



RESULTS OF OPERATIONAL TESTS OF TRACTOR TIRES WITH INCREASED SERVICE LIFE AND THEIR TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY

Melibayev Makhmudjon

Associate Professor of the Department of
"Technological Machines and Equipment"

Yigitaliyev Jaloliddin Adkham ugli

Student of Namangan Engineering Construction Institute

Annotation.

The article discusses the main issues of reliability depending on the operational and agrotechnical parameters of the tires of the driving wheel of pneumatic tires of wheeled tractors in cotton growing. The analysis of the increase in the resource of tractor driving and driven tractor wheel tires and a decrease in pressure on the soil, as well as to minimize the wear of the tire tread. Dedicated to the development of technology with the correct choice of tractor tires and the assessment of technical and economic indicators.

Key words:

Tractor, agricultural technician, operation, model, tires, durability, resource.

Под оптимальными параметрами сельскохозяйственных тракторов и составных её элементов понимают такие параметры, при сочетании которых выбранный критерий эффективности достигает экстремума. От выбора этого критерия зависит решение задачи поиска оптимальных параметров машины [1].

Указанные критерии носят в основном технический характер и непосредственно не учитывают влияния качества шин на экономические факторы в процессе их эксплуатации.

Наиболее распространён критерий эффективности, учитывающий эксплуатационные затраты и эффективность капиталовложения – приведённые затраты. В качестве условия оптимальности принимают $Z_{np} \rightarrow \min$.

Приведённые затраты на выполнение какой-либо сельскохозяйственной операции могут быть подсчитаны как отношение затрат общественного труда к производительности МТА, т.е. S_i/Π_i .

При оценке эффективности новых моделей шин, затраты общественного труда S_i исчисляются в денежном выражении как сумма расходов, связанных с использованием рабочей силы (S_1), топлива (S_2) и приведённых к текущим затратам капиталовложений на приобретение шин (S_3). Составляющая $S_1=3Tt_i$, где $3T=1325$ сум/ч – часовая оплата тракториста; $t_i=tb_i/100$ – время использования трактора на работе данного вида; b_i – процентное отношение объёма работы данного вида к годовой загрузке трактора t .

Затраты на топливо можно определить по формуле

$$\text{для MTЗ-80X } S_2 = g_i C_{\text{mont}i} = 20 \cdot 4800 = 96000 \text{ сум} \quad (1)$$

$$\text{для New Holland } (S_2 = g_i C_{\text{mont}i} = 10 \cdot 4800 = 544000 \text{ сум})$$

где g_i – часовой расход топлива; C_{mon} – комплексная цена топлива, равная 0,081 сум/кг.

Зависимость между часовым расходом топлива и эффективной мощностью N_i трактора с достаточной для практических расчётов точностью может быть принята линейной, т.е.

$$G_i = A + BN_i, \quad (2)$$

где A и B - константы аппроксимации экспериментальных нагрузочных характеристик конкретного двигателя, которые для двигателей Д240 и FPT (110 л.с.) соответственно равны 5,068; 0,181 и 6,726; 0,235.

Капиталовложения потребителя на приобретение новых шин приводят к текущим затратам следующим образом:

$$S_3 = 1,1(1+r+E_H)C_{ш}K(t_i/R), \quad (3)$$

где 1,1-коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и содержание снабженческих организаций; r -средняя норма отчислений на ремонты (в расчётах принимают $r = 0,115$); $E_H = 0,15$ -нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; $C_{ш}$ -балансовая стоимость шины; K -число шин данной модели, устанавливаемых на тракторе; t_i/K -величина, характеризующая потребность шин в хозяйстве; R -эксплуатационный ресурс шины [2,3].

Таким образом, затраты общественного труда на комплектацию трактора шинами при выполнении им какой-либо сельскохозяйственной операции

$$S_i = (1,76 + 0,015Ne + 1,43C_{ш}K/R)t_i$$

$$S_{i1} = (1,76 + 0,051 \cdot 110 + 1,43 \cdot 2000000 \cdot 2/86) \cdot 8 = 66551,6 \text{ сум}$$

или (4)

$$S_i = (1,87 + 0,019Ne + 1,43C_{ш}K/R)t_i$$

$$S_{i2} = (1,87 + 0,019 \cdot 110 + 1,43 \cdot 2000000 \cdot 2/80) \cdot 8 = 71500 \text{ сум}$$

Так как на долговечность шины при эксплуатации существенно влияют внутреннее давление и нормальная нагрузка, действующая на шину, то ресурс шин в зависимости от параметров можно предварительно оценить по формуле [4]:

$$R = 0,7R_{ш}(G_{к.дон}/G_k - 2,2)^2, \quad (5)$$

где $R_{ш}$ - средний производственный ресурс шин для сельскохозяйственных тракторов по базовой группе по зоне.

Допустимая нормальная нагрузка

$$G_{к.дон} = (h_2/H)(a_1 + a_2p_{ш})H \quad (6)$$

где h_2/H -допустимый относительный прогиб шины; H -высота профиля шины; a_1 и a_2 - коэффициенты экспериментальных зависимостей нормальной жёсткости от внутреннего давления воздуха в шине.

Эффективную мощность двигателя можно записать на основании мощностного баланса трактора, выполняющего сельскохозяйственную работу определённого вида:

$$N_e = N_{x1} + N_{x2} + N_{\sigma1} + N_{\sigma2} + N_{M2} + N_{кр}, \quad (7)$$

где N_1 и N_2 - потери мощности на качение колес переднего и заднего мостов; $N_{\sigma1}$ и $N_{\sigma2}$ - потери мощности на буксование колес переднего и заднего мостов; - мощность трактора на крюке. N_{M2} - потери мощности в приводе заднего моста;

При количественной оценке указанных составляющих мощностного баланса трактора необходимо знать характеристики взаимодействия пневматических колес с опорной поверхностью.

Производительность МТА определим по формуле:

$$\Pi_i = 0,1K_k B_i \mathcal{G}_i \tau_i, \quad (8)$$

где K_k - произведение поправочных коэффициентов, учитывающих влияние на производительность рельефа местности, каменистости, конфигурации участка и влажности почвы; B_i - рабочая ширина захвата орудия; \mathcal{G}_i - рабочая скорость при выполнении i -й операции; τ_i - коэффициент использования рабочего времени смены на операции.

Таким образом, с учётом формул (1)...(8) годовые приведённые затраты

$$Z_{np} = \sum_1^n (S_i / \Pi_i), \quad (9)$$

где n - число видов работ, выполняемых трактором за год.

Чтобы оценить эффективность новой техники, её показатели сопоставляют с показателями исходного уровня базовой техники. Сравнительный годовой экономический эффект определяют как разность приведённых затрат по базовой (B) и новой (H) технике.

Исходное условие при сравнительной оценке шин различных моделей – однотипность сравниваемых МТА. В таком случае коэффициент учёта повышения производительности труда при применении новой шины в сравнении с базовой будет определяться лишь отношением действительной рабочей скорости нового и базового тракторов, т.е.

$$K_{\Pi i} = \Pi_{iH} / \Pi_{i0} = \mathcal{G}_{iH} / \mathcal{G}_{i0}, \quad (10)$$

Поэтому при сравнительной оценке эффективности шин целесообразно использовать безразмерную величину, представляющую собой отношение разности годовых приведённых затрат по базовой и новой технике. Эту величину называют эффективностью ходовой системы трактора и с учётом выражения (10) определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_T = \sum_1^n \left(1 - \frac{S_{iH}}{S_{i0} K_{ni}} \right), \quad (11)$$

Величина \mathcal{E}_m показывает на сколько процентов приведённые затраты на выполнение сельскохозяйственной операции трактором с колесным движителем нового варианта снизились ($+\mathcal{E}_m$) или возросли ($-\mathcal{E}_m$) по сравнению с его базовым вариантом.

Величины R , N_i и входящие в выражения (4) представляют собой функции параметров шин и физико-механических свойств опорной поверхности и характеризуют долговечность, энергетические и кинематические показатели ходовой системы. Таким образом, если в качестве критерия принять эффективность \mathcal{E}_m , то рациональными параметрами шин будут такие, при которых с учётом ограничений, устанавливаемых на основании требований к шинам универсально-пропашных тракторов, функция (11) приближается к максимуму.

Эффективность колесного движителя рассчитана по приведённой методике. При этом в качестве почвенного фона приняты стерня и поле подготовленное под посев, с коэффициентом объёмного смятия грунта соответственно $16,7 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^3$ и $6,7 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^3$.

Исследования проводили с целью оценки влияния жёсткостных характеристик шин, их геометрических параметров, кинематического несоответствия в приводе трактора, а также условий эксплуатации на эффективность колесного движителя: сравнительной оценки эффективности колесных движителей, укомплектованных шинами различных моделей.

При изучении влияния нормальной жёсткости и геометрических параметров шин на эффективность движителя в качестве базового варианта был принят движитель трактора *МТЗ-80Х* с шинами *12-16 Л-163* и *15,5-38 Я-166*. Расчёты проведены при кинематических согласованных режимах работы ведущих мостов трактора ($K_H=0$).

Приведены расчётные значения эффективности движителя трактора при его работе на стерне и поле, подготовленном под посев, в зависимости от относительного номинального

прогиба шин передних (h_{z1}/H_1) и задних (h_{z2}/H_2) колес. Базовому варианту двигателя соответствует относительный номинальный прогиб шин, обеспечивающий их заданный ресурс, т.е. $h_{z1}/H_1=0,12$ и $h_{z2}/H_2=0,18$.

Из анализа результатов расчёта следует, что характер зависимости эффективности двигателя от h_2/H в значительной степени определяется величинами G_k , P_{kp} , а также видом опорной поверхности. Повышение относительного нормального прогиба шин передних колес, а значит, снижение их нормальной жёсткости эффективно лишь при работе трактора с тяговым усилием, близким к нормальному.

Однако, при этом режиме работы на поле, подготовленном под посев, не выполняется требование агротехники по допустимому буксованию трактора.

В эксплуатационном диапазоне изменения P_{kp} снижения нормальной жёсткости передних шин неэффективно, поскольку приведённые затраты на выполнение сельскохозяйственной операции уменьшаются менее интенсивно, чем возрастают затраты, обусловленные потерей ресурса шин. То же самое справедливо и для шин задних колес, причём при движении трактора на повороте во всём диапазоне изменения P_{kp} повышение величины h_{z2}/H_2 приводит к резкому падению эффективности двигателя. Последнее объясняется тем, что характеристики шин задних колес по сравнению с передними гораздо меньше влияют на поворачиваемость трактора. По стоимости же шины задних колес более чем в 2 раза дороже. Поэтому снижение их ресурса приводит к существенному увеличению приведённых затрат и как следствие, падению эффективности двигателя.

Расчётным методом установлено, что повышение относительного прогиба шины на 50 % базового позволяет снизить на 29-32 % среднее давление колесного двигателя на жёсткое основание и на 0,5-2,0 % буксование.

Следует отметить, что затраты общественного труда на выполнение сельскохозяйственных работ с использованием одного базового варианта двигателя трактора, рассчитанные по выражению (9), составляют 3820000...5800000 сум., причём минимальное значение указанных затрат соответствует работе трактора на стерне при $P_{kp}=0$, а их максимальное значение – работе трактора на поле, подготовленном под посев при $P_{kp}=12$ кН. Поэтому повышение эффективности колесного двигателя трактора на 1 % даёт годовую экономию в расчёте на один трактор 38000,3-62000,8 сум.

Зависимости получены при условии сохранения постоянных значений ресурсов шин и их стоимости. Однако, чтобы при увеличении h_2/H сохранить ресурс шин, требуются более качественные материалы для их изготовления, а значит, при оценке эффективности колесного двигателя.

В процессе анализа влияния геометрических параметров шин на эффективность двигателя с базовым вариантом сравнивали двигатели, укомплектованные шинами следующих моделей:

1). 13,6R38 ЯР-318 и 15,5-38 Я-166; 2). 18,4/15-30 R-319 и 15,5-38 Я-166; 3). 13,6R38 ЯР-318 и 18,4/15-30 R-319; 4). 15,5-38 Я-166 и 18,4/15-30 R-319.

Варианты 1 и 2 использовали при исследовании колес, а варианты 3 и 4 – шин задних колес. Значения величин h_{z1}/H_1 и h_{z2}/H_2 соответственно было равны 0,12 и 0,18, т.е. при расчётах ресурс шин не изменялся и для передних колес составлял 5000 ч, а для задних – 6000 ч.

Анализ результатов расчёта показал, что эффективность двигателя с шинами различных сил тяжести по колесам трактора заключается в статике и крюковой нагрузке. С ростом G_k и P_{kp} эффективность двигателя с шинами большего типоразмера растёт, причём более интенсивно на поле, подготовленном под посев, чем на стерне. Варианты 1-4 двигателей имеют преимущества перед базовым лишь при определённых значениях P_{kp} и G_k . Так, двигатель с шинами 18,4/15-30 R-319 и 15,5-38 Я-166 эффективен при следующих эксплуатационных условиях:

поле – $G_{k1}=4$ кН, $P_{kp}>10$ кН; $G_{k1}=7$ кН, $P_{kp}>8$ кН; $G_{k1}=10$ кН, $P_{kp}\geq 0$;

стерня – $G_{k1}=10$ кН, $P_{kp}\geq 0$;

Аналогичные условия для движителя с шинами 19,5-42 Я-183 и 18,4/15-30 R-319 следующие:

поле – $G_{k2}=10 \text{ кН}$, $P_{кр} \geq 0$;

стерня - $G_{k2}=10 \text{ кН}$, $P_{кр} > 7 \text{ кН}$; $G_{k2}=14 \text{ кН}$, $P_{кр} > 5 \text{ кН}$; $G_{k2}=18 \text{ кН}$, $P_{кр} \geq 0$;

Снижение эффективности движителя с шинами больших моделей при низких значениях $P_{кр}$ и G_k объясняется тем, что приведённые затраты на выполнение сельскохозяйственных работ увеличивается за счёт роста стоимости шин в большей степени, чем снижаются за счёт повышения производительности МТА и более низких затрат на топливо.

При исследовании влияния кинематического несоответствия на эффективность колесного движителя характеристики его базового варианта были такими же, как и при оценке влияния жёсткостных и геометрических параметров.

Такой характер зависимости $\mathcal{E} = f(K_n)$ объясняется ухудшением тяги сцепных показателей трактора по причинам. Так, при $K_n=0$ движитель трактора *MT3-80X* с шинами 12-16 Л-163 и 15,5-38 Я-166 эффективнее, чем с шинами 12-16 Л-163 и 15,5-38 Я-166, в диапазоне изменения $P_{кр}$ от 0 до 12 кН, а при реальных значениях K_n , которые для данных комплектаций в среднем равны соответственно 0,09 и 0,01, эффективнее лишь при $P_{кр} > 7 \text{ кН}$.

В процессе расчётов соблюдены установленные, согласно грузоподъёмности, нормы между значениями нормальной нагрузки и давлением воздуха в шине.

Расчётные значения эффективности указанных вариантов движителей при прямолинейном движении трактора, подготовленным под посев. Зависимости от $P_{кр}$ при различных значениях G_k , диапазон изменения которых соответствует эксплуатационным условиям, характерным для тракторов *MT3-80X* и *New Holland TD5 110*. Эффективность движителя третьего варианта выше второго лишь на поле, подготовленное под посев, и при достаточно больших значениях G_k т.е. при $G_{r1}=10 \text{ кН}$ и $G_{r2}=17 \text{ кН}$. Для прочих принятых условий эксплуатации эффективнее движитель с шинами 13,6R38 ЯР-318 и 18,4/15-30 R-319. Причины более низкой эффективности движителя с шинами больших моделей рассмотрены выше [5,6].

Сравнительный анализ результатов по оценке эффективности движителей при различных эксплуатационных условиях показал целесообразность установки на тракторах *MT3-80X* и *New Holland TD5 110* шин 13,6R38 ЯР-318 и 18,4/15-30 R-319. При этом свободный диаметр и нормальная жёсткость шины 13,6R38 ЯР-318, которая соответствует максимально допустимому внутреннему давлению воздуха, должны находиться соответственно в пределах 1,05-1,06 м и 180-120 кН/м.

Основная экономическая эффективность обеспечивается за счёт увеличения ресурсов пневматических шин, при их правильно выбор сроков службы тракторов. В результате сокращается расходы запасных частей, снижается себестоимость ремонта машин, увеличивается эффективность использования машин, снижается себестоимость продукции. Ожидаемая годовая экономическая эффективность составляет 5803000 сумов на один трактора.

Список использованных литературы

1. Гаффарова С., Мелибоев М. Критерии управляемости трактора. /Кадрлар тайерлаш миллий дастурини амалга оширишнинг II- сифат босқичи вазифарарига бағишланган магистрантларнинг анъанавий V- илмий-амалий конференцияси материаллари. НамМПИ. Наманган 2005 й. -101 б.
2. Корсун А.И. Повышение эффективности использования хлопководческих машинно-тракторных агрегатов за счёт совершенствования динамических характеристик и режим их работы (на примере Узбекской Республики) // Автореферат дисс. д-ра.техн. наук. Ленинград-Пушкин. 1990. – 38 с.
3. Крагельский И.В., Добичев М.Н., Комбалов В.С. Основы расчётов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. -526 с.
4. Кнороз В.Н. Работа автомобильной шины. –М.: Автореферат, 1960. -45 с.

5. Charles Steven M. Exists of ballast and inflation pressuereon tractor tire perxormans. "Agr. Eng". 1984. 65. №2.
6. <http://www.trelleborg.ru/Products-and-Solutions/Wheel-Systems/>