

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

РАСЧЕТ ОПАСНЫХ ЗОН. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ КАНАТОВ И СТРОП ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

5.1 Расчет опасных зон

5.1.1 Общие положения

Опасная зона – это пространство, в котором возможно действие на работающего опасного и (или) вредного производственного фактора.

При работах, выполняемых на высоте, опасной зоной считается участок, расположенный под рабочей площадкой; при работе грузоподъемных машин (электротельфера, кран-балки) опасная зона определяется расстоянием возможного отлета груза при обрыве одной из строп.

При работе оборудования опасность локализована в пространстве вокруг движущихся элементов: режущего инструмента, обрабатываемых деталей, зубчатых, ременных и цепных передач, рабочих столов станков, конвейеров и т. д.

Размеры опасной зоны в пространстве могут быть постоянными (зона между вальцами, ремнем и шкивом) и переменными (зона резания при изменении режима и характера обработки, смене режущего инструмента и т.д.).

Наличие опасной зоны может быть обусловлено опасностью поражения электрическим током, воздействием тепловых, электромагнитных и ионизирующих излучений, шумом, вибрацией, ультразвуком, вредными парами и газами, пылью, возможностью травмирования отлетающими частицами материала, инструмента, вылетом обрабатываемой детали и др.

При проектировании и эксплуатации технологического оборудования необходимо предусматривать применение устройств, либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих эту опасность.

Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, соблюдение которых при конструировании обеспечивает безопасность его эксплуатации. Эти требования сформулированы в ГОСТ 12.2.003 ССБТ.

Безопасность производственного оборудования обеспечивается: правильным выбором принципов его действия, кинематических схем, конструктивных решений, параметров рабочих процессов, использованием различных средств защиты.

Одним из видов предохранительных средств являются слабые звенья в конструкциях технологического оборудования, рассчитанные на разрушение или срабатывание при перегрузках. Срабатывание слабого звена приводит к останову механизма при аварийных режимах работы оборудования. К слабым звеньям относятся: срезные штифты и шпонки, соединяющие вал с маховиком, шестерней или шкивом; фрикционные муфты, не передающие вращение при чрезмерных крутящих моментах; разрывные мембраны в установках с повышенным давлением и т. п.

Слабые звенья делятся на две основные группы: системы с автоматическим восстановлением кинематической цепи (фрикционные, кулачковые муфты) и системы с восстановлением кинематической цепи путем замены слабого звена (срезные штифты, шпонки).

Важную роль в обеспечении безопасной эксплуатации технологического оборудования играет тормозная техника, позволяющая быстро останавливать валы, шпиндели и прочие элементы, являющиеся потенциальными источниками опасности. По конструкции тормоза делятся на ленточные, колодочные, дисковые, грузоупорные, центробежные и электрические; по характеру действия – на управляемые и автоматические.

5.1.2 Методика расчета опасных зон

Размеры опасных зон в каждом конкретном случае определяются в зависимости от условий выполнения работы и вида устройства, с помощью которого осуществляется работа.

Так, при работах, выполняемых на высоте, опасной зоной считают участок, расположенный под рабочей площадкой, границы которого определяются горизонтальной проекцией площади S , увеличенной на безопасное расстояние, м:

$$L_{без} = 0,3H$$

где H - высота, на которой производится работа, м.

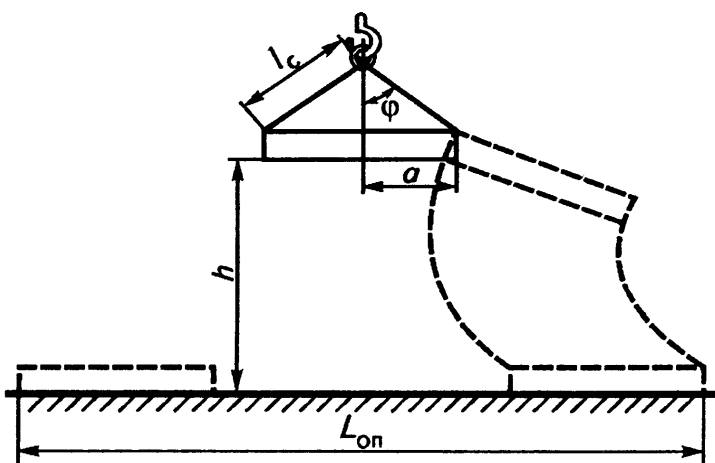


Рисунок 5.1 К расчету опасной зоны

При работе грузоподъемной машины (электротельфера, кран-балки) расстояние возможного отлета груза при обрыве одной из строп, м,

$$L_{оп} = 2\sqrt{H[l_c(1 - \cos \varphi) + a]}$$

где H – высота подъема груза, м;

l_c – длина ветви стропа, м;

φ – угол между стропами и вертикалью, град;

a – расстояние от центра тяжести груза до его края, м.

Для расчета стреловых кранов дополнительно учитывают вылет стрелы. Тогда:

$$L_{оп} = l_B + 2\sqrt{H[l_c(1 - \cos \varphi) + a]}$$

где l_B – вылет стрелы крана, м.

5.2 Расчет на прочность канатов и строп грузоподъемных машин

Грузовые, стреловые, вантовые, несущие и тяговые стальные проволочные канаты перед установкой на грузоподъемную машину (ГПМ) следует проверить расчетом:

$$P_{раз} / S_{БК} \geq K$$

где $P_{раз}$ – разрывное усилие каната, принимаемое по сертификату, а при проектировании - по данным ГОСТ 2668-69, ГОСТ 3062...3098-74 и ГОСТ 3241-69, Н;

$S_{БК}$ – наибольшее натяжение ветви каната без учета динамических нагрузок, Н;

K – коэффициент запаса прочности - регламентируется типом привода ГПМ

(ручной, машинный) и режимом работы механизма.

Для кранов с ручным приводом $K = 4$, с машинным $K = 5 \dots 6$; для лифтов грузовых без проводника и малых $K = 8 \dots 13$; для лифтов грузовых с проводником и пассажирских $K = 9 \dots 25$; при подъеме и опускании грузов с помощью приводной лебедки $K = 4$; при подвешивании груза через крюки, петли или серьги $K = 6$; при страховании грузов для подъема и опускания $K = 12$.

Если в сертификате или свидетельстве об испытании каната дано суммарное разрывное усилие, значение $P_{раз}$ определяют умножением суммарного разрывного усилия на 0,83 или на коэффициент, определенный по ГОСТу на канат выбранной конструкции.

Стальные канаты, применяемые в качестве строп, бывают различных конструкций. Чаще других используют шестипрядные канаты ($6 \times 19 + 1$, $6 \times 37 + 1$, $6 \times 61 + 1$). Первое число означает число прядей; второе — число проволок в одной пряди; третье — наличие сердечника из органического материала. Сердечник предназначен для постоянного смазывания каната в процессе работы; с этой целью его пропитывают составом, включающим 50 % мазута и 50 % каменноугольной смолы.

Длину канатов подбирают с таким расчетом, чтобы угол между ветвями строп был не менее 90° . Длина ветви стропа из условия угла наклона к вертикали (угол не должен превышать 60°), м,

$$l_{\min} = 1.155a,$$

где a — максимальное расстояние между центром тяжести груза и местом закрепления стропа, м.

При известной массе груза Q натяжение, возникающее в каждой ветви стропа, Н,

$$S_{BK} = \frac{Qg}{mK_H \cos \alpha},$$

где Q — масса груза, кг;

g — ускорение свободного падения; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

m — число ветвей стропа;

K_H — коэффициент неравномерности массы груза на ветви стропа; при $m \geq 4$ $K_H = 0,75$, а при $m < 4$ $K_H = 1$; α — угол наклона строп к вертикали, град.

Разрывное усилие в ветви стропа, Н,

$$P_{раз} = S_{BK} K$$

где S_{BK} — натяжение, возникающее в каждой ветви стропа, Н.

По известному значению разрывного усилия $P_{раз}$, используя данные ГОСТа, подбирают канат, его тип и диаметр (табл.5.1).

Таблица 5.1 Техническая характеристика стальных канатов

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, Н, при маркировочной группе проволок, МПа			
		1400	1600	1700	1800
Канат типа ТК $6 \times 19(1+6+12)+1$ о,с, (ГОСТ 3070-88)					
11	43,3	52550	60050	6385	65800
14,5	71,5	86700	99000	105000	108000
19,5	107	129000	147500	157000	161500

21	149,5	181000	207000	220000	227000
22,5	173,5	210000	240000	255000	263000
24	199	241000	275500	292500	302000
27	255,5	309500	354000	376000	387500
29	286	347000	396500	421500	434000
32	353	428000	489500	520000	536000
35	427	518000	592000	614500	648000
Канат типа ТК 6×37(1+6+12+18)+1 о,с, (ГОСТ 3071-88)					
9	27,35	---	36850	39150	41450
11,5	42,7	---	575500	61050	62550
13,5	61,35	---	82400	87700	89600
15	83,45	98400	112000	119000	122000
18	109	128000	146500	155500	159500
20	138	162000	185500	197000	202000
22,5	170,5	200000	229000	243500	249000
24,5	206	242500	277000	294500	301500
27	245,5	289000	330500	351000	360000
29	288	339000	387500	412000	422000
31,5	334	393500	449500	478000	489500
33,5	383,5	451500	516500	548500	561500
36,5	436	514000	587500	624000	639500
38	492	580000	662500	704000	721500
39,5	551,5	650000	743000	789500	808500

Продолжение таблицы 5.1

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, Н, при маркировочной группе проволок, МПа			
		1400	1600	1700	1800
Канат типа ЛК6×19-114 (ГОСТ 3077-80)					
11,5	487	---	67500	71750	73950
13	597,5	---	82850	88050	90850
15	852,5	139500	11800	125500	129500
17,5	1155	---	159500	169500	175000
19,5	1370	166600	189500	201500	208000
22	1745	211500	241500	256500	64500
25,5	2390	290000	331500	352000	363000
28	2880	349000	399000	424000	37000
32,5	3990	484000	553000	587500	605000
Канат типа ЛК6×37-222 (ГОСТ 3079-80)					
15,5	851,5	---	116000	123500	127000
17	1065	---	145000	154500	159000
19,5	1450	161000	184000	195500	201500
21,5	1670	199000	227500	242000	249500
25	2245	268000	306500	325500	335500
29	3015	306500	412000	437500	351000

30,5	3405	407000	465000	494000	509500
33	3905	466500	533000	566500	583500
35	4435	530000	605500	643500	663500
39	5395	445000	737000	783000	807500

Пример расчета опасной зоны.

*Определить, будет ли обеспечена безопасность и размеры опасной зоны при выгрузке контейнеров с оборудованием из кузова автопоезда автомобильным краном с вылетом стрелы ___ м на высоту ___ м. Масса каждого контейнера составляет _____ кг, габариты – ___*___*___. _____ укомплектован стропом типа _____ из стального каната ТК6 х 19(1 + 6 + 12) + 1 о.с. диаметром d= ___ мм (временное сопротивление проволок разрыву ___ МПа), угол наклона ветви стропа к вертикали $\alpha = 45^\circ$.*

№ варианта	Тип крана	Вылет стрелы, м	Высота подъема, м	Габариты груза, м	Тип строп	Марка каната	Диаметр, мм	Сопротивление проволок к разрыву, МПа	Масса груза, кг
1	Кран-балка	-	2	2x1,5x1,0	2УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	11	1400	1900
2	Кран-балка	-	2,5	3x2,0x0,5	2УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	14,5	1600	1800
3	Стреловый кран	5	6	6x1,0x0,4	2УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	19,5	1700	1700
4	Кран-балка	-	4	2x1,0x1,0	4УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	21	1800	1600
5	Стреловый кран	6	5	5x1,5x0,7	2УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	22,5	1400	1500
6	Стреловый кран	7	6	6x1,5x0,4	2УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	24	1600	2000
7	Кран-балка	-	3	1x1,0x1,0	4УСК	ТК6х19(1+6+12)+1	11	1700	1900
8	Стреловый кран	4	3	6x1,2x0,3	2УСК	ТК6х37(1+6+12+18)+1	9	1800	1800
9	Стреловый кран	5	4	4x1,1x0,4	2УСК	ТК6х37(1+6+12+18)+1	11,5	1600	1700
10	Кран-балка	-	4	2x1,2x0,9	2УСК	ТК6х37(1+6+12+18)+1	13,5	1700	1600