

Анализ основных причин травматизма при эксплуатации башенных кранов и мероприятия по снижению аварийных ситуаций

Е.В. Федина, С.Л. Пушенко

Ростовский государственный строительный университет, г. Ростов-на-Дону

Строительная отрасль характеризуется повышенной опасностью для работающих. В строительстве и промышленности строительных материалов на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда занято около трети списочного состава работающих. В структуре травматизма по видам экономической деятельности доля стройиндустрии достаточно велика и имеет тенденцию к опережающему росту по сравнению с другими отраслями. При этом статистическими наблюдениями охвачено только около 1/3 работников, занятых в строительстве [1]. В России в строительной отрасли занято от 9-12%, а в некоторых регионах до 20% населения.

В современном строительстве используются различные технологическое оборудование и механизмы. Практически во всех случаях осуществление строительной деятельности не обходится без грузоподъемных механизмов, в том числе различных типов кранов.

Анализ статистических данных несчастных случаев со смертельным исходом, происшедших при эксплуатации грузоподъемных кранов, позволяет сделать вывод о том, что достаточно высокий уровень травматизма наблюдается при эксплуатации мостовых кранов (29,3%). При этом за последние годы на 26% уменьшилось количество несчастных случаев со смертельным исходом при эксплуатации башенных кранов. По данным Ростехнадзора, больше половины аварий при эксплуатации грузоподъемных кранов произошло по техническим причинам и в основном из-за нарушения технологии производства работ и неудовлетворительного состояния технических устройств.

За 10 лет количество грузоподъемных кранов в России уменьшилось на 60 тысяч единиц. Средний коэффициент частоты травматизма со смертельным исходом на 1000 кранов по России составил 0,218. Данные о травматизме по регионам приведены в таблице 1.

Данные о травматизме при эксплуатации грузоподъемных кранов

Таблица 1

Регион	Количество грузоподъемных кранов, ед.	Несчастных случаев со смертельным исходом		Коэффициент травматизма со смертельным исходом
		всего	на кранах	
1	2	3	4	5
Центральный федеральный округ	52 986	12	10	0,189
Центральное управление	11 713	3	3	0,256
Верхне-Донское управление	14 322	3	3	0,209
Верхне-Волжское управление	6320	1	1	0,158
Приокское управление	10 000	3	3	0,300
Северо-Западный федеральный округ	23 750	6	4	0,168
Северо-Западное управление	11 450	5	3	0,262
Северное управление	6287	1	1	0,159
Южный федеральный округ*	23 882	3	2	0,084

1	2	3	4	5
Северо-Кавказское управление	5955	1	1	0,168
Средне-Кавказское управление	5211	1	1	0,192
Приволжский федеральный округ	48 295	15	10	0,207
Западно-Уральское управление	10 258	3	2	0,195
Приуральское управление	10 646	4	3	0,282
Приволжское управление	7470	4	2	0,268
Волжско-Окское управление	7473	4	3	0,401
Уральский федеральный округ	41 471	9	7	0,169
Северо-Уральское управление	17 054	2	2	0,117
Уральское управление	24 417	7	5	0,205
Сибирский федеральный округ	34 717	13	13	0,375
Южно-Сибирское управление	8924	4	4	0,448
Забайкальское управление	2262	1	1	0,442
Енисейское управление	8236	3	3	0,364
Западно-Сибирское управление	10 316	1	1	0,097
Прибайкальское управление	4979	4	4	0,803
Дальневосточный федеральный округ	12 822	6	6	0,466
Дальневосточное управление	6956	5	5	0,719
Сахалинское управление	2230	1	1	0,448

Проведенный анализ позволил также выявить наиболее характерные причины аварий при работе башенных кранов:

- подъем груза массой, превышающей грузоподъемность крана;
- неисправность приборов безопасности;
- нарушение проектов производства кранами;
- некачественное изготовление кранов;
- неудовлетворительный ремонт кранового оборудования;
- угон крана ветром;
- допуск к обслуживанию кранов необученных рабочих;
- эксплуатация кранов, отработавших нормативный срок службы;
- отсутствие технического надзора за безопасной эксплуатацией кранов в организациях;

Причины большего числа аварий башенных кранов по сравнению другими типами кранами связаны с частой перебазировкой башенных кранов с объекта на объект, сопровождающейся частичной или полной разборкой крана на узлы, а также удаленностью этих объектов от баз обслуживания, что усложняет контроль за качеством монтажа, состоянием, своевременным обслуживанием и качеством ремонта крана.

Аварии, обусловленные несоответствием состояния конструкций кранов требованиям безопасности вызваны недостатками (в том числе изготовления) узлов кранов или нарушениями при обслуживании и ремонте. Конструкции кранов обычно разрушаются в наиболее нагруженных узлах, в которых при эксплуатации образуются трещины. При этом трещины могут развиваться медленно (до нескольких лет) или практически мгновенно (при хрупком разрушении). Последнее представляет наибольшую опасность для конструкций, так как происходит без заметной деформации или образования видимых трещин, поэтому трудно диагностируется.[5]

Результаты многолетней эксплуатации кранов различных типов показали, что наименее надежным узлом башенного крана является кольцевая неповоротная рама - сложная сварная конструкция с местами повышенной концентрации напряжений, для

которых расчет напряженного состояния затруднен. Разрушение рам – наиболее частая причина аварий кранов. Обычно разрушаются сварные швы, соединяющие элементы нижнего листа с проушинами и боковыми вертикальными листами. Так в ходе расследования одного несчастного случая установлено, что при работе крана верхний лист рамы оторвался от обечаек и внутренних ребер жесткости, и это привело к падению крана. Рама разрушилась из-за нарушения технологии приварки внутренних ребер жесткости, в результате чего не была обеспечена ее необходимая несущая способность: в местах концентрации напряжений в зоне приварки подкладного кольца под опорно-поворотное устройство к верхнему листу возникли усталостные трещины, которые активно развивались при работе крана [5].

В материалах обследования различных башенных кранов экспертами часто отмечаются факты нарушения требований правил, в том числе отсутствие проекта и технических условий на ремонт, данных о примененных металлах и сварочных материалах, сведений о проверке качества сварки и квалификации сварщиков. В паспортах кранов, как правило, ремонт конструкций не фиксируется. Указанные нарушения, конечно же, приводят к снижению несущей способности конструкций в местах их ремонта.

Часто возникают аварийные ситуации при монтаже (демонтаже) башенных кранов, связанные с отклонением технологии работ от установленных требований, что является следствием неполноты или неточности изложения требований к монтажу в эксплуатационных документах заводов-изготовителей. На кранах с подъемными стрелами аварии чаще всего возникают при опускании стрелы, в том числе из-за неисправности тормоза стреловой лебедки, ниже горизонтального уровня или при ее подъеме в рабочее положение [4].

Результаты анализа причин несчастных случаев при эксплуатации башенных кранов свидетельствуют, что основной их причиной является человеческий фактор. Эксперты считают, что от 50 до 90% аварий случаются по вине самих работающих [5], в том числе из-за недостаточной квалификации, нарушении установленных требований управления краном, халатного отношения персонала к технике безопасности, нарушения технологических режимов эксплуатации кранов и требований инструкций, отключения или неисправности приборов безопасности, нарушения режима труда и отдыха и т.п.

Использование кранов относится к процессам повышенной опасности, при проведении которых имеют место опасные производственные факторы, а зона работы этих механизмов относится к опасным зонам на строительной площадке. Для работодателей, специалистов, руководителей и рабочих возникает проблема обеспечения безопасных условий труда в условиях производственных процессов. Решением этой проблемы может служить правильный выбор грузоподъемного крана для строительства объекта, который осуществляется по трем основным параметрам: грузоподъемности, вылету стрелы и высоте подъема груза [2].

Требуемая грузоподъемность крана на строительстве конкретного объекта и соответствующем вылете стрелы определяется, как известно, по массе наиболее тяжелого груза. В массе груза учитываются: масса съемных грузозахватных приспособлений (траверс, строп, электромагниты), масса навесных монтажных приспособлений, закрепленных на монтируемой конструкции до её подъема и конструкций увеличения жесткости груза в процессе монтажа [2].

Фактическая грузоподъемность крана Q_f должна быть больше или равна допустимой $Q_{доп}$ и определяется из выражения:

$$Q_f = P_{гр} + P_{зах.пр} + P_{нав.пр} + P_{ус.пр} \geq Q_{доп} \quad (1)$$

где: $P_{гр}$ – масса поднимаемого груза;

$P_{\text{зах.пр}}$ – масса грузозахватного приспособления;
 $P_{\text{нав.пр}}$ – масса навесных монтажных приспособлений;
 $P_{\text{ус.пр}}$ – масса усиления поднимаемого элемента в процессе монтажа.

Вылет стрелы и необходимая высота подъема груза, устанавливается в зависимости от массы наиболее тяжелой и наиболее удаленной конструкции, с учетом ширины и высоты здания. Требуемая высота подъема груза $H_{\text{гр}}$ определяется от отметки установки крана путем сложения следующих показателей по вертикали [1]:

- расстояние между отметкой стоянки крана и нулевой отметкой здания ($\pm h_{\text{ст.кр}}$);
- высота задания от нулевой отметки до верхнего монтажного горизонта $h_{\text{зд}}$;
- запас высоты, равного 2,3 м, из условий безопасного производства работ на верхнем монтажном горизонте ($h_{\text{без}} = 2,3\text{м}$);
- максимальная высота перемещаемого груза с учетом закрепленных на нем приспособлений – $h_{\text{гр}}$;
- высота грузозахватного приспособления $h_{\text{зах.пр}}$

$$H_{\text{гр}} = (h_{\text{зд}} \pm h_{\text{ст.кр}}) + h_{\text{без}} + h_{\text{гр}} + h_{\text{зах.пр}}, \quad (\text{м}) \quad (2)$$

Кроме того, для обеспечения безопасности работ в этих условиях необходимо, чтобы расстояние от консоли противовеса или от противовеса, расположенного под консолью башенного крана, до площадок, на которых могут, находятся люди, было не менее 2м [2].

При выборе крана с подъемной стрелой необходимо, чтобы от габарита стрелы до выступающих частей зданий соблюдалось расстояние не менее 0,5м, а до покрытия (перекрытия) здания и других площадок, на которых могут, находится люди, не менее 2м по вертикали. При наличии у стрелы крана предохранительного каната, указанные расстояния принимаются от каната.

Выводы:

Поскольку статистические данные по аварийности башенных кранов и травматизма при их эксплуатации носят статистический характер, то для анализа их причин целесообразно использовать методологию риск-менеджмента, когда по каждому из факторов можно рассчитать регрессионные уравнения, выявить наиболее значимые причины и разработать комплекс мероприятий по их предотвращению.

Литература:

1. С.Л. Пушенко. Модель оптимизации решений по снижению риска охраны труда // Инженерный вестник Дона. – 2012. - №1. – www.ivdon.ru.
2. В.М. Ройман, Н.П. Умняков, О.И. Чернышева. Безопасность труда на объектах городского строительства и хозяйства при использовании кранов и подъемников: учеб. пособие.- М.: Издательство АСВ, 2007.-176 с.
3. МДС 12-19.2004. «Механизация строительства. эксплуатация башенных кранов в стесненных условиях»; Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству.-М.,2004.
4. РД 22-28-37-02. Требования к организации и проведению работ по монтажу (демонтажу) грузоподъемных кранов / Утвержден ФГУП «СКТБ БК» 03.03.02 г.
5. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. – www.safeprom.ru.