Расчет основных параметров башенного крана

Задание: Определить производительность башенного крана с учетом конкретных условий его работы.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.1. Кран работает, на монтаже сборных конструкций здания и за один цикл его работы, поднимают и монтируют одну конструкцию.

Последовательность выполнения

1. Определяют требуемую высоту подъема крюка и соответствующий для заданных условий работы вылет стрелы.

2. Рассчитывают коэффициент использования крана по грузоподъемности, характеризующий степень загрузки крана при подъеме заданного груза в конкретных условиях его работы.

3. Вычерчивают в масштабе рабочую зону крана.

4. Определяют продолжительность отдельных технологических операций рабочего цикла крана.

5. Рассчитывают продолжительность рабочего цикла крана без совмещения технологических операций и с учетом совмещения операций.

6. Определяют сменную производительность крана при работе по совмещенному и не совмещенному циклу.

Методика расчета

1. Требуемую высоту подъема крюка $H_{кр}$ определяем суммированием следующих величин (рис. 1.1 *а*): а) заданной высоты монтажа H, м; б) длины стропов $l_{стр}$, м; в) высоты изделия $h_{и}$, м; г) высоты подъема груза над уровнем монтажа $h_{зап}$, которая принимается из условий техники безопасности равной $h_{зап}$ = 2,5…3 м.

Таким образом,

$$H_{кр} = H + l_{стр} + h_{и} + h_{зап} \qquad (1.1)$$

В соответствии с найденной высотой подъема крюка по табл.1.2 выбираем вылет стрелы *R* и грузоподъемность крана *Q* на данном вылете.

2. Рассчитываем коэффициент использования крана по грузоподъемности:

$$K_{гр} = \frac{G}{Q}\ , \qquad (1.2)$$

где *G* – вес монтируемого изделия, кН; *Q* – грузоподъемность крана при выбранном вылете стрелы, кН.

3. Вычерчиваем рабочую зону крана в масштабе на основании рис. 1.1 *б*, согласно численных данных варианта упражнения (табл. 1.1 и 1.2) и выбранного вылета стрелы *R*. Расстояние *K* от оси подкранового пути до здания и склада принимают равным 4…5 м.

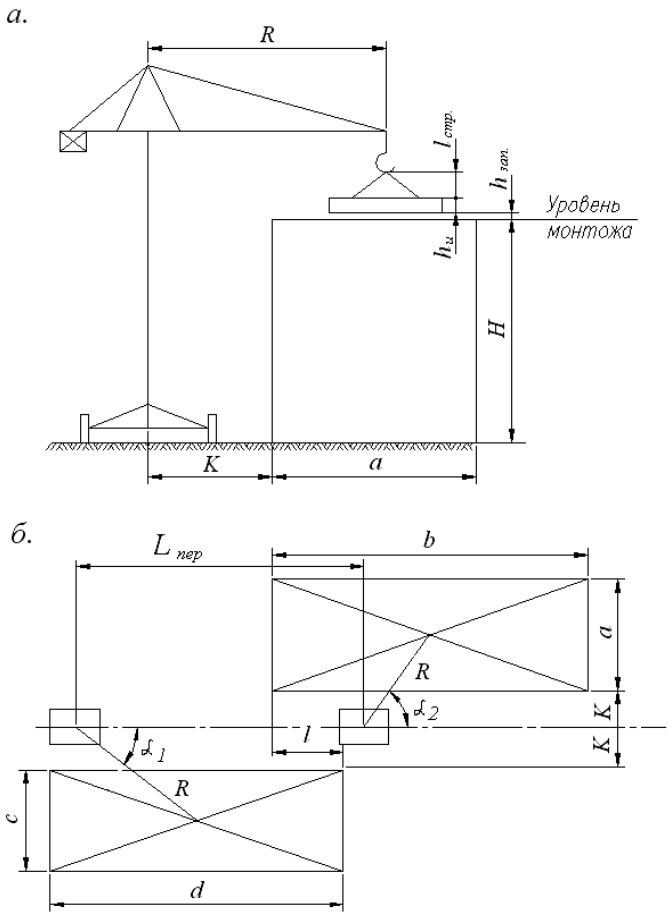

Рис. 1.1 Схема рабочей зоны крана: а – профиль; б - план

4. Принимаем следующую последовательность технологических операций рабочего цикла и рассчитываем их продолжительность:

а) строповка монтируемого изделия – t_1, принимаем согласно нормативов по табл. 1.1;

б) подъем изделия до уровня монтажа (рис. 1.1, *а*):

$$t_2 = \frac{H + h_{зап}}{\upsilon_{под}}, \qquad (1.3)$$

где $\upsilon_{под}$ – скорость подъема груза, м/мин (табл. 1.2);

в) поворот стрелы крана – t_3, зависит от среднего угла поворота стрелы и скорости поворота:

$$t_3 = \frac{\alpha_{ср}}{360 \cdot n}, \qquad (1.4)$$

где $\alpha_{ср}$ – средний рабочий угол поворота, град., определяем, как сумму углов $\alpha_1 + \alpha_2$ графическим способом по рис. 1.1, *б*; n – частота вращения стрелы (табл. 1.2), мин$^{-1}$;

г) перемещение крана по рельсовому пути – t_4, зависит от длины пути и скорости перемещения:

$$t_4 = \frac{L_{пер}}{\upsilon_{пер}}, \qquad (1.5)$$

где $\upsilon_{пер}$ – скорость перемещения крана, м/мин (табл. 1.2); $L_{пер}$ – длина пути перемещения, м, равная расстоянию между центрами рабочих зон склада и здания и определяется графически (рис. 1.1, *б*), либо аналитически по формуле:

$$L_{пер} = \frac{b+d}{2} - l + R(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2). \qquad (1.6)$$

д) опускание груза до уровня монтажа – t_5, мин:

$$t_5 = \frac{h_{зап}}{\upsilon_{оп}}, \qquad (1.7)$$

где $\upsilon_{оп}$ – скорость опускания крюка, м/мин (табл. 17.2);

е) удержание монтируемого изделия во время его установки, закрепления, выверки и др. – t_6, принимаем по нормативным данным (табл. 1.1);

ж) расстроповка монтируемого изделия – t_7, принимаем по нормативным данным (табл. 1.1);

з) подъем крюка с грузозахватными приспособлениями над уровнем монтажа – t_8, мин:

$$t_8 = \frac{h_{зап}}{\upsilon_{под}}, \qquad (1.8)$$

где $\upsilon_{под}$ – скорость подъема груза, м/мин (табл. 1.2);

и) возвратный поворот стрелы – t_9, принимаем равным времени t_3, мин;

к) возвратное перемещение крана на исходную позицию - $t_{10} = t_4$, мин;

л) опускание крюка с грузозахватными приспособлениями к месту строповки следующего изделия – t_{11}, мин:

$$t_{11} = \frac{H + h_{зап}}{\upsilon_{оп}}. \qquad (1.9)$$

5. Продолжительность рабочего цикла крана без совмещения отдельных операций цикла представляет собой сумму времени всех вышеназванных операций, т.е.:

$$t_ц = \sum_{1}^{i=11} t_i. \qquad (1.10)$$

На практике, с целью повышения производительности крана, используют совмещение отдельных операций, например, подъем груза до уровня монтажа – t_2 и перемещение крана к месту монтажа - t_4; возвратное перемещение крана - t_{10} и опускание крюка с грузозахватными приспособлениями – t_{11}. В этом случае при расчете длительности рабочего цикла учитывают наиболее длительную из совмещаемых операций:

$$t_ц^{совм} = t_1 + t_{2\succ(4)} + t_3 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10\succ(11)}. \qquad (1.11)$$

6. Сменную производительность крана определяем по формуле, кН/смену:

$$П_{см} = T \cdot Q \cdot K_{гр} \cdot K_в \cdot z, \qquad (1.12)$$

где T – продолжительность смены, час; Q – грузоподъемность крана, кН, при данном вылете стрелы; $K_{гр}$ – коэффициент использования крана по

грузоподъемности; $K_в$ - коэффициент использования крана по времени в течение смены, равный 0,82…0,85; z – число рабочих циклов крана в час $z = \frac{60}{t_ц}$.

Таблица 1.1

Варианты заданий

Вариант	Марка крана	Характеристика изделия				Длина стропов, $l_с$, м	Продолжительность операций, мин			Размеры рабочей зоны, (рис.17.1), м					Уровень монтажа, Н, м
		Наименование	Марка	Вес, G, кН	Высота, $h_ц$,м		Строповка изделия	Удержание изделия	Расстроповка изделия	a	b	c	d	l	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	КБ-160-4	Внутр. стен. панели	В2-1	27,0	2,44	3	1,5	8,5	0,6	12	40	8	30	10	20
2			ВНТ-2Л	16,0	2,68	4	1,0	7,5	0,5	12	50	7	25	12	18
3			В7-2П	16,0	2,68	4	1,0	7,5	0,5	10	45	8	30	10	21
4			В2-1А	26,7	2,44	3	1,5	8,5	0,6	10	40	7	30	12	20
5			В2-2	26,7	2,44	3	1,5	8,5	0,6	12	45	8	25	12	22
6	С-981А	Наруж. стен. панели	ПГ-1	11,2	2.44	3	1,0	7,5	0,5	14	50	8	25	12	15
7			Н-10	14,5	2,68	3	1,0	8,0	0,5	12	45	8	30	12	15
8			Н-4	17,5	2,56	4	1,0	8,0	0,5	14	50	7	20	10	14
9			Н-12	25,0	2,68	4	1,0	8,0	0,5	12	45	8	30	10	12
10			ВГ-16	26,7	2,44	3	1,0	7,5	0,5	10	50	7	25	12	16
11	КБ-674-6	Перегородки	ВЧ-1П	34,8	2,68	4	1,5	8,0	0,6	14	40	8	30	10	14
12			ВЧ-4	34,0	2,68	4	1,5	8,0	0,6	12	50	7	20	12	12
13			ШП-5	39,5	0,22	2,5	1,0	7,5	0,5	14	45	8	25	12	12
14			ШП-1	38,0	0,22	2,5	1,0	7,5	0,5	12	40	7	20	10	15
15			ШП-6	39,5	0,22	2,0	1,0	7,5	0,5	14	45	8	25	10	14
16	КБ-160-2	Панели перекрытия	УНЗ-1К	36,6	2,58	4,0	1,0	8,5	0,6	14	50	7	30	10	15
17			УНЗ-1	36,6	2,58	3,0	1,0	8,0	0,6	12	40	8	25	12	18
18			УНГ-1	37,5	2,68	3,5	1,5	8,0	0,6	10	45	7	30	12	20
19			ШП-2-1	36,0	0,22	2,0	1,5	7,5	0,5	12	40	8	20	10	16
20			ШП-8-2	34,0	0,22	2,5	1,0	7,5	0,5	12	50	8	25	10	17
21	КБ-674-6	Внутр. стен. панели	ВЭ-1Э	40,2	2,68	3,0	1,5	8,5	0,6	12	50	7	30	12	16
22			ВЧ-1Л	34,8	2,68	4,0	1,5	8,5	0,6	12	40	8	25	10	12
23			ВЧ-2Л	34,3	2,68	3,0	1,0	8,0	0,5	14	45	7	20	12	14
24			В1-1	30,3	2,44	2,5	1,0	8,0	0,5	10	50	7	30	10	18
25			ВЧ-2П	34,3	2,68	3,0	1,0	8,0	0,5	12	40	8	25	12	20

Таблица 1.2

Технические характеристики башенных кранов

Показатели	Модели кранов			
	КБ-160-4	С-981А	КБ-674-6	КБ-160-2
Грузоподъемность, кН	20,0…30,0	40,0…80,0	32,0…125,0	50,0…80,0
Высота подъема, м	59,5; 66,5	40,6; 53,0	70,0	46,1; 60,5
Вылет стрелы, м	25,0; 13,0	25,0; 12,5	50,0; 4,0	25,0; 13,0
Скорости подъема и опускания груза, м/мин	40,0	27,0	17,0; 48,0	20,0
Частота вращения стрелы, мин$^{-1}$	0,6	0,7	0,44	0,6
Скорость передвижения крана м/мин	19,7	20,0	12,0	19,7
Мощность двигателя, кВт	58,0	49,5	116,2	58,0
Вес крана, кН	459,0	358,0	1370,0	480,0

Пример расчета

В соответствии с одним из вариантов задания необходимо определить сменную производительность башенного крана С-981А на строительстве здания при монтаже внутренних стеновых панелей В2-2А весом 27,2 кН на высоту 28 м.

1. Требуемую высоту подъема груза определяем суммированием заданной высоты монтажа – H = 28 м, высота изделия - h_u = 2,44 м, длина строп – $l_{стр}$ = 4 м и высота подъема груза над уровнем монтажа - $h_{зап}$ = 2,5 м:

$$H_{кр} = 28 + 2{,}44 + 4 + 2{,}5 = 36{,}94 \text{ м}$$

В соответствии с данным табл. 1.2 выбираем вылет стрелы R = 25,0м и грузоподъемность Q = 40,0 кН.

2. Коэффициент использования крана по грузоподъемности определяем по формуле (1.2):

$$K_{гр} = \frac{27{,}2}{40{,}0} = 0{,}68$$

3. На основании рис. 1.1 вычерчиваем рабочую зону в масштабе, используя линейные размеры по соответствующему варианту: a = 10 м; $в$ = 45 м; c = 7 м; d = 25 м; l = 10 м; R = 25 м. Расстояние от оси подкранового пути до здания и склада принимаем K = 5 м.

4. Последовательность технологических операций и их продолжительность:

а) строповка монтируемого издания, согласно табл. 1.1 t_1 = 1,5 мин;

б) время подъема издания до уровня монтажа определяем по формуле (1.3)

$$t_2 = \frac{28 + 2{,}5}{27{,}0} = 1{,}13 \text{ мин.}$$

в) время на поворот стрелы крана зависит от среднего рабочего угла $\alpha_{ср}$, который, согласно рис. 1.1, *б*, равен $\alpha_{ср} = \alpha_1 + \alpha_2 =$ 80°, и рассчитывается по формуле (1.4):

$$t_3 = \frac{80}{360 \cdot 0{,}7} = 0{,}32 \text{ мин.}$$

г) перемещение крана по рельсовому пути и его продолжительность определяем по формуле (1.5), предварительно определив в масштабе на рис. 1.1,*б* расстояние $L_{пер}$ = 22 м:

$$t_4 = \frac{22}{20} = 1{,}1 \text{ мин.}$$

д) опускание груза до уровня монтажа и его продолжительность определяем по формуле (1.7):

$$t_5 = \frac{2{,}5}{27{,}0} = 0{,}09 \text{ мин.}$$

е) время удержания груза во время его установки, закрепления и выверки принимаем по нормативным данным (табл. 1.1) - t_6 = 8 мин;

ж) время расстроповки монтируемого изделия также принимаем по табл. 1.1 - t_7 = 0,5 мин;

з) время на подъем крюка с грузозахватным приспособлением над уровнем монтажа рассчитываем по формуле (1.8)

$$t_8 = \frac{2{,}5}{27{,}0} = 0{,}09 \text{ мин.}$$

и) возвратный поворот стрелы и его продолжительность принимаем равным времени t_3, т.е.

$$t_9 = t_з = 0{,}32 \text{ мин.}$$

к) время возвратного перемещения крана на исходную позицию принимаем равным времени t_4, т.е. $t_{10} = t_4 = 1{,}1$мин;

л) время опускания крюка с грузозахватным приспособлением к месту строповки следующего изделия определяем по формуле:

$$t_{11} = \frac{28 + 2{,}5}{27{,}0} = 1{,}13$$

5. Продолжительность одного рабочего цикла крана без совмещения операций будет равна сумме продолжительностей отдельных операций:

$$t_ц = 1{,}5 + 1{,}13 + 0{,}32 + 1{,}1 + 0{,}09 + 8{,}0 + 0{,}5 + 0{,}09 + 0{,}32 + 1{,}1 + 1{,}13 = 15{,}28 \text{ мин.}$$

При совмещении второй и четвертой операции, десятой и девятой продолжительность цикла сократится на 2,2 мин.

$$t_ц^{сов.} = 15{,}28 - 2{,}2 = 13{,}08 \text{ мин.}$$

6. Сменную производительность крана определяем по формуле (1.12):

- без совмещения операций

$$П_{см} = 8 \cdot 40 \cdot 0{,}68 \cdot 0{,}83 \cdot \frac{60}{15{,}28} = 720 \text{ кН/см} = 72 \text{ т/см}$$

- с учетом совмещения операций

$$П_{см} = 8 \cdot 40 \cdot 0{,}68 \cdot 0{,}83 \cdot \frac{60}{13{,}08} = 828 \text{ кН/см} = 82{,}8 \text{ т/см.}$$