

В условиях резонанса амплитуды угловых колебаний управляемых колес при заданном уровне демпфирования в системе, возбуждаемых моментным дисбалансом колес, достигают значений 0,08...0,09 радиан, а это соответствует угловой вибрации рулевого колеса с амплитудой 0,8...0,9 рад. Высоких значений (более 3мм) достигает амплитуда колебаний центра масс автомобиля в поперечном направлении.

Выводы

Получены дифференциальные уравнения, позволяющие в рамках единой математической модели рассмотреть колебания автомобиля, возбуждаемые статическим и моментным дисбалансами колес, а при необходимости и колебания, возбуждаемые при торможении.

Гироскопический момент, создаваемый статическим дисбалансом на левом переднем колесе при воздействии вдоль оси CZ, крайне незначительно влияет на угловые колебания управляемых колес автомобиля.

Вибрация, возбуждаемая моментным дисбалансом, не отвечает современным требованиям виброкомфорта и безопасности движения, что указывает на необходимость применения конструктивных методов гашения вибрации, в частности динамического гашения и (или) демпфирования.

Литература

1. Вибрация автомобиля, возбуждаемая статическим дисбалансом колес. (Глейзер А.И., Бабий П.В., Емельянов С.Р.)- Автоматизация технологических процессов и производственный контроль, Сборник докладов Международно-технической конференции 23-25 мая, часть 1, Тольятти 2006.
2. Колебания управляемых колес. (А.И. Глейзер, С.Р. Емельянов)- ELPIT 2007, СБОРНИК ТРУДОВ Первого международного экологического конгресса (Третьей международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT 2007, 20-23 September, 2007 TOGLIATTI CITY, RUSSIA, Россия, Самарская область, г. Тольятти 20-23 сентября 2007г., Том 2.

О функциональных требованиях к комплексу автоматической идентификации факта аварии автотранспортного средства

к.т.н. Комаров В.В., д.т.н. Гараган С.А.

ОАО «НИИАТ»

(495) 496-53-83, e-mail: komarov@niiat.ru, garagan@niiat.ru

Аннотация. Показана необходимость разработки функциональных требований к комплексу автоматической идентификации факта аварии автотранспортного средства в автоматизированных системах экстренного реагирования на аварии. Обоснован перечень видов аварий, подлежащих автоматической идентификации. Представлены предложения по конструкции и использованию некоторых датчиков, в частности, датчиков деформации элементов конструкции транспортного средства.

Ключевые слова: автоматизированные системы экстренного реагирования на аварии автотранспортных средств; виды аварий, подлежащие автоматической идентификации; датчики различных видов аварий; оснащение датчиками аварии транспортных средств различных категорий.

В настоящее время ведется разработка ряда автоматизированных систем экстренного реагирования на аварии автотранспортных средств. В США такая система входит в состав системы Next Generation 9-1-1 (NG9-1-1), предназначенной для вызова аварийных служб с использованием любых проводных и беспроводных коммуникационных устройств, в том числе через Интернет [1]. Разработка системы финансируется Министерством транспорта США.

В рамках Европейского союза создается система eCall [2], ориентированная только на

автотранспортные средства и предполагающая использование европейской спутниковой навигационной системы Galileo. В России разрабатывается система «ЭРА ГЛОНАСС» аналогичного назначения.

В ходе этих проектов проведен большой объем работ по анализу возможностей использования различных средств связи, разработке протоколов взаимодействия, архитектуры систем и т. д. Однако пока не выработаны подходы к решению некоторых ключевых задач, в значительной степени определяющих эффективность указанных систем. К таким задачам относятся определение перечня аварийных ситуаций, на которые должно обеспечиваться экстренное реагирование в автоматическом режиме, а также категорий транспортных средств (ТС), подлежащих оснащению соответствующей аппаратурой.

Находящийся в стадии утверждения проект европейского стандарта, устанавливающий требования к функционированию европейской системы eCall (Intelligent transport systems. ESafety. Pan European eCall-Operating requirements) [3] определяет, что эта система должна обеспечивать реакцию на столь много различных видов аварий, насколько это возможно. Однако конкретного перечня этих видов в доступных материалах по проекту не приводится.

Указанный стандарт не делает никаких различий между ТС различных категорий в части требований к автоматическому определению факта аварии, т. е. автоматическая идентификация факта аварии должна обеспечиваться на ТС всех категорий. В соответствии с этим подходом проект стандарта [4] предусматривает возможность передачи минимального набора данных об аварии для всех ТС категорий M, N и L.

Однако Европейская ассоциация автопроизводителей (АСЕА) в официальном документе [5] заявила, что «eCall рассматривается в настоящее время только для легковых автомобилей полной массой до 3,5 т. **Любые другие заявления вводят в заблуждение и не могут быть поддержаны промышленностью¹.**» Ассоциация отмечает, что причины исключения грузовых автомобилей и автобусов связаны с размером и сложностью этих транспортных средств, низким уровнем оснащения подушками безопасности, сомнительной эффективностью других потенциальных систем датчиков столкновения, необходимостью трудоемких обширных исследований, и т.д.

В качестве довода, обосновывающего принятое решение, АСЕА использует наличие систем управления перевозками. Они контролируют движение грузовых автомобилей и автобусов по маршруту, устанавливают его местоположение. В таких условиях предполагается возможность экстренного вызова из пункта управления перевозками или по обычному мобильному телефону (почти 100%-ый охват).

Отсюда следует, что существуют технические проблемы в оснащении грузовых автомобилей и автобусов средствами экстренного вызова, которые сдерживают их реализацию.

Разработчики отечественной системы ЭРА ГЛОНАСС еще более сузили совокупность транспортных средств, подлежащих оснащению средствами автоматического реагирования на аварии. Так, в [6] определено, что механизм определения момента аварии должен быть в обязательном порядке разработан только для легковых автомобилей, имеющих полную массу до 1500 кг, выпускаемых в обращение на территории Российской Федерации по состоянию на 1 августа 2011 г. следующими компаниями: АвтоВАЗ, Chevrolet, Ford, Hyundai, Renault, KIA, Toyota, Nissan, Daewoo, Volkswagen, Mitsubishi, Opel, Skoda, Mazda, Peugeot, Suzuki, Honda, Fiat, BMW, Audi, Mercedes-Benz, Citroen, TagAZ, Subaru, Land Rover, SsangYong, Geely, Volvo, Luxus, Chery.

Тем самым исключается возможность оснащения средствами системы «ЭРА-ГЛОНАСС» следующих транспортных средств:

- грузовых автомобилей и автобусов;
- легковых автомобилей, полная масса которых превышает 1500 кг (к ним относятся, в частности, такие массовые модели, как Лада Приора, Лада Калина, Ford Focus, Chevrolet Lacetti и др.);

¹ Выделено в оригинале.

- легковых автомобилей более ранних выпусков, продажа которых в настоящее время уже не производится;
- автомобилей, выпускаемых компаниями, не включенными в вышеприведенный список (ГАЗ, УАЗ, КамАЗ и др.);
- автомобилей новых марок, которые поступят на рынок после указанной даты.

В результате возможность автоматического вызова оперативных служб в случае аварии будет обеспечиваться лишь для относительно небольшой доли автотранспортных средств, а именно для наиболее легких автомобилей последних лет производства, тогда как самые тяжелые последствия имеют аварии с участием грузовых автомобилей, перевозящих опасные грузы, и автобусов. Отказ от возможности оснащения указанными средствами автомобилей прошлых лет выпуска, надежность которых в ходе эксплуатации снижается, также представляется нерациональным решением.

Перечень видов аварий, подлежащих автоматическому определению в системе ЭРА ГЛОНАСС, ограничен следующими видами: фронтальное столкновение, боковое столкновение, удар сзади, переворот транспортного средства, а также комбинация указанных событий.

Таким образом, в отличие от системы eCall, которая имеет открытый перечень видов аварий, ограниченный только технической возможностью организации реагирования, ЭРА ГЛОНАСС без достаточно взвешенного обоснования таким перечнем задается. Необходимо подчеркнуть, что такое решение противоречит ГОСТ Р 22.0.05-94 [7].

В сложившихся условиях нельзя признать, что принципиальная исходная задача разработки функциональных требований к бортовым средствам автоматической идентификации факта аварии и в первую очередь определения рационального перечня видов аварий, которые должны автоматически идентифицироваться бортовой аппаратурой всех типов автотранспортных средств, как минимум категорий М и N, решена. В настоящей работе авторы предлагают метод ее решения. Целесообразность обеспечения такой возможности для ТС категории L, по нашему мнению, требует специальных исследований.

Структура бортового автомобильного навигационно-информационного комплекса (БАНИК), которым должны оснащаться все ТС, обслуживаемые системой экстренного реагирования на аварии, показана на рисунке 1.

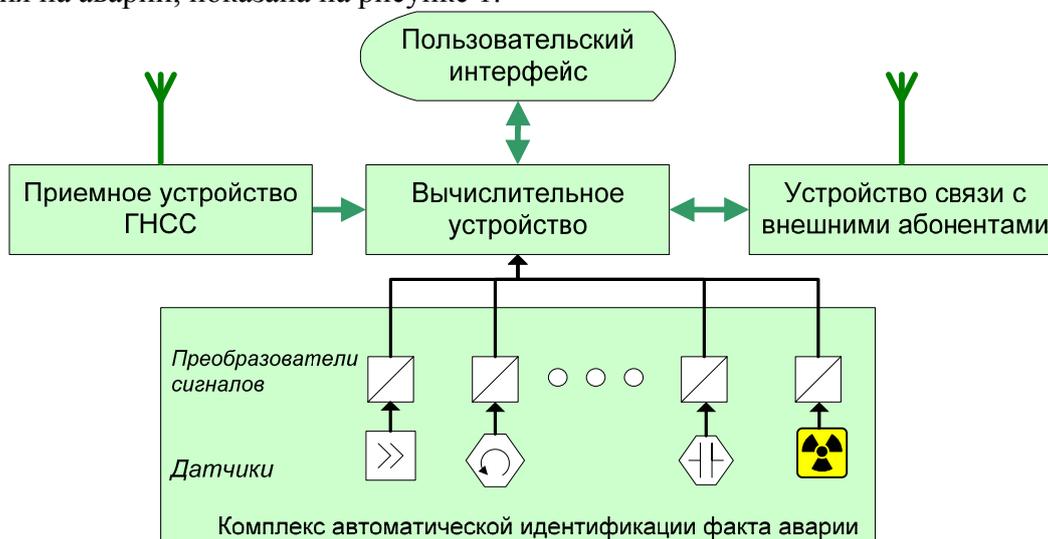


Рисунок 1 – Общая структура бортового автомобильного навигационно-информационного комплекса (БАНИК)

Она включает приемное устройство глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС), вычислительное устройство, устройство связи с внешними абонентами, пользовательский интерфейс и комплекс автоматической идентификации факта аварии (КАИФА). В случае аварии КАИФА выдает в вычислительное устройство сигнал о факте, типе аварии и,

возможно, данные, характеризующие аварию (например, профиль ускорения либо его пиковое значение). Вычислительное устройство формирует сообщение, включающее информацию об аварии, координаты и, возможно, составляющие вектора скорости ТС, а также идентификационные данные транспортного средства. Сформированное сообщение через устройство связи с внешними абонентами передается в центр экстренного реагирования, который выдает информацию соответствующим службам для принятия необходимых мер. БАНИК через пользовательский интерфейс обеспечивает возможность установления голосовой связи между водителем (пассажирами) ТС и оператором центра экстренного реагирования. Связь может устанавливаться как автоматически по факту аварии, так и по инициативе водителя (пассажира).

Комплекс автоматической идентификации факта аварии состоит из набора датчиков, обеспечивающих установление факта всех типов аварий, предусмотренных при разработке системы, а также элементов, обеспечивающих преобразование выходных сигналов датчиков в форму, пригодную для восприятия вычислительным устройством. Таким образом, состав необходимых датчиков определяется перечнем типов аварий, которые должны автоматически идентифицироваться бортовыми средствами.

Некоторые разработчики систем экстренного реагирования ориентируются на использование только тех датчиков, которыми оснащаются ТС для обеспечения ввода в действие средств пассивной безопасности (подушки безопасности, преднатяжители ремней безопасности). Тем самым происходит ограничение видов аварий только столкновениями и, возможно, опрокидываниями ТС.

В работе [8] рассматривается более широкий круг дорожно-транспортных происшествий (ДТП), ликвидация последствий которых требует проведения аварийно-спасательных работ. К таким ДТП относятся:

- столкновения, опрокидывание автомобилей и наезды;
- ДТП на железнодорожных переездах;
- ДТП в ходе перевозки опасных грузов;
- пожары на автомобильном транспорте;
- падение автомобилей с крутых склонов;
- попадание автомобилей под лавины и сели;
- падение автомобилей в водоемы.

Данный перечень является более полным, чем используемый разработчиками ЭРА ГЛОНАСС, однако оба эти перечня ориентированы на решение иных задач, чем автоматическая идентификация возможно более полного круга видов аварий. В первом случае в перечень включаются только те из них, на которые может быть обеспечена достаточно эффективная реакция средств пассивной безопасности. Во втором классификация построена исходя из особенностей организации аварийно-спасательных работ. Нам же для формирования предложений о составе датчиков в КАИФА необходимо определить возможно более полный круг возможных типов аварий, которые могут фиксироваться бортовыми средствами в автоматическом режиме.

Заметим, что использование термина «авария» вместо «ДТП» в рассматриваемом контексте представляется авторам более корректным. В соответствии с Правилами дорожного движения [9] дорожно-транспортное происшествие — это событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб. Однако не все события из числа приведенных, например, в [8], подпадают под данное определение. Так, попадание автомобилей под лавины и сели, а также многие подобные события (например, падение на ТС дерева либо элемента какой-либо конструкции вследствие сильного ветра или иных причин) не являются ДТП, но являются авариями. Можно привести и другие примеры – пожар ТС либо авария опасного груза по причине неисправности ТС и т. д. В то же время повреждение транспортных средств, сооружений, грузов либо причинение иного материального ущерба может быть основанием для экстренного

реагирования оперативных служб лишь тогда, когда указанные обстоятельства влекут за собой существенную угрозу жизни и здоровью людей, например, при таких авариях опасных грузов, как разлив горючих либо ядовитых жидкостей и т. п. Исходя из этого применительно к рассматриваемой проблеме целесообразно использовать термины «авария» и «транспортная авария» по ГОСТ Р 22.0.05-94: транспортная авария – авария на транспорте, повлекшая за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде. Дорожно-транспортное происшествие является видом транспортной аварии, возникшей в процессе дорожного движения, т.е. заведомо более узкое понятие.

С учетом изложенного, в круг аварий, подлежащих автоматической идентификации, по мнению авторов, необходимо включить следующие.

1. Соударение при свободном положении ТС.
2. Наезд на ТС, имеющее ограниченные возможности движения, другого ТС.
3. Падение на ТС тяжелых предметов.
4. Потеря продольной либо поперечной устойчивости, в частности, опрокидывание ТС.
5. Пожар.
6. Взрыв.
7. Затопление.
8. Разрыв состава ТС (для сочлененных автобусов и грузовых автомобилей с прицепом/полуприцепом, перевозящих опасные грузы).
9. Авария опасного груза.

Поясним некоторые из предложенных положений.

Наезд на ТС, имеющее ограниченные возможности движения, другого ТС, может иметь место в случае, когда автомобиль находится вблизи препятствия, а наезд происходит со стороны, противоположной препятствию. Препятствием может быть какое-либо неподвижное сооружение (рисунок 2а) либо гораздо более тяжелое или малоподвижное ТС (например, на гусеничном ходу), существенного изменения параметров движения которого в результате столкновения не происходит (рисунок 2б).

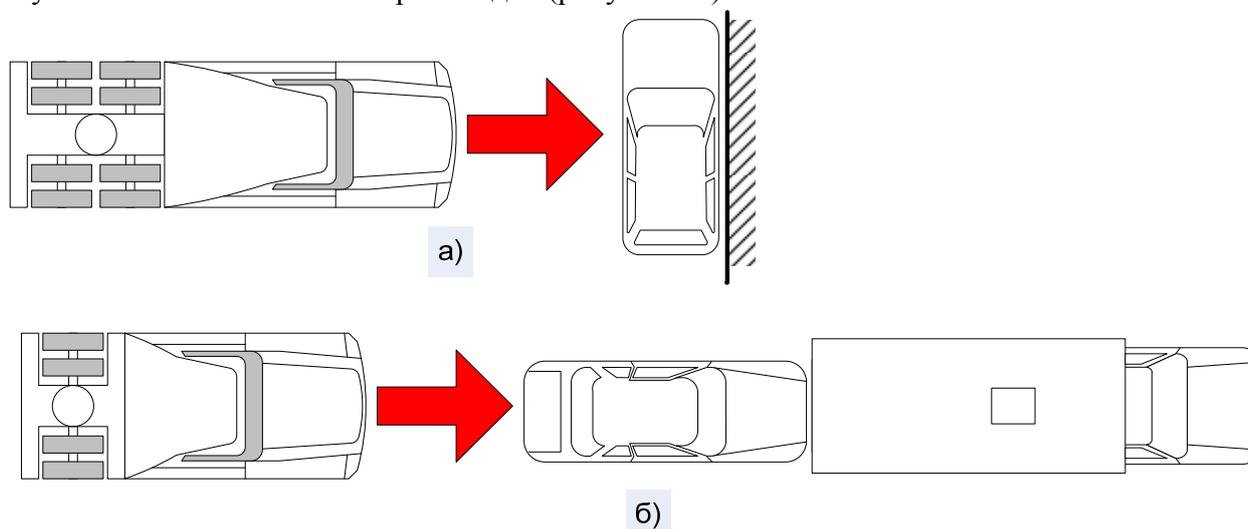


Рисунок 2 – Возможные схемы наезда на ТС, имеющее ограниченные возможности движения, другим ТС

Необходимость выделения таких аварий в отдельный тип обусловлена следующим. При соударении ТС, находящегося в свободном положении, т. е. не имеющего ограничений возможности движения в направлении удара, одна часть энергии соударения расходуется на деформацию ТС и, возможно, препятствия (ТС), с которым произошло соударение, а другая часть – на изменение вектора скорости ТС. В результате возникает ускорение, которое может быть измерено акселерометром либо зафиксировано датчиком удара. Показания этих датчиков могут быть использованы для фиксации факта аварии.

Если же ТС имеет ограниченные возможности движения, то вся энергия, переданная ТС, подвергнувшемуся наезду, расходуется на деформацию данного ТС. В этом случае акселерометр (датчик удара) может выдать информацию об ускорении (ударе) лишь тогда, когда деформация распространится до места его размещения, а этого может и не произойти. И даже тогда, когда датчик подвергнется ускорению вследствие деформации конструкции, на которой он закреплен, величина этого ускорения может быть существенно ниже, чем установленная для фиксации аварии при свободном положении ТС. Следовательно, для идентификации подобных аварий необходимо использовать датчики иного класса, обеспечивающие фиксацию деформации элементов ТС, при которой возникает угроза жизни и здоровью находящихся внутри ТС людей либо аварийной ситуации с опасным грузом.

Один из возможных вариантов конструкции датчика деформации показан на рисунке 3. Датчик представляет собой полосу из полимерного материала с низкой эластичностью. На полосе через определенные промежутки формируются зоны пониженной устойчивости к разрушению в виде участков, толщина которых существенно меньше, чем толщина полосы.

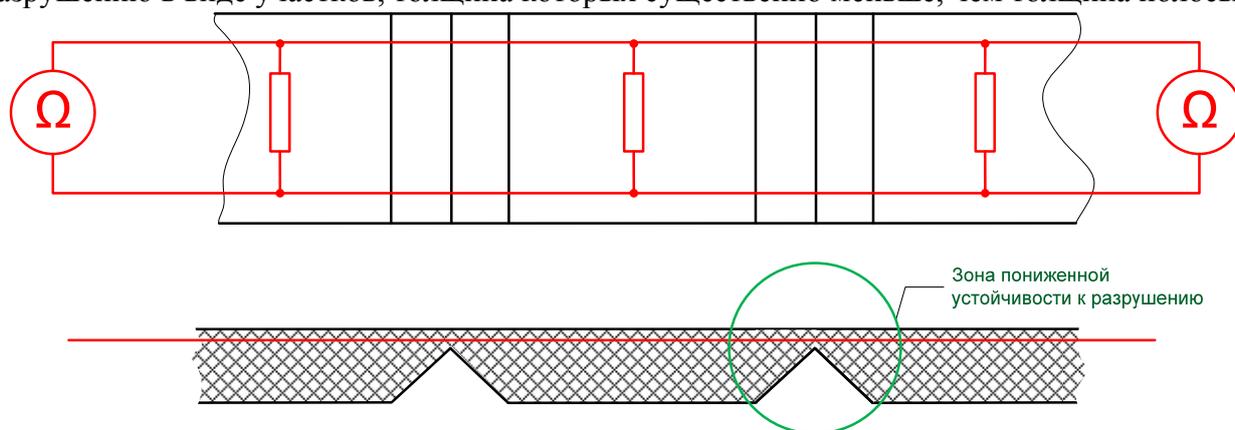


Рисунок 3 – Возможная конструкция датчика деформации кузова (кабины) ТС

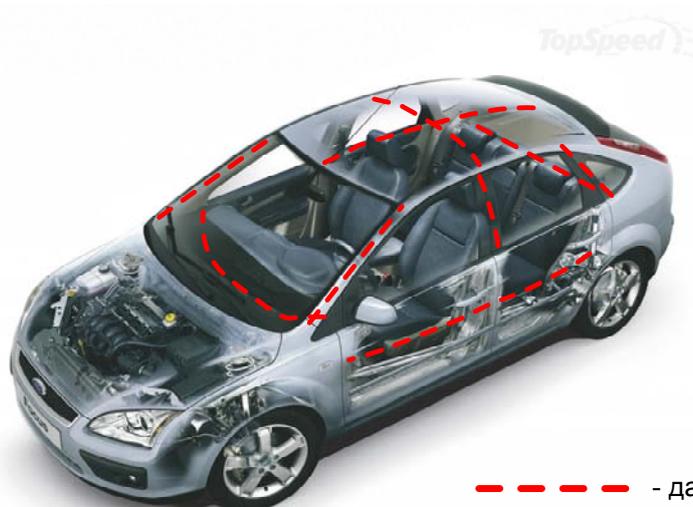
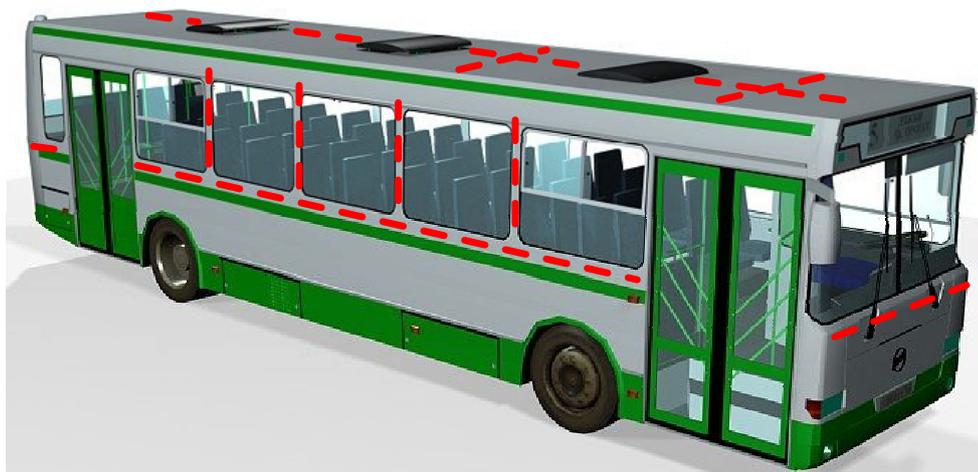
Вдоль полосы в ее толще размещаются 2 параллельных проводника, которые соединены через резисторы, которые находятся на каждом из участков между вышеуказанными зонами. Окончания проводников с каждой из сторон полосы соединяются с измерителями сопротивления цепи, которые могут подключаться одновременно либо поочередно.

Датчики могут размещаться в наиболее подверженных деформации зонах внутренней поверхности стенки, крыши кузова (кабины), в стойках ТС, а также в салоне легкового автомобиля (рисунок 4). Фиксируются сопротивления, измеренные для каждого датчика в исходном положении. В случае деформации элемента конструкции ТС, на котором размещен датчик, происходит разрушение одной либо нескольких зон пониженной устойчивости с разрывом проводников в этих зонах. Измерение сопротивлений участков цепи, сохранивших связь с омметрами, позволяет оценить протяженность деформированной области элемента конструкции и в случае, когда она превышает заданный для данного элемента предел, подать сигнал об аварии. Следует отметить, что датчики могут выдавать информацию при различных видах аварий, например, потере устойчивости ТС с деформацией кузова (кабины), падении на ТС тяжелых предметов либо аварии опасного груза. Такая информация позволяет более точно оценить ущерб, нанесенный ТС и находящимся в нем людям. Это подтверждает целесообразность оснащения ими всех категорий ТС.

Потеря продольной либо поперечной устойчивости – это отклонение ТС соответственно в продольной или поперечной плоскости от нормального (горизонтального) положения на угол, больший допустимого значения.

Допустимые углы отклонения должны определяться отдельно для различных категорий ТС, например, для автобусов, в которых возможна перевозка пассажиров стоя, либо для грузовых ТС, перевозящих опасные грузы, исходя из характера груза, его размещения и возможного поведения в условиях потери устойчивости ТС. Фиксация потери устойчивости может производиться датчиками, контролирующими углы отклонения ТС от нормального

положения в продольной и поперечной плоскостях.



— — — — — - датчик деформации

Рисунок 4 – Варианты размещения датчиков деформации на транспортных средствах

Чтобы избежать срабатывания таких датчиков за счет колебаний движущегося ТС, целесообразно предусматривать выдачу сигнала об аварии лишь в том случае, когда углы отклонения ТС от нормального положения находятся вне допустимых пределов в течение не-

которого заданного промежутка времени.

Необходимость включения в число идентифицируемых аварий такого события, как **взрыв**, обусловлена, во-первых, возможностью перевозки взрывоопасных грузов, которые могут причинить значительный ущерб, и, во-вторых, угрозами терактов либо перевозки взрывоопасных предметов и веществ в нарушение действующих правил. Исходя из этого возможность идентификации аварий данного типа необходимо предусматривать для автобусов, а также грузовых ТС.

Затопление возможно как при падении ТС в водоемы с мостов, набережных и т. п., так и при нарушении ледового покрова при движении ТС по льду, например, по зимним дорогам (зимникам) и ледовым переправам, что является достаточно распространенной практикой во многих северных и восточных регионах России.

Разрыв состава ТС для сочлененных автобусов представляет опасность для пассажиров, находящихся как в прицепной секции, так и в основной вблизи узла сочленения. Разрыв может произойти в результате воздействия на автобус, например, касательного столкновения с иным ТС либо препятствием, что также чревато травмированием пассажиров. Отрыв прицепа/полуприцепа от автомобиля, перевозящего опасные грузы, сам по себе не ведет к нанесению ущерба здоровью людей, однако является предпосылкой к возможной серьезной аварии, в связи с чем целесообразно обеспечить передачу информации о такой ситуации в систему экстренного реагирования.

Идентификация разрыва состава может осуществляться путем контроля наличия электрической связи между тягачом (основной секцией автобуса) и прицепом (полуприцепом, прицепной секцией).

Фиксация **аварии опасного груза** должна осуществляться датчиками, соответствующими характеристикам груза. Для жидкостей это могут быть датчики деформации емкости, в которой находится жидкость, датчики уровня, обнаруживающие утечку, для газов – датчики давления в резервуарах и газоанализаторы вне их, для радиоактивных веществ – датчики радиоактивности и т. д.

Специализированные ТС, предназначенные для перевозки опасных грузов определенного вида, целесообразно оснащать постоянно установленными датчиками необходимых типов. На универсальных ТС (например, бортовых грузовых автомобилях) следует предусматривать возможность размещения и подключения к БАНИК различных датчиков, устанавливаемых на время перевозки опасного груза того или иного вида.

Исходя из вышеизложенного можно предложить для ТС различных категорий с учетом особенностей их использования следующий состав типов аварий, подлежащих автоматической идентификации (таблица 1).

Таблица 1

Типы аварий, подлежащих автоматической идентификации

Вид аварии	Легковые автомобили (M ₁)	Автобусы (M ₂ , M ₃)	Сочлененные автобусы	Грузовые автомобили, не перевозящие опасные грузы (N)	Грузовые автомобили без прицепа/полуприцепа, перевозящие опасные грузы (N)	Грузовые автомобили с прицепом/полуприцепом, перевозящие опасные грузы (N)
Соударение при свободном положении ТС	+	+	+	+	+	+
Наезд на ТС, имеющее ограниченные возможности движения, другого ТС	+	+	+	+	+	+
Падение на ТС тяжелых предметов	+	+	+	+	+	+

Потеря продольной/ поперечной устойчивости	+	+	+	+	+	+
Пожар	+	+	+	+	+	+
Взрыв		+	+	+	+	+
Затопление	+	+	+	+	+	+
Разрыв состава ТС			+			+
Авария опасного груза					+	+

Представленные предложения могут быть использованы в качестве основы для разработки функциональных требований к комплексам автоматической идентификации факта аварии автотранспортного средства.

Литература

1. Next Generation 9-1-1 (NG9-1-1) Initiative. Final System Design Document. US Department of Transportation. Washington, D.C. February 2009. Version 2.0.
2. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Bringing eCall back on track - Action Plan (3rd eSafety Communication). Brussels, 23.11.2006. COM(2006) 723 final.
3. Intelligent transport systems — eSafety — Pan European eCall- Operating requirements. European Standard EN 16072. Date: 2010 -09.
4. Road transport and traffic telematics — ESafety — ECall minimum set of data. European Standard prEN 15722:2010. Date: 2010-11.
5. Impact Assessment. Deployment of in-vehicle emergency call - eCall - in Europe. Comments from the European Automobile Manufacturers Association (ACEA) on behalf of its members 11 October 2010.
http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/doc/ecall/pos_papers_impact_assessm/acea_3cost.pdf
6. Техническое задание на выполнение работ по СЧ ОКР проекта «ЭРА-ГЛОНАСС»: «Разработка требований к механизму определения момента аварии для конфигурации дополнительного оборудования и рекомендованного алгоритма определения момента аварии; проведение компьютерного моделирования для подтверждения разработанных требований и алгоритмов; проекта программы и методики сертификационных испытаний автомобильного терминала «ЭРА-ГЛОНАСС» в части определения момента аварии для конфигурации дополнительного оборудования», М.: ОАО «Навигационно-информационные системы», 2011.
7. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
8. Справочник спасателя. Книга 11. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий. М.: ВНИИ ГОЧС, 2006.
9. Правила дорожного движения Российской Федерации. Утверждены Постановлением Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. N 1090.

Высокотемпературный роторный теплообменник для газотурбинных и героторных двигателей

к.т.н. доц. Костюков А.В., Дементьев А.А.
МГТУ «МАМИ»
(495) 223-05-23, доб.

Аннотация. Приводятся результаты расчетного и экспериментального исследования теплового состояния каркаса роторного теплообменника с коническими и цилиндрическими теплопередающими элементами. Расчеты проводились в