

## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИБОРАМ БЕЗОПАСНОСТИ СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ

За время существования отечественных микропроцессорных приборов безопасности для стреловых кранов, в течение 20 лет, происходило постоянное совершенствование их конструкции и программного обеспечения, позволившие расширить их функциональные возможности и повысить точность определения рабочих параметров кранов. Сменилось три поколения приборов. Однако, идеология алгоритмов работы систем защиты, определяемая требованиями раздела 12 «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382–00, сохранилась практически неизменной до настоящего времени.

Но действующая нормативная документация создавалась в условиях, когда краностроительными предприятиями выпускалось большое количество стреловых кранов нескольких групп (гидравлические с телескопической стрелой, дизель-электрические с решетчатой стрелой и с башенно-стреловым оборудованием). Причем, краны одной группы, выпускаемые разными производителями, мало отличались друг от друга, как по принципиальным конструктивным решениям, так и по режимам работы. Различия состояли, в основном, в рабочих параметрах кранов и в конструктивном исполнении отдельных агрегатов и узлов.

Такое положение предопределяло схожесть требований к приборам безопасности стреловых кранов и позволило сформулировать общие требования к этим приборам в Правилах и РД.

Однако, следует принять во внимание, что за последнее время ситуация в области разработки и производства стреловых кранов в России качественно изменилась.

Краностроительными предприятиями освоено производство и продолжается создание новых стреловых кранов, существенно отличающихся друг от друга как по конструкции, так и по рабочим режимам и характеристикам. Задача обеспечения безопасной работы этих кранов, характеризующихся множеством вариантов конфигурации оборудования и режимов использования, выдвигает новые требования к применяемым на них приборам и устройствам безопасности.

Это, например, необходимость отслеживания порядка выдвижения секций стрелы на 100-тонном Ивановском кране КС-8973, или необходимость контроля веса дополнительных противовесов и скорости ветра на 40-тонном кране Клиновского завода и т.д. Для подобных кранов уже недостаточного стандартного набора функций приборов и устройств безопасности, предусмотренных правилами Ростехнадзора.

Другой отличительной особенностью современных стреловых кранов являются сложные системы управления.

Многочисленное увеличение количества конфигураций, режимов работы кранов, существенные различия и усложнение конструкций их систем управления, вызванные стремлением краностроителей полнее использовать возможности и повышать удобство эксплуатации кранов, обуславливают необходимость расширения функций приборов безопасности и тесной их интеграции с системами управления кранов.

Например, давно уже на некоторых кранах приборы безопасности «по совместительству» исполняют роль контрольно-измерительных приборов параметров работы силовой установки и гидропривода.

А на кране КС-8973 для нормальной работы пропорциональной электрогидравлической системы управления в управляющий контроллер системы должны передаваться данные от прибора безопасности. Эта задача решена за счет введения в комплект поставки прибора ОНК-160С-13 специального блока согласования.

В свою очередь, нормальная работа приборов безопасности невозможна без получения ими информации от других датчиков и органов управления, установленных на кране, но не входящих в комплект приборов безопасности.

Поэтому, когда речь идет о современных кранах, во-первых, практически невозможно выделить отдельные приборы и устройства безопасности, а можно говорить только о единой системе управления и безопасности крана, в которой отдельные элементы связаны между собой и влияют на работу друг друга. А, во-вторых, невозможно сформулировать единые требования к системе безопасности для всех кранов, объединенных в группу «стреловые краны», в таком документе, как Правила Ростехнадзора или Регламент, даже в части перечня выполняемых функций.

Это подтверждает и практика внедрения прибора ОНК-160С на новых кранах: при всей универсальности прибора, как в части аппаратуры, так и в части программного обеспечения, одних только аппаратных исполнений прибора в настоящее время насчитывается около пятидесяти, не говоря уже о многочисленных вариантах рабочих программ.

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Обеспечение безопасной эксплуатации современных и перспективных кранов возможно только при использовании комплексных систем управления и безопасности, функционирование и характеристики которых определяются конструктивными особенностями и режимами эксплуатации конкретной модели крана;
2. Задача оценки факторов риска и формирования требований к системе управления и безопасности крана, как в части выполняемых функций, так и в части конструкции и характеристик, не может быть решена в рамках единого документа (Правил или Регламента) без участия разработчика крана.

Применение комплексных систем безопасности крана обуславливает необходимость изменения порядка создания и внедрения таких систем, например, в части проведения испытаний.

В соответствии с существующим порядком, приборы безопасности проходят предварительные и приемочные испытания в составе крана. Какую информацию дают результаты этих испытаний? Только ту, что прибор данного исполнения с данным программным обеспечением обеспечивает работу крана данной модели в соответствии с требованиями нормативной документации.

Автоматический перенос результатов испытаний на другие исполнения прибора для других моделей кранов в современных условиях уже не правомерен, т.к. имеются существенные отличия в комплектации и алгоритмах работы приборов, обусловленные существенными отличиями конструкций и характеристик кранов. Организовать же проведение приемочных испытаний прибора на каждой модели крана физически невозможно.

С другой стороны, кран, оснащенный прибором безопасности, подвергается предварительным, приемочным или типовым испытаниям, программа которых в части проверки приборов безопасности практически повторяет программу предварительных и приемочных испытаний прибора. Т.е. прибор дважды проходит одни и те же проверки в составе крана.

Такое дублирование ведет лишь к неоправданным затратам на проведение натурных испытаний приборов безопасности. И если раньше, когда краны оснащались отдельными однотипными приборами безопасности, такой подход был оправдан, то при использовании комплексных систем управления и безопасности крана натурные испытания таких систем для проверки показателей назначения имеет смысл проводить в рамках предварительных и приемочных, либо типовых испытаний конкретной модели

крана. А отдельно элементы систем безопасности следует подвергать только стендовым испытаниям на заводе-изготовителе для подтверждения их соответствия устойчивости к внешним воздействиям, проверки электромагнитной совместимости, определения показателей надежности и т.п.

Теперь хотелось бы высказать некоторые соображения в отношении реализации некоторых функций, выполняемых приборами безопасности на стреловых кранах.

Одной из основных функций прибора безопасности является предотвращение поломки и опрокидывания крана вследствие перегрузки. В настоящее время стреловые краны защищаются от перегрузки и опрокидывания ограничителями грузоподъемности или грузового момента путём отключения рабочих движений (подъём крюка, увеличение вылета), приводящих к росту нагрузки на грузозахватном органе и грузового момента, в случае превышения нагрузкой на грузозахватном органе величины грузоподъемности, определяемой паспортной грузовой характеристикой крана.

Величина грузоподъемности представляет собой максимально допустимую нагрузку на грузозахватном органе, рассчитанную из условия сохранения прочности всех силовых элементов оборудования крана и обеспечения необходимого запаса устойчивости крана при подъёме и перемещении грузов в определенных стандартных расчетных условиях состояния крана, внешних воздействий и квалифицированного управления. Таким образом, паспортные грузовые характеристики крана отражают его реальные возможности при подъеме и перемещении грузов только в определенных стандартных условиях.

Поэтому, реальные возможности кранов, оснащенных ограничителями грузоподъемности или грузового момента, при эксплуатации либо недоиспользуются, что ведет к снижению экономических показателей, либо, в некоторых случаях, наоборот, кран работает с перегрузкой, что приводит к ускоренному его износу, поломкам, а иногда и к авариям.

Недоиспользование возможностей крана обусловлено следующими факторами.

Во-первых, величину грузоподъемности невозможно указать для бесконечного числа всех точек рабочей зоны, поэтому в грузовых характеристиках указывают общее значение грузоподъемности в пределах конечного диапазона значений какого-либо параметра (длины стрелы, зоны работы по азимуту и т.д.), исходя из минимального значения грузоподъемности в пределах данного диапазона.

Во-вторых, условия эксплуатации крана могут быть более благоприятными, чем расчетные.

С другой стороны, ограничитель грузоподъемности или грузового момента не гарантирует кран от поломок и опрокидывания по причине плохого технического состояния крана, либо неквалифицированных действий или ошибок машиниста крана. Например, при потере герметичности гидрозамком выносной опоры кран может потерять устойчивость даже при работе без груза. Или, например, машинист крана может ошибиться при выборе грузовой характеристики для данной конфигурации кранового оборудования. Это особенно актуально для современных кранов, характеризующихся большим количеством вариантов конфигурации оборудования (опорного контура, противовесов, удлинителей и гуськов, порядка выдвижения секций стрелы и т.д.). Грузовые характеристики этих кранов занимают десятки страниц, поэтому повышается вероятность перевода ограничителя грузоподъемности на режим, не соответствующий реальной конфигурации кранового оборудования. Для снижения вероятности ошибок машиниста современные ограничители грузоподъемности оборудуются дополнительными датчиками (например, в приборе ОНК-160С-24 предусмотрен датчик массы

установленного дополнительного противовеса), однако весь кран обвешать датчиками невозможно. Да и нельзя исключить вероятность отказов этих датчиков.

Еще одним недостатком ограничителей грузоподъемности являются завышенные требования к точности определения нагрузки на крюке при работе крана при больших длинах стрелы и на дальних вылетах, где грузовая характеристика ограничена устойчивостью крана. В этой зоне грузовой характеристики у современных кранов доля опрокидывающего момента, вызванного нагрузкой на крюке, зачастую составляет менее 10% от общего опрокидывающего момента. Т.е. повышение нагрузки на крюке на 10% приводит к росту момента опрокидывания менее чем на 1%. Требование же правил о срабатывании ограничителя грузоподъемности при превышении нагрузки на крюке не более чем на 10% на всех участках грузовой характеристики, ведет к повышению требований к точности датчиков, усложнению алгоритмов расчета вылета и нагрузки на крюке, сложности процесса настройки прибора, а, следовательно, к повышению стоимости производства и эксплуатации прибора безопасности. Кран превращается в весы, но при этом не решается основная задача – повышение безопасности работы.

И далее, с совершенствованием конструкций кранов, недостатки концепции ограничителя грузоподъемности или грузового момента будут только усугубляться.

Проблему обеспечения безопасной работы и эффективного использования грузоподъемных кранов можно решить установкой на краны вместо ограничителей грузоподъемности принципиально новых приборов безопасности - ограничителей нагрузок - предотвращающих потерю устойчивости краном и перегрузку элементов его конструкции в эксплуатации, какими бы причинами они не были вызваны.

Такой прибор может включать имеющиеся датчики с добавлением небольшого числа датчиков усилия или давления, углового и линейного положения основных элементов конструкции крана. На основе сигналов с этих датчиков определяются нагрузки во всех расчетных элементах крана и запас устойчивости крана в конкретных условиях в каждый данный момент времени.

Например, зная усилия в выносных опорах и угол наклона нижней рамы к горизонту, можно определить нагрузки во всех расчетных элементах опорного контура и запас устойчивости крана. Зная давление в гидроцилиндре телескопирования, можно определить усилия в элементах механизма телескопирования, а также предотвратить потерю устойчивости штоком цилиндра. Аналогично можно определить нагрузку во всех остальных расчетных элементах крана. При этом, точного вычисления вылета и массы поднимаемого груза не требуется.

В случае приближения нагрузок в каких-либо элементах к предельно допустимым значениям, либо снижения запаса устойчивости до минимально допустимого уровня, производится отключение только тех механизмов крана, работа которых может привести к возрастанию напряжений в этих конкретных, наиболее нагруженных элементах, или к потере устойчивости крана.

Применение ограничителя нагрузок вместо ограничителя грузоподъемности обеспечит следующие преимущества.

1. Прибор позволит реализовать полностью технические возможности крана в любых конкретных условиях его работы. Краном можно поднять такой груз, какой реально позволяет его прочность и устойчивость в конкретной ситуации.
2. Прибор предотвратит поломку и потерю устойчивости крана, какими бы причинами не была вызвана перегрузка и снижение устойчивости (превышением нагрузки на крюке, неправильной установкой крана, неквалифицированными действиями машиниста, большой ветровой нагрузкой и т.д.).

3. Снижаются требования к точности измерения параметров, а, следовательно, стоимость производства и эксплуатации прибора, т.к. нет необходимости точно вычислять вылет и массу поднимаемого груза.
4. Появляется возможность контроля степени загрузки и продолжительности работы отдельных узлов и механизмов крана для оценки их остаточного ресурса.
5. У разработчиков кранов отпадет необходимость в расчетах подробных грузовых характеристик для всех конфигураций кранового оборудования, различных рабочих зон, различных длин стрел, а у машиниста крана отпадает необходимость в отыскании необходимой характеристики в многостраничном фолианте. Да и машинист вряд ли будет отключать и блокировать прибор, который позволит максимально использовать возможности крана и реально защищать кран от поломок и опрокидывания.

Другой важной функцией приборов безопасности, предусмотренной действующими Правилами, является защита от соприкосновения элементов конструкции кранов с проводами линий электропередачи. Это, безусловно, была бы полезная функция, если бы имелись эффективные устройства для ее реализации. К сожалению, вероятность защиты кранового оборудования от соприкосновения с ЛЭП имеющимися приборами довольно низкая. Это еще надо умудриться попасть оголовком тридцати - сорокаметровой стрелы, на конце которой установлена антенна, в зону ЛЭП. Остальная же часть стрелы, как и грузовой канат с грузозахватным органом, остаются совершенно незащищенными. Кроме того, ни одна из существующих систем не защищает кран от соприкосновения с ЛЭП постоянного тока.

Указание в эксплуатационной документации на наличие защиты от приближения к ЛЭП лишь вселяет в машиниста крана необоснованные надежды на его защищенность.

С другой стороны, ложные срабатывания приборов защиты от приближения к ЛЭП, вызванные наводками от других источников, мешают нормальной работе крана и раздражают машиниста.

Поэтому, для ясности, надо либо убирать из нормативной документации требование к оснащению кранов приборами защиты от приближения к ЛЭП, либо менять концепцию и требования нормативных документов к этим приборам.

Анализ вышесказанного позволяет сделать вывод о необходимости изменений требований нормативных документов к приборам безопасности грузоподъемных кранов. Это не означает, что надо использовать только новые приборы вместо выпускаемых, а тем более переоборудовать краны новыми приборами. Просто следует дать разработчикам кранов и специалистам, ответственным за его безопасную эксплуатацию, возможность выбора концепции системы безопасности и управления крана с учетом особенностей его конструкции и условий эксплуатации.

Так совпало, что срок действия нормативных документов, определяющих требования к приборам безопасности, истекает в этом году в связи с переходом с начала 2010 г. на систему регламентов. Поэтому, сейчас настал очень ответственный период формирования новой нормативной базы, которая будет во многом определять направление развития кранов и их приборов безопасности.

Хочется выразить надежду, что новая нормативная база будет способствовать повышению безопасности и эксплуатационных возможностей кранов.