

УДК 539.3/4

А.П. Наumenко, Л.Е. Грудзинская,
В.И. Варивода, А.Г. Смирнов

САМООЧИЩАЕМОСТЬ РИСУНКА ПРОТЕКТОРА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ РАДИАЛЬНЫХ ШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

У статті розглядається проблема створення рисунку протектора підвищеної прохідності радіальних шин сільськогосподарської техніки в плані підвищення його самоочищення і зчеплення з основою (грунтом), що деформується, в різних умовах експлуатації.

Одной из наиболее значимых статей расхода при покупке и эксплуатации сельскохозяйственных колесных тракторов и машин являются затраты на пневматические шины [1-3]. За период эксплуатации трактора не менее чем 3-4 раза может быть обновлен комплект шин, стоимость каждого из которых составляет порядка 20-30 % от стоимости нового трактора. При этом эксплуатационные расходы на тракторные шины составляют 10-15 % суммы общих затрат на техническое обслуживание сельскохозяйственной техники. В этой связи особое значение приобретает эффективность использования шин колесного движителя, неизбежно предопределяющих технико-экономические показатели сельскохозяйственной техники в целом (тягово-сцепные свойства, проходимость, топливная экономичность и т.п.).

Пневматические шины с рисунком протектора повышенной проходимости устанавливают преимущественно на ведущие колеса сельскохозяйственной техники, так как в силу специфики исполнения их применение на управляемых или несущих колесах, за редким исключением, является нерациональным. Эффективность преобразования посредством колесного движителя крутящего момента двигателя сельскохозяйственной техники в тяговое усилие перемещения возрастает по мере сочетания двух основных факторов – создание условий для достижения максимально возможной поверхности контакта и обеспечение, исходя из специфики поведения деформируемого основания (грунта), приемлемого фрикционного взаимодействия и механического зацепления.

При одинаковых габаритах и несущей способности пневматические шины радиальные, в сравнении с шинами диагональными, поз-

воляют достичь не только существенно большей величины контурной площади контакта, но и обеспечить в ее границах более равномерное распределение контактного давления. К тому же не вызывает сомнения очевидное преимущество пневматических радиальных шин при сопоставлении по массе и сопротивлению качению, что позволяет выделить их в качестве наиболее перспективных для применения на сельскохозяйственной технике.

Учитывая специфику выполняемых сельскохозяйственной техникой работ, рассматривая их исходя из особенностей поверхности перемещения, обращает внимание проявление следующих основных тенденций:

- универсальное назначение, при котором транспортные функции составляют до 60 % от объема выполняемых работ, осуществляемых на твердом грунте или усовершенствованном покрытии при относительно высоких скоростях перемещения (в пределах 40 км/ч);
- пропашное назначение, при котором эксплуатацию осуществляют преимущественно на пашне или слабонесущих грунтах при относительно невысоких скоростях (порядка 10-15 км/ч), а транспортные функции составляют не более 30 % от объема выполняемых работ.

Однако попытки непосредственной замены на технике пневматических шин диагональных на более прогрессивные радиальные, сохраняя при этом те же принципы построения рисунка протектора повышенной проходимости, не позволили достичь ожидаемых результатов. Причиной этому служит проявление характерной особенности конструктивного выполнения радиальных шин – брекера, который, в отличие от диагональных шин, делает практически недеформируемым основание протектора. Не в последнюю очередь именно наличие брекера позволяет существенно повысить контурную площадь контакта, достичь более равномерного распределения контактного давления, а также снизить массу и сопротивление качению радиальных шин в сравнении с аналогичными по назначению и габаритным параметрам диагональными шинами.

Но в свою очередь именно жесткость основания протектора далеко не во всех случаях позволяет реализовать на практике повышенные тягово-сцепные свойства радиальных шин, что следовало бы ожидать с увеличением контурной площади контакта.

При выполнении укомплектованной пневматическими радиальными шинами сельскохозяйственной техники транспортных функций, т.е. на укатанных грунтовых дорогах или дорогах с усовершенствованным покрытием, конструктивное исполнение рисунка протек-

тора повышенной проходимости для эффективной реализации тягово-сцепных свойств не имеет особого принципиального значения. В этом случае рисунок протектора повышенной проходимости радиальных шин, по аналогии с диагональными, представляет собой чередование отдельно расположенных грунтозацепов, ось симметрии которых образует противоположный угол наклона к их меридиональной плоскости. Технический компромисс между преимущественно приемлемым уровнем износостойкости на твердом основании и удовлетворительными тягово-сцепными свойствами на пашне влечет за собой некоторые специфические особенности выполнения грунтозацепов. При всем разнообразии известных исполнений грунтозацепов, составляющих рисунок протектора повышенной проходимости для универсальной по назначению сельскохозяйственной техники, они характеризуются площадью контакта близкой к 30 % от контурной площади контакта и высотой не превышающей 55 мм по меридиональному сечению шин.

Однако следует констатировать, что эффективность преобразования на сельскохозяйственной технике крутящего момента двигателя посредством колесного движителя, укомплектованного пневматическими шинами с рисунком протектора повышенной проходимости, интенсивно падает по мере возрастания влажности грунта (почвы) опорной поверхности или снижения ее несущей способности. При этом в случае однотипного построения рисунка протектора повышенной проходимости падение тягово-сцепных свойств шин радиальных более существенно, чем диагональных.

Для выполнения укомплектованной пневматическими шинами сельскохозяйственной техники преимущественно пропашных функций, т.е. большей частью на пашне или слабонесущих грунтах, особенности построения рисунка протектора в зависимости от конструктивного исполнения шин имеют принципиальное значение. Используемые для построения рисунка протектора повышенной проходимости грунтозацепы характеризуются суммарной величиной площади контакта не превышающей, как правило, 25 % от контурной площади контакта. При этом в отдельных случаях высота грунтозацепов по меридиональному сечению шин может достигать 90 мм.

Подобное сочетание параметров грунтозацепов обусловлено необходимостью достижения технического компромисса в части создания условий для обеспечения максимально возможного уровня тягово-сцепных свойств на пашне при удовлетворительной износостой-

кости на твердом основании.

Между тем соблюдение представленных принципов построения рисунка протектора для шин радиальных, в отличие от их диагональных аналогов, оказывается еще недостаточным условием. Именно при повышенной влажности или пониженной несущей способности грунтов радиальные шины, значительно в большей степени, чем диагональные, склонны к проявлению эффекта залипания рисунка протектора, обусловленного недостаточной деформируемостью основания протектора. В результате заполнения грунтом впадин между грунтозацепами их фактическая высота приближается к нулю. Дальнейшую эксплуатацию радиальных шин с налипшим грунтом, вплоть до принудительной чистки протектора, производят лишь при фрикционном взаимодействии с основанием, которое, как известно, в условиях повышенной влажности минимально. При этом имеет место не только падение тягово-сцепных свойств, вплоть до буксования, повышение массы радиальных шин колесного движителя, но и непроизводительные затраты энергоресурсов на перемещение сельскохозяйственной техники.

В результате становится очевидной невозможность непосредственного применения рисунков протектора повышенной проходимости при создании радиальных шин, принципы построения которых были ранее отработаны на диагональных шинах. Явные преимущества радиальных шин на твердом основании оборачиваются неприемлемым снижением эксплуатационных свойств на переувлажненных или слабонесущих грунтах, что для сельскохозяйственной техники, даже преимущественно универсального назначения, является неприемлемым.

На нивелирование или, по крайней мере, снижение до приемлемого уровня последствий залипания рисунка протектора для радиальных шин направлены усилия многих производителей шинной продукции. Среди которых наиболее значимых успехов добились такие из них как «PIRELLI» (Италия) [4], «KLEBER» (Франция) [5], «FIRESTONE» (США) [6], а также ОАО «ДНЕПРОШИНА» (Украина), усилиями сотрудников Научно-технического центра. В результате многочисленных теоретических и экспериментальных исследований был определен механизм залипания рисунка протектора повышенной проходимости радиальных шин.

На входе в контакт с опорной поверхностью фрагмента шины происходит заполнение впадин ее протектора грунтом (почвой). При

этом преимущественно свойства грунта (почвы) определяют объем и характер заполнения, поверхность взаимодействия и контактное давление, рельефной поверхности рисунка протектора.

На выходе фрагмента шины из контакта с опорной поверхностью залипание грунта (почвы) во впадинах протектора обусловлено наряду с их свойствами еще и расстоянием между чередующимися в окружном направлении грунтозацепами, т.е. шагом рисунка. При этом по мере снижения несущей способности грунта (почвы) для придания приемлемых тягово-сцепных свойств шине необходимо увеличивать шаг расположения и высоту грунтозацепов. Тем самым, развитие поверхности контакта в сочетании с недостаточной деформируемостью основания впадин рисунка протектора способствуют его залипанию грунтом (почвой) на радиальных шинах повышенной проходимости.

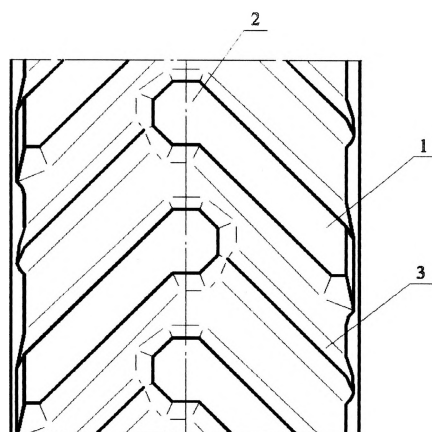
Анализ предлагаемых средств по предотвращению залипания рисунка протектора повышенной проходимости радиальных шин, осуществленный согласно представленному выше механизму, демонстрирует, что при всем разнообразии конструктивного воплощения они могут быть обобщены единством принципа действия – самоочищаемость. При этом реализация механизма самоочищаемости рисунка протектора сводится к изменению характера поверхности впадин между грунтозацепами. Гладкая поверхность впадин, на которой в случае диагональных шин допускались только лишь плавные переходы у основания грунтозацепов, для радиальных шин уступила место сложной рельефной поверхности впадин, которая предусматривает наличие далеко не всегда скругленных выпуклых образований.

Предполагается, что количество, конфигурация и размеры выпуклых образований на поверхности впадин рисунка протектора повышенной проходимости каждый производитель радиальных шин определяет обосновано, руководствуясь требованиями технико-экономических показателей.

Системный анализ основного типажа рисунков протектора повышенной проходимости радиальных шин, производимый мировыми лидерами, для сельскохозяйственной техники позволил выявить их наиболее принципиальные недостатки. Учитывая их, а также возможности ОАО «Днепрошина», сотрудниками Научно-технического центра разработаны и освоены в производстве три серии сельскохозяйственных радиальных шин – «UNIWORK», «NARROW» и «AGROWORK».



Рис. 1 – Внешний вид радиальной шины с рисунком протектора повышенной проходимости серии «UNIWORK»



1 – грунтозацеп; 2 – зона расширения грунтозацепа;
3 – ребро

Рисунок протектора повышенной проходимости радиальных шин для сельскохозяйственной техники универсального назначения серии «UNIWORK» [7] разработан предпочтительно к выполнению транспортных функций, которые могут составлять порядка 60 % от объема выполняемых работ. Специфика преимущественной эксплуатации на твердом основании, допуская развитие относительно высоких скоростей перемещения (до 40 км/ч), безусловно, предопределила некоторые особенности построения рисунка протектора (рисунок 1).

Радиальные шины серии «UNIWORK» характеризуются рисунком протектора (рис. 2), образованным ровными массивными грунтозацепами (1), направленными под углом 45° к их меридиональной плоскости. Повышенную износостойкость на дорогах с твердым основанием обеспечивает специальное расширение грунтозацепов, которое имеет форму близкую к правильному восьмиугольнику (2) и расположено в зоне близкой к меридиональной плоскости шины. При этом ориентирование двух из граней восьмиугольника в окружном направлении способствует повышенной курсовой устойчивости шин, проявляемой, тому же, вне зависимости от свойств покрытия или грунта опорной поверхности.

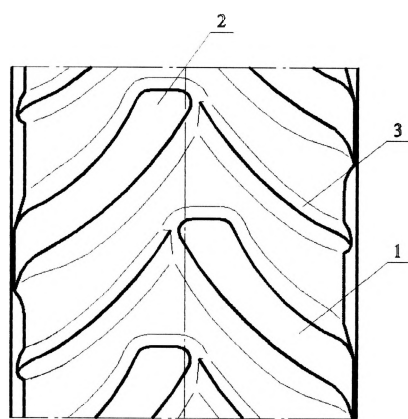
Учитывая требования к самоочищаемости рисунка протектора при выполнении полевых функций, особенно при работе на увлажненных или слабонесущих грунтах (почвах), рельеф поверхности впадин предусматривает наличие на каждой из них делящего их вдоль грунтозацепов пополам выпуклого образования – ребра (3). Как следует из описания, оси симметрии ребер и грунтозацепов для любой из половин рисунка протектора, рассматриваемых относительно меридиональной плоскости шины, совпадают. Треугольный в попе-

речном сечении профиль ребра способствует интенсивному разрушению массива грунта при выходе из контакта с опорной поверхностью, что предотвращает залипание рисунка протектора радиальных шин серии «UNIWORK».

Рисунок протектора повышенной проходимости радиальных шин для сельскохозяйственной техники



Рис. 3 – Внешний вид радиальной шины с рисунком протектора повышенной проходимости серии «NARROW»



1 – грунтозацеп; 2 – зона расширения грунтозацепа;
3 – ребро

пропашного назначения серий «NARROW» [8] и «AGROWORK» [9] разработан предпочтительно к эксплуатации на пашне или слабонесущих грунтах при относительно невысоких скоростях (10-15 км/ч). Выполнение транспортных функций на твердом основании для шин этих серий не должно превышать 30 % от всего объема работ.

Пропашные функции, составляющие не менее 70 % от объема выполняемых данными шинами работ в значительной степени специализированы, что, безусловно, нашло свое отражение в отдельных особенностях построения рисунка протектора повышенной проходимости. Не в последнюю очередь эти особенности обусловлены шириной профиля рассматриваемых шин. Так, для выполнения пропашных функций в условиях узких междурядий (до 45 см), т.е. когда осуществляют рядную обработку высаженных сельскохозяйственных культур, предлагаются для комплектации техники шины серии «NARROW» (рис. 3). В том же случае, когда выполнение сельскохозяйственных операций не ограничено рядным расположением культур или рядное пространство достаточно большое (превышающее 60 см) предпочтительным является комплектова-

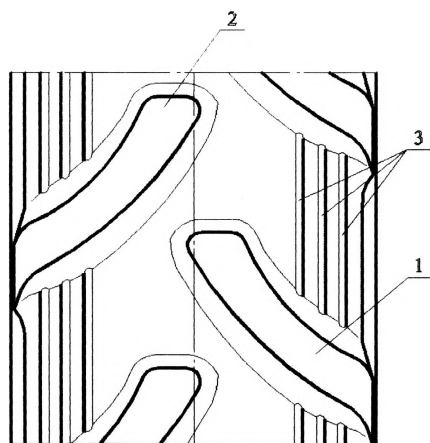
ние техники шинами серии «AGROWORK» (Рис. 4).

Радиальные шины серий «NARROW» и «AGROWORK» характеризуются рисунком протектора (рис. 5 и 6), образованным массив-

ными грунтозацепами (1), касательные к расположенной по радиусу осью симметрии которых образуют угол составляющий порядка 45° в отношении их меридиональной плоскости. Удовлетворительную износостойкость на дорогах с твердым основанием обеспечивает специальное расширение грунтозацепов, имеющее трапецевидную форму (2), расположенное в зоне меридиональной плоскости шины. Ориентирование наиболее широкой из граней трапеции в осевом направлении способствует не только повышению тяговых свойств на деформируемых грунтах. Это так же вне зависимости от свойств покрытия или грунта опорной поверхности повышает износостойкость шин.



Рис. 5 – Внешний вид радиальной шины с рисунком протектора повышенной проходимости серии «AGROWORK»



1 – грунтозацеп; 2 – зона расширения грунтозацепа;
3 – ребро
Рис. 6 – Рисунок протектора

мируемых грунтах. Это так же вне зависимости от свойств покрытия или грунта опорной поверхности повышает износостойкость шин.

Различия в рисунках протектора повышенной проходимости серий «NARROW» и «AGROWORK» относятся к выполнению рельефа поверхности впадин между грунтозацепами, которые, как было указано ранее, однотипны.

Самоочищаемость рисунка протектора радиальных шин серии «NARROW» (рис. 5) при выполнении полевых функций, особенно при работе на увлажненных или слабонесущих грунтах (почвах), обеспечивает рельеф поверхности впадин подобно шинам серии «UNIWORK». Выпуклые образования – ребра (3) делят поверхность впадин вдоль изогнутых грунтозацепов пополам. Оси симметрии ребер и грунтозацепов для любой из половин рисунка протектора, рассматриваемых относительно меридиональной плоскости шины, совпадают. Треугольный в поперечном сечении профиль ребра способствует интенсивному разрушению массива грунта при выходе из контакта с опорной поверхностью. При ширине профиля не превышающей 45 см данное техническое решение

является достаточно эффективным и позволяет предотвратить залипание рисунка протектора радиальных шин серии «NARROW».

Для шин с шириной профиля превышающей 60 см было разработано другое техническое решение рельефа поверхности впадин. С учетом требований к самоочищаемости рисунка протектора при выполнении полевых функций, особенно при работе на увлажненных или слабонесущих грунтах (почвах), рельеф поверхности впадин шин серии «AGROWORK» (рис. 6) предусматривает наличие на каждой из их половин ориентированных в окружном направлении трех выпуклых образований – трех ребер (3). Крайние ребра равноудалены от центрального ребра и расположены в зоне близкой к сухарной части рисунка протектора. В радиальной плоскости полукруглые по поперечному сечению ребра совместно со скругленными в сухарной части грунтозацепами позволяют эффективно разрушать массив грунта при выходе из контакта с опорной поверхностью, предотвращается залипание рисунка протектора радиальных шин серии «AGROWORK».

Решение проблемы самоочищаемости рисунка протектора повышенной проходимости позволило создать на ОАО «Днепрошина» (Украина) уникальную не только для стран СНГ, но и в мировой практике производственную базу по выпуску современных средне- и крупногабаритных радиальных шин сельскохозяйственного профиля. К настоящему времени уже освоены в производстве и прошли квалификационные испытания типоразмерные ряды трех серий современных радиальных шин для сельскохозяйственной техники, к сожалению пока преимущественно импортного производства.

СЕРИЯ «UNIWORK»:

11,2R20 111Ф8/**120A8, модель DE-3;
 14,9R24 137A8/**126A8, модель DE-8;
 16,9R38 141A8, модель DE-5;
 18,4R34 144A8, модель DE-13;
 18,4R38 146A8, модель DE-11.

СЕРИЯ «NARROW»:

11,2R32 117A8, 121A8**132A2, 134A8****145A2, модель DT-3;
 9,5R44 127A8***138A2, 134A8****145A2, модель DE-16;
 11,2R44 133A8***144A2, 140A8****151A2, модель DE-15;
 12,4R46 132A8**143A2, 145A8****156A2, модель DT-5;
 9,5R48 129A8***140A2, 136A8****147A2, модель DE-17;
 11,2R48 129A8**140A2, 142A8****153A2, модель DT-4;

СЕРИЯ «AGROWORK»:

18,4R24 139A8(136B), модель DT-30;
 18,4R26 140A8(137B), модель DT-18;

650/75R32 160A8(157B), **167A8(164B), ***172A8(169B) мод. DT-43;

480/70R38 145A8, модель DE-5;

710/70R38 166A8(163B), модель DT-20;

620/70R42 160A8(157B), **167A8, модель DT-19.

Темпы развития современного сельскохозяйственного производства требует применения все большего разнообразия колесной сельскохозяйственной техники. Целесообразность ее применения в значительной степени будут предопределять технико-экономические показатели применяемых шин, среди которых несомненное предпочтение имеют их радиальные конструкции. Однако без эффективного решения проблемы самоочищаемости рисунка протектора повышенной проходимости, что особенно актуально при выполнении пропашных работ, не может быть речи о создании современных радиальных шин для сельскохозяйственной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шины для сельскохозяйственных машин. Справочное пособие / Под ред. Б.А. Индейкина. -М.: Химия, 1980. -110 с.
2. Бойков В.П., Белковский В.Н. Шины для тракторов и сельскохозяйственных машин. -М.: Агрохимиздат, 1988. -240 с.
3. Обновление и расширение ассортимента пневматических сельскохозяйственных шин в условиях ОАО «Днепрошина» / Наumenко А.П., Грудзинская Л.Е., Дзюра Е.А. и др. // Пути повышения работоспособности и эффективности производства шин и резинотехнических изделий. Тез. докл. II Украинской н-т. конф., Днепропетровск, 1998. –С. 34-35.
4. // Каталог продукции «PIRELLI» (Италия).
5. // Каталог продукции «KLEBER» (Франция).
6. // Каталог продукции «FIRESTONE» (США).
7. Патент № 2454 Украина, МКПО кл. 12-15. Рисунок протектора пневматической шины / Наumenко А.П., Грудзинская Л.Е., Дзюра Е.А. и др. –Заявл. 29.05.1998; опубл. Б.П.В. 1998. -№ 6.
8. Патент № 2418 Украина, МКПО кл. 12-15. Рисунок протектора пневматической шины / Наumenко А.П., Грудзинская Л.Е., Дзюра Е.А. и др. –Заявл. 09.06.1998; опубл. Б.П.В. 1998. -№ 1.
9. Патент № 3488 Украина, МКПО кл. 12-15. Рисунок протектора пневматической шины / Наumenко А.П., Грудзинская Л.Е., Варивода В.И. и др. –Заявл. 15.08.1999; опубл. Б.П.В. 2000. -№ 4.