

INTERNATIONAL SCIENTIFIC, SCIENTIFIC APPLIED
AND INFORMATIONAL JOURNAL

МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО, НАУЧНО ПРИЛОЖНО И ИНФОРМАЦИОННО СПИСАНИЕ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ, НАУЧНО ПРИЛОЖНЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

MECHANIZATION IN AGRICULTURE

МЕХАНИЗАЦИЯ НА
ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Issue 4
2015

Year LXI, ISSN 0861-9638, issue 4/2015, Sofia, Bulgaria

SCIENTIFIC TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING
BULGARIAN ASSOCIATION OF MECHANIZATION IN AGRICULTURE

ИЗДАТЕЛИ

PUBLISHERS

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ
СЪЮЗ ПО
МАШИНОСТРОЕНЕ

БЪЛГАРСКА
АСОЦИАЦИЯ ПО
МЕХАНИЗАЦИЯ НА
ЗЕМЕДЕЛИЕТО



SCIENTIFIC-TECHNICAL
UNION OF MECHANICAL
ENGINEERING

БЪЛГАРСКА
АСОЦИАЦИЯ ПО
МЕХАНИЗАЦИЯ НА
ЗЕМЕДЕЛИЕТО

ГОДИНА LXI БРОЙ 4 / 2015

ISSN 0861-9638

YEAR LXI ISSUE 4 / 2015

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

EDITORIAL BOARD

Главен редактор: Проф. д-р инж. Михо Михов
Главный редактор: Проф. д-р инж. Михо Михов
Editor-in-chief: Prof. Dr. eng Miho Mihov
Научен редактор: Проф. д-р инж. Христо Белоев
Научный редактор: Проф. д-р инж. Христо Белоев
Prof. D.Sc. eng Hristo Beloev

Акад. д-р Саяхат Нукешев – Казахстан
Проф. д-р инж. Александър Токарев – Русия
Акад. д-р Джемал Катзитадзе – Грузия
Проф. д-р инж. Чеслав Вашкиевич – Полша
Проф. инж. Зденко Ткач – Словакия
Проф. д-р инж. Айрат Валиев – Русия
Проф. д-р инж. Алексей Василев – Русия
Доц. д-р инж. Ербол Саркинов – Казахстан
Доц. д-р инж. Ян Шчепаняк – Полша
Проф. д-р инж. Георги Тасев – България
Доц. д-р инж. Неделчо Тасев
Доц. д-р инж. Георги Капашиков
Проф. д-р инж. Сава Мандражиев
Доц. д-р инж. Красимира Георгиева
Доц. д-р инж. Росен Иванов
Доц. д-р инж. Пламен Кангалов
Проф. д-р инж. Михаил Илиев
Доц. д-р инж. Недялко Недялков

Acad. D.Sc. eng. Sayakhat Nukeshev - Kazakhstan
Prof. Dr. Eng. Alexander Tokarev - Russia
Acad. Djemal Katzitzadze - Georgia
Prof. Dr. Eng. Cheslav Vashkievich - Poland
Prof. eng Zdenko Tkach - Slovakia
Prof. D.Sc. eng. Ayrat Valiev - Russia
Prof. D.Sc. eng. Alexey Vassilev - Russia
Assoc. Prof. eng. Yerbol Sarkynov - Kazakhstan
Assoc. Prof. Dr. Eng. Jan Szczepaniak - Poland
Prof. D.Sc. eng. Georgi Tashev
Assoc. prof. eng. Nedelcho Tashev
Assoc. prof. eng. Georgi Kapashikov
Assoc. prof. eng. Sava Mandraviev
Assoc. prof. eng. Krassimira Georgieva
Assoc. prof. eng. Rossen Ivanov
Assoc. prof. eng. Plamen Kangalov
Prof. Dr. Eng. Mihail Iliev
Assoc. prof. eng. Nedyalko Nedyalkov

Списанието „Механизация в земеделието е продължител на списанията „Машинизирано земеделие” (1948-1957), „Механизация и електрификация на селското стопанство” (1959-1980) и „Механизация на селското стопанство” (1981-1991)

Адрес на редакцията:

Ул. „Г. С. Раковски” 108

Етаж 4, офис 411

1000 София

Тел/факс 02 986 22 40, тел: 02 987 72 92

www.mech-ing.com, nts-bg@mech-ing.com

За рекламодатели и спонсори:

Банкова сметка:

IBAN: BG70 PRCB 9230 100779 0819,

BIC: PRCB BG SF

Получател: НТС по машиностроене
ПРОКРЕДИТ БАНК:

MECHANIZATION IN AGRICULTURE

INTERNATIONAL SCIENTIFIC, SCIENTIFIC APPLIED AND INFORMATIONAL JOURNAL

ISSN 0861 - 9638

Year LXI, 4/2015, Sofia

CONTENTS:

METHOD FOR DESIGN OF PLOUGHS WITH LAMELLAR MOLDBORDS

МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА РЕШЕТЪЧНИ ПЛУЖНИ ТЕЛА

Assoc. prof. Zapryanov Z. Ph.D., assistant I. Zaprianova, assistant M. Dallev Ph.D.....3

СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ МИНИАГРОТЕХНИКИ

доцент, к.т.н. Овсянников С.И. (PhD, Ovsyannikov S.I.).....6

ЗАВИСИМОСТЬ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ОТ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

DEPENDENCE OF THE RESISTANCE TO THE MOVEMENT OF TRACTOR UNITS ON THE VARIABLE WEIGHT AGRICULTURAL MACHINERY.

PhD. as. Prof. Shuljak. M., Prof. dr. Artiomov N.....10

ТЕХНОЛОГИИ ЗА МЕХАНИЗИРАНО ПРИБИРАНЕ НА СУСАМ В БЪЛГАРИЯ

TECHNOLOGIES FOR MECHANIZED HARVESTING OF SESAME IN BULGARIA

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ КУНЖУТА В БОЛГАРИИ

Доц. д-р инж. Ишпеков С., доц. д-р инж. Петров П., доц. д-р инж. Трифонов А., доц. д-р инж.
Колев Б.....13

СЕПАРИРАНЕ НА ОВЪРШАНА СМЕС ОТ СУСАМ

SEPARATION OF THRESHED SESAME MIXTURE

СЕПАРАЦИЯ ОБМОЛОЧЕННОЙ СМЕСИ КУНЖУТА

маг. инж. Кенанска А., доц. д-р инж. Колев Б.....16

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫСЕВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИФФЕ- РЕНЦИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН И УДОБРЕНИЙ

Нукешев С.О., д.т.н., академик АСХН РК, член-корреспондент НАН РК Личман Г.И., главный
научный сотрудник, д-р техн. Наук. Золотухин Е.А1. Докторант PhD, Магистр

сельскохозяйственных наук.....19

HIGHLY EFFICIENT PRODUCTION AND SIMULTANEOUS USE OF ENERGY IN LOCAL WATER SOURCE

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ОДНОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ НА МЕСТНЫХ ВОДОИСТОЧНИКАХ

Ph.D, Ivanov E., Russia, Nizhniy Novgorod, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Associate
professor.....22

The FEDERATION OF THE SCIENTIFIC ENGINEERING UNIONS (FSEU)

in Bulgaria is a professional, scientific - educational, non-governmental, non-political non-profit association of legal entities - professional organizations registered under the Law on non-profit legal entities, whose members are engineers, economists and other specialists in the field of science, technology, economy and agriculture.

FSEU performed bilateral cooperation with similar organizations from many countries.

FSEU brings together 19 national associations - Scientific and Technical Unions / STU /, 34 territorial associations, which have more than 15 000 professionals across the country.

FSEU is a co-founder and member of the World Federation of Engineering Organizations (WFEO).

FSEU a member of the European Federation of National Engineering Associations (FEANI), and a member of the Standing Conference of engineering organizations from Southeast Europe / CO.PICEE /, Global Compact, European Young Engineers (EYE). The Federation has the exclusive right to give nominations for the European Engineer (EUR ING) title.

Contacts:

108 Rakovsky Str., Sofia 1000, Bulgaria

web: www.fnts.bg

e-mail: info@fnts.bg

METHOD FOR DESIGN OF PLOUGHS WITH LAMELLAR MOLDBORDS

МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА РЕШЕТЪЧНИ ПЛУЖНИ ТЕЛА

Assoc. prof. Zapryanov Z. Ph.D., assistant I. Zaprianova, assistant M. Dallev Ph.D.

Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria

доц. д-р инж. З. Запрянов, асистент инж. Й. Запрянова, асистент д-р инж. М. Даллев

Аграрен университет – Пловдив

z.zapryanov@abv.bg

Abstract: The paper presents graphic method for design surface of lamellas of plough with lamellar moldboard.

Keywords: PLOUGHS WITH LAMELLAR MOLDBOARDS, METHOD FOR DESIGN

1. Въведение

През последните години фирмите за производство на земеделски машини предлагат на пазара както плугове с класически отметателни дъски, така и такива с решетъчни. Според фирмите производители плуговете с решетъчни отметателни дъски при определени условия имат намалено теглително съпротивление до 5%, спрямо класическите и при работа водят до по-добро раздробяване на почвата. В световната и нашата научна литература липсват данни за изследвания на такива плугове и резултати, които доказват намаленото им теглително съпротивление.

Информацията относно методика за построяване на повърхността на отделните шини е много оскъдна или почти липсва. Тази информация е необходима както за изработване на шампи, матрици и леярски модели за направа на шините, така и за шаблони за контрол на формата им.

2. Методика

Независимо, че част от отметателната дъска е изработена от отделни детайли (шини), подредени на плужното тяло, те образуват известните форми на отметателните дъски – културни, най-често полуvinтов и винтови, т.е. може да се приеме, че част от отметателната дъска на обикновения плуг мислено е отстранена (изрязана) и така се получава шинната повърхност.

В тази ситуация възникват 2 проблема:

1. Направление на шините спрямо плужното тяло

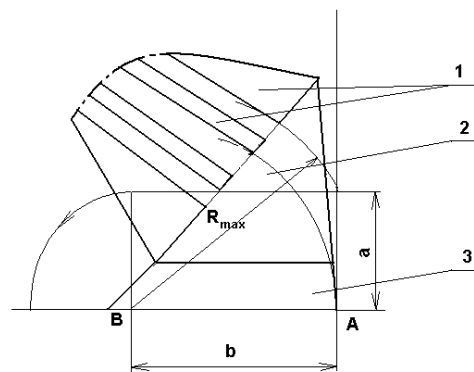
2. Построяване на работната повърхност на отделните шини.

1. За да работи плужното тяло с минимално теглително съпротивление е необходимо посоката на шините да следва направлението на плъзгане на почвата по плужната повърхност. При проектиране на класическите плужни повърхности се приема, че обработвания почвен пласт се обръща от плужното тяло без да се деформира [1, 2, 3]. Реално още с подрязването на обработвания почвен пласт (стружката) от лемежа на плуга той започва да се разрушава и скъсява, като най-активно скъсяване на стружката, по аналогия с обработването на металите е в зоната на гърдите на плужното тяло – 2 (фиг. 1). Процесът на деформация (скъсяване) на стружката при оран с лемежни плугове не е изяснен, но в никой случай не е уместно да приемем, че стружката преминавайки гърдите на плужното тяло остава с правоъгълно сечение с размери a и b .

При изработване на отметателната дъска от шини е уместно във вертикалната проекция на тялото шините да се поставят по посока на допирателната към радиуса, на който се завърта почвения пласт около т. В, или на опитно установени

ъгли, (фигура 1) поради технологичното ограничение, шините да се изработват от прътове плоска стомана.

При изработване на шинни плужни тела лемежът, гърдите на плужната повърхност и шините се изпълняват като отделни детайли. Долният край на гърдите обикновено достигат от $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ от дължината на лемежа спрямо полския обреш на плужното тяло.



Фиг. 1. Разположение на шините във вертикалната проекция на плужното тяло.

1. Шини; 2. Гърди на плужното тяло; 3. Лемеж

II. Повърхността на съвремените плужни тела е сложна повърхност, която се построява графично по известни методи [1, 2, 3]. Построяването на формата на образуващите плужни плужната повърхност шини може да се извърши след построяването на работната повърхност на плужната повърхност. При цилиндридалните работни повърхности (културни и полуvinтови), които основно се използват в България, за получаване на формата и размерите на шините, за проектиране на плужната повърхност е удобно да се използва „Методът на построяване на цилиндридална плужна повърхност по една направляваща крива и зададен закон за изменение на ъгъла на образуващата с полската страна“, описан в [1, 2, 3].

След построяване на цилиндридалната повърхност на плужното тяло според [1, 2, 3], за да се получи формата и размерите на шината е необходимо:

1. Да се добавят на вертикалната (челна) проекция на плужното тяло проекциите на шаблонните криви $p_1, p_2, \dots, p_n$ (фиг. 2).
2. Да се добави и проекцията на линията N-N което разделя гърдите на плужното тяло от шините (фиг.2).

3. Построява се шаблонната крива на линията N-N по описаните методи [1, 2, 3] и се добавя към шаблонните криви - p_N (фиг. 2)

4. Избира се широчина на шините и се нанасят върху вертикалната проекция по описания в т. I начин.

За всяка съставляща шина формата и размерите се определят по отделно.

Сеченията на шините с шаблонните криви се пренасят върху техните действителни форми (на шаблонните криви). Работните повърхности на шините са с право напречно сечение, а радиусът на закръгление на шаблонните криви е многократно по-голям от размера на шината, можем с достатъчна точност да приемем, че напречното сечение на шината е допирателна към шаблонната кривав точката на контакта на средната линия на шината.

Ъглите ξ_1 и ξ_2 (фиг.2) които се отчитат от чертежа на сеченията на шините, наложени върху действителните шаблонни криви са във вертикално сечение на шините. В действителност при изработване на шините те се усукват в равнина, перпендикулярна на оста на шината. За да се получи да се определи действителния ъгъл на наклона на шината спрямо вертикалата като отчетения ъгъл ξ се коригира с ъгъла на напречното сечение на шината ψ спрямо вертикалната ос. След тригонометрични преобразования се получава зависимостта:

$$\eta = \xi \cdot \cos \psi$$

където: η е ъгълът на наклона на напречното сечение на шината спрямо вертикалната ос;

ξ е отчетения ъгъл на наклона на вертикалното сечение на шината спрямо вертикалната ос;

ψ — ъгълът между вертикалната ос и напречното сечение на шината.

Ъглите на усукване на шината се определят спрямо едното крайно сечение, обикновено това което е на границата между шините и гърдите на плужното тяло (сечение N-N на фиг. 2). Крайното сечение се приема за база т.е. не е усукано. Ъгълът на усукване на сеченията спрямо челното — φ_n се определя от зависимостта:

$$\varphi_n = 90^\circ - \eta_n$$

където: η_n е ъгълът на наклона на n -тото напречно сечение на шината.

Огъването на шината се отчита като средната линия на шината се проектира върху хоризонталната проекция на плужното тяло. Радиусът на огъване се получава с много голям размер спрямо дължината и напречното сечение на шината, поради тази причина размерите на шината се задават с отклоненията на характерните точки.

Поради големите радиуси на кривина на шината действителната и разгънатата дължина може приблизително да се определи:

$$L_{III} = \sqrt{l_x^2 + e_b^2}$$

където: L_{III} е дължината на шината;

l_x — дължината на хоризонталната проекция на шината;

e_b — дължината на вертикалната проекция на шината.

За по-точно получаване на формата на шините е необходимо да се направят значително по-голям брой шаблонни сечения.

Литература:

1. Демирев Ж., К. Братоев., Машини за почвообработка, Русе 2012
2. Косев Н. и др., Ръководство за упражнения по ССМ, Земиздат, 1968;
3. Клецкин М., Справочник конструктора сельскохозяйственных машин, Москва, 1967;
4. Laskowski M. und John G., Praktische Blechabwicklungen, Leipzig, 1955.

СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ МИНИАГРОТЕХНИКИ

доцент, к.т.н. Овсянников С.И.
(PhD, Ovsyannikov S.I.)

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, Украина.
Email: ovsrg@rambler.ru

Резюме. В статье рассматриваются вопросы функционирования миниагротехники, в частности мотоагрегатов. Отмечается, что оператор мотоагрегатов выполняет значительно больше функций и физической работы, чем при управлении традиционными тракторами. Установлено, что основными причинами физического участия оператора в работе мотоагрегатов являются дестабилизирующие факторы, которые изменяют траекторию движения, тяговую нагрузку вследствие изменения сцепных свойств движителей с опорным основанием и др. причин. Оператор вынужден выполнять функции стабилизации системы на воздействие дестабилизирующих факторов. Представлены структурные модели концептуальных мотоагрегатов на основе электроуправляемых систем работой приводных двигателей и адаптивных систем, позволяющих полностью автоматизировать работу мотоагрегатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОТОАГРЕГАТ, МОТОБЛОК, ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И АДАПТАЦИИ.

THE SYSTEM OF FUNCTIONAL ADAPTATION MINIAGROTECHNIQUES

Abstract. This article discusses the functioning of miniagrotechniques in particular motoagregates. It is noted that the operator of motoagregates performs much more features and physical work than using a conventional tractor. It was established that the main causes of the physical participation of the operator in the motoagregagate is the destabilizing factors that alter the trajectory of the movement, pulling the load due to changes in coupling properties of propulsion with the ground and the other reasons. The operator is forced to perform the functions of stabilizing the effect of destabilizing factors. A structural model based on the concept motoagregagates electrically controlled system the engine is running and adaptive systems, allowing full automation of work motoagregates.

KEYWORDS: MOTOAGREGAT, TILLERS, DESTABILIZING FACTORS, STABILITY AND ADAPTATION.

Введение.

Миниагротехника находит все большее применение на мелкоконтурных участках – сады, огороды, дачи, приусадебные хозяйства [1]. Наибольшее распространение получили агрегаты на базе мотоблоков (анг. walking tractor) – мотоагрегаты (МА). Особенностью работы МА является непосредственное участие оператора в движении агрегата. Оператор выполняет не только функции управления движением, но и участвует в тяговой динамике агрегата. Поэтому, интенсивность и напряженность работы оператора МА значительно превышает допустимые нормы [2, 3], что приводит к его быстрой утомляемости и снижению производительности агрегата в целом [4, 5]. Основной задачей повышения производительности МА является уменьшение физического участия оператора в работе МА.

Обзор публикаций.

Как отмечается в работе [5], дестабилизирующими факторами работы МА являются:

увод от заданного направления движения вследствие изменений нормальной нагрузки на движители, сцепных свойств с опорным основанием, распределения крутящего момента на движители и др. факторов;

регулирование глубины обработки орудия;

изменение тяговой динамики агрегата;

обеспечение устойчивости от опрокидывания.

Взаимодействие движителя МА с грунтом рассмотрены в работах [6, 7, 8], где отмечается, что тягово-сцепные качества зависят от нормальной нагрузки на движитель, размеров пятна контакта, площади контакта грунтозацепов. Усилия, развиваемые оператором в процессе работы с МА, определялись с помощью тензометрических штанг, описанных в работе [5]. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшие усилия оператор прикладывает при работе с МА в тяговом режиме при недостаточных сцепных свойствах. В этом случае он вынужден прикладывать усилия в продольном направлении, дополняя тяговую динамику агрегата в целом. При работе с мотофрезой оператор прикладывает усилия в вертикальной плоскости, заглубляя ограничитель движения, а также в продольном направлении изменяя скорость движения. При работе с агрегатами в транспортном режиме – в горизонтальной плоскости. Суммарные усилия, прикладываемые оператором при работе с МА в тяговом режиме, в среднем составляют 770 ± 750 Н.

В работах [9, 10] рассмотрено и обосновано время периодов работа-отдых, где отмечается, что при достижении затрачиваемой мощности до 60-65 % от максимально возможной мощности оператора, периоды отдыха превышают продолжительность времени работы. На основании проведенных исследований сделан вывод, что основным направлением повышения производительности МА является снижение физического участия оператора в работе агрегата путем применения систем управления работой МА, направленных на самостабилизацию, а в дальнейшем – на функциональную адаптацию системы МА.

Потому, целью данной работы является обоснование структуры систем функциональной адаптации миниагротехники, в частности мотоагрегатов.

Изложение основного материала.

Конструкции существующих МА исчерпали свои возможности в повышении функциональности и направлены на незначительные технические совершенствования. Поэтому, назрела необходимость концептуальных изменений конструкций мотоблоков и мотоагрегатов на основе систем электронного управления. Основными направлениями решения данной задачи являются: - обеспечение раздельного привода на каждый движитель; - индивидуальное управление работой приводов движителей; - применение систем контроля движения: курсового направления и скорости движения, величины буксования, наличие препятствий на пути движения и т.п.; - систем анализа и принятия решений – программаторы (для адаптивных систем).

Возможными вариантами обеспечения раздельного привода являются: механический, гидравлический и электрический приводы. Анализируя преимущества и недостатки вариантов приводов необходимо отметить следующее.

Механические трансмиссии технологически сложные в изготовлении, металлоемкие, что определяет их высокую стоимость, но они обладают высоким механическим КПД. Недостатком является низкая мобильность передачи энергии.

Наибольшее распространение среди гидравлических трансмиссий получили высокооборотистые (шестеренчатые, аксиально-поршневые) и низкооборотистые высокомоментные гидроприводы, описанные в работе [11]. Оборудование гидропривода требует высокой точности и технологичности изготовления, что сказывается на их стоимости. Высокооборотистые приводы необходимо оснащать понижающими редукторами, а это влечет удорожание конструкции в целом и снижение надежности их работы. Низкооборотистые гидроприводы достаточно громоздки.

Системы управления гидроприводов сложны как конструктивно, так и технологично в изготовлении. В целом недостатками гидроприводов является низкий КПД, достаточно сложные системы управления и дороговизна. Преимуществами являются мобильность передачи больших мощностей.

Электропривод на сегодняшний день является наиболее мобильной системой. Устройства встраивают внутри колеса или двигателя, привода рабочих органов или отдельных машин и оборудования. До недавнего времени применение электропривода было ограничено рядом недостатков: применение коллекторных двигателей ограничивалось недостаточной надежностью из-за быстрого износа щеток и коллектора, применение асинхронных двигателей ограничивалось дороговизной систем управления частотой вращения. С появлением вентильных двигателей эти недостатки удалось устранить. По своей сути вентильные двигатели являются асинхронными двигателями с ротором из постоянных магнитов. Управление частотой и направлением вращения ротора осуществляется с помощью контроллера [12]. Системы управления вентильными двигателями достаточно просты и надежны в работе.

Одним из преимуществ электропривода является рациональное использование энергии исключая работу двигателя на холостом ходу. В качестве источников энергии используются аккумуляторы, генераторы постоянного тока с

приводом от двигателей внутреннего сгорания и их сочетание.

Движение МА осуществляется под действием касательных сил тяги P_k (рис. 1), развиваемых двигателями, и сил внешнего сопротивления – сил сопротивления движению P_f и тягового сопротивления орудия $P_{кр}$. В случаях неравномерности изменения силового баланса по бортам МА происходит уход агрегата от заданной траектории движения на угол Θ . Стабилизация направления движения осуществляется оператором путем приложения физических усилий на штанги управления $P_{оп.упр}$. Т.е. оператор выполняет функции стабилизирующего элемента.

Рассмотрим более подробно функционирование существующих конструкций МА. Топливо T из бака (рис. 2) поступает в дозирующее устройство K (карбюратор, топливный насос и т.п.) и подается в двигатель, где преобразуется во вращательную энергию, которая характеризуется крутящим моментом $M_{кр}$ и угловой скоростью вращения ω_d . Режим работы двигателя задается регулятором оборотов P (обычно центробежного типа) в зависимости от изменения величины внешней нагрузки. Оператор изменяя положение регулятора усилием $P_{оп.т}$ задает режим работы двигателя.

Механизм передачи энергии МП состоит из муфты сцепления, коробки перемены передач, раздаточной коробки, главной передачи, дифференциала, бортовых передач и др механизмов и устройств.

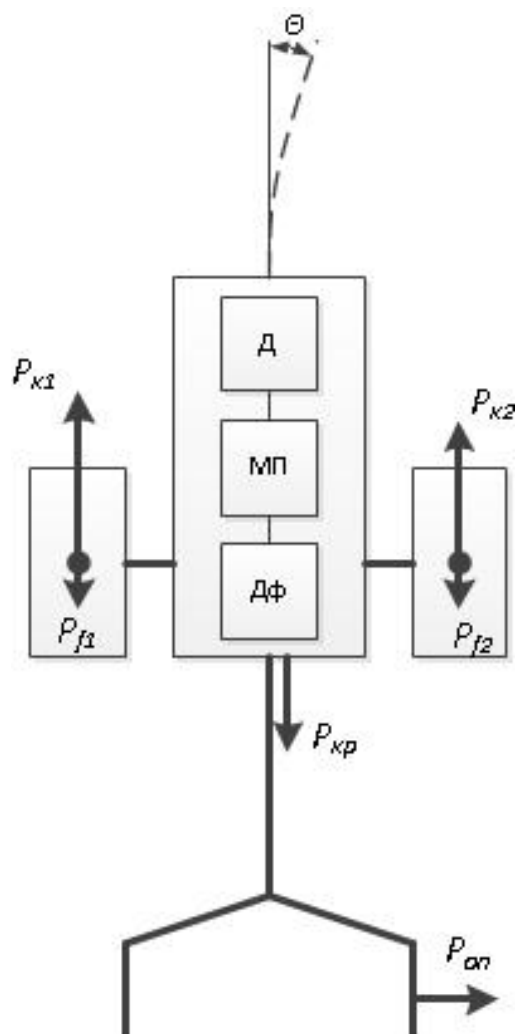


Рис. 1. Схема сил, действующих на мотоагрегат.

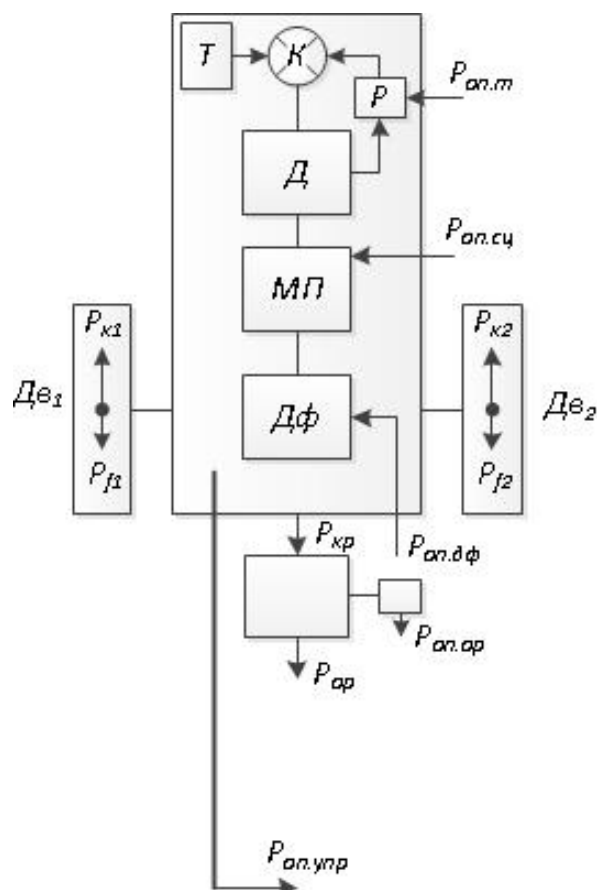


Рис. 2. Блок-схема функционирования мотоагрегата с механической трансмиссией.

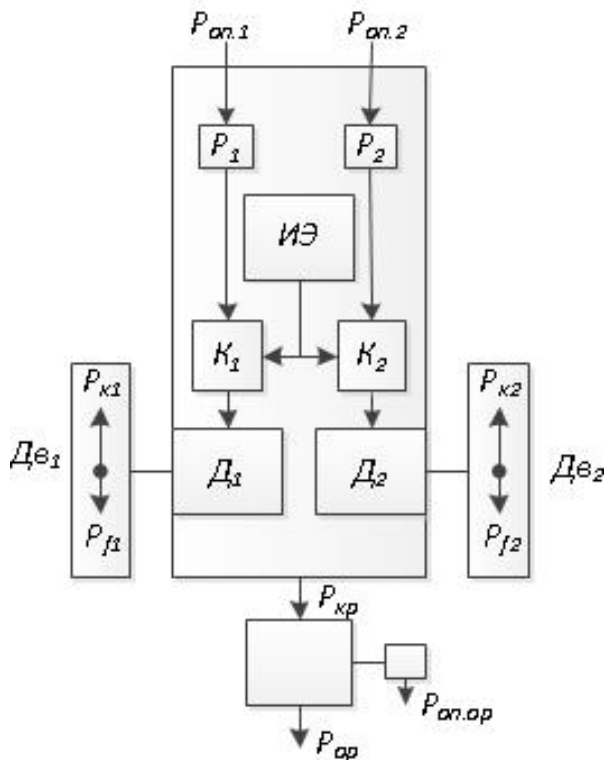


Рис. 3. Блок-схема мотоагрегата с отдельным приводом двигателей.

Функциями оператора являются: управление работой муфты сцепления, включение передачи КПП, управление работой дифференциала. В некоторых моделях мотоблоков, оснащенных ременным сцеплением, оператор вынужден постоянно удерживать рычаг включения сцепления в нажатом состоянии, что приводит к его быстрой физической утомляемости.

Управление работой дифференциалов зависит от их конструктивных особенностей. Применяют постоянно блокированные (легкие и средние мотоблоки и мотоорудия) и постоянно разблокированные дифференциалы (тяжелые мотоблоки). Разблокировку постоянно блокированных дифференциалов выполняют при разворотах и крутых поворотах, в блокированном режиме происходит проскальзывание движителя в пятне контакта под действием поворота остова мотоблока физическим усилием оператора. Постоянно разблокированные дифференциалы блокируются оператором в случаях значительного изменения сцепных свойств движителей по бортам путем удержания в нажатом положении рычага блокировки $P_{оп.диф}$.

Движители реализуют подводимый крутящий момент в тяговое усилие P_k , необходимое для реализации внешних сил сопротивления – сопротивления движению P_f мотоблока, сопротивления рабочих органов орудия $P_{ор}$ и его опорных элементов $P_{оп.ор}$ (колес, полок, лыж и т.п.). Самостоятельное движение МА будет выполнять при условии $P_{к1} + P_{к2} \geq P_{ф1} + P_{ф2} + P_{кр}$. Если условие не выполняется, т.е. сцепных свойств движителей недостаточно, оператор вынужден компенсировать дефицит силового баланса, прикладывая усилия в направлении движения. Тогда силовой баланс можно записать как $P_{к1} + P_{к2} + P_{оп} \geq P_{ф1} + P_{ф2} + P_{кр}$. В данном случае оператор выполняет функции стабилизации на действия дестабилизирующих факторов тяговой динамики МА внешними силами сопротивления.

В целом, оператор физическими усилиями участвует в процессах обеспечения заданного курсового движения, тяговой динамики, работы двигателя, сцепления и дифференциала.

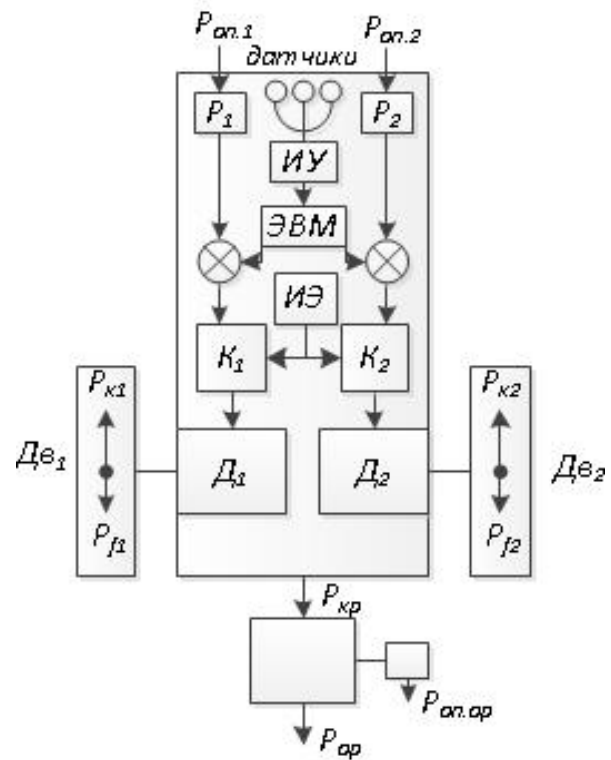


Рис. 4. Блок-схема мотоагрегата с адаптивной системой управления движением.

Для решения основной задачи данной работы необходимо исключить физическое участие оператора в работе МА. Для этого автором разработана конструкция МА, блок-схема которой представлена на рис. 3. В качестве двигателей используются вентильные электродвигатели D , оснащенные понижающим редуктором. Изменение режимов работы двигателей осуществляется контроллерами K , преобразующих подводимую энергию в зависимости от управляющего сигнала регулятора P . Источником энергии $ИЭ$ являются аккумуляторы постоянного тока. Для увеличения ресурсной емкости $ИЭ$ возможна установка генератора с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Учитывая, что работа МА осуществляется в непосредственной близости от домовладений, в зарядке аккумуляторов не возникает больших проблем.

Функции оператора сводятся к изменению режимов работы регуляторов $P1$ и $P2$ путем перемещения рычагов управления, преодолевая усилия растяжения пружин регулятора. В тех случаях, когда изменение направления курсового движения происходит быстрее, чем оператор успевает отреагировать через регуляторы, он вынужден исправлять отклонение от заданной траектории физическими усилиями через штанги управления. Улучшение тягово-сцепных свойств обеспечивается увеличением сцепного веса путем балластирования и применением трансформируемых движителей – колесо-гусеница. В целом оператор тратит значительно меньше физической энергии, однако он вынужден постоянно контролировать направление движения и корректировать курсовую направленность путем перемещения ручек регулятора. Такая деятельность сказывается на его психической утомляемости и приводит к постепенному снижению реакции.

Поэтому следующим этапом концептуального совершенствования МА является применение адаптивных систем управления движением (рис. 4). Функции контроля и корректировки направления движения возлагаются на следующую систему, состоящую из блока датчиков и измерительного устройства $ИУ$. Сигнал от $ИУ$ обрабатывается в бортовой ЭВМ, где анализируется по заданной программе движения и принятия решения в соответствии с заданным алгоритмом. В результате обработки ЭВМ выдает управляющий сигнал на контроллеры управления работой приводных двигателей D .

В качестве датчиков контроля движения используются сенсорные и цветковые датчики, акселерометры, гироскопы и электронные компасы, GPS системы.

Функции оператора сводятся к выбору программы выполнения технологического процесса, типа контроля режимов движения, режимов выполнения операции, алгоритма адаптации системы на действия дестабилизирующих факторов. Физические усилия оператор вынужден прилагать только в аварийных случаях, когда адаптивная система не в состоянии преодолеть действие дестабилизирующих факторов.

Адаптивные системы управления являются оптимальными для транспортно-технологических агрегатов: мото-тележек, косилок, коммунальной и строительной техники и т.п.

Выводы.

Производительность мотоагрегатов непосредственно зависит от степени физического участия оператора в работе агрегата. На основе проведенного анализа установлено, что оператор физическими усилиями стабилизирует работу МА в действиях дестабилизирующих факторов. Поэтому, основной задачей повышение производительности МА является снижение физического участия оператора в работе агрегата путем передача функций стабилизации исполнительным механизмам. Наиболее оптимальным решением данной задачи является раздельный привод на движители МА на основе вентильных двигателей и электронной системы управления движением. Следующим шагом концептуального развития МА является применение адаптивных систем управления движением МА на основе измерительных устройств контроля движения и аналитического блока принятия решений. Применение адаптивных систем позволяет полностью автоматизировать процесс выполнения технологических операций.

Литература

1. Овсянников С. І. Сільськогосподарські домогосподарства України: проблеми і перспективи / С. І. Овсянников // Техніка і технології АПК, - 2014, - № 12. - С. 16 – 20.
2. Овсянников С. І. Мотоагрегати та мотознаряддя: відповідність умов роботи оператора санітарно-гігієнічним нормам / С. І. Овсянников // Техніка і технології АПК, - 2014, - № 7. - С. 14-16; - № 8, - С. 18 – 21.

3. Келлер Н. О концепции развития мобильной мини-техники на современном этапе / Н. Келлер, А. Цветков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003, № 4. - С. 7-10.
4. Овсянников С., Ремарчук Н. Аспекты функциональной стабильности агрегатов на базе мотоблоков / С. Овсянников, Н. Ремарчук // Сільськогосподарські машини : 36. наук. статей – Вип. 20. – Луцьк : Ред. – вид. відділ ЛНТУ, 2010. – С. 234 – 242.
5. Овсянников С. І. Методика определения силового участия оператора в работе мотоагрегатов / С. І. Овсянников // Вісн. наук. праць ХНТУСГ. Вип. 160. – Х. : ХНТУСГ, 2015. - С. 128 - 138.
6. Овсянников С. І. Исследование тяговых параметров пневматических шин мотоагротехники на рыхлых почвах / С. І. Овсянников // Вісн. ХНТУСГ. Технічні науки: вип. 124 «Механізація с.-г. виробництва», том 2. – Х.: 2012. – С. 75-80.
7. Овсянников С. І. К вопросу о качении жесткого колеса мотоагротехники / С. І. Овсянников // Наук. видання Вісн. ХНТУСГ, вип. 136 «Системотехніка і технології лісового о комплексу», – Х.: 2013. - С. 43-55.
8. Овсянников С. І., Борис Н. М., Мохов С. П., Симанович В. А. К вопросу о качении жесткого колеса / С. І. Овсянников, Н. М. Борис, С. П. Мохов, В. А. Симанович // Вестник СевНТУ. Сборник научных трудов. Вып. 143/2013. Серия: Машиноприборостроение и транспорт. – Сев.: 2013. – С. 74 – 78.
9. Сергей Овсянников. Энергетические затраты оператора при управлении мотоагрегатом / С. Овсянников // Motrol . Commission of motorization and energetics in agriculture . Vol. 15, № 7. – Lublin-Rzeszow 2013. – S. 45-50.
10. Овсянников С. І. Методика визначення енерговитрат оператора під час керування мотоагрегатом / С. І. Овсянников // Сільськогосподарські машини : 36 . наук . статей – Вип. 25 . – Луцьк : Ред. – вид. відділ ЛНТУ, 2013 . – С 93 - 101.
11. Ремарчук М.П. Створення гідромоторів на основі використання стандартних силових гідроциліндрів / М.П. Ремарчук, Я.В. Чмуж, Т.Т. Байрамашвілі, С.І. Овсянников // Науковий вісник будівництва, Вип. 57, – Харків: ХДТУБА ХОТБ АБУ. – 2010. – С. 430-434.
12. Панкратов В. В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза / В. В. Панкратов // Электронные компоненты. – 2007. - № 2.

ЗАВИСИМОСТЬ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ОТ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

DEPENDENCE OF THE RESISTANCE TO THE MOVEMENT OF TRACTOR UNITS ON THE VARIABLE WEIGHT AGRICULTURAL MACHINERY.

PhD. as. Prof. Shuljak. M., Prof. dr. Artiymov N.
Kharkiv National Technical University of Agriculture named Petro Vasilenko

Abstract: Increasing power ratio tractors and technology in crop production has led to mass growth outpaced of the technological part of the MTA regarding the growth of the mass of the tractor, making it impossible for him to use as a tractor and calls for new destinations using the power of its engine. . Note that the movement resistance force change unit arising from variable properties of the processed material and heterogeneity of the properties of the working machine and their adjustment. To evaluate the effectiveness of such technical systems, including moving objects and processes, effectively using the method of state variables based on the notion of state. Possible direction to address this issue is the use of control systems, which can adjust the regulating effect on the tractor unit considering the gains of the tractor unit for speed and weight, and automatically change modes of operation. It is also necessary to develop criteria for the selection of this mode in the field.

KEYWORDS: RESISTANCE OF AGGREGATE, VARIABLE WEIGHT, POWER RATIO TRACTORS, MODE OF OPERATION, THE TECHNOLOGICAL OPERATION.

1. Введение

Аналитическая зависимость между силами, действующими на агрегат, и скоростью его движения может быть выражено уравнением движения агрегата. Основой его является второй закон механики - закон Ньютона.

Повышение энергонасыщенности тракторов и развитие технологий производства сельскохозяйственных культур привело к опережению роста массы технологической части МТА относительно роста массы трактора, что делает невозможным его дальнейшее использование в качестве тягача и требует новых направлений использования мощности его двигателя.

Особенностью трактора тягово-энергетической концепции по сравнению с трактором тяговой, является его универсальность – возможность использования в различных тяговых классах с различными сельскохозяйственными машинами. Но на сегодняшний день сельскохозяйственные машины, которые развивались параллельно тракторам тяговой концепции, не имеют возможности реализовать избыток мощности двигателя трактора. Многие отечественные сельскохозяйственные орудия не используют в МТА с зарубежными тракторами по ряду причин: разный технологический уровень; невозможность загрузить двигатель трактора; невозможность работать на больших скоростях. В качестве альтернативы можно использовать в составе МТА шлейф машин предлагаемый производителем, но во многих случаях их нужно адаптировать под наши почвы и технологии, это снижает эффективность применения. Большие энергонасыщенные трактора предназначены для работы с использованием высокопроизводительных комбинированных посевных или почвообрабатывающих агрегатов, их можно использовать только в крупных предприятиях и даже там они задействованы только некоторый промежуток времени.

Также следует обратить внимание, что многие сельскохозяйственные машины имеют переменную массу, это вызывает сложности в технологической адаптации энергонасыщенных тракторов. В частности это связано с невозможностью бортовых систем автоматически изменять режимы работы МТА, такая коррекция полностью полагается на человека, а ее качество зависит от квалификации.

2.1. Предпосылки и средства для решения проблемы

Уравнения движения агрегата может быть составлено на основе закона кинетической энергии, по которому увеличение

кинетической энергии равно работе всех действующих сил, приложенных в точках системы. Работа сил, действующих на агрегат на элементарном пути [1]:

$$(1) \quad \Delta L = (P_{\text{пр}} - P_c) \cdot dS,$$

где $P_{\text{пр}}$ – движущая сила, P_c – сумма сил сопротивления.

Реакции, действующие на ходовую систему, гусеницы, колеса, приложенные в мгновенных центрах их перемещения, следовательно, их работа равна нулю. Реакции, возникающие между машинами, также не дадут работы, так как они взаимно противоположны по знаку. Кинетическая энергия агрегата как сумма кинетической энергии поступательно движущихся и вращающихся масс определяется по выражению:

$$(2) \quad E_k = \frac{V^2}{2} (m_1 + m_2),$$

где m_1 – приведенная масса трактора, включая двигатель, m_2 – приведенная масса машин в агрегате.

Увеличение кинетической энергии агрегата найдем, дифференцируя выражение по скорости:

$$(3) \quad V dV \cdot (m_1 + m_2).$$

Учитывая, что увеличение работы ΔL равно увеличению кинетической энергии агрегата, получим [1]:

$$(4) \quad (P_{\text{пр}} - P_c) \cdot dS = dV \cdot (m_1 + m_2).$$

Но, $V = dS/dt$ соответственно:

$$(5) \quad \frac{dV}{dt} = \frac{P_{\text{пр}} - P_c}{m_1 + m_2}$$

Полученное выражение представляет собой в общем виде уравнение движения агрегата. Все величины, входящие в уравнение, в процессе движения агрегата непрерывно изменяются. Движущая сила, создаваемая двигателем и взаимодействием ходовой части с почвой, колеблется. Это обусловлено колебаниями крутящего момента двигателя из-за неравномерности подачи топлива и других факторов, но главным образом изменениями свойств почвы во времени и пространстве (пути). Это переменные сцепные свойства почвы, ее плотность, влажность, различный макро- и микрорельеф, растительный покров и т.д. Еще больше изменяются силы сопротивления передвиганию агрегата вследствие переменных свойств обрабатываемого материала и неоднородности свойств рабочих органов машин и их регулировок. Одновременно происходит, хотя и более плавное, изменение приведенной массы агрегата из-за колебания угловой скорости вращающихся масс в функции

переменной подачи или свойств обрабатываемого материала, а также изменение наполненности бункеров, банок, семенных ящиков машин. Совместное действие указанных факторов приводит к знакопеременным колебаниям ускорений при движении агрегата, вызывая изменение его поступательной скорости, что также отрицательно влияет на ход технологических процессов.

3.1 Результаты и дискуссия

Для оценки эффективности функционирования подобных технических систем, в том числе движущихся объектов и технологических процессов, эффективно используется метод переменных состояния, основанный на понятии состояния [2, 3]. Для характеристики состояния системы вводят совокупность переменных $x_1(t), x_2(t), x_3(t), \dots, x_n(t)$, знание начальных значений которых $x_1(0), x_2(0), x_3(0), \dots, x_n(0)$ и управляющего воздействия $U(t)$ позволяет однозначно определить будущее движение динамической системы. Эти переменные называют переменными состояния.

В любой момент времени t состояние системы, имеет m входов и r выходов (многомерная система), которая характеризуется переменными состояния $x_1(t), x_2(t), x_3(t), \dots, x_n(t)$, является функцией начального состояния $x_1(0), x_2(0), x_3(0), \dots, x_n(0)$ и входных действий $u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)$:

$$(6) \quad x_i(t) = \psi_i[x_i(0), x_2(0), \dots, x_n(0); u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)].$$

где ψ_i - однозначные функции своих аргументов $i = 1, 2, \dots, n$.

При оценке тяговых свойств трактора по координате v_i уравнения состояния могут быть записаны в стандартной форме [80], устанавливающая связь между выходом $v(t)$ и входом $U(t)$ одномерной системы n -го порядка. Дифференциальное уравнение данной системы записывается в виде:

$$(7) \quad \frac{d^n v(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} v(t)}{dt^{n-1}} + \cdots + a_1 \frac{dv(t)}{dt} + a_0 v(t) = b_0 u(t).$$

Определим уравнение состояния, соответствующие дифференциальному уравнению. Поскольку знание начальных значений для выхода и его производных $v(0)$, $\dot{v}(0), \dots, v^{(n-1)}(0)$, полностью определяет будущее движение системы, то переменные $v(t), \dot{v}(t), \dots, v^{(n-1)}(t)$, как уже отмечалось ранее, могут быть приняты как переменные состояния:

[illegible]

Решив уравнение относительно старшей производной, получим:

$$(9) \quad \frac{d^n v(t)}{dt^n} = a_0 v(t) - a_1 \frac{dv(t)}{dt} - \dots - a_{n-1} \frac{d^{(n-1)} v(t)}{dt^{(n-1)}} + b_0 u(t).$$

Тогда получим систему дифференциальных уравнений первого порядка относительно переменных состояния $x_1(t), x_2(t), x_3(t), \dots, x_n(t)$ и алгебраическое уравнение, связывающее выход системы $v(t)$ с соответствующей переменной состояния:

$$(10) \quad \left. \begin{aligned} &\frac{dx_1(t)}{dt} = x_2(t), \\ &\frac{dx_2(t)}{dt} = x_3(t), \\ &..... \\ &\frac{dx_{n-1}(t)}{dt} = x_n(t), \\ &\frac{dx_n(t)}{dt} = -a_0x_1(t) - a_1x_2(t) - \dots - a_{n-1}x_n(t) + b_0u(t), \\ &y(t) = x_1(t). \end{aligned} \right\}$$

Применяя стандартную форму записи переменного состояния трактора, рассмотрим общий случай движения машинно-тракторного агрегата, как автономной динамической системы при изменении силы сопротивления движению и количества энергии, используемой для движения. Это влияние, как правило, вызывает изменение скорости $v(t)$ поступательного движения тракторного агрегата, характеризующееся уравнением:

$$(11) \quad \frac{dv(t)}{dt} = \frac{P_{\kappa} - \sum R_c}{m},$$

где P_k – движущая сила агрегата (касательная сила тяги трактора), $\sum R_c$ – сумма сил сопротивления движению агрегата, $m_{\text{пр}}$ – приведенная масса тракторного агрегата.

При условии, что приведенная масса тракторного агрегата изменяется при выполнении технологической операции уравнение (11) можно записать:

$$(12) \quad \frac{d(m_{az}V)}{dt} = P_{\kappa} - \sum R_c$$

Силы сопротивления движению тракторного агрегата в процессе работы зависят от факторов, многие из которых являются переменными, например состояние почвы и рельеф местности, физико-механические свойства обрабатываемой почвы, глубина обработки, скоростной режим и т.д. В соответствии с изменением сил сопротивления меняется и движущая сила агрегата, то есть dv/dt при выполнении тракторным агрегатом определенного технологического процесса непрерывно изменяется как по величине, так и по знаку.

Наибольшее влияние на сопротивление движению агрегата оказывает скорость его движения [4, 5]. Учитывая, что при выполнении многих сельскохозяйственных операций масса тракторного агрегата увеличиваться или уменьшаться, в результате чего силы сопротивления подвергаются воздействию переменной массы, данная зависимость может быть записана, как монотонная непрерывная функция. Поэтому разложение сопротивления движению агрегата может быть представлено равенством:

$$(13) \quad \sum R_c = \sum R_{cy} + \frac{\partial \sum R_c}{\partial v} \Delta v + \Delta \sum R_c + \Delta \sum R_{cm}$$

где $\sum R_{cy}$ – постоянное значение сопротивления; $\frac{\partial \sum R_c}{\partial v}$ – значение производной в точке установившегося режима движения; Δv – абсолютное отклонение скорости агрегата; $\Delta \sum R_c$ – отклонение силы сопротивления, зависит от агрофона местности; $\Delta \sum R_{cm}$ – изменение силы сопротивления, возникающее из-за переменной массы агрегата $d(m_{av})/d(t)$.

Движущую силу агрегата с достаточным приближением можно считать непрерывной и монотонной функцией скорости, которая может быть разложена в виде:

$$(14) \quad P_{\kappa} = P_{\kappa v} + \frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v} \Delta v + \Delta P_{\kappa l}$$

где P_{ky} – постоянное значение движущей силы агрегата; $\frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v}$ – значение производной в точке установившегося режима; $\Delta P_{\kappa i}$ – изменение движущей силы вследствие воздействия на нее регулирующего воздействия (изменение количества топлива оператором или автоматической системой)

Подставляя значения $\sum R_{cy}$ и P_{κ} в уравнения (12) и имея в виду, что $\sum R_{cy} = P_{ky}$, получим:

$$(15) \quad \frac{d(m_{az}V)}{dt} = P_{ky} + \frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v} \Delta v + \Delta P_{\kappa i} - \sum R_{cy} + \frac{\partial \sum R_{ci}}{\partial v} \Delta v + \Delta \sum R_{ci} + \Delta \sum R_{cm}$$

Сделаем преобразования:

$$(16) \quad \frac{d(m_{az}V)}{dt} = (P_{ky} - \sum R_{cy}) + \left(\frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v} - \frac{\partial \sum R_{ci}}{\partial v} \right) \Delta v + (\Delta P_{\kappa i} - \Delta \sum R_{ci})$$

Введем безразмерные отклонения:

$$V = \frac{\Delta v}{v_n}; \quad P_{\kappa i} = \frac{\Delta P_{\kappa i}}{P_{\kappa n}}; \quad \sum R_{ci} = \frac{\Delta \sum R_{ci}}{\sum R_{cn}}$$

где Δv , $\Delta P_{\kappa i}$, $\sum R_{ci}$, v_n , $P_{\kappa n}$, $\sum R_{cn}$ – соответственно абсолютные отклонения и номинальные значения скорости агрегата, движущей силы и сил сопротивления.

После преобразования получим дифференциальное уравнение поступательного движения машинно-тракторного агрегата в безразмерном виде:

$$(17) \quad (T_v p + 1)V = K_v FK_m$$

где p – оператор, заменяющий символ дифференцирования; постоянная времени тракторного агрегата:

$$T_v = \frac{m_{az}}{\frac{\partial \sum R_{cm}}{\partial t} + \frac{\partial \sum R_{ci}}{\partial v} - \frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v}};$$

коэффициент усиления тракторного агрегата по скорости:

$$K_v = \frac{P_{\kappa n}}{\frac{\partial \sum R_{ci}}{\partial v} - \frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v}};$$

коэффициент усиления тракторного агрегата по массе:

$$K_m = \frac{P_{\kappa n}}{\frac{\partial \sum R_{cm}}{\partial t} - \frac{\partial P_{\kappa}}{\partial v}}$$

регулирующее воздействие на тракторный агрегат (изменение количества и качества топлива, поступающего в двигатель внутреннего сгорания, переключения передач и перемещения по полю частных тяговых характеристик):

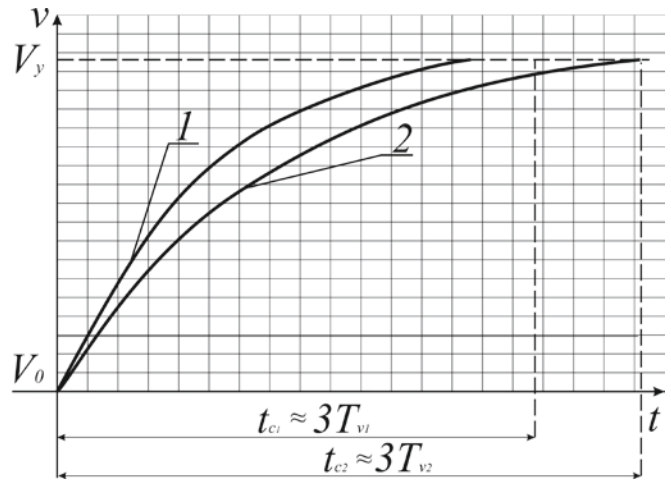
$$F = P_{\kappa i} - \sum R_{ci}.$$

Решение уравнения для разгона и торможения трактора имеет вид:

$$(18) \quad V = V_0 e^{-\frac{t}{T_v}} + V_y (1 - e^{-\frac{t}{T_v}}),$$

где V_0 , V_y – соответственно начальная и установившаяся скорости агрегата.

Рассмотрим функционирование транспортного агрегата при выполнении технологической операции уборки сельскохозяйственных культур. Начальная суммарная масса m_1 задает постоянную времени трактора T_{v1} , в этом случае разгон до заданной скорости V_y произойдет за время t_{c1} . В конечной фазе технологической операции, за счет наполнения бункера, суммарная масса m_2 увеличится, как следствие увеличится и время разгона. Графики данной функции для разгона показаны на фиг. 1.



Фиг. 1. Зависимость скорости поступательного движения трактора от времени:

v – скорость агрегата; t – время; V_0 – начальная скорость; V_y – установившаяся скорость; t_{c1} , t_{c2} , T_{v1} , T_{v2} – время разгона и постоянная времени тракторного агрегата соответственно для m_1 и m_2 ; 1 – разгон тракторного агрегата в начале технологической операции (пустой бункер); 2 – разгон тракторного агрегата в конце технологической операции (наполненный бункер).

Анализируя полученные графические зависимости можно утверждать, что при увеличении $\Delta \sum R_{cm}$ время разгона может служить определяющим диагностическим параметром для выбора регулирующее воздействие на тракторный агрегат.

4.1 Заключение

Адаптация энергонасыщенных тракторов при выполнении заданной технологической операции, без учета изменения сил сопротивления, в зависимости от колебаний скорости и массы, уменьшает эффективность, за счет не полному использованию их потенциальных возможностей и дополнительного расхода топлива при работе на режимах недогрузки двигателя. Возможным направлением решения данного вопроса является применение систем управления, которые могут корректировать регулирующее влияние на тракторный агрегат, учитывая коэффициенты усиления тракторного агрегата по скорости и массе, и автоматически изменять режимы работы двигателя. Также необходимо разработать критерии выбора этого режима в полевых условиях.

5 Литература

1. Костюченков Н.В. Эксплуатационные свойства мобильных агрегатов / Костюченков Н. В., Плаксин А. М.; Под ред. А. М. Плаксина. – Астана: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2010. – 204 с.
2. Деруесо П. Пространство состояний в теории управления / П. Деруесо, Р. Рой, Ч. Клоуз. – М.: Наука, 1970. – 620 с.
3. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Підручник у 3-х томах. Т.1. Теорія автоматичного керування / Є.Є. Александров, Е.П. Козлов, Б.І. Кузнецов; за ред. Є.Є. Александрова. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002. – 490 с.
4. Зангиев А.А. Производственная эксплуатация тракторов / А.А. Зангиев. – М.: Колос, 1996. – 312 с.
5. Лебедев А.Т. Нестабільність динамічних параметрів поступального руху тракторного агрегату / А.Т. Лебедев, М.І. Шуляк, О.В. Кот // Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ. – Х.: ХНТУСГ, 2012. Вип. 124 – С. 49 – 54

ТЕХНОЛОГИИ ЗА МЕХАНИЗИРАНО ПРИБИРАНЕ НА СУСАМ В БЪЛГАРИЯ

TECHNOLOGIES FOR MECHANIZED HARVESTING OF SESAME IN BULGARIA ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УБОРКИ КУНЖУТА В БОЛГАРИИ

Доц. д-р инж. Ишпекков С.¹, доц. д-р инж. Петров П.¹,
доц. д-р инж. Трифонов А.¹, доц. д-р инж. Колев Б.².
Катедра Механизация на земеделието, Аграрен университет – Пловдив, България;¹
Катедра Земеделска техника, Русенски Университет "Ангел Кънчев" България².
sishpekov@abv.bg

Ass. prof. eng. Ishpekov S.¹, ass. prof. eng. Petrov P.¹,
ass. prof. eng. Trifonov A.¹, ass. prof. eng. Kolev B.²
Department of Agricultural Mechanization, Agricultural University - Plovdiv, Bulgaria¹
Department of Agricultural Technique, Rousse University, "Angel Kuntchev", Bulgaria².
sishpekov@abv.bg

Abstract: A comparison has been made of four technologies for mechanized sesame harvesting in conditions of Bulgaria. The first is one-stage harvesting with grain harvester. The second is two- stages whole-plant harvesting. The third is two- stages harvesting where the first stage is collecting the sesame capsules and the second - threshing the capsules after draying. The last technology is one - stage seeds harvesting while the plants are "on roots". The first technology has been recommended for large and flat fields. The third technology has been the most suitable for production of seeds. The forth technology is suitable for small-size fields. For such conditions has been elaborated a prototype which harvests sesame at a humidity which is twice times higher than the optimal for grain harvester and at several times less consumption of energy.

Keywords: SESAME, HARVESTING, MECHANIZATION, TECHNOLOGY

1. Увод

Технологичните операции за отглеждането на сусам позволяват механизирани с конвенционална техника. Не може да се твърди същото и за прибирането, затова 96 % от сусама в света се прибира ръчно.

В рамките на договор ДДВУ 02/88 на Аграрния университет - Пловдив с Фонд "Научни Изследвания" са разработени и изпитани следните технологични варианти за механизирани прибиране на сусам от неразпиляващи семената си генотипове [2]:

- Първи - еднофазно прибиране със зърнокомбайн;
- Втори - двуфазно цялорастенияно прибиране. През първата фаза се окосяват растенията, а след тяхното изсушаване се извършва втората фаза - овършаване на стъблата;
- Трети - двуфазно прибиране на кутийки. През първата фаза се прибират кутийките от растенията, докато са „на корен“, а през втората се овършават след изсушаване;
- Четвърти - директно прибиране на зърното със специализирани машини, докато растенията са "на корен".

Целта на изследването е обзор на показателите за разработените технологични варианти за механизирани прибиране на сусам в България.

2. Резултати

2.1. Показатели на първи технологичен вариант - еднофазно прибиране със зърнокомбайн

При влажност на зърното 14,8 % те са:

- Загуби от жътварката 17 - 22 %;
- Механично повреждане от вършачката 23 - 50 %;
- Кълняемост на прибраните семена 40 – 56 %.

При влажност на зърното под 10 % нарастват загубите от жътварката, а при влажност над 10 % - от вършачката. Когато влажността на зърното е над 10 % се получава значително механично повреждане на зърното, което понижава неговата кълняемост, а овършаната смес се омазнява. Затова прибраното зърно залепва по стените на бункера, което затруднява неговото разтоварване (Снимки 1 и 2), [5].



Снимка 1. Изследване на показателите на зърнокомбайн New Holland CX 8060 при прибиране на сусам в с. Крушево, Първомайско.

Този вариант е подходящ за механизирани прибиране на сусам, отглеждан на големи равнинни площи. Прибраното зърно се натоварва от комбайна в транспортен агрегат. Стъблата се надробяват от сечката на комбайна и се разхвърлят по полето за зелено торене или се натоварват в друг транспортен агрегат, за да се използват като суровина за биогориво.

Механизираното отглеждане и прибиране на сусам със зърнокомбайн е икономически ефективно при следните условия [1]:

- Площта превишава 530 дка;
- Средният добив е над 98 kg/дка;
- Загубите от прибирането са под 52 %.

Когато посочените условия не се постигат, са необходими други технически решения за механизирани прибиране на културата.



Снимка 2. Натоварване на сусам, прибран със зърнокомбайн John Deere в самосвално ремарке (Нова Загора, 2013 г.).

2.2. Показатели на втори технологичен вариант - двуфазно цялорастенийно прибиране

През първата фаза растенията се окосяват с косачка и се връзват на снопи. През втората фаза след изсушаване се овършават снопите. За тяхното стационарно цялорастенийно овършаване се използва усъвършенствана вършачка за сухоплодни култури - МССЗК – разработена в Русенски Университет “Ангел Кънчев” (Снимка 3), [3]. Основните показатели на този вариант при влажност на зърното 6,1% са:

- Пропускателна способност 0,25 kg/s;
- Дял на овършаното зърно до 91,07 %;
- Чистота на овършаното зърно 92 - 94 %;
- Кълняемост на прибраните семена 65 - 85 %;
- Инсталирана мощност 1,1 kW.

Цялорастенийното прибиране има следните недостатъци:

- Ниска производителност;
- Работата е препоръчителна с тънкоствъблени генотипове.

Относителният разход на енергия е висок, но е десетократно по-малък, отколкото при директното прибиране със зърнокомбайн. Това се обяснява със значителното понижаване на енергията за овършаване на стъблата при изсушаване. Този технологичен вариант е подходящ за семепроизводство.



Снимка 3. Вършачка за сухоплодни култури - МССЗК, разработена в РУ “Ангел Кънчев”.

2.3. Показатели на третия технологичен вариант - двуфазно прибиране на кутийки

За разлика от втория вариант в случая се прибират само плодните кутийки (Снимки 4 и 5) и след изсушаване се овър-

шават с усъвършенстваната вършачка за сухоплодни култури - МССЗК (Снимка 3), [4].



Снимка 4. Прототип за прибиране на сусамови кутийки чрез очесване, разработен в катедра Механизация при Аграрен Университет - Пловдив.



(а)



(б)

Снимки 5. Преди (а) и след (б) прибиране на кутийките на сусам с прототипа, разработен в катедра Механизация при Аграрен Университет - Пловдив.

Основните технологични показатели на третия вариант [2] са:

- Прибират се до 87,8 % от кутийките. Около 8 % от кутийките, разположени на върха на растенията са незрели и затова не е необходимо да се прибират;

- Приложеното въздействие за очесване на кутийките е ударно и насочено отдолу – нагоре. То причинява освобождаване на семената при голяма част от кутийките, въпреки че са затворени. Това налага замяна на направлението на въздействието върху кутийките със странично.

Този вариант е подходящ за двуфазно механизизирано прибиране на сусам на маломерни площи.

2.4. Показатели на четвъртия технологичен вариант - директно прибиране на семената докато растенията са на корен.

Той е изпитан чрез прототип на машина за директно прибиране на сусам, разработен в катедра Механизация на АУ-

Пловдив (Снимки 6), [2]. С този вариант и прототип се прибира до 73,4 % от зърното, докато при паралелното ръчно прибиране е събрано 69,1 %.

Този технологичен вариант е подходящ за региони с влажен климат по време на прибиране на сусама, както е в България. Той е перспективен за маломерни площи, защото прототипът, с който се провежда **прибирането** е с малки маса и размери и ниска цена. Той позволява прибиране на сусама при влажност зърното, която е двукратно по-голяма от препоръчителната за прибиране със зърнокомбайн. Това е вариантът с най-малката енергоемкост спрямо изпитаните.



(а)



(б)

Снимки 6. Изпитване за функционална годност на прототип на машина за директно прибиране на сусам, разработен в катедра Механизация на АУ-Пловдив
(а) – по време на прибиране; (б) – след прибиране

3. Заключение

За механизирание на прибирането на сусам са изпитани четири технологични варианта. Всеки един от тях има своите предимства в зависимост от големината и релефа на площите, а също според производственото предназначение на продукцията. За прибиране на големи и равнинни площи се препоръчва използването на универсален зърнокомбайн, а за маломерни площи - специализирани, малки и евтини машини. Те са разработени на етап "експериментални прототипи" и са изпитани за функционална годност. Разработените прототипи постигат подобри качествени показатели от зърнокомбайна, както по отношение на разпиляването на семена, така и по отношение на тяхното механично повреждане. Директното прибиране на сусам с разработения прототип е възможно при двукратно по-висока влажност на зърното, отколкото е препоръчаната за прибиране със зърнокомбайн и протича при неколккратно по-малък разход на енергия.

4. Литература

1. Ишпекоев С, Петров П., Трифонов А., Георгиев М. Технико-икономически показатели на операциите за механизирано отглеждане и прибиране на сусам със зърнокомбайн. Сп. "Механизация на земеделието", година LX, бр. 1/2014, ISSN 0861-9638;
2. Ишпекоев С, Петров П., Трифонов А. Създаване на сортове, техника и технология за механизирано производство на сусам като алтернатива на тютюнопроизводството в България. Три годишен договорът е ДДВУ 02/88 с фонд "Научни Изследвания" към МОН, 2010-2014 г;
3. Кенанска А., Борисов Б., Колев Б. Метод и устройство за овършаване на сусам. International scientific and technical conference. Varna, 19-20 June 2014;
4. Колев Б., Ст. Ишпекоев, Ст. Стаматов. Механизирано овършаване на семенни кутийки от сусам. сп. Селскостопанска техника, бр. 3, 2012, ISSN 0037-1718, София;
5. Трифонов А., Петров П., Ишпекоев С., Георгиев С., Стаматов С., Дешев М. Прибиране на сусам със зърнокомбайн в условията на България. Международна научна и техническа конференция, Варна, 20-21 юни, 2013. Международно научно и научно-приложно списание Механизация на земеделието, бр. 4, 2013 ISSN 0861-9638, София.

Изследванията са финансирани от договор ДДВУ 02/88 с Фонд „Научни изследвания“ към Министерството на образованието и науката.

СЕПАРИРАНЕ НА ОВЪРШАНА СМЕС ОТ СУСАМ

SEPARATION OF THRESHED SESAME MIXTURE СЕПАРАЦИЯ ОБМОЛОЧЕННОЙ СМЕСИ КУНЖУТА

маг. инж. Кенанска А., доц. д-р инж. Колев Б.
Русенски Университет "Ангел Кънчев", Русе, България
akenanska@uni-ruse.bg, bkolev@uni-ruse.bg

MSc Eng. Kenanska A., Assoc. Prof. Eng. Kolev B., PhD
Department of Agricultural Technique, Angel Kantchev University of Ruse, Bulgaria
akenanska@uni-ruse.bg, bkolev@uni-ruse.bg

Abstract: After mechanized whole-plant threshing of sesame a mixture of seeds, seed-cases and stems is obtained. The separation of the seeds is done by means of a unit, consisting of a sieve and a fan with combined movement and adjustment of the air flow rate and the slope of the sieve cradle. The results of the testing of the separation unit with different crop shows the possibility to obtain sesame seed purity 94 ... 97%.

Keywords: SESAME, SEEDS, SEPARATION

Резюме: После механизированного обмолота целого растения кунжута получается смесь семян, семенных коробочек и стеблей. Для отделения семян предлагается сепарирующий блок, который состоит из вентилятора и сита с комбинированным движением и возможностью для регуляции скорости воздушного потока и наклона ситовой рамки. Результаты от тестирования работы блока с разными линиями и сортами кунжута показывают возможность получения семян кунжута с чистотой 94 ... 97%.

Ключевые слова: КУНЖУТ, СЕМЕНА, СЕПАРАЦИЯ

1. Увод

У нас сусамът се явява алтернатива на дребнолистния тютюн. В сравнение с тютюна сусамът е по-рентабилен. Предвид високата влажност на растенията, семенните кутийки и семената на сусам в края на периода на вегетация се предлага двуфазно прибиране [3], състоящо се в окосяване и връзване на снопи, а след доизсушаване – стационарно овършаване. Така се избягва използването на скъпи универсални зърнокомбайни, при които загубите от разпиляване достигат 20%, а механичните повреди по семената – 50%. За стационарно овършаване се използва разработената и усъвършенстваната от колектива на катедра „Земеделска техника” при Русенски университет „Ангел Кънчев”, както и изпробвана в реални условия, специализирана машина за целорастително овършаване на сусам. За разделяне на семената от овършаната смес се предлага сепариращ блок със сито и вентилатор. Настоящият материал представя резултатите от изследване работата на сепариращия блок за разделяне семената на сусам от овършаната смес.

2. Резултати и дискусия

Експериментът се провежда по план В₂ [2]. Характеристиките на подавания за сепариране материал са следните: овършана маса от сусам линии А9, Д10, Д11, Д12, Д13 и сорт „Виктория” със средни стойности на съотношение на семена към обща растителна маса 0,0985; средна дължина на семенна кутийка – 21 mm; среден диаметър на семенна кутийка – 6,5 mm; обемна маса на семенните кутийки – 244,25 kg/m³; средна влажност на семенните кутийки – 10,87%; маса на 1000 семена – 2,7...3,0 g; средна влажност на семената – 5,15%; средна влажност на растителните остатъци – 9,84% и средна сламистост 10,15. Изследванията са проведени при атмосферна влажност 67%, температура на въздуха 15°C и пълно безветрие. Нивата и интервалите на вариране са представени в табл. 1.

Преди започване на същинската експериментална част се подготвя материала за сепариране. По класическия метод се определят неговите влажност и обемна маса. Машината се поставя на хоризонтална площадка. Преустройва се за подаване на овършаната маса директно в началото на сепариращия блок. Около машината се разстила платнище и се поставят съдове за събиране на обработената извадка. Установяват се

необходимите според плана на експеримента стойности на управляемите фактори. Това се осъществява чрез механизмите за регулиране и монтираните върху машината скали. Включва се захранването на електродвигателя. След няколко секунди се подава през приемния ръкав подготвената проба. Отчита се времето за обработка. След като се обработи се изключва захранването на електродвигателя. Обработеният материал се пакетира в пликове и последните се етиктират.

Таблица 1: Натурални и кодирани стойности на факторите

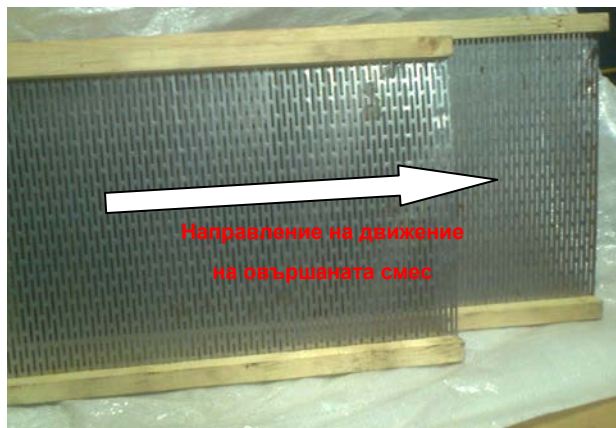
Показател	Натурални стойности		Кодирани стойности
	скорост на въздушния поток X_1 , m/s	наклон на ситата X_2 , градуси	
Основно ниво	2,0	8,0	0
Долно ниво	1,0	6,0	-1
Горно ниво	3,0	10,0	+1
Интервал на вариране	1,0	2,0	1

На всеки етикет се записват датата и часът на опита, номерът на опита по плана на експеримента и поредността на повторението. За всяка точка от плана на експеримента се провеждат по три повторения за всяка линия и сорт. Обработката на събрания материал след всяко повторение на всеки опит се извършва по методиката, представена в [4]. Семената се отделят от примесите с лабораторен класификатор. От тях се вземат проби за кълняемост и се сравняват с кълняемостта на ръчно овършани семена. По разликата в кълняемостта на семената се съди за степента на тяхното механично увреждане. Масата на всички групи семена и количеството на растителните остатъци се определят с електронна везна с точност 0,01 g. Изчисляват се стойностите на параметрите Y_1 – примеси в сепарираните семена в %, Y_2 или $(100 - Y_1)$ – чистота в % и Y_3 – пропускателна способност в g/s.

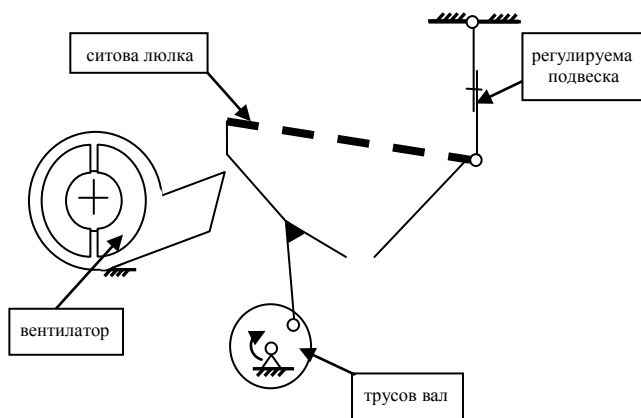
В сепариращия блок са използвани сита от щанцована ламарина. След предварителните опити бяха уточнени формата, размера и ориентирането на отворите на ситата. Избрани като най-подходящи за сепариране на овършана смес от сусам (от цели растения) бяха сита с продълговати отвори (фиг. 1) с размери 1,5x20 и 2,5x25 mm. Ориентирани са

напречно на посоката на движение на сепарираната смес. Така вероятността от пропадане на сламки от стеблата в отворите и задръстване е минимална.

За изследване сепарирането на овършана смес от сусам е използвана опитна уредба (фиг. 2), състояща се вентилатор с регулируем шибър на входа, ситова люлка, регулируеми подвески, тросов вал и задвижване като за теоретична обосновка са използвани резултатите, представени в [1]. Уредбата позволява регулиране на скоростта на въздушния поток от вентилатора и наклона на ситовата люлка.



Фиг. 1: Избрани сита за вграждане в сепарационен блок



Фиг. 2: Опитна уредба за сепариране

Опитите са провеждани при трикратна повторност със смес от шест цялорастенно овършани линии и сортове сусам. Измервани са масата на пробата, масата на сепарираните семена, масата на примесите в чистите семена и времетраенето на опита t . След сепариране семената се разделят от примесите с лабораторен класификатор (фиг. 3).

Масата на чистите семена $M_{чс}$, масата на примесите $M_{пр}$ и масата на пробата M_o се претеглят на електронна везна (фиг. 4) с точност 0,02 g.

Изчислени са показателите Y_1 , % – примеси в чистите семена; Y_2 , % – чистота на сепарираните семена ($Y_1 = 100 - Y_2$) и Y_3 , g/s – пропускателна способност на сепаратора. За изчисляването на показателите са използвани следните зависимости:

$$(1) \quad Y_1 = \frac{100 \cdot M_{чс}}{M_{чс} + M_{пр}}, \%$$

$$(2) \quad Y_2 = \frac{100 \cdot M_{пр}}{M_{чс} + M_{пр}}, \%$$

$$(3) \quad Y_3 = \frac{M_o}{t}, \text{ g/s.}$$



Фиг. 3: Лабораторен класификатор за разделяне на фракциите

От анализа на резултатите от експеримента най-подходящи за механизизирано овършаване и сепариране се оказаха сорт „Виктория” и линията Д13. За тях след обработка на резултатите са получени следните регресионни модели:

1. Регресионен модел за примесите в сепарираните семена на сусам сорт „Виктория”:

$$(4) \quad Y_1 = 142,0 - 45,0 \cdot X_1 - 15,9 \cdot X_2 + 10,3 \cdot X_1^2 - 1,7 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,1 \cdot X_2^2$$

Моделът е значим при равнище на значимост $\alpha=0,05$; $R^2=0,949$. Изменението на дела на примесите в сепарираните семена във функция от скоростта на въздушния поток и наклона на ситовата люлка е илюстрирано с повърхнината от фиг. 5, а на фиг. 6 са представени линиите на еднакъв отклик. Маркирана е точката на минимума за процента на примеси в сепарираните семена. Оптимумът $Y_{1\min} = 5,0$ % се постига при 2,93 m/s скорост на въздушния поток и 9,1 градуса наклон на ситовата люлка.



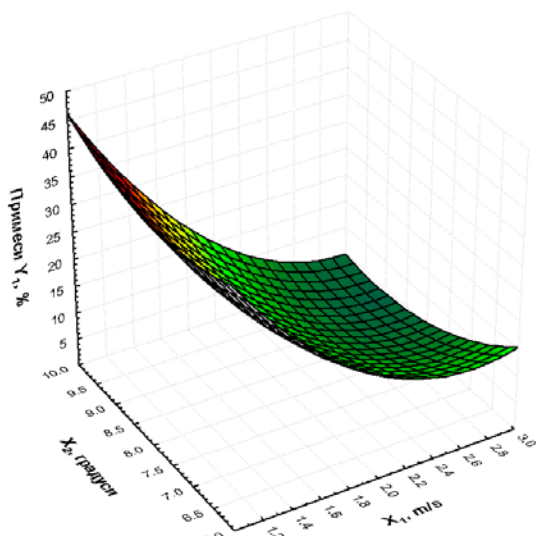
Фиг. 4: Електронна везна Marvel Kern GJ за претегляне на пробите

2. Регресионен модел за примесите в сепарираните семена на сусам от линия Д13:

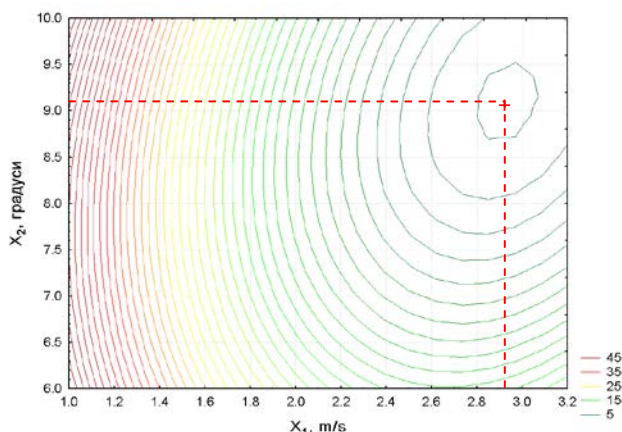
$$(5) \quad Y_1 = 213,3 - 36,9 \cdot X_1 - 35,6 \cdot X_2 + 8,6 \cdot X_1^2 - 1,7 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,1 \cdot X_2^2$$

Моделът е значим при равнище на значимост $\alpha=0,05$; $R^2=0,955$. Изменението на дела на примесите в сепарираните

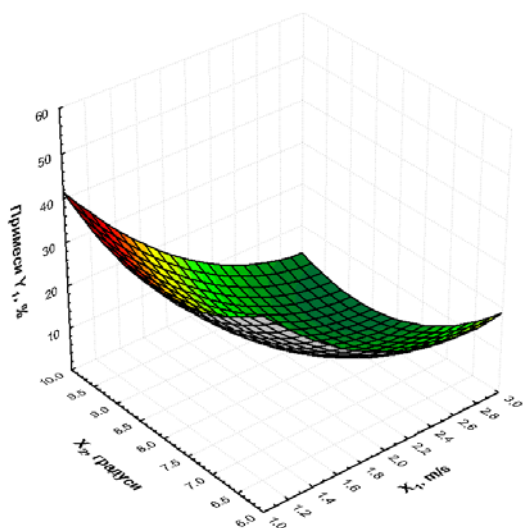
семена във функция от скоростта на въздушния поток и наклона на ситовата люлка е илюстрирано с повърхнината от фиг. 7, а на фиг. 8 са представени линиите на еднакъв отклик. Маркирана е точката на минимума за процента на примеси в сепарираните семена. Оптимумът $Y_{1\min} = 3,2\%$ се постига при $3,0\text{ m/s}$ скорост на въздушния поток и $8,8$ градуса наклон на ситовата люлка.



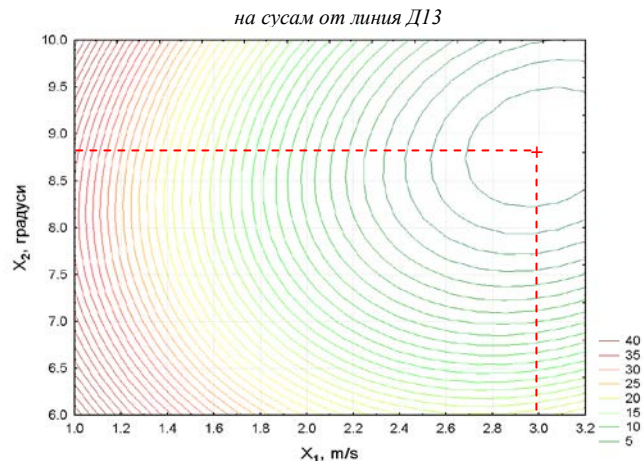
Фиг. 5: Изменение на дела на примесите в сепарираните семена при сорт „Виктория



Фиг. 6: Линии на еднакъв отклик за примесите в сепарираните семена при сорт „Виктория



Фиг. 7: Изменение на дела на примесите в сепарираните семена



Фиг.8: Линии на еднакъв отклик за примесите в сепарираните семена на сусам от линия Д13

3. Заключение

- Факторът X_1 – скорост на въздушния поток оказва много по-силно влияние върху показателя Y_1 – примеси, докато факторът X_2 – наклон на ситовата люлка има по-силно влияние при показателя Y_3 – пропускателна способност.
- Разликата в стойностите на оптималните регулировки за линия Д13 и сорт „Виктория“ са в рамките на статистическата грешка.
- Близки са и оптималните стойности при останалите изследвани линии сусам.
- За ефективна работа при практическа реализация на сепариращ блок е необходим наклон на ситовата люлка 9 градуса и скорост на въздушния поток 3 m/s .

4. Литература

- [1] Братоев, К. Изследване процеса на разделяне на зърнени смеси по повърхността на механични сепаратори – II част – Механизация на земеделието, № 6, 2014, стр. 12...14
- [2] Евтушенко, Ю. Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. – Москва, Наука, 1982
- [3] Ишпеков, С., П. Петров, А. Трифонов, Б. Колев. Технологии за механизано прибиране на сусам в България. –В: III международен научен конгрес „Машины за селското стопанство“, Варна, 2015 (под печат)
- [4] Колев, Б. Изследване процеса на овършаване на дребносеменни сухоплодни зеленчукови култури. Дисертационен труд за придобиване на ОНС „Доктор“, Русе, 2005

Изследванията са финансирани от Фонд „Научни изследвания“ към Министерство на образованието и науката по проект ДДВУ 02/88.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫСЕВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН И УДОБРЕНИЙ

Нукешев С.О.¹, E-mail:snukeshev@mail.ru, тел. 8(7172) 39-73-30
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина¹,
Астана, Республика Казахстан
Адрес: 010011, Астана, пр.Победы, 62
д.т.н., академик АСХН РК, член-корреспондент НАН РК

Личман Г.И.², E-mail:litchmang@rambler.ru, тел. 8(499) 171-38-96
Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства², Москва, Российская Федерация
Адрес: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5
главный научный сотрудник,
д-р техн. Наук

Золотухин Е.А.¹, E-mail:zolotukhine17@mail.ru, тел. 8(777) 139-07-47
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина¹,
Астана, Республика Казахстан
Адрес: 010011, Астана, пр. Победы, 62
Докторант PhD,
Магистр сельскохозяйственных наук

Summary. The existing sowing systems (SS) of machines for application of fertilizers not fully provide quality of introduction of mineral fertilizers. Unevenness and instability of application of fertilizers reach 20-40% at demanded to 15%. It, first of all, is connected with hygroscopicity of fertilizers and imperfection of SS. For ensuring necessary quality of distribution of mineral fertilizers across the field at their intra soil differentiated introduction SS, equipped with glow coil of original design. is offered. Pins of the coil are executed in the form of the tetrahedral truncated pyramids located on crossing right and left of screw lines on a coil surface. Flow rate of SS was regulated with the help of the executive mechanism with the linear actuator and a reducer modified for work with the block of control and management according to the prescription map. Researches were conducted on purpose: estimating of operability of new SS, with the new drive for change of frequency of rotation of the coil; establishments of functional dependences between flow rate of SS, i.e. ability to provide its necessary range of change of doses at the differentiated introduction of fertilizers; estimates of quality of work of experimental SS for the differentiated introduction of mineral fertilizers. Researches were carried out as in laboratory, and field conditions. Functional dependence of flow rate of SS on number of turns of coils is received. It is established also that flow rate of SS directly depends on percent of opening of the actuator and frequency of rotation of the sowing coil. It is established that at SS with the three experimental coil devices – unevenness of seeding between devices makes 4.5%. Instability of seeding doesn't exceed 3%. The maximum values of unevenness of seeding between 3 sowing devices and instability of seeding between replications are received when opening of the actuator was 40%, and frequency of rotation - 22 rpm, which nevertheless, also meet requirements for the sowing systems.

KEYWORDS: SOWING SYSTEM, MINERAL FERTILIZERS, VARIABLE RATE APPLICATION, PRECISION AGRICULTURE, COIL

Введение: Основным требованием к внутрипочвенному внесению минеральных удобрений является точное их размещение относительно корней растений. предопределяет повышенные требования к конструкциям ВС, тукозаделывающих рабочих органов и качеству удобрений [1].

Анализ существующих ВС и различных устройств для высева трудносыпучих материалов показывает, что наиболее целесообразным является использование ВС с рабочими органами, позволяющими активно выполнять отбор материала из бункера и принудительно перемещать его в тукопровод и к сошнику [2-4]. Для удовлетворения таким требованиям наиболее подходящими являются ВС со штифтовыми, лопастными или мотыльковыми катушечными аппаратами.

Они получили широкое распространение для высева трудносыпучих материалов. Однако результаты наших поисковых экспериментов показали, что при внесении минеральных удобрений нестандартной влажности удобрения задерживаются между штифтами в так называемых «пассивных зонах». В результате этого штифтовая катушка превращается в «цилиндрический ролик» и прекращается технологический процесс высева [4]. Для решения проблемы обеспечения качества внесения минеральных удобрений при их внутрипочвенном дифференцированном внесении предложена оригинальная конструкция ВС со штифтовой катушкой (рис. 1).

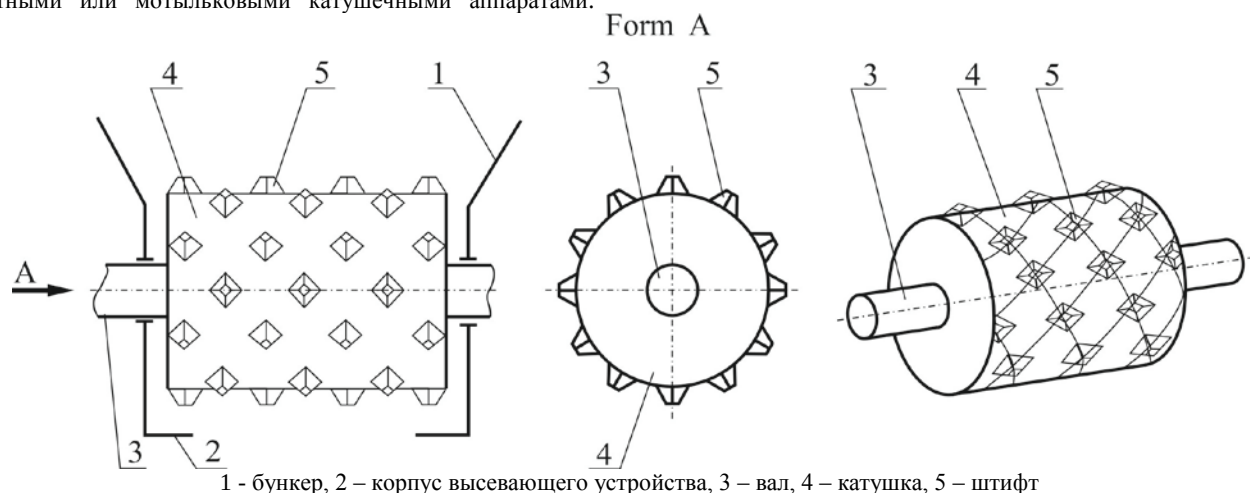


Рис. 1 – Экспериментальный туковысевающий аппарат

Штифты катушки выполнены в форме четырехгранных усеченных пирамид, расположенных на пересечении перекрещивающихся правых и левых многозаходных винтовых линий на поверхности катушки.

Цель исследований - оценка работоспособности новой ВС, с новым приводом для изменения частоты вращения катушки; оценка способности ВС обеспечивать необходимый диапазон изменения доз при дифференцированном внесении удобрений; оценка качества работы экспериментальной ВС машины для припосевного дифференцированного внесения минеральных удобрений и высева семян.

Материал и методы

Описание экспериментальной установки

Для проведения лабораторных испытаний ВС по вы-

явлению зависимостей качественных показателей её работы от конструктивных и технологических параметров высевающей системы была изготовлена лабораторная установка.

Лабораторная установка (рис. 2) состоит из рамы, на которой установлены фрагмент бункера СЗС-2,1 с высевающим устройством, бегущая лента. Туковывсевающие аппараты получают привод от стенда СТЭУ-40М-1000-ГОСНИТИ, который позволяет бесступенчато изменять частоту вращения и имеет прибор для измерения их значения. Для бегущей бесконечной ленты смонтирован отдельный привод.

Исполнительный механизм с линейным актуатором и бесступенчатым редуктором откорректирован для работы с блоком контроля и управления ДСМ.



Рис. 2 – Лабораторная установка

Секундная подача ВС регулируется посредством автоматического изменения частоты вращения катушки 5, приводимой во вращение посредством цепных передач от бесступенчатого редуктора 6, изменением положения управляемой ручки

6 кинематически связанной со штоком 3 линейного актуатора 2, получающим сигналы от блока управления 1 в зависимости от содержания элементов питания на элементарных участках поля (рис. 3).

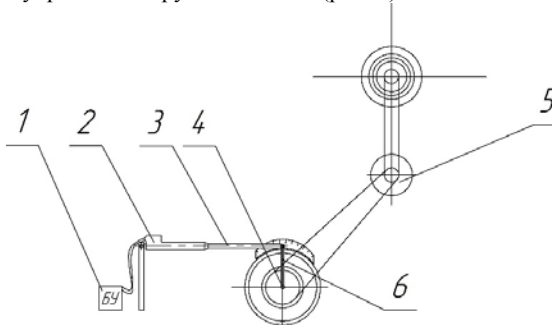


Рис. 3 – Привод исполнительного механизма изменения дозы внесения

В лабораторных опытах частоты вращения туковывсевающей катушки и барабана бегущей ленты измерялись тахометром СК, время секундомером и удобрения взвешивались на весах CAS MW-II – 300 BR с точностью до 0,005 гр.

Для посекундного определения количества и неравномерности высева под тукопровод высевного окна на бегущую ленту устанавливаются противни с шириной, равной линейной скорости бегущей ленты. Например, если скорость ленты 0,135 м/с, то ширина ленты составляет 13,5 см. Иначе говоря, вес материала, попавшая в противень показывает количество высеянного удобрения за 1 секунду.

Для анализа качества работы дозирующего рабочего органа при переходе с одной дозы на другую используются два параметра: время, в течение которого устанавливается нужная доза, величина отклонения дозы от заданной (%) и неравномерность дозирования (%).

Результаты и обсуждение

Лабораторные опыты проводились с гранулированными удобрениями –аммиачной селитрой, влажностью 0,3%. Производительность ВС напрямую зависит от частоты вращения высевающей катушки (рис.3).

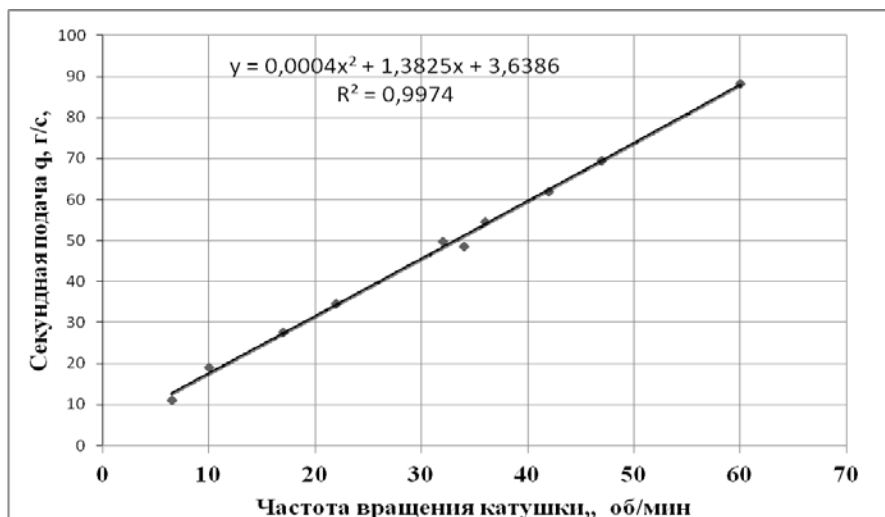


Рис.4. Зависимость секундной подачи высевальной системы от частоты вращения катушки

Анализ показывает, что время перехода с максимальной дозы до закрытия актуатора составляет 9 с. Минимальное время перехода составляет 0,9 с при переходе с одной дозы на другую при 10 %-ном открытии актуатора.

Качественные показатели работы дозирующих экспериментальных катушечных аппаратов ВС – неравномерность высева между аппаратами 4,5 % и неустойчивость высева не превышают 3%.

Выводы. Исследования показали, что предложенная ВС с катушечным дозатором, управляемым блоком контроля и управления с бесступенчатым редуктором и линейным актуатором, обеспечивает высев удобрений в соответствии агротехническим требованиям - неравномерность высева между аппаратами составляет 4,5 %, и неустойчивость высева не превышает 3 %. Предложенная ВС будет использована в усовершенствованной автоматизированной зернотуковой сеялке для дифференцированного посева семян зерновых культур и внесения минеральных удобрений согласно карте-заданию (в режиме of-line) в принятой системе позиционирования.

Литература

1. Измайллов А.Ю., Личман Г.И., Марченко Н.М. Точное земледелие – проблемы и пути решения // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – №5. – С.9-14.
2. Измайллов А.Ю., Хорошенков В.К. Автоматизированная система управления посевом и внесением удобрений // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – №4. – С.9-12
3. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. – М. – К.: Машигиз, 1955. – 163 с.

4. Догановский М.Г., Козловский Е.В. Машины для внесения удобрений. – М.: Машиностроение, 1972 – 272 с.

References

1. Izmaylov A.Yu., Lichman G.I., Marchenko N.M. Tochnoe zemledelie: problemu i puti resheniya [Precision agriculture: problems and solutions] Selskokhozyastvennye mashinu i tekhnologii, 2010, No 5, pp.9-14 (Russian).
 2. Izmaylov A.Yu., Khoroshenkov V.K. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya posevom i vneseniyem udobreniy [Automated control system for sowing and fertilizers introduction], Selskokhozyastvennye mashinu i tekhnologii, 2011, No 4, pp.9-12 (Russian).
 3. Semenov A.N. Zrnovie seyalki. – М. – К.: Mashgiz, 1955. – 163 p [Grain seeders]. – М. – К.: Mashgiz, 1955. – 163 pages.
 4. Doganovskiy M.G., Kozlovskiy E.V. Mashiny dlya vneseniya udobreniy. – Semenov A.N. Grain seeders. – М. – К.: Mashgiz, 1955. – 163 pages... Semenov A.N. Grain seeders. – М. – К.: Mashgiz, 1955. – 163 pages.ashonostroenie, 1972.–272 p.[Machines for application of fertilizers] - М.: Mechanical engineering, 1972 - 272 pages.
- JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE SOWING DEVICE FOR VARIABLE RATE APPLICATION OF SEEDS AND FERTILIZERS
- Nukeshev S.O.**¹, Dr. Sci.(Eng.), The Kazakh Agrotechnical University of S. Seyfullin ¹, e-mail: snukeshev@mail.ru
Astana, Republic of Kazakhstan
- Lichman G.I.**², Dr.Sci.(Eng.), The All-Russian scientific research institute of mechanization of agriculture" ², Moscow, Russian Federation, e-mail: litchmang@rambler.ru.
- Zolotukhin E.A.**¹ doktorant, e-mail: zolotukhine17@mail.ru

HIGHLY EFFICIENT PRODUCTION AND SIMULTANEOUS USE OF ENERGY IN LOCAL WATER SOURCE

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ОДНОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ НА МЕСТНЫХ ВОДОИСТОЧНИКАХ

Ph.D, Ivanov E., Russia, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Associate professor,
email: ivanov.e.g@mail.ru,

Abstract: We offer decentralized unpowered water lifting, using devices that are installed below a water source, such as a spring. The most promising of the water lifting devices of impulse type is a hydraulic ram. If the hydraulic ram is equipped with a suction tube, it is possible to increase the height difference between the source and the lowest point to the most possible value. If the hydraulic ram is equipped with a torque converter it allows: 1) to adapt optimal operating mode of a hydraulic ram to particular geodesic conditions; 2) to create in advance large-scale hydraulic rams and torque converters and to unitize them for each urgent order 3) in the second circuit, i.e. in the torque converter, any medium may be used as the working fluid: water, oil, coolant, air and so on., that helps produce energy and then transform it into useful function at maximum efficiency ($\approx 90\%$) due to the minimal number of the energy conversion forms.

Keywords: ENERGY, PRODUCTION, USE, EFFICIENCY, SPRING, HYDRAULIC RAM, TORQUE CONVERTER, MULTIFUNCTIONALITY, BANK, RIVER

1. Introduction

The energy efficiency of the majority of technological processes is very low:

- metal processing efficiency does not exceed 5-7%;
- efficiency of gasoline transport - 15-20%;
- efficiency of pumping equipment - 10 - 15% due to many forms of energy along the chain from its obtaining to implementation.

Consequently, more than 65% of the world energy goes to heating the atmosphere, greenhouse effect, climate change.

However, the costs of energy production by a centralized method are increasing steadily and this requires not only money. Water reservoirs of hydropower stations are flooded, their capacity has decreased, and soon the reservoirs may turn into smelly sumps filled with sediment. The disaster at Chernobyl, Fukushima also occurred due to the increased energy demand. Moreover, 80% of the world's energy is used for pumping water, while the cost of the pump does not exceed 1-3% of the total costs, the major share is made by maintenance costs (fig. 1).

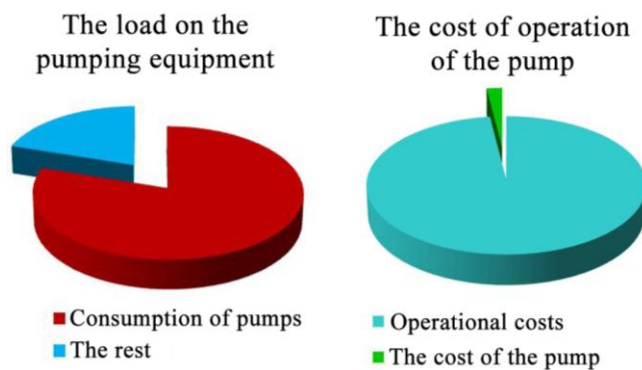


fig. 1. The cost of water supply

2. Preconditions and means for resolving the problem

To partially solve this problem, motorless (and practically cheap) technical means for lifting water are offered, such as hydraulic ram. Hydraulic ram is an end of a supply pipe with impact and discharge valves, air cap and discharge line. The beginning of a supply pipe is connected to the natural water sources (fig. 2).



fig. 2. View of the experimental device

The principle of operation is based on the separation of the water flow from an upper source into two parts, one of which is reset and transfers energy to the second part, providing water lifting on a height greater than the source location. Impulse work of a hydraulic ram allows to get excellent performance indicators (we obtained water lifting height of 180 meters) [1] with high efficiency. It works day and night, winter and summer, and requires no maintenance costs (fig. 3).

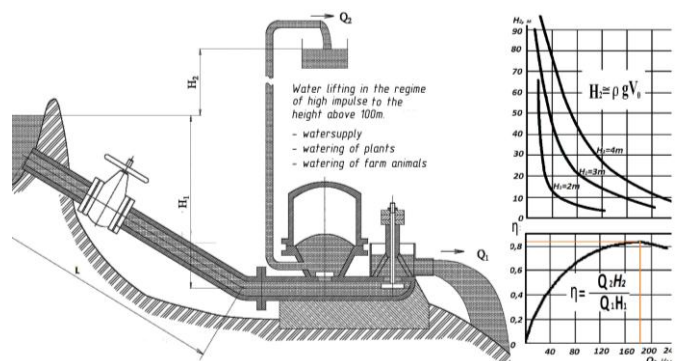


fig. 3. The scheme of work of a hydraulic (water) ram

The efficiency of a hydraulic ram can reach 93%, which is several times higher than the efficiency of electric pumps.

3. The problem solution

Although this device is known since the time of the brothers Montgolfier, it like any technical system has been developed. Our team has done the following operations:

- To make better use of geodesic water source conditions, we offer to equip the hydraulic ram with a suction tube, which will increase the height difference and allow to use the maximum amount of energy. [2] The hydraulic ram may be situated in the place convenient for maintenance and be protected from the spring floods (fig. 4).

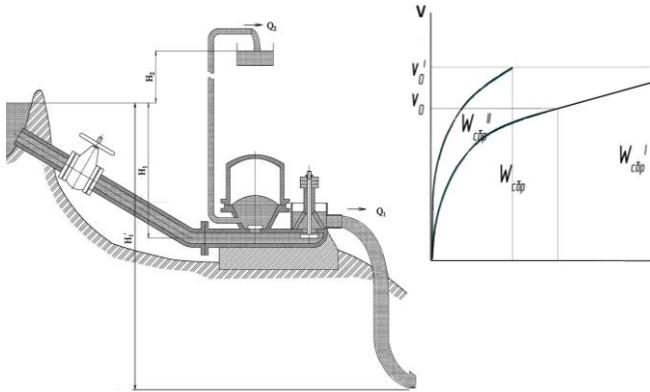


fig. 4. Increasing the efficiency of energy use of water source

- Development of river hydraulic rams allows to get much greater capacity limited only by river location and hydraulic rams can be placed anywhere along the riverbed. To increase speed which is expressed in pressure we propose:

- use a pulse movement of the hydraulic ram's body;
- create a local flow acceleration in the river (fig. 5); [3]

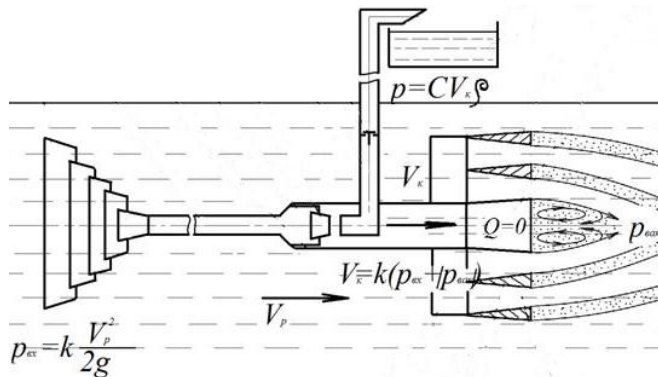


fig. 5. Local speed increase in the river

- equipment of a hydraulic ram with a torque converter improves the efficiency of its work on inefficient modes and expands its functionality (fig. 6). [4]

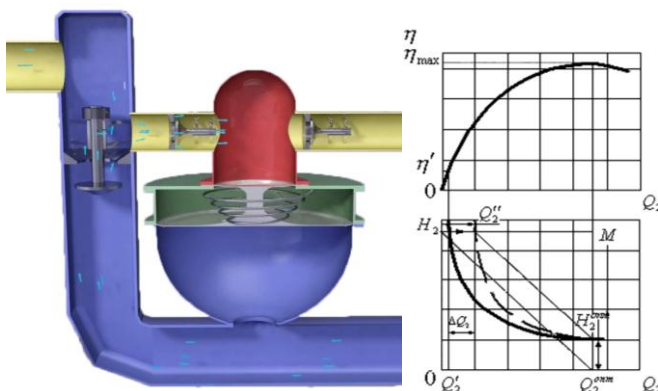


fig. 6. Hydraulic ram with torque converter

In this case, the torque converter converts the best indicators of a hydraulic ram work in ratio of expenditure and pressure required by the consumer.

Construction of a hydraulic ram in two stages-modules allows to create type series of an advanced design:

- hydraulic rams to parameters of input power;
- torque converters to the operating conditions, which makes it possible to choose the best sets. In addition, the second circuit of a hydraulic ram enables to take energy from a water source by the first step (actually hydraulic ram), and the second circuit serves as:

- a compressor (fig. 7);

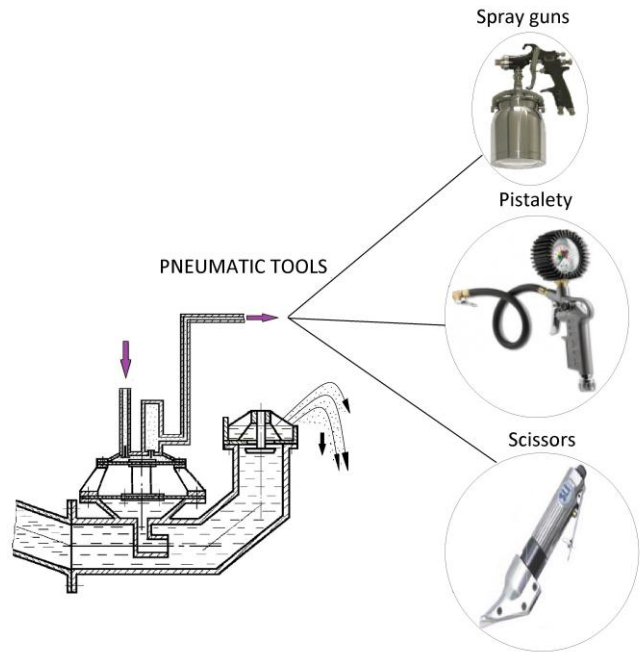


fig. 7. Hydraulic ram with air working medium

- a vacuum pump;
- a milking machine (fig. 8);

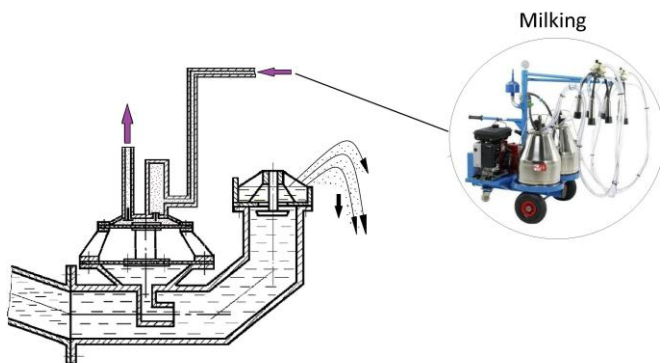


fig. 8. Hydraulic ram combined with milking machines

- a hydraulic drive (fig. 9);

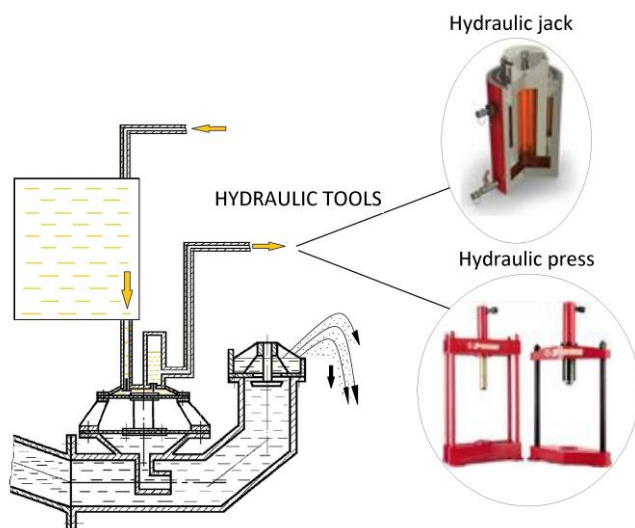


fig. 9. Hydraulic ram with oil working medium

- a refrigerator (fig. 10); [5]

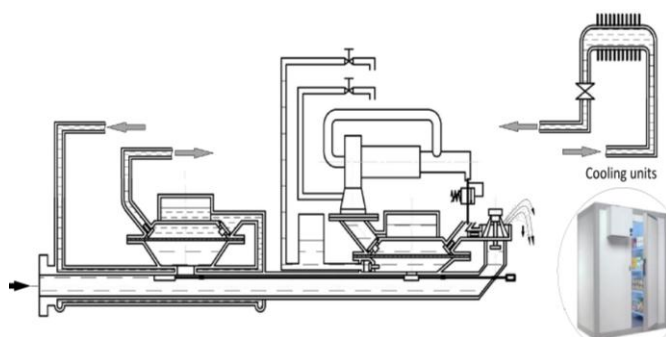


fig. 10. Hydraulic ram with refrigeration and heating installations

- an electric generator (fig. 11), etc., using different working fluids (water, oil, coolant, air).

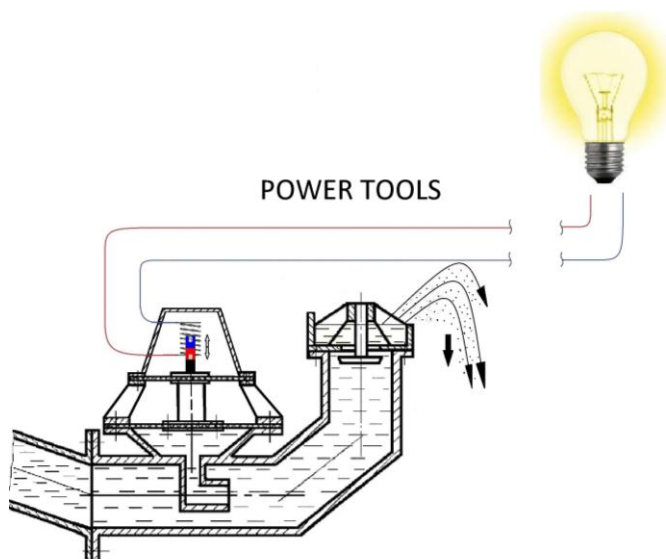


fig. 11. Hydraulic ram for electricity generation

4. Conclusion

Unitization of a hydraulic ram with an electric pump allows to get cheap water and at the same time to ensure the reliability of water supply in peak hours of water consumption.

Our team as well studied and improved unpowered (motorless) water lifting devices of different principles of working: water lifting device of replacement, siphon water lifting device (without movable parts) and also designed a lifting device of rotary type.

This set is one of the methods for decentralized energy production and simultaneous high performance of its use. Potential customers are rural settlements, farms, garden associations, reserve water supply, companies involved in water supply in Africa, as well as the states to facilitate the industrial production of energy - it is more profitable than solar panels and wind turbines.

5. Literature

1. Ivanov. E. G. The results of experimental investigations of hydraulic ram with gravitational shock valve. - Materials of the regional scientific-practical conference of the faculty of engineering NGSHA. Nizhny Novgorod, 2000, p. 188-199.
2. Ivanov. E. G. Improving the efficiency of hydracarina by installing a draft tube. - Modern state and prospects of development of hydraulic engineering in the 21st century. Proceedings of International scientific-technical conference. St. Petersburg, 2003, p. 258-260.
3. Useful model patent №2015111378 RU, F04F7/02. Hydraulic ram for lifting water from rivers / E. G. Ivanov, S. V. Terehov. - stated 30.03.01.
4. Useful model patent № 40411 RU, F04F7/02. Gidrotaran / E. G. Ivanov, V. E. Skokov. - stated 19.03.04; published 10.09.04; bulletin № 25.
5. Useful model patent № 38204, F04F7/02. Gidrotaran / E. G. Ivanov, V. E. Skokov. - stated 22.12.03; published 27.05.04.