

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ ПОРТАЛЬНЫХ КРАНОВ ПРИ РАБОТЕ НА ОДНОМ ПУТИ

Олег Сергеевич ИПАТОВ, докт. техн. наук, профессор,
генеральный директор

ООО «БИЦ-Техносенсор», г. Санкт-Петербург

Сергей Олегович ЕРШОВ, канд. техн. наук, доцент

Балтийский государственный технический университет

«Военмех» им. Д.Ф.Устинова, г. Санкт-Петербург

Рассмотрены условия эксплуатации, структура и алгоритм функционирования ультразвуковой системы защиты от столкновений порталных кранов. Определен целесообразный вид ультразвукового локатора и его основные параметры. Разработан действующий макет локатора. Доступность и эффективность использования подобных систем подтверждается их широким применением в автомобилях.

Ключевые слова: порталные краны, столкновения, система защиты, ультразвуковая локация.

Одним из источников повышенной опасности при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в портах являются порталные краны. В соответствии с Правилами [1] они должны быть оснащены ограничителями грузоподъемности, регистраторами параметров работы крана, анемометрами (датчиками скорости ветра) и концевыми выключателями, ограничивающими зону свободного перемещения подвижных узлов крана. При работе кранов в стесненных условиях причалов возникает вероятность их столкновения, особенно при работе на одном рельсовом пути. До настоящего времени предотвращение этого обеспечивалось комплексом нормативных, технических и организационных мер [2]. Однако возрастание интенсивности работы портов вызывает необходимость технической автоматизации такой защиты.

Ниже рассматривается частный случай, связанный с работой порталных кранов на общем рельсовом пути. Однако метод решения подобных задач отчасти может быть использован и в других аналогичных ситуациях.

Если по одним рельсам перемеща-

ются два или более кранов (рис. 1), необходимо принять меры против возможного взаимного столкновения их несущих платформ. Ввиду значительной инерционности конструкций безопасное расстояние срабатывания ограничителя движения должно составлять, по крайней мере, несколько метров. Контактные датчики в этом случае нецелесообразны ввиду их механической уязвимости, особенно существенной при проведении погрузочно-разгрузочных работ в непосредственной близости от платформ.

Из бесконтактных датчиков могут быть использованы оптические (например, инфракрасные) или ультразвуковые (УЗ). При воздействии метеорологических факторов эксплуатация оптических каналов потребовала бы значи-

тельных затрат на текущее обслуживание (очистка от пыли, снега и т.д.). Кроме того, их функционирование в непрозрачной среде, например, в условиях снегопада или тумана, невозможно. УЗ-локаторы более устойчивы к подобным помехам. Поэтому их применение является предпочтительным.

При обсуждении структуры и алгоритма функционирования ультразвуковой системы защиты от столкновений необходимо учитывать следующие обстоятельства.

В случае одновременной работы двух или более кранов на одних рельсах каждый из них должен располагать текущей информацией о расстояниях до ближайших соседних сооружений и иметь устройство блокировки приводов, включаемое в случае критического уменьшения этих расстояний. Организация обмена информацией между кранами по проводному или беспроводному каналам усложняет систему и снижает ее механическую надежность или электрическую помехозащищенность. Поэтому целесообразно оборудовать каждый кран автономным локатором.

Механическая уязвимость локаторов, расположенных в буферной зоне А-А (рис. 1), обусловлена не только возможностью повреждения при сближении с соседней платформой, но и проведением в этой зоне обслуживающим персоналом погрузочно-разгрузочных работ.

Наличие транспорта, например,

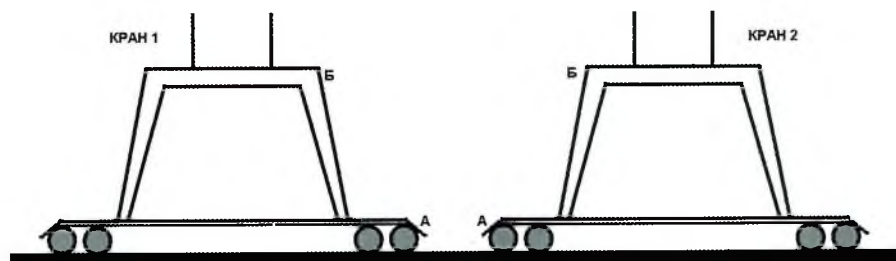


Рис. 1



перегружаемого железнодорожного состава, стоящего в непосредственной близости вдоль крановых рельсов, а также присутствие здесь людей могут создавать условия для ложных отражений или блокирования УЗ-луча, распространяющегося между платформами.

Совместный анализ указанных факторов приводит к следующим выводам.

Для уменьшения механической уязвимости и подверженности загрязнению локаторы следует поднять над уровнем земли на высоту нескольких метров (зона Б-Б на рис. 1), хотя это и приведет к увеличению измеряемого расстояния и соответствующему повышению требований к чувствительности прибора.

Более высокую чувствительность и избирательность обеспечивает УЗ-канал с разнесенными излучателем и приемником, расположенными на соседних платформах, но при необходимости автономности и отсутствия взаимных информационных связей между кранами целесообразно применение классического локатора. Он имеет приемо-излучательный узел и определяет расстояние по суммарному времени прямого и обратного пробега УЗ-волны, отраженной от лоцируемого объекта, как половину произведения известной скорости распространения ультразвукового сигнала в воздухе на время задержки УЗ-импульса.

Для повышения надежности работы локатора лучше применить пассивный отражатель, например, уголкового типа. При этом, учитывая жесткое ограничение степеней свободы взаимного перемещения платформ, обусловленное привязкой к общим рельсам, ширину диаграммы локатора можно сделать достаточно малой, что приведет к повышению чувствительности. Кроме того,

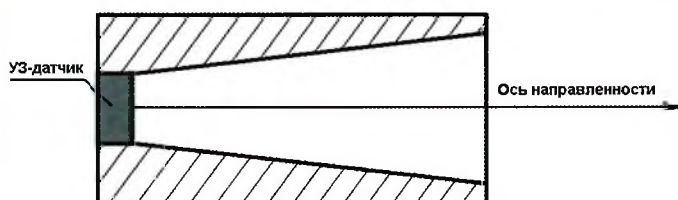


Рис. 3



Рис. 2

это повысит и избирательность, в частности, снизится вероятность ложных отражений от объектов, расположенных рядом с крановыми рельсами.

Необходимо снабдить локатором каждый из кранов. Для уменьшения взаимного влияния встречно направленных локаторов можно либо предусмотреть синхронизацию их запуска с автоматической привязкой и временным сдвигом по отношению к обнаруженному импульсам соседних локаторов, либо разместить их над разными рельсами (рис. 2). Последний вариант алгоритмически проще, но накладывает более жесткие требования на сужение диаграммы направленности локаторов.

Следовательно, обеспечение узкой диаграммы направленности УЗ-локатора является привлекательным во всех отношениях. Ширина диаграммы направленности в значительной мере определяется отношением длины волны к поперечным размерам излучающей поверхности [3]. Чтобы приблизительно оценить необходимые габариты излучателя, рассмотрим выражение для угловой ширины основного лепестка характеристики направленности плоского круглого излучателя поршневого типа [4]:

$$\theta_{\text{изл}} = \arcsin\left(\frac{1,22\lambda}{a_{\text{изл}}}\right),$$

где λ – длина волны применяемого излучения; $a_{\text{изл}}$ – диаметр излучающей поверхности излучателя. При попытке сузить диаграмму направленности путем умень-

шения длины волны возникает проблема более быстрого затухания волны, связанного с вязким трением воздуха. Компромиссная частота для расстояний до десятков метров составляет 30-40 кГц, что соответствует длине волны примерно 10 мм. Таким образом, для получения, например, угловой ширины 5 град. требуется $a_{\text{изл}} \approx 140$ мм.

Однако поршневой плоский излучатель не решает проблемы избирательной локации из-за наличия боковых лепестков диаграммы направленности. Для решения этой задачи чаще применяется малогабаритный УЗ-излучатель в сочетании с параболическим отражателем или коническим рупором. Для обеспечения механической защищенности более эффективным является применение длинного рупора (рис. 3).

Обратимый УЗ-датчик в сочетании с управляемым коммутационным устройством может совмещать функции излучателя и приемника, что повышает компактность локатора.

Изложенным требованиям и условиям отвечает укрупненная структурная схема устройства предотвращения столкновений, приведенная на рис. 4. Разработан действующий макет ультразвукового локатора (рис. 5), имеющий дальность обнаружения препятствий до 20 м; ширину диаграммы направленности ± 10 град.; габаритные размеры 380 x 100 x 80 мм; массу 2,0 кг. Напряжение питания 15 В, средняя потребляемая мощность 0,5 Вт.

Процесс настройки и юстировки прибора при монтаже на кране предполагает установку оси чувствительности локатора в направлении, параллельном

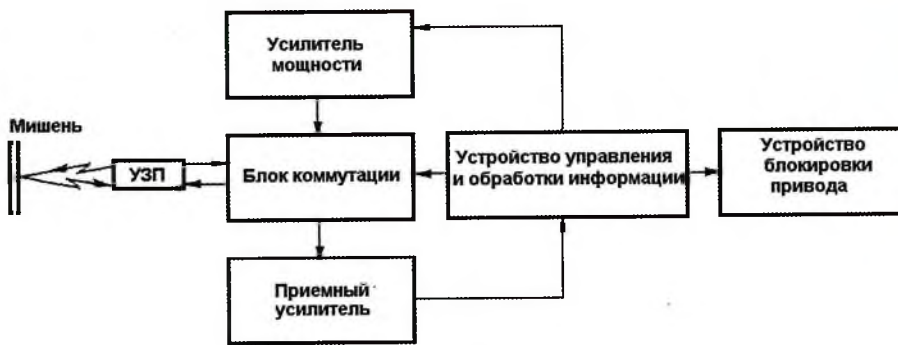


Рис. 4

направлению крановых рельсов, дальности срабатывания блокирующего устройства в зависимости от конструктивных особенностей оборудуемых кранов, размещение углового отражателя на соседнем кране в направлении оси локации.

Таким образом, задача предотвращения столкновения порталных кранов, работающих на одном пути, может быть достаточно просто решена средствами ультразвуковой локации, широкое применение которой в автомобильном транспорте показывает ее доступ-

ность и реализуемость для обеспечения безопасной эксплуатации подъемных сооружений.

Литература

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов ПБ 10-382-00
2. Сушинский В.А. Развитие и применение технических средств безопасности грузоподъемных машин // Подъемно-транспортное дело. 2008. № 5. , С. 10 - 13.



Рис. 5

3. Лепендин Л.Ф. Акустика: Учебное пособие для вузов.- М.: Высш. школа, 1978 – 448 с.

4. Ипатов О.С., Ершов С.О. Ультразвуковой локатор для интеллектуального робота // Искусственный интеллект. Донецк. 2001. № 3. ▲

О.С. Ипатов; С.О. Ершов:
тел. (phone): (812) 710-15-53,
575-07-23,
e-mail: tehnosensor@yandex.ru.

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СУДОПОГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ

Владимир Александрович ЮРИЩЕВ, генеральный директор

Дальневосточный научно-исследовательский институт подъемно-транспортного машиностроения, г. Артем, Приморский край

Сергей Борисович БУДРИН, канд. техн. наук, заведующий кафедрой

Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток

С помощью компьютерного моделирования выполнена оценка напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса металлоконструкций судопогрузочной машины с целью определения целесообразности ее дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: судопогрузочная машина, ремонт, списание, остаточный ресурс металлоконструкций.

Производственный комплекс по перегрузке угля ОАО «Восточный порт» оснащён четырьмя судопогрузочными машинами, две из которых японского производства установлены и введены в эксплуатацию в 1975 году.

На рис. 1 приведен общий вид одной из машин.

В связи со значительным физическим износом техническое руководство порта несколько лет назад решило выполнить их капитальный ремонт.

Дальневосточный научно-исследовательский институт подъемно-транспортного машиностроения (ДВ НИИПТМАШ) разработал проекты производства работ по капитальному ремонту металлических конструкций. Одна из машин успешно отремонтирована, однако стоимость ремонтных работ была оценена акционерами порта как весьма существенная. Возникла необходимость выбора двух вариантов: капитальный ремонт второй машины или её списание и покупка новой. Для этого потребовалась информация о перспективах дальнейшей эффективной эксплуатации машины, не прошедшей капитальный ремонт, в частности, оценка остаточного ресурса ее металлических конструкций. Техническое руководство

