

$\bar{\omega}$ совпасть с вектором $\bar{\omega}_0$.

Список литературы

1. Аппель П. Теоретическая механика. М.: Физматгиз, 1960. Т. 2. 487 с.

Y.P. Smirnov

SOME FRICTIONAL EFFECT IN A SPHERICAL JOINT

In a spherical joint the friction force module of sliding and the modules of the moments of friction of sliding and rotating depend on a mutual arrangement of an axis of rotation of a body and centre of pressure of a stain of contact. In Euler case the main axis of a heavy body with the greatest moment of inertia comes nearer to a vertical. The task is generalized on a case of a support rotation.

Key words: spherical joint, stain of contact, factors of friction.

Получено 20.01.12

УДК 621.9.06.52-133.2:338

Е.Н. Фролович, д-р техн. наук, (495) 996-58-79,
(Россия, Климовск, ОАО «КБАЛ им. Л.Н. Кошкина»)

АВТОМАТИЧЕСКИЕ РОТОРНЫЕ ЛИНИИ – ОТ СОЗДАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ ЭТАПУ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ

Рассматриваются исторические этапы создания и развития направления комплексной автоматизации массового производства в промышленности России на основе автоматических роторных линий.

Ключевые слова: комплексная автоматизация, автоматическая роторная линия.

Становление автоматических роторных линий (АРЛ), как основы комплексной автоматизации массового производства в промышленности России, связано с именем академика Л.Н. Кошкина и относится к сороковым годам XX века. Это научно-техническое направление, как и многие другие, в те годы, было связано с развитием оборонной промышленности, а именно, с решением задачи коренной модернизации патронной промышленности СССР на основе отечественного технологического оборудования, обеспечивающего массовый выпуск патронов при минимальных затратах.

Патроны для стрелкового оружия – это один из основных видов боеприпасов, применяемых в армии и других силовых структурах государст-

ва для обеспечения его внутренней и внешней безопасности. Объем их выпуска уже к началу 40-х годов прошлого века только в нашей стране исчислялся миллиардами штук в год. При простоте своей конструкции патроны отвечают весьма жестким требованиям, предъявляемым к ним, а именно:

высокой пластичностью и прочностью элементов патронов, которые обеспечивают работу стрелкового оружия при высоких давлениях пороховых газов и скоростях срабатывания механизмов оружия;

высокой точностью изготовления, обусловленной необходимостью 100 % взаимозаменяемости при стрельбе из различных типов оружия;

высокой коррозионной стойкостью в процессе боевого применения и при длительном хранении.

Естественно, что эти требования определяли необходимость создания технологического оборудования патронного производства самого высокого уровня, а именно высокопроизводительного и высокоавтоматизированного оборудования.

В 1940 году под руководством Л.Н. Кошкина на Ульяновском машиностроительном заводе были созданы первые в отечественном станкостроении роторные станки-автоматы для обработки резанием и сборки элементов патронов стрелкового оружия. Создание роторных станков-автоматов не было каким-то показным актом. В отличие от зарубежного оборудования периодического действия, применяемого в те годы на патронных заводах, роторные станки-автоматы ознаменовали создание качественно нового типа отечественного оборудования непрерывного действия. В суровые годы Великой Отечественной войны (1941-1945 годов) новое оборудование прошло первые жесткие испытания. Оно с самого начала показало высокие эксплуатационные показатели при изготовлении элементов патронов и способствовало все более нарастающему выпуску патронов, так необходимых во время войны. Несмотря на эвакуацию ряда заводов в Сибирь и Среднюю Азию, выпуск патронов из года в год увеличивался и составил к 1944 году более 7 млрд. шт. в год. В течение всей войны Красная Армия не знала недостатка в патронах [1].

Успешное развитие работ по созданию нового оборудования послужило основанием того, что приказом наркома вооружений СССР Д.Ф. Устинова (позднее – министр оборонной промышленности, министр обороны СССР, маршал) в июне 1944 года было создано Центральное Конструкторское бюро (ЦКБ-3). Бюро было создано как самостоятельное предприятие на базе СКБ патронного станкостроения, организованного в 1943 году по предложению Л.Н. Кошкина при заводе в Кунцево (г. Москва). Основной задачей ЦКБ-3 стало создание автоматических роторных машин и линий для производства патронов стрелкового оружия. Начальником и главным конструктором Конструкторского бюро был назначен Л.Н. Кошкин. В 1946 году ЦКБ-3 перебазировалось на завод в

г. Подольск (Московская обл.), а в 1951 году – на свою постоянную базу в г. Климовск (Московская обл.) и было переименовано в Конструкторское бюро автоматических линий (КБАЛ).

В послевоенные годы правительством СССР был поставлен вопрос о путях дальнейшего развития отечественного патронного производства. Высказывалось мнение о целесообразности использования оборудования германских патронных заводов, оказавшихся в советской зоне оккупации. Однако для коллектива КБАЛ во главе с Л.Н. Кошкиным сомнений не было, что развитие патронного производства должно быть связано только с отечественным оборудованием – АРЛ.

По инициативе Д.Ф. Устинова на Климовском штамповочном заводе (КШЗ) началось создание экспериментального автоматизированного производства патронов. В 1947 году были смонтированы и в 1949 году внедрены в эксплуатацию АРЛ для снаряжения pistolетных патронов. В 1950 году в КБАЛ были изготовлены и переданы КШЗ в опытную эксплуатацию две АРЛ с вертикальным расположением роторов: для изготовления пульных оболочек (Л-5) и снаряжения патронов (Л-8). С перебазировкой КБАЛ из г. Подольска в г. Климовск на территорию КШЗ условия контакта двух предприятий значительно улучшились. Завод превратился в испытательный полигон для опытных образцов АРЛ, создаваемых КБАЛ.

Хотя чаша весов нередко склонялась не в пользу роторного оборудования, но правильность выбранного пути, твердость коллективов КБАЛ и ведущих заводов (Климовского штамповочного и Тульского патронного) в достижении конечных результатов работы позволили выиграть эту изнурительную борьбу. Показатели работы первых патронных производств, автоматизированных на базе АРЛ, стали значительно превосходить результаты работы аналогичных производств на операционном оборудовании периодического действия в 1,5...2 раза. Это означало существенный прорыв к достижению качественно нового технического уровня производства. В последующие годы технико-экономические показатели в производстве патронов повысились еще в 2...3 раза.

К началу 60-х годов в патронном производстве страны в основном завершился переход от разработки отдельных образцов роторных машин и линий к созданию первых комплексно-автоматизированных участков и цехов, оснащенных АРЛ с производительностью 120...150 шт./мин. В 1962 году коллективу инженерно-технических работников КБАЛ в составе: Л.Н. Кошкина, М.Д. Власова, А.С. Зажигина, В.И. Кузнецова, В.М. Таныгина, В.В. Хмелевского была присуждена Ленинская премия в области науки и техники.

Конец 50-х начало 60-х годов ознаменовались становлением и интенсивным развитием общетеоретических принципов комплексной автоматизации производства, теории проектирования и эксплуатации автоматических роторных машин и линий. Проведение указанных работ

сопровождалось поисками конструктивных решений вновь создаваемого оборудования и зарождением отечественной научной школы, которую возглавил Л.Н. Кошкин в стенах КБАЛ, а также в ряде ВУЗов страны, где ведущие позиции занял Тульский Механический институт (в настоящее время – Тульский государственный университет).

В 1954 году Л.Н. Кошкин начинал вести по совместительству научно-педагогическую работу в промышленной академии Министерства Вооружения, а затем с 1957 года – в Тульском механическом институте. В институт он был приглашен по инициативе заведующего кафедрой «Оборудование и автоматизация штамповочного производства» (ОАШП) В.Ф. Прейса для чтения факультативного курса лекций по основам проектирования роторных машин и линий. Следует отметить, что В.Ф. Прейс (впоследствии д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР) был не просто сторонником идей Л.Н. Кошкина в области комплексной автоматизации производства на базе АРЛ, но и активным их проводником. Он был также инициатором и организатором подготовки инженерных и научных кадров для этого направления. На кафедре ОАШП Л.Н. Кошкин преподавал вплоть до кончины В.Ф. Прейса в 1973 году.

К началу 60-х годов Тульский политехнический институт стал длинным научным центром по проблемам теории технологических машин роторного типа. Начиная с 1965 года, на кафедре ОАШП в рамках ежегодных научно-технических конференций института рассматривались и обобщались научные и технические достижения в области комплексной автоматизации производства на базе роторных линий, а также в области исследования, проектирования и эксплуатации средств автоматической загрузки технологических машин. В работе конференций, проводимых кафедрой ОАШП, постоянно принимали участие представители многих научных и проектных организаций, вузов, промышленных предприятий.

Немаловажную роль в развитии нового научного направления сыграл академик И.И. Артоболевский – директор НИИМАШ АН СССР, при поддержке которого в Тульском политехническом институте с 1971 года стал действовать Тульский филиал Всесоюзного совещания по основным проблемам теории механизмов и машин (ТММ). Первым научным руководителем Тульского семинара по проблемам ТММ был зав. кафедрой ОАШП проф. В.Ф. Прейс. Научная проблематика в области комплексной автоматизации производства на основе роторных машин и линий вошла в координационные планы работ АН СССР, результаты научных исследований докладывались на ежегодных международных конференциях по ТММ в г. Варшаве (Польша).

В 1965 г. образовалось Министерство оборонной промышленности СССР и КБАЛ становится головной организацией патронной отрасли. Оно стало проводить и координировать работы не только по созданию оборудования для патронного производства, но и в целом по техническому

уровню всех производств. Успешное внедрение первых серий линий и автоматизированных производств явилось толчком к развертыванию широкой реконструкции патронных производств на заводах. Осуществление программы реконструкции патронного производства позволило на первом этапе сократить трудоемкость изготовления патронов по сравнению с операционным оборудованием в три, а затем в пять раз, а производственные площади в 2...2,5 раза. Заводами отрасли было изготовлено и внедрено в производства более 6000 линий. Более 300 линий работали за рубежом, в том числе изготовленных по лицензии в других странах СЭВ (Чехия, Венгрия, Германия).

К середине 70-х годов на базе АРЛ с производительностью 200...250 шт./мин было создано более 50 автоматизированных производств, в том числе три комплексно-автоматизированных производства (КАП) «Модуль», обеспечивающих изготовление патронов из исходных материалов до упаковки изделий при полном автоматизированном цикле. КАП «Модуль» были первыми, по-настоящему, заводами-автоматами с замкнутым и непрерывным циклом изготовления патронов от исходного материала до полностью готовой и упакованной продукции. Создание подобных заводов потребовало новой организации труда, контроля качества и управления производством. Впервые в практике производства штучной продукции оборонного назначения была разработана и внедрена система непрерывного приемочного контроля качества на базе статистических методов. Впервые в машиностроительной практике были разработаны и внедрены система бригадного обслуживания технологических линий и автоматизированная система управления производством на основе широкого использования ЭВМ.

Создание КАП «Модуль» обеспечило повышение производительности труда в патронном производстве в 4...6 раз, снижение трудоемкости изготовления патронов в 3...4 раза, сокращение производственных площадей в 2,7...3,0 раза, сокращение производственного цикла изготовления патронов в 10...20 раз [2].

Работа большого коллектива ведущих специалистов КБАЛ под руководством Л.Н. Кошкина и ряда специалистов патронных заводов страны по созданию и освоению КАП «Модуль» была отмечена Государственной премией СССР в области науки и техники за 1980 год. Среди лауреатов премии: Е.Н. Фролович, Г.В. Комаров, А.Н. Шибанов.

Заслуженным признанием этого вклада явилось награждение в 1984 году коллектива Конструкторского бюро автоматических линий, руководимого Л.Н. Кошкиным, орденом Трудового Красного Знамени.

Более чем сорокалетний практический опыт, накопленный коллективом КБАЛ в создании АРЛ и нашедший научное обобщение в трудах Л.Н. Кошкина, а также в трудах его сторонников и последователей, позволил говорить о направлении комплексной автоматизации производства на

базе технологических систем роторных машин, как об общем и принципиальном направлении ускорения научно-технического прогресса во многих отраслях народного хозяйства страны. С целью широкого внедрения АРЛ и АРКЛ в различных отраслях народного хозяйства в 1985 году был создан Межотраслевой научно-технический комплекс (МНТК) «Ротор», головной организацией которого стало КБАЛ, а генеральным директором МНТК был назначен Л.Н. Кошкин. В работе МНТК «Ротор» приняли участие 35 научно-исследовательских и конструкторских организаций 17 министерств.

Перед МНТК «Ротор» были поставлены следующие задачи:

разработка прогнозов и рекомендаций по расширению области применения роторных и роторно-конвейерных линий в отраслях народного хозяйства;

определение главных направлений конструкторских разработок и научных исследований в области развития роторных и роторно-конвейерных линий, создание на их основе комплексно-автоматизированных производств;

разработка и внедрение в производство новых видов роторных и роторно-конвейерных линий на основе прогрессивных ресурсосберегающих технологий, уровень которых превышает передовые достижения отечественной и зарубежной науки и техники;

координация работ по проектированию автоматических роторных и роторно-конвейерных линий в отраслях промышленности, проводимых головными отраслевыми НИИ и КБ, использующими результаты технических разработок, накапливаемых в банке наиболее прогрессивных типовых решений;

подготовка инженерных и научных кадров, повышение квалификации работников отраслей народного хозяйства для проектирования роторных и роторно-конвейерных линий;

организация и отработка типовых конструкторских решений в условиях действующего производства.

В 1985 году Л.Н. Кошкин выступил на совещании в Политбюро ЦК КПСС под председательством генерального секретаря М.С. Горбачева о задачах перспективах комплексной автоматизации различных производств на базе АРЛ. По итогам совещания в рамках МНТК «Ротор» была создана общесоюзная программа на 1986-1990 годы и на период до 2000 года, которая предусматривала выпуск около 5000 линий 352 типов.

Наряду с уже имеющимися образцами линий была намечена разработка принципиально новых образцов АРЛ, в частности, для изготовления щелочных гальванических элементов, обрешиненных вентилях, резинотехнических изделий типа манжет и уплотнений, подрельсовых подкладок, точного литья металлов; производства метизов различных типоразмеров; пластмассовых деталей методами прессования и литья под давлением, та-

ких, как фломастеры, корпуса шариковых ручек; для механической обработки и сборки роликов ленточных конвейеров, вентильных головок; пресс-масленок, ниппелей, цепей и целого ряда других изделий. Было намечено также широкое внедрение новых автоматических линий в пищевую промышленность: для производства сосисок, расфасовки и упаковки продуктов, розлива молока, уксуса, растительного масла, мороженого эскимо и др.

Широкие масштабы развертывания работ по созданию и внедрению в отраслях народного хозяйства АРЛ потребовали и особого подхода в деле передачи опыта проектирования линий и комплексно-автоматизированных производств на их основе, ввода их в эксплуатацию. Было организована система обучения специалистов с разработкой конкретных проектов под руководством специалистов КБАЛ. С этой целью совместным решением Минобразования и Миноборонпрома СССР, в структуре Межотраслевого факультета повышения квалификации при МВТУ им.Н.Э. Баумана была организована кафедра «Комплексная автоматизация производства на основе роторных и роторно-конвейерных линий» во главе с Л.Н. Кошкиным. Было начато строительство межотраслевого научно-информационного центра с учебным конструкторским бюро, что позволило бы обеспечить не только теоретическую, но и практическую подготовку специалистов-проектировщиков.

К сожалению, известные итоги прошедшей перестройки прервали поступательный процесс развития роторных технологий в 1991 году. Причинами такого положения явились: резкий спад промышленного производства, чрезмерное заполнение российского рынка импортной продукцией, отсутствие материальных ресурсов на совершенствование имеющихся разработок на развитие научно-технической базы.

Новые условия формирования нашей экономики диктуют и особые подходы к применению роторных технологий. Если ранее создание роторного оборудования основывалось на достижении максимально возможной производительности, то в настоящее время требуются машины универсального применения при изготовлении различной продукции с экономически целесообразной производительностью. В послеперестроечный период основные работы по применению роторных технологий были направлены на выполнение немногочисленных заказов по созданию новых АРЛ, на приспособление неиспользуемых АРЛ для выпуска требуемой продукции, на организацию многономенклатурного одновременного выпуска различной продукции.

Перспективным направлением работ стало создание АРЛ для пищевой и перерабатывающей отраслей промышленности. Это одни из отраслей, где роторное оборудование стало широко применяться еще в начале XX века и сегодня занимает в мире одно из лидирующих мест по масштабам использования и темпам развития [3].

Имеющийся опыт автоматизации различных производств на основе АРЛ с учетом современных требований позволил КБАЛ успешно решить задачу создания гаммы малых роторных машин, в частности, для дозирования, наполнения и укупорки различных жидких, вязких и пастообразных продуктов в стеклянные банки и бутылки с винтовыми крышками типа «ТВИСТ-ОФФ» с производительностью 5000 банок/ч. Примером новых машин, созданных в последнее десятилетие, являются: автомат дозирования пастообразной продукции в стеклянные банки емкостью до 1 литра, с производительностью до 100 шт./мин; установка контроля герметичности укупоренных банок с применением отечественного датчика и контроллера, а также автомат закатки жестяных банок. Весь комплекс оборудования для дозирования, наполнения и укупорки при укладке готовой продукции в гофроящик включает 15 типов оборудования, а при упаковке в термопленку – 11 типов оборудования, часть которых выпускается заводами России.

Конечной целью ОАО «КБАЛ им. Л.Н. Кошкина» в этом направлении является поставка полных комплектов оборудования для переработки плодоовощной и другой продукции. Это даст возможность перерабатывающим предприятиям строить производство из отечественного оборудования, обеспечить сервисное обслуживание оборудования и централизованную поставку запасных деталей.

В настоящее время, в период намечающегося подъема промышленности в России, направлениями дальнейшего развития АРЛ, могли бы стать:

- совершенствование и доведение до мирового уровня отечественного роторного оборудования для пищевой и медицинской промышленности и полное замещение им импортного оборудования;
- разработка новых методов для определения областей применения роторных технологий, при анализе реальных производств, требующих выбора оптимальных решений при их совершенствовании;
- повышение универсальности и унификации роторных машин, развитие многономенклатурности одновременного изготовления различных изделий;
- развитие теории и методов проектирования, определяющих критерии экономически целесообразной производительности роторных машин, оптимальности их весовых и энергетических характеристик;
- создание мобильных роторных машин для производств различной продукции на малых предприятиях;
- применение современных вычислительных средств в изыскании простейших конструктивных решений при проектировании, обеспечивающих надежную работу роторных машин и оперативное управление процессами изготовления продукции;
- дальнейшее развитие теории проектирования силовых приводов рабочих машин в направлении повышения их КПД;

- подготовка и сохранение в производствах, работающих по роторным технологиям обслуживающего персонала;

- повышение уровня подготовки инженерных кадров в ВУЗах по стратегии дальнейшего совершенствования и использования роторных технологий.

Мировой опыт применения роторного оборудования в развитых странах Европы и США, показывает правомерность и перспективу широкого использования АРЛ в различных отраслях промышленности России.

Список литературы

1. Оружие победы / И.В. Бах [и др.]; под общ. ред. В.Н. Новикова. М.: Машиностроение, 1987. 512 с.

2. Прейс В.В., Бондаренко Д.С. Автоматические роторные и роторно-конвейерные машины и линии в пищевых производствах // Вестник машиностроения. 2003. № 7. С. 37-43.

3. Роторные технологии, машины и линии на современном этапе промышленного развития / В.А. Быстров [и др.] // Вестник машиностроения. 2003. № 10. С. 43-47.

E.N.Frolovich

AUTOMATIC ROTOR LINES FROM CREATION HISTORY TO THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT PRESENT STAGE

Historical stages of creation and development of a direction of complex automation of mass production in the industry of Russia on the basis of automatic rotor lines are considered.

Key words: complex automation, an automatic rotor line.

Получено 20.01.12