

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Д.В. ПОПОВ, А.А. ВАСИЛЬЕВ, А.А. ДРОМИАДИ, Д.С. ИВАНОВ, Г.Л. ИРДЫНЧЕЕВ

*ООО «Экспертно-консультативный Центр «Дедал»,
350051, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Монтажников, д.1;
электронная почта: dedal_expert@mail.ru*

В статье рассмотрены средства обеспечения безопасности при эксплуатации подъемных сооружений. Дано определение и произведен расчет опасной зоны работы крана.

Ключевые слова: эксплуатация подъемных сооружений, грузоподъемные работы, безопасность работ, опасная зона работы крана.

Для обеспечения соблюдения требований безопасности при эксплуатации подъемных сооружений (далее ПС), владельцем ПС должны соблюдаться требования нормативно правовых актов РФ.

ПС эксплуатируемые на опасном производственном объекте снабжают ограждениями, устройствами безопасности и сигнализаторами.

Легкодоступные, находящиеся в движении части грузоподъемных машин могут являться причиной несчастного случая, поэтому они должны быть защищены прочно укрепленными металлическими съёмными ограждениями, допускающими осмотр и смазку.

Обязательному ограждению подлежат:

- зубчатые, цепные, червячные передачи;
- валы механизмов, расположенных в доступных местах;
- соединительные муфты, расположенные в местах прохода;
- барабаны, расположенные вблизи рабочего места крановщика или прохода;
- ходовые колёса кранов и тележек;
- оголенные токоведущие части электрооборудования.

Устройства безопасности грузоподъемных машин можно подразделить на устройства, отвечающие за весовые и нагрузочные характеристики, и устройства, отвечающие за передвижение груза, крана, стрелы.

К первой группе относятся тормоза, ограничители грузоподъёмности и грузового момента. Ко второй группе относятся ограничители высоты подъёма крюка, ограничители подъёма стрелы.

Тормоза могут быть подразделены:

- по назначению – на стопорные (останавливающие механизм) и спускные (ограничивающие скорость подъёма – опускания в определённых пределах);
- по конструктивному исполнению рабочих элементов – на колодочные, ленточные, дисковые, конусные;
- по принципу действия – на автоматические (замыкающиеся при отключении двигателя механизма) и управляемые (замыкающиеся при воздействии на орган управления тормозом).

В механизмах подъёма кранов, используется колодочные стопорные тормоза.

Ограничители грузоподъёмности или грузового момента используются для автоматического отключения механизмов подъёма и изменения вылета стрелы в случае подъёма груза свыше $1,1Q$.

В стреловых кранах при работе на малых вылетах стрела может занимать положение, близкое к вертикальному. В этом случае под действием отрицательных импульсов она может откинуться назад, что вызовет поломку стрелы и опрокидывание крана в сторону противовеса. Для предотвращения этого применяют ограничители подъёма стрелы крана (упоры на стреле и гибкие тяги).

Определение опасных зон при работе крана

Универсальным инструментом подтверждения безопасности крана, показатели которой регламентированы законодательно, является расчёт. Нормы расчёта кранов должны содержаться в национальных стандартах, и соответствовать требованиям технических регламентов. Они могут создаваться заново или на основе уже существующих стандартов, например, стандартов ИСО. Во всех случаях важно, чтобы принятые стандарты обеспечивали

создание и (или) применение подъёмно-транспортного оборудования, удовлетворяющего требованиям законов.

Основопологающим принципом определения опасной зоны является досягаемость подвижных выступающих либо двигающихся частей машин и оборудования в нормальном режиме работы и в случае падения или разрушения их, а также при падении поднимаемых или переносимых грузов с учетом вероятного рассеивания при падении.

Определим, будет ли обеспечена безопасность в случае разрыва стропа и границу опасной зоны, возникающей при падении бадьи с цементом массой 1 тонна при разгрузке вагона стреловым краном с вылетом стрелы 9 м, высота подъёма 6 м. Бадья кубической формы, размерами 1 м×1 м×1м. Автокран укомплектован стропом типа 4УСК из стального каната ТК6 × 19 (1 + 6 + 12) + 1 о.с. диаметром $d = 11$ мм (временное сопротивление проволок разрыву 1400 МПа), угол наклона ветви стропа к вертикали $\alpha = 60^\circ$.

Определим, будет ли обеспечена безопасность в случае разрыва стропа. Натяжение, возникающее в каждой ветви стропа определяется по формуле:

$$S_B = \frac{Q \times g}{m \times K_H \times \cos \alpha}; [4]$$

где Q – масса поднимаемого груза, кг;

m – число ветвей стропа;

K_H – коэффициент неравномерности распределения массы груза на ветви стропа, соответствующий значению $m = 4$; $K_H = 0,75$;

α – угол наклона ветви стропа к вертикали;

g – ускорение свободного падения; $g = 9,81$

$$S_B = \frac{1000 \times 9,81}{4 \times 0,75 \times \cos 60} = 6540 \text{ Н.}$$

Разрывное усилие ветви стропа

$$P_{раз} = k \times S_B; [5]$$

где k – коэффициент запаса прочности для кранов с машинным приводом; $k = 6$

$$P_{раз} = 6 \times 6540 = 39240 \text{ Н.}$$

По таблице 2 для каната диаметром 11 мм (при временном сопротивлении проволок разрыву 1400 МПа), разрывное усилие = 52550 Н, что больше $P_{раз} = 39240$ Н, следовательно, используемый строп обеспечит безопасность при разгрузке бадьи с цементом.

Таблица 1 – Технические характеристики стального каната ТК6 × 19 (1 + 6 + 12)+1 о.с.

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, Н, при временном сопротивлении разрыву проволок, МПа			
		1400	1600	1700	1800
11	43,3	52550	60050	63850	65800
14,5	71,5	86700	99000	105000	108000
17,5	107	129000	147500	157000	161500
19,5	127,5	154500	176500	187500	193500
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

Далее определяем границу опасной зоны, возникающей при падении бадьи с цементом.

Достигаемость падающего груза зависит от высоты подъема H , причём отклонение от проекции груза на горизонтальную плоскость r_x равно и одинаково вероятно в любую из четырёх сторон. В плане зона достигаемости изображается в виде окружности. Расстояние возможного отклонения груза для определения границы опасной зоны принимается равным одной трети H (рис. 1),

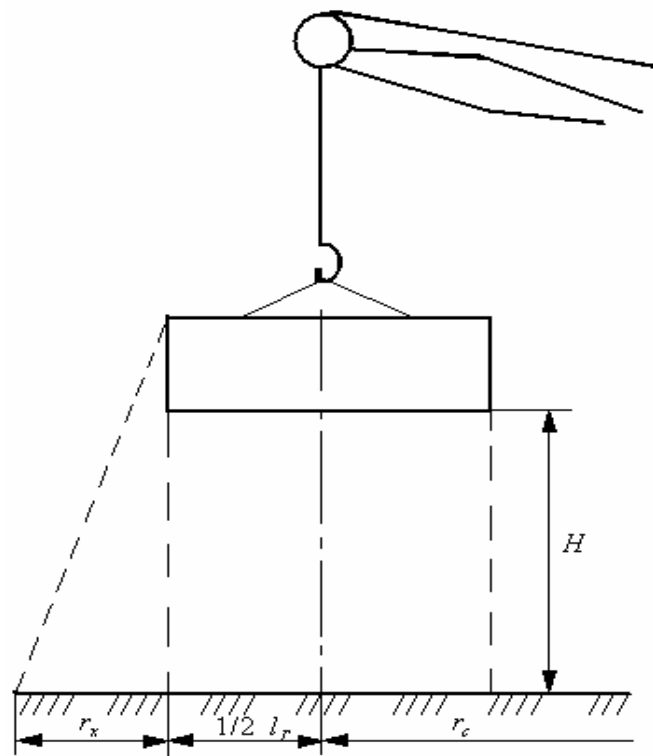


Рисунок 1 – Схема к определению опасной зоны у грузоподъемного механизма

$$r_x = \frac{1}{3} \times H,$$

где H – высота подъема груза

Радиус опасной зоны определяется формулой:

$$R = r_c + 0,5l_r + \frac{1}{3}H, [6]$$

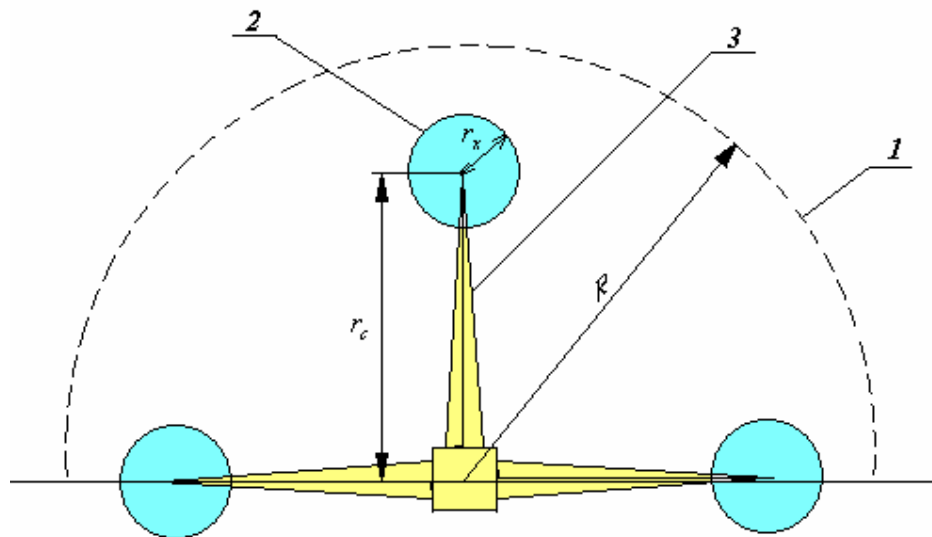
где r_c – вылет стрелы крана или крюка на стреле крана;

l_r – наибольший размер груза по горизонтальной составляющей;

H – высота подъема груза.

$$R = 9 + 0,5 \times 1 + \frac{1}{3} \times 6 = 11,5 \text{ (м);}$$

Граница опасной зоны с учётом расчётов представлена на рис. 2.



1 – граница опасной зоны; 2 – граница зоны возможного падения груза; 3 – стрела крана

Рисунок 2– Опасные зоны при работе стрелового крана

Определив размеры опасной зоны при работе крана, необходимо обезопасить работников, поставив ограждения и обозначить зону знаками безопасности. В соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2001 «Знаки безопасности» площадка выполнения грузоподъемных работ должна быть обозначена красно-белой или жёлто-чёрной сигнальной разметкой. На территории производства работ не должно находиться посторонних. Обязательно по периметру площадки должны находиться знаки, предупреждающие о возможном падении груза.

В данной статье рассмотрены основные опасности, связанные с эксплуатацией ПС, проверена надежность строп на разрыв, получено значение опасной зоны при выгрузке стреловым краном бадьи с цементом. Определение размеров опасной зоны и обозначение её в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2001 «Знаки безопасности» можно снизить вероятность возникновения опасностей травмирования людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»// «Российская газета», № 145, 30.07.1997.
2. Приказ Ростехнадзора № 538 от 14.11.2013 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «правила проведения Экспертизы промышленной безопасности» (Зарегистрировано в Минюсте России 26.12.2013 № 30855) // «Российская газета», № 296, 31.12.2013.
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 533 от 12.11.2013 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 № 30992) // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», № 8, 24.02.2014.
4. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов [Текст]: Введ. 2000-01-01 Справочно-правовая система «Консультант+»
5. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование»/ М.П. Александров, Л.Н. Колобов, Н.А. Лобов и др. [Текст]: М.: – Машиностроение, 1986 – 400с., ил.
6. Курдюмов В.И., Зотов Б.И. Проектирование и расчёт средств обеспечения безопасности: Учеб. для вузов/В.И Курдюмов [Текст]. – М.: КолосС, 2005. – 216 с.
7. Александров, М.П., Колобов Л.Н. и др. Грузоподъемные машины [Текст]. – М.: Высшая школа, 1973. – 471 с.
8. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины [Текст]: учеб. для машиностроит. спец. вузов. – 6-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с., ил.

9. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: Учебник для учащихся техникумов / Э.И. Галай, В.В.Каверин, И.А. Колядко [Текст]. – М.: Машиностроение, 1991. – 320 с.

10. Фомочкин А.В. Производственная безопасность[Текст]: – М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. Губкина, 2004 – 448 с.

REFERENCES

1. Federalnyy zakon ot 21.07.1997 № 116-FZ (red. ot 13.07.2015) «O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh obektov»// «Rossiyskaya gazeta», № 145, 30.07.1997.

2. Prikaz Rostekhnadzora № 538 ot 14.11.2013 «Ob utverzhdenii federalnykh norm i pravil v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «pravila provedeniya Ekspertizy promyshlennoy bezopasnosti» (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 26.12.2013 № 30855) // «Rossiyskaya gazeta», № 296, 31.12.2013.

3. Prikaz Feralnoy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru № 533 ot 12.11.2013 ob utverzhdenii federalnykh norm i pravil v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Pravila bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh obektov, na kotorykh ispolzuyutsya podemnye sooruzheniya». (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 31.12.2013 № 30992) // «Byulleten normativnykh aktov federalnykh organov ispolnitelnoy vlasti», № 8, 24.02.2014.

4. GOST R 12.3.047-98 Pozharnaya bezopasnost tekhnologicheskikh protsessov [Tekst]: Vved. 2000-01-01 Spravochno-pravovaya sistema «Konsultant+»

5. Gruzopodemnye mashiny: Uchebnyy dlya vuzov po spetsialnosti «Podemno-transportnye mashiny i oborudovanie»/ M.P. Aleksandrov, L.N. Kolobov, N.A. Lobov i dr. [Tekst]: M.: – Mashinostroenie, 1986 – 400p., il.

6. Kurdyumov V.I., Zotov B.I. Proektirovanie i raschet sredstv obespecheniya bezopasnosti: Ucheb. dlya vuzov/V.I Kurdyumov [Tekst]. – M.:KolosS, 2005.–216 p.

7. Aleksandrov, M.P., Kolobov L.N. i dr. Gruzopodemnye mashiny [Tekst]. – M.: Vysshaya shkola, 1973. – 471 p.

8. Aleksandrov, M.P. Podemno-transportnye mashiny [Tekst]: ucheb. dlya mashinostroit. spets. vuzov. – 6-e izd., pererab. – M.: Vysshaya shkola, 1985. – 520 p., il.

9. Montazh, ekspluatatsiya i remont podemno-transportnykh mashin: Uchebnik dlya uchashchikhsya tekhnikumov / E.I. Galay, V.V.Kaverin, I.A. Kolyadko [Tekst]. – M.: Mashinostroenie, 1991. – 320 p.

10. Fomochkin A.V. Proizvodstvennaya bezopasnost[Tekst]: – M.: FGUP Izdatelstvo «Neft i gaz» RGU nefti i gaza im. Gubkina, 2004 – 448 p.

ANALYSIS OF MEANS TO ENSURE SAFE USE OF LIFTING STRUCTURES

D.V. POPOV, A.A. VASILEV, A.A. DROMIADI, D.S. IVANOV, G.L. IRDYNCHEEV

*LLC "Expert Advisory Centre "Dedal"
1, Montazhnikov str., Krasnodar, Russian Federation, 350051;
e-mail: dedal_expert@mail.ru*

The article describes the means to ensure safe operation of lifting equipment. The definition and calculated the danger zone of the jenny.

Key words: operation of hoisting equipment, hoisting operation, safety, dangerous area of the jenny.