

СЕКЦИЯ № 13

**Приборостроение,
контроль и диагностика
в технологических процессах**

В.В. Иванов,
А.Л. Симаков

*Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева
601901 г. Ковров, Владимирской обл., проспект Мира, д. 4-9
E-mail: vsevolodkoif@yandex.ru*

Функциональные возможности промышленных роботов

Автоматизация различных сфер производственной деятельности является в настоящее время одной из важнейших задач по повышению производительности предприятий, и сокращению роли человека в производственном процессе. Один из видов автоматизации производства это применение программируемых промышленных роботов для решения различных технологических задач.

В настоящее время автоматизация технологических процессов на производстве может вестись по двум направлениям. Первый – это применение жестко запрограммированных роботов. Этот вариант характерен для производственных процессов с малыми случайными изменениями различных возмущающих факторов. Второе направление – это применение адаптивных роботов. Адаптивная техническая система – система сохраняющая работоспособность при непредвиденных изменениях свойств управляемого объекта, цели управления или окружающей среды путем изменения алгоритма функционирования. Для регистрации изменений окружающей среды, объекта управления и т.д. робот должен быть оснащен соответствующими датчиками. Которые составляют информационно-измерительную и систему робота. Различные наборы датчиков образуют т.н. систему очувствления робота.

Системы очувствления можно разделить на контактные и бесконтактные, которые в свою очередь делятся: контактные на силомоментные и тактильные, бесконтактные на системы технического зрения и локационные системы.

Теперь можно рассмотреть каждый класс систем подробнее.

Силомоментными датчиками очувствления адаптивных роботов называют технические средства, предназначенные для измерения компонент главного вектора сил и моментов, действующих на рабочий орган манипулятора, в проекции на связанную с датчиком систему координат. Силомоментные датчики размещаются либо непосредственно в губках захвата, либо между последним звеном и захватом манипулятора.

Силомоментные системы очувствления состоят из датчика и устройства предварительной обработки информации, что обеспечивает измерение в общем случае трех проекций вектора силы и трех проекций вектора моментов, возникающих при взаимодействии захвата или инструмента робота с обрабатываемой деталью.

Датчиками тактильного очувствления называют технические средства, предназначенные для определения координат точки касания захвата с объектом манипулирования и измерения контактного давления.

Тактильные датчики позволяют зарегистрировать факт наличия касания рабочего инструмента робота с объектом, обеспечивают определение направления и скорости относительного скольжения объекта по поверхности захвата, а также измерение силы его сжатия. Обычно тактильные датчики размещают на внутренних и внешних поверхностях захвата или инструмента.

Преобразование сил возникающих при физическом контакте захвата с объектом в электрический сигнал в рассматриваемых датчиках осуществляется двумя путями. Первый из них – это непосредственное измерение упругих деформаций чувствительных элементов датчика. Для этого применяют тензорезисторы, пьезоэлектрические и магнитоупругие преобразователи.

Второй способ преобразование тактильной и силовой информации в электрический сигнал заключается в измерении микроперемещений калиброванных пружин датчика, деформируемых под действием внешних сил в процессе контакта с объектом.

По характеру измеряемых параметров взаимодействия захвата с объектом манипулирования тактильные датчики можно разделить на три группы: датчики касания, датчики контактного давления, датчики проскальзывания.

Датчики касания и давления предназначены для измерения одной и той же физической величины — действующей силы. Различие заключается в том, что первые из них имеют порог срабатывания и являются по существу релейными датчиками сил, настроенными на заданное значение измеряемого параметра. Матрицы датчиков давления и датчиков касания устанавливаются на внутренней поверхности пальцев захвата.

Регистрация прикосновения или измерение давления в местах контакта пальцев захвата с поверхностью объекта обеспечивает возможность его опознавания, определения ориентации относительно захвата, силы сжатия захвата и фиксации проскальзывания объекта относительно пальцев.

Система осязания промышленного робота методами локации, являющаяся одной из сенсорных систем восприятия информации о свойствах и состоянии объектов манипулирования и внешней среды, позволяет обеспечить целенаправленные движения робота.

Посредством датчиков локации обеспечивается измерение таких параметров, как расстояние до объекта, скорость движения, их размеры, обнаружение препятствий, а также исследование механических, электрофизических и других свойств объекта.

Рассматриваемые датчики по своему назначению могут быть разделены на информационные локационные датчики для формирования управления роботом и локационные датчики безопасности, используемые для защиты исполнительного органа от столкновения с посторонними предметами.

Информационные датчики могут также быть использованы для определения положения объекта в пространстве относительно выбранной системы координат. В качестве дополнительных параметров измерения могут выступать зазоры, перекосы, твердость, толщина материала или покрытия, проскальзывание, наличие внутренних дефектов и многие другие.

Измерительная информация локационных систем получается и преобразуется на основе ряда физических методов преобразования: акустических, магнитных, оптических, радиационных, радиоволновых, тепловых, электрических, электромагнитных, пневматических (рис. 1).

С помощью акустических датчиков могут быть обнаружены внутренние дефекты изделий, измерены их толщина и акустические характеристики материала. Они позволяют сравнительно простым программным путем в режиме «реального времени» получить интегральную оценку формы поверхности, провести классификацию объектов.

Среди систем адаптации роботов наибольшей информативностью обладают системы технического зрения, сообщающие роботу информацию о свойствах объекта и среды манипулирования посредством преобразования, анализа и обработки видеоинформации с помощью ЭВМ.

С помощью СТЗ осуществляется обнаружение, распознавание, или идентификация объектов, определение их местоположения и координат. По выполняемым функциям СТЗ делятся на три типа: распознающие, обзорно-информационные, измерительные. Но в большинстве случаев в одной СТЗ сочетается несколько функций. Также различают три режима работы: настройка, обучение, рабочий режим.

Роботы, оборудованные системами технического зрения (СТЗ) применяются в промышленности на операциях контроля и сортировки различных деталей, сборки и комплектации узлов, для измерения координат движущихся деталей, подлежащих захвату, на операциях контроля качества покрытия и других операциях.

Наиболее часто используемыми для приема и первичного преобразования видеоинформации в СТЗ применяются ПЗС-матрицы, т.к. по таким параметрам как интегральная чувствительность, минимальный размер чувствительного элемента и разброс частоты считывания имеют заметное преимущество перед фоторезистивными, фотодиодными и фототранзисторными многоэлементными фотоприемниками излучения. В отличие с применявшимися в недалеком прошлом телевизионными камерами промышленного телевидения на основе вакуумных трубок типа видикон, диссекторами, ПЗС – камерами у ПЗС-матриц отсутствует инерционность, обеспечивают низкий уровень выходных шумов, высокую линейность фотоэлектрического преобразования, обладают малыми размерами и массой.

В этой статье были рассмотрены наиболее часто используемые датчики систем осязания промышленных роботов. На основании этой информации мы получили представление об их функциональных возможностях и сферах применения.



Рис.1. Классификация локационных датчиков по методам преобразования измерительной информации

Литература

1. Брагин, В.Б. Системы очувствления и адаптивные промышленные роботы / В.Б. Брагин, Ю.Г. Войлов, Ю.Д. Жаботинский – М.: Машиностроение, 1985. – 256с.
2. Тимофеев, А.В. Роботы и искусственный интеллект / А.В. Тимофеев. – М.: Наука, 1978.– 192с.

Экспериментальные исследования процесса адаптации положения детали при автоматизированной сборке

Целью экспериментальных исследований этапа адаптации является: подтверждение функциональных возможностей конструкции ориентирующего модуля призматического типа [1] для роботизированного сборочного устройства с параллельной кинематикой [2]; определение функциональных взаимосвязей между характеристиками процесса совмещения осей сборочных компонент и различными факторами; проверка работоспособности математической модели исследуемого процесса [3].

Процесс адаптации охватывающей детали характеризуется следующими параметрами: длиной пути ориентирующего модуля – X ; временем адаптации – T . Выделенные параметры этапа адаптации являются исходными данными для проектирования сборочного устройства. Параметр X определяет требуемый диапазон перемещений манипулятора (определяет длины звеньев), параметр T характеризует производительность сборочного устройства (накладывает ограничения на постоянные времени приводов кинематических цепей).

Факторами, влияющими на характеристики процесса адаптации, являются: 1) начальное рассогласование осей охватывающей детали и ориентирующего модуля по координате Y ; 2) наружный диаметр ориентируемой детали D ; 3) масса ориентируемой детали m ; 4) коэффициент трения скольжения нижней поверхности детали о поверхность сборочной позиции f .

Экспериментально исследовалось влияние каждого из перечисленных факторов на параметры процесса адаптации – X и T . Результаты экспериментов приведены на рис. 1 – 4.

Графические зависимости длины пути ориентирующего модуля X и времени адаптации T от начального рассогласования осей охватывающей детали и ориентирующего модуля по координате Y , построенные по экспериментальным данным, представлены соответственно на рис. 1 и 2. В эксперименте участвовали детали одного типоразмера ($D = 40$ мм). Зависимости имеют линейный характер. Увеличение начального рассогласования Y приводит к росту длины пути X и времени адаптации T .

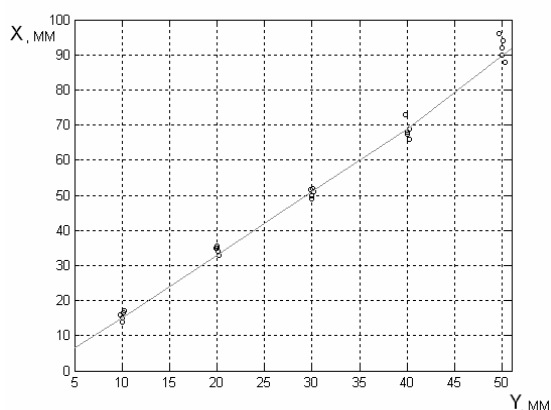


Рис. 1. Зависимость длины пути ориентирующего модуля X от начального рассогласования по координате Y для деталей одного номинального размера

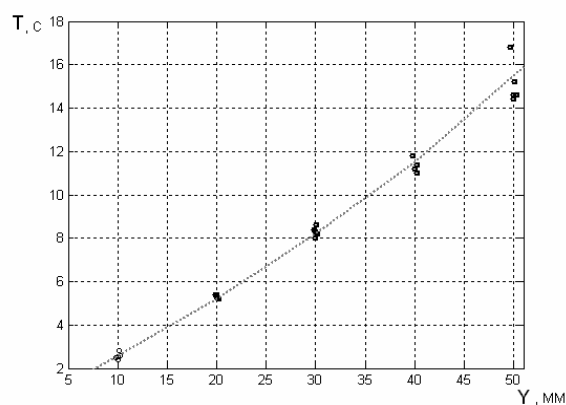


Рис. 2. Зависимость времени адаптации T от начального рассогласования по координате Y для деталей одного номинального размера

Результаты исследований влияния размера наружного диаметра D ориентируемой детали, а также массы детали m , на параметры процесса адаптации иллюстрируются на рис. 3 и 4. В эксперименте участвовали две группы деталей. В состав каждой группы входили детали со следующими номинальными размерами наружного диаметра D : 10 мм, 20 мм, 30 мм, 40 мм.

Деталь каждого типоразмера выполнена в двух вариантах с массами m_1 и m_2 , причем $m_1 < m_2$. Начальное рассогласование Y в данном эксперименте является постоянным и выбрано максимально возможным ($Y=50$ мм). Анализ результатов эксперимента выявил следующие закономерности. Увеличение размера наружного диаметра детали D приводит к сокращению длины пути X и соответственно времени адаптации T . Максимальная величина параметра D ограничена размерами ориентирующего модуля, минимальная – величиной опрокидывающего момента (для одного значения высоты детали h). Увеличение массы детали m при постоянстве наружного диаметра D приводит к увеличению параметров X и T . На графиках введены цифровые обозначения данных: 1 и 2 – разброс экспериментальных данных для деталей из рядов с массами m_1 и m_2 соответственно; 3 и 4 – их аппроксимирующие кривые соответственно.

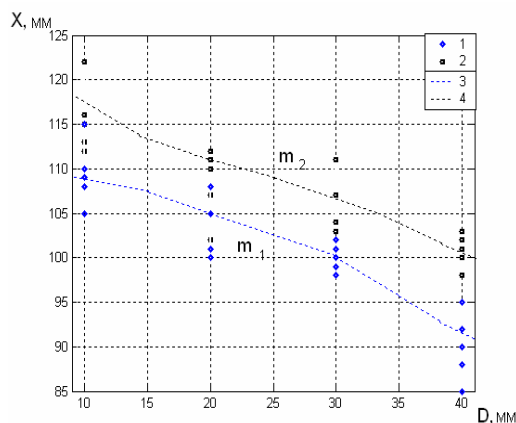


Рис. 3. Зависимость длины пути ориентирующего модуля X от номинального размера наружного диаметра детали D и от массы детали m для одного начального рассогласования Y

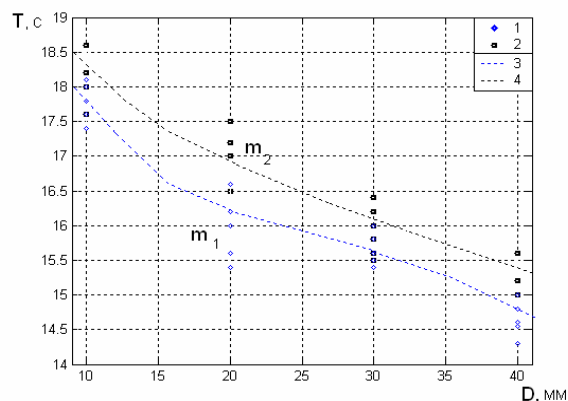


Рис. 4. Зависимость времени адаптации T от номинального размера наружного диаметра детали D и от массы детали m для одного начального рассогласования Y

Также, экспериментально исследована взаимосвязь времени адаптации T и коэффициента трения скольжения нижней поверхности детали о поверхность сборочной позиции f . Выявлено следующее: чем меньше коэффициент трения скольжения нижней поверхности детали о поверхность сборочной позиции f , тем быстрее протекает адаптация (меньше параметр T).

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают способность предложенной конструкции устройства адаптации реализовать совмещение осей соединяемых деталей. По результатам экспериментов проведена оценка влияния различных факторов на основные характеристики этапа адаптации: протяженность пути адаптации – X ; время адаптации – T . Выявленные закономерности не противоречат математической модели процесса адаптации деталей.

Литература

1. Кузнецова, С.В. Устройство захвата, реализующее локальное инерционное ориентирование деталей [Текст] / С.В. Кузнецова // Наука. Промышленность. Оборона: Труды XII Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона». – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 – С. 348-352.
2. Кузнецова, С.В. Устройство для сборки осесимметричных деталей на базе манипулятора с параллельной кинематикой [Текст] / С.В. Кузнецова, А.Л. Симаков // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2011. – №8. – С. 3-12.
3. Кузнецова, С.В. Математическая модель процесса адаптации положения детали при автоматизированной сборке [Текст] / С.В. Кузнецова, А.Л. Симаков // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2012. – №5. – С. 15-20.

Ю.Н. Матросова,
Е.М. Харитонова
*Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева
601910 г. Ковров, Владимирской обл., ул. Маяковского, д. 19
E-mail: kandy2701@mail.ru*

К вопросу автоматизированного контроля прочности бетонных конструкций

Одним из методов неразрушающего автоматизированного контроля, позволяющего без разрушения бетонных изделий контролировать их физико-механические свойства, такие как прочность, твердость, теплопроводность и др. является газодинамический метод, при котором определяются параметры пористости и физико-механические свойства материалов.

Исходными уравнениями для определения параметров пористости являются уравнения Дарси, Фика для стационарного и нестационарного потоков, уравнение Лейбензона для изотермической фильтрации, в результате совместного решения которых определяются зависимости для параметров пористости материалов [1].

По известным математическим зависимостям с использованием полученных параметров пористости определяются физико-механические свойства материалов, такие как прочность, твердость, теплопроводность и т.д.

Для реализации процесса контроля разработано семейство устройств, в которых на контролируемое изделие устанавливаются рабочая и измерительная камеры, образуя герметичные газовые емкости. Герметизация емкостей обеспечивается за счет прокладок из вакуумной резины, прижатия камер к изделию посредством шпилек и пластин.

Принцип работы устройства основан на явлении фильтрации и диффузии газа через контролируемый материал и заключается в следующем. Рабочая и измерительная камеры соединены через систему трубопровода с вакуумным насосом (условно не показан). Каждая полость в измерительной камере имеет выход на датчик давления газа, информация с которых автоматически передается на ЭВМ.

После вакуумирования газовых полостей камер, рабочая камера соединяется с атмосферой и начинается процесс фильтрации, а затем и диффузии газа вдоль изделия в измерительную камеру, давление газа в полостях которой начнет медленно возрастать. При этом будут наблюдаться как фильтрационный, так и диффузионный потоки воздуха. По величине измеряемого давления в газовых полостях по известным зависимостям (в автоматизированном режиме определяются параметры пористости материала, такие как коэффициенты фильтрации, проницаемости, диффузии, растворимости газа, которые определяют пористость бетона, а также и физико-механические свойства изделия).

Для автоматизации процесса определения параметров пористости изделий разработанные устройства снабжены автоматизированной системой измерения пористости материалов.

Система включает в себя следующие функциональные блоки:

1. Интерфейс с ПЭВМ.
2. Подсистема управления вакуумными клапанами.
3. Подсистема ввода данных.
4. Подсистема управления частотным приводом вакуумного насоса.
5. Подсистема электропитания.

Таким образом, предлагаемые способ и устройство для автоматизированного неразрушающего контроля физико-механических свойств бетона позволяет осуществить процесс контроля пористости и свойств изделий перед сборкой.

Литература

1. Пат. 2305828 Российская Федерация, МКИ³ G01N15/08. Способ определения параметров пористости материалов [Текст] / Ю. З. Житников, А. Н. Иванов, Ю. Н. Матросова [и др.]; ГОУ ВПО «КГТА им. В. А. Дегтярева». – № 2006112376/28; заявл. 13.04.2006; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 25.

Аппаратный комплекс для проведения магнитотеллурического геодинамического мониторинга

В настоящее время с целью предупреждения катастроф техногенного характера, вызываемых неустойчивостью геодинамических структур, широко используются системы геодинамического мониторинга. Как известно, глубина контроля геологической среды в подобных системах напрямую связана с частотой зондирующего сигнала [1], т.е. чем меньше частота – тем глубина контроля больше. Для генерации сигналов ультранизкочастотного диапазона достаточного большого уровня требуются установки зондирования очень больших габаритных размеров, что технически сложно осуществимо. Таким образом, актуальной задачей является применение естественных источников электромагнитного поля.

Как показывает практика, наиболее эффективными в данном случае являются системы, функционирующие на основе метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ), подразумевающего регистрацию сигналов естественного геоэлектромагнитного поля в диапазоне ультранизкочастотных короткопериодных колебаний на пространственно распределённой сети станций. Однако, достаточно надёжной современной цифровой аппаратуры, предназначенной для проведения МТЗ в реальном масштабе времени, до сих пор не существует.

Измерительная установка для проведения МТЗ состоит из двух взаимно перпендикулярных измерительных линий M_1N_1 и M_2N_2 , являющихся датчиками электрического поля E_x и E_y , и двух взаимно ортогональных датчиков магнитного поля H_x и H_y . Измерительный канал магнитометра содержит активный индукционный датчик, смонтированный совместно с дифференциальным усилителем, дифференцирующее устройство, блок многодиапазонных фильтров, которые подробно описаны в [2]. Сигналы геомагнитных пульсаций находятся в широком диапазоне частот от 0.001 Гц до 10 Гц и имеют сильную неравномерность амплитудного спектра, что существенно усложняет проектирование блока фильтрации [2].

Разработанный аппаратный комплекс при долговременном геодинамическом мониторинге предполагает совместную регистрацию пяти компонент геоэлектромагнитного поля на пространственно разнесённой сети измерительных пунктов. Данные с каждого измерительного пункта поступают на пункт сбора и обработки информации. Сигналы с датчиков поступают на унифицирующий измерительный преобразователь, преобразующий сигналы в форму, доступную для оцифровки в аналогово-цифровом преобразователе АЦП. Данное преобразование предполагает усиление и предварительную фильтрацию регистрируемых сигналов. Далее оцифрованные сигналы поступают в цифровой сигнальный процессор для дальнейшей предварительной обработки с целью передачи на цифровой канал связи RS-485.

Таким образом, разработанный аппаратный комплекс позволяет проводить автоматизированный долговременный круглосуточный магнитотеллурический геодинамический мониторинг с регистрацией пяти компонент геоэлектромагнитного поля в диапазоне частот от 0.001 Гц до 10 Гц.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

Литература

1. Жданов М.С. Электроразведка: Учебник для Вузов. – М.: Недра. 1986.- 316 с.
2. Кузичкин О.Р., Кулигин М.Н., Орехов А.А. Измерительный канал системы регистрации геомагнитных сигналов. //Вопросы радиоэлектроники, серия Общетеchnическая, 2010, вып. 1, С. 122-128.

Оценка октанового числа для компьютерной моделирующей системы

Одним из основных показателей качества товарного бензина служит его детонационная стойкость, оцениваемая октановым числом. Существующие математические методы расчета детонационной стойкости бензинов основаны на покомпонентном и групповом углеводородном составе топливной смеси. Учитывая многокомпонентность бензинов, прогнозирование октановых чисел индивидуальных углеводородов является затруднительным. На сегодняшний момент детонационная стойкость многих индивидуальных углеводородов остается неизвестной, а имеющиеся данные различаются.

В большинстве методик расчета октановых чисел не учитываются неаддитивность октановых чисел смешения и межмолекулярные взаимодействия, возникающие между компонентами в бензиновой смеси. Ранее была разработана математическая модель для расчета октановых чисел товарных бензинов, основанная на анализе причин отклонения октановых чисел смешения от аддитивности [1].

Одной из возможностей оценить детонационную стойкость молекулы является расчет энергии ее диссоциации. Данная методика позволит надежно рассчитывать октановые числа индивидуальных углеводородов, так как она основывается на механизме детонации в двигателе. Детонация имеет цепной механизм, по которому, одной из основных стадий является стадия инициирования радикалов (разрыв С-С связей). Детонация представляет собой разрыв молекулы, следовательно логичным является предположить, что чем сложнее разорвать молекулу, тем выше её детонационная стойкость.

Целью данной работы является разработка методики определения октановых чисел индивидуальных углеводородов на основе расчета энергий диссоциации молекул с использованием квантово-химических методов расчета.

Для оценки и прогнозирования величины энергии диссоциации были проведены расчеты энтальпий (энергий диссоциации) молекул углеводородов, входящих в состав товарных бензинов. Расчет был произведен методом DFT базис DGDZVP, с использованием пакета квантово-химических программ Gaussian и Chemcraft.

На кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики на основе разработанной математической модели расчета октановых чисел бензиновых композиций с учетом интенсивности межмолекулярных взаимодействий компонентов смеси была создана компьютерная моделирующая система расчета процесса компаундирования высокооктановых бензинов «Comrounding». Из данного ряда были выявлены следующие гомологические ряды: n-алканы, изо-алканы (моно- и дизамещенные), циклоалканы, ароматические углеводороды. Значения энергий диссоциации которых были рассчитаны с использованием пакета квантово-химических программ Gaussian.

Установленные зависимости позволили рассчитать и уточнить октановые числа углеводородов в гомологических рядах.

С использованием установленных зависимостей был рассчитан новый набор октановых чисел индивидуальных углеводородов (таблица 1), который может быть использован в формализованной модели расчета октановых чисел смешения бензинов.

Таблица 1

углеводород	Рассчитанные значения октановых чисел		
	ИОЧ углеводорода		
	ИОЧ справочное	ИОЧ расчетное	Δ
n-пропан	105,7	115,66	9,96
n-бутан	93,6	86,32	7,28
n-пентан	61,7	51,27	10,43
n-гексан	20,00	16,9	3,1
n-гептан	0	0	0

углеводород	ИОЧ углеводорода		
	ИОЧ справочное	ИОЧ расчетное	Δ
н-октан	-15	-6,74	8,26
н-нонан	-20	-14,63	5,37
и-бутан	102,00	104,4	2,4
и-пентан	95,5	101,3	5,8
2-метил-пентан	73,4	62,22	11,18
2-метил-гексан	42,4	48,89	6,49
2-метил-гептан	21,7	22,11	0,41
3-метил-пентан	74,30	73,78	0,52
3-метил-гексан	52,00	51,86	0,14
3-метил-гептан	26,80	27,14	0,34
2,2-диметилбутан	91,80	91,6	0,2
2,2-диметилпентан	92,80	92,5	0,3
2,2-диметилгексан	72,50	73,0	0,5
2,4-диметил-пентан	83,1	83,05	0,05
2,4-диметил-гексан	65,2	65,22	0,02
2,4-диметил-гептан	64	64,03	0,03
циклопентан	101,00	101,15	0,15
метилциклопентан	91,30	91,24	0,06
этилциклопентан	67,20	67,12	0,08
толуол	116,00	116,0	0

Анализ результатов показал, что разработанная методика на основе учета энергий диссоциаций молекул позволяет рассчитывать октановые числа с приемлемой погрешностью, что позволит уточнить известные октановые числа углеводородов и тем самым повысить точность расчетов.

Для проверки нового, уточненного набора октановых чисел индивидуальных углеводородов были проведены расчеты октановых чисел смешения базовых компонентов высокооктановых бензинов различных установок. Результаты расчета на новом наборе октановых чисел были сопоставлены с экспериментальными значениями. Октановое число потоков на новом наборе стало ближе к эксперименту для семи потоков из одиннадцати. Данная методика расчета октановых чисел индивидуальных углеводородов может быть применена для расчета октановых чисел веществ, значения которых неточны, либо даже неизвестны. Так как тенденция в области нефтепереработки идет в сторону утяжеления сырья, актуально применение этой методики для расчета октановых чисел тяжелых компонентов бензина C₉₊, C₁₀₊.

Таким образом, разработанная методика расчета октановых чисел индивидуальных углеводородов позволяет повысить точность расчетов октановых чисел базовых компонентов товарных бензинов и тем самым повысить эффективность процесса компаундирования за счет точного и оперативного расчета рецептур смешения бензинов, что позволит свести на нет риск получения некондиционных партий бензинов и снизить расход дорогостоящих и высокооктановых компонентов.

Литература

1. Смышляева Ю.А., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В., Зыонг Ч.Т. Учет интенсивности межмолекулярных взаимодействий компонентов смеси при математическом моделировании процесса компаундирования товарных бензинов, Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт, № 9, стр. 9–14, 2010.
2. Забрянский Е.И., Зарубин А.П. Детонационная стойкость и воспламеняемость моторных топлив. – М.: Химия, 1974. – 216 с.
3. Karlton J. Hickey, and Stephen B. Jaffe. Development of a Detailed Gasoline Composition-Based Octane Model // Ind. Eng. Chem. Res., 2006. – с. 337 – 345.

**Информационно-вычислительная система для паспортизации,
оценки технического состояния и проектирования
автомобильных дорог общего назначения**

Дорожное хозяйство представляет собой один из крупнейших сегментов экономики России. Без дорожной сети не могут быть реализованы статьи Конституции Российской Федерации, в которых гарантируются права на свободу передвижения граждан, на свободное перемещение товаров и услуг, единство экономического пространства. Автомобильные дороги играют важную роль в решении социальных задач, реализации приоритетных национальных проектов.

В настоящее время в связи с активизацией участия России в глобальном развитии мировой экономики существенно усиливается роль автомобильного хозяйства. Недостаточный же уровень развития автомобильных дорог выступает серьезным фактором, ограничивающим темпы роста экономики, ухудшающим качество жизни и уровень безопасности населения.

Экономический рост регионов напрямую зависит от состояния транспортной системы. Одной из наиболее серьезных проблем на текущий момент остается неудовлетворительное техническое состояние и дефицит пропускной способности значительных по протяженности участков автомобильных дорог общего пользования. Из-за низкого уровня транспортно-эксплуатационного состояния российских автомобильных дорог средние скорости движения автомобилей по ним существенно ниже, чем в европейских странах. Кроме того перегруженность сети автомобильных дорог общего пользования значительно усиливает негативное влияние автотранспортных потоков на экологическую обстановку в районах их прохождения. Хорошие дороги – важный фактор в развитии экономики любого региона. Сеть региональных автодорог способствует установлению и развитию межрегиональных и международных связей. Вследствие чего сфера деятельности, связанная с проектированием и техническим обслуживанием дорог, нуждается в новейших средствах информатизации[1].

В такой сложной и многогранной системе, как дорожное хозяйство, последние достижения науки и техники, и в частности программного обеспечения, будут являться надёжным помощником, который упростит решение трудоёмких задач, улучшит качество работ. Процесс проектирование и строительство дорог связан с большим количеством вычислений. Сложность расчетов, большой объем справочной информации указывают на возможность применения средств автоматизации. В свою очередь отсутствие доступных специализированных программ для решения ряда задач вызывает необходимость разработки собственного приложения, отвечающего, в первую очередь, требованиям ведомственных строительных стандартов и норм, а также учитывающего специфику поставленных задач и дополнительные пожелания специалистов.

В настоящее время существуют различные системы автоматизации дорожного хозяйства.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – это организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации. САПР позволяют создать цифровую модель автомобильной дороги и всю необходимую проектную документацию. В настоящее время не все САПР соответствуют нормам и ГОСТам РФ, а так же требованиям проектировщиков.

Автоматизированные банки дорожных данных – это мощный комплекс прикладных программ, включающий в себя задачи по оценке технического состояния каждого участка дороги и сети в целом, определение наличия аварийных участков дорог, выявление участков дорог, требующих ремонта или реконструкции и т.д.

Автоматизированные информационные системы управления содержанием искусственных сооружений. Дорога – это не только дорожное полотно, но и целый комплекс технических до-

рожных сооружений – мостов, тоннелей, эстакад, дорожных знаков и придорожных сооружений, которые, как и дороги, требуют четкого учета и технического обслуживания.

Системы паспортизации автомобильных дорог. Конечной целью использования систем паспортизации автомобильных дорог является освобождение сотрудников службы эксплуатации от трудоемких работ по ведению паспортов автомобильных дорог, оперативное получение информации по текущему состоянию автомобильной дороги в целом и по участкам, возможность хранения всей информации не только на бумажных носителях[2].

Особенностью создаваемой информационно-вычислительной системы является совмещение функциональных возможностей всех вышеперечисленных систем. Данная система может использоваться для хранения и поиска информации о различных элементах дорожного хозяйства; поддержки в актуальном состоянии перечня автомобильных дорог общего пользования; учета, обслуживания и ремонта искусственных сооружений; может служить одним из основных звеньев системы документооборота дорожной организации; использоваться для проведения сметных расчетов; применяться специалистами-дорожниками при проектировании дорожного полотна. Потенциальными потребителями являются организации, деятельность которых непосредственно связана с обслуживанием автодорожного хозяйства или проектированием автомобильных дорог.

В процессе программной реализации вышеперечисленных систем решены или находятся на стадии решения следующие задачи.

1) Предложен комплексный алгоритм расчета на прочность и морозоустойчивость и оценки стоимости проектируемой конструкции нежесткой дорожной одежды.

2) Спроектирована и создана база данных, предназначенная для хранения нормативных показателей и информации о проектируемых участках автомобильной дороги, и функционирующий на ее основе комплекс программ расчета и оценки стоимости конструкции нежесткой дорожной одежды.

3) Созданная информационно-справочная система позволяет хранить, редактировать и отображать информацию об участках дорог, обслуживающих организациях, сооружениях и некоторых других элементах автодорожного хозяйства Кемеровской области.

4) Разработанная система фильтрации позволяет формировать различные выборки из справочников базы данных с возможностью их экспорта в MS Excel. Для того чтобы визуально оценить расположение участков дороги, а также границы работы различных обслуживающих организаций реализована функция просмотра дороги.

5) Создана информационно-расчетная система для оценки технического состояния мостов.

Россия – одна из крупнейших стран в мире. Ввиду такой огромной площади производственные мощности разбросаны на сотни километров. Целью проекта является обеспечение специалистов-дорожников удобным и многофункциональным средством автоматизации. Данная система может использоваться для проектирования и строительства дорог, автоматизации работы с информацией о сети автомобильных дорог, учета, обслуживания и ремонта искусственных сооружений.

Литература

1. Автоматизированная система расчета и оценки стоимости конструкции нежесткой дорожной одежды / Тайлакова А.А., Катасонов М.А., Пимонов А.Г. // Вестник Кузбасского технического университета №5, ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2009.– С.98.

2. Автоматизированная база паспортов автомобильных дорог и сметные расчеты / Хвостова Е.А., Должиков А.И., Пимонов А.Г. // Вестник Кузбасского технического университета. № 6, ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2006. – С.78 .

В.В. Чекушкин,
Д.Н. Лаптев

*Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
E-mail: reddym@yandex.ru*

Реализация человеко-машинного взаимодействия системы контроля воздушного пространства

В радиолокационных станциях (РЛС) контроля воздушного пространства большое значение придаётся визуальному представлению информации, поскольку такое представление отличается большой ёмкостью, обеспечивает оперативность, однозначность и удобство восприятия. Обязательной составляющей реализации человеко-машинного интерфейса в интегрированных системах управления и контроля является соблюдение эргономических требований.[1,2]

Определен ряд функциональных и информационных элементов характерных для систем контроля воздушного пространства. Тактико-технические характеристики систем отображения информации, контроля определяются назначением, тактико-техническими характеристиками РЛС и психофизиологическими особенностями оператора. Система отображения обеспечивает: отображение, документирование, хранение и воспроизведение информации о радиолокационной обстановке в зоне ответственности(обзора); анализ и отображение метеоинформации и карты местности; управление системами РЛС, а также их контроль и диагностику. Таким образом перечень элементов ГИП может варьироваться в зависимости от типа и функций заложенных в РЛС. Ниже приведен примерный список: координатно-знаковый индикатор (КЗИ), группа кнопок управления режимами КЗИ, группа кнопок управления масштабом, индикатор зоны отображения, группа кнопок управления формулярами целей, группа кнопок команд по цели, строка статуса, формуляр маркера, окно таблично-знакового индикатора (ТЗИ), группа кнопок управления ТЗИ, группа кнопок управления режимами РЛС, формуляр времени даты и статуса.

На организацию элементов ГИП оказывает влияние форм-фактор устройства отображения и способ управления. В качестве устройства отображения ГИП как правило используются ЖК панели. Использование экранов менее 21" не целесообразно ввиду большого объема выводимой на экран информации. В тоже время применение экранов более 24" хотя и возможно, но сопряжено с эргономическими ограничениями накладываемыми зоной размещения важных средств отображения информации (СОИ). Эта зона ограничена размерами: не более 190 мм в горизонтальной плоскости от точки пересечения пульта с горизонтальной линией зора – функционального центра пульта (общая ширина 380 мм) и интервал 1220-970 мм от пола по высоте. Зона размещения менее важных СОИ ограничена углами обзора $\pm 30^\circ$ в вертикальной и горизонтальной плоскости. Угол наклона панели информации 0° - 20° .

Анализ эргономических требований и конструктивных ограничений при разработке ГИП рабочего места оператора радиолокационной станции контроля воздушного пространства. ГИП должен обеспечивать возможность оперативной реакции оператора. Для этого интерфейс должен содержать все необходимые сведения для оценки ситуации, обеспечивать возможность выполнения требуемых задач, быть простым и логичным, не вызывать раздражение у оператора.

На организацию элементов ГИП оказывает влияние форм-фактор устройства отображения и способ управления. Поэтому в качестве устройства отображения ГИП целесообразно применение экрана 24" с соотношением сторон 16:9. При проектировании ГИП необходимо учитывать положение оператора относительно ЖК панели.

Для СОИ с рабочей поверхностью 1920x1080 пикселей нет необходимости вводить жесткие ограничения на разделение экранного пространства. Тем не менее следует учитывать некоторые рекомендации по компоновке. Исходя из закона Фитса границы экрана предпочтительны для размещения функциональных элементов[5]. КЗИ является важным и самым информационно насыщенным элементом, поэтому целесообразно отвести под него мак-

симально возможную область экрана. Предлагаемый вариант разбиения экранного пространства СОИ приведен на рис.1.

В данном варианте под КЗИ может быть выделено 1000x1000 пикселей. Под ТЗИ - 460x1000 пикселей слева. И 460x1000 пикселей справа под общую для всей РЛС информацию (дата, время, тип и номер РЛС, состояние функционального контроля и т.п.) или функциональные клавиши общего управления программным обеспечением (ввод, сброс и т.п.). На верхней и нижней границе экрана могут отображаться функциональные клавиши первого уровня.

Для разборчивости текста рекомендуемый размер символов должен укладывается в угловой диапазон 16'-25'. Это 7-10 пикселей по высоте при условии, что панель информации находится на расстоянии 700 мм .

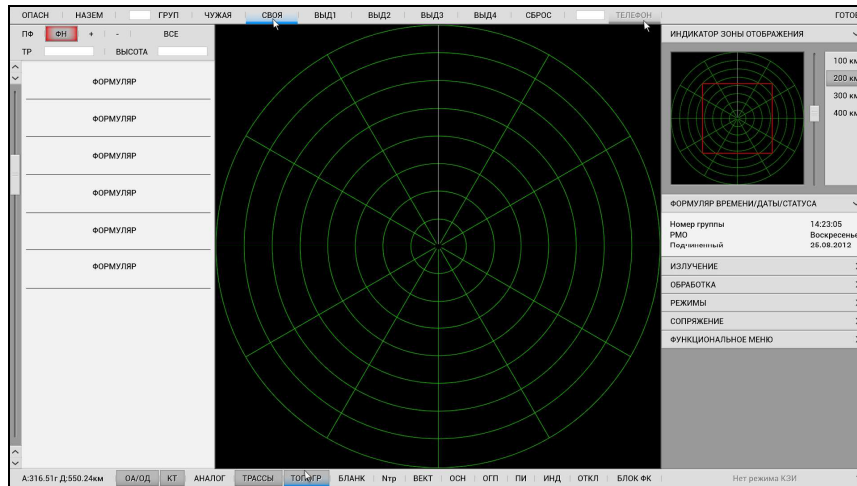


Рис. 1. Макет ГИП системы контроля воздушного пространства

Исходя из эргономических требований и особенностей функциональных и информационных элементов произведено разделение экранного пространства. Предложена схема организации ГИП с расположением наиболее важных функциональных и информационных элементов в оптимальной зоне обзора. Исходя из закона Фитса на границах экрана предложено разместить функциональные элементы. Наиболее информационно насыщенному элементу КЗИ, на котором отображается воздушная обстановка в зоне ответственности РЛС, отводится максимально возможная площадь в центре экрана монитора. Обеспечено устойчивое считывание текстовой и графической информации. На основе схемы разработан макет графического интерфейса пользователя системы контроля воздушного пространства (рис. 1) который ляжет в основу программной реализации.

Литература

1. Чекушкин В.В., Юрин О.В., Булкин В.В. Реализация вычислительных процессов в информационно-измерительных системах. Монография. – ИПЦ МИ ВлГУ, Муром, 2005. – С. 12 - 16.
2. Васильцов И.В., Терсин С.В., Терсин С.С., Чекушкин В.В. Реализация высокоинформативной системы отображения радиолокационной информации. // Вопросы радиоэлектроники. Сер. РЛТ: сб. науч. ст. – 2011. – Вып. 1. – С. 157-161.
3. ГОСТ 23000-78 Система Человек-машина. Пульты управления. Общие эргономические требования.
4. Человеческий фактор Т. 5. Эргономические основы проектирования рабочих мест / Под ред. Салвенди Г. – М.: Мир, 1992. – С. 116 - 280.
5. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. – СПб.: Символ-Плюс, 2010. – С. 187 - 266.
6. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем . – М : Символ-Плюс, 2005. – С. 73 - 75.

В.В. Чекушкин,
Д.Н. Лаптев

*Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
E-mail: reddym@yandex.ru*

Повышение информативности интерфейса с помощью кодирования цветом в системах контроля воздушного пространства

Цвет, способствует лучшему восприятию структуры визуального поля и его отдельных элементов, применяется в качестве средства: усиления различий между знаками различного назначения, лучшего обнаружения требуемой информации, передачи информации о состоянии и значимости объекта, подачи предупредительного сигнала о происходящих изменениях в отображаемой обстановке, о конфликтных и особых ситуациях, для улучшения характеристик средств отображения информации (СОИ) при работе в условиях помех и при большой рабочей нагрузке. Непродуманное использование цвета может вызвать у оператора негативное эмоциональное состояние или даже отвлекать его от работы. Разрабатывая цветовую схему для интерфейса, следует исключить варианты препятствующие его восприятию. [1]. Недопустимы следующие сочетания: красные символы на розовом фоне, голубые символы на зеленом фоне, желтые символы на белом фоне, черные символы на синем фоне, зеленые символы на красном фоне, зеленые символы на голубом фоне, белые символы на желтом фоне, синие символы на черном фоне, красные символы на желтом фоне, голубые символы на желтом фоне.

Количество цветов для кодирования основной информации необходимо свести к минимуму, оптимально использовать 2-3[1]. Каждый цвет имеет определенное смысловое значение, и эти цвета должны быть легко идентифицируемы и отличны от цвета фона и любых других определенных цветов. Некоторые цвета должны быть зарезервированы для обозначения сигналов безопасного применения. Рекомендуется, чтобы число используемых цветов сводилось к реальному минимуму[2]. Предлагаются следующие цветовые решения.

Для отображения важной экстренной информации и обеспечения наиболее точного и быстрого восприятия символов (знаков) необходимо применять следующие цветовые сочетания: желтые символы на красном фоне, белые символы на красном фоне, желтые символы на черном фоне.

Для отображения менее ответственной смысловой информации, но несущей команды директивного порядка применяют следующие цветовые сочетания: белые символы на розовом фоне, синие символы на голубом фоне, зеленые символы на синем фоне, желтые символы на розовом фоне.

Для отображения вспомогательной информации применяют следующие цветовые сочетания: зеленые символы на розовом фоне, красные символы на зеленом фоне, голубые символы на синем фоне, розовые символы на синем фоне.

При выполнении продолжительной работы, связанной с вводом данных, редактированием программ, считыванием информации с экрана цветного монитора персональной ЭВМ, для обеспечения устойчивого уровня работоспособности необходимо применять следующие цветовые сочетания: черный цвет на сером фоне и ярко-белый цвет на красном фоне.

Для поддержания работоспособности оператора на требуемом уровне целесообразно предоставить ему возможность изменения цвета и эффектов выделения всех элементов, а также смены одной палитры на другую.

Для областей и элементов панелей при многооконной технологии проектирования ГИП системы контроля воздушного пространства должны быть предусмотрены цвета и эффекты выделения в соответствии с наборами цветовых схем, называемых палитрами. Каждая палитра предусматривает цвета для текста и фона каждого элемента панели. Палитра, в соответствии с цветом своего фона, имеет следующие названия: черная, синяя, голубая и белая. Черная палитра означает светлый текст на темном фоне, например, зеленый на черном фоне или янтарный на коричневом фоне.

Для обеспечения различий между объектами полей выбора, полями ввода и защищенной информацией предложена таблица 1 цветов и способов выделения.

Таблица 1

Цвета и способы выделения					
Элемент панели		Палитра			
		Б	С	Г	Ч
Меню действий и появляющееся меню:					
фон		Г	Г	Б	Б
объекты		Ч	Ч	Ч	Ч
Тело панели:					
фон;		Б	С	Г	Ч
защищенная информация:					
заголовок столбца		С	Г	С	Г
выделенный текст		К	Ж	Ж	Ж
рамка поля ввода		С	Г	С	Г
заголовок поля		С	Г	С	Г
заголовок группы		С	Г	С	Г
нормальный текст		С	Г	С	Г
заголовок панели		С	Г	С	Г
идентификатор панели		С	Г	С	Г
объекты		Ч	Б	Ч	Б
недоступные объекты		У	У	У	У
содержимое поля ввода:					
нормальный текст		Ч	Б	Ч	Б
выделенный текст		К	Ж	Ж	Ж
линейка протяжки		У	У	У	У
указатель протяжки		С	Г	С	Г
разделительная линия		С	Г	С	Г
рамка появляющегося окна		С	Г	С	Г
Область функциональных клавиш:					
фон		Б	С	Г	Ч
объекты		Ч	Б	Ч	Б
Выделение:					
курсор выбран ("объект указан"):		Ч	Ч	Ч	Б
рамка (на объекте)		Г	Г	Г	Г
поле ввода		И	И	И	И
выделение "объект выбран"		И+	И+	И+	И+
выделение "объект указан и выбран"		Р	Р	Р	Р
Выделение ошибки		Кр	Кр	Кр	Кр
Сообщение:					
информационное					
фон		Б	Б	Б	Б
текст		Ч	Ч	Ч	Ч
предупреждающее					
фон		Ж	Ж	Ж	Ж
текст		Ч	Ч	Ч	Ч
критическое					
фон		Кр	Кр	Кр	Кр
текст		Ч	Б	Б	Б

Условные обозначения: Цвета и способы выделения: Б - белый, Ч - черный, С - синий, Г - голубой, К - коричневый, Ж - желтый, Кр - красный, П - подчеркивание, У - уменьшить яркость, И - инверсный цвет, Р - рамка. Палитра: Б - белая, Ч - черная, С - синяя, Г - голубая.

Литература

1. Ломов Б.Ф. Справочник по инженерной психологии. - М : Машиностроение, 1982. – С. 129 - 174.
2. ГОСТ Р МЭК 60073-2000 Интерфейс человекомашинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации.
3. Ахмедов Р.М. Бибутов А.А., Васильев А.В. Автоматизированные системы управления воздушным движением:.. - СПб : Политехника, 2004. - С. 204 - 212.