

Ж 629.113

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ БАЗЫ МАШИН ИНЖЕНЕРНОГО ВООРУЖЕНИЯ

А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело

БНТУ

В статье рассмотрены основные принципы технического осмотра автомобильного транспорта. Рассмотрены методы диагностирования основных систем автомобилей при проведении периодического технического осмотра. Проведен анализ диагностического оборудования, поступающего на рынок Республики Беларусь.

In article given the basic principles of motor transport diagnosis are considered. The analysis of problems solved by the periodical motor transport checkup at the Republic of Belarus is carried out. The nomenclature of diagnostic equipment going into the market of the Republic of Belarus is described.

Парк машин инженерного вооружения Вооруженных Сил Республики Беларусь укомплектован техникой, монтируемой на базовых автомобильных шасси [1], [2], [3] частично устаревших модификаций, требующих существенных затрат для поддержания боеготовности.

Диагностирование технического состояния автомобильной базы машин инженерного вооружения является важнейшим направлением, определяющим необходимость, очередность и трудоемкость ремонтных воздействий. В Республике Беларусь диагностирование подвижного со-

става автомобильного транспорта проводится в рамках государственного технического осмотра, основные положения которого могут быть внедрены в механизированных подразделениях Вооруженных Сил.

Техосмотр в республике осуществляется предприятиями на специализированных линиях диагностики. Линия представляет собой отгороженную и специально размеченную площадку, оборудованную как минимум смотровой канавой, роликовым тормозным стендом, горизонтальной площадкой с прибором проверки света фар, га-

зоанализатором (для бензиновых двигателей) и дымомером (для дизелей), люфтомером рулевого управления, прибором контроля светопропускания стекол, штангенциркулем, хронометром, компьютерной системой учета и обработки информации. Обязательным требованием также является наличие в помещении вентиляции и системы местной вытяжки отработанных газов.

В настоящее время в стране нашли применения диагностические линии производства России и Германии, встречается несколько линий производства Италии. У каждого производителя имеются свои особенности оборудования.

Российские производители предлагают диагностические линии, классифицируемые как стационарные, мобильные и передвижные. Особенностью передвижных диагностических линий является применение вместо роликового тормозного стенда инерционного прибора контроля замедления автомобиля, таким образом, стендовые испытания тормозной системы заменяются дорожными.

В РБ практика применения передвижных линий диагностики отсутствует.

Мобильные линии представляют собой платформу-контейнер со смонтированным на ней тормозным стендом, аппаратами для заезда автомобилей на стенд и боксом-оффисом, в котором размещается рабочее место оператора. Для развертывания мобильной линии диагностики достаточно ровной площадки соответствующего размера. Мобильная линия требует наличия дополнительного поста со смотровой ямой, который располагается, как правило, в непосредственной близости от места установки контейнера. В то же время распространена практика установки таких линий на территории автотранспортных предприятий, при этом в качестве смотровой ямы используется канава на КПП предприятия.

Популярность мобильных линий в первую очередь заключается в относительно небольших затратах на установку линии, поскольку в этом случае имеется возможность сэкономить на строительных работах. Однако установка оборудования под открытым небом делает его более подверженным атмосферному воздействию. В связи с этим намечается тенденция по переноске мобильных линий через 1–2 года эксплуатации в специально возводимые для них помещения; строительные работы при этом ведутся параллельно с работой линии под открытым небом, что финансово выгодно предприятиям. Непосредственно переноска со всеми сопутствующими

процедурами (в том числе калибровка и аттестацией) занимает несколько дней.

По способу установки тормозного стенда стационарные линии делятся на линии с роликовыми роликами и с напольной установкой. В первом случае перед монтажом стенда в помещении выполняется приямок, в который закладывается закладная рама. После застывания бетона на раму опускается непосредственно тормозной стенд. Соединение стенда с силовым шасси осуществляется посредством кабелей, прокладываемых в забетонированных в пол трубах.

При напольной установке рама стенда непосредственно устанавливается на пол помещения и закрепляется на нем анкерными болтами. В этом случае для заезда автомобиля на стенд также применяются аппарели. Кабели закрепляются на полу и накрываются металлическим защитным кожухом. Этот вариант менее распространен в РБ, поскольку стоимость изготовления при этом значительно ниже общей стоимости строительных работ при подготовке помещения в целом, в то же время не намного выше стоимости электротехнических работ.

Основой любого тормозного стенда является роликовая установка, которая состоит из следующих составных частей (рис. 1): рамы 1, электродвигателей 3, понижающих редукторов 4, приводных роликов 2, датчиков веса 9, датчиков тормозной силы 5, следящего ролика 6, датчиков вращения колеса 8 и датчиков скорости 7 автомобиля 9.

Для приведения колес автомобиля во вращение применяются приводные ролики. Одной из главных их характеристик является наличие специального покрытия, которое должно, с одной стороны, обеспечивать хорошее сцепление с шинами автомобиля при любых погодных условиях эксплуатации, с другой быть достаточно износостойким и с третьей, не повреждать шины автомобиля. Немецкие тормозные стенды фирмы «MAGNETROL» имеют специальное рельефное каплеобразное покрытие из стали. «Cartec», Германия, разработала покрытие, напоминающее по фактуре среднезернистый асфальтобетон, содержащее корунговую крошку, и достаточно долговечное. «MAGNETROL», Россия, предлагает цельнометаллические ролики с профрезерованными на них продольными и спиральными канавками, в результате поверхность роликов получается покрытой ступами высотой 6...8 мм и частотой 12...15 шт./мм, после чего металл роликов подвергается выжиганию температурной закалке.

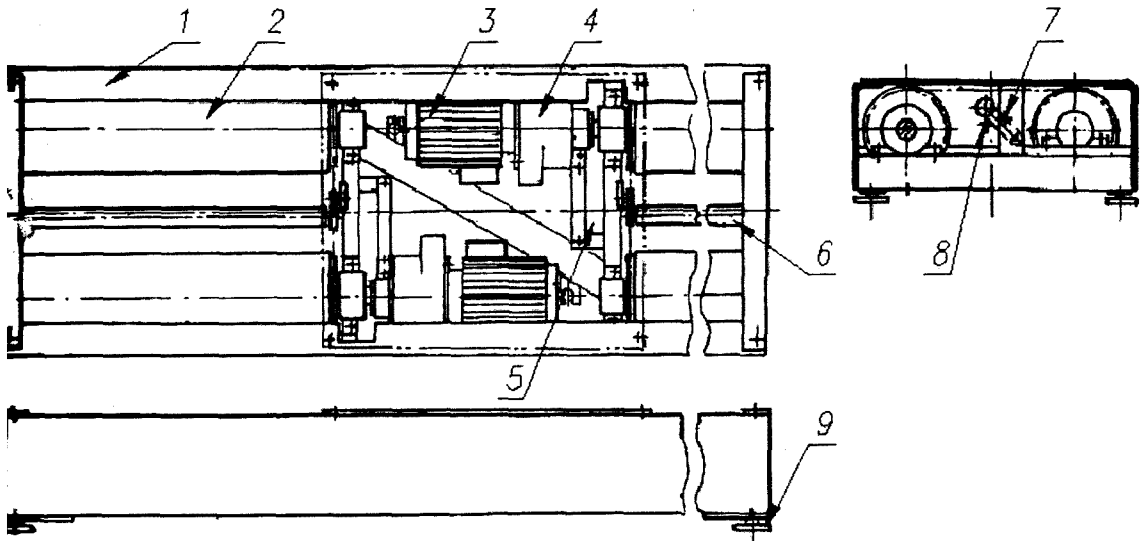


Рис. 1. Роликовая установка тормозного стенда:

- 1 – рама роликовой установки; 2 – ролик приводной; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор;  
5 – датчик тормозного усилия; 6 – ролик следящий; 7 – датчик наезда колеса;  
8 – датчик проскальзывания колеса; 9 – датчик веса

привода роликов в движение применяют синхронные двигатели переменного тока с замкнутыми роторами. Редуктор непосредственно устанавливается на корпус двигателя.

Мощность двигателя зависит от грузоподъемности стенда: так, для стендов с нагрузкой 3 т на каждый борт устанавливается 3,5 кВт двигателя, 10 т – 7,5 кВт, 13 т – 8,3 кВт.

Измерение тормозной силы осуществляется с помощью тензодатчика, закрепляемым на корпусе мотор-редуктора. Концы датчика опираются на раму стенда.

Поскольку стенд осуществляет вращение одной оси автомобиля, проверка транспортных средств с неразблокируемым межосевым дифференциалом требует специального режима. В этом случае одно из колес оси вращается вперед, второе реверсируется.

Во всей нормативной документации основным параметром стендовых испытаний, характеризующим тормозную систему, является удельная тормозная сила, равная отношению суммы тормозных сил колес ТС к его весу. До недавнего времени норматив на удельную ТС в РБ составлял 0,5, что доставляло огромные проблемы станциям диагностики (только ролики с асфальтообразным покрытием могли обеспечить суммарный коэффициент сцепления с резиной на уровне 0,64). В настоящее время введен в действие новый СТБ, согласно которому достаточным является удельная ТС величины 0,5.

Для расчета удельной тормозной силы необходимо осуществить взвешивание оси автомобиля. Для этого между рамой тормозного стенда и опорными поверхностями приемки устанавливаются тензодатчики веса. Рама стенда опирается на 4 тензодатчика. «Cartec» и «НовГАРО» устанавливают балочные тензодатчики, «Мета» – цилиндрические. В настоящее время преимущественное распространение получили стенды, датчики веса которых монтируются непосредственно на раму стенда (рис 1).

Также важным параметром тормозной системы, непосредственно влияющим на безопасность движения, является коэффициент неравномерности тормозных сил оси. Существуют разные методики определения его величины.

«Cartec» применяет метод стоп-кадра, просто рассчитывая коэффициент неравномерности по значениям тормозных сил в момент блокировки одного из колес автомобиля. При этом срабатывание одного из датчиков проскальзывания дает команду стенду обесточить оба двигателя привода роликов. Эта методика принята на территории РБ.

Практически любой стенд оснащается силовым шкафом, в котором располагается электроника стенда, низковольтные реле управления и развязки и система пускателей электродвигателей стенда, а также реле тепловой защиты цепей.

Как правило, тормозные стенды работают под управлением персонального компьютера. Это позволяет протоколировать измерения, делать рас-

печатки результатов, хранить осмотры в базе, а работа компьютера в диалоговом режиме упрощает процедуру диагностики и делает ее более комфортной. В то же время персональный компьютер может оказаться, уязвим в условиях производственных помещений (температурный режим, влажность, запыленность и задымленность и проч.)

Немецкие стенды в связи с этим доступны в модификациях без персонального компьютера. В качестве устройства ввода информации в этом случае применяются специальные кнопочные станции и радио- либо инфракрасные пульты дистанционного управления, в качестве устройств вывода – лампы, графические табло и стрелочные индикаторы.

В зависимости от величины силы, приложенной к тензодатчику, последний деформируется. Величина деформации строго прямо пропорциональна приложенной силе на всем интервале измерений, это обеспечивается качеством металла и формой сечения датчика. Посредством тензорезисторов деформация датчика преобразуется в изменение электрического тока, которое усиливается операционным усилителем датчика и оцифровывается.

В ходе калибровки создается внешнее воздействие строго определенной величины на калибруемый датчик, и рассчитывается такой калибровочный коэффициент, чтобы отображаемые компьютером (либо информационным табло) результаты расходились с величиной воздействия не более, чем на величину погрешности. Погрешность регламентируется паспортом стенда и зависит от его класса точности. Для создания воздействия применяются различные методы: установка груза, применение винтовых либо гидравлических домкратов. В последних двух случаях для контроля величины создаваемого усилия применяются поверочные динамометры класса точности как минимум на 1 выше, чем сам стенд. В комплекте стенда как правило идут калибровочные приспособления, позволяющие воздействовать строго на элемент, соединенный с калибруемым

датчиком, и позволяющие устанавливать на нажимное устройство и образцовый динамометр.

Принципиальная схема калибровки датчика веса показана на рис. 2, датчиков тормозной силы на рис. 3.

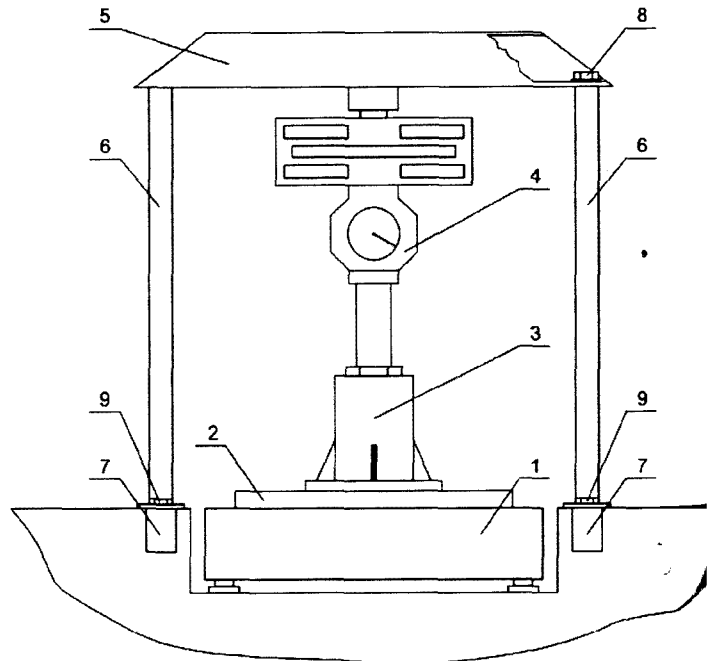


Рис. 2. Схема калибровки датчиков веса:

1 – установка роликовая; 2 – плита опорная; 3 – домкрат гидравлический; 4 – динамометр образцовый; 5 – балка опорная; 6 – стойка; 7 – закладной брусок (для стационарных) либо (для напольных); 8, 9 – болт

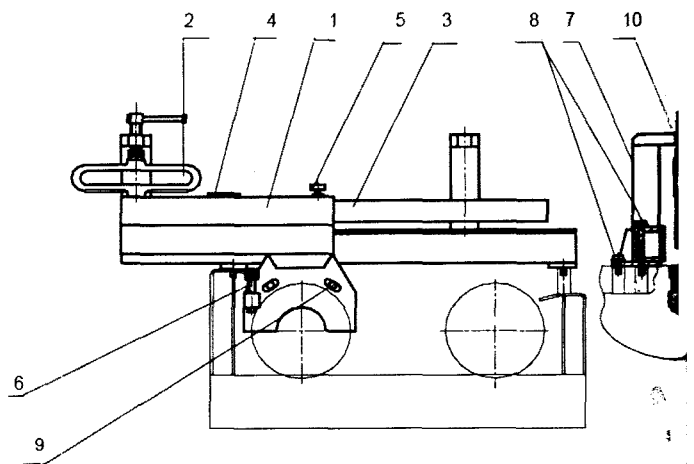


Рис. 3. Схема калибровки датчиков тормозной силы:

1 – рычаг нажимной; 2 – динамометр образцовый; 3 – противовес; 4 – индикатор уровня; 5 – винт стопорный; 6 – винт регулировочный; 7 – балка; 8, 9 – болт; 10 – винт нажимной

любого тормозного стенда программа как минимум обязательно образом защищается паролем. Это необходимая мера, так как диагност, «пропустив» ту или иную машину с неисправной тормозной системой, имея доступ к базовым коэффициентам, имеет возможность это сделать.

Основными режимами работы тормозного стенда являются: взвешивание, просушка, экстренное торможение, торможение с частичной нагрузкой, торможение с полной нагрузкой, торможение стояночной системой, вспомогательной стояночной (при их наличии) и выезд со стенда. При взвешивании стенд ожидает 3–5 с, пока показания показаний датчиков веса полностью прекратятся, после чего регистрирует их положение, которое во всех последующих режимах является статическим весом оси и участвует в расчете удельных тормозных сил. При заезде автомобиля (особенно это касается грузовых автомобилей с большим диаметром колес) возможно многократное срабатывание датчиков наезда. В программе НПФ «Мета» для предотвращения этого эффекта имеется специальный таймер сброса по умолчанию 3 с).

Режим просушки присутствует у стендов НПФ «Мета», где он объединен с режимом взвешивания и потому обязателен. Торможение в этом режиме проводится с интенсивностью, выделенной диагностом на его усмотрение, не обязательно до конца, время торможения составляет 1–30 с, данные тормозных сил и усилия на педали отображаются на экране компьютера, но нигде не протоколируются.

Экстренное торможение предназначено для определения времени срабатывания тормозной системы. При этом засекается время от приложения ненулевого усилия к педометру (нажатие педали на педометре у стендов НПФ «Мета») до блокировки каждого из колес оси. В случае, если блокировка не произошла, поведение стенда задается от его программы. Стенды «Мета» могут в этом случае возвращать незавершенный режим взвешивания.

Режим частичной нагрузки позволяет оценить работоспособность в первую очередь тормозных барабанов (или дисков). При этом диагност, начав плавное нажатие на педаль, получает команду прекратить приложения усилия на педали, и тормозные силы измеряются на протяжении 3...8 с в этом режиме. Измеряется амплитуда пульсации тормозных сил на каждом из колес. В зависимости от программы стенда в конце диагност получает команду

либо затормозить до блокировки колес, либо отпустить педаль.

Полная нагрузка является основным режимом проверки тормозных систем. По команде оператор плавно темпом 3...5 с нажимает педаль до блокировки колес (или до упора). Измеряются абсолютные значения тормозных сил, удельные тормозные силы и коэффициент неравномерности. Режимы проверки стояночной, аварийной или запасной систем не отличаются от режима полной нагрузки, за исключением того, что диагност воздействует на разные органы, и данные заносятся в разные поля протокола. Режим выезда включает ролики, помогая ведущей оси автомобиля покинуть ролики без рывка и перегазовки. Кроме роликового блока тормозные стенды могут комплектоваться различным дополнительным оборудованием.

Тестер подвески представляет собой две пластины, опирающиеся на тензодатчики. К пластинам жестко присоединены электродвигатели, на валах которых укреплены дисбалансы. При включении питания двигателей пластины интенсивно раскачиваются до частоты порядка 25 Гц, после чего питание отключается, и двигатели еще какое-то время вращаются по инерции, плавно сбавляя частоту вращения (и соответственно, частоту колебаний пластин). В это время по показаниям датчиков строится кривая динамического веса автомобиля. Данный тест позволяет быстро и качественно оценить состояние упругих элементов подвески и амортизаторов.

Тормозные стенды фирмы «MaHa» (Германия) также могут быть дополнительно оборудованы тестером калибровки спидометра. Он представляет собой пару свободно вращающихся барабанов, частота вращения которых считывается бесконтактным индукционным датчиком. В связи с необязательностью данных проверок популярность стендов с данным оснащением в РБ весьма низка.

Помимо роста числа станций диагностики автомобилей улучшается оснащенность диагностическим оборудованием станций технического обслуживания автомобилей. Так, при проверке двигателей внутреннего сгорания находят широкое применение многокомпонентные газоанализаторы (измерение содержания CO, CH, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO-соединений, коэффициента избытка воздуха λ), дымомеры для дизельных двигателей, электронные стробоскопы, мотор тестеры. Так, мотор-тестер МЗ-2 производства РБ, выполненный в корпусе персонального компьютера, позволяет

измерять до 40 параметров работы как бензиновых, так и дизельных двигателей, работать как с однокатушечной, так и с многокатушечной системой зажигания. По осциллограммам и гистограммам, выводимым на жидкокристаллический дисплей прибора, можно получить представление о характере горения искры на свече, характере горения топлива в цилиндре, компрессии, точности срабатывания автоматики и углах опережения зажигания, замкнутого состояния контактов прерывателя, пульсации напряжения в бортовой сети автомобиля, эффективной мощности двигателя, сопротивлению проворачиванию коленчатого вала при заблокированном зажигании. Мотор-тестер также имеет возможность подключения модуля для работы с электронными контроллерами системы впрыска автомобилей российского и немецкого производства. Возможна стыковка с компьютером для сохранения измеренных данных в специальной базе.

Похожими возможностями обладает комплекс авто диагностики КАД-400 производства ПКФ «Гаро» (Россия). Мотор-тестер комплекса является отдельным модулем, подключаемым к компьютеру. Туда же подключается сканер кодов итальянской фирмы «BrainVee» и газоанализатор.

В связи с появлением на дорогах Беларуси новых автомобилей с бортовыми компьютерами необходимы специальные устройства и методы диагностирования данных автомобилей. Как правило, бортовые компьютеры имеют большое число алгоритмов самодиагностики, и необходим лишь инструмент для считывания данных с них.

Машины 1990...1995 годов выпуска оснащались так называемой системой «мигающих кодов». Установив перемычку в специальный разъем и включив зажигание, можно было считать коды неисправностей по миганию специальной лампочки на приборной панели автомобиля. Список кодов неисправностей современных автомобилей содержит несколько сотен позиций.

Диагностирование электронных систем автомобилей выпуска 1995 года и моложе производится только с помощью специальных сканеров. Сканер представляет собой компьютер с подключенным к нему адаптером. Адаптеры различаются в зависимости от марок автомобилей. Универсальные сканеры имеют в комплекте до 30 различных адаптеров.

В качестве компьютера для данного сканера может выступать как обыкновенный компьютер (настольный или типа «Ноутбук»), так и карманный типа «Palm», управляемый посредством

прикосновения пером к специальной сенсорной панели. Как правило, универсальные сканеры (фирм «Carman», «Launch» – Корея) представляют собой прибор, сделанный на базе карманного компьютера, собранного в ударозащищенном корпусе и подключаемого к бортовой сети автомобиля. Специальным шнуром через соответствующий переходник сканер подключается к диагностическому разъему. Диагност выбирает тип автомобиля, при необходимости тип диагностического интерфейса (в которых автомобилях они различны для разных лет выпуска), диагностируемую систему (электронный контроллер двигателя, автоматическая коробка перемены передач, антиблокировочная система тормозов, система контроля устойчивости автомобиля, система управления подушками безопасности, кондиционер, пропановая система). Далее, когда подключена соответствующая система произведено, диагност может считывать коды неисправностей в данной системе (как правило, сразу же с расшифровкой) и удалить их из памяти контроллера, просмотреть измеряемые параметры (для двигателя – частоту вращения, время открытия форсунок впрыска, положение педали газа, положение датчика расхода воздуха, коэффициент избытка воздуха и т.д.; для антиблокировочной системы тормозов – частоту вращения каждого из колес, и т.д.). Задавая различные режимы работы, и просматривая показания соответствующих датчиков, диагност в состоянии определить параметры работы систем и выявить те или иные неполадки. Сканер выводит не только текстовую информацию и графики, гистограммы; с его помощью можно изменить некоторые константы, скорректировать параметры самой характеристики системы.

Одним из недостатков данного метода является наличие огромного числа интерфейсов диагностики. Несколько лет назад каждый производитель придерживался своего уникального интерфейса (особенно хорошо эта тенденция претерпевается у автомобилей «Мерседес» и «BMW»). В последние годы эти интерфейсы вытеснены универсальным – OBD и его более поздней модификацией OBD II. В последние годы практически все автомобили европейского и японского производства оснащены этим интерфейсом.

Поскольку совершенствование электронных систем управления идет весьма быстро, наблюдается интенсивное устаревание программных интерфейсов диагностики. Чтобы сканер, ку

несколько лет назад, был приспособлен для установки самых новых автомобилей, необходимо регулярно обновлять его программу. Для этого в настоящее время, все сканера оснащаются новыми картами флэш-памяти, на которые при помощи компьютера переписать новую версию программы. Достать эту версию можно через сеть Интернет. К сожалению, стоимость обновлений все еще остается на весьма высоком уровне.

При использовании в качестве сканера персонального компьютера, основную ценность представляет именно программный продукт. Адаптер подключается к последовательному порту компьютера.

Следует отметить и то, что в настоящее время белорусской промышленностью выпускается и ряд диагностических приборов старого образца, например, прибор проверки карбюраторов, свечей зажигания, проверки и регулировки дизельных насосов, динамометр для проверки натяжения вентилятора, бензиновый и дизельный компрессометры, аккумуляторные пробники. В связи с большим количеством старых машин, все еще находящихся в эксплуатации, и наличием большого производственных мощностей для их ремон-

та спрос на данные примитивные приборы диагностики есть, и они продолжают выпускаться.

Существующая в настоящее время номенклатура диагностических приборов позволяет осуществлять качественную и всестороннюю диагностику автомобилей необходимой глубины. Многие из приборов достаточно просты по конструкции, и промышленность РБ в состоянии наладить их выпуск. В связи с ростом и обновлением парка автомобилей базы машин инженерного вооружения требуется обновление данных приборов, что обуславливает постоянный спрос на них.

#### Выводы

В Республике Беларусь накоплен большой опыт диагностирования и проведения технических осмотров автомобильного транспорта, обеспечивающих поддержания парка автомобилей любой формы собственности в исправном состоянии.

Внедрение разработанных методов диагностики технического состояния автомобильной базы машин инженерного вооружения в подразделениях Вооруженных Сил Республики Беларусь позволит повысить боеспособность механизированных подразделений.

#### Литература

- Бородин, Н.Г. Машины инженерного вооружения. Часть 4. Базовые изделия: учебник для курсантов военных училищ инженерных войск / Н.Г. Бородин, А.В. Ольшанский, Н.Ф. Федотов, и др. Под ред. Н.Г. Бородина. – М.: Военное издательство, 1987 – 432 с.
- Малышев, А.А. Полноприводные автомобили КраЗ. / А.А. Малышев, В.М. Круговой, И.Н. Румшевич. – Минск: Транспорт, 1975. – 304 с.
- Автомобиль ЗИЛ-131 и его модификации: техническое описание и инструкция по эксплуатации / Воениздат, 1980 г. – М.: Военное издательство, 1983. – 296 с.