

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК 631.33.023

DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-4-8

ПОВЫШЕНИЕ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРУДИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПРОПАШНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

СЕМИЧЕВ СТЕПАН ВЛАДИМИРОВИЧ, младший научный сотрудник

E-mail: Noks_89@mail.ru

СМИРНОВ ИГОРЬ ГЕННАДЬЕВИЧ, канд. с.-х. наук

E-mail: rashn-smirnov@yandex.ru

МОСЯКОВ МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ, младший научный сотрудник

E-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ); 1-й Институтский проезд, дом 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

Одним из критериев системы точного земледелия при возделывании пропашных культур является позиционирование сельскохозяйственного агрегата на поле, определяемое положением рабочих органов сельскохозяйственного орудия на линии обработки почвы. Роль задающего воздействия на положение машинно-тракторного агрегата выполняет навигационная система, определяющая координаты трактора и орудия. При движении машинно-тракторного агрегата (МТА) по обрабатываемой поверхности поля из-за разности плотности и влажности почвы, наличии местных уклонов происходит увод орудия с траектории движения. Представлено управляемое навесное устройство УНУ-2, которое в совокупности с навигационной системой, установленной на тракторе, позволяет изменять местоположение орудия и его курсовое положение относительно координат, задаваемых навигацией. Представлены также характеристики и принцип работы устройства. Использование управляемого навесного устройства позволит позиционировать и менять угол положения сельскохозяйственного орудия на заданной линии плоской горизонтальной поверхности, что, во-первых, обеспечит точность выполнения технологических операций по уходу за пропашными культурами, во-вторых, повысит технический уровень машинно-тракторного агрегата, в-третьих, снизит трудозатраты. Таким образом, применение управляемого навесного устройства с трактором и орудием на основе навигационных систем обеспечит точность и эффективность выполнения технологических операций посадки и обработки пропашных культур. Разработка технического устройства для корректировки траектории движения навесного агрегата повысит эффективность работы МТА.

Ключевые слова: агрегат, курсовая устойчивость, навигация, управляемое навесное устройство, угол положения орудия, точность обработки, снижение повреждения растений.

Формат цитирования: Семичев С.В., Смирнов И.Г., Мосяков М.А. Повышение курсовой устойчивости орудия при возделывании пропашных сельскохозяйственных культур // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. №3(91). С. 4-8. DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-4-8.

IMPROVING DIRECTIONAL STABILITY OF TOOLS USED FOR CULTIVATING ROW COPS

STEPAN V. SEMICHEV, Junior Research Engineer

E-mail: Noks_89@mail.ru

IGOR G. SMIRNOV, PhD (Ag)

E-mail: rashn-smirnov@yandex.ru

MAKSIM A. MOSYAKOV, Junior Research Engineer

E-mail: Maks.Mosyakov@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM; 1st Institutsky Proezd Str., Bld. 5, Moscow, 109428, Russian Federation

Positioning of a land cultivation unit on the field determined by the specific location of its working tools is one of the precision farming criteria used in the cultivation of row crops. The navigation system provides reference-input signals as it determines the position of the machine-tractor unit (MTU) and its implements. When the MTU moves along the treated field surface, its tools deviate from their trajectory due to the difference in density and soil moisture, as well as local inclines. The authors present a controlled mounted implement UNU-2, which together with the navigation system installed on the tractor allows determining the location and course position relative to the coordinates specified by the navigation system. The paper also presents characteristics and operating principle of the device. Using the controllable mounted implement will allow positioning and changing the inclination angle of the tool on the prescribed flat horizontal surface. This will ensure high accuracy of operations performed by the MTU, increase its technical performance level, and reduce labor costs. Thus, the use of tractors and controllable mounted implement based on navigation systems ensures the accuracy and efficiency of such technological operations as planting and cultivating of row crops. The development of a technical device for adjusting the trajectory of mounted implements increases the efficiency of the MTU operation.

Key words: unit, directional stability, navigation, controllable mounted implement, implement position angle, operating accuracy, reduction of plant damage.

For citation: Semichev S.V., Smirnov I.G., Mosyakov M.A. Improving directional stability of tools used for cultivating row crops. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*. 2019; 3(91): 4-8. (In Rus.). DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-4-8.

Введение. Система точного земледелия является базовым элементом ресурсосберегающих технологий. При этом точность возделывания культур по этой системе должна обеспечивать снижение повреждений растений обрабатываемых культур [1, 2]. Достигнуть это возможно благодаря управлению движением агрегата при помощи навигации, установленной на тракторе, в том числе системы автопилотирования, которая способна корректировать траекторию движения трактора [3]. Однако это не всегда позволяет обеспечивать регламентированную агротехническими требованиями прямолинейность выполнения технологической операции. Например, при движении посадочного агрегата по линии посадки культуры из-за неравномерности плотности почвы или наличия уклонов сажалка стремится сойти с линии посадки, что при дальнейшей обработке приведёт к повреждению культурных растений. С целью уменьшения отклонения сельскохозяйственного орудия от линии обработки предлагается применять управляемое навесное устройство для корректировки линии посадки.

Цель исследования – повышение курсовой устойчивости сельскохозяйственного орудия при возделывании пропашных культур за счёт применения управляемого навесного устройства и навигационного оборудования, установленного на орудии.

Материал и методы. Проведены исследования систем регулирования курсового положения сельскохозяйственного орудия на основе навигационных систем.

Одними из первых в решении проблемы управляемости сельскохозяйственного орудия являются учёные ВИСХОМа, ВИМа, МСХА имени К.А. Тимирязева. Ими были определены факторы, влияющие на отклонение орудий от линии обработки: дополнительная степень свободы навески трактора, возникающая в рабочем положении, неравномерность плотности и влажности почвы, наличие местных уклонов, определяющих корректировку курса трактора оператором для удержания заданной траектории движения.

В институте ВИСХОМ было разработано и испытано приспособление для автоматического управления культиватором 2КРН-2.8М, но из-за отсутствия на тот момент необходимой электроники и систем спутникового позиционирования данная система не смогла обеспечить высокую точность движения орудия по заданной линии. Только

с появлением цифровых систем стало возможным решить проблему точности движения орудия [4].

Применение навигационной системы позиционирования трактора позволило значительно повысить курсовую устойчивость агрегата, но для дальнейшего повышения точности междурядной обработки почвы необходима система регулирования курсового положения сельскохозяйственного орудия, которая позволит направлять орудие на линию обработки почвы [5-7]. При отклонении оси симметрии орудия от оси симметрии трактора на некоторый угол γ (вследствие вышеперечисленных факторов) происходит поворот орудия с уменьшением проекционной ширины захвата [8-10] (рис. 1).

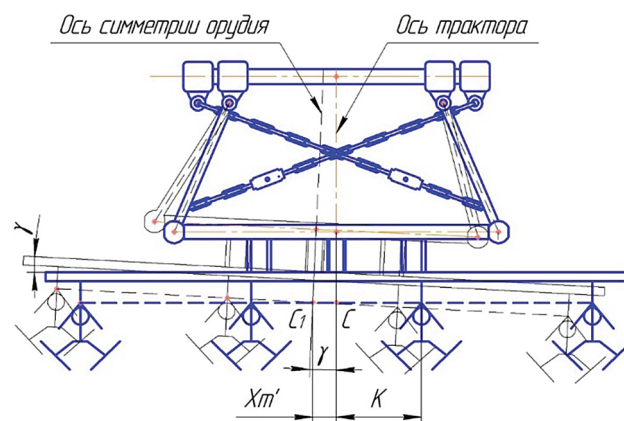


Рис. 1. Плоскостная схема возможного отклонения положения агрегата относительно оси трактора:

C, C_1 – точки положения центров орудия в среднем и крайнем положении от осевой линии трактора;
 γ – угол между осевой линией трактора и возможным положением оси симметрии орудия;
 Xm' – отклонение центра орудия от осевой линии трактора

Fig. 1. Planar scheme of possible deviation of the unit position relative to the tractor axis:

C, C_1 – position points of the implement centers in the middle and extreme position from the center line of the tractor;
 γ – the angle between the center line of the tractor and a possible position of the symmetry axis of the implement;
 Xm' – deviation of the implement center from the tractor center line

Результаты и обсуждение. Для решения поставленной задачи в агроинженерном центре ВИМ был разработан исполнительный механизм в виде управляемого навесного устройства

УНУ-2 (рис. 2), которое позволит позиционировать орудие на заданной линии и изменять угол γ поворота орудия независимо от траектории, задаваемой трактору навигацией [11].

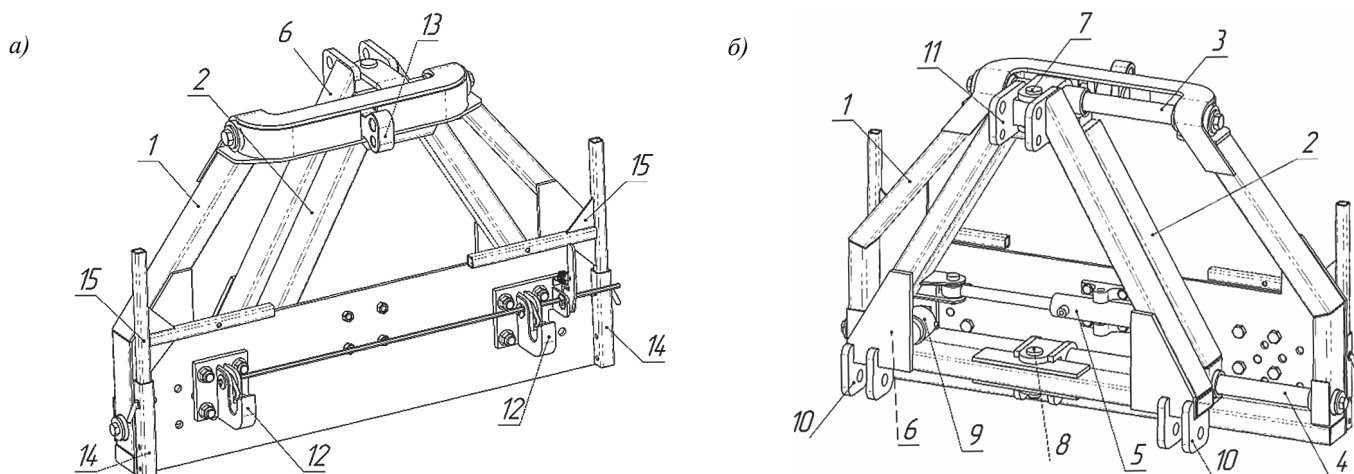


Рис. 2. Управляемое навесное устройство УНУ-2 для сельскохозяйственных орудий:

а) вид со стороны орудия; б) вид со стороны трактора: 1 – наружная рамка; 2 – дополнительная рамка; 3, 4 – направляющие; 5 – гидроцилиндр; 6 – внутренняя рамка; 7, 8 – шарниры; 9 – гидроцилиндр; 10 – нижние навесные крюки; 11 – верхняя тяга; 12 – нижние навесные крюки; 13 – верхняя серьга; 14 – кронштейны; 15 – подставки

Fig. 2. Controlled attachment УНУ-2 for agricultural implements:

а) view from the implement; б) view from the side of the tractor: 1 – outer frame; 2 – supplementary frame; 3, 4 – guides; 5 – hydraulic cylinder; 6 – inner frame; 7, 8 – hinges; 9 – hydraulic cylinder; 10 – lower hinged hooks; 11 – upper thrust; 12 – lower hinged hooks; 13 – top link; 14 – brackets; 15 – supporting blocks

Управляемое навесное устройство имеет наружную трапециевидальную 1 и дополнительную треугольную 2 рамки, установленные с возможностью поперечного скольжения относительно друг друга и соединенные между собой в верхней 3 и нижней 4 частях направляющими. Смещение наружной рамки 1 относительно дополнительной треугольной рамки 2 осуществляется гидроцилиндром 5, шарнирно связывающим эти рамки. Внутренняя треугольная рамка 6 связана с дополнительной рамкой 2 шарнирами 7 и 8 в вертикальной оси. Рамки 6 и 2 установлены с возможностью поворота относительно друг друга в горизонтальной плоскости с помощью гидроцилиндров 9.

Нижние навесные крюки 10 и верхняя тяга 11 соединены с тягами трактора. Нижние навесные крюки 12 снабжены полуавтоматическими замками, имеющими регулировку по высоте и ширине для смены орудия соответствующего класса трактора, что позволит снизить трудозатраты на составление агрегата и повысить уровень техники безопасности. Верхняя серьга 13 соединяется с орудием и регулируется по высоте. На наружной рамке 1 находятся кронштейны 14 с подставками 15, облегчающими процесс навески управляемого навесного устройства на трактор. Технические параметры управляемого навесного устройства УНУ-2 представлены в таблице.

Технические данные управляемого навесного устройства УНУ-2*

Technical data of the controlled mounted implement УНУ-2 *

Показатель	Значение
Угол поворота в горизонтальной плоскости относительно продольной оси, град.	± 30
Диапазон регулировки в продольно-вертикальной плоскости, град.	15
Угол поворота наружной рамки относительно внутренней, град.	± 3
Масса, кг	173,3
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	1882×970×573
Отклонения орудия от заданной линии обработки, м	$\pm 0,01$

* Агрегатируется с колесными тракторами класса 1,4-3

Управляемое навесное устройство работает следующим образом. При отклонении сельскохозяйственного орудия от линии обработки почвы подается сигнал

от электронного блока управления навигационной системы (ЭБУ) о смещении орудия с линии обработки. Первый угловой потенциометр, установленный на нижней

тяге трактора, фиксирует её угловое отклонение и передает данные в ЭБУ. Далее ЭБУ производит расчёт угла γ (рис. 1) и передает команду на гидрораспределитель трактора о подаче масла в левый или правый гидроцилиндр 9 устройства, при этом происходит поворот внутренней рамки 6 относительно дополнительной рамки 2 и орудие возвращается в положение, перпендикулярное направлению движения. Второй угловой потенциометр, ось вращения которого находится над осью вращения внутренней рамки 6 устройства, также фиксирует угол поворота внутренней рамки и передает данные на ЭБУ. Поворот внутренней рамки 6 производится до совпадения значения угла между внутренней и дополнительной рамками и углом γ , задаваемым ЭБУ. После их углового выравнивания орудие необходимо направить на обрабатываемую линию. Для этого на орудии также устанавливается навигационная антенна. Сигнал, полученный со спутников, поступает на ЭБУ, который в свою очередь подает команду гидрораспределителю трактора о подаче масла в левую или правую полость гидроцилиндра 5 устройства. Наружная рамка 1 смещается относительно дополнительной рамки 2, тем самым возвращая орудие на линию обработки. Линейный потенциометр, установленный на наружной рамке устройства, фиксирует отклонение наружной рамки 1 относительно дополнительной 2. Процесс курсового выравнивания орудия повторяется до совпадения координат, задаваемых навигационной системой, и координат, заложенных в электронной карте поля.

Выводы

Использование управляемого навесного устройства УНУ-2 обеспечит точность выполнения технологических операций по уходу за пропашными культурами, повысит технический уровень машинотракторного агрегата, снизит трудозатраты и позволит позиционировать и менять угол отклонения сельскохозяйственного орудия на заданной линии плоской горизонтальной поверхности в двумерном пространстве. Разработка технического устройства для корректировки траектории движения навесного агрегата повысит эффективность работы МТА. Для подтверждения практической значимости устройства необходимо провести полевые исследования.

Библиографический список

1. Алдошин Н.В. Исследование технологических процессов в растениеводстве при помощи методов матричного исчисления // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2007. № 1 (21). С. 64-66.
2. Алдошин Н.В. Анализ технологических процессов в растениеводстве // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 1. С. 34-36.
3. Балабанов В.И., Федоренко В.Ф. и др. Технологии, машины и оборудование для координатного (точного) земледелия М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 240 с.
4. Площаднов А.Н., Яковлев П.Ю. Дифференциальное уравнение колебаний фронтально-навешанного орудия в горизонтальной плоскости, соединенного с трактором посредством шарнирного четырехзвенника // Вестник

Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (104). С. 96-99.

5. Martin Holpp, Monika Sauter, Thomas Anken. Utilite de systemes de guidage automatique // *Agroscope*. 2012. Vol. 756. Pp. 1-7.
6. Reimer B., Mehler B. u. Coughlin J.F. An Evaluation of Driver Reactions to New Vehicle Parking Assist Technologies Developed to Reduce Driver Stress // *MIT AGE-LAB*. 2010. Cambridge, Massachusetts, USA.
7. Reimer B., Mehler B., Coughlin J.F., Roy N. u. Dusek J.A. The impact of a naturalistic hands-free cellular phone task on heart rate and simulated driving performance in two age groups // *Transportation Research Part. F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2011. № 14 (1). Pp. 13-25.
8. Робототехника в сельском хозяйстве. URL: <http://fastsaltimes.com/sections/obzor/585.html/> (дата обращения: 14.01.2018).
9. Донцов И.Е. Устройства для повышения устойчивости движения комбинированных машинно-тракторных агрегатов // Вестник КрасГАУ. 2009. № 1. С. 113-117.
10. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К. и др. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли: Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 286 с.
11. Семичев С.В. Анализ устройств управления траекторией движения сельскохозяйственных машин // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2017. № 4 (25). С. 217-221.

References

1. Aldoshin N.V. Issledovaniye tekhnologicheskikh processov v rastenievodstve pri pomoshhi metodov matrichnogo ischisleniya [Study of technological processes in plant growing using methods of matrix calculus]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2007; 1(21): 64-66. (In Rus.).
2. Aldoshin N.V. Analiz tehnologicheskikh protsessov v rastenievodstve [Analysis of technological processes in plant growing]. *Tekhnika v sel'skom khozyajstve*, 2008; 1: 34-36. (In Rus.).
3. Balabanov V.I., Fedorenko V.F. et al. Tekhnologii, mashiny i oborudovaniye dlya koordinatnogo (tochnogo) zemledeliya [Technologies, machines and equipment for site-specific (precision) agriculture]. Moscow, FGBNU "Rosinformagrotekh", 2016: 240. (In Rus.).
4. Ploshchadnov A.N., Yaakovlev P.Yu. Differentsial'noye uravneniye kolebaniy frontal'no-naveshannogo orudiya v gorizont'al'noy ploskosti, soedinennogo s traktorom posredstvom shamirnogo chetyrekhzvennika [Differential equation of oscillations of a front-hung tool in the horizontal plane, which is connected to the tractor by means of an articulated four-bar linkage]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013; 6 (104): 96-99. (In Rus.).
5. Martin Holpp, Monika Sauter, Thomas Anken. Utilite de systemes de guidage automatique. *Agroscope*, 2012; Vol. 756: 1-7.
6. Reimer B., Mehler B. u. Coughlin J.F. An Evaluation of Driver Reactions to New Vehicle Parking Assist Technologies Developed to Reduce Driver Stress. *MIT AGE-LAB*. 2010. Cambridge, Massachusetts, USA.

7. Reimer B., Mehler B., Coughlin J.F., Roy N. u. Dusek J.A. The impact of a naturalistic hands-free cellular phone task on heart rate and simulated driving performance in two age groups. *Transportation Research Part. F: Traffic Psychology and Behaviour*, 2011; 14 (1): 13-25.

8. Robototekhnika v sel'skom khozyaystve [Robotics in agriculture]. URL: <http://fastsaltime.com/sections/obzor/585.html/> (Access date: 14.01.2018). (In Rus.).

9. Dontsov I.Ye. Ustroystva dlya povysheniya ustoychivosti dvizheniya kombinirovannykh mashinno-traktornykh agregatov [Devices to improve the movement stability of combined machine-tractor units]. *Vestnik KrasGAU*, 2009; 1: 113-117. (In Rus.).

Критерии авторства

Семичев С.В., Смирнов И.Г., Мосяков М.А. провели обобщение и написали рукопись. Семичев С.В., Смирнов И.Г., Мосяков М.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 14.01.2019

10. Shul'ga Ye.F., Kupriyanov A.O., Khlyustov V.K. et al. Upravleniye sel'khozpredpriyatiyem s ispol'zovaniyem kosmicheskikh sredstv navigatsii (GLONASS) i distantsionnogo zondirovaniya Zemli. Monografiya [Management of agricultural enterprises using space navigation aids (GLONASS) and remote sensing of the Earth: Monograph]. Moscow, Izdvo RGAU-MSKHA, 2016: 286. (In Rus.).

11. Semichev S.V. Analiz ustroystv upravleniya traektoriy dvizheniya sel'skohozyaystvennykh mashin [Analysis of the trajectory control devices of agricultural machinery]. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*, 2017; 4 (25): 217-221. (In Rus.).

Contribution

Semichev S.V., Smirnov I.G., Mosyakov M.A. summarized the material and wrote the manuscript. Semichev S.V., Smirnov I.G., Mosyakov M.A. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on January 14, 2019

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК / FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

УДК 631.361.4

DOI 10.34677/1728-7936-2019-3-8-12

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ КАНАВОК НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ БАРАБАНА КЛЕВЕРОТЁРКИ-СКАРИФИКАТОРА КС-0,2 НА КАЧЕСТВО ВЫТИРАНИЯ СЕМЯН

БУРКОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: burkov.46@mail.ru

СИМОНОВ МАКСИМ ВАСИЛЬЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент

E-mail: simaksim@mail.ru

МОКИЕВ ВАЛЕНТИН ЮРЬЕВИЧ, канд. техн. наук

E-mail: dizel154@bk.ru

ЛАЗЫКИН ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ, канд. техн. наук

E-mail: ellestar@bk.ru

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого; ул. Ленина, 166а, Киров, 610007, Российская Федерация

Представлены результаты исследования клеверотёрки-скарификатора КС-0,2 барабанного типа с тангенциальной подачей. Тёрочная поверхность барабана состоит из установленных на ребро стальных прутков шестигранного проката. Для повышения эффективности вытирания семян клевера стальные прутки снабжены поперечными канавками. Канавки имеют треугольный профиль, ширина которого увеличивается к наружному диаметру барабана, снижая тем самым вероятность забивания канавок при обработке влажной пыжины, одновременно увеличивая площадь контакта барабана с обрабатываемым материалом, а острые кромки канавок повышают эффективность разрушения оболочек бобиков. Экспериментальным путём изучено влияние поперечных канавок, расположенных на тёрочной поверхности барабана, на степень вытирания и дробление семян. На первом этапе исследования проведено сравнение процесса вытирания семян базовым (без поперечных канавок) и новым (с поперечными канавками) барабанами. Установлено, что наличие поперечных канавок в 2...3 раза снижает дробление семян при незначительном уменьшении степени их вытирания. На втором этапе, методом планирования эксперимента, изучено влияние глубины поперечных канавок и частоты вращения барабана