



Тупиковые упоры: ликвидация нормативного вакуума



Владимир БУХАРЕВ,
главный инженер ООО СКБ «Высота»

До последнего времени в Российской Федерации не существовало стандарта, устанавливающего технические требования к тупиковым упорам рельсовых крановых путей, специфике их проектирования, изготовления, приемки и монтажа, а также необходимых требований к эксплуатации данного оборудования.



Тандем двух инжиниринговых организаций из Набережных Челнов и Санкт-Петербурга завершил разработку проекта национального стандарта ГОСТ Р «Краны грузоподъемные. Упоры тупиковые рельсовых путей. Технические требования», предусмотренного программой разработки национальных стандартов на 2021 г. по профилю технического комитета ТК-289 «Краны грузоподъемные и машины непрерывного транспорта». Введение в действие этого стандарта позволит ликвидировать имеющийся пробел в нормативных документах и будет способствовать повышению безопасности эксплуатации современных рельсовых грузоподъемных кранов.

Назначение

О существовании и назначении такого вида оборудования рельсовых крановых путей, как тупиковые упоры, знают не только специалисты, трудовая деятельность которых тем или иным обра-

зом связана с грузоподъемными кранами на рельсовом ходовом устройстве, но и люди весьма далекие от крановой тематики. Однако до сих пор знания специалистов о назначении тупиковых упоров ограничивались основой слова «тупиковый», т.е. тупик, произошедшего от понятия, используемого в железнодорожной терминологии, в которой предназначение тупика заключается в остановке потерявшего управление поезда или части поезда при движении. Как следствие, устоявшееся определение термина «тупиковый упор», применяемое в настоящее время в нормативно-технических документах, выглядит следующим образом:

тупиковый упор: устройство, предназначенное для гашения скорости крана и предотвращения его схода с конечных участков кранового пути в аварийных ситуациях при отказе отключающего устройства или тормозов механизма передвижения крана.

Автором статьи была проведена оценка соответствия определения данного

термина основным положениям международных норм, касающихся безопасности машин, а примененных в нем формулировок – истинному назначению тупикового упора, устанавливаемого на рельсовом крановом пути. В результате данной оценки и соответствующих логических приемов было построено следующее определение термина, предлагаемое к использованию в нормативных документах и нормативных правовых актах в качестве стандартизированного:

упор тупиковый: устройство механическое, которое, в комплекте из двух и более штук, препятствует опасному передвижению крана за пределами рабочей зоны рельсового пути, возможному при отказе средств автоматической остановки и (или) тормозов механизма передвижения.

При построении нового определения термина «упор тупиковый» его разработчик оперировал следующими аргументами:

1. В качестве смысловой основы были использованы логически выстроенные понятия из ГОСТ EN1070 – 2003 «Безопасность оборудования. Термины и определения», приведенные далее в соответствии с пунктуацией стандарта:

3.34 механическое ограничивающее устройство: устройство, которое создает механическое препятствие (клин, стержень, стопор, распорка и т.д.) для машины и, благодаря своей прочности, может препятствовать лобному опасному движению (например, падению копра из-за отказа нормального опорного устройства).

3.35 ограничивающее устройство: устройство, которое препятствует машине или элементам машины перейти заданные границы (например, пространственные границы, предельное давление).

2. Принципиально иной, в отличие от существующего понятия, подход, заключаемый в предлагаемое определение, объясняется нижеперечисленными доводами:

- назначение тупиковых упоров не ограничивается «предотвращением схода крана с конечных участков кранового пути», т.к. во многих случаях упоры устанавливаются не в конце или не в самом конце рельсового пути, либо вовсе в его середине и функция упоров в данных случаях не будет отвечать части прежнего определения.

- варианты случаев, когда кран не сойдет с конечного участка кранового пути, но опасность аварии, в случае отсутствия тупиковых упоров, будет создана:

а) кран работает в стесненных условиях и в случае пересечения границы рабочей зоны рельсового пути кран, ввиду своих габаритов и (или) конструкции либо положения стрелового оборудования, ударится о здание, сооружение или технологическое оборудование (при отсутствии или несрабатывании координатной защиты);

б) участок рельсового кранового пути признан аварийным и передвижение по нему запрещено либо выполняется замена рельсов без приостановки работы крана;

в) обустроен временный переезд транспортных средств через рельсовый путь либо на путь установлены леса или иные средства подмащивания для ремонта зданий (сооружений, оборудования) и по проекту производства работ передвижение кранов в данной зоне запрещено;

г) выполняется ремонт одного из нескольких кранов, используемых на одном рельсовом пути, и соударение буферов работающих кранов с буферами ремонтируемого крана влечет за собой опасность для ремонтного персонала, находящегося на кране;

д) проектом производства работ рельсовых кранов стрелового типа установлено ограничение на совмещение в плане рабочих зон, образуемых движениями кранов (при отсутствии координатной защиты).

Вывод: использование понятия «препятствует опасному передвижению крана за пределами рабочей зоны рельсового пути» является более объективным, нежели понятие «для предотвращения его схода с конечных участков кранового пути».

В определении термина «упор тупиковый», применяемом в настоящее время:

а) о самом объекте говорится в единственном числе, однако один упор не выполняет заданную определением функцию, поэтому в предлагаемое к применению определение термина «упор тупиковый» введено уточнение «устройство, «которое, в комплекте из двух и более штук», что является вполне логичным и обоснованным;

б) примененная формулировка «предназначенное для гашения скорости крана» в данном случае неуместна, так как она является пояснением физической основы остановки крана, а не назначением упора (упоров). Более объективное и глубокое раскрытие этой основы приводится в следующих предлагаемых терминах и определениях, касающихся типов упоров и их элементов:

- **упор тупиковый ударного типа:** упор тупиковый, предназначенный для остановки движущегося крана посредством поглощения кинетической энергии при соударении буфера крана с амортизатором;

- **упор тупиковый безударного типа:** упор тупиковый, предназначенный для остановки движущегося крана посредством поглощения кинетической энергии при преодолении ходовым колесом крана накатной горки;

- **амортизатор:** элемент тупикового упора ударного и комбинированного типа, который непосредственно и совместно с буфером крана поглощает кинетическую энергию движущегося крана при его наезде на тупиковый упор;

- **горка накатная:** криволинейная поверхность катания тупикового упора безударного или комбинированного типа, образуемая радиусом окружности переходной кривой и конечным конструктивным радиусом, обеспечивающая условие равенства кинетической энергии движущегося крана и потенциальной энергии подъема крана на необходимую высоту, достигаемую при его наезде на накатную горку;

в) примененную формулировку «в аварийных ситуациях» нельзя признать объективной и точной в связи с тем, что эта функция тупикового упора не может быть реализована в полном объеме, т.к. она подразумевает и остановку крана при его уgone ветром, превышающим скорость ветра как рабочего, так и нерабо-

На каждой рельсовой нити рельсового кранового пути должно быть установлено по два тупиковых упора, ограничивающих рабочую зону, обслуживаемую краном

чего состояния (что невозможно обеспечить), поэтому ее применение в определении нельзя считать обоснованным;

г) пояснение одного из обстоятельств, при котором может произойти «сход крана с конечных участков кранового пути», а именно «отказ отключающего устройства», является неточным и неполным, т.к. при работоспособном отключающем устройстве может произойти отказ ограничителя передвижения крана (концевого выключателя). В связи с этим в предлагаемое определение термина «упор тупиковый» взамен понятия «отключающее устройство» использовано понятие «средства автоматической остановки», раскрытие которого дано ниже:

- **средства автоматической остановки:** совокупность ограничителей рабочих движений крана и отключающих устройств, обеспечивающих остановку крана при непреднамеренном пересечении границы рабочей зоны рельсового пути.

Конструкция

Тупиковые упоры должны обеспечивать гарантированную остановку крана при следующих параметрах, положениях частей крана и груза, обеспечивающих воздействие на упоры максимальных нагрузок, которые могут возникнуть при использовании крана по назначению:

- скорость передвижения крана составляет не более 40 м/мин., если кран и рельсовый путь не оборудованы средствами автоматической остановки, при наличии средств автоматической остановки – 100% от номинальной паспортной скорости;

- масса груза на крюке главного подъемника соответствует номинальной грузоподъемности крана, при этом крюк находится в верхнем положении;

- кран собран и смонтирован в максимальной комплектации, предусмотренной эксплуатационными документами;

- для мостовых кранов крюк с грузом находится в положении минимального подхода к оси рельсовой нити, для козловых кранов – над рельсовой нитью;

- для кранов стрелового типа стрела находится в положении, параллельном рельсовому пути;

- значения направленной по ходу движения крана ветровой нагрузки рабочего состояния и уклона рельсового пути составляют максимальные величины, допускаемые паспортными данными крана.

Расчеты должны подтверждать, что в момент наезда крана на тупиковые упоры при обстоятельствах, приведенных выше, будут обеспечены:

- остановка крана без опрокидывания и поломки его несущих конструкций;

- прочность конструкции тупиковых упоров и элементов их крепления к конструкциям рельсового пути, включая сварные монтажные соединения;

- устойчивость опорной грузовой тележки на подтележечных рельсах, в том числе при отсутствии груза на грузозахватном органе;

- прочность опорных элементов и рельсов в месте установки тупиковых упоров;

- отсутствие продольного и поперечного перемещения тупиковых упоров относительно головки рельса, за исключением тупиковых упоров ударного типа с клиновым устройством, у которых величина одновременного продольного перемещения упоров, установленных в одном поперечном сечении рельсового пу-



ти, при наезде на них крана, должна быть также определена расчетом.

Для получения положительных результатов расчетов, с целью максимального поглощения кинетической энергии, возникающей при наезде крана на тупиковые упоры, следует увеличивать показатели их энергоемкости, в частности:

- взамен резиновых, полиуретановых и пружинных амортизаторов использовать пружинно-фрикционные, пружинно-шариковые или гидравлические конструкции амортизаторов, работающие с минимальной отдачей;

- прижим тупиковых упоров ударного типа к головке рельса осуществлять посредством клинового устройства, обеспечивающего в момент наезда крана определенное смещение упора относительно рельса;

- при отсутствии ограничений по уменьшению рабочей зоны рельсового кранового пути увеличивать длину рабочего хода амортизатора;

- уменьшать угол наклона накатной горки, увеличивать длину и радиус окружности переходной кривой накатной горки.

Примечание: характеристики амортизаторов и параметры (профиль) накатной горки должны обеспечивать замедление движения крана с значениями, не превышающими 4 м/с^2 .

Конструкцией тупиковых упоров при наезде крана должны быть исключены:

- возможность контакта с элементами крана, за исключением контакта амортизатора с буфером и контакта накатной горки с ходовым колесом, у тупиковых упоров комбинированного типа дополнительно – контакта амортизатора с ходовым колесом;

- деформация и поломка устройств (щитков, плужков) крана, предназначенных для очистки рельсовых нитей от посторонних предметов. Зазор между нижней частью данных устройств и поверхностью катания рельса не должен превышать 10 мм.

При креплении тупиковых упоров посредством монтажных болтовых соединений с контролируемым натяжением к затяжке и приемке данных соединений следует допускать персонал, прошедший соответствующую подготовку

Конструкция тупиковых упоров комбинированного типа должна удовлетворять следующим требованиям:

- рабочая поверхность амортизатора должна быть параллельна образующей рабочей поверхности ходового колеса крана и защищена прочным отбойником;
- амортизатор должен быть рассчитан на внешнее приложение нагрузки;
- расстояние от нижней части отбой-

ника в вертикальной плоскости до предельной точки нахождения ходового колеса крана на наклонной рабочей поверхности должно быть равно радиусу ходового колеса крана;

- радиус криволинейной конечной поверхности упора должен быть равен радиусу поверхности качения колеса.

Конструкция тупиковых упоров, устанавливаемых на головке рельса, должна обеспечивать возможность их надежно крепления, в том числе на старогородных рельсах и на рельсах, имеющих износ головки в пределах значений, приведенных в нормативных документах, устанавливающих требования к контролю технического состояния рельсовых крановых путей.

Конструкция тупиковых упоров безударного и комбинированного типов, устанавливаемых на головке рельса, должна исключать заклинивание щек рельсового полуавтоматического захвата противоугонного устройства крана при наезде последнего на накатную горку, а также продольное и поперечное перемещение упора относительно головки рельса, в том числе в момент наезда ходового колеса крана на накатную горку, когда реборда колеса вплотную прижата к головке рельса.

У тупиковых упоров ударного типа, устанавливаемых на рельсовых крановых путях, должна быть предусмотрена возможность регулировки амортизатора по высоте и в горизонтальной плоскости на расстояние не менее 30 мм в каждом направлении, на рельсовых подтележечных путях – не менее 15 мм.

Конструкция узла крепления тупикового упора к рельсу либо к опорному элементу (в положении рельса под упором) должна обеспечивать доступ к промежуточным скреплениям и возможность их ослабления и последующей затяжки с целью выполнения рихтовки рельсовых

нитей в вертикальной и горизонтальной плоскостях для компенсации изменения их проектного положения, которое может происходить в процессе эксплуатации. При этом следует учитывать, что максимальное допускаемое смещение оси рельсовой нити от оси подкрановой балки не должно превышать 20 мм для железобетонных балок и половины толщины стенки балки для металлических балок.

Монтаж

Тип и исполнение тупикового упора, приведенного в проекте рельсового пути, должны соответствовать принципиальному конструктивному решению, содержащемуся в руководстве (инструкции) по эксплуатации крана. В случае несоответствия приоритет имеет конструкция тупикового упора, принятая изготовителем крана.

Монтаж тупиковых упоров выполняется с учетом особенностей конструкции, в том числе узла крепления к рельсу или к опорному элементу и в соответствии с требованиями техники безопасности при выполнении работ. На каждой рельсовой нити рельсового кранового пути должно быть установлено по два тупиковых упора, ограничивающих рабочую зону, обслуживаемую краном (кранами). Тупиковый упор устанавливается на рельсовом пути так, чтобы его рабочая поверхность была направлена в сторону ходовых колес крана.

Соответствие тупиковых упоров требованиям руководства по эксплуатации крана и (или) проекту рельсового пути должно быть подтверждено паспортами (свидетельствами, формулярами), оформленными их изготовителем или разработанными иной специализированной организацией, подтвердившей их соответствие указанным выше требованиям (последнее – при утере или порче).

Тупиковые упоры, в зависимости от их конструкции, следует устанавливать на самом рельсе на расстоянии не менее 500 мм от конца рельсовой нити или непосредственно на подкрановой балке на расстоянии не более 100 мм от конца рельсовой нити (в сечении, перпендикулярном продольной оси рельсового пути).

Расстояние от места установки тупикового упора на рельсовом пути башенного крана, оснащенного рельсовым полуавтоматическим захватом, до ближайшего болтового стыкового соединения рельсовой нити должно быть меньше или больше базы крана на величину, превышающую 2 м.

Тупиковые упоры должны быть выставлены таким образом, чтобы кран одновременно касался всех тупиковых упоров, установленных в одном поперечном сечении рельсового пути, при этом допуск на отклонение от общей вертикальной плоскости рабочей поверхности амортизаторов или нижней точки накатных горок должен составлять:

- $S/1000 \times 0,8$, но не более 8 мм – для рельсовых путей 1 класса;
- $S/1000$, но не более 10 мм – для рельсовых путей 2 класса;

- $S/1000 \times 1,25$, но не более 12,5 мм – для рельсовых путей 3 класса;

- $S/1000 \times 1,6$, но не более 16,5 мм – для рельсовых путей 4 класса, где S – величина пролета (колеи) крана в мм.

Примечание: класс рельсового пути – в соответствии с требованиями ГОСТ 34020 и ГОСТ Р 56944.

При монтаже тупиковых упоров ударного типа, прижимаемых к головке рельса посредством клинового устройства, клинья упоров, устанавливаемых в одном поперечном сечении рельсового пути, должны быть поджаты с одинаковым усилием, что должно обеспечиваться правильной установкой чеки-гайки и проверкой момента затяжки регулировочного болта в соответствии с паспортными данными упора.

При установке тупиковых упоров ударного типа должна быть обеспечена соосность амортизатора упора с буфером крана, допускаемое отклонение которой не должно превышать 10 мм. У тупиковых упоров с амортизаторами прямоугольного сечения ось буфера должна совпадать с центром прямоугольника.

При креплении тупиковых упоров к опорным элементам посредством сварки, требования к ее выполнению, сварным соединениям и контролю их качества должны соответствовать ГОСТ 34587.

Не допускается крепление тупиковых упоров к рельсу посредством сварки, а также резка, прожигание отверстий в рельсах или в опорных элементах с помощью сварки или иным способом, которые могут вызвать деформации, изменение структуры материала и несущей способности.

При креплении тупиковых упоров посредством монтажных болтовых соединений с контролируемым натяжением, указанным в их паспорте, к затяжке и приемке данных соединений следует допускать персонал, прошедший соответствующую подготовку и использующий специальный калиброванный инструмент под руководством лица, назначенного ответственным за выполнение указанного в настоящем пункте вида работ.

На одной из рельсовых нитей пути перед тупиковыми упорами должны быть установлены отключающие устройства, конструкция которых зависит от типа конечного выключателя, установленного на кране. Ограничители механизмов передвижения крана должны обеспечивать отключение двигателей механизмов на следующем расстоянии до тупикового упора:

- для башенных, порталных, козловых кранов и мостовых перегружате-

лей не менее полного пути торможения; ■ для остальных кранов – не менее половины пути торможения.

Указанное расстояние в момент отключения электродвигателей измеряют между контактирующими элементами крана и тупикового упора.

Тупиковые упоры, при поставке их в грунтованном состоянии, следует окрашивать в отличительный от подкрановых строительных конструкций цвет (например, красный).

После завершения работ по монтажу тупиковых упоров организация, выполнявшая монтаж, должна оформить исполнительную документацию в виде акта монтажа с необходимыми приложениями, подтверждающего соответствие их установки требованиям проекта рельсового пути и настоящего стандарта.



Эксплуатация

Выполнение тупиковыми упорами заданной функции в процессе эксплуатации должно обеспечиваться посредством осуществления контроля технического состояния:

- комплекта тупиковых упоров, включая оценку соответствия их установки на рельсах или опорных элементах требованиям, указанным в паспорте тупиковых упоров и настоящем стандарте;

- шарнирных соединений ходовых тележек кранов и элементов, связывающих их с базовыми частями кранов, износ которых свыше допускаемых значений приводит к отсутствию зазора между ребордой ходовых колес крана и рельсом и, как следствие, к продольному и поперечному смещению упора относительно головки рельса в момент наезда ходового колеса крана на накатную горку;

- ходовых колес кранов мостового типа и порталных кранов в части их соответствия проектному положению в плане относительно рельсовых нитей, в том числе проверка отклонения от теоретической линии, проходящей через середины колес и относительного смещения колес в осевом направлении;

- рельсовых нитей, фиксации их отклонений от проектного положения, а также участков рельсов, располагающихся под тупиковыми упорами на длине до стыковых накладок или до свободного торца, включая проверку отсутствия признаков смещения рельса по отношению к опорным элементам.

Запрещается эксплуатация тупиковых упоров при наличии следующих дефектов:

- трещины и разрывы в основном металле и сварных швах элементов конструкций;

- деформации основных металлоконструкций величиной более 0,01 длины или высоты корпуса, стойки, укосины и т.п. элементов;

- неполный комплект или ослабление болтовых соединений.

- местные деформации металлоконструкций величиной более 50% толщины элемента; уменьшение толщины элементов и деталей вследствие коррозии более чем на 7%;

- износ осей, втулок более 3% от первоначального размера;

- износ амортизатора более 30%;
- поломка пружин, болтов, течь или отсутствие рабочей жидкости;

- два и более разрыва в резиновых буферах длиной более 25 мм;

- отклонение от общей вертикальной плоскости рабочих элементов тупиковых упоров, превышающих допускаемые величины;

- продольное и поперечное смещения тупиковых упоров относительно рельса или опорного элемента, за исключением упоров с клиновой фиксацией;

- отклонение (излом) оси амортизатора от оси рельса в плане;

- отклонение поверхности катания накатной горки от оси рельса в плане;

- сколы, трещины и другие дефекты на поверхности железобетонных опорных элементов в местах установки тупиковых упоров;

- отсутствие ребер или других элементов подкрепления тупиковых упоров в местах их установки на листовых металлических опорных элементах.

Приведенная в настоящей статье информация может быть использована при разработке технических условий, методик обследования, должностных и производственных инструкций, положений и стандартов предприятий по охране труда. При возникновении необходимости в комментариях к положениям проекта ГОСТа читатели журнала могут через редакцию или напрямую, посредством электронной почты, обратиться к автору. 19