

УДК 631.372

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

**ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ МАШИНО-ТРАКТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ, АГРЕГАТИРУЕМЫХ МОБИЛЬНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ТЯГОВОГО КЛАССА 1,4 С УДМ В СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧЕ**

Кравченко Владимир Алексеевич  
доктор технических наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код = 9983-4293  
E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto:a3v2017@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1, Россия*

Кравченко Людмила Владимировна  
доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой  
РИНЦ SPIN-код = 9684-8955  
e-mail: [lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru](mailto:lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru).  
*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1 Россия*

Сенькевич Сергей Евгеньевич  
кандидат техн. наук, старший научный сотрудник  
РИНЦ SPIN-код = 7766-6626  
e-mail: [sergej\\_senkevich@mail.ru](mailto:sergej_senkevich@mail.ru)  
*ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, 1-й Институтский пр-д, д. 5 Россия*

Журба Виктор Викторович  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ SPIN-код = 1453-5517  
e-mail: [vic.zhurba@yandex.ru](mailto:vic.zhurba@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, Россия*

Дурягина Вероника Владимировна  
ст. преподаватель  
РИНЦ SPIN-код = 6386-3689  
e-mail: [vepanuka@mail.ru](mailto:vepanuka@mail.ru)  
*Инженерно-технологическая академия ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Таганрог Ростовской области, пер. Некрасовский, 44, Россия*

Цель работы: экспериментальное определение показателей качества выполнения технологических операций машинно-тракторными агрегатами за счёт установки в силовую передачу мобильного энергетического средства упругодемпфирующего механизма с переменной жёсткостью. Урожайность, всех без исключения, сельскохозяйственных культур, возделываемых во всём

UDC 631.372

05.20.01 – Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

**INFLUENCE ON THE QUALITY OF WORK PERFORMED BY MACHINE-TRACTOR UNITS AGGREGATED BY MOBILE POWER MEANS OF TRACTION CLASS 1.4 WITH UDM IN POWER TRANSMISSION**

Kravchenko Vladimir Alekseevich  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
RSCI SPIN code = 9983-4293  
E-mail: [a3v2017@yandex.ru](mailto:a3v2017@yandex.ru)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, pl.Gagarina, 1, Russia*

Kravchenko Lyudmila Vladimirovna  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department  
RSCI SPIN-code = 9684-8955  
e-mail: [lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru](mailto:lyudmila.vl.kravchenko@yandex.ru).  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, pl.Gagarina, 1, Russia*

Senkevich Sergey Evgenievich  
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
RSCI SPIN code = 7766-6626  
e-mail: [sergej\\_senkevich@mail.ru](mailto:sergej_senkevich@mail.ru)  
*FGBNU "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Moscow, 1 Institute proezd, 5, Russia*

Zhurba Viktor Viktorovich  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
RSCI SPIN-code = 1453-5517  
e-mail: [vic.zhurba@yandex.ru](mailto:vic.zhurba@yandex.ru)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don, pl.Gagarina, 1, Russia*

Duryagina Veronika Vladimirovna  
senior lecturer  
RSCI SPIN-code = 6386-3689  
e-mail: [vepanuka@mail.ru](mailto:vepanuka@mail.ru)  
*Engineering and Technological Academy of the Southern Federal University, Taganrog, Rostov region, per. Nekrasovsky, 44, Russia*

The purpose of the work is experimental determination of the quality indicators of technological operations by machine-tractor units due to the installation of an elastic damping mechanism with variable stiffness in the power transmission of a mobile energy means. The yield of all crops cultivated all over the world, without exception, depends on the timeliness

мире, зависит от своевременности и качественного проведения технологических операций, в том числе основной обработки почвы (пахота), сплошная культивация перед посевом и сам посев. Качественные показатели выполнения технологических операций, связанных с контактированием рабочих органов агрегируемых сельскохозяйственных машин и орудий с различными горизонтами обрабатываемой почвы, во многом определяются жёсткостью и демпфирующими свойствами силовой передачи мобильных энергетических средств. Предложено для повышения показателей качества работ, выполняемых МТА на базе мобильных энергетических средств с упругодемпфирующим механизмом с переменной жёсткостью. В результате производственных испытаний доказано, что внедрение в силовую передачу мобильного энергетического средства тягового класса 1,4 упругодемпфирующего механизма с оптимальными параметрами способствует улучшению качественных показателей работы МТА

Ключевые слова: МОБИЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА, УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИЙ МЕХАНИЗМ, МАШИННО-ТРАКТОРНЫЙ АГРЕГАТ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

and quality of technological operations, including basic tillage (plowing), continuous cultivation before sowing and the sowing itself. Qualitative performance indicators of technological operations related to the control of the working bodies of aggregated agricultural machines and implements with different horizons of the cultivated soil are largely determined by the rigidity and damping properties of the power transmission of mobile energy means. It is proposed to improve the quality indicators of the work performed by the MTU on the basis of mobile power facilities with an elastic damping mechanism with variable stiffness. As a result of production tests, it has been proved that the introduction of an elastic damping mechanism with optimal parameters into the transmission of a mobile power means of traction class 1.4 contributes to improving the quality performance of the MTU

Keywords: MOBILE POWER MEANS, POWER TRANSMISSION, ELASTIC DAMPING MECHANISM, MACHINE-TRACTOR UNIT, QUALITY INDICATORS OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-180-008>

**Введение.** Урожайность, всех без исключения, сельскохозяйственных культур, возделываемых во всём мире, во многом зависит от своевременности и качественного проведения технологических операций, в том числе основной обработки почвы (пахота), сплошная культивация перед посевом и сам посев. Однако, качественные показатели выполнения технологических операций, связанных с контактированием рабочих органов агрегируемых сельскохозяйственных машин и орудий с различными горизонтами обрабатываемой почвы, снижаются из-за того, что все звенья машинно-тракторных агрегатов (МТА) испытывают негативное влияние внешних сил и моментов, имеющих стохастический характер [1]. В результате воздействия переменных по своему характеру колебаний нагрузки на рабочие органы сельскохозяйственных машин и орудий нарушаются такие качественные показатели как глубина обработки почвы, равномерность заделки семян и другие [2, 3].

Многими исследователями с целью обеспечения защиты тракторного

<http://ej.kubagro.ru/2022/06/pdf/08.pdf>

агрегата от внешних случайных воздействий предлагается установка в силовую передачу мобильных энергетических средств различных устройств и другие мероприятия [3, 4, 5, 6, 7]. Но наличие в трансмиссии гидро-трансформаторов способствует снижению тягового КПД мобильного энергетического средства со всеми вытекающими последствиями. А известные встроенные в силовую передачу различные упругие элементы, гасящие колебания от внешних сил и моментов, имеют большие габариты и обладают линейной характеристикой, что не позволяет им выполнять заданные функции при колебаниях, имеющих вероятностный характер.

Нами разработан устанавливаемый между силовой установкой и ведущим валом силовой передачи мобильного энергетического средства упругодемпфирующий механизм (УДМ) с нелинейной характеристикой, который существенно снижает динамические колебательные нагрузки в составляющих звеньях МТА [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

В соответствии с этим **целью исследований** является: определение показателей, характеризующих качество показателей выполнения технологических операций машинно-тракторными агрегатами, агрегатируемых мобильными энергетическими средствами тягового класса 1,4, имеющих в их силовой передаче, предлагаемый нами, УДМ.

**Методы исследований.** При исследовании влияния упругодемпфирующего механизма, установленного перед ведущим валом силовой передачи мобильного энергетического средства тягового класса 1,4, на качественные показатели выполнения различных сельскохозяйственных технологических операций нами был принят экспериментальный метод с использованием требований ГОСТ 7057-2001 и ГОСТ 24055-2016.

В процессе сравнительных испытаний серийные и опытные машинно-тракторные агрегаты агрегатировались одним и тем же трактором МТЗ-80, имеющем в своей силовой передаче предлагаемый нами упругодемпфирующий механизм с оптимальными параметрами [15] (при испытаниях серийного варианта УДМ блокировался) для таких технологических операций, как пахота, предпосевная культивация и сев зерновых культур.

**Результаты исследования.** При полевых испытаниях пахотного МТА (МТЗ-80+ПЛН-3-35) определялись показатели качества работы пахотного агрегата, которыми с точки зрения агротехнических характеристик являются: глубина обработки, глубина борозд, крошение почвы, подрезание пожнивных остатков и сорных растений, сохранение стерни (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительные показатели качества выполнения работ пахотными агрегатами (МТЗ-80+ПЛН-3-35)

Тип агрегата	Устойчивость по глубине обработки почвы			Устойчивость по ширине захвата агрегатом			$\Delta h_{cp}^{\delta}$ , см	$\Delta h_{cp}^n$ , см	$\Delta$ , см
	математическое ожидание, см	среднеквадратическое отклонение, см	коэффициент вариации, %	математическое ожидание, см	среднеквадратическое отклонение, см	коэффициент вариации, %			
Глубина обработки почвы 20...22 см									
Опытный	20,8	1,07	5,1	106	1,65	2,5	2,8	3,1	- 0,3
Серийный (без ГСВ)	20,1	2,51	12,4	103	2,75	2,6	4,4	3,4	1,0
Серийный (с ГСВ)	20,2	1,91	8,4	107	1,98	1,9	5,6	4,2	1,4
Глубина обработки почвы 25...27 см									
Опытный	26,0	1,42	5,5	105	1,05	1,0	3,0	4,7	- 1,7
Серийный (без ГСВ)	25,7	2,11	8,2	105	2,28	2,2	4,8	3,1	1,7
Серийный (с ГСВ)	25,0	1,88	7,5	106	2,27	2,1	5,5	3,3	2,2

Примечание:  $\Delta h_{cp}^{\delta}$  – математическое ожидание отклонения микронеровностей дна пахотной борозды от его условной средней линии;

$\Delta h_{cp}^n$  – математическое ожидание отклонения микронеровностей поверхности поля от её условной средней линии.

Проведенный сравнительный анализ результатов лабораторно-полевых испытаний показал, что глубина обработки и устойчивость ширины захвата при производстве пахотной операции у МТА с УДМ в силовой передаче трактора тягового класса 1,4 сохраняет заданные параметры более стабильно.

Полученные значения статистических показателей глубины обработки почвы и ширины захвата (коэффициент вариации и среднеквадратическое отклонение) у МТА с опытной трансмиссией трактора были соответственно в 1,20...2,17 и 1,32...2,35 раза меньше.

Мобильное энергетическое средство тягового класса 1,4 с УДМ в силовой передаче в составе пахотного агрегата показал более высокое качество состояния обработанного поля. Так, средняя величина отклонений  $\Delta h_{cp}^{\circ}$  поверхности дна пахотной борозды от среднего значения её профиля у агрегата с экспериментальным энергетическим средством более чем на 50 процентов меньше по сравнению с серийным.

Показатель, определяющий качество пахоты  $\Delta$  (см. таблицу 1), нами определялся по результатам измерений:

$$\Delta = \Delta h_{cp}^{\circ} - \Delta h_{cp}^n, \quad (4.4)$$

Поверхность пашни и дно борозды считаются выровненными, если выполняется условие:  $\Delta h_{cp}^{\circ} < \Delta h_{cp}^n$ .

В результате проведённых испытаний было установлено, что показатель качества  $\Delta$  для пахотного агрегата с экспериментальным энергетическим средством имеет отрицательный, а для серийного – положительный. Эти данные показывают, что первый обеспечивает выравнивание пашни, а второй – делает её более гребнистой.

Энергетическое средство с УДМ в трансмиссии в составе пахотного агрегата показал, что он обеспечивает выравнивание более высокую выравненность поверхности пашни, чем серийный вариант. То есть, применение се-

рийного пахотного агрегата определяет необходимость проведения дополнительной обработки с целью обеспечения выравненности поверхности вспаханного поля. В итоге, мобильное энергетическое средство тягового класса 1,4 с УДМ в силовой передаче в составе пахотного агрегата показал более высокое качество состояния обработанного поля.

Внедрение УДМ в силовую передачу энергетического средства класса тяги 1,4 способствует повышению качества работы при проведении предпосевной культивации агрегатом в составе МТЗ-80+КПС-4 (таблица 2). Так, например, дисперсия глубины обработки почвы уменьшается до 22 % при улучшении равномерности глубины обработки на 16 %.

Таблица 2 – Сравнительные показатели качества выполнения работы опытными и серийными агрегатами, агрегатируемых мобильными энергетическими средствами класса тяги 1,4, при сплошной культивации и посеве зерновых культур

Показатели агрегатов	серийный	опытный
МТЗ-80+КПС-4		
Мат. ожидание глубины обработки, см	10,88	11,2
Дисперсия глубины обработки, см <sup>2</sup>	5,86	4,58
Среднеквадратическое отклонение, см	2,42	2,14
Коэффициент вариации	0,22	0,19
МТЗ-80+СЗ-5,4А		
Мат. ожидание глубины заделки семян, см	5,3	5,1
Дисперсия глубины заделки семян, см <sup>2</sup>	0,76	0,38
Среднеквадратичное отклонение, см	0,86	0,62
Коэффициент вариации	0,16	0,12

Установка УДМ в силовую передачу энергетического средства тягового класса 1,4 обеспечивает повышение агротехнологических показателей агрегата МТЗ-80+СЗ-5,4А (см. таблицу 2): происходит уменьшение показателей изменчивости глубины высева семян (среднеквадратическое отклонение её становится ниже на 24,7%, а величина коэффициента вариации снижается с 15,1 до 11,9% ).

Графическое изображение спектральных плотностей (нормированных), характеризующих распределение зёрен семян в почве по глубине при их вы-

сее (рисунок 2) говорят о том, что опытный агрегат имеет одно максимальное значение дисперсий, соответствующее частоте  $1,0 \text{ с}^{-1}$ , а серийный агрегата имеет в частотном диапазоне  $0...1,5 \text{ с}^{-1}$  четыре максимальных значения при одной преобладающей частоте  $1,6 \text{ с}^{-1}$ . При этом серийный вариант посевного агрегата имеет ещё две выраженных вершины в диапазоне более высоких частот.

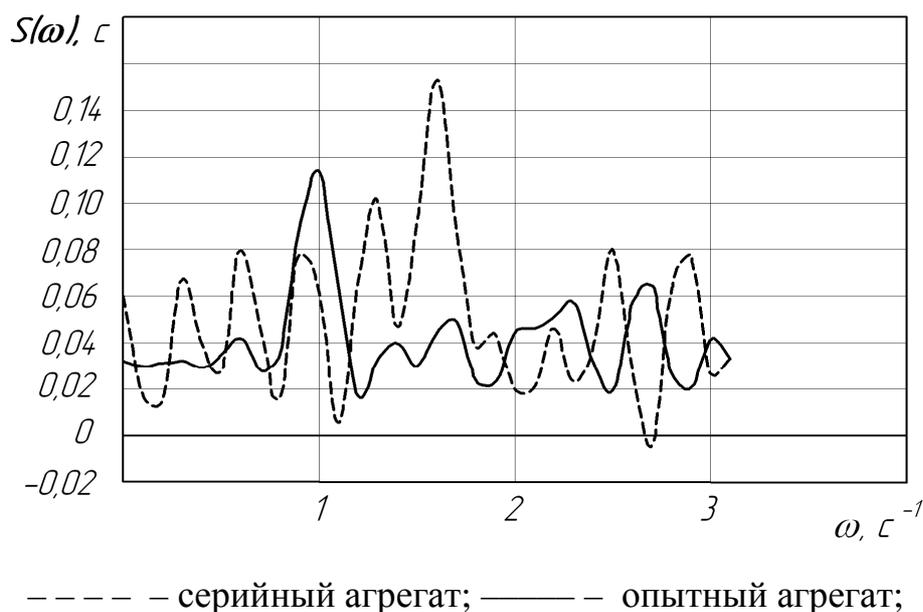


Рисунок 2 – Графическое изображение спектральных плотностей, характеризующих распределение зёрен семян в почве по глубине

Поэтому можно утверждать, что семена при высеве опытным агрегатом, имеющим в силовой передаче мобильного энергетического средства класса тяги 1,4 упругодемпфирующий механизм, распределяются на одной глубине. В то же время, серийный агрегат при высеве распределяет семена зерновой культуры на разных по глубине уровнях.

Количественная оценка распределения семян в почве по глубине при их высеве зерновых культур свидетельствует о более качественном выполнении посевной операции опытным агрегатом, что объясняется достижением высокой стабилизации работы его сошниковой группы.

**Вывод.** Проведенный сравнительный анализ результатов лабораторно-полевых испытаний показал, что показатели, характеризующие качество вы-

полнения технологических операций, у МТА с внедрённым в силовую передачу его мобильного энергетического средства тягового класса 1,4 сохраняют заданные параметры более стабильно. То есть, предлагаемый нами упруго-демпфирующий механизм способствует повышению качественных показателей пахотных, культиваторных и посевных машинно-тракторных агрегатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кутьков, Г.М. Теория трактора и автомобиля / Г.М. Кутьков. – Москва: Колос, 1996. – 287 с.
2. Кравченко, В.А. Математическое моделирование тяговой нагрузки МТА / В.А. Кравченко, В.В. Дурягина, И.Э. Гамолина. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 424...437.
3. Анохин, В.И. Применение гидротрансформаторов на скоростных сельскохозяйственных тракторах / В.И. Анохин. – Москва: Машиностроение, 1977. – 303 с.
4. Совершенствование пневматических шин мобильной техники / В.Г. Яровой, В.А. Кравченко, А.Ф. Шкарлет, В.А. Оберемок, С.Г. Пархоменко, А.В. Яровой, И.М. Меликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2001. – № 7. – С. 27...30.
5. Кузнецов, Н.Г. Стабилизация режимов работы скоростных машинно-тракторных агрегатов: монография / Н.Г. Кузнецов. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2006. – 424 с.
6. Поливаев, О.И. Повышение эксплуатационных свойств мобильных энергетических средств за счет совершенствования приводов ведущих колес: монография / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, 2013. – 210с.
7. Кравченко, В.А. Результаты испытаний машинно-тракторного агрегата на базе трактора класса 1,4 с переменной вращающейся массой двигателя / В.А. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2014. – № 99. – С. 356...371.
8. Котляров, В.В. Гидростатическая передача в трансмиссии трактора // В.В. Котляров, Ю.С. Толстоухов, В.А. Кравченко // В сборнике: Вопросы исследования гидроприводов и тепловых процессов в сельскохозяйственном производстве. Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР; Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения (РИСХМ). – Ростов-на-Дону, 1977. – С. 28...37.
9. Кравченко, В.А. Исследование эффективности упругого элемента в трансмиссии трактора класса 5 / Кравченко В.А. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2004. – № 2. – С. 95...97.
10. Патент на изобретение RU 2222440. Устройство для снижения жесткости трансмиссии транспортного средства / В.А. Кравченко, С.Е. Сенькевич, А.А. Сенькевич, В.Г. Яровой, Ю.С. Толстоухов (Россия). – Заявл. 04.11.2002 // Изобретения. Полезные модели. – 2004.
11. Патент на изобретение RU 2299135. Устройство для снижения жесткости трансмиссии машинотракторных агрегатов / В.А. Кравченко, А.А. Сенькевич, С.Е. Сенькевич (Россия). – Заявл. 12.12.2005 // Изобретения. Полезные модели. – 2007.

12. Кравченко, В.А. Упругодемпфирующий механизм в трансмиссии трактора / В.А. Кравченко, Д.А. Гончаров, В.В. Дурягина // Сельский механизатор. – 2008. – № 11. – С. 40...41.

13. Патент на изобретение RU 2398147. Устройство для снижения жёсткости трансмиссии машинно-тракторного агрегата / В.А. Кравченко, С.Е. Сенькевич, А.А. Сенькевич, Д.А. Гончаров, В.В. Дурягина (Россия). – Заявл. 31.12.2008 // Изобретения. Полезные модели. – 2010.

14. Патент на изобретение RU 2739100. Автоматическое устройство для снижения жесткости трансмиссии транспортного средства / С.Е. Сенькевич, Е.Н. Ильченко, В.А. Кравченко, В.В. Дурягина, З.А. Годжаев, И.С. Алексеев (Россия). – Заявл. 13.08.2020. // Изобретения. Полезные модели. – 2020.

15. Optimization of the Parameters of the Elastic Damping Mechanism in Class 1,4 Tractor Transmission for Work in the Main Agricultural Operations. / S. Senkevich, V. Kravchenko, V. Duriagina, A. Senkevich, E. Vasilev // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 866. – P. 168-177. DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3\_17.

### References

1. Kut'kov, G.M. Teorija traktora i avtomobilja / G.M. Kut'kov. – Moskva: Kolos, 1996. – 287 s.

2. Kravchenko, V.A. Matematicheskoye modelirovaniye tyagovoy nagruzki MTA / V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina, I.E. Gaiolina // Politematicheskij setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta (Nauchnyy zhurnal Kub-GAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 101. – p.p. 424-437.

3. Anoxin, V.I. Primeneniye gidrotransformatorov na skorostny`x sel'skoxozyajstvenny`x traktorax / V.I. Anoxin. – Moskva: Mashinostroeniye, 1977. – 303 s.

4. Sovershenstvovaniye pnevmaticheskix shin mobil'noj texniki / V.G. Yarovoj, V.A. Kravchenko, A.F. Shkarlet, V.A. Oberemok, S.G. Parxomenko, A.V. Yarovoj, I.M. Melikov // Traktory` i sel'skoxozyajstvenny`e mashiny`, 2001. – № 7. – S. 27...30.

5. Kuzneczov, N.G. Stabilizaciya rezhimov raboty` skorostny`x mashinno-traktorny`x agregatov: monografiya / N.G. Kuzneczov. – Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2006. – 424 s.

6. Polivaev, O.I. Povy`sheniye e`kspluatacionny`x svojstv mobil'ny`x e`nergeticheskiy sredstv za schet sovershenstvovaniya privodov vedushhix koles: monografiya / O.I. Polivaev, O.M. Kostikov. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni imperatora Petra I, 2013. – 210s.

7. Kravchenko, V.A. Rezul'taty` ispy`taniy mashinno-traktornogo agregata na baze traktora klassa 1,4 s peremennoj vrashhayushhejsya massoj dvigatelya / V.A. Kravchenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014. – № 99. – S. 356...371.

8. Kotlyarov, V.V. Gidrostaticheskaya peredacha v transmissii traktora // V.V. Kotlyarov, Yu.S. Tolstouhov, V.A. Kravchenko // V sbornike: Voprosy` issledovaniya gidroprivodov i teplovy`x processov v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve. Ministerstvo vy`sshego i srednego special'nogo obrazovaniya RSFSR; Rostovskij-na-Donu institut sel'skoxozyajstvennogo mashinostroeniya (RISXM). – Rostov-na-Donu, 1977. – S. 28...37.

9. Kravchenko, V.A. Issledovaniye e`ffektivnosti uprugogo e`lementa v transmissii traktora klassa 5 / Kravchenko V.A. // Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Texnicheskie nauki, 2004. – № 2. – S. 95...97.

10. Patent na izobretenie RU 2222440. Ustrojstvo dlya snizheniya zhestkosti transmissii transportnogo sredstva / V.A. Kravchenko, S.E. Sen'kevich, A.A. Sen'kevich, V.G. Yarovoj, YU.S. Tolstouhov (Rossiya). – Zayavl. 04.11.2002 // Izobreteniya. Poleznye modeli. – 2004.

11. Patent na izobretenie RU 2299135. Ustrojstvo dlya snizheniya zhestkosti transmissii mashinotraktornyh agregatov / V.A. Kravchenko, A.A. Sen'kevich, S.E. Sen'kevich (Rossiya). – Zayavl. 12.12.2005 // Izobreteniya. Poleznye modeli. – 2007.

12. Kravchenko, V.A. Uprugodempfiruyushhij mexanizm v transmissii traktora / V.A. Kravchenko, D.A. Goncharov, V.V. Duryagina // Sel'skij mexanizator. – 2008. – № 11. – S. 40...41.

13. Patent na izobretenie RU 2398147. Ustrojstvo dlya snizheniya zhestkosti transmissii mashinno-traktornogo agregata / Kravchenko V.A., Sen'kevich S.E., Sen'kevich A.A., Goncharov D.A., Duryagina V.V. (Rossiya). – Zayavl. 31.12.2008 // Izobreteniya. Poleznye modeli. – 2010.

14. Patent na izobretenie RU 2739100. Avtomaticheskoe ustrojstvo dlya snizheniya zhestkosti transmissii transportnogo sredstva / S.E. Sen'kevich, E.N. Il'chenko, V.A. Kravchenko, V.V. Duryagina, Z.A. Godzhaev, I.S. Alekseev (Rossiya). – Zayavl. 13.08.2020 // Izobreteniya. Poleznye modeli. – 2020.

15. Optimization of the Parameters of the Elastic Damping Mechanism in Class 1,4 Tractor Transmission for Work in the Main Agricultural Operations. / S. Senkevich, V. Kravchenko, V. Duriagina, A. Senkevich, E. Vasilev // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 866. – P. 168-177. DOI: 10.1007/978-3-030-00979-3\_17.