

## ИННОВАЦИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Безопасность робототехнических систем регулируется множеством международных норм и стандартов. Вскоре к ним добавятся новые требования, касающиеся некоторых сторон технического прогресса в этой области — в частности, действий кооперированных роботов, а также роботов, действующих в одной зоне с людьми.

### **НОВЫЕ СТАНДАРТЫ ПО БЕЗОПАСНОСТИ В РОБОТОТЕХНИКЕ**

Стандарты, в том числе по безопасности в робототехнике, устанавливают единые правила игры на рынке, если все участники их соблюдают. Стандарты безопасности уменьшают риск летально-

го исхода и травм, ограничивают юридическую ответственность, помогают удовлетворить потребности рынка и способствуют снижению затрат за счет унификации проектирования и производства. А гармонизированные международные стандарты снижают затраты машиностроителей и конечных

пользователей, как говорит Роберта Нельсон Ши (Roberta Nelson Shea), председатель комитета Отраслевой робототехнической ассоциации (Robotic Industries Association, RIA) по стандартизации в области безопасности роботов. Она сообщила, что недавно комитет направил в ANSI обновленную редакцию

стандарта ANSI-RIA (R15.06-2012), представляющую собой прямое заимствование стандартов ISO 10218-1 («Роботы») и ISO 10218-2 («Системы роботов и их интеграция») с введением и библиографией из R15.06. По ее словам, этот стандарт предусматривает более совершенные встроенные меры безопасности для роботов, недоступных человеку в ходе работы, и кооперативных роботов, предназначенных для работы в одной зоне с людьми. Часть 1 относится только к роботам, а под «операторами» в стандарте подразумевается весь персонал. Стандарт R15.06-1999 разрешен к применению до конца 2014 г.

Среди прочего деятельность ISO по стандартизации в области безопасности роботов включает разработку технической спецификации (TS) 15066, посвященной кооперативным роботам, — в частности, ограничению развиваемого усилия и мощности. У компаний Rethink Robotics и Universal Robots имеются роботы с датчиками, которые останавливают движение при обнаружении препятствия. Такое решение снижает риск для людей, работающих в той же зоне. По словам председателя RIA, аналогичную функциональность разрабатывают сейчас компании ABB и Kuka (рис. 1).

### ТРЕБОВАНИЯ К КООПЕРАТИВНЫМ РОБОТАМ

Родни Брукс (Rodney Brooks), президент и технический директор компании Rethink Robotics, уверен, что это не роботам нужны более квалифицированные пользователи, а пользователи интерфейсы самих роботов должны соответствовать возможностям операторов. Когда интерфейс одного из роботов был переделан таким образом, что стал больше напоминать игровой контроллер, чем мозг ученого-инженера, пользователи смогли освоить 85% возможностей робота за пять минут (рис. 2). По словам Брукса, кооперативный робот должен обладать следующими качествами:

- Отсутствие необходимости в интеграции. Вся система должна быть работоспособна сразу.
- Отсутствие необходимости в программировании или обу-

чении. Робот должен быть готов к работе через считанные минуты.

- Наличие широких функциональных возможностей.
- Наличие развитой логики для работы с учетом окружающей обстановки, включая автоматическое восстановление работоспособности после сбоев.
- Обеспечение безопасности при эксплуатации — даже при столкновении с оператором на полном ходу.

### ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ

#### Сельское хозяйство

Когда компания Nordic Sugar исследовала возможность применения нового поколения роботов для автоматизации анализа образцов сахарной свеклы, наиболее важными критериями для нее были гибкость, дружелюбность к пользователю и разумная цена. Имея в качестве «коллег» трех роботов, сотрудники компании могут легко вносить коррективы в процедуру анализа сырья, не обращаясь к специалистам по робототехнике. Сахарный завод Nordic Sugar AB в Эртофта (Швеция) принадлежит к числу крупнейших в Европе. Он работает в круглосуточном режиме с середины сентября по середину января, принимая ежедневно по 600 партий сахарной свеклы примерно от 2000 шведских свекловодов. Чтобы каждый свекловод получал надлежащую оплату за свое сырье, необходимо определять содержание и концентрацию сахара в свекле. В течение четырехмесячного сезона исследуется 45 000 образцов, и еще 35 000 анализов отдел выполняет для партнеров.

Для выполнения монотонных задач был адаптирован робот, изначально предназначавшийся для окраски распылением в специальной камере. В этих условиях приходилось прибегать к услугам консультантов даже для незначительных модификаций в программном обеспечении. Роботы нуждались в защитных ограждениях в виде плексигласовых крышек и световых барьеров, а стоимость замены частей роботов была высока.

Успешно испытав нового робота для анализа содержания сахара (рис. 3), компания Nordic Sugar

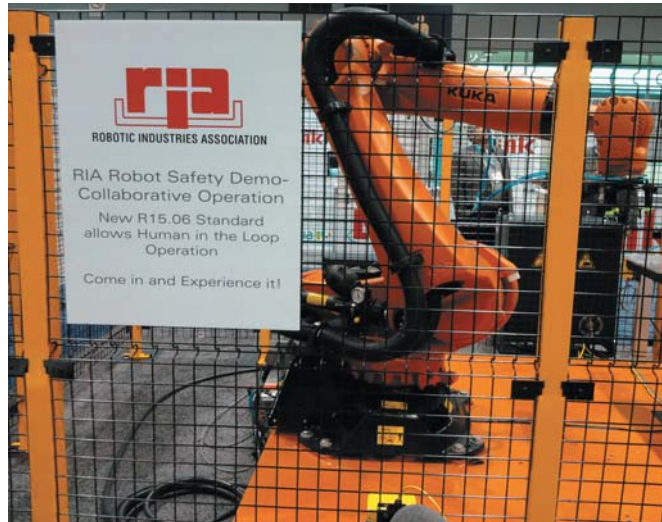


РИС. 1. ▲ Робот Kuka за защитным ограждением



РИС. 2. ▲ Компания Rethink Robotics предлагает Vaxter — простого в программировании и использовании кооперативного робота, который способен безопасно работать в одной зоне с людьми

РИС. 3. ▼ Робот UR5, установленный перед конвейерной лентой, держит в своем захвате банку с сахарным сиропом. Процесс взятия образцов автоматизирован с использованием трех роботов UR5





**РИС. 4. ▲**  
Сотрудник без защитного ограждения контролирует работу робота, анализ содержимого банки и его розлив по фильтрам

**РИС. 5. ▼**  
Автоматизированный портал имеет два захвата Festo с сервоприводом и V-образными пальцами, смонтированные на пневмоцилиндре Festo. Готовая деталь автоматически подбирается одним захватом и грубо позиционируется вторым. Показан вид сзади захватов с сервоприводом; видны силовые и коммуникационные кабели захватов



теперь использует трех таких роботов, и еще трех планируется внедрить в ближайшие два года взамен роботов предыдущего поколения. Роботы сканируют штрих-коды и перемещают контейнеры с сахаром с весов на фильтры и обратно (рис. 4). Этот процесс выполняется при помощи пневматического захвата и сканера штрих-кодов — интегрированных рабочих органов. По словам Петера Юханссона (Peter Johansson) из компании-дистрибьютора AN Automation, которая занималась установкой новейших роботов в Nordic Sugar, эти роботы обеспечивают автоматизацию с низкими затратами.

При столкновении робот сообщает усилие менее 150 Н — предельного значения, установленного нормами безопасности (EN ISO 13850). Рабочие органы и элементы окружающей обстановки могут быть факторами риска, однако по оценкам специалистов 80% роботов компании Universal Robots из числа 1600 заявок не потребовали установки защитных ограждений.

#### Автопром

Чтобы повысить гибкость производства, как того требует конъюнктура глобального рынка, один из крупнейших мировых автопроизводителей обратился в компанию Moore Controls (Декстер, шт. Мичиган, США) за новой погрузочно-разгрузочной системой для автоматического изготовления коробок передач, отвечающей за транспортировку изделия через различные производственные ячейки, начиная с превращения стальных заготовок в готовые шестерни для последующей сборки.

«Традиционные системы погрузки-разгрузки шестерней были ориентированы на изготовление больших партий одной и той же детали, — говорит Стив Мур (Steve Moore), президент Moore Controls. — Переналадка была дорогостоящей, трудоемкой и сказывалась на общей производительности. Сегодняшняя конъюнктура глобального рынка требует от автопроизводителя найти гибкую систему, которая бы позволяла работать с большим числом деталей, но без дополнительных инструментов и траты времени на переналадку».

Стив Мур выбрал параллельные двухпальцевые захваты с приводом от электродвигателя постоянного тока на 24 В и датчиком положения, предназначенным для электроуправления. Эти захваты монтируются различными способами на порталах, роботах и модульных рамах, которые могут адаптироваться для каждой производственной ячейки. В каждой модульной ячейке используется по меньшей мере два захвата, а в некоторых ячейках их число доходит до пяти. Законченная погрузочно-разгрузочная линия из интегрированных автоматизированных станций содержит сотни захватов.

В наиболее распространенном варианте применения этих станций (т. н. гибких автоматизированных ячеек) захваты крепятся к стандартным пневматическим компонентам — цилиндрам ISO для горизонтального и вертикального вращения детали, зажимам клапанов и воздухоподготовительным компонентам. На пневмоцилиндре монтируется два набора захватов (рис. 5). Они ориентированы перпендикулярно друг другу, чтобы, пока один захват зажимает шестерню по внешнему диаметру, другой поворачивался бы к месту захвата следующей шестерни, обеспечивая таким образом большую непрерывность и производительность технологического процесса. При захвате шестерни по внешнему диаметру автоматически измеряется ее диаметр, и шестерни неподходящего размера (которые могли попасть на линию при ручной погрузке) отбраковываются.

Для измерения и идентификации каждой шестерни по сигналу обратной связи от датчика положения в захватах используется система электроуправления с сервомоторами и шариковыми передачами на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК). В каждой ячейке блок управления электроприводом обменивается данными с ПЛК по сети Profibus с использованием защищенного промышленного протокола ProfiSafe. ПЛК вычисляет абсолютное положение пальцев и передает на них прямые команды для захвата и измерения каждой детали. ●