

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАШЕННОГО КРАНА

**А. В. Спирина,**

*преподаватель*

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург*

**Аннотация.** Предложено инженерно-техническое решение конструкции башенного крана, обеспечивающее дополнительную безопасность строительного производства при его эксплуатации. Целью данного исследования является снижение опрокидывания башенного крана, вызванного случайными факторами, не учтенными при проектировании данной конструкции (погодные условия, низкая квалификация персонала, ошибки при техническом устройстве оборудования). Предложенное решение позволяет увеличить грузоподъемность башенного крана и дополнительный запас по устойчивости за счет увеличения противоопрокидывающего момента.

**Ключевые слова:** *строительство, башенный кран, устойчивость.*

## ENSURING THE SAFETY OF CONSTRUCTION WORK DURING THE OPERATION OF THE TOWER CRANE

**Abstract.** An engineering and technical solution for the construction of a tower crane that provides additional safety of construction production during its operation is proposed. The purpose of this study is to reduce the overturning of a tower crane caused by random factors that are not taken into account in the design of this structure (weather conditions, low qualification of personnel, errors in the technical device of equipment). The proposed solution allows you to increase the load capacity of the tower crane and an additional margin of stability by increasing the anti-roll moment.

**Keywords:** *construction, tower crane, stability.*

На сегодняшний день строительство относится к ряду работ, связанных с повышенной тяжестью и напряженностью трудового процесса, что в свою очередь говорит о повышенной опасности для исполнителей рабочих операций.

При наличии использования стационарно установленных грузоподъемных механизмов и подъемных сооружений, строительные площадки попадают в разряд опасных производственных объектов. По данным годового отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, если рассматривать аварии, вызванные грузоподъемной техникой, то наибольшее их количество с 2015 по 2019 г. зафиксировано при эксплуатации башенных кранов, что составило 14 (47 %) из 30 аварий (100 %) [1].

В связи с изложенным следует обратить особое внимание на эксплуатацию башенного крана, входящего в разряд опасного производственного механизма, и обеспечить надежность и эффективность его работы в строительном процессе.

Цель исследования — обоснование и разработка эффективного инновационного инженер-

ного технического решения, обеспечивающего устойчивость и надежность эксплуатации грузоподъемной техники и предотвращение опасных производственных случаев.

Объектом исследования принята конструкция модели башенного крана в уменьшенном масштабе на основе проектных чертежей Ржевского краностроительного завода марки крана КБ-401. Методикой исследования предусматривается проверка общей грузовой устойчивости башенного крана согласно проектному расчёту на основе нормативного документа РД 22-166-86 «Краны башенные строительные. Нормы расчета» [2].

Для обеспечения безопасной эксплуатации башенного крана необходимо обеспечить дополнительный запас по устойчивости против опрокидывания с учетом воздействия случайных факторов и нагрузок. Согласно нормам и правилам проверка грузовой устойчивости башенного крана на противоопрокидывание осуществляется конструкторскими организациями по методике Ростехнадзора в соответствии с документом РД 22-166-86 «Краны башенные строительные. Нормы расчета». Проверка на устойчивость сводится

к определению коэффициента устойчивости башенного крана, в результате которого должно выполняться условие устойчивости:  $k \cdot M^H \leq m_0 \cdot M_{уд}$ , где  $k$  — коэффициент перегрузки, учитывающий отклонение нагрузок в неблагоприятную сторону,  $M^H$  — опрокидывающий момент от нормативных нагрузок, кН·м,  $M_{уд}$  — удерживающий момент, кН·м,  $m_0$  — коэффициент условий работы. Согласно нормам расчета и требованиям к проектированию грузоподъемных кранов значение коэффициента перегрузки  $k$ , учитывающего отклонение нагрузок в неблагоприятную сторону, должно быть в пределах:  $k = 1,15-1,4$ . При влиянии всех дополнительных нагрузок на башенный кран допускается его перегруз не более 15 %, а минимальное значение коэффициента перегруза должно соответствовать  $k = 1,15$ . Если нет влияния дополнительных нагрузок и нет уклона путей крана, то допускается перегруз его на 40 %, а коэффициент устойчивости принимают равным  $k = 1,4$ . Если коэффициент перегруза  $k$  меньше единицы, то происходит опрокидывание крана.

С целью увеличения запаса устойчивости, а также границ применимости башенного крана при неблагоприятных, а порой и опасных условиях его работы, трудовой научной школой СПбГАУ было предложено техническое решение по обеспечению безопасной эксплуатации башенного крана, отраженное в патенте на полезную модель № 152997 [3]. Устойчивость башенного крана при неучтенных дополнительных нагрузок на кран должна осуществляться посредством увеличения удерживающего момента, значение которого увеличивается благодаря перемещению подвижного противовеса по удлиненной балластной площадке (рис. 1).

На примере крана КБ-403ПС был предложен сравнительный анализ грузовой устойчивости крана до и после применения подвижного противовеса. Данные расчета вылета стрелы изображены графически на рис. 2.

При расчете опрокидывающего момента определялись такие характеристики, как максимальная масса поднимаемого груза — 8 т, максимальный вылет стрелы — 30 м. В результате опрокидывающий момент составил 240 т·м. Удерживающий момент определялся в случае использования подвижного противовеса с его перемещением на 4,5 м от оси вращения крана, как  $M_{уд} = Q_{кр} \cdot L_1 + Q_{прот} \cdot \Delta L$ , где  $\Delta L = L_2 + L_{уд}$  и без него:  $M_{уд} = Q_{кр} \cdot L_1 + Q_{прот} \cdot L_2$ . Удерживающий момент в случае с подвижным противовесом составил 275 т·м, без его передвижения — 240 т·м. В первом случае коэффициент

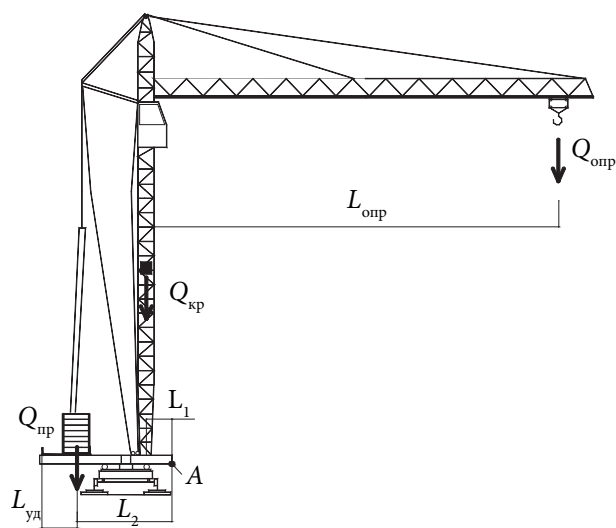
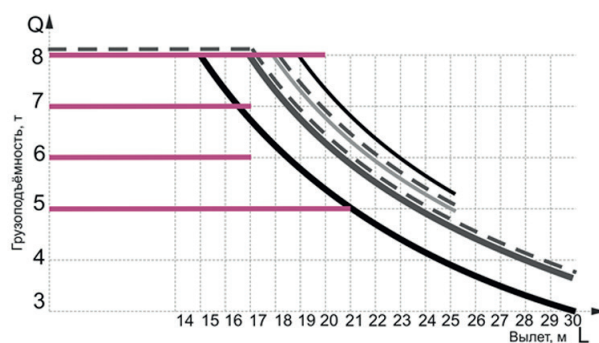
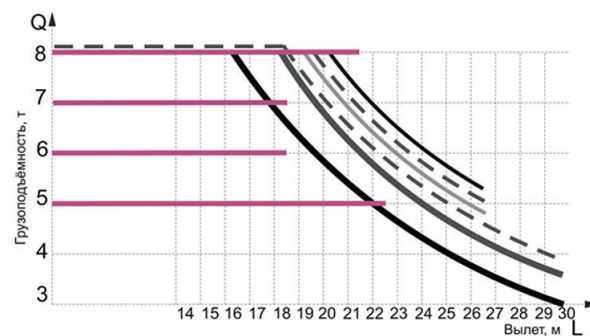


Рис. 1. Определение устойчивости грузоподъемного крана:

$Q_{опр}$  — вес опрокидывания (масса груза),  $L_{опр}$  — вылет стрелы,  $Q_{кр}$  — вес крана,  $Q_{пр}$  — вес противовеса,  $L_1$  — расстояние от башни грузоподъемного крана до ребра опрокидывания,  $L_2$  — расстояние от первоначального положения противовеса до ребра опрокидывания,  $L_{уд}$  — расстояние перемещения противовеса,  $A$  — ребро опрокидывания



а



б

Рис. 2. График грузовой устойчивости крана КБ-403 ПС:

а — до применения подвижного противовеса; б — после применения подвижного противовеса

запаса устойчивости принимает значение 1,146, во втором — 1.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение подвижного противовеса увеличивает грузовую устойчивость башенного крана посредством увеличения грузового момента. Данная мо-

дель обеспечивает безопасность труда участников строительного процесса, повышает безопасность работы на грузовом кране за счет обеспечения устойчивости башенного крана; снижает риск воздействия человеческого фактора на управляющее воздействие краном в процессе перегруза.

#### **Список литературы**

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (дата обращения: 07.12.2020). 261 с.

2. Федеральная служба государственной статистики. Среднегодовая численность занятых в России по видам экономической деятельности (на начало 2019 года). URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/trud/graf1b.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/trud/graf1b.htm) (дата обращения: 07.12.2020).

3. Руководящий нормативный документ. Краны башенные строительные. Нормы расчета РД 22-166–86. Москва, ПО Строймаш 24.12.1986. Дата актуализации: 01.02.2020. 6 с.

4. Патент РФ на полезную модель № 152997 В 66 С 23/76. Башенный грузоподъемный кран / В. С. Шкрабак, А. В. Спирина и др. ; Заявка: 2014142713/11, 22.10.2014 ; Опубликовано: 27.06.2015 ; Бюл. № 18.