

УДК 629.03

Совершенствование системы испытаний шин как главное направление улучшения их эксплуатационных свойств

С.И. Медведицков

Бобруйский филиал Белорусского государственного экономического университета, ул. Социалистическая 90, Бобруйск, Беларусь
medsim@rambler.ru

Статья поступила 12.10.2013, принята 15.01.2014

Во времена СССР ФГУП «НИИШП», прежде чем внедрять вновь разработанные шины в серийное производство на шинные заводы, отправлял их для проведения эксплуатационных испытаний в различные регионы СССР. Таким образом определялись показатели надежности, экологичности, безопасности в реальных конкретных условиях эксплуатации. В случае выявления дефектов шины дорабатывались и только после этого рекомендовались для постановки на производство. После распада СССР шинные заводы получили самостоятельность, и схема постановки шин на серийное производство изменилась. В статье проведен анализ современных подходов к испытанию шин, при этом отмечено, что в настоящее время предъявляются более высокие требования к испытательному оборудованию и разработке современных методик испытаний во всей гамме выпускаемых шин.

Ключевые слова: пневматическая шина, качество, Правила ЕЭК ООН, испытания, лабораторно-дорожные, ускоренно-дорожные, эксплуатационные, сцепление, сопротивление качению.

Improvement of the tires test system as the main direction of improvement of the tires performance characteristics

S.I. Medveditskov

Bobruisk branch of Belarusian State Economic University, 90 Socialisticheskaya St., Bobruisk, Belarus
medsim@rambler.ru

Received 12.10.2013, accepted 15.01.2014

At the USSR times, Federal Unitary Enterprise «Research Institute of Tire Industry» sent newly developed tires to conduct operational tests to various regions of the USSR, before implementing them into serial production at tire factories. Thus, indicators of reliability, environmental friendliness, safety in real specific conditions were defined. In case of defects, tires were worked further and only then they were recommended for putting into production. After the collapse of the USSR tire factories got independence, and staging scheme for mass production of tires changed. So, the article deals with analysis of current approaches to tire tests. It should be emphasized that higher requirements are raised to the test equipment and the development of modern testing methods within the full range of tires produced.

Keywords: pneumatic tire, quality, UNECE Regulation, tests, laboratory-road tire properties, rapidly-road tire properties, performance tire properties, grip, rolling resistance.

Введение. Проблемы качества и конкурентоспособности продукции носят в современном мире универсальный характер. От того, насколько успешно они решаются, многое зависит в экономической и социальной жизни любой страны, практически любого потребителя. Объективно фактором, объясняющим многие глубинные причины наших экономических и социальных трудностей, снижающихся темпов экономического развития за последние десятилетия, является качество выпускаемой продукции. Проблема повышения качества продукции актуальна для любого предприятия, особенно на современном этапе, когда в повышении эффективности производства все большее значение играет фактор «качество – продукция», обеспечивающий ее конкурентоспособность. Чтобы успешно решать эту проблему, необходимо ее хорошо знать. По-

этому необходима всесторонняя и качественная оценка качества продукции.

Как известно, оценка технического уровня продукции основана на сравнении показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями показателей и установлении соответствия их мировому, региональному, национальному или отраслевому уровню. Исходя из этого следует, что при разработке новых видов продукции необходимо изучить рынок конкурентов и после тщательного анализа выбрать эталон для разработки, проведения всесторонних испытаний шин и последующего внедрения их в производство, поэтому все испытания носят сравнительный характер. Очень важно при разработке и проведении испытаний, какой выбрать эталон, чего хочет предприятие – то ли иметь продукцию, соответствующую мировому уров-

ню, то ли отчитаться перед вышестоящим руководством о внедрении.

Раньше, во времена СССР, ФГУП «НИИШП» для оценки качества шин всех предприятий отрасли базировался на традиционной и эффективной системе испытаний, которая характеризовалась обязательностью участия в этом процессе всех предприятий отрасли и включала:

- схему построения системы, которая предусматривала регулярность проведения всех видов испытаний серийно выпускаемых шин с всесторонним анализом результатов испытаний («Ежеквартальный анализ»; «Ежегодные отчеты по результатам эксплуатационных испытаний» и др.);

- обобщенную оценку деятельности всех предприятий и деятельность отдельных предприятий и их руководителей;

- стандартизированный подход и требования к приемочным испытаниям новых шин комиссией на самом высоком уровне с обязательным участием руководителей смежных отраслей;

- постоянный контроль со стороны руководителей отрасли за развитием и совершенствованием испытательной базы отрасли и совершенствованием методологии испытаний шин.

ФГУП «НИИШП» работал по следующей схеме:

проектирование + разработка + изготовление опытного образца + предварительные испытания + эксплуатационные испытания + приемочные испытания + квалификационные испытания + постановка на производство.

Как следует из этой схемы, после разработки и изготовления новых опытных образцов для внедрения их в серийное производство на шинные заводы ФГУП «НИИШП» отправлял шины для проведения эксплуатационных испытаний в различные регионы СССР.

Тем самым определялись показатели надежности, экологичности, безопасности в реальных конкретных условиях эксплуатации. Достоинством метода опытной эксплуатации является высокая точность и достоверность значений показателей качества, для шин это ходимость до полного износа рисунка протектора. Недостатком этого метода является длительное время от разработки опытного образца до постановки на серийное производство. Однако практически все зарубежные фирмы используют этот метод. Тем самым подтверждается высокое качество изготовления импортных шин по сравнению с шинами стран СНГ.

После распада СССР сложившаяся система испытаний полностью развалилась, бывшие предприятия шинной промышленности получили самостоятельность. Все шинные заводы для ускорения внедрения новых образцов в серийное производство исключили эксплуатационные испытания, базирясь только на результатах стендовых и лабораторно-дорожных испытаний. На тех предприятиях, где руководство заводов в достаточной степени уделяло внимание испытаниям, начали проводить ускоренно-дорожные испытания.

Однако на фоне распада СССР мировые шинные фирмы постоянно развивали свои потенциалы как в постоянном совершенствовании эксплуатационных свойств шин – это создание «зеленых шин», внедрение

«безопасных шин», – так и в развитии исследовательской и испытательной базы, это современные испытательные стенды, шинные полигоны. К примеру, фирма «Мишлен» на сегодняшний момент имеет испытательный центр, на котором работают около 2500 человек, имеются современные испытательные стенды и испытательные автомобили.

Глобальный рынок постоянно требует повышения эксплуатационных свойств автомобиля, которые невозможны без существенного улучшения характеристик шин. В связи с этим мировая техническая общность постоянно стремится фиксировать и стандартизировать уровень норм на важнейшие показатели шин. Примером может служить обязательное выполнение принятых Европейской экономической комиссией Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) Правил № 117 [3], помимо ранее утвержденных испытаний шин по Правилам №№ 30, 54, 75, 106, 108, 109.

Правила № 117 ЕЭК ООН законодательно закрепляют требования в отношении шума шин при качении, сцепления на мокрых дорожных покрытиях и сопротивления качению. Первым видом дорожных испытаний, вошедших в систему Правил ЕЭК ООН, являются испытания шин на шумообразование, которые предусмотрены в Дополнении 3 Правил № 117 ЕЭК ООН и включают спецификации на измерительные приборы, условия и метод измерения, чтобы получить определенный уровень шума комплекта шин, смонтированных на испытательном транспортном средстве, движущемся по заданному дорожному покрытию. Максимальный уровень звукового давления должен регламентироваться дистанционными полевыми микрофонами, когда испытательное транспортное средство движется накатом по инерции. Окончательный результат получают из анализа линейной регрессии. Требования к дорожному покрытию должны соответствовать стандарту ISO 10844-1994 и учитывать текстуру, пористость, коэффициент звукопоглощения, однородность покрытия.

Второй вид дорожных испытаний шин, включенных в систему Правил ЕЭК ООН, это метод для измерения сцепления на мокрых покрытиях. Этот вид испытаний приводится в Дополнении 5 Правил № 117 ЕЭК ООН. Проведенный обзор Правил № 117 осуществлен с целью показать, что методы по оценке шумообразования шин и измерения сцепления на мокрых покрытиях являются сложными. Для осуществления этих методов требуются специальное оборудование, специальные дороги с эталонной дорожной поверхностью, высокий уровень исполнителей, проводящих испытания, эталонные шины, и поэтому они не могут быть реализованы в обычных условиях шинных заводов стран СНГ.

Кроме того, при планировании испытаний, необходимо учитывать существенное климатическое ограничение при проведении испытаний. В настоящее время ведущие европейские фирмы «Мишлен» и «Континенталь», имеют свои полигоны и проводят испытания всех видов, включая и эти, в то время как отечественные шинные предприятия, не имея такой испытательной базы, вынуждены обращаться на специализированные испытательные центры. В рамках СНГ реализация этих методов возможна, целесообразна и эффективна

только на специализированной базе НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ», г. Дмитров Московской области.

Последний основной вид испытаний, который включен в Правила № 117 ЕЭК ООН, это методика на определение сопротивления качению шин. Этот метод широко известен и используется практически всеми профильными фирмами мира и шинными предприятия стран СНГ.

Указанные Правила значительно поднимают планку требований к выполнению всех условий и режимов испытаний, требований к испытательному оборудованию. Основой метода, включенного в Правила № 117 ЕЭК ООН, является стандарт ISO 28580.

Весной 2009 г. в Женеве состоялась международная конференция, на которой рассматривался вопрос о создании гармонизированных Правил по шинам двух параллельных направлений развития методологии испытаний – Европейской системы (ЕЭК ООН) и Стандартов США по шинам. Длительные и многочисленные дебаты экспертов по данному вопросу показали, что принципиальной разницы в требованиях к безопасности и эксплуатационным свойствам шин в обеих упомянутых системах не имеется. Среди экспертов договаривающихся сторон имеются различные варианты трактовки и оценок значимости отдельных видов испытаний, отмечены определенные расхождения в конкретных режимных условиях.

Большие трудности при поиске согласованных решений вышеуказанных систем вызвали испытания по определению работоспособности шин на высоких скоростях. Однако это не помешало к настоящему времени создать согласованный гармонизированный проект Глобальных правил по шинам [2], который многие эксперты считают окончательным. Если говорить о составе Глобальных Технических Правил – GTR (ГТП) по шинам, о наборе оцениваемых свойств шин, то можно сказать, что его объем в этом смысле является минимальным и далеко не достаточным, чтобы полностью оценить влияние шин на эксплуатационные свойства автомобиля.

Положительной стороной проекта является то, что выбранные для включения в GTR виды испытаний шин, режимы и условия являются согласованными всеми договаривающимися сторонами глобального соглашения. На сегодняшний день согласованным является распространение GTR на радиальные шины для автомобилей общей массой 4536 кг, т. е. в зону действия GTR по шинам входят все легковые и легкогрузовые шины. Принят новый интересный не жесткий метод испытания на выносливость (работоспособность) для легковых шин. Давление 180/220 кПа соответствует требованиям для стандартных и усиленных шин, скорость 120 км/час, температура окружающего воздуха +38 °С, диаметр барабана испытательного стенда – 1,70 м.

Ступени радиальных нагрузок – в табл. 1.

Принят также режим испытаний для оценки работоспособности шин на пониженном давлении, он производится на испытательном стенде с диаметром барабана 1,70 м, при давлении на ~25 % меньше, чем давление, соответствующее максимальной нагрузке, температура окружающей среды +38 °С, скорость 120 км/час,

нагрузка 100 %. Шина должны выдержать этот режим без разрушения и дефектов, работая в течение 1 часа.

Таблица 1

Нагрузка и производительность обкатки шин при испытаниях на выносливость

Ступень	Время испытания, ч	Нагрузка, в % от максимальной нагрузки на шину
1	4	85
2	6	90
3	24	100

Специалисты в области испытаний сразу определяют, что это совершенно новый режим, и по нему нет своего опыта, поэтому внедрение данного режима полностью лежит на опыте специалистов ETRTO и экспертов договаривающихся сторон. Отсюда следует, что специалистам шинных заводов стран СНГ необходимо обратить внимание на эти режимы и начинать наработки по проведению испытаний.

Коротко рассмотрим особенности стендового метода оценки надежности и работоспособности шин.

Криволинейная поверхность испытательного барабана диаметром 1,7 м может привести к получению результатов, значительно отличающихся от оценки шин в реальных условиях эксплуатации, что вызвано своеобразием удельного давления в контакте, прогибом и локальным изгибом беговой зоны протектора (на барабане), что в свою очередь приводит к увеличению амплитуды циклического напряжения и деформации при перекатывании шины по площади контакта. Увеличение амплитуды напряжений и деформации в сочетании с уменьшенным (по сравнению с эксплуатационным) обдувом воздушного потока приводит к значительно большим температурам внутри шины и в зоне массива протектора, следствием чего является разрушение (выкрашивание) протектора, что не является характерным в эксплуатации.

Кроме традиционных направлений ужесточения режимов работы шины при стендовых испытаниях (нагрузка, скорость, внутреннее давление, кривизна барабана, температура окружающей среды), эффективным направлением считается создание условий качения исследуемой шины с уводом (т. е. с определенным или меняющимся по определенному закону углом схода). Некоторые зарубежные фирмы используют испытания шин с уводом, и время проведения испытаний существенно сокращается. Создаваемые при этом напряжения и деформации в протекторе и брекере соответствуют более близким к реальным условиям нагружения шины при прохождении автомобилем по криволинейной траектории. Современные испытательные стенды, как правило, оснащены приспособлением, которое обеспечивает поворот колеса в процессе обкатки на любой реальный угол по заданной программе. Многие шинные заводы имеют испытательные стенды ОКА-1, ОКА-2, которые открывают большое поле деятельности для совершенствования методик внутризаводских испытаний шин.

Задачей стендовых испытаний (как и других видов испытаний) является прогнозирование надежности шин в реальных условиях, и, если испытания не дают объективной оценки фактического поведения шин, это может привести к неправильным выводам при решении вопросов в области конструкции и технологии производства шин.

Таким образом, при корректировке жесткости условий испытаний шин необходимо обеспечить:

- научное обоснование решений;
- эквивалентность жесткости режима на стендах и в эксплуатации;
- объективный прогноз пробега шин в реальных условиях.

Система оценки пробега шин на испытательных стендах [1], принятая шинными заводами, основывается на традиционной схеме нагружения шины со следующими эксплуатационными режимами:

- радиальная сила ≈ 120 % от максимально допустимой;
- скорость – 90 км/час (вне зависимости от категории скорости);
- внутреннее давление – соответствующее максимально допустимой нагрузке;
- диаметр барабана – 1592 мм;
- температура окружающей среды – $+25 \pm 5$ °С;
- продолжительность испытаний при положительной оценке работоспособности составляет 15-20 тыс. км (8-10 суток непрерывной работы стенда).

В настоящее время эта методика уже не актуальна из-за большой трудоемкости этого метода испытаний.

Сравним этот метод испытаний с принятым американским Конгрессом специальным Актом (TREAD) при обновлении стандартов по шинам (FMVSS 139). Целью обновления федеральных стандартов явилось достижение более точного воспроизведения условий наихудших случаев, происходящих в реальных условиях эксплуатации, которые сводятся к следующим режимам:

- скорость – 120 км/час;
- нагрузка – 100 % от максимально допустимой;
- внутреннее давление – 75 от max TRA;
- температура окружающей среды – $+38$ °С;
- пробег шин – 5,7 тыс. км (48 часов).

Как следует из этого метода, трудоемкость проведения испытаний существенно снижается, в среднем в 4,5 раза, и оценивается как приемлемая.

Приведенные примеры показывают, что выбор режимов испытаний позволяет существенно влиять на результаты испытаний по оценке надежности, безопасности и работоспособности шин и должен постоянно находиться в динамике.

Особое внимание следует обратить на методики проведения испытаний крупногабаритных и сверхкрупногабаритных шин, разработанные Днепропетровским НИИКГШ в 80-х годах прошлого столетия. В настоящее время они далеко не совершенны в той части, что практически на всех горно-обогатительных комбинатах (ГОК) изменились условия эксплуатации и, соответственно, основные факторы, влияющие на разработку методики испытаний – это скорость, плечи перевозок и нагрузки.

По данным представителя «Белнефтехимпрома», работающего в Кемеровской области, фирма «Bridgestone» руководствуется концепцией Всеобщего управления качеством, элементами которой являются акцент на потребителя и постоянное улучшение качества продукции, учитывая возможные перегрузы или изменение средних скоростей движения, и совершенствует шины под каждый конкретный ГОК Кемеровской области.

Анализ ходимости шин размера 33.00R51 фирмы «Bridgestone» мод.VRLS в ГОКе «Черниговец» Кемеровской обл. свидетельствует о снижении их ходимости с 91917 км в 2007 г. до 83439 км в 2012 г., что заставило фирму разработать и внедрить новую модель VRDP этого размера. В настоящее время шины находятся в эксплуатации. Анализ ходимости шин размера 33.00R51 фирмы «Bridgestone» на других ГОКах свидетельствует о постоянном росте их ходимости. Так, в Краснобродском угольном разрезе Кемеровской области с 2007 года ходимость шин увеличилась по сравнению с 2012 годом с 109,9 до 114 тыс. км пробега, в Осинниковском угольном разрезе Кемеровской области она соответственно составила от 119 до 129,8 тыс. км пробега. И, хотя конкурирующей фирмой в этом регионе является «Michelin» (у шин этого же размера моделей XDR B, XDR B4 пробег в 2011 г. составил 117778 км), это свидетельствует о высоком качестве продукции фирмы «Bridgestone».

Проведенный анализ ходимости шин вышеуказанных фирм показывает, что стендовые испытания эти фирмы проводят в приближенных к реальным условиям эксплуатации. А реальные условия эксплуатации ежегодно изменяются, поэтому и методики испытаний, «теоретически», должны изменяться.

Условия эксплуатации крупногабаритных и сверхкрупногабаритных шин в настоящее время усложнились за счет следующих факторов:

- за счет увеличения объема ковша экскаваторов сократилось время загрузки автосамосвалов, что ведет к увеличению интенсивности работы самосвалов, среднеэксплуатационной скорости, ТКВЧ и повышению температуры в шине;
- плечи перевозок за этот период по сравнению с 1980 г. увеличились на ГОКах Кемеровской области от 20 до 50 %;
- увеличились возможные перегрузы;
- ограничение скорости движения во всех карьерах до 30 км/час не исполняется недисциплинированными водителями, которые превышают эти пределы.

Отсюда следует однозначный вывод: методики испытаний шин, разработанные Днепропетровским НИИКГШ, устарели.

ФГУП «НИИШП» с целью ускорения внедрения шин в серийное производство раньше широко использовал метод ускоренно-дорожных испытаний (УДИ) в условиях НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ».

Движение на максимальных скоростях автомобиля при полной нагрузке и своевременная перестановка шин по позициям автомобиля и между автомобилями позволяли достаточно быстро получить результаты испытаний. Однако недостатком полигонного метода УДИ является его стоимость – это оплата за использо-

вание скоростной дороги, стоимость регулярного обслуживания автомобилей, гостиничные расходы.

Ярославский шинный испытательный центр «Вершина» пошел по традиционному пути проведения испытаний по дорогам общего пользования. Для этого были приобретены автомобили, современный балласт – манекены, заливающиеся водой, при которых нагрузка по осям и колесам становится реальной, как при посадке пассажиров. Следует отметить, что в рамках СНГ это наиболее насыщенный современным испытательным оборудованием центр среди шинных заводов. За последние годы он приобрел два шестипозиционных испытательных стенда, которые были установлены в камеры, позволяющие проводить испытания при температуре окружающего воздуха +38 °С, а также два стенда для проведения испытаний легковых и грузовых шин по определению сопротивления качению шин.

Очевидность проведения УДИ становится обоснованной, когда автомобильные заводы, проведя комплекс лабораторно-дорожных испытаний с целью выдачи рекомендаций на комплектацию, сразу выявляют доработанные или недоработанные шины по технологическим или конструктивным параметрам. Можно привести пример: НТЦ Волжского автомобильного завода проводил испытания двух шинных заводов стран СНГ, обозначим один завод буквой А, другой – буквой Б и рассмотрим результаты испытаний по одному показателю, которые приведены в табл. 2.

Из результатов испытаний шин следует, что шины завода А, который провел комплекс стендовых, лабораторно-дорожных и ускоренно-дорожных испытаний, находятся на уровне эталона и тем самым соответствуют мировому уровню.

Таблица 2

Результаты лабораторно-дорожных испытаний

Модель шин	Тормозной путь			
	Сухое покрытие		Мокрое покрытие	
	<i>м</i>	%	<i>м</i>	%
Завод А	32,33	97,7 (+2,3)	34,61	101,2 (-1,2)
Эталон	33,09	100	34,19	100
Завод Б	46,60	106,5 (-6,5)	34,08	104,2 (-4,2)
Эталон	43,74	100	32,71	100

Выводы

– при проведении испытаний на соответствие Правил № 117 ЕЭК ООН в отношении шума шин при качении и сцепления на мокрых дорожных покрытиях требуются специальное оборудование, специальные дороги с эталонной дорожной поверхностью, высокий уровень исполнителей, проводящих испытания, эталонные шины, и поэтому они не могут быть реализованы в обычных условиях шинных заводов стран СНГ;

– при проведении испытаний на соответствие Правилам № 117 ЕЭК ООН по определению сопротивления качению требуется современное испытательное оборудование, которое соответствовало бы сравнимым зарубежным аналогам при сопоставлении результатов испытаний;

– при разработке методик и норм пробега шин на стенде, обеспечивающих равнозначность жесткости испытаний шин на стенде и в эксплуатации, необходимо определить рабочие температуры в шине в вышеуказанных условиях;

– для определения сравнительных испытаний шин на испытательных стендах с диаметром барабанов 1,7 м и 1,592 м необходимо изучить разницу рабочих температур в шине;

– рекомендовать опыт использования ускоренно-дорожных испытаний шин как наиболее информативных и наиболее приближенных к работе шин в реальных условиях эксплуатации.

Литература

1. Комплекс стендовых испытаний пневматических шин. Методика 394-94. Определение ходимости на стенде пневматических шин для легковых автомобилей. М. ФГУП «НИИШП», 1994. С. 75-79.
2. Медведицков С.И., Калининский В.С., Касперович А.В., Шашок Ж.С., Мозгалев В.В. Глобальные требования к шинам // Ресурсо-энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф., 24-26 нояб. Минск, 2010. С. 36-39.
3. Правила ЕЭК ООН № 117. Введ. 01.10.12. Минск: Госстандарт РБ, 2012. 96 с.

References

1. Complex of bench test of pneumatic tires. Metodika 394-94. Opre-delenie hodimosti na stende pnevmaticeskikh shin dlja legkovykh avtomobilej. M. FGUP «NIIShP», 1994. P. 75-79.
2. Medvedickov S.I., Kalinkovsky V.S., Kasperovich A.V., Shashok Zh.S., Mozgalev V.V. Global tire requirements // Resurso-energoberegajushhie tehnologii i oborudovanie, ekologicheski bezopasnye tehnologii: materialy mezhdunar. nauch.-tehn. konf., 24-26 noyab. Minsk, 2010. P. 36-39.
3. UNECE regulations № 117. Vved. 01.10.12. Minsk: Gosstandart RB, 2012. 96 p.