2),

(P,OT1,OT2,OUT1,OUT2) DEC FIXED(9,4),

C1(26) CHAR(64),

C(26) CHAR(64),

H(5) CHAR(9),

W(53) CHAR(40),

D(26) BIT(1),

YP1(26,4) DEC FIXED(8,2),

YPG1(26) DEC FIXED(9,2),

YPS(4) DEC FIXED(9,2),

N,K,I,L,

I2, Q DEC FIXED(2),

G(12) CHAR(50);

DCL GT(53) DEC FIXED(9,3);

C(1) (GT) 'Колонны одноветвевые, сплошные, сварные';
C(2) (GT) 'Колонны из 2–4 сварных ветвей';
C(3) (GT) 'Колонны из одиночных двутавров или швеллеров';
C(4) (GT) 'Колонны решетчатые с 2–4 ветвями';
C(5) (GT) 'Колонны коробчатого сечения из 4 уголков';
C(6) (GT) 'Колонны большой высоты, H = 48 м, масса ≈ 212 т';
C(7) (GT) 'Колонны большой высоты, H =80 м, масса ≈ 292 м';
C(8) (GT) 'Монорельсы прямые';
C(9) (GT) 'Монорельсы криволинейного очертания';
```

```
C(10) = 'Подкрановые балки из прок. двутавров или швеллеров';
C(11) = ' Подкрановые балки с одной сварной стенкой и горизонтальными листами';
C(12) = 'Подкрановые балки и подкраново-подстропильные фермы пролетом 36 м';
C(13) = 'Подкрановые балки и подкраново-подстропильные фермы пролетом 120 м';
C(14) = 'Тормозные конструкции подкрановых балок ;
C(15) = ' Фермы стропильные пролетом до 18 м и решетчатые тормозные конструкции';
C(16) = 'Фермы стропильные решетчатые пролетом 24, 30, 36 м';
C(17) = 'Фермы подстропильные решетчатые пролетом 12 м и более';
C(18) = 'Прогоны и связи из 1–2 и более горячекатаных профилей';
C(19) = ' Прогоны и связи решетчатые типа ферм из катаных и гнутых профилей';
C(20) = 'Ригели и балки без ребер жесткости ;
C(21) = ' Ригели и балки с горизонтальными листами или ребрами жесткости';
C(22) = 'Ригели и балки из прокатных двутавров с ребрами и без';
C(23) = ' Щиты покрытия, каркас из прокатных профилей, обшивка из листа';
C(24) = ' Площадки рабочие, несущие конструкции легкого и тяжелого типа';
C(25) = "Лестницы"
C(26) = 'Панели фонарные, торцевые и фонарные фермы';
    H(1) = 'Обработка'; H(2) = "Сборка";
    H(3) = 'Сварка';
    H(4) = 'Окраска';
    H(5) = 'Всего';
        G(1) = 'Масса конструкции';
        G(2) = 'Удельная трудоемкость по конструкции';
        G(3) = 'Трудоемкость по конструкциям';
        G(4) = 'Удельная трудоемкость по операциям';
        G(5) = 'Трудоемкость по переделу';
        G(6) = 'Годовая программа';
        G(7) = 'Удельная трудоемкость по переделу';
        G(8) = 'Трудоемкость на годовую программу';
        G(9) = 'Удельная трудоемкость на годовую программу';
        G(10) = 'Общая трудоемкость';
        G(11) = 'Общая удельная трудоемкость';
        G(12) = 'Трудоемкость по операциям';
W(1) = 'Правка лист. металла на вальцах';
W(2) = '          листа после стык. на вальцах';
W(3) = '          лист. деталей на вальцах';
W(4) = '          лист. деталей на фрикц. прессе';
W(5) = '          уголка на углоправильных вальцах';
W(6) = '          листа и профиля на кулачковом прессе';
W(7) = 'Итого по правке';
W(8) = 'Изготовление шаблона';
W(9) = 'Наметка и разметка контура';
W(10) = '          отверстий';
W(11) – '          вырезов';
W(12) – '          заготовок под стыковку';
W(13) – 'Итого по изготовлению шаблона, наметке и разметке';
W(14) – 'Газовая резка деталей ручная';
W(15) – '          полуавтом.    деталей';
W(16) – '          полуавтом, листа под предв. стык';
W(17) – '          автом. однорез. машина АСШ-2';
W(18) – '          автом. машина типа "Черномор"';
```

```
W(19) – '          автом. машина типа "Одесса"';
W(20) – 'Итого по газовой резке';
W(21) – 'Механическая резка деталей на гильотинных ножницах';
W(22) –            деталей с намет. на гильот. ножницах';
W(23) –            листа под предв. стык на ножницах;'
W(24) –            уголка, двутавра, швеллера на пресс-ножницах';
W(25) –            на фрезерно-отрезном станке';
W(26) –            на зарубочной машине;'
W(27) – 'Итого по механической резке';
W(28) – 'Штамповка';
W(29) – 'Зачистка заготовок от грата';
W(30) – 'Зачистка деталей от грата';
W(31) – 'Строжка деталей на кромкострогальном станке';
W(32) –          листа под пред. стык на кр.-ст. ст.' ;
W(33) –          на продольно-строгальном станке';
W(34) –          на поперечно-строгальном станке';
W(35) – 'Итого по строжке';
W(36) – 'Фрезеровка деталей на торцефрезерном станке';
W(37) –            деталей на продольно-фрезерном станке';
W(38) –            снятие усилий шва фрез. трактором';
W(39) – 'Итого по фрезеровке';
W(40) – 'Образование отверстий проколка по шаблону';
W(41) –            проколка по разметке';
W(42) –            проколка по упору';
W(43) –            групповая проколка';
W(44) –            сверление по разметке';
W(45) –            сверление по кондуктору';
W(46) – 'Итого по образованию отверстий';
W(47) – 'Гибка на листогибочном прессе';
W(48) –          на 4-валк. вальцах';
W(49) –          на 3-валк. вальцах';
W(50) –          на пневмомолоте с предв. нагрев';
W(51) –          на гориз. гибочном прессе';
W(52) – 'Итого по гибке';
W(53) – 'Набивка, № плавки';
MIO : P=0; OT1=0; OT2=0; M1=0; YPS=0; YP1=0;

      GET LIST(D);

      PUT SKIP(4) LIST (' ШКАЛА ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ );

      PUT SKIP LIST (D);

      GET LIST (K); GET LIST (TOKR1,TOKR2); GET LIST (Q);

      DO L=1 TO K; GT(L)=0; END;/*L*/

M1:   DO I=1 TO 26;

      IF D(I) THEN;
      DO;

      PUT SKIP(3) LIST(C(I)); GET LIST(N);

      M1=M1+1; C1(M1)=C(I);

      END;

      ELSE GO TO M2;

BLOCK: BEGIN; DCL(A,B)(4) DEC FIXED(5,3);
```

```
      X(N) DEC FIXED(8,3), PR(K) DEC FIXED(4,2);
      CALL SCHET (A,B,N,X,PR);
SCHET: PROC (A,B,N,X,PR);
      DCL (TPER(4),T(5,N),TOP(K,N),TR,TR1) DEC FIXED(5,3),
      (A,B)(4) DEC FIXED(5,3),(YPG,PG) DEC FIXED(9,2),X(*) DEC
      FIXED(8,3),X1(N) DEC FIXED(6),(YR(4),Y(5,N),YOP(K,N),
      YO) DEC FIXED(8,2),I1,J,PR(*) DEC FIXED(4,2);
      GET LIST (A,B,X,PR);GET LIST(X1);
      DO J=1 TO N;  X(J)=X(J)/1000;  END;
      PUT SKIP(1) LIST(G(1)); PUT SKIP LIST(X);
      YPG=0; YO=0;
      DO I1=1 TO 5;
      PUT SKIP(2) LIST(H(I1));
      YP(I1)=0; PG=0;
      DO J=1 TO N;
      PG=PG+ X1(J);
      IF X(J)<1 THEN TOKR=TOKR1;
      ELSE TOKR=TOKR2;
      IF I1=4 THEN T(I1,J)=TOKR;
      ELSE DO;
      IF I1=5 THEN
      T(I1,J)=A(I1)/X(J)**B(I1);
      ELSE T(I1,J)=A(I1-1)/X(J)**B(I1-1); END;
      Y(I1,J)=T(I1,J)*X1(J);
      IF I1=1 THEN GO TO M3; ELSE GOTO M4;
M3:   DO L=1 TO K;
      TOP(L,J)=T(1,J)*PR(L);
      YOP(L,J)=TOP(L,J)*X1(J);
      END,/*L*/
M4:   IF I1  =5 THEN
      GO TO M5;  ELSE GO TO M6;
M6:   YO=YO+Y(I1,J);
M5:   YP(I1)=YP(I1)+Y(I1,J);  END;/*J*/
      IF I1=1 THEN
      BEGIN;
```

```
      DO L=1TO K;  DO J=1 TO N;
      GT(L)=GT(L)+YOP(L,J);
      END;/*J*/  END;/*L*/
      PUT SKIP LIST(G(4)); PUT SKIP LIST(TOP); PUT SKIP LIST(G(12));
      DO J=1 TO N; PUT SKIP LIST(YOP);  END;
      PUT SKIP LIST(G(6)); PUT SKIP LIST(PG);
      IF I1=5 THEN GO TO M7; ELSE GO TO M8;
M8:   YPG=YPG+YP(I1);
      YP1(M1,I1)=YP(I1); YPG1(M1)=YPG;YPS(I1)=YPS(I1)+YP(I1);
      PUT SKIP LIST(G(8)); PUT DATA(YPG);
      TPER(I1)=YP(I1)/PG; END;/*I1*/
M7:   PUT SKIP LIST(G(7)); PUT SKIP LIST(TPER);
      PUT SKIP LIST(G(2)); PUT SKIP LIST(T);
      PUT SKIP LIST(G(3)); PUT SKIP LIST(Y);
      PUT SKIP LIST(G(5)); PUT SKIP LIST(YP);
      PUT SKIP LIST(G(8)); PUT DATA(YO);
      TR=YPG/PG; TR1=YO/PG;
      PUT SKIP LIST(G(9));
      PUT DATA(TR,TR1);
      P=P+PG;  OT1=OT1+YO;  OT2=OT2+YPG;
      END SCHET;  END BLOCK;
      PUT SKIP DATA(P); PUT SKIP LIST(G(10)); PUT DATA(OT1,OT2);
      OUT1=OT1/P; OUT2=OT2/P;
M2:   END M1; PUT SKIP LIST(G(11)); PUT DATA(OUT1,OUT2);
      DO I3=1 TO 5;
PUT PAGE EDIT (' ОБРАБОТКА ',('-' DO I2=1 TO Q),
'I','I','I','I',
'I','N','I',' СЕЛЕКЦИЯ ','I',G(12),'I',
'I','I','I','GT/NKI - Q ','I',
('-'DO I2=1 TO Q),
('I','I','I',W(L),'I',GT(L),'I' DO L=1 TO k))
      (X(33),A,SKIP(3), X(1),(Q)A,SKIP,
```

```
X(1),A,X(5),X(40),A,X(26),A,SKIP,
X(1),A,X(2),A,X(2),A,X(16),A,X(16),A, A(26),A,SKIP,
  X(1),A,X(5),A,X(40),A,X(8),A,X(10),A,SKIP,
X(1),(9)A,SKIP,
(K)(X(1),A,X(1),F(2),X(2),A,A,A,X(7),F(8,2),X(10),A,SKIP));
     PUT PAGE EDIT((''-'' DO I2=1 TO 119),''I'',''I'',''I'',''I'',
''I'',''I'',''I'',''I'')(X(1),119A,
SKIP,X(1),A,X(2),A,X(55),A,X(11),A,3(X(14),A),X(10),A);
     PUT SKIP EDIT
(''I'',''N'',''I'',''НАИМЕНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ '',''I'',
''ОБРАБОТКА '',''I'', ''СВАРКА'',''I'',''СБОРКА '',''I'', ''ОКРАСКА'',''I'',
''ИТОГО '',''I'')(X(1),A,X(1),2A,
X(15),A,X(16),A,X(1),A,X(1),A,X(2),A,X(3),A,X(2),A,X(3),
3(A,X(2)),A,X(3),A);
     PUT SKIP EDIT(''I'',''I'',
''I'',''I'',''I'',''I'',''I'',''I'',(''-'' DO I2=1 TO 119))
(X(1) ,A,X (2),A,X(55),4(A,X (11)),A,X(10),A,SKIP,119A);
DO ISK=1 TO M1;
PUT SKIP EDIT(''I'',ISK,''I'',C1(ISK),''I'',
(YP1(ISK,I2),''I'' DO I2=1 TO 4),
YPG1(ISK),''I'')(X(1),A,F(2),A,A(54),A,
4(X(1),F(9,2),X(1),A),F(10,2),A); END;
PUT SKIP EDIT ((''-'' DO I2=1 TO 119),''I'',''I'',''ИТОГО '',''I'',
(YPS(I2),''I'' DO I2=1 TO 4), OT2,''I'')(X(1),119A,SKIP,A,X(2),A,
X(25),A,X(26),A,4(F(10,2),X(1),A),F(10,2),A);
PUT SKIP EDIT ((''-'' DO I2=1 TO 119))(X(1),119A);
     END;
     GO TO M10;
     END TRUD;
```

5.5. Обозначения к программе "ОТИЗМ-1":

N – количество конструкций данного типа;
N1 – количество типов конструкций в программе;
K – количество операций по переделу "Обработка";
O – размер итоговой таблицы общей трудоемкости по операциям передела "Обработка";
I – номер конструкции (изменяется по шкале выбора конструкции от 1 до 26);
I 1 – номер передела;
L – номер операции по переделу "Обработка" (изменяется от 1 до K);
J – номер конструкции (изменяется от 1 доN);
TOKP – удельная трудоемкость по переделу "Окраска";
TOKP1 – удельная трудоемкость по переделу "Окраска" при массе конструкции менее 1 т;
TOKP2 – то же, более 1 т;
YP1 – трудоемкость по переделу;
YPG1 – трудоемкость на годовую программу;
YPS – трудоемкость по всем типам конструкций по каждому переделу;
GT – общая трудоемкость по всем конструкциям на каждой операции передела "Обработка";
X, X4, X5 – масса конструкций, длина сварных швов, количество деталей;
TOP – удельная трудоемкость по операциям;
YOP – трудоемкость по операциям;
PG – годовая программа по конструкции каждого типа;
YPG – трудоемкость на годовую программу;
TPER – удельная трудоемкость по переделу;
T – Удельная трудоемкость по конструкциям;
Y – трудоемкость по конструкциям;
YP – трудоемкость по переделу;
P – годовая программа по всем конструкциям;
YO – трудоемкость конструкций годовой программы;
TR – удельная трудоемкость конструкций годовой программы, полученная по формуле;
TR1 – удельная трудоемкость конструкций годовой программы, полученная суммированием;
OT 1 – общая трудоемкость, полученная суммированием;
OT2 – общая трудоемкость, полученная по формуле;
OUT1 – общая удельная трудоемкость, полученная суммированием;
OUT2 – общая удельная трудоемкость, полученная по формуле;
D – шкала выбора конструкции;
A – коэффициент в уравнении определения удельной трудоемкости;
B1, B2, B3 – показатели степени в уравнении определения удельной трудоемкости;
PR – процент распределения трудоемкости по операциям по переделу "Обработка";
X1 – годовая программа по каждому типу конструкции своей массы.

5.6. Порядок ввода
1. 3 управляющих карты
II. Программа на языке PL/ I.
III. /x
IУ. // GOl SYSIN DD*
У. Колода исходных данных в таком порядке:
1. D
2. K=53
3. TOKR1, TOKR2
4. Q
5. N
6. A
7. B_1, B_2, B_3
8. X_2, X_4, X_5
9. PR
10. X1
11. /*
12. //

Примечание. Перфокарты с 5 по 10 вводятся N1 раз, т.е. столько, сколько конструкций включает программа выпуска продукции.

5.7. В качестве примера рассчитана трудоемкость изготовления годовой программы завода мощностью 78 600 т. Годовая номенклатура ЗМК для примера приведена в табл. 48. Исходные данные вводятся в соответствии с п. 5.6. Результат выдается в табличной форме (табл. 49–51).

Таблица 48

№ п.п.	Конструкции	Масса конструкции, т	Годовая программа, т
1.	Колонны одноветвевые сплошные	6,0	8 450
2.	Колонны решетчатые с 2–4 ветвями	8,0	4 550
3.	Подкрановые балки с одной сварной стенкой и горизонтальными листами	2,0	16 500
4.	Тормозные конструкции подкрановых балок	0,3	2 700
5.	Фермы стропильные пролетом до 18 м и решетчатые тормозные конструкции	2,75	6 400
6.	Фермы стропильные решетчатые пролетом 24, 30, 36 м	4,15	18 100
7.	Фермы подстропильные решетчатые пролетом 12 м и более	2,3	4 500
8.	Прогоны и связи из 1–2 и более горячекатаных профилей	0,45	3 500
9.	Прогоны и связи решетчатые типа ферм из катаных и гнутых профилей	0,56	7 700
10.	Ригели и балки без ребер жесткости	0,3	6 200
	Всего		78 600

Таблица 49

№ п.п.	Конструкции	Годовая трудоемкость общая и по переделам, чел.-ч				
		обработки	сборки	сварки	окраски	общая
1.	Колонны одноветвевые сплошные сварные	34589,35	17134,45	30365,6	1098,5	83187,9
2.	Колонны решетчатые с двумя и четырьмя ветвями	22472,45	9777,95	11643,45	591,5	44485,35
3.	Подкрановые балки с одной сварной стенкой и горизонтальными листами	48531,3	28111,2	61148,6	2145	139936,1
4.	Тормозные конструкции подкрановых балок	10417,8	7165,9	5764,6	1134	24482,3
5.	Фермы стропильные пролетом до 18 м и решетчатые тормозные конструкции	20524,7	8699,9	15667,6	1412	46304,2
6.	Фермы стропильные решетчатые пролетом 24, 30 и 36 м	43800,3	40698,7	33407	2353	120259
7.	Фермы подстропильные решетчатые пролетом 12 м и более	12207,6	13380,3	13856,4	585	40029,3
8.	Прогоны и связи из одного, двух и более горячекатаных профилей	19005	4161,5	4018	1470	28654,5
9.	Прогоны и связи решетчатого типа, фермы из горячекатаных и гнутых профилей	39582,9	16265,2	24584,2	3234	83666,3
10.	Ригели и балки без ребер жесткости	12803	10589,6	16343,2	2604	42339,8
	Итого	263934,4	155984,7	216798,65	16627	653344,75

Таблица 50

№ п.п.	Конструкции	Удельная трудоемкость общая и по переделам, чел.-ч/т				
		обработки	сборки	сварки	окраски	общая
1.	Колонны одноветвевые сплошные сварные	4,09	2,03	3,59	0,13	9,84
2.	Колонны решетчатые с двумя и четырьмя ветвями	4,94	2,15	2,56	0,13	9,78
3.	Подкрановые балки с одной сварной стенкой и горизонтальными листами	2,94	1,7	3,71	0,13	8,48
4.	Тормозные конструкции подкрановых балок	3,86	2,65	2,14	0,42	9,07
5.	Фермы стропильные пролетом до 18 м и решетчатые тормозные конструкции	3,21	1,36	2,45	0,22	7,24
6.	Фермы стропильные решетчатые пролетом 24, 30 и 36 м	2,42	2,25	1,85	0,13	6,65
7.	Фермы подстропильные решетчатые пролетом 12 м и более	2,71	2,97	3,08	0,13	8,89
8.	Прогоны и связи из одного, двух и более горячекатаных профилей	5,43	1,19	1,15	0,42	8,19
9.	Прогоны и связи решетчатые, фермы из горячекатаных и гнутых профилей	5,14	2,11	3,19	0,42	10,86
10.	Ригели и балки без ребер жесткости	2,07	1,71	2,64	0,42	6,84
	Итого на программу	3,36	1,98	2,76	0,21	8,31

Таблица 51

№ операции	Передел "Обработка"	
	операция	трудоемкость конструкций годовой программы по операциям, чел.-ч
1	Правка деталей:	
	на вальцах	28676,2
	на прессах	3813,45
	на углоправильных вальцах	10051,95
	на кулачковом прессе	10988,05
	Итого по правке	53529,65
2	Изготовление шаблона	33881,05
3	Наметка и разметка контура, отверстий, вырезов	23884,25
4	Резка деталей газовая:	
	ручная	6167,5
	полуавтоматическая	3349,8
	автоматическая	6100,05
	листа на полосы	1062,4
	Итого по газовой резке	16678,75
5	Резка листа на гильотинных ножницах	46247,5
	профиля:	
	на пресс-ножницах	33975,1
	на отрезном станке	2183,15
	Итого по механической резке	82405,75
6	Зачистка	10406,7
7	Строжка на станках:	
	кромкострогальных	4279,2
	продольно-строгальных	4198,8
	поперечно-строгальных	509,4
	Итого по строжке	8987,4
8	Фрезеровка на станках:	
	торцефрезерных	2040,15
	продольно-фрезерных	619,8
	Снятие усилий шва фрезерным трактором	–
	Итого по фрезеровке	2659,95
9	Штамповка единичных отверстий	5399,3
	" группы отверстий	8962,55
	Сверление:	
	по разметке	15846,7
	по кондуктору	1165,25
	Итого по образованию отверстий	31443,8
10	Гибка:	
	на листогибочном прессе	57,1
	на трехвалковых вальцах	–
	на четырехвалковых вальцах	–
	Итого по гибке	57,1
	Всего	263934,4

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

1. В качестве примера рассчитаем удельную трудоемкость изготовления стропильной фермы, подкрановой балки, колонны: общую, по переделам и по ряду операций, используя коэффициент ежегодного снижения трудоемкости K_t и коэффициент K_c, учитывающий влияние марки стали.

Дано:

стропильная ферма марки ФС 24-2,30 с параметрами: $m = 1053$ кг, $\ell_{св} = 46{,}46$ м, $n = 68$ шт.;

подкрановая балка марки К 162 с параметрами: $m = 2353$ кг, $\ell_{св} = 110{,}45$ м, $n = 26$ шт.;

колонна марки К 126 с параметрами: $m = 3351$ кг, $\ell_{св} = 141{,}84$ м, $n = 81$ шт.

2. По формуле (2) и табл. 2 определяем общую удельную трудоемкость изготовления фермы, балки, колонны при серийности $S = 1$:

$$t_ф = 100{,}54 \cdot 1053^{-0{,}478} \cdot 46{,}46^{0{,}237} \cdot 68^{0{,}056} = 11{,}4 \text{ чел.-ч/т};$$

$$t_б = 13{,}59 \cdot 2353^{-0{,}119} \cdot 110{,}45^{0{,}061} \cdot 26^{0{,}013} = 7{,}50 \text{ чел.-ч/т};$$

$$t_к = 48{,}50 \cdot 3351^{-0{,}467} \cdot 141{,}84^{0{,}356} \cdot 81^{0{,}089} = 9{,}5 \text{ чел.-ч/т}.$$

3. Значения трудоемкости по переделам технологического процесса [см. формулы (3), (4), (5), (6) и соответственно табл. 28–32] сведены в табл. 52.

Таблица 52

Конструкция	Удельная трудоемкость, чел.-ч/т				
	обработки	сборки	сварки	окраски	суммарная
Ферма	4,46	2,2	3,75	1,1	11,5
Балка	3,22	1,78	1,96	0,18	7,14
Колонна	4,11	2,1	2,62	0,62	9,45

4. Значения удельной трудоемкости операций по переделу "Обработка" (см. табл. 43, 44 сведены в табл. 53).

Таблица 53

Операция	Удельная трудоемкость, чел.-ч/т		
	Элементы конструкций		
	ферма	балка	колонна
Правка	0,651	0,567	0,814
Изготовление шаблона	0,878	0,122	0,654
Наметка, разметка контура, отверстий, вырезов	0,312	0,454	0,255
Резка деталей газовая	0,107	0,345	0,444
Механическая резка	1,864	0,866	0,934
Зачистка	0,045	0,316	0,251
Строжка на станках	0,049	0,116	0,362
Фрезеровка на станках	0,018	0,013	0,094
Образование отверстий	0,53	0,422	0,267
Гибка	0,005	–	0,037

5. Рассчитываем трудоемкость с учетом коэффициента K_t (см. п.4.25): при $\alpha = 7\%$, $t = 3$ года, $K_t = 0{,}8163$; $t_\phi \cdot K_t = 11{,}4 \cdot 0{,}8163 = 9{,}306$ чел.-ч/т; $t_б \cdot K_t = 7{,}5 \cdot 0{,}8163 = 6{,}12$ чел.-ч/т; $t_к \cdot K_t = 9{,}5 \cdot 0{,}8163 = 7{,}75$ чел.-ч/т.

6. Для изготовления взятых нами в качестве примера конструкций необходима сталь С 52/40 для фермы, С 46/33 для балки, С 60/45 для колонны.

Тогда (см. табл. 46):

$t_\phi = 11{,}4 \cdot 1{,}13 = 12{,}882$ чел.-ч/т;

$t_б = 7{,}5 \cdot 1{,}09 = 8{,}175$ чел.-ч/т;

$t_к = 9{,}5 \cdot 1{,}21 = 11{,}495$ чел.-ч/т.

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПО МАССЕ

Определяем трудоемкость изготовления подкрановой балки марки Б 162, $m = 2353$ кг: $t = 11{,}52 \cdot 2353^{-0{,}056} = 7{,}46$ чел.-ч/т.

Значения α_t, b_t взяты из табл. 47. По графику на рис. 13 удельная трудоемкость той же конструкции $t = 7{,}42$ чел.-ч/т;

стропильной фермы марки ФС 24-3,85, $m = 1501$ кг:

$t = 85{,}72 \cdot 1501^{-0{,}287} = 10{,}50$ чел.-ч/т (см. табл. 47);

$t = 10{,}25$ чел.-ч/т (см. рис. 17 *а*);

колонны марки К-130, $m = 4885$ кг:

$t = 44{,}73 \cdot 4885^{-0{,}199} = 8{,}25$ чел.-ч/т (см. табл. 47);

$t = 8{,}3$ чел.-ч/т (см. рис. 18 *б*).

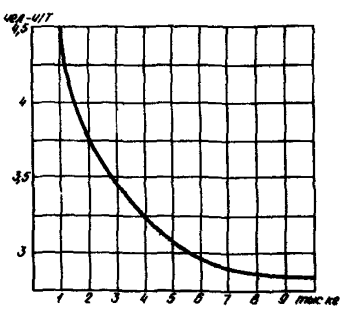


Рис. 1. Зависимость удельной трудоемкости обработки от массы стропильной фермы

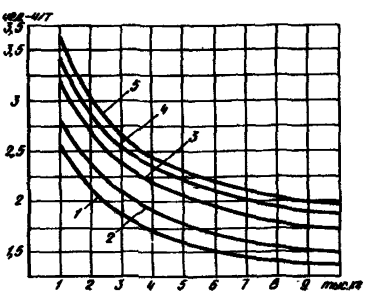


Рис. 2. Зависимость удельной трудоемкости сборки от массы стропильной фермы
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

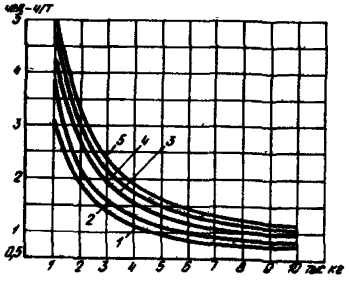


Рис. 3. Зависимость удельной трудоемкости сварки от массы стропильной фермы
1 – длина сварных швов, приведенных к катету 6 мм, 30 м; *2* – то же, 50 м; *3* – то же, 100 м; *4* – то же, 150 м; *5* – то же, 200 м

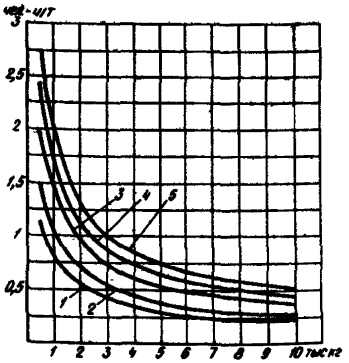


Рис. 4. Зависимость удельной трудоемкости окраски от массы стропильной фермы
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

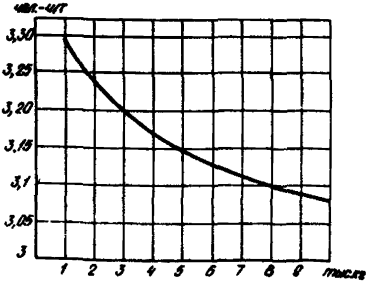


Рис. 5. Зависимость удельной трудоемкости обработки от массы подкрановой балки

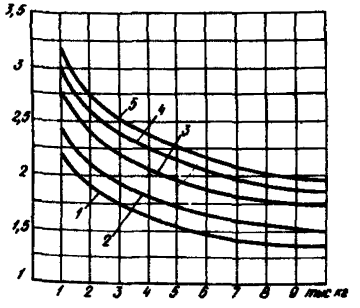


Рис. 6. Зависимость удельной трудоемкости сборки от массы подкрановой балки
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

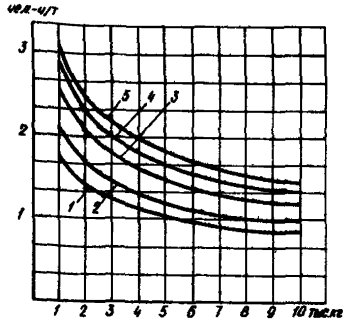


Рис. 7. Зависимость удельной трудоемкости сварки от массы подкрановой балки
1 – длина сварных швов, приведенных к катету 6 мм, 30 м; *2* – то же, 50 мм; *3* – то же, 100 м; *4* – то же, 150 м; *5* – то же, 200 м

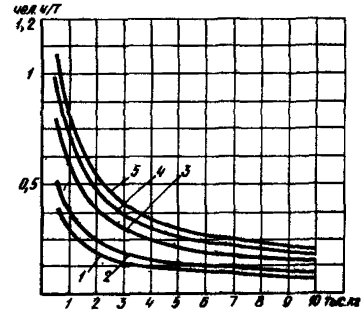


Рис. 8. Зависимость удельной трудоемкости окраски от массы подкрановой балки
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

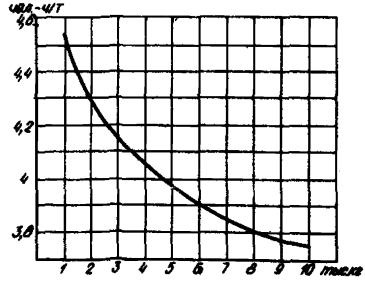


Рис. 9. Зависимость удельной трудоемкости обработки от массы колонны

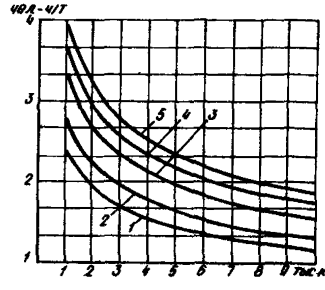


Рис. 10. Зависимость удельной трудоемкости сборки от массы колонны
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

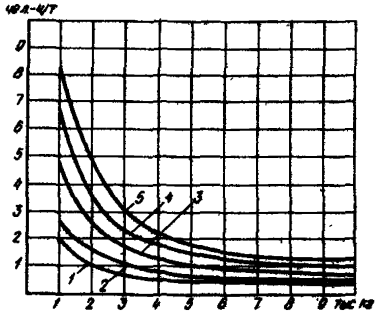


Рис. 11. Зависимость удельной трудоемкости сварки от массы колонны
1 – длина сварных швов, приведенных к катету 6 мм, 30 м; *2* – то же, 50 м; *3* – то же, 100 м; *4* – то же, 150 м; *5* – то же, 200 м

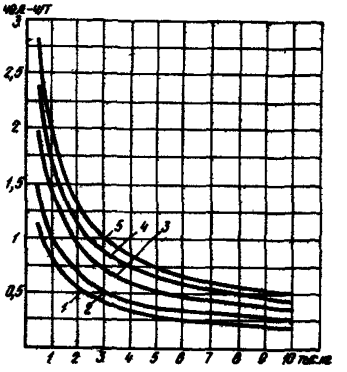


Рис. 12. Зависимость удельной трудоемкости окраски от массы колонны
1 – 30 деталей; *2* – 50 деталей; *3* – 100 деталей; *4* – 150 деталей; *5* – 200 деталей

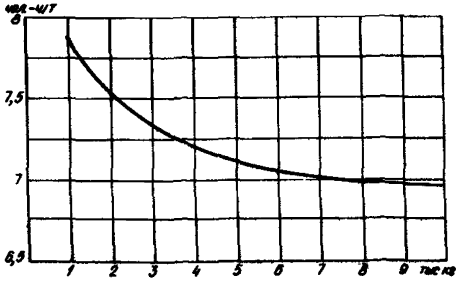
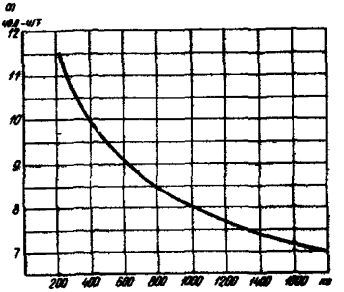


Рис. 13. Зависимость удельной трудоемкости изготовления подкрановых балок от массы конструкции



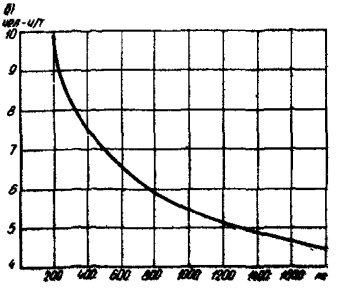


Рис. 14. Зависимость удельной трудоемкости от массы конструкции
а – тормозных балок; б – растяжек, прогонов

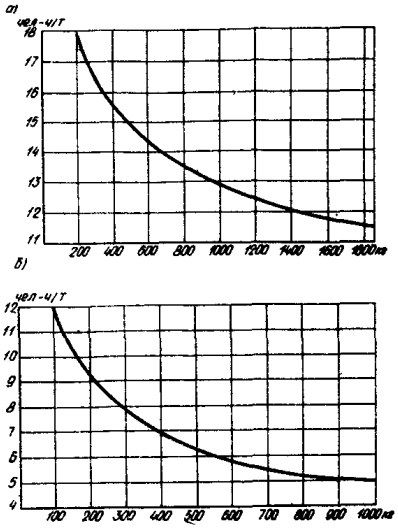


Рис. 15. Зависимость удельной трудоемкости от массы конструкции
а – стоек фахверка; б – опорных стоек

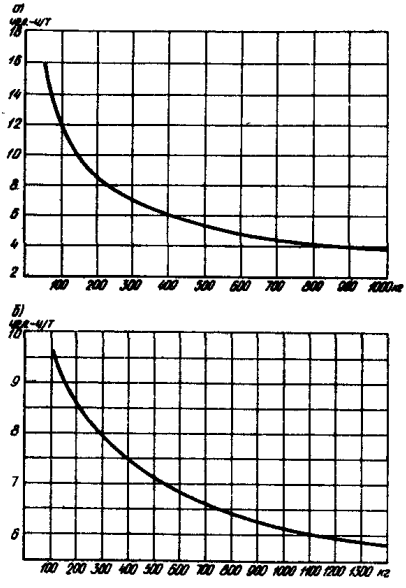


Рис. 16. Зависимость удельной трудоемкости от массы конструкции
а – ригелей; б – связей простых

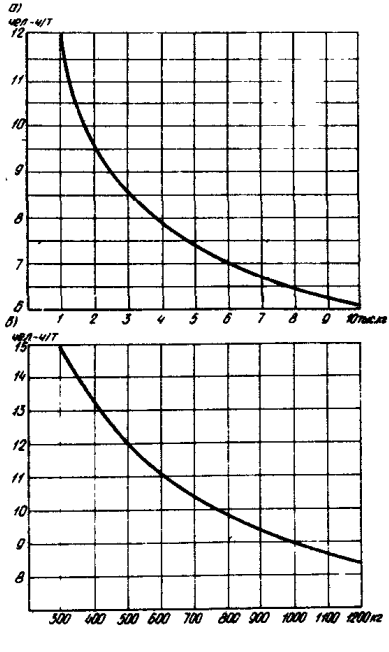


Рис. 17. Зависимость удельной трудоемкости от массы конструкции
а – строительных ферм; б – тормозных ферм, связей, прогонов

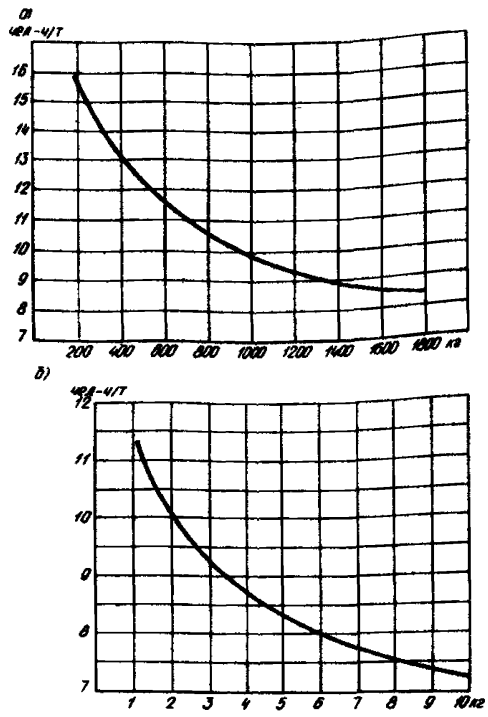


Рис. 18. Зависимость удельной трудоемкости от массы конструкции
а – лестниц; б – колонн (ось абсцисс должна быть в тыс. кг)

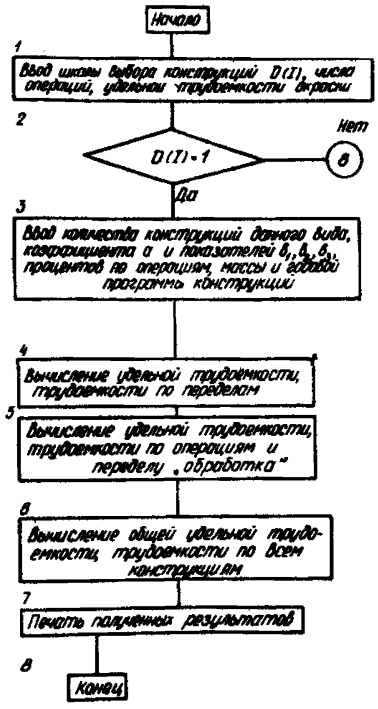


Рис. 19. Блок-схема программы "ОТИЗМ-1"

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. *Общие положения* 3
2. Классификация элементов металлических конструкций промышленных зданий 4
3. Технологический процесс и организация производства на заводах металлоконструкций 4
4. Определение трудоемкости изготовления элементов металлических конструкций промышленных зданий 5
Определение удельной трудоемкости изготовления при известных параметрах: массе, длине сварных швов и числе деталей . . 7
Определение удельной трудоемкости по основным операциям технологического процесса передела "Обработка" 30
Применение коэффициентов при изменении конструктивной формы и технических условий на изделие 34
Определение удельной трудоемкости изготовления при известной массе 34
5. Определение трудоемкости изготовления конструкций годовой программы ЗМК с помощью ЭВМ 36
Приложение. Пример определения трудоемкости изготовления элементов конструкций промышленных зданий 47

ЦНИИпроектстальконструкция
Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЗАВОДОВ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

МЕТОДИКА
РАСЧЕТА И НОРМЫ
ТРУДОЕМКОСТИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г.А. Жигачева
Редактор Л.Н. Кузьмина
Младший редактор Л.Н. Козлова
Технический редактор Р.Я. Лаврентьева
Корректор В.И. Галюзова
Н/К

Подписано в печать 06.08.84 Т – 09609 Формат 84x108/32
Набор машинописный Печать офсетная Бумага офсетная № 2
Усл.печ.л. 2,94 Усл.кр.-отт. 3,14 Уч.-изд.л. 3.93
Тираж 5000 экз. Изд. № ХП–9850 Заказ 141
Цена 20 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
103051, Москва, Цветной бульвар, 26

gost.e-ecolog.ru