

danie tret'e, ispr. i dop. / V. E. Starzhinskiy [et al.]; pod obshch. red. V. E. Starzhinskogo. – Gomel'-Minsk : BelGISS, 2005. – 100 s.

45. Primenenie korobok peredach v silovyykh privodakh elektrotransporta / S. N. Poddubko [et al.] // Mekhanika mashin, mekhanizmov i materialov. – 2020. – № 3 (52). – P. 5–11.

46. Multi-speed Gearboxes for Battery Electric Vehicles : Current Status and Future Trends / Fabricio A. Machado [et al.] // Open Journal of Vehicular Technology. – 2021. – Vol. 2. – P.419–435. – DOI 10.1109/OJVT. 2021.3124411.

УДК 631.372

ПЛИЩ В. Н.,  
ст. преп. каф. «Тракторы»  
E-mail: vplishch@bntu.by

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 17.09.2024

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРАХ ХОДОВЫХ СИСТЕМ С ДВУМЯ ПОДДЕРЖИВАЮЩИМИ КАТКАМИ

*Повышение эффективности гусеничных тракторов в сельском хозяйстве можно обеспечить за счет рационального выбора параметров ходовой системы. Одним из таких параметров является количество поддерживающих катков. Минимальное число позволяет снизить затраты мощности на их вращение и металлоемкость трактора. При выборе количества поддерживающих катков учитываются такие показатели как упругая характеристика системы подрессоривания трактора, жесткость резиноармированной гусеницы при растяжении, растягивающие усилия в свободной и рабочей ветвях движителя трактора, предварительное статическое натяжение резиноармированной гусеницы и расположение поддерживающих катков. Предложена расчетная методика по определению экономической эффективности при использовании на сельскохозяйственных тракторах с резиноармированными гусеницами различного количества поддерживающих катков. Она позволяет учитывать конструктивные особенности поддерживающих катков, их число, а также производственные затраты на изготовление деталей катка и стоимость покупных комплектующих. Для деталей, получаемых с помощью механической обработки, учитываются такие показатели как марка материала детали, способ получения заготовки и масса сдаваемой стружки при механической обработке детали. С использованием приведенной методики проведена оценка экономического эффекта при возможном применении в конструкции ходовой системы сельскохозяйственного трактора двух поддерживающих катков. В ценах марта 2024 г. его величина составила 1476,12 руб.*

**Ключевые слова:** сельскохозяйственный трактор, ходовая система, поддерживающий каток, экономический эффект, технологическая себестоимость, заготовка, покупное изделие.

### Введение

В настоящее время в ходовых системах сельскохозяйственных тракторов в большинстве случаев применяется четыре поддерживающих катка [1; 2; 3, с. 139–140; 4, с. 16]. При выборе параметров верхней ветви используются рекомендации для движителя сельскохозяйственного трактора с металлической гусеницей [5, с. 338–339]. Однако с ростом скоростей

движения сельскохозяйственных тракторов с резиноармированными гусеницами до 30 км/ч существующие подходы потребовали пересмотра. Для этого случая была разработана методика по выбору количества поддерживающих катков, их расположения и предложена конструкция ходовой системы сельскохозяйственного трактора с двумя поддерживающими катками [6–8].

Цель работы – оценка экономической эффективности применения на гусеничных сельскохозяйственных тракторах ходовых систем с двумя поддерживающими катками.

### Основная часть

Для определения экономического эффекта предлагаемого (нового) варианта конструкции ходовой системы гусеничного трактора с двумя поддерживающими катками в качестве базового варианта примем гусеничный сельскохозяйственный трактор «Беларус» 2103 производства промышленного объединения «МТЗ-ХОЛДИНГ». На тракторе в настоящее время применяется четыре поддерживающих катка. По сравнению с базовым вариантом в предлагаемую (новую) конструкцию гусеничного сельскохозяйственного трактора внесены следующие изменения:

– уменьшено количество поддерживающих катков на 2 единицы;

– уменьшено количество кронштейнов поддерживающих катков на 2 единицы.

Эти изменения конструкции позволили снизить металлоемкость (массу) гусеничного сельскохозяйственного трактора, затраты мощности в гусеничном движителе на вращение поддерживающих катков и отпускную цену на изделие.

В общем случае экономический эффект  $\mathcal{E}$  (руб.) от реализации любого мероприятия, обеспечивающего снижение себестоимости, определяется разностью приведенных затрат без учета разницы в капитальных вложениях [9, с. 84–85; 10, с. 160]:

$$\mathcal{E} = C_б - C_н, \quad (1)$$

где  $C_б$  – себестоимость базового варианта конструкции гусеничного сельскохозяйственного трактора, руб.;

$C_н$  – себестоимость предлагаемого (нового) варианта конструкции гусеничного сельскохозяйственного трактора, руб.

При использовании в ходовой системе гусеничного сельскохозяйственного трактора двух поддерживающих катков вместо четырех экономический эффект будет заключаться в снижении затрат на технологическую себестоимость изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном и приобретение покупных изделий для его комплектования. Тогда в расчете на единицу продукции (трактор) выражение (1) можно представить в виде:

$$\mathcal{E} = \Delta n_{пк} \cdot C_{пк}, \quad (2)$$

где  $\Delta n_{пк}$  – снижаемое количество поддерживающих катков в ходовой системе трактора;

$C_{пк}$  – себестоимость изготовления одного поддерживающего катка с кронштейном, руб.

Себестоимость изготовления одного поддерживающего катка с кронштейном определим следующим образом:

$$C_{пк} = C_т + Ц_ц, \quad (3)$$

где  $C_т$  – технологическая себестоимость изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном, руб.;

$Ц_ц$  – цена покупных изделий поддерживающего катка гусеничного трактора, руб.

Для определения технологической себестоимости изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном состав затрат в общем виде представим зависимостью [11, с. 72]:

$$C_т = C_{заг} + C_{обр}, \quad (4)$$

где  $C_{заг}$  – суммарная себестоимость заготовок поддерживающего катка с кронштейном, руб.;

$C_{обр}$  – суммарная себестоимость операций механической обработки деталей поддерживающего катка с кронштейном, руб.

Суммарную себестоимость заготовок поддерживающего катка с кронштейном определим как сумму себестоимостей заготовок деталей с использованием выражения:

$$C_{заг} = \sum_{v=1}^{n_{заг}} C_{загv}, \quad (5)$$

где  $v$  – номер заготовки детали поддерживающего катка с кронштейном;

$n_{заг}$  – количество заготовок деталей поддерживающего катка с кронштейном;

$C_{загv}$  – себестоимость  $v$  – й заготовки детали поддерживающего катка с кронштейном гусеничного трактора, руб.

При выборе заготовок для изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном предпочтение будем отдавать заготовкам, которые обеспечивают меньшую технологическую себестоимость деталей [11, с. 39]. Для изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном, подлежащих механической обработке, на гусеничном тракторе будем использовать заготовки из проката, а также полученные методом литья в обычные земляные формы (крышка, рис. 1) и необлицованный кокиль (кронштейн, рис. 1).

В свою очередь себестоимость  $v$ -й заготовки детали поддерживающего катка с кронштейном определяется в зависимости от способа ее получения и с использованием соответствующих зависимостей.

1. Для заготовок поддерживающего катка из проката.

Стоимость  $v$ -й заготовки поддерживающего катка из проката [11, с. 40]:

$$C_{\text{заг}v} = M_v + \sum C_{\text{з.ов}}, \quad (6)$$

где  $M_v$  – расходы на материал  $v$ -й заготовки детали поддерживающего катка, руб.;

$C_{\text{з.ов}}$  – технологическая себестоимость заготовительных операций  $v$ -й детали поддерживающего катка, руб.

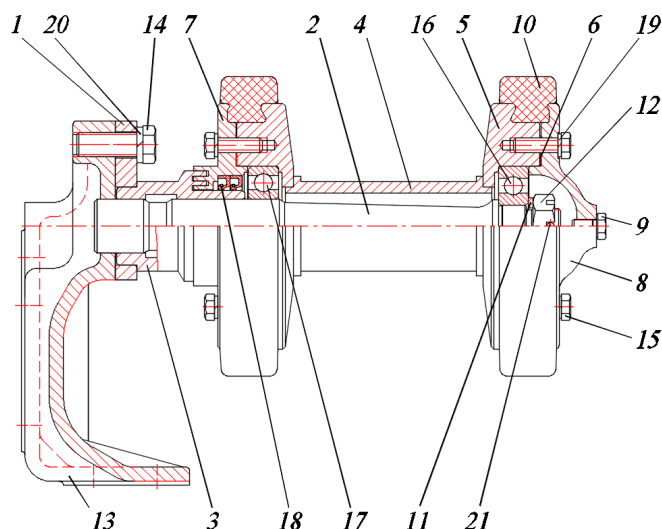


Рисунок 1 – Конструктивная схема поддерживающего катка с кронштейном:

- 1 – фланец; 2 – ось; 3 – втулка лабиринтная; 4 – втулка; 5 – корпус; 6 – прокладка;  
7 – крышка лабиринтная; 8 – крышка; 9 – пробка; 10 – бандаж; 11 – шайба; 12 – гайка;  
13 – кронштейн; 14 – болт; 15 – болт М12-6gx40.88.35.019 ГОСТ 7796-70;  
16 – подшипник 407 ГОСТ 8338-75; 17 – подшипник 309 К ГОСТ 8338-75;  
18 – манжета 1.2-60x85-1 ГОСТ 8752-79; 19 – шайба 12 ОТ ОСТ 37.001.115-75;  
20 – шайба 20 ОТ ОСТ 37.001.115-75; 21 – шплинт 6.3x63.019 ГОСТ 397-79

Для заготовки  $v$ -й детали, получаемой из проката, поддерживающего катка расходы на материал составят [11, с. 40]:

$$M_v = Q_v \cdot S_v - (Q_v - q_v) \cdot S_{\text{отх}v}, \quad (7)$$

где  $Q_v$  – масса заготовки для  $v$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном, кг;

$S_v$  – стоимость 1 кг материала для  $v$ -й заготовки детали поддерживающего катка из проката, руб.;

$q_v$  – масса готовой  $v$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном, кг;

$S_{\text{отх}v}$  – стоимость для  $v$ -й детали поддерживающего катка 1 кг отходов, руб.

2. Для заготовок, полученных методом литья в необлицованный кокиль и обычные земляные формы.

Стоимость  $v$ -й заготовки при получении методом литья в необлицованный кокиль и обыч-

ные земляные формы определим с использованием зависимости [11, с. 42]:

$$C_{\text{заг}v} = S_{\text{б}v} \cdot Q_v \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} - (Q_v - q_v) \cdot S_{\text{отх}v}, \quad (8)$$

где  $S_{\text{б}v}$  – базовая стоимость для  $v$ -й детали 1 кг заготовок, руб.;

$k_T$  – коэффициент для  $v$ -й детали выбираемый с учетом класса точности заготовки;

$k_c$  – коэффициент для  $v$ -й детали выбираемый с учетом группы сложности заготовки;

$k_B$  – коэффициент для  $v$ -й детали выбираемый с учетом массы заготовки;

$k_M$  – коэффициент для  $v$ -й детали выбираемый с учетом марки материала заготовки;

$k_{\Pi}$  – коэффициент для  $v$ -й детали выбираемый с учетом объема производства заготовки.

Суммарную себестоимость операций механической обработки деталей поддерживающего катка с кронштейном определим с использованием выражения:

$$C_{\text{обр}} = \sum_{w=1}^{n_{\text{обр}}} C_{\text{обр}w}, \quad (9)$$

где  $w$  – номер детали поддерживающего катка с кронштейном подлежащей механической обработке;

$n_{\text{обр}}$  – количество деталей поддерживающего катка с кронштейном подлежащих механической обработке;

$C_{\text{обр}w}$  – технологическая себестоимость операций механической обработки  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном гусеничного трактора, руб.

Технологическая себестоимость операций механической обработки  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном гусеничного трактора включает следующие затраты [11, с. 73]:

$$C_{\text{обр}w} = C_{\text{зп}w} + C_{\text{отч}w} + C_{\text{инт}w} + C_{\text{РСЭО}w}, \quad (10)$$

где  $C_{\text{зп}w}$  – основная и дополнительная заработная плата при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном рабочих занятых при изготовлении деталей, руб.;

$C_{\text{отч}w}$  – отчисления от расходов на оплату труда при механической обработке  $w$ -й детали производственных рабочих в бюджет и внебюджетные фонды, руб.;

$C_{\text{инт}w}$  – расходы на инструмент и приспособления при механической обработке  $w$ -й детали, руб.;

$C_{\text{РСЭО}w}$  – расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования при механической обработке  $w$ -й детали, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, непосредственно участвующих в изготовлении продукции при механической обработке  $w$ -й детали, определяется по нормам времени на каждую операцию по формуле [11, с. 73]:

$$C_{\text{зп}w} = \left( \sum_{i=1}^{n_{\text{к.ов}}} T_{\text{шт}w,i} \frac{\text{ЧОТ}_{w,i}}{60} \right) k_{\text{пр}w} k_{\text{д}w} k_{\text{м}w}, \quad (11)$$

где  $i$  – номер операции при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном;

$n_{\text{к.ов}}$  – количество операций механической обработки  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном;

$T_{\text{шт}w,i}$  – штучное время выполнения  $i$ -й операции при механической обработке  $w$ -й детали, мин;

$\text{ЧОТ}_{w,i}$  – величина часовой оплаты труда разряда работы, используемого для тарификации на  $i$ -й операции при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном, руб.;

$k_{\text{пр}w}$  – коэффициент, который учитывает доплаты и выплаты при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном;

$k_{\text{д}w}$  – коэффициент, который учитывает при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном дополнительную заработную плату;

$k_{\text{м}w}$  – коэффициент, который учитывает при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном многостаночное обслуживание при наличии в массовом производстве на операции станков-дублеров.

Цену покупных изделий поддерживающего катка гусеничного трактора определим как сумму минимальных отпускных цен на изделия специализированными организациями, осуществляющими их розничную реализацию:

$$C_{\text{п}} = \sum_{j=1}^{n_{\text{пн}}} C_{\text{п}j}, \quad (12)$$

где  $j$  – номер покупного изделия поддерживающего катка;

$n_{\text{пн}}$  – количество покупных изделий поддерживающего катка;

$C_{\text{п}j}$  – цена  $j$ -го покупного изделия поддерживающего катка гусеничного трактора, руб.

Проведем расчет себестоимости изготовления одного поддерживающего катка с кронштейном гусеничного сельскохозяйственного трактора. Его конструктивная схема приведена на рис. 1. Поддерживающий каток с кронштейном состоит из четырнадцати изготавливаемых деталей (рис. 1, поз. 1–14) и семи покупных изделий (рис. 1, поз. 15–21).

В качестве критерия выбора и принятия решений будем использовать минимум технологической себестоимости [11, с. 72]. Расчет экономической эффективности проведем в ценах марта 2024 г.

Для изготовления деталей поз. 1–5, 7, 9, 11, 12, 14 (рис. 1) оптимальными являются заготовки из проката, для деталей поз. 8 и 13 – за-

готовки, полученные методом литья, для банджа поз. 10 – резиновая смесь, для прокладки поз. 6 – паронит листовой. Стоимость стального проката и цена отходов определялись в соответствии с [11, с. 40–41, табл. 3.7], стоимость стружки черных металлов – по [11, с. 41, табл. 3.8]. При расчетах стоимость одного доллара США по данным Национального банка Республики Беларусь по состоянию на март 2024 г. принималась равной 3,23 руб.

Для детали поз. 8 использовалась заготовка в виде отливки, полученной литьем в обычную земляную форму, и, соответственно, базовая стоимость 1 кг отливки и значения коэффициентов, входящих в формулу (8), принимались в соответствии с [11, с. 42]. Для детали поз. 13 использовалась заготовка в виде отливки, полученной литьем в кокиль необлицованный, и, соответственно, базовая стоимость 1 кг отливки и значения коэффициентов, входящих в формулу (8), принимались в соответствии с [11, с. 45–46]. В качестве заготовки для прокладки поз. 6 принимался паронит листовой толщиной 1 мм и имеющий геометрическую форму квадрата. Высота стороны квадрата заготовки выбиралась равной наружному диаметру прокладки. В качестве материала для изготовления банджа использовалась резиновая смесь равная по массе готовому изделию.

Технологическая себестоимость операций механической обработки деталей поддерживающего катка с кронштейном поз. 1–9, 11–14 (рис. 1) определялась с использованием зависимостей (10) и (11), банджа поз. 10 по минимальной стоимости вулканизации смеси при изготовлении банджей катков. Полная себестоимость операций механической обработки деталей поддерживающего катка с кронштейном определялась с использованием выражения (9).

Заработная плата производственных рабочих принималась равной оплате труда работников бюджетных организаций. В марте месяце 2024 г. она составила 6 руб. за один час работы. Для предприятий машиностроения используется отраслевой коэффициент 1,2 [11, с. 201].

В результате часовая оплата труда (ЧОТ) производственных рабочих организаций машиностроения в указанный период составила 7,2 руб. Отчисления от средств на оплату труда в бюджет и внебюджетные фонды определялись в соответствии с законодательством Республики Беларусь в данный период. В связи с расчетом по минимуму технологической себестоимости расходы на инструмент, приспособления, содержание и эксплуатацию машин и оборудования при механической обработке не учитывались. При расчетах принималось единичное производство. Штучное время выполнения  $i$ -й операции при механической обработке  $w$ -й детали поддерживающего катка с кронштейном определялось с использованием зависимостей для нахождения основного времени обработки поверхностей [11, с. 200–201] с учетом типа производства [11, с. 201]. Коэффициенты для учета дополнительной заработной платы, доплаты и выплаты, многостаночного обслуживания в массовом производстве в случае наличия на операции станков-дублеров при механической обработке деталей поддерживающего катка с кронштейном принимались равными единице. Результаты расчета технологической себестоимости изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном гусеничного трактора приведены в табл. 1.

В итоге с использованием зависимостей (4)–(11) технологическая себестоимость изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном гусеничного трактора составила:  $C_T = 675,2$  руб.

Цена покупных деталей поддерживающего катка гусеничного трактора определялась с использованием выражения (12) и, соответственно, результаты ее определения приведены в табл. 2. В результате расчетов цена покупных изделий поддерживающего катка составила:  $C_{П} = 62,86$  руб.

Себестоимость изготовления одного поддерживающего катка с кронштейном  $C_{ПК}$  определим с использованием выражения (3). В результате вычислений получим:

$$C_{ПК} = 675,2 + 62,86 = 738,06 \text{ руб.}$$

Таблица 1 – Результаты расчета технологической себестоимости изготовления деталей поддерживающего катка с кронштейном

№ п.п.	Наименование детали, (материал детали)	Себестоимость			Количество деталей в сборке, шт.	Себестоимость деталей в сборке, руб.
		заготовки, $C_{заг}$ , руб	операций механической обработки, $C_{обр}$ , руб	детали, $C_{заг} + C_{обр}$ , руб		
1	Фланец (Сталь 35 ГОСТ 1050-88)	14,19	1,6	15,79	1	15,79
2	Ось (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71)	21,5	4,84	26,34	1	26,34
3	Втулка лабиринтная (Сталь 35 ГОСТ 1050-88)	24,06	3,7	27,76	1	27,76
4	Втулка (Сталь 35 ГОСТ 1050-88)	16,78	2,06	18,84	1	18,84

## Окончание таблицы 1

5	Корпус (Сталь 35 ГОСТ 1050-88)	43,75	4,77	48,52	2	97,04
6	Прокладка (Паронит ПОН-1,0 ГОСТ 481-80)	0,6	0,25	0,85	2	1,7
7	Крышка лабиринтная (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71)	49,11	6,6	55,71	1	55,71
8	Крышка (СЧ15 ГОСТ 1412-85)	12,53	0,84	13,37	1	13,37
9	Пробка (Сталь 45 ГОСТ 1050-88)	1,72	0,43	2,15	1	2,15
10	Бандаж (Резина Б-60-137 ГОСТ 2631-79) (стоимость 1 кг смеси составляет 81,59 руб. по данным ООО «Авиапромсталь», г. Минск, пр. Партизанский, 178)	99,54 (масса бандажа составляет 1,22 кг)	30 (минимальная стоимость вулканизации данного типа резины)	129,54	2	259,08
11	Шайба (Сталь 20 ГОСТ 1050-88)	0,81	0,33	1,14	1	1,14
12	Гайка (Сталь 45 ГОСТ 1050-88)	1,51	0,47	1,98	1	1,98
13	Кронштейн (Сталь 45Л ГОСТ 977-88)	132	1,15	133,15	1	133,15
14	Болт (Сталь 45 ГОСТ 1050-88)	1,12	0,29	1,41	15	21,15
Итого:						675,2

Таблица 2 – Результаты расчета цены покупных деталей поддерживающего катка

№ п.п.	Наименование детали	Отпускная цена детали за 1 единицу, руб	Источник отпускной цены	Количество деталей в сборке, шт.	Стоимость деталей в сборке, руб.
1	Болт М12-6gx40.88.35.019 ГОСТ 7796-70	1,12	Строительный магазин ООО «ОМА», г. Минск, ул. Наполеона Орды, 6	8	8,96
2	Подшипник 407 ГОСТ 8338-75	22,78	Магазин промышленных комплектующих и запчастей «Промкомплект», г. Минск, 3-й пер. Монтажников, 3	1	22,78
3	Подшипник 309 К ГОСТ 8338-75	17,87	Фирменный магазин ОАО «Минский тракторный завод», г. Минск, ул. Олега Кошевого, 2	1	17,87
4	Манжета 1.2-60x85-1 ГОСТ 8752-79	3,19		2	6,38
5	Шайба 12 ОТ ОСТ 37.001.115-75	0,18		8	1,44
6	Шайба 20 ОТ ОСТ 37.001.115-75	0,35		15	5,25
7	Шплинт 6.3x63.019 ГОСТ 397-79	0,18		1	0,18
Итого:					62,86

Тогда экономический эффект при снижении количества поддерживающих катков на 2 единицы ( $\Delta n_{\text{пк}} = 2$ ) в расчете на один гусеничный трактор с использованием зависимости (2) примет следующее значение:

$$\mathcal{E} = 2 \cdot 738,06 = 1476,12 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономический эффект от внедрения предлагаемого конструктивного решения (уменьшение количества поддерживающих катков в ходовой системе на 2 единицы) в расчете на один гусеничный трактор в ценах марта 2024 г. составил 1476,12 руб.

### Заключение

Предложена методика по определению экономической эффективности применения на гу-

сеничных тракторах ходовых систем с различным количеством поддерживающих катков.

Проведена оценка экономического эффекта от уменьшения количества поддерживающих катков в ходовой системе сельскохозяйственного трактора на 2 единицы. Его величина в ценах марта 2024 г. составила 1476,12 руб.

### Литература

1. Коробкин, В. А. Первый отечественный гусеничный трактор «Беларус» / В. А. Коробкин, В. К. Папка // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 10–12.

2. Гайнуллин, И. А. Эксплуатационные показатели агрегата на базе трактора с резиноармированными гусеницами / И. А. Гайнуллин // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всерос. науч.-практ. конф., Благовещенск, 20–21 апр.

2023 г. : в 3 т. / Дальневосточный гос. аграр. ун-т; ред. : П. В. Тихончук [и др.]. – Благовещенск, 2023. – Т. 2. – С. 44–49.

3. Трактор ДТ-175С / В. П. Шевчук [и др.]; под общ. ред. Я. Ф. Ракина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 335 с.

4. Трактор Т-150: 150.00.000 ТО. Техническое описание и инструкция по эксплуатации / Харьк. тракт. з-д им. С. Орджоникидзе. – 6-е изд. – Харьков: Прапор, 1988. – 296 с.

5. Анилович, В. Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов: справ. пособие / В. Я. Анилович, Ю. Т. Водолажченко; под ред. проф. Б. П. Кашубы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 456 с.

6. Жданович, Ч. И. Определение усилий в ветвях обвода трактора с резиномармированной гусеницей и упругой подвеской / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ // Агропанорама. – 2021. – № 6 (148). – С. 2–7.

7. Жданович, Ч. И. Выбор предварительного натяжения резиномармированной гусеницы сельскохозяйственного трактора с упругой подвеской / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ // Вес.

Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 243–256.

8. Жданович, Ч. И. Выбор количества и расположения поддерживающих катков гусеничного трактора на основании анализа колебаний верхней ветви резиномармированной гусеницы / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2023. – Т. 68, № 2. – С. 121–136.

9. Жолобов, А. А. Экономика и организация машиностроительного производства. Дипломное проектирование: учеб. пособие / А. А. Жолобов, А. Г. Барановский, В. Т. Высоцкий; под ред. А. А. Жолобова. – Минск: РИВШ, 2021. – 320 с.

10. Вихренко, Д. В. Совершенствование методов проектирования несущих узлов шасси грузового автомобиля для повышения их прочностных характеристик: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Д. В. Вихренко. – Минск, 2008. – 162 с.

11. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учеб. пособие / М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. К. Шелега. – Минск: Выш. шк., 2013. – 311 с.

UDC 631.372

PLISHCH Vladimir N.,  
Senior lecturer at the department «Tractors»  
E-mail: vplishch@bntu.by

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Received 17 September 2024

## ECONOMIC EFFICIENCY OF USING RUNNING SYSTEMS WITH TWO SUPPORTING ROLLERS ON TRACKED TRACTORS

*Improving the efficiency of tracked tractors in agriculture can be achieved through a rational choice of the parameters of the running system. One of these parameters is the number of support rollers. The minimum number allows you to reduce the cost of power for their rotation and the metal consumption of the tractor. When choosing the number of supporting rollers, such indicators as the elastic characteristic of the tractor springing system, the stiffness of the rubber-reinforced track under tension, tensile forces in the free and working branches of the tractor propulsion, the preliminary static tension of the rubber-reinforced track and the location of the supporting rollers are taken into account. A calculation method is proposed to determine the economic efficiency when used on agricultural tractors with rubber-reinforced tracks of various numbers of support rollers. It allows you to take into account the design features of the supporting rollers, their number, as well as the production costs of manufacturing roller parts and the cost of purchased components. For parts obtained by mechanical processing, such indicators as the material grade of the part, the method of obtaining the workpiece and the mass of the chips being delivered during machining of the part are taken into ac-*

*count. Using the above methodology, an assessment of the economic effect was carried out with the possible use of two supporting rollers in the design of the running system of an agricultural tractor. In the prices of March 2024 its value was 1476.12 rubles.*

**Keywords:** *agricultural tractor, running system, supporting roller, economic effect, technological cost, billet, purchased product.*

### **References**

1. Korobkin, V. A. The first domestic tracked tractor «Belarus» / V. A. Korobkin, V. K. Papka // *Belarusian agriculture*. – 2006. – No. 8. – pp. 10–12.
2. Gainullin, I. A. Performance indicators of the unit based on a tractor with rubber-reinforced tracks / I. A. Gainullin // *Agro-industrial complex : problems and prospects of development : materials of the All-Russian scientific and practical conference, Blagoveshchensk, April 20-21, 2023 : in 3 volumes / Far Eastern State Agrarian University. Univ. ; ed. : P. V. Tikhonchuk [et al.]. – Blagoveshchensk, 2023. – Vol. 2. – pp. 44–49.*
3. Tractor DT-175S / V. P. Shevchuk [et al.]; under the general editorship of Ya. F. Rakin. – M. : Agropromizdat, 1988. – 335 p.
4. Tractor T-150: 150.00.000 TO. Technical description and operating instructions / Kharkiv. tract. z-d named after S. Ordzhonikidze. – 6th ed. – Kharkov: Prapor, 1988. – 296 p.
5. Anilovich, V. Ya. Design and calculation of agricultural tractors : reference. manual / V. Ya. Anilovich, Yu. T. Vodolazhchenko ; edited by prof. B. P. Kashuba. – 2nd ed., reprint. and additional. – M. : Mechanical Engineering, 1976. – 456 p.
6. Zhdanovich, Ch. I. Determination of forces in the branches of a tractor bypass with a rubber-reinforced caterpillar and elastic suspension/Ch. I. Zhdanovich, V. N. Plishch // *Agropanorama*. – 2021. – № 6 (148). – S. 2–7.
7. Zhdanovich, Ch. I. The choice of pre-tension of a rubber-reinforced caterpillar of an agricultural tractor with an elastic suspension / Ch. I. Zhdanovich, V. N. Plishch // *Weight. National acad. navuk Belarussi. Ser. agrar. navuk*. – 2022. – vol. 60, No. 2. – pp. 243–256.
8. Zhdanovich, Ch. I. The choice of the number and location of the supporting rollers of a tracked tractor based on the analysis of vibrations of the upper branch of a rubber-reinforced caterpillar / Ch. I. Zhdanovich, V. N. Plishch // *Weight. National. acad. navuk Belarussi. Ser. fiz.-tehn. navuk*. – 2023. – Vol. 68, No. 2. – pp. 121–136.
9. Zholobov, A. A. Economics and organization of machine-building production. Diploma design : studies. handbook / A. A. Zholobov, A. G. Baranovsky, V. T. Vysotsky; edited by A. A. Zholobov. – Minsk : Rivsh, 2021. – 320 p.
10. Vikhrenko, D. V. Improvement of design methods for load-bearing components of a truck chassis to increase their strength characteristics : dis. ... candidate of Technical Sciences : 05.05.03 / D. V. Vikhrenko. – Minsk, 2008. – 162 p.
11. Mechanical engineering technology. Course design : studies. manual / M. M. Kane [et al.]; edited by M. M. Kane, V. K. Shelega. – Minsk : Vysh. shk., 2013. – 311 p.