

Таблица 2

Источник питания

Электропитание	сетевое 190/240 В 50/60 Гц
Удельный расход электроэнергии	12 Вт·час/л
Габаритные размеры	220×125×110 мм

Таблица 3

Параметры воды, получаемой на предлагаемой установке

Удельная электропроводность в равновесии с атмосферой	$\leq 1,5 \times 10^{-4}$ См/м
Удельная электропроводность при отсутствии контакта с атмосферой	$\leq 4,4 \times 10^{-6}$ См/м
Содержание катионных и анионных форм элементов, определенное методом радиоактивных индикаторов	$< 10^{-9}$ мкг/л
Содержание альфа-, бета-, гамма-излучателей	$< 0,01$ Бк/л
Содержание микрочастиц	отсутствует
Содержание органических примесей	отсутствует
Биологически активные примеси по признаку апиrogenности (биологический и физиологический методы испытаний)	не обнаружены

Высокая степень соответствия глубоководной апиrogenной воды «УЛЬТРААКВА» стандартным европейским и мировым требованиям подтверждается работами СПб представительства «Авиценна ЛТД».

Нашу установку использовали здесь для приготовления буферных растворов, применяемых в производстве иммуноферментных тест-систем для выявления антител к вирусам иммунодефицита ВИЧ-1, ВИЧ-2 и гепатита С. Эти растворы сравнивали со стандартными буферными растворами, приготовленными с использованием воды, полученной на установке Супер-ку (США). Пятилетняя эксплуатация установки «УЛЬТРААКВА» показала полное соответствие производимых тест-систем стандартным требованиям.

Словом, использование установок «УЛЬТРААКВА» в известных научных и научно-практических цент-

рах России, включая ИЭМ им. акад. И. П. Павлова, Институт мозга человека, показало, что по своему функциональному назначению она не уступает продукции ведущих американских фирм, а стоит при адекватной производительности в 6 раз меньше. Отдельно, по нашему мнению, необходимо ставить вопрос о сменных картриджах. Поразительно, но российские картриджи работают без ухудшения параметров в три раза дольше американских. В то время как их стоимость на два порядка ниже.

Несмотря на семилетнюю практику эксплуатации установки в аптечном комплексе города (производство глазных капель), проблема в том, что даже имея рекомендации Комитета по здравоохранению при Администрации Санкт-Петербурга на применение установки «УЛЬТРААКВА» в лечебно-профилактических учреждениях

города, наши аппараты по-прежнему стоят невостребованными.

Зная катастрофическое положение на местах, о том, что износ оборудования в городских медицинских учреждениях Петербурга достигает 60%, а в ряде стационаров этот показатель превышает 80%, мы отчетливо понимаем, что на этом фоне у потребителя наших приборов нет возможности менять дорогостоящие картриджи, а уж тем более покупать новое импортное оборудование.

Поэтому мы обращаемся через журнал «ИННОВАЦИИ» ко всем депутатам Законодательного собрания, главам районных администраций, к научной и деловой общественности города в лице «Конгресса работников науки, техники, образования, здравоохранения и культуры» с просьбой о помощи в решении проблемы обеспечения медучреждений недорогой качественной апиrogenной водой.

В преддверии 300-летия Санкт-Петербурга рождается множество социально-ориентированных проектов. Мы считаем, что город, имеющий столько заслуженных пожилых людей, ветеранов ВОВ, блокадников, может и должен быть в состоянии пролечить эту категорию своих граждан по высшему классу, как это делается в той же Америке. Хотя бы благодаря деятельности таких центров научно-технической мысли, как ГУП «НПО Радиевский институт им. В. Г. Хлопина» и свободному волеизъявлению прогрессивных сил города.

Установки «Ультрааква» изготавливаются из элементов отечественного производства и комплектуются необходимой паспортной и технической документацией. Предприятие-изготовитель осуществляет обучение персонала медицинских учреждений и гарантийное обслуживание.

Перспективы развития цифровых приборов безопасности грузоподъемных кранов

И. Г. Федоров,
к.т.н., НПП «ЭГО»

Приборы безопасности грузоподъемных кранов прошли весьма сложный путь развития. Сначала это были механические

устройства. На смену им пришли электромеханические приборы. Затем стали применять электронные устройства. В настоящее время отчетливо

просматривается переход к цифровым (микропроцессорным) системам. В целом такие системы состоят из ряда периферийных устройств, интегрированных в центральную систему управления. Совершенствование кранов предусматривает повышение не только безопасности, но и эффективности. Цифровые устройства безопасности будут играть главную роль в обеспечении этих качеств. Предлагаемый анализ позволяет представить перспективы развития этих устройств.

Необходимо отметить, что эволюция техники в современных условиях должна учитывать генеральное направление экономического развития России, которое предполагает интегрирование в мировое экономическое пространство, в частности, вступление в

ВТО. Поэтому, рассматривая перспективы развития цифровых приборов безопасности грузоподъемных кранов, следует иметь в виду их гармонизацию с мировыми требованиями, в том числе международных стандартов ISO и EN. Необходимо также рассмотреть возможности неизбежного расширения набора функций цифровых приборов безопасности. Уже в настоящее время в набор обязательных функций приборов безопасности [1] входят не только ограничение и/или индикация грузоподъемности, но и ограничение и индикация ряда параметров, характеризующих перемещение частей крана. Обязательной стала регистрация параметров работы кранов [1]. Имеются предложения по введению в состав приборов безопасности информационно-экспертных систем, планировщиков отдельных подъемов с элементами автокада [2], приборов, предупреждающих столкновения работающих кранов с различными препятствиями, в том числе с кранами, работающими поблизости, и ряд других. Представляется важным вопрос повышения точности и надежности измерения исходной информации, прежде всего, масс поднимаемых грузов.

В России отсутствуют стандарты, регламентирующие требования к приборам безопасности грузоподъемных кранов. Ограничители грузоподъемности кранов создаются исключительно на основе технических требований, сформулированных в Правилах [1]. Эти разработки выполняются, в основном, независимо от развития аналогичных устройств за рубежом. Время от времени некоторые конструкции зарубежных ограничителей изучаются, отмечаются их функциональные особенности, которые внедряются в отечественные конструкции. Однако до сих пор их систематически не изучали, а сведения о них не обобщали. Можно ожидать, что с принятием нового закона о техническом регулировании [3] в техническом регламенте по грузоподъемным кранам будут отражены вопросы гармонизации российских требований к цифровым приборам безопасности с международными требованиями. Автор надеется, что материалы предлагаемого анализа помогут в работе над новым техническим регламентом.

Первый и пока, по-видимому, единственный анализ современных зарубежных конструкций приборов безопасности, содержащих функцию регистратора параметров работы кранов, выполнен в работах [4, 5]. Несмотря на узкую аналитическую направленность этих работ, они существенно способствовали пониманию современных тенденций совершенствования в целом

цифровых ограничителей грузоподъемности и других приборов безопасности для кранов. Анализ показывает, что за рубежом в настоящее время наибольшее развитие получили цифровые ограничители и индикаторы грузоподъемности. В рамках рассматриваемой проблемы приоритетной задачей является сбор сведений о современных приборах безопасности, их систематический анализ и обобщение.

Цифровые приборы безопасности кранов в России до сих пор разрабатывались без учета требований международных стандартов [6, 7, 8]. Напротив, зарубежные изготовители требования международных стандартов, как показывает анализ, скрупулезно учитывают. Поэтому ряд полезных и теперь уже обычных свойств зарубежных приборов безопасности отсутствуют, например, у ограничителей, изготавливаемых в России. Отмеченные отличия затрудняют взаимную торговлю как самими ограничителями, так и кранами, оборудованными такими ограничителями.

Как показывают имеющиеся данные, ограничители грузоподъемности (ОНК) в практике зарубежного краностроения применяют сравнительно редко. Чаще применяют индикаторы номинальной грузоподъемности (ИНГ). В этом проявляется кардинальное отличие позиции большинства зарубежных стран в вопросе о том, какие именно приборы безопасности следует устанавливать на грузоподъемные краны. Так, в США в большинстве штатов запрещают устанавливать ограничители грузоподъемности. Вместо ОНК устанавливают ИНГ. В настоящее время развернулась дискуссия относительно обязательного применения ОНК и ИНГ [9, 10]. Из этих публикаций стало ясно, что основным предметом дискуссии является надежность цифровых приборов безопасности. Тем не менее, Технический комитет В30.5 Американского общества инженеров-механиков (ASME) признал обязательной установку индикаторов номинальной грузоподъемности [10]. В Европе, по-видимому, по примеру США все больше стран принимают аналогичную позицию. Конкретных научных данных по этому вопросу неизвестно. Однако в ряде литературных источников отмечают, что в критической ситуации при близкой к предельной массе поднимаемого груза неожиданное выключение механизмов, с помощью которых производится подъем, не уменьшает, а, напротив, увеличивает опасность аварии. Именно поэтому предпочитают ограничиваться предоставлением оператору с помощью ИНГ необходимой информации и подачей предупреждающих сигналов, оставляя на усмотрение

операторов принятие окончательного решения и его реализацию. Сами же операторы проходят дополнительное обучение и тренировку.

Научно обоснованное решение проблемы, заключающейся в том, какие именно приборы безопасности целесообразно устанавливать на грузоподъемных кранах, в частности, ограничители или индикаторы номинальной грузоподъемности, имеет для России большое народно-хозяйственное и социальное значение. Исходя из общих соображений, можно предположить, что на относительно простых кранах малой грузоподъемности, например, кранах-манипуляторах или автомобильных кранах грузоподъемностью до 25-30 т, ограничители грузоподъемности в ближайшее обозримое время придется устанавливать, поскольку операторы этих кранов, как правило, проходят только общую подготовку и имеют сравнительно низкую квалификацию. Более сложными кранами высокой грузоподъемности управляют более дисциплинированные операторы с лучшей профессиональной подготовкой. На этих кранах возможно целесообразнее устанавливать индикаторы грузоподъемности. Конечно, высказанное предположение должно быть научно подтверждено. Кроме того, потребуются выявить и установить ряд квалификационных ограничений по назначению операторов на краны в зависимости от класса оператора и сложности крана. Отрицательные явления, связанные с внезапным отключением механизмов при срабатывании ограничителей, могут быть компенсированы путем введения обратных связей и некоторых элементов автоматического управления, например, ограничения отрицательных ускорений при торможении.

Актуальным является вопрос о повышении надежности цифровых приборов безопасности грузоподъемных кранов. Полагают [10], что на современном этапе надежность приборов безопасности должна быть такой же, как у бортовых автомобильных компьютеров.

Современные цифровые ОНК и ИНГ во многом имеют похожие конструкции [5]. По сути, ИНГ отличаются от ОНК только отсутствием функции отключения механизмов подъема груза и изменения вылета, запрещающей подъем груза, масса которого превышает грузоподъемность крана при заданных условиях. Другие ограничительные функции, например, высоты подъема груза, обычно имеются. Отечественные ограничители, напротив, содержат также функции индикатора. Поэтому, если будет признано целесообразным устанавливать на не-

которых кранах индикаторы, а не ограничители, то технически задача сведется к отключению функции ограничения грузоподъемности.

В таблице, в левой колонке перечислены виды ограничительных и указательных функций, требуемых от системы безопасности крана в целом в соответствии с Европейским стандартом [8]. Аналогичные требования предъявляются и в стандартах ИСО [9, 10]. В принципе они совпадают с требованиями, которые предъявляются Правилами [1] к системам приборов и устройств безопасности кранов. В правой колонке показаны способы решения этих требований на кранах России.

В России все ограничительные и указательные функции приборов безопасности, в том числе цифровых, за исключением ограничения рабочего пространства (координатной защиты), решаются с помощью отдельных приборов. Между тем, как показывает анализ конструкций зарубежных цифровых ОНК и ИНГ, их создатели стараются расширить число рабочих функций соответствующих приборов на программном уровне. Например, все современные конкурентоспособные зарубежные приборы безопасности имеют функцию ограничения высоты подъема, осуществляемую на программном уровне.

программное обеспечение ограничителей.

Существенной особенностью эксплуатации кранов в России является температурный режим окружающей среды в зимнее время. В стране все больше появляется кранов, допустимая температура эксплуатации которых выше минус 40°С. Учитывая дисциплину наших операторов, представляется целесообразным принудительно ограничивать возможность работы крана при температуре ниже допустимой. В настоящее время как в России, так и за рубежом известны приборы, решающие эту проблему. Представляется целесообразным в конструкциях будущих микропроцессорных ОНК и ИНГ предусматривать также функцию ограничения температуры, при которой крану допускается работать. Аналогичный подход следует применять для ограничений по скорости ветра.

Реализация функций, перечисленных в таблице, и ряда других, необходимых для обеспечения безопасной работы кранов в соответствии с Правилами [1], следует считать генеральным направлением дальнейшего функционального развития приборов ОНК. Это проблема должна быть изучена с целью обоснования оптимального направления дальнейшего развития цифровых приборов безопасности.

одновременно с началом широкого применения микропроцессоров. В настоящее время большинство фирм, изготавливающих цифровые ОНК и ИНГ, стремятся включить функцию регистратора параметров работы кранов как одну из наиболее привлекательных опций своих приборов [5].

Судя по имеющимся данным [5], алгоритмы зарубежных регистраторов параметров работы кранов предусматривают запоминание большого числа параметров каждого цикла. По-видимому, это объясняется тем, что за рубежом еще не сформулированы требования к организации собираемой информации о параметрах работы кранов. Фирмы соревнуются между собой, предлагая регистраторы с весьма большой памятью. Так, фирма Robway увеличила память своих цифровых регистраторов до 8 Мб. Фирма PAT предлагает регистратор PAT-350 с памятью микропроцессора 2 Мб, гарантируя при этом регистрацию всего до 6000 циклов работы крана. Для сравнения укажем, что ограничитель ОНК 140, позволяющий регистрировать более содержательную информацию в течение всего срока службы крана, имеет память микропроцессора всего 0,256 Мб.

В России требования к регистраторам сформулированы в руководящем нормативном документе РД 10-399-01 [11]. Сам факт появления РД свидетельствует о возросшем внимании к регистраторам параметров работы кранов. Однако документ получился внутренне противоречивым и требует дальнейшей доработки. Необходимо отметить, что РД 10-399-01 предусматривает разделение собираемой информации о параметрах работы кранов на две части: оперативную (обновляемую) и долговременную (длительного хранения в течение не менее 10 циклов работы). Несомненно, это требование является шагом вперед по сравнению с зарубежными подходами к созданию рассматриваемых приборов безопасности.

В настоящее время разработаны общие алгоритмы сбора и обработки информации о параметрах работы грузоподъемных кранов [12, 13]. Они апробированы на примере стреловых кранов и показали свою работоспособность [12, 13]. Представляется целесообразным расширить область применения этих алгоритмов.

Важно отметить, что применение физически адекватного регистрируемого параметра наработки крана позволит впредь избегать путаницы в понимании термина «нормативный срок службы крана» [14].

Для поддержания эффективности грузоподъемных кранов и обеспечения их безопасности в процессе эксплуата-

Таблица

Перечень функций в соответствии с EN 12077-2 [4]

Наименование функции	Техническое устройство, применяемое на российских кранах
Ограничитель высоты подъема	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель нижнего положения	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель слабны каната	Отдельный выключатель
Ограничитель поворота	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель передвижения	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель угла подъема	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель телескопирования	Отдельный концевой выключатель
Ограничитель рабочего пространства (координатная защита)	Выполняется в виде дополнительных функций ОНК
Устройство для предотвращения столкновения	Нормами безопасности не регламентируется

В России установка на кранах ограничителей верхнего (высоты подъема) и нижнего положений грузозахватного органа также является обязательной [1]. Но решается эта задача обычно с помощью специальных механических устройств. Имеется пример реализации функции ограничения высоты подъема на программном уровне в ограничителе ОНК 140 ХХ, созданном для использования на башенном кране КБ-415. Оказалось, что подобное решение удобнее и надежнее, нежели традиционное. Представляется целесообразным применять в дальнейшем на всех кранах, выпускаемых в России, функцию ограничения высоты, включая ее в

В России с введением Правил ПБ 10-382-00 (ст. 2.12.11) стало обязательным оборудование ряда кранов регистраторами параметров работы [1]. Допускается применение встроенных и автономных регистраторов параметров работы. За рубежом применение регистраторов параметров работы кранов стандартами не регламентируется. Однако во многих цифровых зарубежных ОНК и ИНГ имеется функция регистрации параметров работы кранов (logging system), и она высоко ценится пользователями кранов.

Функция регистратора параметров работы кранов за рубежом появилась в конструкциях приборов безопасности лет 15-20 назад, практически

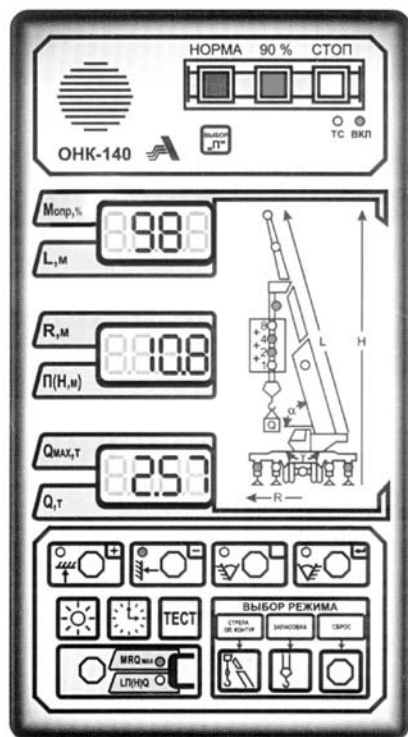


Рис. 1. OHK-140

ции необходимо вовремя и качественно выполнять регламентные работы, включающие экспертные обследования, технические освидетельствования и обслуживания, планово-предупредительные ремонты. За рубежом эти работы осуществляются, как правило, многочисленными мощными, специализированными предприятиями сервисной службы. Как показывает анализ, сервисное обслуживание кранов в настоящее время превратилось в технически передовых странах, например в США, в своеобразную отрасль промышленности, которая весьма быстро развивается и совершенствуется. Сервисное обслуживание, предполагающее наличие квалифицированного персонала, обеспечивает своевременное и высококачественное выполнение всех регламентных работ. Именно это позволяет поддерживать в течение долгого времени эксплуатацию грузоподъемных кранов на высоком техническом уровне, делая ее предельно безопасной и эффективной.

Повсеместно признается большое значение компьютерных организационно-управленческих технологий, с помощью которых выполняется большой объем плановых и контрольных функций, необходимых в сервисном обслуживании. Только с помощью информационно-экспертного программного обеспечения, как свидетельствует опыт, оказалось возможным реально решить вопросы создания для каждого крана, находящегося на сервисном обслуживании, из сколько угодно большого их

количества, индивидуальных графиков выполнения регламентных работ, предписываемых изготовителями и экспертами, и контроль исполнения этих графиков. Программное обеспечение позволяет контролировать наличие запасных частей и материалов, управлять их потоками, управлять финансовыми процессами на предприятиях сервисного обслуживания кранов, вплоть до выписывания отдельных счетов и составления бухгалтерской отчетности. Именно применяемые развитые компьютерные технологии обеспечили успешный менеджмент сервисом грузоподъемных кранов в целом, процветание предприятий, посвятивших себя этим проблемам.

В России сервисное обслуживание грузоподъемных кранов как таковое практически отсутствует. Только экспертные обследования проводят специализированные организации, аккредитованные в системе промышленной безопасности, а технический контроль и обслуживание кранов производится, в основном, силами владельцев. Некоторые специализированные предприятия, эксплуатирующие грузоподъемные краны, обладают довольно развитой инфраструктурой и осуществляют регламентные работы и сервис своих машин на сравнительно удовлетворительном уровне. Но это скорее следует рассматривать как исключение, а не как правило. Обычно состояние дел с техническим контролем и обслуживанием кранов, как показывает анализ, обстоит много хуже.

Квалификация и исполнительская техническая дисциплина обслужи-

вающего персонала на предприятиях, эксплуатирующих краны, в том числе инженерно-технических работников, во многих случаях недопустимо низкая. Поэтому качество технического контроля и ТО кранов часто оказывается плохим и осуществляется с огромными нарушениями регламента. Что касается ППР кранов, то его почти повсеместно игнорируют. Все это приводит в итоге к существенному снижению эффективности и безопасности эксплуатации кранов, о чем свидетельствует высокий уровень травматизма как обслуживающего персонала, так и других лиц, связанных с эксплуатацией грузоподъемных кранов.

Отмеченные особенности усугубляются еще резким старением парка кранов в России. В настоящее время 80-90% кранов отработали нормативный срок службы и продолжают находиться в эксплуатации исключительно из-за отсутствия средств у предприятий на реновацию их парка кранов. В России создалась уникальная ситуация, заключающаяся в том, что нам в ближайшем обозримом будущем придется работать с парком старых кранов. Они по естественным причинам имеют более низкую надежность, чем их новые представители и более опасны в эксплуатации. В силу естественных законов деградации надежность парка кранов будет иметь тенденцию к дальнейшему падению. Следовательно, можно ожидать дальнейшего снижения безопасности эксплуатации кранов и увеличения травматизма.

Отмеченные отрицательные явления могут быть в значительной мере компенсированы за счет предельного

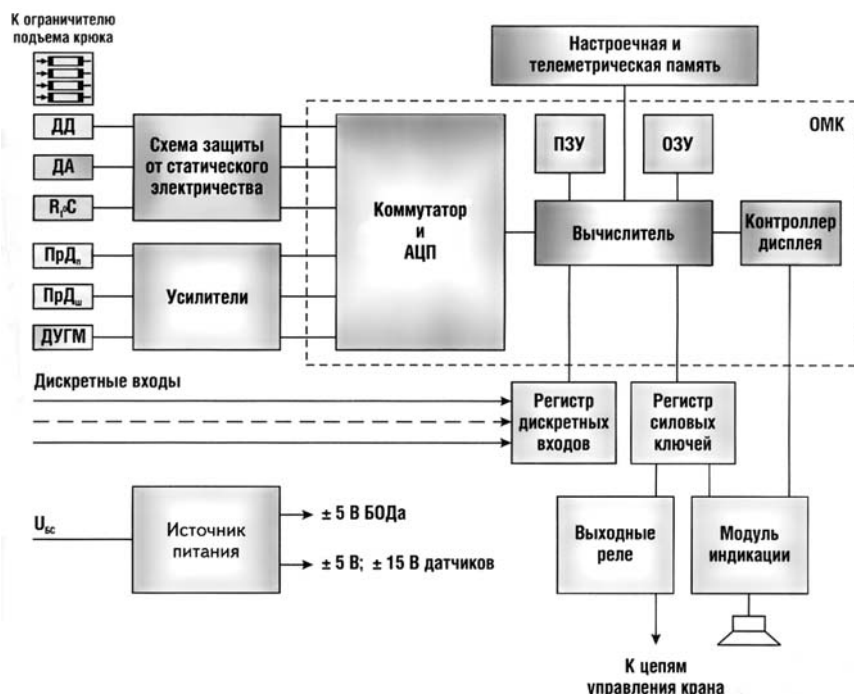


Рис. 2. Структурная схема OHK-140

повышения организационно-технической и исполнительской дисциплины эксплуатации кранов, заключающейся в скрупулезной реализации всех предписанных операций технического контроля, ППР и ТО как по времени и составу этих операций, так и по качеству. Для управления и надзора за своевременным и качественным выполнением регламентных работ в парке кранов, как показывает зарубежный опыт, необходимо широко применять компьютерные информационно-экспертные системы. При этом следует учитывать сложившуюся специфику эксплуатации кранов в России. Очевидно, компьютерные информационно-экспертные системы могут быть рассчитаны на разные организационные иерархии, как то: отдельный кран, группа кранов одного участка или цеха (строительного управления) завода, треста и т.д. Функция экспертной системы для отдельного крана может быть встроена в состав цифровых приборов безопасности. Ниже рассмотрены основные свойства и особенности этой системы.

Предполагается, что рассматриваемая система будет представлять собой открытую для постоянного и неограниченного пополнения информационную базу данных о кране, обслуживающем персонале, о своевременно выполненных регламентных профилактических и ремонтных работах. Любая информация, вносимая в базу данных, автоматически связывается с датой. Внесенная в базу данных информация изменению не подлежит. Допускается введение в базу данных новой информации, которая с определенного момента времени и при необходимости будет отменять или дополнять ранее внесенные предписания и замечания по техническому состоянию крана. Предполагается, что новая функция цифровых приборов безопасности поможет предприятиям — владельцам грузоподъемных кранов повысить организационно-техническую и исполнительскую дисциплину эксплуатации кранов, строго выполнять все предписанные операции технического контроля, ППР и ТО как по времени и составу этих операций, так и по качеству.

Точность ограничителя грузоподъемности и его элементов требованиями нормативных документов России не регламентируется. Правила [1] требуют, чтобы масса поднимаемого груза не превосходила массу номинального груза более чем на 25% для кранов мостового типа, на 15% для башенных кранов и на 10% для других кранов стрелового типа. Очевидно, что ограничитель будет выполнять эти требования, если погрешности измерения ограничителя веса поднимаемого груза не превышают указанные пределы.

Обычно точность микропроцессорных ограничителей достаточно высока, и погрешность измерения сигналов датчика нагрузок не превышает 2-3%. Основные погрешности измерения связаны с методом взвешивания груза. Обычно в качестве силоизмерительного элемента служит какой-нибудь элемент конструкции крана. Например, для гидравлических стреловых кранов датчик нагрузки устанавливается на гидроцилиндре подъема стрелы. На гидроцилиндр действуют две составляющих нагрузки: от веса стрелы и от веса груза. Для определения веса груза сначала измеряют суммарную нагрузку в цилиндре. Затем из полученного значения вычитают составляющую нагрузки в цилиндре от веса стрелы. При сравнительно малых вылетах (больших углах подъема стрелы) и подъеме груза, близкого к номиналу, составляющая от веса стрелы невелика, разность между суммарным значением нагрузки и составляющей от веса стрелы оказывается сравнительно большой, и результирующая погрешность измерения веса груза оказывается малой, практически равной погрешности прибора. При увеличении вылета увеличивается составляющая от веса стрелы, а составляющая от веса номинального груза уменьшается. На предельно больших вылетах составляющая веса номинального груза становится малой разностью двух больших чисел, и ошибка определения веса может оказаться недопустимо большой. Расчеты показывают, что ошибка определения массы поднимаемого груза может достигать 50% и более. Если значение составляющей веса стрелы в нагрузке цилиндра превышает 0,70, то обеспечить необходимые требования к ограничителю стрелового крана практически невозможно.

Для повышения точности определения массы поднимаемого груза лучше всего размещать силоизмерительный элемент в крюковой подвеске. Однако при этом осложнится передача информации от силоизмерительного элемента к регистрирующему прибору. Целесообразно рассмотреть возможности передачи указанной информации, например, по радио. Перспективным представляется также размещение силоизмерительного датчика на головке стрелы.

В общем случае, выбирая расположение силоизмерительного элемента, необходимо учитывать особенности механики крана. Например, у стрелового телескопического крана прочность конструктивных элементов обычно определяется нагрузками при малых вылетах, т.е. когда масса поднимаемого груза определяется наиболее точно при расположении силоизмери-

тельного элемента на гидроцилиндре стрелы. С увеличением вылета, когда оценка предельной массы поднимаемого груза становится все менее точной, влияние массы груза на прочность конструкции уменьшается. Но по мере увеличения вылета все более вероятным предельным состоянием крана становится устойчивость против опрокидывания. Понятно, что для оценки устойчивости необходимо знать суммарный момент стрелы и груза относительно ребра опрокидывания, который как раз определяется весьма точно. Поэтому принятый метод измерения усилия в гидроцилиндре стрелы можно принять, если при этом точность определения характеристического числа будет приемлемой, поскольку характеристическое число зависит непосредственно от значений масс поднимаемых грузов. Как показали расчеты, распределение масс поднимаемых грузов мало влияют на погрешность измерения характеристического числа. Относительная ошибка определения характеристического числа находится в пределах 0,10-0,14, что можно считать допустимым.

Необходимо остановиться на принципиально новой для приборов безопасности грузоподъемных кранов проблеме, связанной с управлением. В обычных условиях управление краном осуществляется оператором. При этом он может совершать ошибки, создавая опасные прецеденты. При реализации функций ограничения оператор крана, как главное звено управления, частично или полностью блокируется. Именно отмеченное обстоятельство и сформировало за рубежом отрицательное отношение к усложнению ограничителей. Поэтому в дальнейшем, совершенствуя цифровые приборы безопасности, целесообразно рассмотреть задачи оптимального управления краном, которые до сего времени игнорировались.

В общем случае рассмотрению подлежит замкнутая система «машина — звено управления — объект». Поведение объекта определяется фазовыми координатами (x_1, \dots, x_N) и управляющими воздействиями (u_1, \dots, u_M). Под фазовыми координатами объекта понимаются параметры, характеризующие его состояние (начальное, текущее, конечное), включая координаты, моменты, углы и т.п. Управляющие воздействия должны формироваться прибором безопасности, который распределяет потоки энергии, поступающие к объекту. При этом прибор безопасности через обратные связи должен осуществлять контроль за соответствием текущих фазовых координат требуемым.

Для любого грузоподъемного сооружения, являющегося объектом по-

вышенной опасности, задача управления, решаемая оператором, формулируется следующим образом:

- выбрать такое управление $u(t)$, которое обеспечит переход объекта из начального фазового состояния (x_0) в конечное (x_1) . При этом в процессе перехода объекта не должно произойти аварии (разрушения машины, ее опрокидывания, обрывов груза, недопустимых контактов с окружающими объектами и т. д.), а сам переходный процесс должен быть организован наилучшим образом.

Как показывает анализ, тренированный оператор с подобной задачей справляется. Тем не менее, любой оператор не гарантирован от сбоев и ошибок. Приборы безопасности будущего должны в необходимых случаях вносить коррективы в действия оператора.

Таким образом, логическим развитием приборов безопасности является их интегрирование с средствами автоматического управления кранами.

Выводы

1. Важной задачей в рамках поставленной проблемы следует считать систематический сбор сведений о современных цифровых приборах безопасности, проведение анализа и обобщение этих сведений.

2. Системы обеспечения безопасности кранов за рубежом в настоящее время преимущественно используют

индикаторы номинальной грузоподъемности вместо ограничителей номинальной грузоподъемности. Научное обоснование такого решения отсутствует. Решение этой принципиальной проблемы имеет для России большое народно-хозяйственное и социальное значение.

3. Высоту подъема груза целесообразнее ограничивать с помощью новой функции цифрового ограничителя или индикатора грузоподъемности, вводимой в программу, отказавшись от традиционного решения.

4. Генеральным направлением дальнейшего развития цифровых приборов безопасности грузоподъемных кранов следует считать всемерное увеличение числа автоматических ограничительных, информационных, управляющих и экспертных функций, выполняемых на программном уровне. Логическим развитием приборов безопасности является их интегрирование с средствами автоматического управления кранами.

5. Точность измерения массы поднимаемого груза зависит от выбора положения силоизмерительного элемента.

Литература

1. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
2. R. Becker. The great book of mobile and crawler cranes. Griesheim, KM Verlags GmbH, 2001.

3. Российская Федерация. Проект федерального закона «Об основах технического регулирования в Российской Федерации».

4. Л. С. Каминский. Повышение безопасности эксплуатации стреловых кранов на основе регистрации и анализа их рабочих параметров. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Новочеркасск, 2001

5. А. А. Зарецкий, Л. С. Каминский, И. Г. Федоров. Зарубежные регистраторы параметров работы грузоподъемных кранов (аналитический обзор). Безопасность труда в промышленности, №4, 2001.

6. Bill Cakebread. A proven necessity. Cranes Today, October, 2001.

7. Ron Kohner. A Work in progress. Cranes Today, May, 2002.

8. EN 12077-2. Cranes safety — Requirements for health and safety — Part 2: Limiting and indicating devices.

9. ISO 10245-1. Cranes — Limiting and indicating devices — Part 1: General: 1994.

10. ISO 10245-2. Cranes — Limiting and indicating devices — Part 2: Mobile Cranes 1994.

11. РД 10-399-01. Требования к регистраторам параметров грузоподъемных кранов.

12. В. С. Котельников, А. А. Зарецкий, С. С. Самойлов и др. Алгоритм оценки выработки грузоподъемным краном нормативного срока службы. Безопасность труда в промышленности, №8, 1998.

13. С. И. Галанов, А. А. Зарецкий, С. С. Самойлов, В. В. Свиридов, И. Г. Федоров. Методы контроля технического состояния и определения выработки нормативного срока службы грузоподъемных кранов. Тезисы докладов на международной научно-технической конференции Самара-Саратов-Волгоград-Самара 25 июня — 1 июля 1998 г.

14. А. А. Зарецкий. Calculating life. Hoist, Issue 17, August/September 2001.

Технологические предложения

ПРЕДЛОЖЕНИЕ № 138

1. Полное наименование:

Многофункциональная система контроля параметров технологического оборудования СКП-2.

2. Ключевые слова:

Вибрация, диагностика, регулирование, дефект, ремонт, спектральный анализ, сигнал, датчик.

3. Назначение:

Оперативное измерение характеристик и параметров технологического оборудования (турбогенераторы, насосы, вентиляторы) при эксплуатации, выполнении ремонтов и пуско-наладочных работ на предприятиях топливно-энергетического комплекса и в других отраслях промышленности.

Система СКП-2 предназначена для измерения и обработки вибрационных сигналов, расчета вибродиагностических критериев технологического оборудования в режимах нормальной эксплуатации, при пусках и остановках, а также для измерения и контроля характеристик и параметров, оценки функциональных критериев качества устройств и механизмов систем регулирования турбогенераторов при выполнении работ по их настройке, наладке и испытаниям.

4. Область применения:

- регистрация, обработка и экспресс-анализ вибрационных сигналов;
- расчет и отображение временных и спектральных характеристик;
- формирование и ведение банка данных вибрационных характеристик оборудования;
- регистрация и отображение виброударных процессов, расчет резонансных характеристик;
- регистрация скоростных характеристик машин с вращающимися валами при остановках и пусках;
- динамическая балансировка роторов в собственных опорах;
- настройка и испытания систем автоматического регулирования паровых турбин;
- регистрация характеристик холостого хода и построение статических диаграмм;
- измерение характеристик и настройка параметров автомата безопасности.

5. Описание и основные технические характеристики:

Система СКП-2 является переносной автономной измерительно-вычислительной системой, предназначенной для оперативной регистрации, обработки и анализа сигналов от датчиков различного типа на месте эксплуатации технологического оборудования при выполнении ремонтных и диагностических работ.

Система СКП-2 реализуется на базе портативного компьютера NoteBook с блоком регистрации данных и позволяет производить измерение, обработку, контроль, отображение и хранение динамических сигналов с датчи-