

УДК 629.36.019

Г.И. Гедроить, канд. техн. наук, доцент,

С.В. Занемонский, ст. преподаватель,

Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,

Д.А. Потапов, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

г. Минск

E-mail:zanemanoff@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РИСУНКА ПРОТЕКТОРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ШИН НА ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА МАШИН

Ключевые слова: трактор, прицеп, шина, протектор, грунтозацеп.

Keywords: tractor, trailer, tire, tread, lug.

Аннотация: в статье проанализировано влияние параметров протектора на тягово-сцепные свойства сельскохозяйственных транспортно-технологических машин.

Summary: the article analyzes the influence of tread parameters on the traction properties of agricultural transport and technological machines.

Введение. Согласно нормативной документации выделяют универсальный рисунок протектора, рисунок повышенной проходимости, карьерный, дорожный, зимний, направленный, ненаправленный, асимметричный рисунки [1].

Для шин тракторов и сельскохозяйственных машин по назначению указывают ведущий, направленный, несущий рисунки протекторов [2]. Т.е. выпускаемые в настоящее время конструкции шин разработаны с учетом условий их эксплуатации как на сельскохозяйственных, так и на транспортных работах.

Основная часть. В соответствии с международными стандартами существуют следующие основные виды рисунков проекторов сельскохозяйственных шин [3]: грунтозацепы «ёлочка», которые лучше всего подходят для полевых операций; грунтозацепы «клюшка», применяемые в шинах прицепов и полуприцепов; тип «ребро» или «продольные волны», применяемый в шинах ведомых управляемых колес тракторов и опорно-ходовых колес прицепных и полуприцепных сельскохозяйственных машин (плугов, культиваторов); «блочный» («шашечный») тип, который является наиболее подходящим для транспортных работ.

Тягово-сцепные свойства тракторов в значительной степени определяются углом наклона грунтозацепов (таблица).

Таблица – Сравнительная характеристика грунтозацепов с высокими и низкими углами наклона

Схема протектора	Грунтозацеп	Преимущества	Недостатки
Грунтозацепы «ёлочка» с высоким углом наклона			
	Длинные грунтозацепы	Высокий комфорт при движении по дороге. Длинный срок службы протектора	Низкая сила тяги на полевых работах
Грунтозацепы «ёлочка» с низким углом наклона			
	Короткие грунтозацепы	Высокая сила тяги на полевых работах	Короткий срок службы протектора. Низкий комфорт при движении по дороге
Многоугольные грунтозацепы			
	Короткие и длинные грунтозацепы	Высокий комфорт при движении по дороге. Высокая сила тяга на полевых работах	Неравномерный износ протектора

Максимальная нагрузка на почвах с низкой несущей способностью сосредоточена вокруг плеч и обеспечивает максимальное тяговое усилие, в то время как на твёрдых поверхностях нагрузка концентрируется вокруг центральной линии шины. Это означает, что низкие грунтозацепные углы важны для полевого применения.

Во время транспортировки по твёрдым поверхностям нагрузка сконцентрирована вокруг центральной линии шины. При эксплуатации по грунтовым и особенно по усовершенствованным дорогам наблюдается большой интенсивности износа рисунка протектора. Скорость износа увеличивается в 3–3,5 раза за счет малой площади контакта с дорогой, высокого давления на грунтозацеп и повышенного проскальзывания грунтозацепов относительно дороги. Размещение более длинных грунтозацепов с большими углами наклона вокруг центральной линии может значительно увеличить срок службы протектора.

Грунтозацепы с высокими углами наклона длиннее грунтозацепов с короткими углами и за счет этого обладают более длительным сроком службы. Более высокие грунтозацепные углы также обеспечивают

лучший комфорт, меньшую вибрацию во время движения и более высокую стабильность управления.

Короткие грунтозацепы с низким углом наклона расположены ближе к плечевой зоне шин и обеспечивают более высокую тягу в этой зоне. Более низкие углы наклона грунтозацепов обеспечивают более короткие грунтозацепы, обладающие более высокой тягой в этой области. При движении по дорогам с твердым покрытием комфорт движения ниже, чем при использовании шин с протектором с высокими грунтозацепными углами.

Большинство современных рисунков сельскохозяйственных протекторов состоят, как правило, из двух и более углов наклона грунтозацепов (многоугольные грунтозацепы). Многоугольный дизайн, описанный выше, оптимален для шин тракторов, задействованных на полевых и транспортных работах.

Грунтозацепы с А-образным профилем (рисунок, а), обеспечивают хорошую устойчивость во время движения. По мере износа этого типа грунтозацепов их режущие закругляются и хуже проникают в почву, что уменьшает сцепление. Чтобы минимизировать это явление отдельные производители используют для своих шин грунтозацепы с прямоугольным профилем (рисунок, б), что позволяет увеличить срок службы протектора, сохранить острые кромки грунтозацепов и обеспечить максимальное сцепление при износе до 70 % от их изначальной высоты [4].

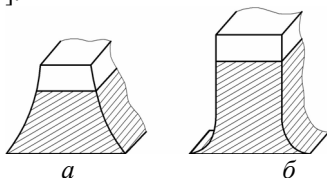


Рисунок – Грунтозацепы А-образного (а) и прямоугольного профиля (б)

Форма и глубина протектора вокруг плеч также важны для правильного использования шин. Острые и глубокие плечи лучше всего подходят для эксплуатации при тяжёлой обработке почвы, в то время как круглые и более мелкие плечи лучше подходят для транспортных работ, обеспечивая более низкое сопротивление качению и большую экономию топлива.

Количество грунтозацепов шин также влияет на эффективность их использования. Шины с низким количеством грунтозацепов, но агрессивным (глубоким) протектором лучше подходят для работы в полевых условиях. Однако, этот тип шин показывает низкую производительность при использовании на транспортных работах.

Для аналитического описания связи тягово-сцепных свойств шин с почвой наиболее известны зависимости, предложенные Я.С. Агейкиным [5] и В.В. Гуськовым [6].

Согласно [5] максимальную касательную силу в контакте τ_{\max} можно определить из выражения:

$$\tau_{\max} = k_n p \varphi_0 + (1 - k_n)(p \operatorname{tg} \varphi_0 + c_0) \left(1 + C_\Delta (h_T + \Delta_{\text{гр}})^{\mu_\Delta}\right), \quad (1)$$

где k_n – коэффициент насыщенности протектора;

p – давление в контакте;

φ_0, c_0 – соответственно угол внутреннего трения и сцепления для грунта;

$\Delta_{\text{гр}}$ – деформация грунта;

C_Δ, μ_Δ – параметры, зависящие от неоднородности грунта;

h_T – высота грунтозацепов.

Таким образом, приведенная формула (1) учитывает только два параметра протектора: k_n и h_T .

Заключение. Параметры протектора влияют на тягово-сцепные свойства машин. Однако аналитические зависимости учитывают в основном высоту и шаг грунтозацепов, коэффициент насыщенности протектора [7]. При сложной форме грунтозацепов расчеты затруднены. Аналитические зависимости учитывают коэффициент насыщенности протектора, высоту и шаг грунтозацепов и требуют доработки для более полного учета факторов.

Список использованной литературы

1. Шины пневматические. Конструкция. Термины и определения: ГОСТ 22374–77 (с Изменением N 1, утв. в марте 1990), введ. 01.01.1978. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 40 с.
2. Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия: ГОСТ 76463–2003, введ. 01.01.2005. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 25 с.
3. European Tyre and Rim Technical Organization [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.etrto.org/Publications> – Date of access: 06.09.2024.
4. Michelin Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://michelin.com> – Дата доступа: 17.04.2025.
5. Агейкин, Я.С. Проходимость автомобилей / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1981. – 242 с.
6. Гуськов, В.В. Тракторы. Теория. Учебник для студентов вузов / В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов [и др.] – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
7. Гедроить, Г.И. Совершенствование ходовых систем транспортно-технологических сельскохозяйственных машин / Г.И. Гедроить [и др.] // Агропанорама. – 2020. – № 2. – С. 2–6.