

певают структурные изменения, что создает благоприятные условия для образования субмикротрещин и микротрещин в структуре поверхностного слоя. Происходит разупрочнение трущихся слоев деталей механических систем.

ВЫВОД

Структурное разупрочнение активных слоев поверхностей при трении под воздействием высоких контактных давлений и температур, процессов адгезии и адсорбции, трибохимических и биохимических взаимодействий приводит к определенной разновидности их повреждаемости: прямой, передеформированию, адсорбционному понижению прочности, коррозионной, биоповреждаемости. Формируется вид частиц износа, которые способствуют стабилизации процесса истирания поверхностей, развитию и интенсификации того или иного

механизма изнашивания: механического, молекулярно-механического и коррозионно-механического.

Характер и кинетика механизма механического истирания определяют его физические закономерности и формируют определенный вид изнашивания поверхностей трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданович П. Н., Ивашко В. С., Прушак В. Я. Триботехника: Курс лекций. – Мн.: БГАТУ, 2001. – 159 с.
2. Ивашко В. С., Кураш В. В. и др. Надежность технических систем: Курс лекций. – Мн.: БГАТУ, 2003. – 153 с.
3. Власов М. В. Работоспособность упрочненных трущихся поверхностей. – М.: Машиностроение, 1987. – 304 с.
4. Присевок А. Ф., Кураш В. В., Спиридонов Н. В. Исследование механизма водородного изнашивания деталей узлов трения технологического оборудования производств микробиологического синтеза // Долговечность трущихся деталей машин. – М.: Машиностроение, 1990. – Вып. 5. – С. 216–224.

УДК 656.13

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Канд. техн. наук, доц. КАПСКИЙ Д. В., КОТ Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУ ДД) – комплекс технических, программных и организационных средств, обеспечивающих управление (регулирование) движением транспортных и пешеходных потоков в переменном автоматическом или автоматизированном режиме. Переменность во времени управляющих воздействий (смена приоритета, изменение разрешенных направлений движения и ограничений скоростного режима, информация о наличии свободных парковочных мест, указание направления к парковке со свободными местами, разрешение на движение общественному транспорту и т. п.) является одним из основных признаков АСУ

ДД, выделяющих их в ряду других видов технических средств организации дорожного движения (дорожных знаков с постоянной информацией, дорожной разметки, направляющих устройств).

В основном переменные управляющие воздействия обеспечиваются с применением средств светофорной сигнализации. Другие варианты реализации таких воздействий (дорожные знаки с переменной информацией, парковочные табло, информационные панно с метеорологическими датчиками и др.) также постепенно начинают применяться, однако степень их распространенности значительно ниже. По состоянию на конец 2004 г. на улично-

дорожной сети (УДС) 86 населенных пунктов Республики Беларусь было установлено более 1200 светофорных объектов (СФО), более 75 % которых размещены на пересечениях УДС, остальные 25 % – на пешеходных переходах, вне пересечений (на перегонах улиц и дорог).

Наибольшее распространение светофорное регулирование получило в г. Минске, крупных и больших городах Республики Беларусь в связи с высокой концентрацией транспортных потоков на УДС этих населенных пунктов. Около 78 % СФО установлены на улично-дорожной сети 16 городов с численностью населения более 100 тыс. жителей. При этом только в семи самых крупных городах (г. Минске, областных центрах и г. Бобруйске) созданы центральные диспетчерские пункты управления (ЦУП или ЦДП), обеспечивающие согласованную работу всех или части светофорных объектов, размещенных на территории города, и централизованный сбор информации о состоянии периферийного оборудования СФО. Около 400 светофорных объектов распределены по 82 другим населенным пунктам страны (от 1 до 30 объектов в каждом из них) и работают в автономных режимах.

С учетом изложенного выше АСУ ДД (к которым относятся и СФО, работающие в локальном режиме на изолированном участке улично-дорожной сети) в значительной степени отличаются друг от друга как по уровню решаемых ими задач, так и по всем видам обеспечения (техническому, программному, организационному и др.). Поэтому необходимы разработка классификации существующих систем по основным структурообразующим признакам, а затем формирование требований для каждого типа АСУ ДД и определение направлений их развития.

В настоящей работе предложен вариант классификации АСУ ДД, существующих в Республике Беларусь, и их цифрового кодирования с учетом трех базовых признаков. В разработанной классификации к самому нижнему уровню отнесены системы, предназначенные только для обозначения опасного участка УДС (с применением светофоров Т.7, Т.7д или аналогичных средств), к самому высокому – региональные системы, охватывающие несколько населенных пунктов. В перспективе возможно

формирование общей АСУ ДД Республики Беларусь, однако для этого придется преодолеть большое количество препятствий, в первую очередь организационных и финансовых.

Первым (основным) критерием классификации является уровень согласованности управления или область действия системы. В табл. 1 представлен вариант распределения систем по этому критерию на шесть уровней. Следует отметить, что в одном населенном пункте или регионе могут одновременно функционировать несколько систем разного уровня. В системах шестого уровня, наоборот, одна система может обслуживать несколько населенных пунктов региона. Использование критерия позволяет оценить необходимость внедрения новой АСУ ДД, модернизации или развития действующей системы с целью расширения области ее действия.

АСУ ДД, в которых для реализации управляющих воздействий на СФО используются современные дорожные контроллеры, позволяют реализовывать многопрограммное регулирование на любом уровне. Поэтому в таких системах можно не выделять подтипы, связанные с реализацией одно- и многопрограммного регулирования.

Вторым критерием является возможность коррекции управляющих воздействий на местном уровне. Этот признак определяет наличие в составе периферийных технических средств АСУ ДД устройств, обеспечивающих функционирование в системе обратной связи. Возможны два варианта: 1 – коррекция невозможна (детекторы транспорта и (или) пешеходов, детекторы занятости парковки, датчиков движения (присутствия) общественного транспорта и т. п. отсутствуют); 2 – коррекция возможна по сигналам, поступающим от детекторов транспорта, пешеходов, занятости парковки, метеоусловий и т. п.

Третий критерий – наличие и вид каналов связи, обеспечивающих взаимодействие отдельных СФО между собой и (или) с центром, реализующим согласованное управление. Возможны следующие варианты: 0 – каналы связи отсутствуют; 1 – проводные каналы; 2 – выделенный радиоканал; 3 – GSM-каналы; 4 – два и более вариантов каналов связи.

Таблица 1

**Классификация АСУ дорожным движением
по уровню согласованности управления (области действия)**

Уровень	Назначение	Основная функция
0	Обозначение участка УДС	Управление (регулирование) отсутствует, при помощи технических средств обозначается участок УДС (режим «желтого мигания» или аналогичный)
1	Локальное управление	Управление выполняется на локальном участке без взаимодействия с техническими средствами организации дорожного движения (ТСОДД) на других участках
2	Линейное согласование	Управление выполняется во взаимодействии с ТСОДД на других участках путем формирования согласующих команд одним из дорожных контроллеров группы
3	Зонное согласование	Управление выполняется во взаимодействии с ТСОДД на других участках путем формирования согласующих команд из контроллера зонального центра (КЗЦ)
4	Секторное (районное) согласование	Управление выполняется во взаимодействии с ТСОДД на других участках путем формирования согласующих команд из контроллера секторного (районного) центра, обрабатывающего информацию от одного или нескольких КЗЦ
5	Общегородское согласование	Управление на всех объектах населенного пункта выполняется во взаимодействии с ТСОДД на других участках путем формирования согласующих команд из общегородского центра (возможно, через последовательную цепь устройств более низких уровней)
6	Региональное согласование	Управление выполняется во взаимодействии с ТСОДД на других участках УДС населенного пункта путем формирования согласующих команд из регионального центра, находящегося в другом населенном пункте

При использовании предложенных классификационных признаков обозначение (код) любой из действующих на сегодняшний день АСУ дорожным движением будет включать индекс уровня, индекс возможности местной коррекции, индекс канала связи. В табл. 2 приведены обозначения по предложенной классификации действующих АСУ дорожным движением в городах Республики Беларусь, а также некоторых новых АСУ ДД, создание которых возможно в ближайшие годы.

Перспективные направления развития АСУ ДД в Республике Беларусь:

- в г. Минске – преобразование существующей АСУ ДД-411/421 в АСУ ДД-511/521 (об-

щегородскую) за счет включения в нее существующих АСУ ДД-110 и более широкого использования обратных связей;

- в других областных центрах Республики Беларусь (крупных и больших городах) – преобразование АСУ ДД-411(511) в АСУ ДД-511, 511/521 или 514/524;

- в населенных пунктах Республики Беларусь с населением менее 300 тыс. жителей – создание АСУ ДД-211(313, 314) и постепенное формирование АСУ ДД-613 на базе АСУ ДД-110 в этих населенных пунктах.

Разработанная классификация позволяет определить базовые комплексы технических и программных средств для АСУ ДД каждого из уровней (табл. 3).

Таблица 2

Обозначение АСУ дорожным движением в городах Республики Беларусь

Город	Обозначение системы	Примечание
Минск	АСУ ДД-411/421 и примерно 180 АСУ ДД-110	–
Могилев	АСУ ДД-514	Проводными или GSM-каналами с ЦДП (ЦУП) связаны все СФО города
Брест, Витебск, Гомель	АСУ ДД-411 и от 8 до 80 АСУ ДД-110	–
Гродно	АСУ ДД-414 и 12 АСУ ДД-110	–
Бобруйск, Лида, Новополоцк, Волковыск	АСУ ДД-613	Планируются к вводу в 2005–2007 гг.

Техническое обеспечение АСУ ДД разных уровней

Уровень	Элементы комплекса технических средств АСУ ДД
0	Дорожный контроллер «желтого мигания»; дорожные светофоры Т.7, Т.7д
1	Дорожный контроллер, обеспечивающий одно- или многопрограммное управление без обратной связи либо с ее наличием; вызывные устройства
2	Устройства уровня 1 и дополнительно: проводная линия связи
3	Устройства уровня 2 и дополнительно: программируемый дорожный контроллер; контроллер (модуль) зонального центра; линии связи (проводные или радиоканалы); детекторы транспорта; указатели скорости
4	Устройства уровня 2 и дополнительно: контроллер непосредственного соподчинения (для взаимодействия с ЦУП (ЦДП)); контроллеры дорожных знаков переменной информации и указателей скорости; устройства для регистрации дорожных условий, экологических и климатических параметров (температура воздуха и покрытия проезжей части; ровность, шероховатость и коэффициент сцепления и т. п.); детекторы специальных транспортных средств; оборудование ЦУП (ЦДП)
5	Технические средства уровня 4 и дополнительно: беспроводные каналы связи (GSM, радиоканал); GPS-системы для контроля нахождения транспортных средств в контролируемом районе (в том числе для обеспечения маршрутного ориентирования, предотвращения заторовых ситуаций, работы противоугонных систем); системы видеонаблюдения и видеоконтроля
6	Технические средства уровня 5 и дополнительно: GSM-каналы связи (в большом количестве); GPS-системы для контроля нахождения транспортных средств в контролируемом регионе

В системах всех уровней должны быть предусмотрены вспомогательные устройства (выносные пульта ручного управления светофорной сигнализацией, контрольно-диагностическая аппаратура).

Особое внимание при выборе комплекса периферийных технических средств АСУ ДД должно уделяться перекресткам, на которых реализована схема светофорного регулирования с числом фаз более двух. В Республике Беларусь количество таких перекрестков превышает 200. Как правило, именно в этих узлах отмечается повышенный уровень экономических и экологических издержек дорожного движения. Поэтому для АСУ ДД, обеспечивающих регулирование на таких объектах, рекомендуется первоочередное оборудование детекторами транспорта в целях реализации мно-

гопрограммного или адаптивного регулирования, а также исследование возможности установки информационных секций или информационных табличек, позволяющих организовать движение правоповоротных потоков в нескольких фазах светофорного цикла. В результате может быть повышена пропускная способность правоповоротных направлений и узла в целом, и одновременно уменьшен объем экономических и экологических издержек движения.

ВЫВОД

Разработанный подход к классификации действующего АСУ и требования, предъявляемые к техническим средствам, позволят уменьшить потери в дорожном движении при их системном применении.