

Практическая работа № 5

Расчет и подбор подъемно-транспортных машин и механизмов при монтаже оборудования

Цель работы: ознакомиться с методикой выбора кранов для монтажа оборудования, приобрести практические навыки работы с технической и справочной литературой.

Краткие теоретические сведения

Эффективность монтажа технологического оборудования в значительной мере зависит от применяемых монтажных кранов. В свою очередь, выбор крана для монтажа оборудования зависит от геометрических размеров оборудования, его расположения и массы, технических и эксплуатационных характеристик монтажных кранов.

При выборе кранов сначала подбирают их типы и марки по техническим характеристикам, отвечающим предъявленным требованиям, затем определяют наиболее экономически выгодный вариант.

Основными рабочими параметрами монтажных кранов являются:

- грузоподъемность $Q_{кр}$ – способность крана поднять груз с наибольшей массой при сохранении необходимого запаса устойчивости и прочности, т;
- высота подъема крюка $H_{кр}$ – расстояние от уровня стоянки крана до крюка при стянутом полиспасте и определенном вылете крюка, м;
- вылет крюка $L_{кр}$ – расстояние между вертикальной осью вращения поворотной платформы и вертикальной осью, проходящей через центр крюковой обоймы, м;
- грузовой момент $M_{гр}$ – произведение массы груза в тоннах на величину вылета крюка, тм.

Выбор монтажного крана зависит от принятого метода монтажа оборудования. Исходными данными при выборе монтажных кранов являются габариты и масса монтируемого оборудования, высота фундамента и наличие в зоне монтажа других сооружений, оборудования и конструкций. Монтаж различных видов технологического оборудования выполняется, как правило, в полностью собранном виде или укрупненными блоками. В практике монтажа наиболее широко используются два метода установки оборудования на фундамент:

- скольжения;
- поворота вокруг шарнира.

Монтаж такими методами может производиться как одиночными, так и спаренными стреловыми самоходными кранами.

При подъеме методом скольжения оборудование укладывается в исходном положении возле фундамента и стропится за верхнюю или нижнюю части. Краны устанавливаются непосредственно возле фундамента так, чтобы в процессе подъема и установки оборудования на фундамент вылет крюка был минимальный.

Метод скольжения имеет две разновидности:

- подъем оборудования с отрывом нижней части от земли (опоры);
- подъем оборудования без отрыва нижней части от земли (опоры).

При установке оборудования методом скольжения с отрывом от земли краны подбирают так, чтобы их грузоподъемность была не меньше массы оборудования, а высота подъема крюков не зависимо от места строповки обеспечивала подъем основания оборудования выше фундамента. При окончательной установке оборудования его нижнюю часть опирают на фундамент, доводят дотягивающей системой до проектного положения и плавно опускают с помощью тормозной системы.

Подъем оборудования способом поворота вокруг шарнира используют тогда, когда масса оборудования превышает паспортную грузоподъемность крана.

Схема подъема оборудования и установки его на фундамент дана на рисунке 1.

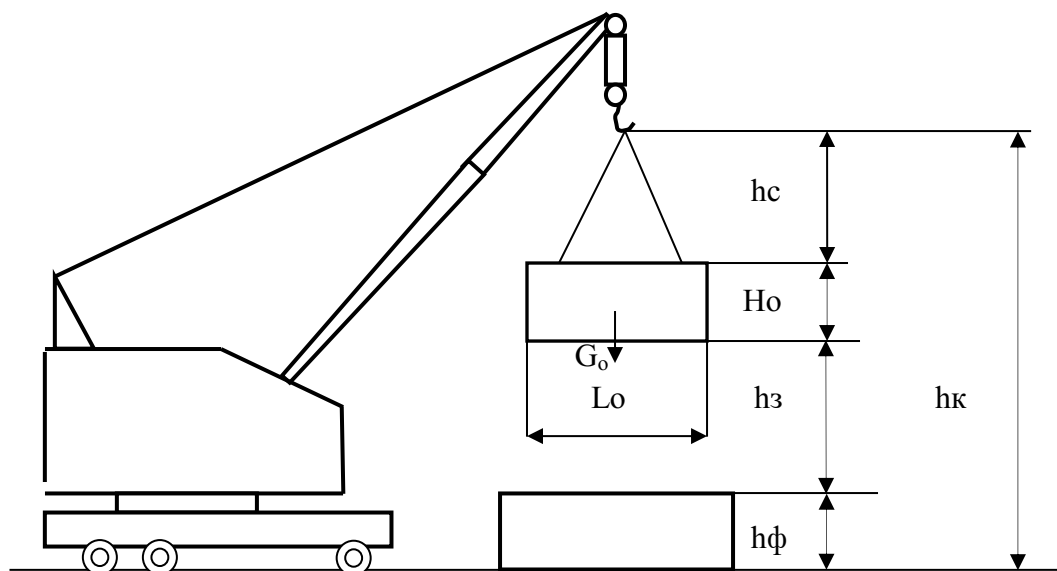


Рисунок 1 – Схема монтажа оборудования

На схеме приняты следующие обозначения:

L_o – диаметр или поперечные размеры поднимаемого оборудования, м;

h_o – высота оборудования, м;

G_o - вес оборудования, кН;

h_c – высота строповки, м;

h_z – высота подъема оборудования над фундаментом, м;

h_f – высота фундамента, м;

h_k – высота подъема крюка, м.

Задание

Подобрать монтажный кран и рассчитать такелажную оснастку для подъема и установки оборудования заданных размеров на фундамент. Исходные данные по вариантам содержатся в таблице 1. Вариант соответствует последней цифре шифра студента.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	L_o , м	H_o , м	G_o , кН	h_f , м
1	1,5	5,8	150	0,1
2	2,0	2,1	230	0,8
3	1,0	3,0	340	1,5
4	0,8	1,5	190	1,0
5	3,0	2,5	530	0,5
6	2,2	3,1	370	1,2
7	3,1	4,0	400	2,0
8	2,9	3,5	260	1,1
9	1,8	2,9	180	0,4
10	0,9	1,6	210	0,9

Пример выполнения задания

Исходные данные:

$L_o = 2,5$ м – поперечный размер (диаметр) оборудования; $H_o = 0,9$ м – высота оборудования; $G_o = 320$ кН - вес оборудования; $h_f = 0,5$ м – высота фундамента.

1 Выбор способа подъема

Принимаем решение – подъем оборудования методом скольжения с отрывом от земли одним стреловым краном со строповкой за нижнюю опорную раму с обвязкой стропами. Принимаем высоту строп $h_c = 1$ м

2 Определение требуемой грузоподъемности крана

Требуемая грузоподъемность монтажного крана $Q_{кр.тр.}$, кН рассчитывается по формуле

$$Q_{кр.тр.} = k_d \cdot \frac{G_0}{n_k}, \quad (1)$$

где $k_d = 1,1$ – коэффициент динамичности [1, стр. 5];

$G_0 = 320$ кН – вес оборудования;

$n_k = 1$ – количество кранов.

$$Q_{кр.тр.} = 1,1 \cdot \frac{320}{1} = 352 \text{ кН}$$

3 Определение высоты подъема крюка

Высота подъема крюка $h_{кр.}$, м для установки оборудования на фундамент рассчитывается по формуле

$$h_{кр.} = h_{ф.} + h_3 + H_0 + h_c, \quad (2)$$

где $h_{ф.} = 0,5$ м – заданная высота фундамента;

$h_3 = 0,5$ м – практически принимаемый запас высоты оборудования над фундаментом;

$H_0 = 900$ мм = 0,9 м – заданная высота оборудования (или высота от основания до места строповки);

$h_c = 1$ м – высота строп

$$h_{кр.} = 0,5 + 0,5 + 0,9 + 1 = 2,9 \text{ м}$$

4 Выбор крана

Выбираем кран типа МКП – 40 на пневмоколесном ходу [приложение таблица А1] с длиной стрелы 15 м и записываем его характеристики:

Грузоподъемность Q_k , кН	400
Длина стрелы L_c , м	15
Вылет крюка $h_{кр.}$, м –	4,5

5 Расчет такелажной оснастки

Канат для стропа рассчитывается по усилию на крюке крана $P = G_0 = 320$ кН. Условная схема строповки оборудования дана на рисунке 2

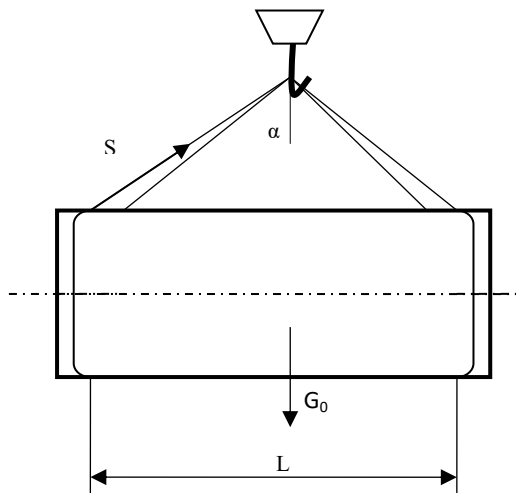


Рисунок 2 – Схема строповки оборудования

Натяжение одной ветви стропа S , кН определяется по формуле

$$S = \frac{P}{m \cdot \cos \alpha}, \quad (3)$$

где $P=G_0 = 320$ кН - расчётное усилие приложенное к стропу;

$m = 4$ - общее количество ветвей стропа, определяется по схеме строповки;

$\alpha = 45^\circ$ - угол между направлением действия расчётного усилия и ветвей стропа; $\cos 45^\circ = 0,7071$.

$$S = \frac{320}{4 \cdot 0,707} = 113,2 \text{ кН}$$

Канат для изготовления стропов выбирается по разрывному усилию. Разрывное усилие стропа R_k , кН определяем по формуле

$$R_k = S \cdot k_3, \quad (4)$$

где $S = 113,2$ кН - натяжение одной ветви стропа;

$k_3 = 6$ – коэффициент запаса прочности для стропа; [Приложение, таблица А4]

$$R = 113,2 \cdot 6 = 678,9 \text{ кН}$$

Ориентируясь на рекомендации и по найденному разрывному усилию выбираем канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6х19 [1, приложение, таблица А5]

Диаметр каната d , мм	38
Разрывное усилие R , кН	704
Временное сопротивление на разрыв (маркировочная группа), МПа	1700
Масса 1000 м каната, кг	492

Указания по оформлению работы

Работа выполняется в тетрадях для практических работ или на двойных листах в клеточку. Работа должна содержать:

- наименование и цель работы;
- задание;
- исходные данные;
- схемы (рисунок и рисунок 2);
- расчеты (формулы 1...4)
- вывод;

Все записи должны быть выполнены синей или черной пастой, аккуратно, разборчивым почерком, близким к чертежному шрифту. Высота букв не менее 5 мм.

Рекомендуемая литература

1 В.В. Матвеев. Примеры расчета такелажной оснастки / В.В. Матвеев, Н.Ф. Крупин. Л. Стройиздат, 1987 – 320 с.

2 Справочник по кранам в 2^х томах. Том 2 Характеристика и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы /М.П. Александров, М.М. Гозберг, А.А. Ковин под общей редакцией М.М. Гохберга – М: Машиностроение, 1988 – 559 с.

Приложение А

Таблица А1 Пневмоколесные краны

Показатели	КС-4362	МКП-25А	КС-5363А КС-53635	МКТ-40	КС-8362А
Грузоподъемность, т:					
на выносных опорах	16,0-3,5	25-12	25-3,5	40-4,2	100-20,5
без выносных опор	8,5-2,0	12,5-6,5	14,0—2,0	11-1,0	26-4,7
Вылет крюка, м:					
наименьший	3,8	4,0	4,5	4,8	6,0
наибольший	10	7,0	13,8	15	15
Длина стрелы, м	12,5	14,1	15,0	15,0	15,0
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин:					
наименьшая	1,5	0,6	0,3	0,24	0,4
наибольшая	6,0	8,4	6,0	4,8	3,0

Таблица А3 Гусеничные краны

Показатели	МКГ-25БР	ДЭК-252	МКГ-40	ДЭК-50	СКГ-40/63	СКГ-63/100	КС-8165
Грузоподъемность для основного и вспомогательного подъема, т	25/3,8	25/4,0	40/8	50/14,8	40/7,2	63/11,5	75/15
Вылет крюка, м	4,75-13,1	4,75-13,6	5—14	6—14	4,5-14	4,8-14	7-20
Длина стрелы, м	13,5	14	15,8	15	15	15,74	25
Высота подъема крюка, м	13,5	13,5-7	13,5-17,5	13,3-8,2	14- 7,2	15,1-9,4	23,3-16
Грузоподъемность при передвижении, т	25	25	40	50	40	63	70
Скорость подъема-опускания груза, м/мин	0,365-7,25	0,4-4	0,24-5	5,3-1,33	0,75-6,6	4,9	3,1-0,14
Скорость передвижения, км/ч	0,85	1,0	0,8	0,4	1,0	0,75	0,5

Таблица А4 Коэффициенты запасов прочности стальных канатов

Назначение каната			Коэффициент запаса прочности (K_3)
Грузовые канаты	с ручным приводом		4,0
	с машинным приводом	для легкого режима работы	5,0
		среднего режима работы	5,5
		тяжелого режима работы	6,0
Канаты для полиспастов с изменяющейся длиной под нагрузкой	грузоподъемностью от 5 до 50т при соотношении D/d:	от 13 до 16	5,0
		от 16 и более	4,0
	грузоподъемностью от 50 до 100т при соотношении D/d:	от 13 до 16	4,0
		от 16 и более	3,5
	грузоподъемностью 100 т и более при соотношении D/d:	от 13 до 16	3,5
		от 16 и более	3,0
Стропы	с обвязкой или зацепкой крюками или серьгами		6,0
	витые стропы при соотношении D_2/d_c от 2 и более		5,0
	полотенчатые стропы при соотношении D_3/d_c :	от 3,5 до 6	5,5
		6 и более	5,0
Расчалки, оттяжки, тяги при соотношении D_3/d :	от 4 до 5		5,0
	более 5 до 7		4,0
	от 7 до 9		3,5
	10 и более		3,0

Таблица А5 Канаты стальные (выдержка из гост 3070-74, 3071-74)

Диаметр каната в мм	Вес 100 м каната в кгс	Разрывное усилие в кН при временном сопротивлении разрыву в МПа				
		1400	1600	1700	1800	2000
Канат ТК 6x19						
11,0	43,4	52,55	60,05	63,85	65,80	71,80
13,0	56,5	68,60	78,45	83,30	85,60	93,40
14,5	71,5	86,70	99,00	105,00	108,00	118,00
16,0	88,3	107,00	122,00	130,00	134,00	146,00
17,5	107,0	129,00	147,50	157,00	161,50	176,50
19,5	127,5	154,50	176,50	187,50	193,50	211,00
21,0	149,5	181,00	207,00	220,00	227,00	247,50
22,5	173,5	210,00	240,00	255,00	263,00	287,00
24,0	199,0	241,00	275,50	292,50	302,00	329,00
25,5	226,5	274,50	313,50	333,00	343,00	374,50
27,0	255,5	309,50	354,00	376,00	387,50	422,50
29,0	286,0	347,00	396,50	421,50	434,00	474,00
32,0	353,0	428,00	489,50	520,00	536,00	585,00
35,0	427,0	518,00	592,00	614,50	648,00	707,00
38,5	508,0	616,00	704,00	748,00	771,00	840,50
42,0	598,5	725,50	830,00	879,50	906,00	991,00
45,0	693,5	841,50	960,50	1020,00	1050,00	1145,00
48,0	795,5	964,50	1100,00	1165,00	1205,00	1315,00
Канат ТК 6x37						
11,5	42,7	—	57,50	61,05	62,55	67,95
13,5	61,4	—	82,40	87,70	89,60	97,65
15,0	83,5	98,40	112,00	119,00	122,00	132,50
18,0	109,0	128,00	146,50	155,50	159,50	173,00
20,0	138,0	162,00	185,50	197,00	202,00	219,00
22,5	170,5	200,00	229,00	243,50	24 900	270,50
24,5	206,0	242,50	277,00	294,50	301,50	327,50
27,0	245,5	289,00	330,50	351,00	360,00	390,50
29,0	288,0	339,00	387,50	412,00	422,00	458,00
31,5	334,0	393,50	449,50	478,00	489,50	531,50
33,5	383,5	451,50	516,50	548,50	561,50	610,00
36,5	436,0	514,00	587,50	624,00	639,50	69400
38,0	492,0	580,00	662,50	704,00	721,50	782,50

39,5	551,5	650,00	743,00	789,50	808,50	875,50
44,5	680,5	802,50	914,00	971,50	995,00	1080,00
49,0	823,5	967,50	1105,00	1175,00	1205,00	1305,00
54,0	979,5	1150,00	1320,00	1400,00	1435,00	1555,00
58,5	1155,0	1355,00	1545,00	1645,00	1685,00	1830,00
63,5	1335,0	1570,00	1795,00	1910,00	1955,00	2120,00
66,5	1535,0	1805,00	2065,00	2190,00	2245,00	2440,00
Канат ТК 6x61						
11,5	45,0	-	58,35	62,05	65,65	70,05
14,5	71,2	-	90,85	96,75	98,20	106,00
17,5	101,0	-	131,00	139,00	141,00	153,00
20,0	137,5	156,00	178,00	189,50	192,50	207,50
23,0	179,5	203,50	233,00	247,00	251,00	271,50
26,0	227,0	257,50	294,50	313,00	318,00	344,00
28,5	280,5	318,00	363,50	386,50	392,50	424,00
31,5	339,0	385,00	440,00	467,50	475,50	513,50
35,0	404,0	458,50	524,50	557,00	566,50	612,00
38,0	474,0	538,00	615,00	654,00	664,50	718,00
39,5	549,5	624,00	713,50	758,00	769,50	829,50
43,0	631,0	716,50	817,50	869,00	883,50	955,00
46,0	717,5	813,50	928,00	987,50	1005,00	1080,00
49,0	810,0	920,00	1050,00	1115,00	1130,00	1220,00
52,5	908,0	1030,00	1175,00	1250,00	1270,00	1375,00
57,0	1125,0	1270,00	1450,00	1540,00	1570,00	1695,00
63,5	1360,0	1540,00	1755,00	1865,00	1900,00	2050,00
68,0	1615,0	1830,00	2090,00	2220,00	2260,00	2440,00