

УДК 631.372

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ШИН 30,5-32 С РАЗЛИЧНЫМ ВНУТРЕННИМ СТРОЕНИЕМ**

Кравченко Владимир Алексеевич  
 доктор технических наук, профессор  
 РИНЦ SPIN-код = 9983-4293  
 E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto:a3v2017@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет» г. Ростов – на Дону, Россия*

Меликов Иззет Мелукович  
 канд. техн. наук, доцент  
 РИНЦ SPIN-код=3194-9952  
 E-mail: [izmelikov@yandex.ru](mailto:izmelikov@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М Джамбулатова», г. Махачкала, Россия*

Целью исследования являлось изучение закономерностей деформирования с различным внутренним строением оболочки шин типоразмера 30,5-32 движителей для современных мобильных сельскохозяйственных машин. Метод исследования – экспериментальный с использованием «шинного тестера» и специально разработанных приспособлений для определения деформаций оболочки шины относительно обода в окружном и радиальном направлениях. Выходные показатели колеса с пневматической шиной определяются способностью шины деформироваться так, чтобы при малых гистерезисных потерях в резинокордной оболочке создавалась наибольшая площадь контакта с опорным основанием. Указанное обстоятельство приобретает особую значимость при разработке шин для мобильных сельскохозяйственных машин с высокой энергонасыщенностью, закономерности деформирования которых в настоящее время мало изучены. Анализ проведенных экспериментальных исследований показал целесообразность применения на движителях мобильных сельскохозяйственных машин вместо диагональных и радиальных предлагаемых в работе экспериментальных шин такого же типоразмера. Сопротивление качению у экспериментальных шин 30,5Э-32 ниже, чем у серийно выпускаемых шин, развиваемая площадь контакта выше, что обеспечивает снижение уплотняющего воздействия на почву

Ключевые слова: МОБИЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ДВИЖИТЕЛЬ, ШИНА, РАДИАЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ШИНЫ, ОКРУЖНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ШИНЫ

UDC 631.372

Technologies and means of agricultural mechanization

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DEFORMATION IN TIRES 30.5-32 WITH A DIFFERENT INTERNAL STRUCTURE**

Kravchenko Vladimir Alekseevich  
 Doctor of Technical Sciences, professor  
 RSCI SPIN – code 9983-4293  
 E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto:a3v2017@yandex.ru)  
*FSBEI HE «Don state technical university», Rostov-on-Don, Russia.*

Melikov Izzet Melukovich  
 Cand.Tech.Sci., associate professor  
 RSCI SPIN – code=3194-9952  
 E-mail: [izmelikov@yandex.ru](mailto:izmelikov@yandex.ru)  
*FSBEI HE Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia.*

The objective of the research was to study the patterns of deformation with the different internal structure in a tire envelope with the standard size of 30.5-32 in propulsion units for modern mobile farm vehicles. The research method is experimental with the use of «a tire tester» and specially developed devices for determining the deformations of the tire envelope concerning the rim in circular and radial directions. Output indicators of a wheel with the pneumatic tire are determined by the ability of the tire to be deformed so that at small hysteresis losses in the rubber-cord envelope the largest area of the contact with a substructure have been created. This circumstance has special significance when developing the tires for mobile farm vehicles with the high power saturation, the patterns of deformation of which are poorly studied now. The analysis of the carried out experimental researches has shown the expediency of application of the experimental tires with the same standard size, offered in the work, on the propulsion units of the mobile farm vehicles instead of diagonal and radial tires. The rolling resistance of the experimental tires 30.5E-32 is lower than the rolling resistance of serially produced tires, and the developed area of contact is higher and that provides the decrease in the condensing impact on the soil

Keywords: MOBILE POWER MEANS, PROPULSION UNIT, TIRE, RADIAL DEFORMATION OF A TIRE, CIRCULAR DEFORMATION OF A TIRE

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-151-011>

**Введение.** Для удовлетворения потребностей неуклонно растущего населения страны в продовольственных товарах необходимо в короткие сроки разработать и освоить новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур на базе новой современной техники, в том числе и мобильных энергетических средств, которые смогут обеспечить проведения работ в оптимальные агротехнические сроки с минимальными затратами труда. Но экономически обоснованная необходимость повышения производительности сельскохозяйственной техники неизбежно приводит к росту массы тракторов, комбайнов и других машин и орудий, в результате чего возникают конструктивные, экологические и другие проблемы, которые настоятельно требуют применения новых конструктивных решений при проектировании и изготовлении составных частей машинно-тракторных агрегатов. Особенно это относится к ходовым системам мобильных энергетических средств, а именно к пневматическим шинам их движителей. Применение пневматических шин на движителях мобильных энергетических средств, в том числе самоходных зерноуборочных комбайнов высокой производительности, обусловлено их амортизирующим свойствам, которые обеспечивают смягчение воздействий на корпус машины неровностей опорного основания, колебаний тяговой нагрузки и т.д. [1]. От деформационных свойств пневматических шин движителей мобильных энергетических средств, которые определяются в основном их внутренним строением, во многом зависят их тягово-сцепные, экологические и другие эксплуатационные показатели [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

При выполнении сельскохозяйственной технологической операции в шине движителя энергетического средства происходят радиальная, окружная и тангенциальная деформации, а также имеется проскальзывание отдельных участков пятна контакта с опорным основанием, смятие почвы,

при этом машинно-тракторный агрегат совершает колебания в вертикальной и горизонтальной плоскостях [1, 2, 3, 4, 5, 8], увеличивая потери энергии двигателя.

Силы, возникающие в контакте движителя с опорным основанием, способствуют изменению водного, воздушного, теплового режимов почв, что, в конечном счёте, приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [1, 3, 4, 5, 8, 9]. Для снижения негативного влияния на почву любой техники необходимо обеспечить такие условия её работы, чтобы не происходили изменения заложенных природой процессов аэрации и влагообмена в почве, которые влияют существенно на жизнеобеспеченность развития растений [3, 4, 5, 8, 9].

Внутреннее строение шин оказывает большое влияние на их технологические и экологические показатели [2, 3, 4, 5, 8]. Под действием вертикальной и продольной сил, а также крутящего момента элементы пневматической шины колеса подвергаются сложным деформационным процессам. В оболочке шины, находящейся под воздействием давления накаченного воздуха, неизбежно возникают при качении деформация её элементов в окружном, радиальном и продольном направлениях [2, 6, 7].

Повторяющиеся при качении колеса циклы деформации шины повышают напряжённое состояние резино-кордной оболочки и, тем самым, снижают её ресурс и отрицательно влияют на выходные показатели: сопротивление качению, кинематический радиус, тяговый КПД [3, 4, 5, 6, 7]. Изучение данных процессов позволит оценить совершенство конструкции шины и наметить пути её улучшения. Такой процесс приобретает особое значение для тракторных шин низкого давления, работающих к тому же со значительными силовыми нагрузками. Последнее относится и к шине размера 30,5-32 для тракторов класса 5, зерноуборочных комбайнов высокой производительности и других мобильных энергетических средств.

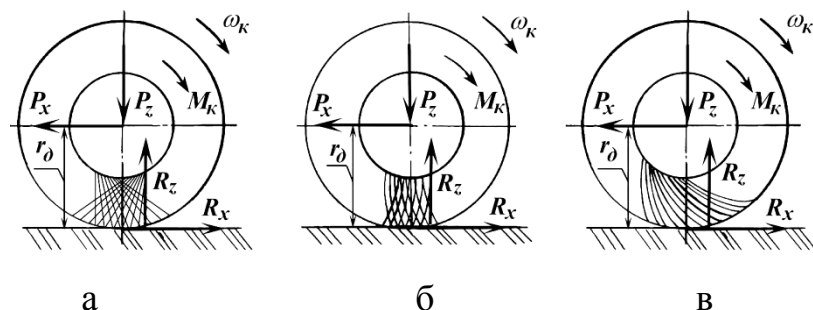
Эксплуатационные и экологические показатели движителя с пневма-

тической шиной зависят от ряда факторов. Одним из них является способность оболочки шины при незначительных гистерезисных потерях и возникающих при деформации напряжениях в её элементах обеспечивать максимальную контактную площадь с почвенным фоном при сохранении тягово-сцепных свойств. Это обстоятельство приобретает особое значение при разработке ходовых систем мобильных колёсных энергетических средств с пневматическими шинами, деформационные характеристики и показатели которых ещё недостаточно изучены [3, 4, 5, 6, 7, 8].

К настоящему времени сложились различные направления в совершенствовании колёсных движителей, в том числе замена шин диагонального исполнения на радиальные шины, а также создание шин нового конструктивного исполнения [3, 4, 5, 6, 7, 8, 10].

Основным элементом шины движителя, от которого зависят её эксплуатационные показатели, является корд [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Нити корда диагональных шин, применяемых на ведущих колёсах зерноуборочных комбайнов высокой производительности, укладываются от борта к борту в обоих направлениях под углом от  $15^\circ$  до  $45^\circ$  к меридиану, что способствует образованию очень жёсткой оболочки (рисунок 1 а). Поэтому шины диагональной конструкции не могут, даже после оптимизации внутреннего строения, обеспечить высокие экологические и агротехнологические показатели мобильных машин.



а – диагональная шина; б – радиальная шина; в – экспериментальный вариант

Рисунок 1 – Конструктивное исполнение шин ходовых систем мобильных машин

Нити корда радиальных шин, применяемых в качестве ведущих на тракторах, располагаются к меридиану под углом от  $0^\circ$  до  $15^\circ$  (рисунок 1 б).

В работах отечественных и зарубежных исследователей установлено, что шины радиальной конструкции имеют, наряду с меньшей жёсткостью (что сказывается на плавности хода агрегата), более высокие энергетические показатели, а также большую площадь контакта с поверхностью опорного основания (до 20 %), чем диагональные.

Наряду с отмеченными положительными свойствами, радиальные (как и диагональные) шины, имеют определённые недостатки [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Поэтому, существует потребность в разработке таких пневматических шин, в которых нити корда, с целью снижения гистерезисных потерь и повышения продольной жёсткости, с одновременным увеличением длины с сохранением ширины контакта с опорным основанием, должны быть расположены так, чтобы они при передаче крутящего момента испытывали деформацию растяжения, а под действием нормальной нагрузки работали на изгиб, а это и предопределяет лучшие эксплуатационные показатели [3, 4, 5, 6, 7] (рисунок 1 в). Нами в процессе работы была разработана, спроектирована и изготовлена такая шина различных типоразмеров [10].

**Методы и результаты исследований.** В связи с выше изложенным материалом, целью данной работы было исследовать закономерности деформации резино-кордной оболочки шин типоразмера 30,5-32 с различным внутренним строением при качении колеса в ведущем и ведомом режимах.

При исследовании принят экспериментальный метод, который предусматривал применение специально разработанных «шинных тестеров» [11, 12, 13] и устройств, обеспечивающих определение величин деформаций относительно обода колеса внутренней и наружной оболочек шины в различных направлениях.

Предусматривалось определить:

– величину общей деформации элементов шины в различных направлениях относительно обода колеса при его перемещении под действием ведущего момента, а также продольной, вертикальной и боковой сил;

– меридиональную и экваториальную деформации внешнего слоя беговой дорожки при качении пневматической шины.

Комплекс измерительной техники для натуральных испытаний обеспечивал фиксацию [6, 7] параметров деформации элементов оболочки пневматической шины, ведущий момент, приложенный к оси колеса, угол поворота обода колеса, длину пятна контактного отпечатка шины.

Результаты экспериментальных исследований радиальной и окружной деформаций шины 30,5L-32 (диагональной) представлены в виде графиков зависимостей  $Z = f(\alpha)$  и  $X = f(\alpha)$  на рисунке 2.

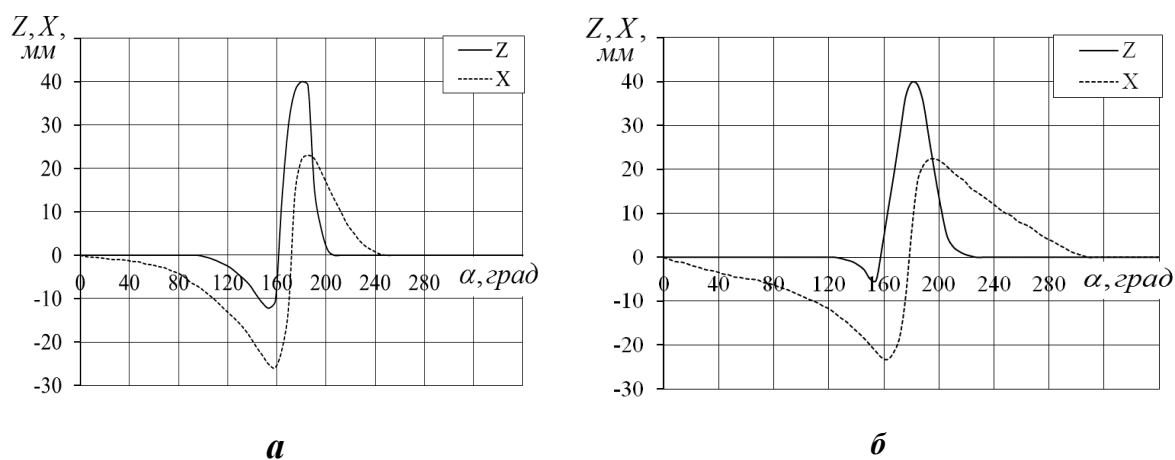


Рисунок 2 – Графики зависимостей показателей деформация шины 30,5L-32 при ведущем (а) и ведомом (б) режимах нагружения

Из полученных данных по деформационным свойствам оболочки пневматических шин 30,5L-32 (рисунок 2) можно сделать следующее заключение:

– по экватору шины 30,5L-32 радиальная деформация  $Z$  её оболочки направлена как к центру колеса, так и от него перед входом в контакт с

опорным основанием: при любом режиме качения диагональная шина подвергается радиальной деформации в окружающем контакт сегменте;

– перед входом в контакт с опорным основанием элементы оболочки шины под воздействием вертикальной нагрузки испытывают деформацию в противоположную сторону от центра колеса, поэтому наблюдается «выпучивание» шины (для ведущего режима качения оно больше);

– радиальная деформация диагональной шины типоразмера 30,5-32 начинается при угле поворота обода ведомого колеса примерно  $129^{\circ}$  и  $101^{\circ}$  – для ведущего колеса, а полное отсутствие радиальной деформации наблюдается при углах поворота обода колеса  $201^{\circ}$  и  $227^{\circ}$  (максимальное значение величины радиальной деформации – в центре контакта);

– окружная деформация  $X$  элементов оболочки шины 30,5L-32 по экватору определяется режимом качения колеса;

– диагональная шина 30,5L-32 при любых режимах качения подвергается знакопеременной окружной деформации;

– при ведомом режиме качения оболочка шины 30,5L-32 деформируется в окружном направлении почти по всему периметру, притом, что элементы оболочки шины смещаются к верху шины относительно центра колеса в передней до подхода и задней частях шины после контакта с опорным основанием;

– окружная деформация оболочки шины 30,5L-32 начинается при угле поворота обода колеса равном нулю градусов;

– полное отсутствие деформации оболочки шины в окружном направлении наблюдается при  $300^{\circ}$  поворота обода ведомого и при  $240^{\circ}$  – ведущего колеса.

Результаты экспериментальных исследований радиальной и окружной деформаций шины 30,5R-32 представлены в виде графиков зависимостей  $Z = f(\alpha)$  и  $X = f(\alpha)$  на рисунке 3.

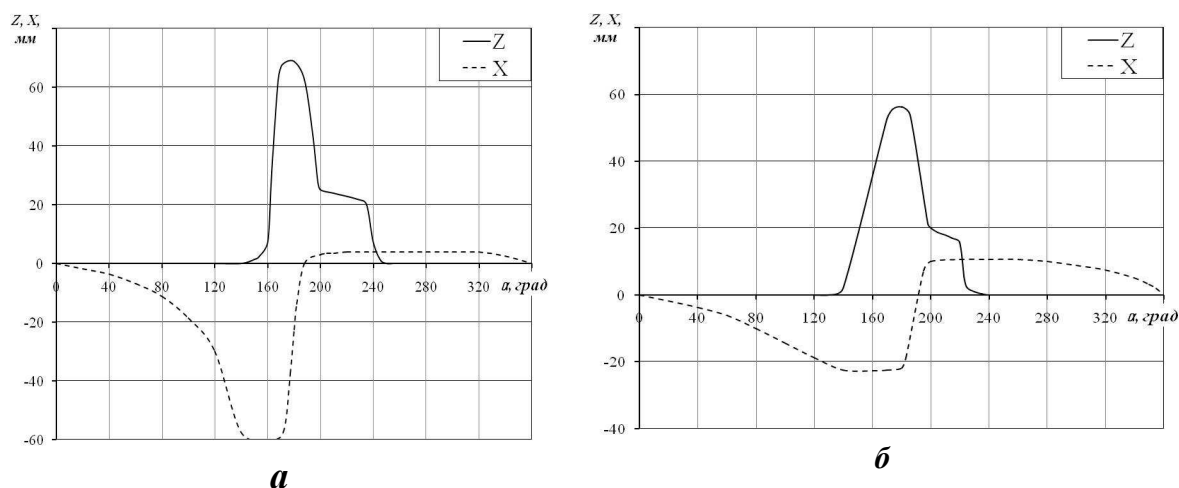


Рисунок 3 – Графики зависимостей показателей деформации шины 30,5R-32 при ведущем (а) и ведомом (б) режимах нагружения

Анализ зависимостей (рисунок 3) позволяет установить следующее:

- радиальная деформация по экватору шины 30,5R-32 всегда направлена к центру колеса: у ведомого деформация наблюдается ещё до подхода беговой дорожки протектора шины к опорному основанию, у ведущего – практически в точке контакта;

- максимальное значение величины деформации наблюдается по центру контакта, полное её снятие происходит уже после выхода элементов протектора из пятна контакта, причём такое «запаздывание» больше у ведущего колеса;

- полное снятие радиальной деформации у шины 30,5R-32 наблюдается при угле поворота обода колеса, равном  $240^0$ , что, очевидно, объясняется взаимосвязью всех возможных видов деформации элементов оболочки: нормальная нагрузка на колесо передаётся опорному основанию всей оболочкой шины, а нижняя часть шины деформируется и от силы, создающей давлением воздуха;

- в связи с наличием гистерезисных потерь, возникающих в материале шины и в контакте с опорным основанием, радиальной деформации под-



вергается больший участок шины 30,5R-32 после контакта, чем до него;

– давление воздуха в шине 30,5R-32 пренебрежимо мало, а перелома брекера на границе площадки контакта не происходит, поэтому радиальная деформация оболочки и вне контакта будет направлена к оси колеса;

– особенностью полученных зависимостей является наличие явно выраженных площадок с примерно постоянной величиной радиальной деформации элементов шины 30,5R-32 на выходе из контакта, появление которых обусловлено работой на преодоление сухого трения элементов шины в контакте, связанной со скольжением элементов протектора к центру контакта;

– величина радиальной деформации и площадь контакта с опорным основанием шины 30,5R-32 больше, чем у диагональной шины, поэтому среднее давление на почву ходовой системы мобильного средства, укомплектованного данной шиной, будет меньше;

– окружная деформация  $X$  внешних элементов протектора по экватору шины у шины 30,5R-32 происходит по всему периметру оболочки: с верхней точки и до середины контактной площадки, элементы шины испытывают сжатие, на оставшейся части – также сжатие, но в противоположном направлении, причём, деформация сжатия набегающих волокон шины значительно больше деформации сжатия сбегаящих волокон;

– при ведомом режиме качения шины 30,5R-32 единственным фактором, вызывающим сжатие набегающих волокон шины, является нормальная нагрузка на колесо, а при ведущем режиме качения шины 30,5R-32 сжатие дополнительно увеличивается от прилагаемого крутящего момента;

– при ведомом режиме качения шины 30,5R-32 сжатие сбегаящих волокон шины 30,5R-32 происходит в связи с тем, что элементы протектора в задней части контактной площадки скользят к её центру вперёд по ходу движения и, тем самым, задерживают не только снятие радиальной, но и создают условия для окружной деформации;

– при ведущем режиме шины 30,5R-32 элементы протектора не скользят к её центру вперёд по ходу движения, а растяжение под действием крутящего момента сбегающих волокон частично компенсируется их сжатием от нормальной нагрузки, и, вследствие этого, величина деформации сжатия меньше, чем при ведомом режиме качения;

– у ведущего колеса в набегающих волокнах беговой дорожки шины 30,5R-32 наблюдается дополнительная деформация окружного сжатия, а в выходящих из контакта – деформация растяжения, поэтому в зоне после выхода колеса из контакта с поверхностью почвы суммарная деформация шины в окружном направлении при номинальном значении крутящего момента, практически равна нулю (нормальная сила обеспечивает сжатие волокон, а крутящий момент – их растягивание);

– в отличие от ведомого режима качения сжатие набегающих волокон оболочки шины ведущего колеса при номинальном значении крутящего момента возрастает на 56%, причём максимальной величины сжатие волокон достигает до начала контакта беговой дорожки шины с почвой в связи с наличием зоны скольжения в начале пятна контакта отпечатка, затем уменьшается, увеличиваясь снова в зоне сцепления.

Результаты экспериментальных исследований радиальной и окружной деформаций экспериментальной шины 30,5Э-32 представлены в виде графиков зависимостей  $Z = f(\alpha)$  и  $X = f(\alpha)$  на рисунке 4.

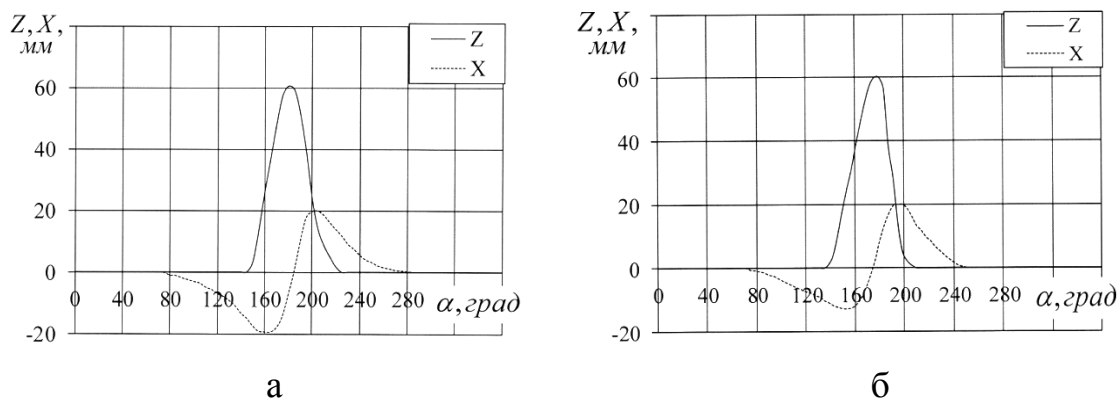


Рисунок 4 – Графики зависимостей показателей деформации шины 30,5Э-32 при ведущем (а) и ведомом (б) режимах нагружения

Экспериментальными исследованиями процесса деформирования оболочки предлагаемых пневматических шин (рисунок 4) установлено:

– радиальная деформация  $Z$  по экватору оболочки шины 30,5Э-32 направлена только к центру колеса: беговые дорожки ведомых и ведущих колёс начинают деформироваться до момента входа элементов протектора в контакт с опорной поверхностью, а окончание процесса деформации наступает уже после момента выхода из контакта протектора шины;

– максимальное значение радиальной деформации оболочки экспериментальной шины, наступающее при  $180^{\circ}$  угла поворота обода колеса, наблюдается по центру контактного отпечатка независимо от режима качения;

– элементы оболочки шины 30,5Э-32 начинают деформироваться в радиальном направлении при значении углов поворота обода колеса около  $139^{\circ}$  для колеса, работающего в ведомом режиме, и  $150^{\circ}$  для ведущего колеса, а заканчивается процесс радиальной деформации элементов оболочки шины около  $220^{\circ}$  и  $229^{\circ}$  соответственно для ведомого и ведущего колёс;

– значение величины радиальной деформации экспериментальной шины больше, чем у других шин, так как в контактной зоне с опорной поверхностью нити её корда при восприятии вертикальной нагрузки работают только на изгиб и поэтому не оказывают существенного сопротивления;

– окружная деформация элементов оболочки шины 30,5Э-32 начинается после поворота обода колеса от верхней точки беговой дорожки на угол около  $80^{\circ}$ , а оканчивается у ведомого колеса около  $250^{\circ}$  и у ведущего колеса  $270^{\circ}$ ;

– подверженные окружной деформацией зоны оболочки экспериментальной шины, существенно меньше, чем у шин другого конструктивного исполнения при меньшем значении окружной деформации, в связи с тем, что нити корда при приложении крутящего момента работают в набегаю-

щих элементах каркаса шины фактически на растяжение, а в уходящих – на сжатие.

### Выводы

Деформационные свойства экспериментальной шины 30,5Э-32 выше, чем соответствующие показатели у диагональных и радиальных шин такого типоразмера.

Величина радиальной деформации шины 30,5Э-32 больше, чем у шин 30,5L-32 и 30,5R-32, поэтому давление на почву в пятне контакта данной шины будет меньше за счёт его большей длины.

Окружная деформация  $X$  экспериментальной шины 30,5Э-32 по экватору определяется режимом качения, как и у других типов выпускаемых серийно шин, однако она отличается в лучшую сторону в количественном и качественном отношении. Проведённые исследования по определению деформационных показателей пневматических шин подтверждают выводы о необходимости разработки шины, у которых нити корда работали бы в зоне восприятия нормальных сил на изгиб, а в зоне действия касательных сил – на растяжение. Этим требованиям лучше всего отвечает разработанная нами экспериментальная шина [10].

Испытания таких шин на тракторах семейства «Кировец» и комбайнах «Дон» показали, что по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами, несомненно, их преимущество, давление на почву, вследствие большей и, причём развитой в длину площади контакта, уменьшено на 22...32 %, расход топлива на движение машины меньше на 8...13 %.

### Список литературы

1. Кравченко, В.А. Транспорт в сельскохозяйственном производстве/ В.А. Кравченко. – Зерноград, АЧГАА, 2003. – 320 с.
2. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины. – М., Автотрансиздат, 1960. – 229 с.
3. Повышение эксплуатационных качеств колёсных движителей / В.В. Коптев, В.А. Кравченко, В.Г. Яровой и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – С. 33...34.

4. Совершенствование пневматических шин мобильной техники / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, А.Ф. Шкарлет и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2001. – № 7. – С. 27...30.

5. Кравченко, В.А. Повышение эксплуатационных показателей двигателей сельскохозяйственных колёсных тракторов: монография / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, В.Г. Яровой. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 213 с.

6. Кравченко, В.А. Характер деформирования крупногабаритных шин низкого давления двигателей тракторов класса 5 / В.А. Кравченко, В.Г. Яровой, И.М. Меликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. - № 132. – С. 1230...1241.

7. Кравченко, В.А. Закономерности деформирования диагональных и радиальных шин двигателей зерноуборочных комбайнов высокой производительности / В.А. Кравченко, И.М. Меликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. - № 134. – С. 164...173.

8. Кравченко, В.А. Агротехнические показатели функционирования ходовой системы зерноуборочных комбайнов высокой производительности / В.А. Кравченко, И.М. Меликов // Вестник аграрной науки Дона, 2018. – Т. 3. – № 43. – С. 30...36.

9. Яровой, В.Г. Методы оценки воздействия на почву колёсных двигателей сельскохозяйственных машин / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, В.Ф. Яламов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: технические науки, 1994. – № 3-4. – С. 179.

10. Патент 2677817 Российская Федерация, МПК В60С 9/07; В60С 9/09. Пневматическая шина для мобильного энергетического средства / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, И.М. Меликов, Ф.М. Магомедов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ. – № 2017135896; заявл. 09.10.2017; опубл. 21.01.2019, Бюл. № 3. – 5 с // Изобретения. Полезные модели. – 2019. – № 3.

11. Патент 2107275 Российская Федерация, G 01 М 17/02. Шинный тестер / В.А. Кравченко, В.Г. Яровой, С.Г. Пархоменко, И.М. Меликов, А.В. Яровой; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 96109272; заявл. 05.05.1996; опубл. 20.03.1998, Бюл. № 8. // Изобретения. Полезные модели. – 2019. – № 3.

12. Патент 2092806 Российская Федерация, G 01 М 17/02. Шинный тестер / И.М. Меликов, В.Г. Яровой, А.В. Яровой, В.А. Кравченко, С.Г. Пархоменко; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 99114900/28; заявл. 08.07.1999; опубл. 20.05.2001, Бюл. № 14.

13. Патент 2085891 Российская Федерация, С1 6 G01 М17/02 Шинный тестер / Пархоменко С.Г., Яровой В.Г., Кравченко В.А., Меликов И.М. - №95111419/11; Заявл. 03.07.95; Опубл. 27.07.97. – 8 с.

## References

1. Kravchenko, V.A. Transport v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve/ V.A. Kravchenko. – Zernograd, АСНГАА, 2003. – 320 s.

2 Knoroz V.I. Rabota avtomobil'noy shiny. – M., Avtotransizdat, 1960. – 229 s.

3. Povysheniye ekspluatatsionnykh kachestv kolésnykh dvizhiteley / V.V. Koptev, V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy i dr. // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. – 2000. – № 5. – S. 33...34.

4. Sovershenstvovaniye pnevmaticheskikh shin mobil'noy tekhniki / V.G. Yarovoy,

V.A. Kravchenko, A.F. SHkarlet i dr. // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny, 2001. – № 7. – S. 27...30.

5. Kravchenko, V.A. Povysheniye ekspluatatsionnykh pokazateley dvizhiteley sel'skokhozyaystvennykh kolēsnykh traktorov: monografiya / V.A. Kravchenko, V.A. Oberemok, V.G. Yarovoy. – Zernograd: Azovo-CHernomorskiy inzhenernyy institut FGBOU VPO DGAU, 2015. – 213 s.

6. Kravchenko, V.A. KHarakter deformirovaniya krupnogabaritnykh shin nizkogo davleniya dvizhiteley traktorov klassa 5 / V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy, I.M. Melikov // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. - № 132. – S. 1230...1241.

7. Kravchenko, V.A. Zakonomernosti deformirovaniya diagonal'nykh i radial'nykh shin dvizhiteley zernouborochnykh kombaynov vysokoy proizvoditel'nosti / V.A. Kravchenko, I.M. Melikov // Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. - № 134. – S. 164...173.

8. Kravchenko, V.A. Agrotekhnicheskiye pokazateli funktsionirovaniya khodovoy sistemy zernouborochnykh kombaynov vysokoy proizvoditel'nosti / V.A. Kravchenko, I.M. Melikov // Vestnik agrarnoy nauki Dona, 2018. – T. 3. – № 43. – S. 30...36.

9. Yarovoy, V.G. Metody otsenki vozdeystviya na pochvu kolēsnykh dvizhiteley sel'skokhozyaystvennykh mashin / V.G. Yarovoy, V.A. Kravchenko, V.F. YAlamov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: tekhnicheskiye nauki, 1994. – № 3-4. – S. 179.

10. Patent 2677817 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V60S 9/07; V60S 9/09. Pnevmaticheskaya shina dlya mobil'nogo energeticheskogo sredstva / V.G. Yarovoy, V.A. Kravchenko, I.M. Melikov, F.M. Magomedov; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Dagestanskiy GAU. – № 2017135896; zayavl. 09.10.2017; opubl. 21.01.2019, Byul. № 3. – 5 s // Izobreteniya. Poleznyye modeli. – 2019. – № 3.

11. Patent 2107275 Rossiyskaya Federatsiya, G 01 M 17/02. SHinnyy tester / V.A. Kravchenko, V.G. Yarovoy, S.G. Parkhomenko, I.M. Melikov, A.V. Yarovoy; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO ACHGAA. – № 96109272; zayavl. 05.05.1996; opubl. 20.03.1998, Byul. № 8. // Izobreteniya. Poleznyye modeli. – 2019. – № 3.

12. Patent 2092806 Rossiyskaya Federatsiya, G 01 M 17/02. SHinnyy tester / I.M. Melikov, V.G. Yarovoy, A.V. Yarovoy, V.A. Kravchenko, S.G. Parkhomenko; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO ACHGAA. – № 99114900/28; zayavl. 08.07.1999; opubl. 20.05.2001, Byul. № 14.

13. Patent 2085891 Rossiyskaya Federatsiya, C1 6 G01 M17/02 SHinnyy tester / Parkhomenko S.G., Yarovoy V.G., Kravchenko V.A., Melikov I.M. - №95111419/11; Zayavl. 03.07.95; Opubl. 27.07.97. – 8 s.