

ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ШИН С МАКСИМАЛЬНЫМ УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

SPECIFICS OF CERTIFICATION OF AGRICULTURAL TIRES WITH MAXIMUM CONSIDERATION OF THEIR OPERATING CONDITIONS

С.В. ГОНЧАРЕНКО¹
З.А. ГОДЖАЕВ², д.т.н.
В.И. ПРЯДКИН¹, д.т.н.
А.В. АРТЕМОВ¹
Т.З. ГОДЖАЕВ²

¹ Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия, vip16.vgltu@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

S.V. GONCHARENKO¹
Z.A. GODZHAEV², DSc in Engineering
V.I. PRYADKIN¹, DSc in Engineering
A.V. ARTYOMOV¹,
T.Z. GODZHAEV²

¹ Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia, vip16.vgltu@mail.ru

² Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

Проблемы качества и конкурентоспособности продукции носят в современном мире универсальный характер. Международный рынок постоянно требует повышения эксплуатационных свойств автомобилей, тракторов, сельхозтехники и других видов мобильных транспортных средств. А их невозможно повысить без существенного улучшения выходных эксплуатационных характеристик шин. Пневматические шины относятся к числу ответственных узлов мобильных средств, оказывающих существенное влияние на их основные эксплуатационные свойства и поэтому, как комплексное изделие, вошли в перечень подлежащих утверждению в соответствии с правилами № 106 для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов. Целью исследований являлась разработка рекомендаций по совершенствованию методики проведения сертификационных испытаний сельскохозяйственных шин, направленных на повышение качества продукции. В статье рассматриваются методы сертификации и официального утверждения шин для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов. Анализируются недостатки метода сертификации сельскохозяйственных шин по методу автомобильных. Предлагается дополнить сертификацию разработанными в РФ методами испытаний, в максимальной степени приближенными к условиям эксплуатации сельскохозяйственных транспортных средств и шин тяговых машин. Приводится опыт работы фирм Bridgestone и Michelin в условиях РФ. Отсутствием в России национальной системы сертификации шин обусловлены во многих случаях поломки транспортных средств, приводящие к простоям, а также к возникновению аварийных ситуаций. При серьезных авариях на транспорте, когда нет достаточной ясности причин аварии или ясно, что авария связана с выходом из строя шин, пострадавшие возбуждают судебные преследования производителей, сопровождающиеся также выплатой денежных компенсаций. При этом за потерями потребителей, как правило, скрываются массовые производственные дефекты. Для повышения качества сельскохозяйственных шин предлагается пересмотреть Правила ЕЭК ООН № 106 в максимальном приближении к условиям эксплуатации, а также создать независимый аккредитованный шинный центр.

Ключевые слова: оценка качества, сертификация, скорости движения, нагрузка, ходимость, тяговая характеристика, тяговый класс шины, воздействие на почву, экологическая безопасность, износостойкость, загрязнение окружающей среды, повышение качества испытаниями, максимально приближенными к условиям эксплуатации.

The problems of product quality and competitiveness are typical in the modern world. The international market constantly demands the improvement of the performance properties of automobiles, tractors, agricultural machinery and other types of mobile vehicles. At the same time, they can not be increased without significant improving of the tire performance characteristics. Pneumatic tires are among the critical units of mobile vehicles that have a significant impact on the following performance properties; therefore, as a complex product, they were included in the list of approval in accordance with Regulation No 106 for agricultural vehicles and their trailers. The purpose of the research was to develop recommendations for improving the methodology of conducting certification tests of agricultural tires aimed at improving product quality. The article discusses the methods of certification and approval of tires for agricultural vehicles and their trailers. The drawbacks of the method of certification of agricultural tires using the method of automobile ones are analyzed. It is proposed to supplement the certification with test methods developed in the Russian Federation that are as close as possible to the operating conditions of agricultural vehicles and tires of traction machines. The experience of work of "Bridgestone" and "Michelin" companies in the Russian Federation is presented. The absence of a national tire certification system in Russia influence in many cases vehicle breakdowns, which lead to downtime, as well as to the occurrence of accidents. In case of serious accidents in transport, when there is insufficient clarity of the causes of the accident or it is clear that the accident is related to tire failure, the

victims initiate legal proceedings against the manufacturers, involving the payment of monetary compensation. At the same time, mass production defects are usually hidden behind the losses of consumers. To improve the quality of agricultural tires, it is proposed to revise UN/ECE Regulation No 106 as close as possible to operating conditions, as well as to create an independent accredited tire center.

Keywords: quality assessment, certification, travel speeds, load, mileage, traction performance, traction class of the tire, impact on the soil, environmental safety, wear resistance, environmental pollution, quality improvement by tests as close as possible to operating conditions.

Введение

Проблемы качества и конкурентоспособности продукции носят в современном мире универсальный характер [1]. Экономическая и социальная жизнь любой страны зависит от успешного повышения технического уровня и конкурентоспособности ее продукции. Проблема повышения качества продукции актуальна для любого предприятия. Международный рынок постоянно требует повышения эксплуатационных свойств автомобилей, тракторов, сельхозтехники и других видов мобильных транспортных средств. А их невозможно повысить без существенного улучшения выходных эксплуатационных характеристик шин.

Пневматические шины относятся к числу ответственных узлов мобильных средств, оказывающих существенное влияние на их основные эксплуатационные свойства: экономичность, безопасность, устойчивость, управляемость, надежность, комфортабельность и проходимость, и поэтому, как комплексное изделие, подпали в перечень подлежащих утверждению в соответствии с Правилами № 106 для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов [2, 3, 4].

Для шин тракторов, комбайнов и других мобильных средств сельскохозяйственного назначения характерны специфические режимы работы: это высокие нагрузки в сочетании с длительным движением на повышенных транспортных скоростях, со значительной температурой саморазогрева шины. Эти шины часто эксплуатируются в полевых условиях, на бездорожье, поэтому должны иметь высокую прочность, выдерживать большие нагрузки и перегрузки, противостоять механическим повреждениям, обладать высокими тяговыми и тормозными свойствами на мягких грунтах. Следовательно, к качеству шин предъявляются высокие требования, поэтому для защиты потребителей Европейская экономическая комиссия ООН в 1958 г. подписала соглашение о принятии единообразных условий по проверке на однородность и взаимного призна-

ния однородности предметов оборудования и частей транспортных средств, которые действуют на сегодняшний день. В связи с вышеуказанными обстоятельствами в конце 80-х г. прошлого столетия в Европе были созданы независимые научные испытательные центры, аккредитованные лаборатории и испытательные полигоны для проведения сертификационных испытаний шин, оснащенные самой современной испытательной техникой, оборудованием и программным обеспечением. С независимыми центрами и аккредитованными лабораториями производители шин заключали финансовые соглашения по всестороннему испытанию шин. Это объясняется желанием избежать судебных преследований после возможных аварий, связанных с шинами. Однако независимая организация, производившая сертификацию шин, не являлась органом, которая несла ответственность за качество шин, прошедших сертификационные испытания. Ответственность за качество продукции полностью возлагалась на производителя шин [5, 6, 7].

В связи с этим постоянно развивается стандартизация уровня норм на важнейшие показатели шин. Примером может служить обязательное выполнение принятых Европейской экономической комиссией Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) Правил № 30, 54, 75, 106, 108, 109, а также последнее принятие Правил №117.

Цель исследований

Разработка рекомендаций по совершенствованию методики проведения сертификационных испытаний сельскохозяйственных шин (Правила № 106), направленных на повышение качества продукции.

Методы и средства проведения исследований, результаты и обсуждение

Для оценки качества и сертификации пневматических шин в 1950-х г. по инициативе представителей экономически развитых стран под эгидой

ООН были разработаны и в 1958 г. приняты «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения шин для автомобилей и их прицепов» (Правила № 30), а также «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения шин транспортных средств неиндивидуального пользования и их прицепов» (Правила № 54), которые действительны во всем мире до настоящего времени.

Однако в то время вся сельскохозяйственная техника и машины тягового класса выпускали только на гусеничном ходу или на металлических колесах с шипами, а колеса прицепов иногда покрывали по окружности обода гусматиком. В настоящее время парк колесных тракторов, оснащенных пневматическими шинами, составляет $\approx 70 \div 80$ %. Поэтому разработаны и 7 мая 1998 г. вступили в силу «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения шин транспортных средств неиндивидуального пользования и их прицепов» (Правила № 106). Отметим, что все сельскохозяйственных шины относятся к категории скорости менее 80 км/ч. В Правилах № 106 максимальная контрольная скорость принимается равной 65 км/ч.

В Правилах № 30 и 54 введен «индекс несущей способности», определяющий максимальную нагрузку, выдерживаемую шиной при скоростях, соответствующих надлежащей «категории скорости». Последняя трактуется как скорость, при которой шина может выдерживать нагрузку, указанную «соответствующим индексом несущей способности». В Правилах приведены таблицы обозначений категорий и соответствующие им величины скоростей: в Правилах № 30–120 $\leq v \leq 210$ км/ч, а в Правилах № 54–80 $\leq v \leq 210$ км/ч. В разделе «Область применения» Правил № 54 подчеркивается, что они не распространяются на «шины, относящиеся к категории скорости менее 80 км/ч», поскольку в этом случае «индекс несущей способности» практически не зависит от категории скорости».

К основным эксплуатационным характеристикам шин, предназначенных для сельскохозяйственных транспортных средств (СХТС), в первую очередь относятся тягово-сцепные качества, экологическая безопасность, грузоподъемность, надежность в эксплуатации. Характерная особенность работы СХТС – низкая скорость и большие тяговые усилия, развиваемые их двигателями. Так, в соответствии с ГОСТ 7463-2003, гарантийная наработка шин

для тракторов, самоходных шасси и тракторных прицепов при объеме транспортных работ до 30 % задается в интервале скоростей движения $6,4 \leq v \leq 10,9$ км/ч [8]. Грузоподъемность сельскохозяйственных шин определяется заданной постоянной величиной расчетного прогиба шины. В ГОСТ 7463-2003 это условие задается величинами наружного диаметра и статического радиуса, а также в приложении 1 «Нормы для выбора режима работы шин при различных условиях эксплуатации» на скорости, не превышающей 30 км/ч [8]. Соблюдение норм по нагрузкам и давлению в шинах обеспечивает постоянный прогиб. Экспериментальной проверкой этого условия [9] и оценивается соответствие грузоподъемности испытуемой шины требованиям, предъявляемым ГОСТ 7463-2003 [8]. Из изложенного следует, что формальный перенос из Правил № 30 и 54 в Правила № 106 показателя «категория скорости» для оценки несущей способности шин для СХТС и их прицепов не обоснован и противоречит установившейся международной практике.

Классификация СХТС по типу ходовых систем и другим конструктивным признакам основывается на накопленном опыте их эксплуатации и отражена в соответствующих ГОСТах, международных стандартах, ИСО и включает в себя тракторы, самоходные шасси, комбайны, прицепы, тягово-приводные агрегаты и другие сельхозмашины и орудия. Предназначаемые для комплектации колесных двигателей СХТС шины, в соответствии с ГОСТ 7463-2003, классифицируются как шины для ведущих, направляющих и несущих колес. Выпуск шин для ведущих колес в 3–4 раза выше, чем всех других вместе взятых [8].

Классификация СХТС по тяговому усилию основывается на параметре, характеризующем в первую очередь их тяговые возможности как преимущественно тяговых машин, который должен быть стабильным во времени. В соответствии со стандартами СТ СЭВ 628-85 и ГОСТ 27021-86 тяговый класс сельскохозяйственных тракторов определяется номинальным тяговым усилием на крюке [10]. Соотношения между тяговыми классами и категориями тракторов установлены международным стандартами ИСО 730 и приводятся в приложении 4 ГОСТ 27021-86 [10]. В соответствии с ним номинальное тяговое усилие трактора определяется как развиваемое в зоне максимального тягового КПД при соответствующем допуска-

емом предельным буксованием, значения которого даны в приложении к этому ГОСТу. Экспериментальная оценка номинального тягового усилия трактора проводится по ГОСТ 7057-2001 на стерне колосовых средней плотности и нормальной влажности [11]. Тягово-сцепные качества шин СХТС должны соответствовать их тяговому классу, который оценивается по отраслевой методике [12]. В работе Э.Б. Станкевича [13] изложены теоретические и методические основы исследования тягово-сцепных свойств тракторных шин. Для расчета тяговой характеристики шины сначала экспериментальным путем строят ее базовую характеристику: $M_k = f_1(P_k)$ и $r_k = f_2(P_k)$, где M_k – крутящий момент, подводимый к оси колеса, P_k – сила тяги, развиваемая колесом, r_k – радиус его качения, а затем тяговую характеристику: $\delta = f_3(P_k)$ и $\eta = f_4(P_k)$, где δ – буксование колеса, η – коэффициент полезного действия колеса (шины) (рис. 1). На их основании составляется сводная таблица тягово-сцепных свойств шины, определяются оптимальные значения силы тяги и буксования колеса, соответствующие максимальному КПД шины.

Сопоставляя полученные результаты с требованиями ГОСТ 27021-86, устанавливают тяго-

вый класс шины и категорию трактора, для комплектации которого ее можно рекомендовать [10]. Как видно из изложенного, в Правилах № 106 вместо показателя «категория скорости», не соответствующего общепринятому методу оценки несущей способности шин СХТС, необходимо ввести показатель «категория тягового класса» в соответствии с ГОСТ 27021-86 [10].

Необходимо рассмотреть ситуацию с охраной окружающей среды и экологической безопасностью. В 1986 г. введены в действие: ГОСТ 26955-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия двигателей на почву»; ГОСТ 26953-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия двигателя на почву»; ГОСТ 26954-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения максимального нормального напряжения в почве» [14, 15, 16]. В соответствии с ними у всех шин СХТС, подлежащих межведомственным приемочным испытаниям, в обязательном порядке снимают отпечатки площади контакта с опорной поверхностью (рис. 2) в зависимости от радиального прогиба шины и оценивают максимальное давление на почву и коэффициент неравномерности его распределения по длине контакта (рис. 3). В Правилах № 106 требования

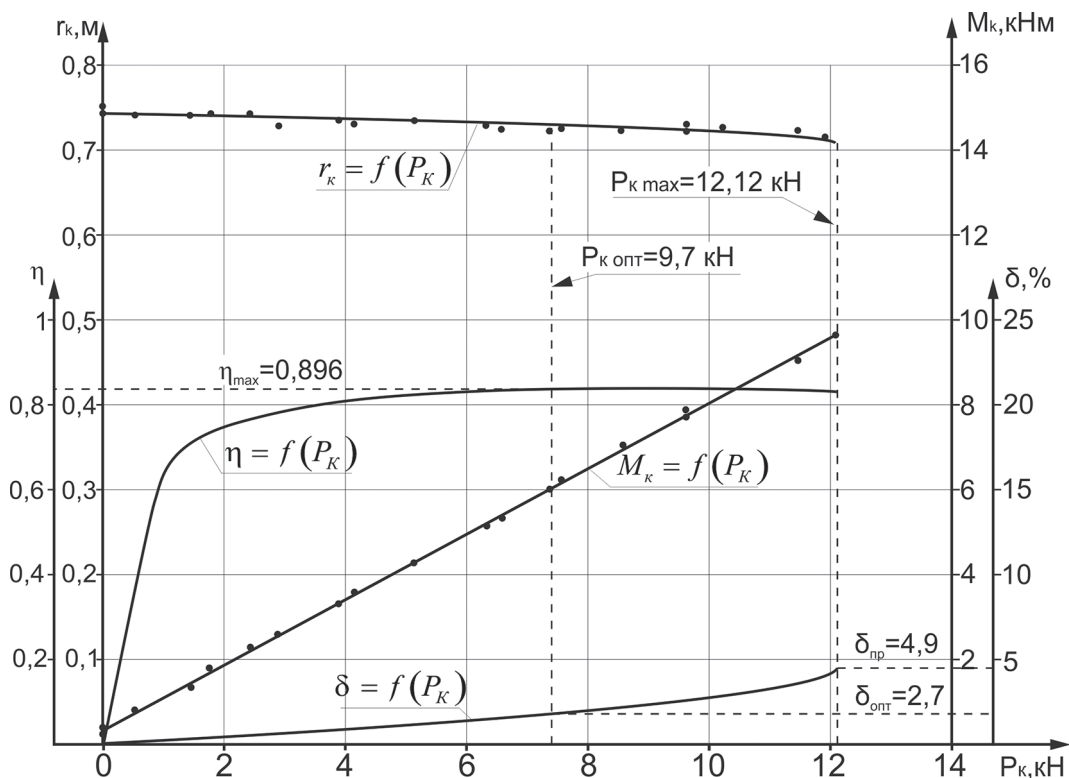


Рис. 1. Базовая характеристика шины 15,5R38 мод. Ф-2А при давлении воздуха $P_w = 80$ кПа и радиальной нагрузке $C_z = 1420$ кг на сухой стерне озимых колосовых. Класс шины $P_{кл} = 9,7$ кН соответствуют классу трактора 1,4 с двумя ведущими колесами

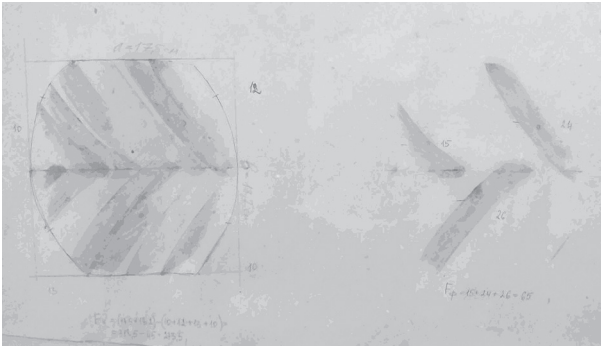


Рис. 2. Отпечатки площадей контакта тракторной шины 7,5L-16 с рисунком протектора «косая елка». Слева – контурная площадь контакта; справа – фактическая площадь контакта по грунтозацепам

этих ГОСТов полностью проигнорированы, что также ставит под сомнение их практическую значимость и целесообразность применения. Необходимо ввести в Правила № 106 определение «максимальное воздействие на почву».

Как известно, в настоящее время транспорт – это один из основных источников загрязнения окружающей среды [17]. По некоторым оценкам до 30 % этих загрязнений (особенно канцерогенные вещества, выделяющиеся в процессе износа резины) приходится на эксплуатацию шин. Интенсивность загрязнения окружающей среды шиной пылью уже

достигает несколько тонн в час. Учитывая, что СХТС не менее чем наполовину заняты на транспортных работах, их доля в загрязнении окружающей среды существенна.

В экономически развитых странах организуется контроль за эффективной эксплуатацией шин, который включает в себя систематическое наблюдение за их техническим состоянием. В нашей стране интенсивность износа протектора с.-х. шин контролируется в соответствии с методиками ускоренных износных испытаний тракторных шин на полигонах [18] (рис. 4) и № 1-84 Государственных испытаний сельскохозяйствен-

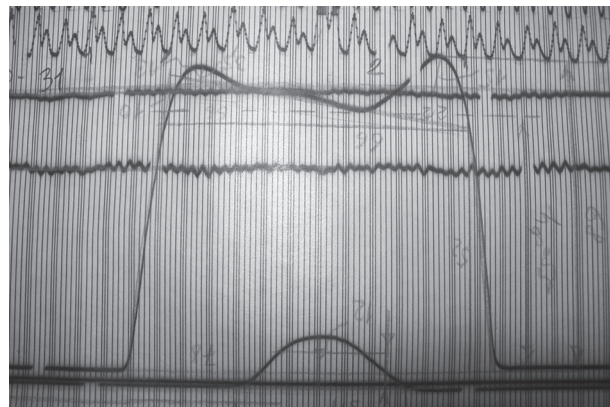


Рис. 3. Неравномерность распределения максимального давления шины 7,5L-16 с рисунком протектора «косая елка» по длине контакта

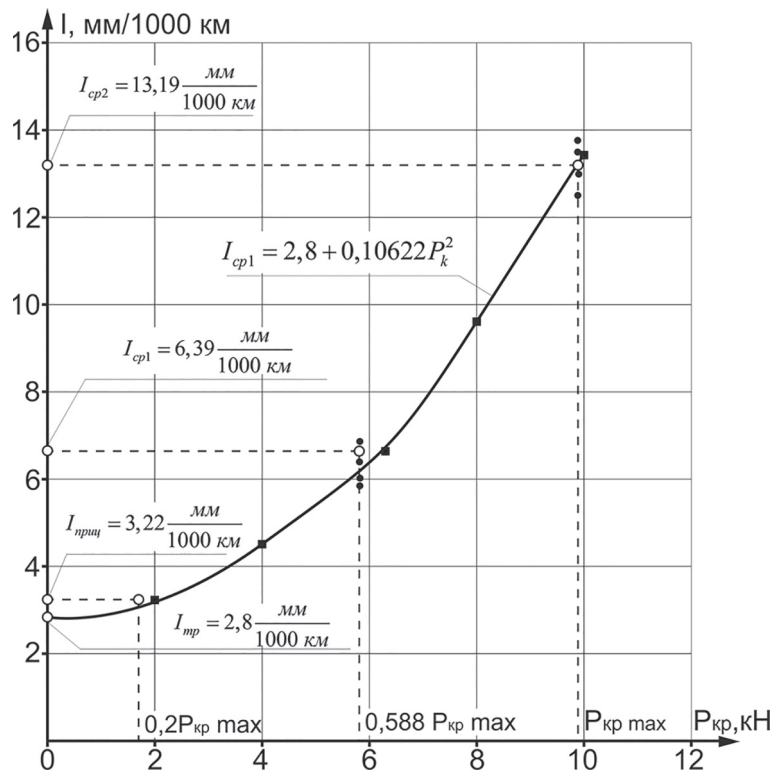


Рис. 4. Зависимость интенсивности износа протектора I шины 15,5R38 мод. Ф-2А на бетонной дорожке полигона от тяговой нагрузки $P_{кр}$ на крюке

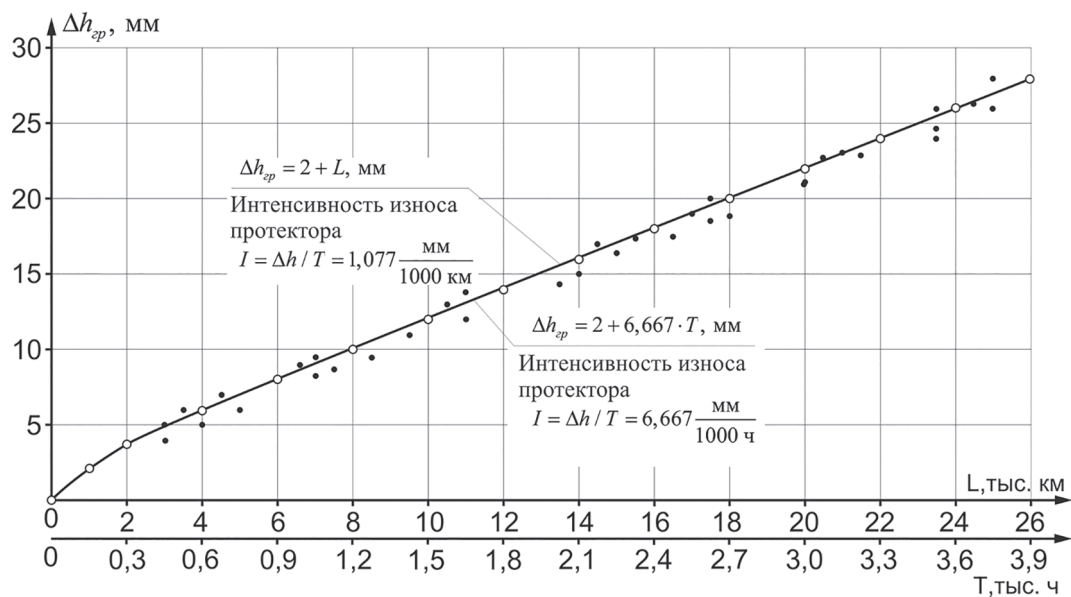


Рис. 5. Зависимость износа протектора Δh шин 15,5R38 мод. Ф-2А от наработки L, T по результатам эксплуатации в Московской области по Методике № 1-84

ных шин на надежность (рис. 5). ГОСТ 7463-2003 регламентирует гарантийные наработки с.х. шин отечественного производства.

Из практики известно, что интенсивность износа зависит не только от условий и режима эксплуатации СХТС, но в первую очередь от износостойкости протекторной резины, которая определяется физико-механическими свойствами, гарантируемыми рецептурным составом, уровнем технологии и качеством изготовления. Методика [18] позволяет оценивать эти свойства постоянным во времени коэффициентом, не зависящим от нагружения колеса, давления воздуха в шине и ее геометрических параметров, а определяемым только физико-механическими свойствами резины. Поэтому для нормирования и контроля уровня загрязнения окружающей среды шинной пылью в Правила № 106 следует ввести определения: «предельно допустимая интенсивность износа» и «показатель износостойкости протектора». Это позволит в процессе сертификации шин СХТС не только оценивать уровень экологической безопасности, но и контролировать качество их изготовления. В качестве примера успешного повышения качества шин можно привести опыт адаптации фирм Bridgestone и Michelin в условиях РФ. Повышение качества шин вышеприведенных фирм базируется на построении системы испытаний, в максимальной степени приближенных к условиям эксплуатации.

Интенсивность износа на транспортных работах:

– при движении без прицепа

$$I_{тр} = 2,8 \frac{\text{мм}}{1000 \text{ км}} \leq [I_{доп}] = 5 \frac{\text{мм}}{1000 \text{ км}};$$

– при движении с прицепом

$$I_{тр} = 3,22 \frac{\text{мм}}{1000 \text{ км}} \leq [I_{доп}] = 5 \frac{\text{мм}}{1000 \text{ км}}.$$

Фирма Bridgestone, руководствуется концепцией Всеобщего управления качеством, элементами которого являются акцент на потребителя и постоянное улучшение качества продукции, учитывая возможные перегрузы и 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 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 г. ходимость шин увеличилась по сравнению с 2012 г. 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 конкурирую-

шей фирмой в этом регионе является Michelin (у шин этого же размера моделей XDR B, XDR B4 пробег в 2014 г. составил 117778 км), это свидетельствует о высоком качестве продукции фирмы Bridgestone.

Проведенный анализ ходимости шин вышеуказанных фирм показывает, что комплексные испытания они проводят в приближенных к реальным условиям эксплуатации. А реальные условия эксплуатации ежегодно меняются, поэтому и методика испытаний по Правилу № 106 должна быть пересмотрена в сторону максимального приближения к условиям эксплуатации [19, 20].

Вызывает удивление пассивная позиция к содержанию Правил № 106, которую заняли основные потребители шин СХТС – заводы-изготовители сельскохозяйственных мобильной техники, а также специалисты сельского хозяйства. Правила № 106, как минимум, требуют существенной доработки по аналогии с Правилами № 30 и 54: необходимо дополнить их определениями «категория тягового класса», «максимальное давление шины на почву» и «максимальная интенсивность износа протектора». Можно с большой степенью вероятности предположить, что наиболее категоричные возражения против этого будут исходить от производителей шин. Поэтому было бы весьма желательно, чтобы конструкторы заводов-изготовителей СХТС и специалисты сельского хозяйства высказали свое отношение к этому предложению.

Хотелось бы надеяться, что с целью стимулирования повышения качества изготовления современных СХТС и прицепов к ним Госстандарт РФ возьмет на себя инициативу и выступит с предложениями по вопросу приведения «Единообразных предписаний, касающихся официального утверждения пневматических шин для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов» (Правила № 106) в соответствие с перечисленными требованиями.

Проведенный анализ показал, что в начале XXI века шинная отрасль России столкнулась с парадоксальной ситуацией – отсутствием национальной системы сертификационных испытаний шин. Поэтому каждый шинный завод обрабатывает конструкции шин собственными, имеющимися силами и способами, не представляя шины на испытания в национальную техническую службу по проведению сертификационных испытаний шин мобильных средств.

Отсутствием в нашей стране национальной системы сертификации шин обусловлены во многих случаях поломки транспортных средств, приводящие к простоям, а также к возникновению аварийных ситуаций. При серьезных авариях на транспорте, когда нет достаточной ясности причин аварии или ясно, что авария связана с выходом из строя шин, пострадавшие возбуждают судебные преследования производителей, сопровождаемые также выплатой денежных компенсаций. В силу специфических особенностей судебной защиты потребителей в нашей стране шинные заводы не несут больших материальных затрат и уголовных преследований. При этом за потерями потребителей, как правило, скрываются массовые производственные дефекты.

Создание в России сертификационных научных испытательных центров позволит обеспечить укрепление и защиту ее позиций на внутреннем рынке шин путем сокращения времени на разработку и испытание новых образцов, а также создать цивилизованное правовое поле, расширив и улучшив тем самым судебную практику по защите потребителей. Вопрос качества шин станет в этом аспекте одной из серьезных проблем для производителей шинной продукции, что потребует принятия ими кардинальных мер по усилению контроля качества.

Выводы

1. Для повышения качества шин СХТС и шин тяговых машин рекомендовать Росстандарту РФ пересмотр сертификации Правил ЕЭК ООН № 106 в максимальном приближении к условиям эксплуатации.
2. Рекомендовать Европейской экономической комиссии Объединенных Наций (ЕЭК ООН) пересмотреть Правила № 106 в приближении к условиям эксплуатации или разработать и ввести новые Правила для СХТС и шин тяговых машин с акцентом на потребителей.
3. Рекомендовать Минсельхозу России создание независимого аккредитованного шинного центра.

Литература

1. Медведицков С.И. Совершенствование системы испытаний шин как главное направление улучшения их эксплуатационных свойств; Бобруйский филиал Белорусского государственного

- экономического университета. Бобруйск. Беларусь. № 1. 2014. С. 164–168.
2. Бойков В.П., Белковский В.Н. Шины для тракторов и сельскохозяйственных машин. Москва: Агропромиздат, 1988. 240 с.
 3. Прядкин В.И., Гончаренко С.В. Шины сверхнизкого давления для сельскохозяйственных мобильных средств; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». Воронеж, 2016. 240 с.
 4. Прядкин В.И., Шапиро В.Я., Годжаев З.А., Гончаренко С.В. Транспортно-технологические средства на шинах сверхнизкого давления / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». Воронеж, 2019. 492 с.
 5. Евзович В.Е., Райбман П.Г. Автомобильные шины, диски и ободья. М.: Автополис-плюс, 2010. 144 с.
 6. Гуслицер Р.Л. Шины и автомобиль. М.: НТЦ «НИИШП», 2007. 284 с.
 7. Захаров С.П. Система испытаний шин. М.: НТЦ «НИИШП», 2007. 264 с.
 8. ГОСТ 7463-2003 Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия. Введ. 2005-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2003. 28 с.
 9. Разработка единой методики комплексных испытаний тракторных шин. Отчет о НИР/НПО НАТИ, арх.№ 23517. М., 1981. 49 с.
 10. ГОСТ 27021-86. Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Введ. 1987-01-07. М.: Изд-во стандартов, 1987. 8 с.
 11. ГОСТ 7057-2001 Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. Введ. 2003-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2003. 11 с.
 12. Разработка внедрение отраслевой методики испытаний и оценки тягово-сцепных свойств тракторных шин в лабораторных и полевых условиях: Отчет о НИР/НПО НАТИ. ВНИИЦ 02850036255. М., 1984.
 13. Станкевич Э.Б. Теоретические основы исследования тягово-сцепных свойств тракторных шин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1985. № 9. С. 7–10.
 14. ГОСТ 26953-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву. Введ. 1987-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 11 с.
 15. ГОСТ 26954-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения максимального нормального напряжения в почве. Введ. 1987-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 9 с.
 16. ГОСТ 26955-86 Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. Введ. 1987-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 7 с.
 17. Годжаев З.А., Аврамов Д.В., Мартынов Н.В., Белоусов Б.Н., Добромиров В.Н. Экологическая безопасность транспортно-технологических средств // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. № 2. С. 40–47.
 18. Межотраслевая методика ускоренных износных испытаний тракторных шин на полигонах: Отчет о НИР/НПО НАТИ. ВНИИЦ 02850036256. М., 1984.
 19. Гончаренко С.В., Годжаев З.А., Станкевич Э.Б., Мир-Касимов В.В., Быкадоров З.Б., Корень В.В. Идентификация шин по эксплуатационным показателям // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. № 7. С. 16–19.
 20. Ребров Ю.А., Мигущенко Р.П. Использование идентификационных технологий при идентификации показателей инновационных тракторных сельскохозяйственных шин категории IF и VF // Механика та машинобудування. 2015. № 1. С. 98–105.

References

1. Medveditskov S.I. Improvement of the tire testing system as the main direction of improving their performance. Bobruyskiy filial Belorusskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta [Bobruysk branch of Belarus State Economic University]. Bobruysk. Belarus'. 2014. No 1, pp. 164–168 (in Russ.).
2. Boykov V.P., Belkovskiy V.N. Shiny dlya traktorov i sel'skokhozyaystvennykh mashin [Tires for tractors and agricultural machinery]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1988. 240 p.
3. Pryadkin V.I., Goncharenko S.V. Shiny sverkh-nizkogo davleniya dlya sel'skokhozyaystvennykh mobil'nykh sredstv [Ultra low pressure tires for agricultural mobile vehicles]. M-vo obrazovaniya i nauki RF, FGBOU VO «VGLTU» Publ. Voronezh, 2016. 240 p.
4. Pryadkin V.I., Shapiro V.Ya., Godzhayev Z.A., Goncharenko S.V. Transportno-tekhnologicheskiye sredstva na shi-nakh sverkh-nizkogo davleniya [Vehicles on ultra-low pressure tires]. M-vo obrazovaniya i nauki RF, FGBOU VO «VGLTU» Publ. Voronezh, 2019. 492 p.
5. Yevzovich V.E., Raybman P.G. Avtomobil'n-yye shiny, diski i obod'ya [Automobile tires, wheels and rims]. Moscow: Avtopolis-plyus Publ., 2010. 144 p.
6. Guslitsler R.L. Shiny i avtomobil' [Tires and automobile]. Moscow: NTTs «NIISHP» Publ., 2007. 284 p.

7. Zakharov S.P. Sistema ispytaniy shin [Tire testing system]. Moscow: NTTs «NIISHP» Publ., 2007. 264 p.
8. GOST 7463-2003 Pneumatic tires for tractors and agricultural machines. Specifications. Vved. 2005-01-01. Moscow: IPK Izd-vo standartov Publ., 2003. 28 p.
9. Razrabotka yedinoi metodiki kompleksnykh ispytaniy traktornykh shin. Otchet o NIR/NPO NATI [Development of a unified methodology for comprehensive testing of tractor tires. Research report of Research and Production Union NATI], arkh. No 23517. Moscow, 1981, 49 p.
10. GOST 27021-86. Agricultural and forestry tractors. Vved. 1987-01-07. Moscow: Izd-vo standartov Publ., 1987. 8 p.
11. GOST 7057-2001 Agricultural tractors. Test methods. Vved. 2003-01-01. Minsk: IPK Izd-vo standartov Publ., 2003. 11 p.
12. Razrabotka vnedreniye otraslevoy metodiki ispytaniy i otsenki tyagovo-stsepynykh svoystv traktornykh shin v laboratornykh i polevykh usloviyakh: Otchet o NIR/NPO NATI [Development and implementation of industry-specific test methods and assessment of traction properties of tractor tires in laboratory and field conditions: research report of Research and Production Union NATI]. VNTITs 02850036255. Moscow, 1984.
13. Stankevich E.B. Theoretical foundations of the study of traction and coupling properties of tractor tires. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 1985. No 9, pp. 7–10 (in Russ.).
14. GOST 26953-86 Agricultural mobile equipment. Methods for determining the impact of propellers on the soil. Vved. 1987-01-01. M.: Izd-vo standartov Publ., 1986. 11 p.
15. GOST 26954-86 Agricultural mobile equipment. Methods for determining the maximum normal stress in soil. Vved. 1987-01-01. Moscow: Izd-vo standartov Publ., 1986. 9 p.
16. GOST 26955-86 Agricultural mobile equipment. Standards for the impact of propellers on the soil. Vved. 1987-01-01. Moscow: Izd-vo standartov Publ., 1986. 7 p.
17. Godzhayev Z.A., Avramov D.V., Martynov N.V., Belousov B.N., Dobromirov V.N. Environmental safety of transport and technological means. Sel'skokhozyaystvenn-yye mashiny i tekhnologii. 2019. No 2, pp. 40–47 (in Russ.).
18. Mezhotraslevaya metodika uskorenykh iznosnykh ispytaniy traktornykh shin na poligonakh: Otchet o NIR/NPO NATI [Interindustry methodology for accelerated wear tests of tractor tires at testing centers: research report of Research and Production Union NATI]. VNTITs 02850036256. Moscow, 1984.
19. Goncharenko S.V., Godzhayev Z.A., Stankevich E.B., Mir-Kasimov V.V., Bykadorov Z.B., Koren' V.V. Identification of tires by performance characteristics. Traktory i sel'skokhozyaystvenn-yye mashiny. 2007. No 7, pp. 16–19 (in Russ.).
20. Rebrov Yu.A., Migushchenko R.P. The use of identification technologies in the identification of characteristics of innovative tractor agricultural tires of IF and VF categories. Mekhanika ta mashinobudovaniya. 2015. No 1, pp. 98–105 (in Russ.).