

УДК 622. 846. 35

**ВЛИЯНИЕ РИСУНКА ПРОТЕКТОРА ДВИЖЕТЕЛЯ ТРАКТОРА  
НА ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Кутлиев Расул Кадамбаевич

(Узбекистан, Ташкентский Государственный Технический  
Университет имени Ислама Каримова, Машиностроительный факультет,  
ассистент кафедры «Техника оказания услуг»)

На сегодняшний день в Республике Узбекистан проводится многие реформы по улучшению всех отраслей экономики, бизнеса, выведение продукции наших предприятий на международные рынки с целью увеличения экспорта, а так же методы по улучшению конкурентно способности товаров. Примером может служить создание новых экономических зон, расширение льгот в уже существующих торгово-экономических зонах.

Направление сельскохозяйственной техники играет большую роль в экономике в нашей стране, поэтому улучшение всех аспектов данной отрасли, дадут существенный толчок в экономику страны в целом.

В данной статье рассматриваются шины тракторов, а точнее влияние рисунка протектора, на технические и экономические показателя тракторов в условиях работы на песчаном грунте. Так же будет освещены новые конструкции и нововведения в тракторных шинах от мировых производителей, которые улучшают проходимостью, улучшают экономичность тракторов, увеличивают срок службы шин, а так же дают большое преимущество в применении, чем стандартные шины.

Мы обычно не задумываемся о том, что движение автомобиля по дороге в огромной степени определяется небольшим пятном контакта. Пятно контакта – то, что находится в месте соприкосновения шины с дорогой. Если его - этого соприкосновения - не будет, то машина станет абсолютно неуправляемой. Если в пятне контакта будет плохое сцепление, плохой водоотвод, плохая само очистка неизбежно плохое поведение машины на дороге. Обратное тоже верно.

Все законы физики относящиеся к автомобилю на дороге действуют и на трактор. Да, у трактора ниже скорость, да, он не такой маневренный, но с другой стороны трактор выполняет гораздо больший спектр работ, чем автомобиль. Причем трактора работают не только на дорогах, но и на полях, на стройках, на заводах и т.д. Для разных применений используются шины с разным рисунком протектора.

Хотелось бы отметить, что к шинам для тракторов предъявляются весьма жесткие требования. Это обусловлено сложностью и специфичностью эксплуатации сельскохозяйственной, строительной, коммунальной тракторной техники.

В частности, тракторные шины должны:

- обладать высокой износостойкостью, чтобы выдерживать внушительные нагрузки при многочасовой, непрерывной работе техники, ее маневрировании по пересеченной местности и езде по бездорожью;

- оказывать минимальное давящее воздействие на культурный слой почвы;
- обеспечивать эффективную работу техники на грунте соответствующего типа.

Перед тем как рассмотреть классификацию тракторных шин, стоит уточнить на нюансы выбора тракторных шин.

Первое, что следует учесть при подборе покрышек на трактор, - это то, где будут проводиться работы. Шина должна в обязательном порядке соответствовать типу грунта. Например, если трактор используется на участках с сырой почвой, то без высоких грунтозацепов тут не обойтись. Угол наклона в данном случае также должен быть внушительный. На влажных грунтах хорошо использовать и покрышки с «само очисткой».

Второй важный момент. Специалисты рекомендуют выбирать тракторные покрышки с учетом типа передних колес. Например, на передние ведущие колеса целесообразно устанавливать широкие шины с переменным грунтозацепом. А вот для передних пассивных колес лучше приобрести реберные покрышки. Подбор ведется по следующему критерию: количество ребер шины обратно пропорционально показателю влажности грунта.

Тогда буксирование техники резко снизится, значит, расход топлива тоже уменьшится. Что касается задних колес, то здесь оптимальный вариант - оснастить их шинами с наклоном в 23°.

И, наконец, выбирая покрышки для тракторной техники, просто необходимо принять во внимание ее нагрузку и мощность. Естественно, нагрузочные пределы ни в коем случае нарушать нельзя.

### Расчет тягово-цепных свойств

Исследование по теории взаимодействия колесного движителя с почвой показало, что для каждой шины определенной размерности можно подобрать такую нагрузку, при которой она будет обладать наилучшими тягово-цепными свойствами и проходимостью.

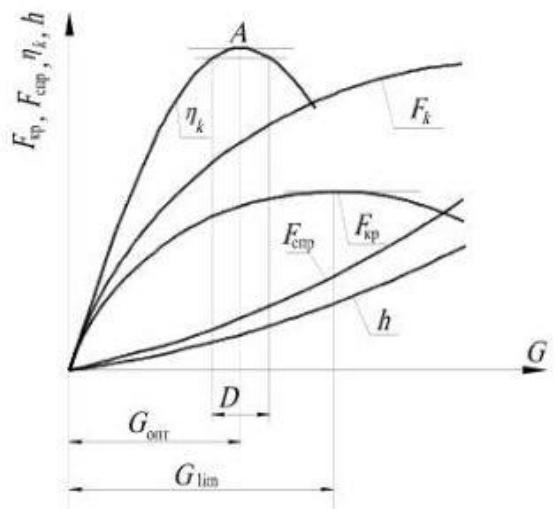


Рис. 1. Тягово-цепные свойства ведущего колеса:  $F_k$  - касательная сила тяги;  $F_{ср}$  - сила тяги колеса;  $F_{ср}$  - сила сопротивления движению;  $\eta_k$  - КПД колеса;  $h$  - глубина колеи;  $G_{lim}$  - предельная весовая нагрузка;  $G_{opt}$  - оптимальная весовая нагрузка

Исследования [1,2] показали, что тяговый КПД  $\eta_k$  в зависимости от переменной вертикальной нагрузки изменяются согласно зависимости на рис. 1, при нулевой нагрузке  $G = 0$ ,  $\eta_k = 0$  (здесь  $\eta_k$  – КПД ведущего колеса). Затем

при увеличении вертикальной нагрузки  $\eta_k$  возрастает и в точке  $A$  достигает максимума. Для колеса эта вертикальная нагрузка будет оптимальной.

КПД ведущего колеса в теории трактора [1,2] принято оценивать следующей формулой:

$$\eta_k = (1 - \delta) \left( 1 + \frac{F_{\text{спр}}}{F_k} \right) \quad (1)$$

где  $\delta$  - буксование, в долях единицы;  $F_{\text{спр}}$  - сила сопротивления перекатыванию при смятии грунта движителем и образование колеи, Н;  $F_k$  - касательная сила тяги, Н.

Одной из зависимостей, реально отображающей процесс взаимодействия ведущего колеса с грунтом, является [2]

$$F_{\text{спр}} = \int_0^h br \cos \alpha_0 \sigma_0 th \left[ \frac{K}{\sigma_0} r \ln h \right] dh \quad (2)$$

и

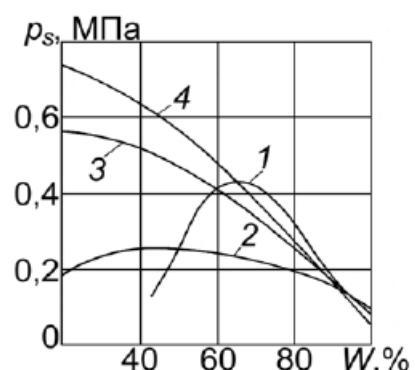
$$h = \int_0^h br \sin \alpha_0 \sigma_0 th \left[ \frac{K}{\sigma_0} r \ln h \right] dh. \quad (3)$$

Трактор, работающий на песчанном грунте, испытывает большие трудности, если его движитель не подобран должным образом. Исходя из исследования [3] проведенного в пустынных условиях можно сделать вывод: выбор оптимального давления в шинах, а так же типа движителя (тороидного, широко-профильного, арочного, пневмокатков) даст прирост в скорости и экономичности трактора. Но нельзя упустить и тот факт, что пневмокатки показывают лучший результат на песке, однако его габариты и связанные с ним технические трудности не позволяют их применение на тракторах.

Нужно учитывать, что трактор не всегда будет работать на песчаном грунте, а будет эксплуатироваться по разным дорожным условиям. Из рис. 2, видно Несущая способность грунта  $p_s$  в значительной степени зависит от относительной влажности грунта  $W$ . Как видно из рисунка, несущая способность  $p_s$  песка при увеличении относительной влажности  $W$  сначала растёт, а потом вновь уменьшается.

Рис. 2. Зависимость несущей способности грунта от его влажности:

1 – песок; 2 – супеси; 3 – суглинки; 4 – глины



Поэтому, приспособление трактора для работы в песчаных регионах нашей страны, целесообразно путём выбора оптимального давления в шинах, а так же использование движителей работающих при низком давлении. Связано это с тем, что у песка низкая несущая способность по сравнению с другими типами

грунта. Влияние давления в шине на проходимость в песчаном грунте наглядно видно на рис. 3.

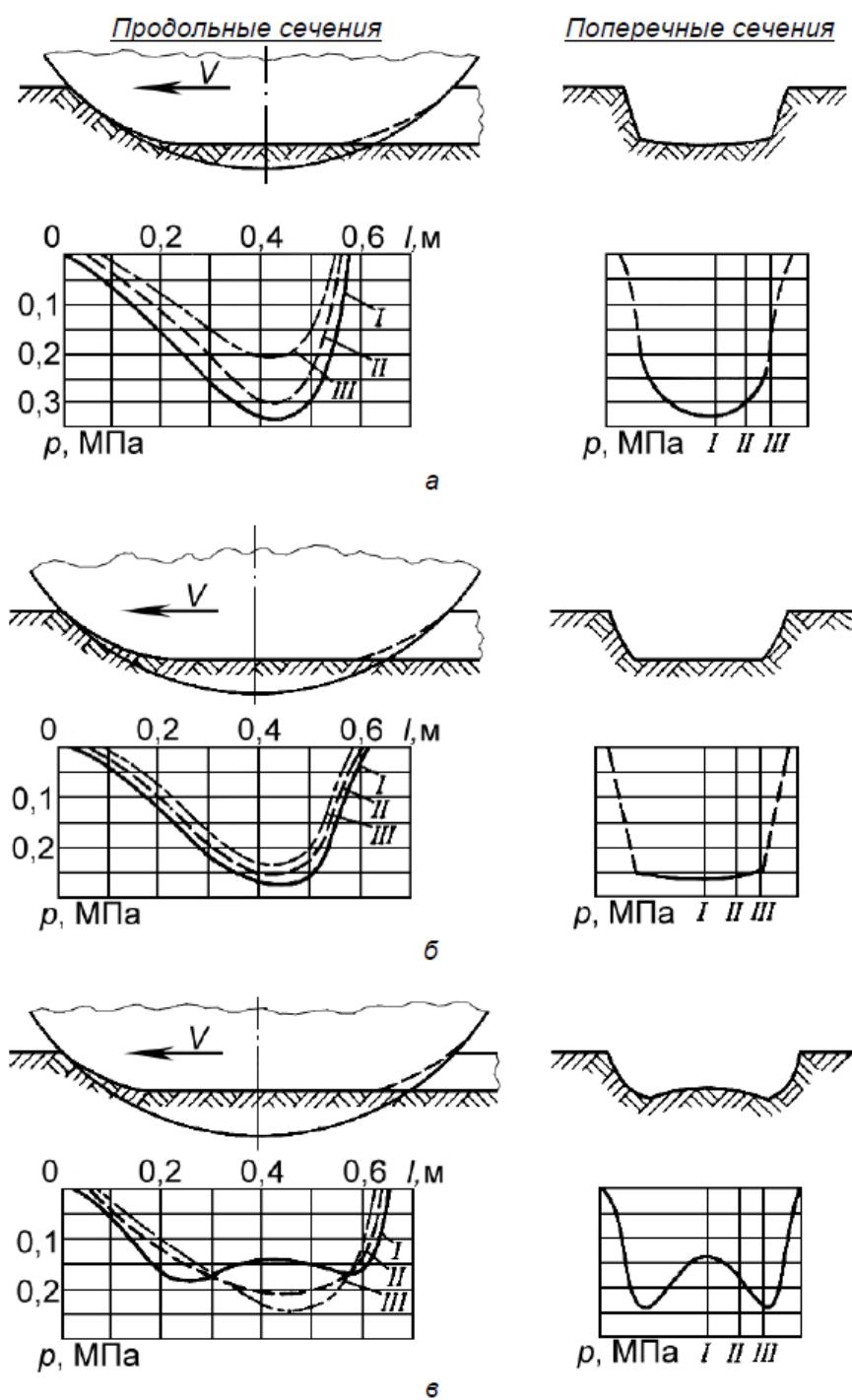


Рис. 3.  
Деформации  
шины 12.00-18 и  
песчаного  
грунта  
( $\gamma = 1,3 \text{ г}/\text{см}^3$ )  
под нагрузкой,  
равной 15 кН, и  
при давлении  
воздуха в  
оболочке:  
а –  $p_w = 0,20$   
МПа;  
б –  $p_w = 0,10$   
МПа;  
в –  $p_w = 0,05$   
МПа

Площадь контакта шины с мягким грунтом больше площади контакта шины с плоской твёрдой поверхностью. Деформация шины существенно усложняет процесс взаимодействия колеса с грунтом, так как приводит к изменению формы контактной поверхности и характера распределения давлений в контакте (рис. 3). Здесь  $l$  – длина опорной поверхности в рассматриваемом

сечении. В связи с этим увеличивается зона шины, подверженная деформации, но вместе с тем уменьшаются давления и деформация в средней части контакта. Форма деформированного профиля шины на мягком грунте и твёрдой поверхности при равных прогибах  $h_z$  различна.

**Классификация** тракторных шин по TireandRimAssociation (TRA) – американская система создающая стандарты для дисков и шин.

Самый популярный рисунок тракторной шины – R-1 (рис. 4). Более полувека назад изобретенный и с тех пор непрерывно модернизируемый, он сочетает в себе три самых важных вещи для работы вне дорог: высокую тягу, способность к самоочистке и не слишком высокое уплотнение почвы. Однако, при использовании не на ведущих колесах (где не нужна тяга) или на дороге (где не нужны самоочистка и забота о почве) проявляются минусы рисунка: не слишком высокая износостойкость, так как в пятне контакта много «пустот», не слишком хорошая управляемость, сопротивление качению увеличивающее расход топлива и вибрация изнашивающая детали трактора. В самом буквенном коде R зашифрована «специализация» этой шины – Rear – задняя (ведущая) ось трактора.



Рис 4. тракторная шина – R-1

Для передних, управляющих, колес тракторов 2 WD хорошо подходит шина с рисунком F-1 (рис. 5). «Специализация» этого рисунка – управляющие колеса. Хорошая управляемость за счет непрерывного центрального ребра, низкое сопротивление качению, низкая вибрация. Однако, на поле в грязи проявляются его минусы: практически полное отсутствие самоочистки и достаточно высокое удельное давление на грунт. Как

и в прошлом рисунке, в названии этого тоже зашифровано применение – Front – передняя шина.

На несущих колесах небольших тракторов иногда используют шины I-1 (рис. 6). Это прицепные, а не тракторные шины, в названии их тоже посып к применению I – implement – сельхозприцеп. Отличие от шины F-1 как в количестве (их больше), так и в глубине ребер (она меньше). Из-за этого снижается удельное давление на почву и увеличивается износостойкость шины.



Рис 6. тракторная шина – I-1

Как индустриальные, так и сельскохозяйственные трактора в последнее время все чаще и чаще работают на шинах с рисунком «ключшка» (рис. 7). «Ключшка» - это логичное развитие «елки» сохраняющее ее достоинства и убирающее недостатки. Шина на дороге работает центральной частью

протектора, а вне дороги боковыми. Соответственно, в центральной части существенно добавилось резины, что снизило вибрации при движении по дороге, уменьшилось истирание протектора. При этом боковые части как работали вне дорог, так и работают.

**Новые технологии**, инновации к конструкции тракторных шин от компании Mitas Aircell.

Инновации в шинах Mitas Aircell (рис 8.). Mitas представляет уникальную внутреннюю шину AirCell, которая позволяет нагнетать большие сельскохозяйственные шины на +/- 1 атм (от 0,8 атм до 1,8 атм) всего за полминуты - более чем в 10 раз быстрее, чем текущий метод надувания воздухом. MitasAirCell расположен на ободе внутри шины и занимает около 30% от объема шины. AirCell непрерывно накачивается до 8 атм во время использования шин, освобождая некоторое давление по требованию, позволяя быстро увеличить давление в сельскохозяйственную шину, регулируя давление в секундах, а не в минутах (рис. 8).



Рис. 7 Инновационные шины Mitas Aircell

AirCell не находится в контакте с самой шиной и поэтому, не создает никаких дополнительных трений или нагревания. Mitas AirCell изготовлен из прочных прорезиненных материалов, которые сохраняют свою форму даже при высоком давлении, поэтому объем внешней шины не зависит от нагнетённого воздуха AirCell.



Рис. 8 Принцип работы шины Mitas Aircell

Michelin Ultraflex позволяют шинам работать при более низких давлениях, оставаясь при этом устойчивыми и прочными. Увеличение площади; распределяет нагрузку более равномерно и уменьшает уплотнение почвы.

Почва позволит культуре лучше использовать воду и питательные вещества. Оптимизация производительности начинается с инновационного шинного корпуса на основе технологий MICHELIN Ultraflex. Сельскохозяйственные шины, разработанные с использованием современных технологий MICHELIN Ultraflex, работают при более низких, чем стандартные давлениях, оставаясь долговечными и прочными (рис. 9). Технологии MICHELIN Ultraflex производят больший отпечаток, который защищает почву фермы от уплотнения и колеи. Воздух и вода проникают более свободно. Таким образом, условия улучшаются для максимального реагирования на культуру. Большой размер значительно увеличивает сцепление с дорогой, что приводит к явному снижению пробуксовки колес, что позволяет работать быстрее и экономить на топливе! Усиленные боковые стенки и специальные резиновые смеси делают сельскохозяйственные шины с технологиями MICHELIN Ultraflex чрезвычайно прочными даже при более низком давлении. Сравнение потребления отражает экономию топлива на 25% при использовании сельскохозяйственных шин MICHELIN Ultraflex.



Рис. 9 Шины Michelin Ultraflex при низком и нормальном давлениях.

Данные технологии открывают большие возможности. В частности технология Mitas Aircell применяется на комбайнах, преимущества в том, что во время заполнения бункера зерном, автоматически давление в шинах падает. А при выгрузке наоборот повышается, это даёт эффективное пятно контакта в любое время работы комбайна. Так же при неровной поверхности поля, либо когда поле находится под углом, то давление в шинах можно менять по отдельности. Это приведёт к тому, что комбайн наклониться, а жатка будет параллельна полю. В итоге это даст хороший скос пшеницы.

Подытожив, хочется отметить, что выбор шин трактора и рисунок протектора зависит от того где будет работать трактор и что за работу будет выполнять. Для нашей страны, важно использовать эффективно посевные земли так как, площадь плодородных земель уменьшается. Нужно учитывать и экономическую составляющую, ведь не эффективное использование ресурсов недопустимо в данной отрасли, это приведёт к большим затратам и снижению прибыли. Вот поэтому правильный выбор шин для трактора, хоть и не является

главной задачей, но это может привести к росту эффективности и снижение затрат на топливо. Не будем и забывать про новые технологии, они найдут своё применение в сельскохозяйственной отрасли.

### **Литература:**

1. Гуськов В. В. Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов. – М.: Машиностроение, 1996 – 194с.
2. Тракторы: Теория / Под ред. В. В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1984. – 374 с.
3. Котович С. В. Двигатели специальных транспортных средств Часть I Учебное пособие. – М.: Ротапринт МАДИ, 2007 – 161 с.
4. <http://uptire.ru/info/entry/24-risunki-protektora-traktornyh-shin.html>