

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 656.13.08:65.012.12: 65.012:656.11(075)
DOI 10.22213/2410-9304-2018-2-4-18

МЕХАНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ КОРПУСА АВТОМОБИЛЯ КАК КРИТЕРИЙ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ДТП

И. В. Гракович, Москва, Россия

Н. П. Кузнецов, доктор технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

*В. В. Кулагин, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,
Ижевск, Россия*

В статье рассмотрены механизмы выявления фактов мошенничества при оформлении материалов дорожно-транспортных происшествий (ДТП), причиной чего является фальсификация его обстоятельств, обусловленных техническими причинами, в частности, фальсификацией обстоятельств получения механических повреждений кузовом автомобиля. В статье проведен анализ признаков такого рода мошенничества. Рассмотрены проблемы выявления такого вида мошенничества и механизмы выявления факта мошенничества. Предложено основным критерием признания факта такого вида мошенничества считать несоответствие геометрии поверхностей полученных повреждений зафиксированным в протоколе осмотра обстоятельствам ДТП. Но ввиду сложности геометрии поверхности деформации корпуса даже определение степени повреждения является сложной задачей. Для решения этой задачи может быть использован метод тестирующих деформаций, когда после приложения к конструкции характерных усилий определяются перемещения реперных точек конструкции. Однако этот метод технически сложен и весьма неточен. Известен также метод построения математической модели сложной геометрической поверхности с использованием так называемых сплайн-функций второго рода, имеющих, однако, весьма большие математические трудности. В статье изложен метод математического моделирования сложных поверхностей на основе использования методов матричной алгебры. Трехмерные модели сложных поверхностей задаются в виде полиномиальных моделей второго порядка, коэффициенты перед аргументами в которых определяются путем математической обработки координат массива реперных точек, превышающих в 3-4 раза количество коэффициентов в модели. При этом поверхность деформированного корпуса должна в зоне контакта с преградой полностью сопрягаться с поверхностью предполагаемой преграды. Следовательно, должна быть область аргументов для первой и второй поверхностей, для которых разность уравнений этих поверхностей по одной и той же координате, например Z , будет минимальна. Чем больше будет размах этой области изменения координат Y и X , тем более достоверным является предположение о соответствии заявленных обстоятельств ДТП реальным событиям. В статье приводится пример оценки возможности фальсификации реального ДТП.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие (ДТП), фальсификация обстоятельств ДТП, деформации корпуса автомобиля, критерий достоверности механических повреждений зафиксированным обстоятельствам ДТП.

Введение

Фактически все мошенничества являются преступлениями, реализующимися на различных этапах оформления (заключения) и действия договора страхования. При этом отдельные виды мошенничества имеют в своем составе технические факторы, среди которых следует выделить:

1) группу способов совершения преступлений, связанных с фальсификацией ДТП, которых фактически не было («ДТП на бу-

маге»). Для многих разновидностей способов совершения преступлений данной группы в соответствии с поставленной задачей характерны следующие признаки:

- несоответствие схемы ДТП фактическим повреждениям, указанным в акте осмотра и фотографиями поврежденной автомашины, при отсутствии понятых, указанных в схеме ДТП;

- несоответствие обстоятельств ДТП и объяснений участника ДТП имеющимся по-

вреждениям (например, по словам участника ДТП, он ударился в дерево, а на автомашине помята крыша);

- разница в размещении автомашин на схеме ДТП, составленной сотрудниками ГИБДД, и схеме, представленной участниками ДТП, что в определенной степени свидетельствует о расстановке автомашин и инсценировке ДТП;

- несоответствие местности, где совершено ДТП (особенности проезжей части дороги, обочины, окружающей обстановки), произведенным замерам, показаниям сотрудников ГИБДД, оформлявших ДТП, схеме ДТП и повреждениям автомобиля;

- приобретение автомашин с имеющимися повреждениями, неоднократное оформление ДТП в ночное или позднее вечернее время, с одними и теми же либо хорошо знакомыми между собой лицами;

- несоответствие степени повреждений одной автомашины другой, отсутствие тех или иных повреждений при осмотре автомашины, отраженных в извещении о ДТП и в справке из ГИБДД, несовпадение повреждений по высоте, не соответствующих обстоятельствам (ситуациям) ДТП, наличие одних и тех же повреждений при разных ДТП;

2) группу способов, характеризующуюся приобретением автомашины с имеющимися повреждениями и сговором с другим водителем транспортного средства (ТС), имеющим полис ОСАГО, о якобы совершенном ДТП, виновником которого он является.

Назовем некоторые признаки такого вида мошенничества:

- несоответствие расположения транспортного средства на месте ДТП имеющимся повреждениям;

- несоответствие по высоте имеющихся повреждений на одной автомашине повреждениям на другой;

- сокрытие, искажение, неполное изложение обстоятельств страхового случая;

- отсутствие следов ДТП на месте оформления происшествия;

3) группу способов, характеризующуюся получением повреждений в результате наезда на препятствие (автомашину, строи-

тельную технику, здание, животное и др.). Оформляются такие случаи как полученные в результате ДТП;

4) группу способов, характеризующуюся повреждениями автомашины, полученными при других обстоятельствах. Однако такие случаи оформляются как ДТП со слов потерпевшего, который, якобы уходя от столкновения с неустановленной автомашиной, виновной в нарушении ПДД, ударился в некое препятствие.

Признаки такого вида мошенничества:

- несоответствие механических повреждений автомашины и объяснений водителя особенностям места ДТП (организации движения, расположения и состояния здания, на которое якобы совершен наезд, и др.);

- отсутствие повреждений на здании, следов ремонта, наличие потрескавшейся и облупившейся краски, сухой штукатурки под краской;

- показания работников предприятия о том, что часть здания не повреждалась, не ремонтировалась, в указанное в протоколе время ДТП данное место на проезжей части и тротуаре практически каждые сутки занято запаркованными автомобилями, троллейбусами и т. п.;

- несовпадение повреждений автомашины и предмета, с которым она столкнулась в результате нарушения ПДД другим водителем, отсутствие повреждений деревьев, кустарников и др.;

5) группу способов, связанную с оформлением фиктивного ДТП, в результате которого потерпевшего якобы занесло от столкновения с конкретной автомашиной, и автомашина потерпевшего ударила в столб либо другое препятствие и т. п.

Признаки такого рода мошенничества:

- ДТП совершено на крутом повороте (автомашины не разъехались, одна улетела в кювет);

- опрокидывание автомашины произошло на крутых поворотах;

- прибытие сотрудников ГИБДД на место ДТП, в котором не ясны обстоятельства его совершения.

Таким образом, поскольку зачастую обстоятельства ДТП не соответствуют заявлениям участниками и даже показаниям свидетелей, то единственным достоверным источником информации по обстоятельствам ДТП являются параметры транспортных средств, главными из которых являются деформации и разрушения конструкций автомобилей.

Проблемы выявления мошенничества [1]

К перечисленным выше группам мошенничества в сфере автострахования следует добавить еще косвенные причины мошенничества, обусловленные несовершенством нашей системы страхования, к которым следует отнести: несовершенство российского судопроизводства в этой сфере; ангажированность посредников в этой сфере (аварийные комиссары); отсутствие в ряде случаев методик реконструкции механизма ДТП. Возникшая ситуация обусловлена и тем, что автострахование в России является относительно молодой разновидностью страхования.

Нынешняя ситуация с мошенничеством в сфере автострахования, особенно в ОСАГО, в какой-то мере повторяет первый этап развития страхового мошенничества в США в 1930–1940 гг., когда страховщики считали, что они могут справиться с проблемой мошенничества за счет собственных служб безопасности. В те времена в США мошенники без труда обманывали любых страховщиков. Было признано, что проблема требует государственного решения, в результате в США сейчас функционирует несколько научных организаций, занимающихся разработкой методов противодействия мошенничествам в сфере страхования. Необходимость предупреждения преступности в страховой сфере на государственном уровне осознана властями большинства стран. В России государство отстранилось от решения этой проблемы; борьбой с мошенничеством в страховой сфере должны заниматься сами страховые компании.

Существующая в России нормативная база, современный уровень развития разделов механики и вычислительной техники позволяет предоставить страховым компа-

ниям мощное оружие для защиты от мошенничества. Применяя современные технические средства, можно решить многие задачи, стоящие перед проблемой выявления мошенничества, такие как: проверка наличия страхового случая, то есть решение вопроса, а было ли вообще данное ДТП или это только имитация, а также соответствуют ли техническим возможностям обстоятельства ДТП, указанные страхователем и потерпевшим.

Используемая в России и странах СНГ традиционная методика судебной автотехнической экспертизы была разработана на базе классической (Ньютоновой) механики и последние десятилетия развивалась в сфере ДТП как криминалистическая наука. Ключевым параметром движения автотранспортного средства, подлежащим определению экспертным путем, является его скорость, которая определяется исходя из длины видимого тормозного пути. При этом расчетная скорость всегда меньше фактической, что обусловлено существенным пробелом методики, которая не учитывает затраты кинетической энергии движущихся транспортных средств на деформацию их конструкций и иных препятствий. Большие значения таких деформаций приводят к росту ошибок расчета скоростей столкнувшихся транспортных средств.

Современное состояние вычислительной техники, методов математического регулирования позволяют проводить достаточно достоверные расчеты затрат энергии на деформацию конструкций, проводить расчеты формоизменения конструкций под действием нагрузок, но все это не привело к модификации традиционных методик реконструкции механизма ДТП. Только в последние десятилетия появилась возможность, используя современные компьютеры, реализовать достижения теории деформируемого тела и вычислительной математики и механики для реконструкции обстоятельств ДТП.

Разработки упрощенных инженерных методов реконструкции обстоятельств ДТП с учетом деформаций, полученных конструкциями транспортных средств, до их широкого и практического применения так и не дошли: до сих пор не существует подоб-

ных общепризнанных и сертифицированных методик. Инженерные методы реконструкции обстоятельств ДТП с учетом деформаций конструкций позволяют оценивать возможность получения деформаций и соответствие интегральных величин деформаций, полученных столкнувшимися автомобилями в указанных водителями условиях, оценивать возможные траектории и характер движения автомобилей как до, так и после столкновения. Во многих случаях такие инженерные методики могут быть достаточными для принятия решения о наличии или отсутствии страхового случая, об установлении вины того или иного водителя.

При этом точность таких упрощенных инженерных методов при определении начальных скоростей и траектории движения автомобилей высока только при использовании результатов краш-тестов, полученных при условиях, близких к фактическим. Слабым звеном таких инженерных методов является нечувствительность их к особенностям столкновений. Следовательно, такие модели не могут учитывать фактического распределения нагрузок на конструкции в пространстве и времени в период взаимной деформации и остаточную упругость конструкций. Подобный прочностной расчет деформаций конструкций в конкретном ДТП позволяет значительно повысить не только точность реконструкции его механизма, но и существенно сузить диапазон возможных траекторий и скоростей движения автомобилей как до, так и после столкновения.

Подобный метод исследования и анализа автомобильных аварий широко применяется национальным центром анализа автомобильных аварий США (National Crash Analysis Center). Однако, как отмечалось выше, использованию таких методик препятствует их высокая стоимость и необходимость привлечения программистов высшей квалификации. Другим существенным фактором ограниченности применения таких методик является отсутствие достоверной базы геометрических, прочностных и иных физических данных автомобилей, их деталей и узлов из-за постоянного расширения ассортимента автомобильного транспорта.

Деформации конструкции автомобиля – объективный фактор оценки обстоятельств ДТП

Деформации конструкции автомобиля, попавшего в ДТП или заявленного как попавшего в ДТП, должны стать основным предметом и объектом экспертного исследования. Однако анализ «деформационной картины» автомобиля является не только весьма трудоемкой процедурой, требует использования эксклюзивного программного обеспечения, но и привлечения для этой работы профессионалов высокого класса. Тем самым для развития этого направления экспертных исследований необходимо решить кадровую проблему и проблему инструментария.

Проблема инструментария требует решения следующих задач: автоматизация измерения деформаций конструкций транспортных средств; создание специализированного программного обеспечения для расчета параметров деформации и движения транспортных средств; создание базы данных геометрических и механических параметров элементов конструкций транспортных средств. Проблема автоматизации измерения деформаций может быть решена с помощью соответствующего программно-аппаратного комплекса, состоящего из цифровой фотокамеры, лазерной системы подсветки, переносного компьютера в случае съемки с выездом на место стоянки автомобиля, программы построения трехмерной модели деформированной поверхности. В западных странах, в США применяются программы Photo Modeler компании Eos Systems, Ymage Processing Factory компании Realviz S.A., Shape Cam фирмы Eyetronics.

Для получения трехмерных графических образов объекта он освещается лазерным излучателем и снимается цифровой камерой с нескольких ракурсов. Для получения трехмерного образа объекта полученные изображения обрабатываются специальной программой. Программное обеспечение должно реализовывать инженерные методы реконструкции обстоятельств ДТП, специализированную программу для расчета силовых параметров взаимодействия конструкций. При

этом использование для решения этих задач программного обеспечения, разработанного в западных странах, не эффективно применять в России, поскольку даже лицензированная подобная программа, а точнее результаты, полученные с ее помощью, не будут приниматься к рассмотрению в наших судах. Причина в том, что указанные программы с точки зрения юстиции России представляют собой «черный ящик», который неизвестно как обрабатывает исходные данные. А сложившаяся в России судебная практика требует от эксперта последовательного описания всех действий и расчетов в исследовательской части заключения. Программы расчета напряженно-деформированного состояния элементов автомобиля, программы прочностных расчетов и деформационных сдвигов при тех же недостатках носят универсальный общефизический характер, а для исследования ДТП необходимо использовать только небольшую часть их возможностей, они сложны в использовании и чрезвычайно дороги. В связи с этим необходимо иметь отечественные сертифицированные разработки.

База данных геометрических и механических параметров элементов конструкций транспортных средств должна формироваться не только для отечественных автомобилей, но и для всех образцов автомобильной техники, завозимой к нам в страну из-за рубежа, и может быть использована для производства исследований ДТП. Для создания такой базы необходима разработка соответствующего программно-аппаратного измерительного комплекса.

В России уровень современной вычислительной техники, научно разработанные и апробированные методы вычислительной математики, существующий кадровый научный потенциал позволяет успешно бороться со страховым мошенничеством. При этом в сложившейся ситуации нужны более дешевые методы и способы борьбы со страховым мошенничеством, что является для России вполне реализуемым направлением деятельности, поскольку это обусловлено особенностями автострахования в России.

Особенности состоят в том, что современные достижения науки и техники, отме-

ченные выше, целесообразно использовать только при экспертизе сложных ДТП, когда повреждения автомобилей, попавших в ДТП, значительны. Но основную часть страховых выплат составляют ДТП, которые не регистрируются, и увеличение суммы ущерба таких ДТП приводит, как показывает практика, к росту мошенничества в этом секторе страховых выплат. Более того, использование для выявления факта мошенничества дорогостоящих разработок экономически нецелесообразно. Достаточно определить наиболее эффективный фактор, характеризующий факт мошенничества, каковым чаще всего является деформация корпуса автомобиля. Поэтому нужны некоторые технологии интегрального анализа и экспертизы деформации корпуса автомобиля, что в первую очередь определяется необходимостью разработки соответствующего технического инструментария.

Выбор эффективных критериев оценки характера деформаций и экспериментальное определение их числовых значений позволяет не только оценить нанесенный ущерб, но и оценить достоверность соответствия повреждений транспортного средства заявленным обстоятельствам. С этой целью может быть использован способ определения размеров дефектов автотранспортных средств при ДТП по патенту РФ на изобретение № 2276404.

Изобретение относится к способам определения размеров дефектов автотранспортных средств, полученных при ДТП. Технический результат заключается в повышении достоверности определения степени повреждения транспортного средства. Способ заключается в том, что изображение видимых дефектных зон элементов или узлов автомобиля передают на электронный носитель при помощи средства объективного контроля. Это делается для фиксации следов происшествия в электронной форме хранения информации, например цифровым фотоаппаратом. А скрытые дефекты – с использованием неразрушающих средств объективного контроля, например дефектоскопа, при этом регистрируемый электронный сигнал дефектной зоны поступает в программное обеспечение ЭВМ, в котором осуществляет-

ся сравнение вычерчиваемых площадей дефектной зоны и недеформированной поверхности в исследуемой детали или узле, а путем соотношения полученных площадей определяют соответствующий процент дефекта исследуемого объекта.

Заявляемое изобретение относится к измерению ущерба транспортного средства, а именно к способу измерения размеров дефектов автотранспортных средств при ДТП и расчета объема ремонтных работ.

Аналогом предлагаемого способа является способ определения поверхностных деформаций, по которому исследуемые объекты подвергают воздействию системы постоянных или динамических сил и в процессе нагружения регистрируют деформации в контрольных точках поверхности. При этом регистрацию осуществляют вычерчиванием траекторий перемещения контрольных точек на контролируемой поверхности контактирующей с ней группой фиксированно размещенных друг относительно друга неподвижных пишущих элементов, определяют деформацию оптическим путем как разность измеряемых координат, а по конфигурациям упомянутых траекторий судят о характере развития деформационных процессов в исследуемом объекте. Недостатком является трудоемкость применения способа и невозможность его использования для анализа скрытых повреждений автотранспортного средства.

Для увеличения точности определения степени повреждения транспортного средства при ДТП можно использовать способ определения размеров дефектов автотранспортных средств при дорожно-транспортных происшествиях, по которому исследуемый объект подвергают процедуре идентификации данных на транспортное средство. Идентификационные данные регистрируют в акте осмотра транспортного средства, определяют деформированные элементы или узлы автомобиля. При этом изображение видимых дефектных зон элементов или узлов автомобиля передают на электронный носитель при помощи средства объективного контроля для фиксации следов происшествия в электронной форме хранения ин-

формации, например цифровым фотоаппаратом, а скрытых – с использованием неразрушающих средств объективного контроля, например дефектоскопа. Далее регистрируемый электронный сигнал дефектной зоны поступает в программное обеспечение ЭВМ, в котором осуществляется сравнение вычерчиваемых площадей дефектной зоны и недеформированной поверхности в исследуемой детали или узле, а путем соотношения полученных площадей определяют соответствующий процент дефекта исследуемого объекта. Транспортное средство доставляют к месту осмотра в чистом состоянии со всеми следами нанесенных повреждений. Поврежденное транспортное средство подвергают осмотру и составляют акт осмотра. В акт осмотра заносят все данные транспортного средства (год выпуска, марка, идентификационный номер, пробег и т. д.).

Поврежденное транспортное средство фотографируют средством объективного контроля для фиксации следов происшествия (в электронной форме хранения информации), например, цифровым фотоаппаратом, со всех четырех сторон, а при необходимости сверху и снизу с использованием смотровой эстакады. Каждое видимое повреждение – дефектную зону – снимают крупным планом с использованием масштабной линейки. Скрытые повреждения – дефектные зоны – снимают с использованием неразрушающих средств объективного контроля, например переносного рентгеновского или ультразвукового дефектоскопа.

Полученное изображение сохраняется в электронном виде и заносится для обработки в специальное программное обеспечение, например графический редактор. Кроме того, имеется база данных, содержащая электронные изображения транспортных средств и их деталей. Далее изображение, полученное в ходе осмотра, и изображение из базы данных приводят к одному размеру. Вычисляют с помощью статистических характеристик изображения (гистограмма) площадь исходного изображения детали. Аналогично на изображении поврежденной детали выделяют дефектную зону и вычис-

ляют ее площадь. Далее определяют степень повреждения путем сравнения и определения отношения полученных площадей дефектной зоны поврежденной детали и недеформированной поверхности исследуемой детали.

Для определения перекоса кузова в поврежденной детали вычисляют с помощью координатной сетки или статистических данных о линейных размерах контрольные точки размеров кузова и его проемов. Затем данные измерений сравниваются с аналогичными параметрами «исходного» изображения.

Одним из эффективных методов оценки соответствия заявленных обстоятельств ДТП действительным обстоятельствам является сопоставление поверхности преграды, послужившей причиной ДТП, поверхности зоны деформации автомобиля. Такое сопоставление можно сделать за счет макетирования этих поверхностей или путем математического моделирования построением трехмерных моделей обеих поверхностей.

Построение трехмерных моделей каких-либо поверхностей необходимо при решении многих задач. В том числе и такой задачи, как определить, от какого предмета могут быть получены те или иные повреждения.

Экспериментальные способы параметризации поверхностей со сложным контуром

Экспериментальный способ параметризации минимальных поверхностей со сложным контуром относится к формированию поверхностей сложной геометрии и может быть использован для определения метрики поверхностей строительных конструкций, корпусов транспортных средств и т. п. Известные способы [2, 3] не позволяют формировать поверхности сложной геометрии, в том числе минимальные поверхности заданной формы.

Известен также экспериментальный способ параметризации минимальных поверхностей, основанный на решении двумерного уравнения Лапласа, на примере постановки внутренней задачи Дирихле, когда известны краевые значения координат. Способ состоит в том, что выставляют верти-

кальные стержни на необходимую высоту относительно опорной плоскости согласно требованиям задачи. Далее с помощью измерительного прибора выверяют точность установки стержней, посредством фиксатора закрепляют стержни на необходимой высоте, натягивают на вертикальные стержни заранее изготовленную сеть из гибкого эластичного материала, с помощью высокоточного измерительного прибора замеряют высотные координаты во внутренних точках (точках пересечения) эластичной гибкой сети [4].

Указанный способ обладает следующими недостатками: а) способ не позволяет получать непрерывные и гладкие контуры произвольной конфигурации, свободно ориентированные в пространстве (все контуры имеют прерывистый дискретный характер); б) способ предназначен только для измерения геометрических параметров объекта и не позволяет формировать минимальные поверхности со сложным контуром; в) в способе не предусмотрено вычисление метрики поверхности (определение компонент первого и второго метрических тензоров); г) координаты в горизонтальной плоскости имеют фиксированные значения (координаты установки вертикальных стержней не изменяемые).

Задачей (целью) изобретения по патенту РФ на изобретение № 2374697 является формирование поверхности с непрерывными и гладкими криволинейными координатными линиями, описание поверхности сложной геометрии, произвольно ориентированной в пространстве, и вычисление компонент первого и второго метрических тензоров (метрики поверхности).

Указанные задачи решаются за счет того, что в экспериментальном способе параметризации минимальных поверхностей со сложным контуром, включающим операции фиксации гибкого элемента относительно основания, натягивания на него заранее изготовленной сети из эластичного материала, замера координат узловых точек сети относительно основания, изготавливают пространственный каркас из криволинейных формообразующих элементов (например, кусков гнущейся проволоки), образующих

заданный четырехугольный контур. На каркас натягивают первоначально прямоугольную в плане сеть из эластичного материала, причем каждую узловую контурную точку сети закрепляют на соответствующих точках каркаса, распределенных по длине формообразующего элемента или равномерно, или по определенной заданной закономерности. Каркас с сетью фиксируют относительно опорной плоскости основания. При этом поверхность формируют и параметризуют по узловым точкам сети. Для этого замеряют координаты узловых точек сети относительно выбранной системы координат, связанной с опорной плоскостью. Выполняют обработку полученных результатов с определением компонент метрики поверхности.

Способ позволяет формировать поверхности сложной геометрии с непрерывными и гладкими криволинейными координатными линиями, произвести описание поверхностей сложной геометрии, произвольно ориентированной в пространстве, и вычислять компоненты первого и второго метрических тензоров (метрика поверхности). Способ позволяет получать непрерывные и гладкие контуры произвольной конфигурации, свободно ориентированные в пространстве, формировать минимальные поверхности со сложным контуром. Способ является эффективным средством решения самых разнообразных прикладных задач и может найти широкое применение в проектных организациях и учебных заведениях при проектировании и изучении различных поверхностей сложной геометрии. Способ может быть полезен также при расчетах напряженно-деформированного состояния тонкостенных конструкций сложной геометрии, когда на первом этапе необходимо решить задачу параметризации (задания) срединной поверхности сложной геометрии и вычислить соответствующие компоненты первого и второго метрических тензоров, символы Кристоффеля и т. д.

Однако изложенный в [5] способ хорош только для поверхностей небольшого размера, так как силовой каркас для поверхности с большой площадью трудно изгото-

вить, поскольку нужны площади для размещения всей установки. Более того, проволока под собственным весом будет провисать. С другой стороны, подобное моделирование поверхности для описания поверхности в зоне деформации кузова автомобиля совершенно излишне. В зонах деформации конструкции кузова автомобиля возможны в результате силового воздействия складки, разрывы, вытяжки металла и т. д. Поэтому необходимо проводить математическое моделирование деформированной поверхности с целью выявления фактов несоответствия повреждений на автомобиле заявленным событиям. Для этого в процессе осмотра экспертом-автотехником автотранспорта, попавшего в ДТП, необходимо произвести фотографирование автомашин.

Во избежание неточностей или неумышленного пропуска поврежденных деталей, осмотр рекомендуется производить от водительского места по часовой стрелке. По возможности эксперт обеспечивает группирование поврежденных деталей по зонам аварийного контакта и группам деталей (детали оперения, детали остекления и светотехнические приборы, навесное оборудование и т. д.).

Фотосъемка транспортных средств должна обеспечивать идентификацию и полноту фиксации повреждений автомобиля. С целью систематизации запечатленного на фотоснимках материала и раскрытия его содержания в логической последовательности фотографирование производится от общего к частному. В этих целях выполняют три вида фотосъемки транспортных средств методом последовательного приближения: обзорную; узловую; детальную.

При фотосъемке фотоаппарат располагают на центральной оси объекта съемки или на высоте повреждений, при этом задняя стенка фотоаппарата должна быть параллельна фотографируемой плоскости объекта. Обзорная фотосъемка (средний и общий план) – это съемка самого поврежденного транспортного средства без охвата или с охватом окружающей его обстановки. В зависимости от расположения поврежде-

ний допускается съемка передней, задней или боковой частей кузова автомобиля, угловая съемка, когда в кадре просматривается вся передняя или задняя часть и вся боковая поверхность с повреждениями.

Обзорная фотосъемка проводится с четырех точек. Цель такой съемки – снять весь автомобиль. Узловая фотосъемка (крупный план) – съемка отдельных, наиболее важных частей транспортного средства с повреждениями. Детальная фотосъемка – проводится для фиксации отдельных деталей, повреждений кузова и следов столкновения транспортных средств. Детальные фотоснимки должны нести максимум информации, чтобы по ним было возможно определить степень и характер поврежде-

ний ТС, пространственные характеристики запечатленных на фотоснимке повреждений. При детальной фотосъемке в плоскости повреждений и следов столкновения должна располагаться масштабная линейка (рулетка). Масштабная линейка может располагаться как вертикально, так и горизонтально.

Схема размещения точек для проведения фотосъемок показана на рис. 1.

При наличии явно выраженных деформаций кузова транспортных средств, образовавшихся вследствие аварийного контакта с другими транспортными средствами либо с препятствиями, необходимо выполнить фотосъемку таких мест типа «Вид сверху». Пример показан на рис. 2.

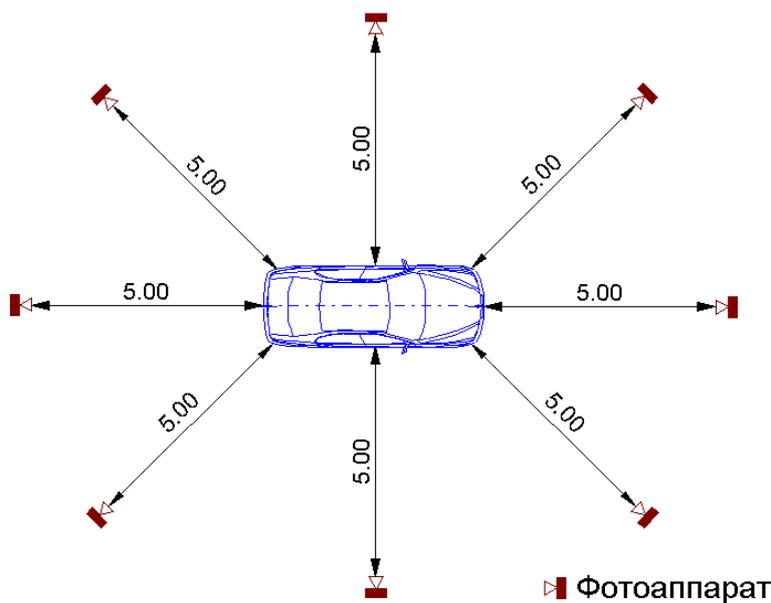


Рис. 1. Схема размещения фотоаппарата



Рис. 2. Явно выраженная линия деформации кузова автомобиля

По возможности съемку «Вид сверху» желательно проводить перпендикулярно горизонтальной плоскости с использованием масштабной линейки.

На фотографиях должны быть зафиксированы общий вид зоны повреждений и отдельные повреждения с привязкой по месторасположению и возможностью визуализации размеров повреждений с фиксацией основных характеристик (динамические или статические, направленность, глубина проникновения, наличие наслоений и т. д.). Для решения задачи соответствия преграды, нанесенной ей деформацией кузова, необходимо проанализировать соответствие поверхности той же части преграды, которая соприкасалась с деформированной поверхностью автомобиля. Для этого необходимо определить аналитическую модель той и другой поверхности.

Эмпирические модели контактирующих поверхностей в момент столкновения

Аналитические модели обеих поверхностей удобно строить в виде сплайн-функций второго порядка. При построении уравнений этих двух поверхностей необходимо задать исходную базовую точку и единую систему координат.

Типичная схема представлена на рис. 3.

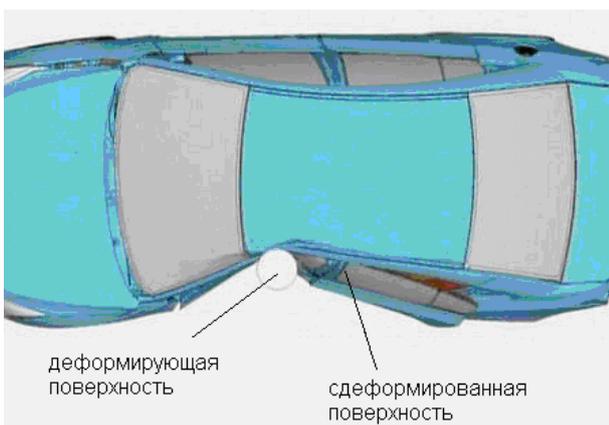


Рис. 3. К построению уравнений поверхностей

Будем считать, что уравнение сдеформированной поверхности может быть задано в виде функционала

$$Z = \Psi_1(X, Y), \tag{1}$$

а уравнение деформированной поверхности задается функционалом

$$Z = \Psi_2(X, Y). \tag{2}$$

Оба этих функционала представляют собой, в соответствии со сказанным выше, эмпирические полиномы второго порядка вида

$$Z_1 = A_1X^2 + B_1X + C_1 + D_1Y^2 + E_1Y + G_1XY; \tag{3}$$

$$Z_2 = A_2X^2 + B_2X + C_2 + D_2Y^2 + E_2Y + G_2XY. \tag{4}$$

В уравнениях (3) и (4) параметры $A_i, B_i, C_i, D_i, E_i, G_i$ являются константами, значения которых определяются путем обработки массива координат точек первой и второй поверхностей.

Для отыскания значений констант в уравнениях (3) и (4) воспользуемся методом «свободного вектора», изложенного в монографии [6]. Экспериментальные замеры координат точек записываются в две соответствующие табл. 1 и 2.

Таблица 1. Экспериментальные значения координат точек сдеформированной поверхности

i – порядковый номер	1	2	3	4	.....	n
X_i	X₁	X₂	X₃	X₄	.....	X_n
Y_i	Y₁	Y₂	Y₃	Y₄	.....	Y_n
Z_i	Z₁	Z₂	Z₃	Z₄	.....	Z_n

Координаты точек, приведенные в табл. 1, снимаемые с сдеформированной поверхности, представим в виде матрицы

$$|R| = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & y_{12} & x_{13}^2 & y_{14}^2 & x_{11}y_{11} \\ 1 & x_{21} & y_{22} & x_{23}^2 & y_{24}^2 & x_{22}y_{22} \\ 1 & x_{31} & y_{32} & x_{33}^2 & y_{34}^2 & x_{33}y_{33} \\ 1 & x_{41} & y_{42} & x_{43}^2 & y_{44}^2 & x_{44}y_{44} \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{ij} & y_{ij} & x_{ij}^2 & y_{ij}^2 & x_{ij}y_{ij} \end{pmatrix} \tag{4}$$

Первый столбец введен для вычисления коэффициента C_1 . Значение координаты Z_1 также запишем в виде матрицы

$$|\mathbf{F}| = \begin{pmatrix} \mathbf{Z}_1 \\ \mathbf{Z}_2 \\ \mathbf{Z}_3 \\ \dots \\ \mathbf{Z}_n \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Коэффициенты в уравнении (3) также запишем в виде матрицы

$$|\mathbf{B}| = (\mathbf{A}_1, \mathbf{B}_1, \mathbf{C}_1, \mathbf{D}_1, \mathbf{E}_1, \mathbf{G}_1). \quad (6)$$

Матрицы (4)–(6) используем для замены уравнения (3) на уравнение в матричной форме вида

$$|\mathbf{F}| = |\mathbf{R}||\mathbf{B}|. \quad (7)$$

Откуда получим

$$|\mathbf{R}_t| \cdot |\mathbf{F}| = |\mathbf{C}| \cdot |\mathbf{B}|, \quad (8)$$

где $|\mathbf{R}_t|$ – транспонированная матрица $|\mathbf{R}|$, у которой все строки, содержащиеся в матрице $|\mathbf{R}|$, заменены соответствующими по номеру столбцами, а матрица $|\mathbf{C}|$ тогда определяется как

$$|\mathbf{C}| = |\mathbf{R}_t||\mathbf{R}|. \quad (9)$$

Для нахождения матрицы $|\mathbf{B}|$ умножим слева обе части уравнения (9) на матрицу $|\mathbf{C}^{-1}|$, обратную матрице $|\mathbf{C}|$. А так как $|\mathbf{E}| = |\mathbf{C}||\mathbf{C}^{-1}|$ есть единичная матрица, то будем иметь

$$|\mathbf{B}| = |\mathbf{C}^{-1}||\mathbf{R}_t||\mathbf{F}|. \quad (10)$$

Матрица (10) определяет значения коэффициентов уравнения (3).

Таблица 2. Экспериментальные значения координат точек деформирующей поверхности

i – порядковый номер	1	2	3	4	.....	k
\mathbf{X}_i	\mathbf{X}_1	\mathbf{X}_2	\mathbf{X}_3	\mathbf{X}_4	.....	\mathbf{X}_k
\mathbf{Y}_i	\mathbf{Y}_1	\mathbf{Y}_2	\mathbf{Y}_3	\mathbf{Y}_4	.....	\mathbf{Y}_k
\mathbf{Z}_i	\mathbf{Z}_1	\mathbf{Z}_2	\mathbf{Z}_3	\mathbf{Z}_4	.....	\mathbf{Z}_k

Используя данные табл. 2, строим по аналогии с (4) матрицу координат точек, снимаемых с деформируемой поверхности $|\mathbf{R}'|$

$$|\mathbf{R}'| = \begin{pmatrix} 1 & x'_{11} & y'_{12} & x'^2_{13} & y'^2_{14} & x'_1 y'_1 \\ 1 & x'_{21} & y'_{22} & x'^2_{23} & y'^2_{24} & x'_2 y'_2 \\ 1 & x'_{31} & y'_{32} & x'^2_{33} & y'^2_{34} & x'_3 y'_3 \\ 1 & x'_{41} & y'_{42} & x'^2_{43} & y'^2_{44} & x'_4 y'_4 \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x'_{ij} & y'_{ij} & x'^2_{ij} & y'^2_{ij} & x'_i y'_j \end{pmatrix} \quad (11)$$

Как и в предыдущем случае, первый столбец нужен для вычисления коэффициента \mathbf{C}_2 . Значение координаты \mathbf{Z}_1 также запишем в виде

$$|\mathbf{F}'| = \begin{pmatrix} \mathbf{Z}'_1 \\ \mathbf{Z}'_2 \\ \mathbf{Z}'_3 \\ \dots \\ \mathbf{Z}'_k \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Коэффициенты уравнения (4) также запишем в виде матрицы

$$|\mathbf{B}'| = (\mathbf{A}_2, \mathbf{B}_2, \mathbf{C}_2, \mathbf{D}_2, \mathbf{E}_2, \mathbf{G}_2). \quad (13)$$

Матрицы (11)–(13) используются для замены уравнения (4) на уравнение в матричной форме.

$$|\mathbf{F}'| = |\mathbf{R}'||\mathbf{B}'|. \quad (14)$$

Тогда по аналогии с вышеприведенным алгоритмом получим

$$|\mathbf{B}'| = |\mathbf{C}'^{-1}||\mathbf{R}'_t||\mathbf{F}'|. \quad (15)$$

Матрица (15) определяет значения коэффициентов для уравнения (4).

Часть первой поверхности и часть второй поверхности в случае, когда деформация получена именно от предполагаемой преграды, должны быть полностью сопрягаемы. Следовательно, должна быть область аргументов $\mathbf{Y}_* \leq \mathbf{Y}_1 \leq \mathbf{Y}_{**}$ и $\mathbf{X}_* \leq \mathbf{X}_1 \leq \mathbf{X}_{**}$, для которой разность $\mathbf{Z}_1 - \mathbf{Z}_2$ будет минимальна. Чем больше будет размах этой области изменения координат \mathbf{Y} и \mathbf{X} , тем бо-

лее достоверным является предположение о соответствии заявленных обстоятельств ДТП реальным событиям.

В качестве примера рассмотрим один из страховых случаев, произошедших с автомобилем ВАЗ 21074.

По объяснениям владельца автомобиля ВАЗ 21074, во время движения по главной дороге неожиданно с второстепенной дороги выехал автомобиль Митсубиси. Водитель автомобиля ВАЗ 21074, дабы избежать столкновения с другим автомобилем, совершил маневр влево, где и совершил столкновение с опорой. Водитель Митсубиси свою вину признал.

1. Проводим осмотр ТС.

2. Выбираем начало координат на опорной поверхности, на которой стоит автомобиль. Ось **Z** проходила через вертикальную плоскость перпендикулярно опорной поверхности.

На рис. 4 приведена фотография поврежденного автомобиля.



Рис. 4. Фотографии ТС с координатными осями

Таблица для рассматриваемого случая будет иметь следующий вид (табл. 3).

Таблица 3. Таблица координат экспериментальных точек на автомобиле

Номер точки	X, см	Y, см	Z, см
1	14	-8	61
2	13	-7	32
3	12	7	63
4	13	8	36
5	7	-5	49
6	2	3	42

Матрицы (4) и (5) будут иметь вид

$$|R| = \begin{pmatrix} 1 & 14 & -8 & 196 & 64 & -112 \\ 1 & 13 & -7 & 169 & 49 & -91 \\ 1 & 12 & 7 & 144 & 49 & 84 \\ 1 & 13 & 8 & 169 & 67 & 104 \\ 1 & 7 & -5 & 49 & 25 & -35 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 9 & 6 \end{pmatrix}. \quad (16)$$

$$|F| = (61, 32, 63, 36, 49, 42). \quad (17)$$

Проведя вычисления по приведенному выше алгоритму, получим следующее уравнение деформированной поверхности:

$$Z_1 = 240,33 + 76,161X + 42,324Y - 6,029X^2 + 5,44Y^2 - 3,63XY. \quad (18)$$

Графическое представление деформированной поверхности приведено на рис. 5.

На рис. 6 приведена фотография опоры, с которой произошло столкновение автомобиля. На фотографии указана расчетная система координат.

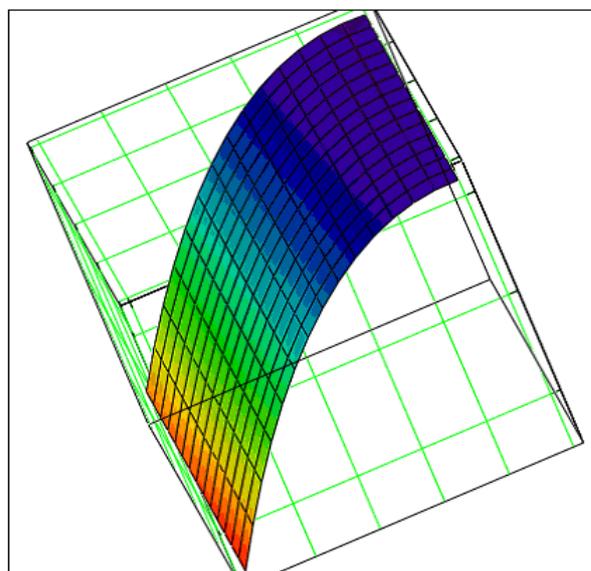


Рис. 5. Графическое представление части деформированной поверхности корпуса автомобиля ВАЗ 21070



Рис. 6. Фотография опоры

Для опоры таблица будет иметь следующий вид (табл. 4).

Таблица 4. Координаты поверхности опоры

Номер точки	X	Y	Z
1	5	8	62
2	4	-7	62
3	3	6	30
4	2	-5	30
5	4	7	42
6	3	-6	42

По аналогии с предыдущим получим следующее уравнение поверхности опоры:

$$Z_2 = 73,294 + 87,292X - 4,682Y - 23,622X^2 + 1,094Y^2 + 2,227XY. \quad (19)$$

Графическое представление части опоры приведено на рис. 7.

На рис. 8 приведено сопоставление этих поверхностей.

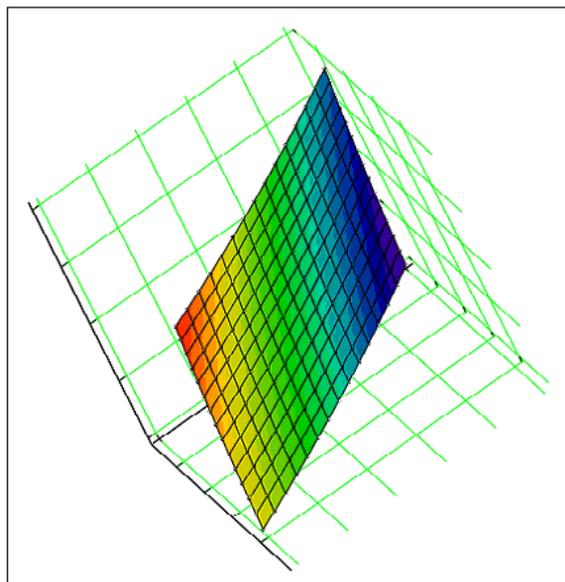


Рис. 7. Графическое представление части опорной поверхности, оказавшей деформированное воздействие на автомобиль

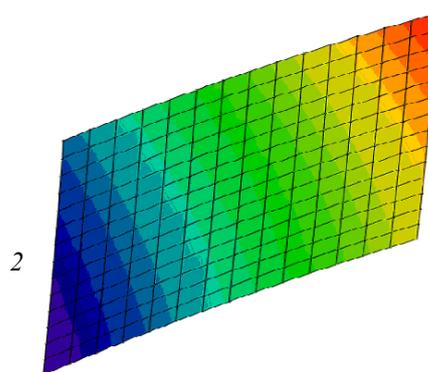
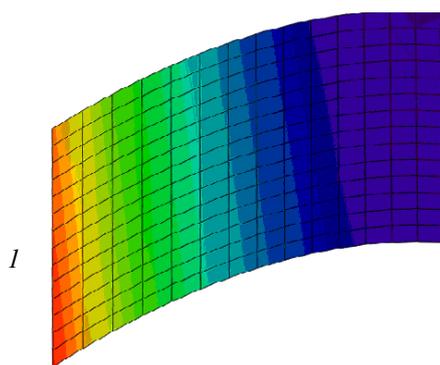


Рис. 8. Сопоставление деформированной поверхности (1) и поверхности опоры (2)

Как следует из сравнения поверхностей, модель поверхности опоры вписывается в модель деформированной поверхности автомобиля. Значит, для повреждений кузова автомобиля ВАЗ 21074 вполне возможно,

что они были получены от столкновения с рассмотренной выше опорой. Заявленные повреждения могут соответствовать заявленным событиям.

Изложенный выше метод «свободного вектора» позволяет построить уравнение любой гладкой поверхности более сложной, чем модели (3) и (4). Приведенный пример расчета коэффициентов в этих зависимостях основан на использовании относительно небольшого количества точек на этих поверхностях, количество которых равно количеству числовых коэффициентов в этих моделях. Однако для повышения адекватности математической модели необходимо значительно увеличить количество экспериментальных точек, причем они должны иметь более или менее одинаковую плотность распределения по поверхности, а само количество точек должно быть раза в 3-4 больше, чем количество числовых коэффициентов в математической модели, описывающей поверхность.

Выводы

Изложенный выше способ математического моделирования деформированной поверхности позволит и смоделировать поверхность объекта, который является преградой для столкнувшегося автомобиля, и получить ответ на вопрос о соответствии этих поверхностей друг другу. Но ответ на вопрос о времени получения тех или иных повреждений и деформаций автомобиля изложенный выше подход не дает. Время получения повреждений и деформаций автомобиля можно определить по цветовым оттенкам коррозионной корки, образованной на месте повреждений и деформаций автомобиля, как это предлагается в работах [7–9].

Библиографические ссылки

1. Паспортизация места ДТП: инженерные аспекты : монография / Д. Н. Буравов и др. ; под общ. ред. Н. П. Кузнецова. Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2013. 640 с.
2. Патент РФ на изобретение № 2276404. МПК G 06 F 19/00. Способ определения размеров дефектов автотранспортных средств при дорожно-транспортных происшествиях / К. А. Мельников. Заявл. 2004. 08. 19; опубл. 2006. 05.10.
3. Патент РФ на изобретение № 2114391. МПК G 01 C 7/04. Способ определения кривизны и уклонов профиля поверхности дорожного покрытия в двух различных направлениях, преимущественно в направлении движения автомобиля и в поперечном ему направлении /

Н. А. Лушников, Е. К. Власов, П. А. Лушников, В. В. Тимофеев, С. Н. Горшков, Л. И. Наумова, Г. Г. Тычинин. Заявл. 23.09.1996. Опубл. 27.06.1996.

4. Патент РФ на изобретение № 2121166. МПК G 09 B 23,04. Устройство для решения двухмерного уравнения Лапласа / И. Х. Мифтахутдинов. Заявл. 13.12.1995. Опубл. 27.10.1998.

5. Патент РФ на изобретение № 2374697. МПК G 09 B 23/04. Экспериментальный способ параметризации минимальных поверхностей со сложным контуром / Н. М. Якутов, Р. Г. Нуруллин, С. Н. Якулов, И. Х. Мифтахутдинов, Х. Г. Киямов. Заявл. 22.08.2007. Опубл. 27.02.2009.

6. Черепов В. И., Кузнецов Н. П., Гребенкин В. И. Идентификация силовых характеристик объектов машиностроения. М. : Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2002. 200 с.

7. Патент РФ на изобретение № 2460056. МПК B 62 D 101/00. Способ выявления мошенничества при инсценировке ДТП и устройство для его реализации / Н. П. Кузнецов, М. А. Тарасова, Р. А. Юртиков, П. Н. Кузнецов. Заявл. 31.05.2011. Опубл. 27.08.2012.

8. Кузнецов Н. П., Тарасова М. А. Страховое мошенничество и методы борьбы с ним // Интеллектуальные системы в производстве. 2009. № 2. С. 138–142.

9. Кузнецов Н. П., Тарасова М. А. Методика оценки факта мошенничества при инсценировке повреждений кузова // Вестник ИжГТУ. 2012. № 1 (53). С. 25–29.

References

1. Buravov D. N. i dr. (2013). *Pasportizatsiya mesta DTP: inzhenernyye aspekty* [Certification of the accident place: engineering aspects]. Izhevsk: Izd-vo IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova, 640 p. (in Russ.).
2. Mel'nikov K. A. (2004). *Sposob opredeleniya razmerov defektov avtotransportnykh sredstv pri dorozno-transportnykh proisshestviyakh* [Method of determining the size of defects in vehicles in road accidents]. Patent of the Russian Federation for invention № 2276404. Declared. 2004. 08, 19; Publ. 2006. 05. 10 (in Russ.).
3. Lushnikov N. A., Vlasov E. K., Lushnikov P. A., Timofeev V. V., Gorshkov S. N., Naumova L. I., Tychinin G. G. (1996). *Sposob opredeleniya krivizny I uklovov profilya poverkhnosti dorozhnogo pokrytiya v dvukh razlichnykh napravleniyakh napravleniyakh, preimushchestvenno v napravlenii dvizheniya avtomobilya i v poperechnom emu napravlenii* [Method for determining the curvature and slopes of the surface profile

of a pavement in two different directions, mainly in the direction of the vehicle's movement and in its transverse direction]. Patent of the Russian Federation for invention № 2114391. IPC G 01 C 7/04. Declared. 09.23.1996. Publ. 06.27.1996 (in Russ.).

4. Miftakhutdinov I. Kh. (1998). *Ustroystvo dlya resheniya dvukhmernogo uravneniya Laplasy* [Device for solving the two-dimensional Laplace equation]. Patent of Russian Federation for invention № 2121166. IPC G 09 V 23/04. Declared. 13.12/1995. Publ. 10.27.1998 (in Russ.).

5. Yakutov N.M., Nurullin R.G., Yakulov S.N., Miftakhutdinov I. Kh., Kiyamov Kh. G. (2009). *Eksperimentalnyy sposob parametrizatsii minimalnykh poverkhnostey so slozhnym konturom* [Experimental method for parameterization of minimal surfaces with a complex contour]. The patent of the Russian Federation for the invention № 2374697. IPC G 09 B 23/04. Declared. 22.08.2007. Publ. 27.02.2009 (in Russ.).

6. Cherepov V. I., Cherepov V. I., Kuznetsov N. P., Grebenkin V. I. (2002). *Identifikatsiya silovykh kharakteristik obyektov mashinostroyeniya* [Identification of power characteristics of engineering objects]. Moscow; Izhevsk: Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika, 200 p. (in Russ.).

7. Kuznetsov N. P., Tarasova M. A., Yurtikov R. A., Kuznetsov P. N. (2012). *Sposob vyyavleniya moshennichestva pri instsenirovke DTP i ustroystvo dlya ego realizatsii* [The way of using fraud in the staging of an accident and the device for its implementation]. The patent of the Russian Federation for the № 2460056. IPC B 62 D 101/00. Declared. 05.31.2011. Publ. 27.08.2012 (in Russ.).

8. Kuznetsov N. P., Tarasova M. A. (2009). *Intellektualnyye sistemy v proizvodstve* [Intellectual systems in production], no. 2 (14). Pp. 138-142 (in Russ.).

9. Kuznetsov N. P., Tarasova M. A. (2012). *Vestnik IzhGTU* [Herald of IzhSTU], no. 1 (53). Pp. 25-29 (in Russ.).

Mechanical Deformations of the Vehicle Casing as a Criterion of Falsification of Road Transport Accident

I. V. Grakovich, Region director, "Multinet" group company (of Africa), Moscow, Russia

N. P. Kuznetsov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

V. V. Kulagin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

The paper deals with the mechanisms for revealing the facts of fraud in the registration of road accidents which are caused by the falsification of its circumstances because of technical reasons, in particular, by falsifying the circumstances of obtaining mechanical damages by a car body. The paper analyzes the signs of this kind of fraud. The problems of identifying such types of fraud and fraud detection mechanisms are considered. It is proposed to consider the mismatch of the geometry of the surfaces of the damages recorded in the inspection report to the circumstances of the accident to be the main recognizing criterion for this type of fraud. In view of the complexity of the geometry of the deformation surface, even determining the degree of damage is a difficult task. To solve this problem, the method of testing deformation can be used, when their displacements are determined after the application of characteristic forces to the reference points. However, this method is technically complex and very inaccurate. There is also a method for making a mathematical model of a complex geometric surface using the so-called spline function of the second kind, which, however, has very great mathematical difficulties. The paper discusses the method for mathematical modeling of complex surfaces based on the use of matrix algebra. Three-dimensional models of complex surfaces are specified in the form of second-order polynomial models, for which the coefficients before the arguments are determined by mathematical processing of the coordinates of the array of reference points, which exceed by 3-4 times the number of coefficients in the model. In this case, the surface of the deformed body must completely mate with the surface of the proposed body in the area of contact with the colliding body. That is, there must be an area of arguments for the first and second surface for which the difference of the equations of these surfaces along the same coordinate, for example, Z-coordinate, will be minimal. The larger the scope of change in coordinates X and Y is, the more reliably the reported circumstances of the accident correspond to actual events. The paper gives an example of an assessment of the possibility of falsification of a real road accident.

Keywords: road traffic safety, road traffic accident, falsification of road accidents, car body deformation, criterion of reliability of mechanical damages for the fixed circumstances of road accidents.

Получено: 19.05.18