УДК 631.343:631.538

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ САР ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Г.Г. Пархоменко, вед. научн. сотрудник отдела механизации полеводства, канд. техн. наук (ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»,г. Зерноград, тел. 89188917774, e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru)
С.Г. Пархоменко, доцент кафедры тракторов и автомобилей, канд.техн. наук, доцент (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, тел. 89188917773, e-mail: s-parkhom@mail.ru)

***Аннотация**. В статье приведены результаты усовершенствования гидравлической следящей системы машин для обработки почвы в рядах многолетних насаждений, применение которой позволит снизить затраты энергии на 49 %. Проанализированы недостатки существующих гидравлических следящих систем, управляющих рабочим органом для обработки почвы. Рассмотрен рабочий процесс в предлагаемой гидравлической следящей системе, который характеризуется повышением давления только в штоковой полости гидроцилиндра. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований давлений в полостях гидроцилиндра.*

***Ключевые слова:** гидравлическая следящая система, техническая эксплуатация, затраты энергии, защитная зона, рабочий орган, почва, штамб.*

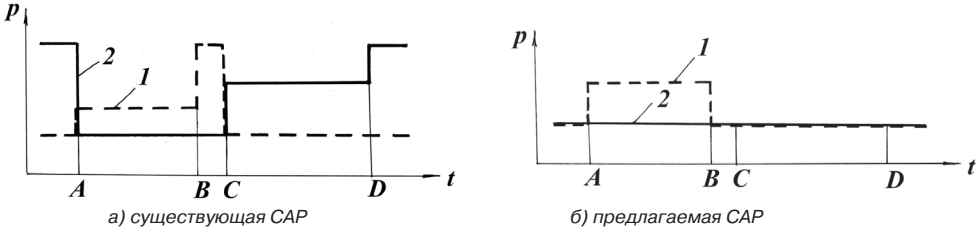
Повышение эксплуатационной надёжности машин – одна из актуальных проблем современного научно-технического прогресса в области механизации и автоматизации с/х производства. Правильная техническая эксплуатация почвообрабатывающих машин предупреждает возникновение преждевременного износа рабочих органов [1], механизмов и систем, способствует повышению уровня надёжности. При выполнении различных технологических процессов почвообрабатывающие машины должны строго выдерживать заданные траектории движения, что осуществляется с помощью систем автоматического регулирования (САР) [2, 3, 4, 5]. Так, рабочий орган машины для обработки почвы в рядах многолетних насаждений должен автоматически выводиться из ряда около растения и после прохождения вокруг него возвращаться опять в ряд, оставляя около штамба минимальную защитную зону с формой, близкой к кругу. Исследования показали, что данный технологический процесс целесообразно осуществлять с помощью следящей САР, управляющей траекторией движения рабочих органов при обходе растения [6, 7, 8, 9].

Одним из недостатков существующих гидравлических следящих систем машин для обработки почвы в рядах многолетних насаждений является чрезмерный нагрев масла (свыше 70 °С), приводящий к вынужденным простоям для его охлаждения, что влечёт за собой увеличение времени организационно-технического обслуживания и снижение коэффициента использования времени смены. В соответствии с ГОСТ 27.002 – 2009 «Надёжность. Термины и определения» в этом случае возникает техническая задержка вследствие выполнения вспомогательных операций, связанных с охлаждением оборудования. Этим объясняется низкая производительность известного культиватора КСГ-5, функционирование которого со-

провождается постоянным перегревом масла в гидравлической следящей системе. Несмотря на то, что гидрораспределитель культиватора КСГ-5 имеет три положения золотника, во время работы в основном используется промежуточное положение между нейтральным и соответствующим крайним. Это вызвано необходимостью удерживать рабочий орган в ряду растений за счёт избыточного давления в поршневой полости гидроцилиндра. Гидросистема культиватора КСГ-5 выполнена раздельно-агрегатной, гидроузлы не согласованы между собой по функциональным параметрам (подаче масла, давлению). Поэтому работа культиватора КСГ-5 сопровождается нагревом масла гидросистемы трактора свыше 70^0 С за короткий период времени. По нагреву масла можно судить о расходе топлива трактором и затратах энергии в гидросистеме.

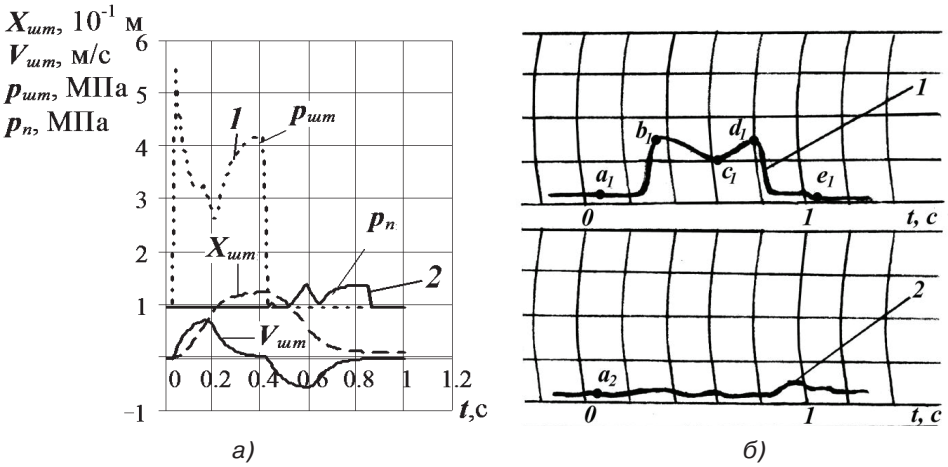
Цель исследования: снижение затрат энергии за счёт совершенствования рабочего процесса гидравлических следящих систем машин для обработки почвы в рядах многолетних насаждений.

Методика. Затраты энергии зависят от потерь давления на преодоление сопротивлений и подачи насоса гидросистемы трактора, могут быть снижены за счёт уменьшения сопротивлений в гидролиниях, отказа от использования редукционных клапанов. Редукционные клапаны используются для создания в существующей гидросистеме постоянного давления и выполняют функцию гидравлического сопротивления. Поэтому, чем выше давление срабатывания редукционного клапана, тем выше температура масла. Для снижения нагрева масла, подачу насоса целесообразно уменьшать, что снижает быстродействие гидравлической следящей системы. Кроме того, нагрев масла можно снизить за счет иной организации рабочего процесса следящей системы (рис. 1). В существующих САР при поступательном движении машины рабочий орган находится в ряду растений и удерживается в нем за счет избыточного давления в поршневой полости гидроцилиндра (линия 2), ограничиваемого редукционным клапаном (рис. 1а). Давление в штоковой полости гидроцилиндра (линия 1) равно давлению в сливной гидролинии. После касания щупом растения, золотник перемещается и открывает проход маслу из поршневой полости в сливную линию. В штоковой полости давление возрастает и начинается отвод рабочего органа из ряда (точка А). До момента времени, соответствующего точке В, происходит отвод рабочего органа. Между моментами времени, соответствующими точками В и С, щуп еще касается растения, начинает срабатывать редукционный клапан, и давление в штоковой полости (линия 1) становится равным давлению срабатывания редукционного клапана. Когда щуп перестанет касаться растения и возвращается в исходное положение, он поворачивает золотник гидрораспределителя. Масло из штоковой полости гидроцилиндра начинает поступать на слив, а в поршневую – от насоса, и начинается возврат рабочего органа в рабочее положение. В следующий момент времени (точка D) рабочий орган возвращается в рабочее положение и срабатывает редукционный клапан [10].



а) существующая САР б) предлагаемая САР

Рис. 1.
Рабочий процесс в гидравлической следящей системе: 1 – давление в штоковой полости гидроцилиндра; 2 – давление в поршневой полости гидроцилиндра



а) *б)*

Рис. 2. Закономерности теоретического (а) и экспериментального (б) изменения давления в штоковой (1) и поршневой (2) полостях предлагаемого гидравлического следящего устройства

Результаты и обсуждения. Рабочий процесс в предлагаемой гидравлической следящей системе характеризуется повышением давления в штоковой полости гидроцилиндра только для отвода рабочего органа (рис. 1б). Возврат рабочего органа в ряд растений происходит под действием сил сопротивления почвы при движении агрегата и не сопровождается повышением давления в поршневой полости гидроцилиндра [11, 12]. Силы сопротивления почвы обеспечивают установку золотника в нейтральное положение (рис. 2).

Малое давление в поршневой полости на протяжении возврата рабочего органа указывает на то, что он устанавливается в исходное положение (в ряд) под действием сил сопротивления почвы, и гидравлическая следящая система разгружается.

Вывод. Технологический процесс обработки почвы в рядах многолетних насаждений, реализованный с помощью машин, оснащённых предлагаемыми гидравлическими следящими системами, позволил увеличить коэффициент использования времени смены с 0,37 до 0,73 и уменьшить энергозатраты на 49% по сравнению с КСГ-5 в равных условиях функционирования.

Литература

1. Пархоменко, Г.Г. Прогнозирование зоны износа эллиптического кольцевого элемента почвообрабатывающего рабочего органа / Г.Г. Пархоменко, И.В. Божко, А.В. Громаков // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 118. – С. 64 – 68.

2. Пархоменко, Г.С. Расчёт в MATHCAD рабочих режимов тягово-приводных машинно-тракторных агрегатов / Г.С. Пархоменко, С.Г. Пархоменко, Г.Г. Пархоменко // Достижения науки – агропромышленному производству: Матер. XLIV Междунар. Научно-техн. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет» – 2005. – С. 271 – 275.

3. Пархоменко, Г.С. Анализ рабочих режимов и расчёт на ПЭВМ состава тяговых машинно-тракторных агрегатов / Г.С. Пархоменко, С.Г. Пархоменко, Г.Г. Пархоменко // Матер. XLII Междунар. Научно-техн. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет» – 2003. – С. 315 – 320.

4. Пархоменко, Г.С. Моделирование на ПЭВМ по программному комплексу МВТУ усовершенствованной силовой САР трактора МТЗ – 80 / Г.С. Пархоменко, С.Г. Пархоменко, Г.Г. Пархоменко // Матер. XLIII Междунар. научнотехнич. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет» – 2004. – С. 22 – 26.

5. Пархоменко, Г.С. Моделирование на ПЭВМ следящей системы с нелинейным колебательным объектом регулирования / Г.С. Пархоменко, С.Г. Пархоменко, Г.Г. Пархоменко // Матер. XLV Междунар. научно-технич. конф. ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет» – 2006. – С. 34 – 38.

6. Пархоменко, Г.Г. Результаты модернизации гидравлических сле-дящих устройств для обработки почвы в рядах многолетних насаждений / Г.Г. Пархоменко // Селскостопанска техника. – 2014. – №1.– С. 3 – 7.

7. Пархоменко, Г.Г. Устройство для обработки почвы в рядах многолетних насаждений / Г.Г. Пархоменко // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – №6. – С. 11 – 13.

8. Пархоменко, Г.Г. Обработка почвы в рядах садов и виноградников. Процессы, устройства. / Г.Г. Пархоменко – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing. (ISBN 978-3-659-30811-6), 2012. – 148 с.

9. Пархоменко, Г.Г. Усовершенствование обработки почвы в рядах многолетних насаждений. / Г.Г. Пархоменко // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №4. – с. 43 – 44.

10. Пархоменко Г.Г. Совершенствование технологического процесса обработки почвы в рядах многолетних насаждений / Пархоменко Г.Г. // Дисс.…канд. техн. наук: 05.20.01 – Зерноград, 2000. – 156 с.

11. Пархоменко Г.Г. Использование сил сопротивления почвы для снижения энергоёмкости процесса обхода штамба рабочим органом // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: Матер. Междунар. научно-практ. конф. – Ростов-на-Дону. – 2013. – С. 37 – 39.

12. Пархоменко, Г.Г. Теоретическое исследование механизмов перемещения рабочих органов для обработки почвы / Г.Г. Пархоменко, С.Г. Пархоменко // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сб. науч. докладов Междунар. научно-технич. конф. ФГБНУ ВИМ. – 2015.

13. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсионно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. №3. - С. 49-51.

INCREASING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF TILLAGE MACHINES

G. G. Parkhomenko, Candidate of Technical Sciences, leading research staff member of the department of field crop cultivation mechanization (Federal State Budgetary Scientific Institution Northern-Caucasian Scientific Re-search Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture. Phone: 89188917774, e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru),

S. G. Parkhomenko, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the tractor and automobile department, (Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEE HPE «Don State Agrarian University» in Zernograd. Phone: 89188917773, e-mail: s-parkhom@mail.ru

Annotation*. The article presents results of improvement of hydraulic servo system of tillage machines for processing the soil in rows of perennial plants, the application of which will reduce energy costs by 49 %. Analyzed the shortcomings of the existing hydraulic servo systems governing the working body for tillage. Reviewed the workflow in the proposed hydraulic servo system, which is characterized by a pressure increase only in the rod end of cylinder cavity. Presented the results of theoretical and experimental studies of the pressures in the cavities of the hydraulic cylinder.*

Keywords: *hydraulic servo system, technical maintenance, energy costs, safety zone, working body, soil.*

References

1. Parkhomenko, G.G. Prediction of the zone of wear elliptical annular ele-ment tillage of the working body / G. Parkhomenko, I. V. Bozhko, A. V. Gromakov // Works of GOSNITI. – 2015. – V. 118. – P. 64 – 68.

2. Parkhomenko, G.S. Calculation in MATHCAD operating modes of the traction-drive machine – tractor units / G.S. Parkhomenko, S.G. Parkhomenko, G.G. Parkhomenko // Advances in science - agricultural production: Materials XLIV Intern. scientific and technical. Conf. FSEI HPE "Chelyabinsk state Agroengineering University. – 2005. – P. 271 – 275.

3. Parkhomenko, G.S. An analysis of the operating modes and the calculation on the PC composition traction tractor units / G.S. Parkhomenko, S.G. Parkhomenko, G.G. Parkhomenko // Mater. XLII Intern. scientific and technical. Conf. FSEI HPE "Chelyabinsk state Agroengineering University. – 2003. – P. 315 – 320.

4. Parkhomenko, G.S. Modeling on the PC for software complex MBTY advanced power system of automatic control of tractor MTZ-80/ G.S. Parkhomenko, S.G. Parkhomenko, G.G. Parkhomenko // Mater. XLIII Intern. scientific and Techn. Conf. FSEI HPE "Chelyabinsk state Agroengineering University. – 2004. – P. 22 – 26.

5. Parkhomenko, G.S. Modeling on the PC servo system with nonlinear oscillatory object of regulation / G.S. Parkhomenko, S.G. Parkhomenko, G.G. Parkhomenko // Mater. XLV Intern. scientific and Techn. Conf. FSEI HPE "Chelyabinsk state Agroengineering University. – 2006. – P. 34 – 38.

6. Parkhomenko, G.G. The results of the modernization of hydraulic servo devices for tillage in the ranks of perennial plants / G.G. Parkhomenko // Selskostopanska technique. – 2014. – № 1. – P. 3 – 7.

7. Parkhomenko, G.G. A device for processing the soil in rows of perennial plants. / G. G. Parkhomenko // Tractors and farm machinery. – 2007. – № 6. – P. 11 – 13.

8. Parkhomenko, G. G. Processing the soil in rows of orchards and vineyards. Processes, devices. / G. G. Parkhomenko – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing. (ISBN 978-3-659-30811-6), 2012. – 148 p.

9. Parkhomenko, G.G. Improvement of tillage in the ranks of perennial plants. / G. G. Parkhomenko // Advances in science and technology of agriculture. – 2008. – № 4. – P. 43 – 44.

10. Parkhomenko G.G. Improving the process of tillage in the ranks of perennial crops / Parkhomenko Galina Gennad'evna // Diss.…Cand. tech. Sciences: 05.20.01 – Zernograd, 2000. – 156 p.

11. Parkhomenko G.G. Using the forces of resistance of the soil to reduce the energy intensity of the process bypass trunk working body // State and perspectives of development of agricultural engineering: Mater. Intern. scientific-practical. Conf. – Rostov-on-Don. – 2013. – P. 37 – 39.

12. Parkhomenko, G.G. Theoretical study of the mechanisms for moving the working bodies of tillage / G.G. Parkhomenko, S. G. Parkhomenko // Intelligent machine technology and machinery for the implementation of the State program of development of agriculture: Sat. scientific. reports Intern. scientific and Techn. Conf. FSBI VIM. – 2015.

13. Mikhalchenkov A.M., Solovyev R.Yu., Biriulina Ja.Yu. / Reconditioning blades using abrasive dispersion-hardened composition material based on epoxy resin. // Tractors and agricultural machinery. 2015. Issue 3. – Pp. 49-51.