

ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

Научно-практический журнал

Выходит с 1930 года



ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Ведущий журнал отрасли тракторного и с.-х. машиностроения, публикующий объективную и всеобъемлющую информацию на самые актуальные темы:

- создание новых машин и оборудования для агропромышленного комплекса;
- проблемы регионального сельхозмашиностроения;
- эффективные отечественные и зарубежные технологии;
- рынок сельскохозяйственной техники;
- новости агросервиса;
- результаты испытания машин;
- фактические данные по качеству и надёжности с.-х. техники;
- советы механизаторам;
- предложения зарубежных фирм

№ 04 • 2020

Тракторы и сельхозмашины. № 04. 2020
Научное и техническое редактирование: к.т.н., проф. А. В. Лепёшкин
Редактор: А. В. Куркова
Компьютерная верстка: Ю. С. Акульшина
Дизайн обложки: М. С. Кузьменко
Фотография на обложке взята из открытых источников
Подписано в печать _____. Формат 60x90/8
Усл. печ. л. 7,0 Тираж 500 экз. Заказ № ____
Отпечатано в типографии Издательства Московского Политеха

Адрес издательства: 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, 1 б

Сайт: www.mospolytech.ru
E-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru



WWW.MOSPOLYTECH.RU



ВЕДУЩИЙ ЖУРНАЛ ОТРАСЛИ ТРАКТОРНОГО
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

ISSN 0321-4443



9 770321 444005

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4

WWW.MOSPOLYTECH.RU



ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Каминский В.Н.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Лепёшкин А.В.

Издается с февраля 1930 г.

4•2020

Выходит 6 раз в год

ISSN 0321-4443

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Годжаев З.А.

Городецкий К.И.

Ерохин М.Н.

Жалнин Э.В.

Измайлов А.Ю.

Ковалёв М.М.

Котиев Г.О.

Ксеневиц Т.И.

Кутьков Г.М.

Лачуга Ю.Ф.

Ляшенко М.В.

Предигер В.

Фомин В.М.

Учредитель

- Редакция

Зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций 18.03.2016
ПИ № ФС77-65085

Журнал входит в перечень ВАК РФ
изданий для публикации трудов соискателей
ученых степеней, а также в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)

Издатель

Московский Политех

Адрес издательства:

115280, Москва, Автозаводская, 16
Тел. (495) 276-33-67
E-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru
Сайт: www.mospolytech.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ	ENVIRONMENTALLY CLEAN TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT
Гончаренко С.В., Годжаев З.А., Прядкин В.И., Артемов А.В., Годжаев Т.З. Особенности сертификации сельскохозяйственных шин с максимальным учетом условий их эксплуатации	Goncharenko S.V., Godzhaev Z.A., Pryadkin V.I., Artyomov A.V., Godzhaev T.Z. Specifics of certification of agricultural tires with maximum consideration of their operating conditions
Драгомиров С.Г., Драгомиров М.С., Эйдель П.И., Гамаюнов А.Ю. Анализ современного уровня развития технологии и техники фильтрации охлаждающей жидкости в автомобильных и тракторных двигателях	Dragomirov S.G., Dragomirov M.S., Eydel P.Ig., Gamayunov A.Y. Analysis of the current level of technology and engineering development of coolant filtration in automotive and tractor engines
НОВЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	NEW MACHINES AND EQUIPMENT
Семенов А.Г. Конструктивные особенности бронированного трактора для жарких климатических условий	Semenov A.G. Design characteristics of an armored tractor for hot climate
Головин А.Ю., Сабиев У.К., Чупин П.В., Союнов А.С., Прокопов С.П. Анализ работы плоского решета, совершающего колебания в горизонтальной плоскости	Golovin A.Yu., Sabiyev U.K., Chupin P.V., Soyunov A.S., Prokopov S.P. Analysis of the operation of a flat sieve that vibrates in a horizontal plane
ТЕОРИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ	THEORY, DESIGN, TESTING
Романюк Н.Н., Еднач В.Н., Войнаш С.А. Влияние формы клубней картофеля на качество разделения на фракции рабочими органами картофелесортировальных машин	Romanyuk N.N., Yednach V.N., Voynash S.A. Influence of the shape of potato tubers on the quality of separation into fractions by the working bodies of potato sorting machines
Куваев А.Н. Определение удельного сопротивления почвы при глубокой безотвальной обработке в условиях Северного Казахстана	Kuvayev A.N. Determination of the specific soil resistance using deep subsurface tillage in conditions of Northern Kazakhstan
Абилжанулы Т., Абилжанов Д.Т. Определение скорости перемещения предварительно измельченного сена по поверхности решета сепаратора листовой части трав	Abilzhanuly T., Abilzhanov D.T. Determination of the rotation speed of chopped hay on the surface of the separator sieve of the leaf part of herbs
КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ	QUALITY, RELIABILITY
Гольяпин В.Я. Современные селекционные и семеноводческие зерноуборочные комбайны зарубежных компаний	Gol'tyapin V.Ya. Modern selection and seed grain harvesters of foreign companies
Шмидт А.Н., Кем А.А., Чекусов М.С., Кузьмин Д.Е., Союнов А.С. Обоснование режимов работы игольчатого диска новой конструкции	Shmidt A.N., Kem A.A., Chekusov M.S., Kuz'min D.E., Soyunov A.S. Justification of the operating modes of the needle disk of a new design
ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА	ECONOMICS, ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF MANUFACTURING
Мельников Д.Г., Царев Ю.А., Адамчукова Е.Ю. «Точка морального старения» сложной сельскохозяйственной техники	Mel'nikov D.G., Tsarev Yu.A., Adamchukova Ye.Yu. The point of obsolescence of complex agricultural machinery

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении по каталогу «Пресса России» – индекс 27863, а также в агентствах: «Информнаука», тел. (495) 787-38-73, gladkih@viniti.ru; «Урал-Пресс», тел. (495) 789-86-36, e_timoshenkova@ural-press.ru; «МК-Периодика», тел. (495) 672-70-89, chernous@periodicals.ru

Перепечатка материалов из журнала возможна при обязательном письменном согласии редакции.

При перепечатке ссылка на журнал «Тракторы и сельхозмашины» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

За приводимые в статьях факты, точность расчетов и экспериментальных данных, а также за точность цитирования и ссылок на источники ответственность несут авторы.

**РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ДАННОМ НОМЕРЕ ЖУРНАЛА
ABSTRACTS OF THE PAPERS**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
ENVIRONMENTALLY CLEAN TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT**

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-3-11

***Особенности сертификации сельскохозяйственных шин с максимальным учетом
условия их эксплуатации***

***Specifics of certification of agricultural tires with maximum consideration of their
operating conditions***

Гончаренко С.В.¹,
д.т.н. Годжаев З.А.²,
д.т.н. Прядкин В.И.¹,
Артемов А.В.¹,
Годжаев Т.З.²

S.V. Goncharenko¹
Z.A. Godzhaev², DSc in Engineering
V. I. Pryadkin², DSc in Engineering
A. V. Artyomov¹
T.Z. Godzhaev²

¹*Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф.
Морозова, Воронеж, Россия,
vip16.vgltu@mail.ru*

¹*Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia,
vip16.vgltu@mail.ru*

²*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный научный
агроинженерный центр ВИМ», Москва,
Россия*

²*Federal Scientific Agroengineering Center
VIM, Moscow, Russia*

Проблемы качества и конкурентоспособности продукции носят в современном мире универсальный характер. Международный рынок постоянно требует повышения эксплуатационных свойств автомобилей, тракторов, сельхозтехники и других видов мобильных транспортных средств. А их невозможно повысить без существенного улучшения выходных эксплуатационных характеристик шин. Пневматические шины, относятся к числу ответственных узлов мобильных средств, оказывающих существенное влияние на следующие эксплуатационные свойства, поэтому, как комплексное изделие подпали в перечень подлежащих утверждению в соответствии с правилами №106 для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов. Целью исследований являлась разработка рекомендаций по совершенствованию методики проведения сертификационных испытаний сельскохозяйственных шин, направленных на повышение качества продукции. В статье рассматриваются методы сертификации и официального утверждения шин для сельскохозяйственных транспортных средств и их прицепов. Анализируются недостатки метода сертификации сельскохозяйственных шин по методу автомобильных. Предлагается дополнить сертификацию, разработанными в РФ методами испытаний, в максимальной степени приближенными к условиям эксплуатации сельскохозяйственных транспортных средств и шин тяговых машин. Приводится опыт работы фирм «Bridgestone» и «Michelin» в условиях РФ. Отсутствием в стране национальной системы сертификации шин обусловлены во многих случаях поломки транспортных средств, приводящие к простоям, а также к возникновению аварийных ситуаций. При серьезных авариях на транспорте, когда нет достаточной ясности причин аварии или ясно, что авария связана с выходом из строя шин, пострадавшие возбуждают судебные пресле-

дования производителей, а также с выплатой денежных компенсаций. При этом за потерями потребителей, как правило, скрываются массовые производственные дефекты. Для повышения качества сельскохозяйственных шин предлагается пересмотреть Правила ЕЭК ООН № 106 в максимальном приближении к условиям эксплуатации, а также создать независимый аккредитованный шинный центр.

Ключевые слова: оценка качества, сертификация, скорости движения, нагрузка, ходимость, тяговая характеристика, тяговый класс шины, воздействие на почву, экологическая безопасность, износостойкость, загрязнение окружающей среды, повышение качества испытаниями, максимально приближенными к условиям эксплуатации.

The problems of product quality and competitiveness are typical in the modern world. The international market constantly demands the improvement of the performance properties of automobiles, tractors, agricultural machinery and other types of mobile vehicles. At the same time, they can not be increased without significant improving of the tire performance characteristics. Pneumatic tires are among the critical units of mobile vehicles that have a significant impact on the following performance properties; therefore, as a complex product, they were included in the list of approval in accordance with Regulation No 106 for agricultural vehicles and their trailers. The purpose of the research was to develop recommendations for improving the methodology of conducting certification tests of agricultural tires aimed at improving product quality. The article discusses the methods of certification and approval of tires for agricultural vehicles and their trailers. The drawbacks of the method of certification of agricultural tires using the method of automobile ones are analyzed. It is proposed to supplement the certification with test methods developed in the Russian Federation that are as close as possible to the operating conditions of agricultural vehicles and tires of traction machines. The experience of work of “Bridgestone” and “Michelin” companies in the Russian Federation is presented. The absence of a national tire certification system in Russia influence in many cases vehicle breakdowns, which lead to downtime, as well as to the occurrence of accidents. In case of serious accidents in transport, when there is insufficient clarity of the causes of the accident or it is clear that the accident is related to tire failure, the victims initiate legal proceedings against the manufacturers, involving the payment of monetary compensation. At the same time, mass production defects are usually hidden behind the losses of consumers. To improve the quality of agricultural tires, it is proposed to revise UN/ECE Regulation No 106 as close as possible to operating conditions, as well as to create an independent accredited tire center.

Keywords: quality assessment, certification, travel speeds, load, mileage, traction performance, traction class of the tire, impact on the soil, environmental safety, wear resistance, environmental pollution, quality improvement by tests as close as possible to operating conditions.

Анализ современного уровня развития технологии и техники фильтрации охлаждающей жидкости в автомобильных и тракторных двигателях

Analysis of the current level of technology and equipment development of coolant filtration in automotive and tractor engines

д.т.н. Драгомиров С.Г.¹,
к.т.н. Драгомиров М.С.²,
Эйдель П.И.²,
Гамаюнов А.Ю.²

S.G. Dragomirov¹, DSc in Engineering,
M.S. Dragomirov², PhD in Engineering,
P.Ig. Eydel²,
A.Y. Gamayunov²

¹Владимирский государственный
университет им. А.Г. и Н.Г.Столетовых,
Владимир, Россия

¹ Vladimir State University, Vladimir, Russia

²ООО «НТЦ «АвтоСфера» при
Владимирском государственном
университете им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
Владимир, Россия
ds33@bk.ru

² LLC “Scientific and technical center
“AvtoSfera” of Vladimir State University,
Vladimir, Russia
ds33@bk.ru

В статье анализируются современные технологии и средства фильтрации (очистки) охлаждающей жидкости автомобильных и тракторных двигателей. Рассмотрена критически острая и до настоящего времени не решенная проблема загрязнения охлаждающей жидкости и систем охлаждения двигателей в целом. Дана общая оценка существующих технологий и устройств фильтрации. Все устройства фильтрации разделены на три группы и по каждой из групп приведен анализ их принципиальных недостатков и достоинств. Показано, что зарубежные конструкции фильтров не столько выполняют функцию фильтрации, сколько служат в качестве носителей специальных химических присадок для улучшения физико-химических свойств антифризов. Эти фильтры принципиально не могут быть полнопоточными, т.к. при их полном засорении прекратится циркуляция антифриза. В целом технологии фильтрации охлаждающей жидкости через пористые материалы (микропористый картон, химические волокна) или металлические сетки нельзя считать перспективными. Это обосновано тем, что в процессе очистки охлаждающей жидкости фильтрующие элементы подобного типа быстро засоряются и существенно уменьшают количество пропускаемой жидкости. В предельном случае они вообще перестают пропускать жидкость. Также из-за быстрого загрязнения подобные фильтры жидкости требуют замены или очистки. Рассмотрена новая концепция модифицированной гидроциклонной очистки охлаждающей жидкости и разработанный на ее основе гидроциклонный фильтр-сепаратор (защищен патентом РФ на изобретение №2625891). Приведено сравнение конкурентных показателей разработанного гидроциклонного фильтра-сепаратора с зарубежными аналогами. Гидроциклонные фильтры-сепараторы обладают целым рядом принципиальных достоинств: высокой производительностью и непрерывностью работы; предельно простой конструкцией; отсутствием собственно фильтрующего элемента как такового и др. Сделан вывод о перспективности данного подхода к решению проблемы очистки охлаждающей жидкости двигателей автомобилей, автобусов, тракторов, строительно-дорожных и лесотехнических машин, сельскохозяйственной и армейской техники и др.

Ключевые слова: автомобильные и тракторные двигатели, охлаждающая жидкость, загрязнения, очистка, фильтры, гидроциклонные устройства.

The article analyzes modern technologies and means of filtering (cleaning) of the coolant of automobile and tractor engines. A critical and still unresolved problem of contamination of the coolant and engine cooling systems in general is considered. A general assessment of existing filtration technologies and devices is given. All filtration devices are divided into three groups and an analy-

sis of their principal disadvantages and advantages for each of the groups is given. It is shown that foreign filter designs do not perform the filtering function so much, but serve as carriers of special chemical additives to improve the physicochemical properties of coolant. In principle, these filters cannot be full-flow, because if they are completely clogged, the circulation of coolant will stop. In general, technologies for filtering of coolant through porous materials (microporous cardboard, chemical fibers) or metal grids cannot be considered as promising. This is justified by the fact that in the process of cleaning the coolant, filter elements of this type quickly become clogged and significantly reduce the amount of the passed coolant. In the extreme case, they stop passing coolant at all. Moreover, due to rapid contamination, such filters need to be replaced or cleaned. A new concept of a modified hydrocyclone coolant cleaning and a hydrocyclone filter-separator developed on its basis (the Russian Federation patent for invention No. 2625891) is considered. The comparison of competitive indicators of the developed hydrocyclone filter-separator with foreign analogues is given. Hydrocyclone filter-separators have a lot of fundamental advantages: high productivity and continuous operation; extremely simple design; the absence of the filter element itself, etc. There is made a conclusion about the prospects of this approach to solving the problem of cleaning the coolant of engines of automobiles, buses, tractors, road construction and forestry machinery, agricultural and army equipment, etc.

Keywords: *automobile and tractor engines, coolant filtration, contamination, cleaning, hydrocyclone devices.*

НОВЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

NEW MACHINES AND EQUIPMENT

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-21-26

Конструктивные особенности бронированного трактора для жарких климатических условий

Design characteristics of an armored tractor for hot climate

к.т.н. Семенов А.Г.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
agentnomer117@meil.ru*

A.G. Semenov, PhD in Engineering

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia
agentnomer117@meil.ru*

В статье рассматриваются вопросы, относящиеся к области тракторостроения, конкретно – к гусеничным и колесным тракторам, снабженным различным навесным оборудованием, выполняющим землеройные, погрузочные, транспортные и другие работы в промышленном и дорожном строительстве в особых условиях, требующих дополнительного охлаждения силового отделения и защиты оператора и основных узлов машины от воздействия пуль и осколков. Далеко не все серийные трактора и машины на их базе (в том числе инженерные) пригодны для эксплуатации в специфических условиях государств с жарким климатом, к тому же в условиях войны или ее последствий (не выявленные и не нейтрализованные мины, неразорвавшиеся снаряды и т.д.). Целью работы является увязка известных мероприятий по усилению штатной системы охлаждения подкапотной моторной установки бронированного трактора с его броневаой защитой, исключив, как минимум, негативные последствия таких «теплотехнических рецептов» для эксплуатационной безопасности, прежде всего, тракториста, и тем самым улучшить технико-эксплуатационные характеристики бронированного трактора. Заявленные предложения позволяют повысить технико-эксплуатационные характеристики бронированного трактора за счет использования такого взаимного расположения

рассматриваемых составных частей трактора (кабину с рабочим местом оператора, силовое отделение, ограниченное капотом, и теплообменный люк), при котором максимально соблюдены такие требования как обзорность из кабины, защита кабины от средств поражения, попадающих в крышку. Полученные результаты представляются достаточным основанием для оптимистичного прогноза внедрения данной разработки в существующем технологическом укладе отечественной экономики.

Ключевые слова: трактор, инженерная машина на базе трактора, бронирование, система охлаждения, противопульная и противоосколочная защита, рикошет.

The article discusses issues related to the field of tractor construction, specifically to tracked and wheeled tractors equipped with various attachments that perform earthmoving, loading, transport and other works in industrial and road construction in special conditions that require additional cooling of the power compartment and protection of the operator and the main components of the machinery from the bullets and shrapnel. Not every serial tractor and machinery based on it (including the engineering ones) is suitable for operation in the special conditions of countries with hot climates, especially in conditions of war or its consequences (undetected and not neutralized mines, unexploded bombs, etc.). The aim of the work is to link the known measures of strengthening the standard cooling system of the engine compartment of an armored tractor with its armor protection, excluding, at least, the negative consequences of such “heat engineering recipes” for the operational safety of the tractor driver mainly, and thereby improve the technical and operational characteristics of armored tractor. The proposed options make it possible to improve the technical and operational characteristics of the armored tractor through the use of such arrangement of the considered components of the tractor (the cabin with operator's workplace, the power compartment, limited by the hood, and the heat exchange hatch), that allow to meet the maximum requirements, which are a visibility from the cabin and protection of the cabine from weapons that fall into the cover. The results obtained seem to be a sufficient basis for an optimistic forecast of the implementation of this development in the existing technological structure of the domestic economy.

Keywords: tractor, tractor-based engineering vehicle, armoring, cooling system, anti-bullet and anti-fragmentation protection, ricochet.

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-27-34

Анализ работы плоского решета, совершающего колебания в горизонтальной плоскости

Analysis of the operation of a flat sieve that vibrates in a horizontal plane

к.т.н. Головин А.Ю.,
д.т.н. Сабиев У.К.,
к.т.н. Чупин П.В.,
Союнов А.С.,
Прокопов С.П.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Омск, Россия
ayu.golovin@omgau.org*

A.Yu. Golovin, PhD in Engineering
U.K. Sabiyev, DSc in Engineering
P.V. Chupin, PhD in Engineering
A.S. Soyunov,
S.P. Prokopov

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin”, Omsk, Russia
ayu.golovin@omgau.org*

В соответствии с положениями Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо увеличение удельного веса зерна отечественного производства на Мировом рынке – не менее 95 процентов. Этому способствует наличие в Российской Феде-

рации 9 процентов посевных площадей от мировых, из которых 40 процентов чернозем. Однако послеуборочная обработка всего зернового вороха, привозимого с полей выполняется поточными линиями, где на полноту разделения оказывают влияние показатели засоренности и влажности свежесобранного зерна. Так повышение влажности на 1% от базисных показателей, снижает производительность зерноочистительной техники на 2%, а повышение влажности на 1%, снижает производительность на 3%. Поэтому зернотоковым хозяйствам страны нужны прогрессивные технологии для послеуборочной обработки зерна, из которых можно выделить основные способы увеличения производительности машин: равномерное распределения семян по площади решета, более качественное попадания частицы в отверстие решета, увеличение скорости движения зерна на поверхности решет, усложнение закона колебаний решетных станков. Согласно выполненным исследованиям полнота разделения на поверхности решета зависят от показателей относительного движения частицы, а также угла наклона отверстий к направлению схода, скорость и перемещение зерновки при взаимодействии с длинной кромкой отверстия решета, совершающего гармонические колебания. На основании чего можно дать следующие рекомендации: процесс сепарации улучшается при угле наклона отверстий решета $\beta = 45^\circ$, частота колебаний решета $n = 110 \text{ мин}^{-1}$, амплитуда колебаний решета $A = 0,09 \text{ м}$, угол поперечного наклона решета $\alpha_n = 1,5^\circ \div 2,5^\circ$. На этом режиме работы, очистка зерновой смеси проводится качественно в соответствии с агротехническими требованиями.

Ключевые слова: *зерновой ворох, сепарация, полнота разделения, продольное колебание, решето, параметры вибрации.*

In accordance with the provisions of the Food security Doctrine of the Russian Federation, it is required to increase the share of domestically produced grain in the world market at least to 95 percent. This is facilitated by the presence of 9 percent of the world's cultivated areas in the Russian Federation, where black soil is 40 percent. However, post-harvest processing of the entire grain heap brought from the fields is performed by production lines, where the completeness of separation is influenced by the contamination and moisture content of freshly harvested grain. An increase in humidity by 1% of the baseline reduces the productivity of grain cleaning equipment by 2%, and an increase in humidity by 1% reduces productivity by 3%. Therefore, the country's grain-flow farms need modern technologies for post-harvest grain processing. The main methods of increasing the productivity of machinery can be distinguished. They are: a uniform distribution of seeds over the sieve area, a better particle penetration into the sieve hole, an increase in the speed of grain movement on the surface of the sieves, a complication of the law of vibrations of sieve mills. According to the performed studies the completeness of separation on the sieve surface depends on the indicators of the relative motion of the particle, as well as the angle of inclination of the holes to the direction of descent, the speed and movement of the grain when interacting with the long edge of the sieve hole, performing harmonic oscillations. The following recommendations can be made: the separation process improves at an angle of inclination of the sieve openings $\beta = 45^\circ$, the frequency of sieve vibrations $n = 110 \text{ min}^{-1}$, the amplitude of sieve vibrations $A = 0.09 \text{ m}$, the angle of the sieve transverse inclination $\alpha_n = 1.5^\circ \div 2.5^\circ$. The cleaning of the grain mixture is carried out qualitatively in accordance with the agrotechnical requirements in this operating mode.

Keywords: *grain heap, separation, separation completeness, longitudinal vibration, sieve, vibration parameters.*

ТЕОРИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ

THEORY, DESIGN, TESTING

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-35-44

Влияние формы клубней картофеля на качество разделения на фракции рабочими органами картофелесортировальных машин

Influence of the shape of potato tubers on the quality of separation into fractions by the working bodies of potato sorting machines

к.т.н. Романюк Н.Н.¹,
к.т.н. Еднач В.Н.¹,
Войнаш С.А.²

N.N.Romanyuk¹, PhD in Engineering
V.N. Yednach¹, PhD in Engineering
S.A. Voynash²

¹Белорусский государственный аграрный
технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

²ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный аграрный университет,
г.Новосибирск, Россия.

val-e@mail.ru, sergey_voi@mail.ru

¹Belarusian State Agrarian Technical
University, Minsk, Belarus

²Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia

val-e@mail.ru, sergey_voi@mail.ru

Многие производители сельскохозяйственной продукции сталкиваются с проблемами сортирования клубней картофеля плоской и овальной форм на размерные фракции роликowymi сортировальными поверхностями. В статье рассматривается влияние формы клубней картофеля на скорость их ориентации относительно калибрующих отверстий, и как следствие показателей производительности машин и качества выполняемого процесса. Целью исследования является определение причин повреждения клубней при сортировке и способы их устранения. Обоснована взаимосвязь кинематических параметров роликowych поверхностей картофелесортировальных машин и формы клубней, позволяющая снизить повреждения и повысить качество сортировки картофеля на фракции. Для определения взаимосвязи формы клубней и кинематических параметров роликовой поверхности проведен ряд экспериментов. В первом эксперименте определялось количество клубней, которые пройдут сквозь калибрующую щель за определенное время при различных передаточных отношениях в приводе роликов калибрующей поверхности. Во втором эксперименте находилось время, за которое определенное количество клубней различной формы пройдет сквозь калибрующую поверхность. На основании проведенных исследований представлены графики экспериментальных зависимостей количества клубней толщиной 43 мм прошедших в калибрующей зазор между роликами 42 мм за время 5 секунд от соотношения окружных скоростей между роликами, и графики зависимости изменения времени прохождения группы клубней толщиной 40 и 42 мм через щель между роликами шириной 42 мм от соотношения окружных скоростей между роликами. На основании проведенных исследований установлено, что соотношение окружных скоростей соседних роликов, образующих калибрующую щель, оказывают существенное влияние на качество разделения клубней на фракции и являются причиной нанесения им повреждений, связанных с деформацией. Представленный анализ позволяет оценить влияние формы клубня на качество разделения клубней роликowymi калибрующими поверхностями картофелесортировальных машин, а также указывает пути совершенствования конструкций техники для доработки картофеля после уборки и перед продажей.

Ключевые слова: клубни, картофель, сортировка, картофелесортировальная машина, повреждения, качество разделения, фракции, роликковая поверхность.

Many agricultural producers are faced with problems of sorting flat and oval potato tubers into

size fractions using roller sorting surfaces. The paper studies the influence of the shape of potato tubers on the speed of their orientation relative to the calibrating holes, and, as a consequence, the performance indicators of machines and the quality of the process performed. The aim of the study is to determine the causes of damage to tubers during sorting and ways to eliminate them. There was substantiated the relationship between the kinematic parameters of the roller surfaces of potato sorting machines and the shape of tubers, which makes it possible to reduce damage and improve the quality of sorting potatoes into fractions. A number of experiments were carried out to determine the relationship between the shape of tubers and the kinematic parameters of the roller surface. In the first experiment, the number of tubers that will pass through the calibrating slot in a certain time was determined at different gear ratios in the drive of the rollers of the calibrating surface. In the second experiment, the time was found for a certain number of tubers of various shapes to pass through the calibrating surface. The graphs of the experimental dependences of the number of tubers of 43 mm thick passed into the calibrating gap between the rollers of 42 mm in 5 seconds on the ratio of the peripheral speeds between the rollers are presented. And the graphs of the dependence of the change in the time of passage of a group of tubers with a thickness of 40 and 42 mm through the gap between the rollers with a width 42 mm from the ratio of the peripheral speeds between the rollers are given. Based on the carried out studies, it was found that the ratio of the peripheral speeds of adjacent rollers, forming the calibrating slot, have a significant effect on the quality of the separation of tubers into fractions and are the cause of damage influenced by deformation. The presented analysis makes it possible to assess the influence of the shape of the tuber on the quality of the separation of tubers by roller calibrating surfaces of potato sorting machines, and also indicates the ways of improving the design of equipment for the finalization of potatoes after harvest and before sale.

Keywords: tubers, potatoes, sorting, potato sorting machine, damage, separation quality, fractions, roller surface.

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-45-52

Определение удельного сопротивления почвы при глубокой безотвальной обработке в условиях Северного Казахстана

Determination of the specific soil resistance using deep subsurface tillage in conditions of Northern Kazakhstan

Куваев А.Н.

A.N. Kuvayev

*Костанайский Государственный
Университет им. А. Байтурсынова,
Костанай, Республика Казахстан
kuvaevanthon@yandex.ru*

*A. Baitursynov Kostanay State University,
Kostanay, the Republic of Kazakhstan
kuvaevanthon@yandex.ru*

В статье предложена методика для определения удельного сопротивления почвы и представлены результаты проведенных исследований. Одним из основных лимитирующих факторов при определении ширины захвата почвообрабатывающего орудия является удельное сопротивление почвы. Данный показатель является количественной характеристикой трудоемкости обработки почвы. Поэтому при проектировании новой техники необходимо иметь достоверные данные о его значении. Представленные в научной литературе данные о величине удельного сопротивления почвы имеют усредненный характер и не учитывают параметров почвообрабатывающих рабочих органов. Поэтому определение удельного сопротивления почвы для рабочих органов с известными параметрами является актуальной темой научного исследования. Цель исследований – определение величины удельного сопротивления почвы для почвообрабатывающих рабочих органов с известными параметрами. Методика исследований состоит из экспериментального определения общего тягового сопротивле-

ния почвообрабатывающего орудия и дальнейшей математической обработки полученных экспериментальных данных на основании рациональной формулы В.П. Горячкина. Для проведения экспериментальных исследований была разработана лабораторная установка, конструкция которой позволяет исключить влияние ее собственного веса на тяговое сопротивление, возникающее при трении элементов рабочего органа о почву. Установлено, что для рассматриваемых почв, которые являются типичными для Северного Казахстана, удельное сопротивление почвы составляет $k = 45908 \text{ Н/м}^2$. Полученный коэффициент вариации $v < 10 \%$ говорит о незначительной изменчивости рассматриваемого вариационного ряда. Следовательно, полученное удельное сопротивление почвы имеет достоверное значение. Полученные результаты будут использованы при обосновании ширины захвата почвообрабатывающего орудия с рассматриваемыми рабочими органами.

Ключевые слова: *ширина захвата, общее тяговое сопротивление, удельное сопротивление почвы, глубокая обработка почвы, плоскорезуший рабочий орган, лабораторная установка, Северный Казахстан, экспериментальные исследования, рациональная формула В.П. Горячкина.*

The paper proposes a method for determining specific soil resistance and presents the results of the conducted research. One of the main limiting factors in determining the working width of the tillage implement is specific soil resistance. This indicator is a quantitative characteristic of the labor intensity of soil tillage. Therefore, when designing new machinery, it is necessary to have reliable data on its value. The data presented in the scientific literature on the value of specific soil resistance are average and do not take into account the parameters of tillage working tools. Therefore, the determination of specific soil resistance for working tools with known parameters is the current topic of scientific research. The purpose of the research is to determine the value of specific soil resistance for working tools with known parameters. The research method consists of the experimental determination of the total draft resistance of the tillage implement and further mathematical processing of the obtained experimental data on the basis of the rational formula of Vasily P. Goryachkin. To conduct experimental research, a laboratory unit was developed. Its design eliminates the impact of its weight on the draft resistance, arising from the friction between the parts of the working tool and soil. It was found that for the soils under consideration, which are typical for Northern Kazakhstan, the specific soil resistance is $k = 45908 \text{ N/m}^2$. The obtained coefficient of variation $v < 10 \%$ indicates a slight change in the considered variation. Therefore, the obtained value of the specific soil resistance is reliable. The obtained results will be used to substantiate the working width of the tillage implement with the working tools under consideration.

Keywords: *working width, total draft resistance, specific soil resistance, deep tillage, sweep tillage tool, laboratory unit, Northern Kazakhstan, experimental research, Vasily P. Goryachkin rational formula.*

Определение скорости перемещения предварительно измельченного сена по поверхности решета сепаратора листовой части трав

Determination of the rotation speed of chopped hay on the surface of the separator sieve of the leaf part of herbs

д.т.н. Т. Абилжанулы,
к.т.н. Д.Т. Абилжанов

ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г.Алматы, Республика Казахстан,
spcae@yandex.kz

T. Abilzhanuly, DSc in Engineering,
D.T. Abilzhanov, PhD in Engineering

LTD "Scientific Production Center of Agricultural Engineering", Almaty, the Republic of Kazakhstan,
spcae@yandex.kz

Для повышения производства животноводческой продукции необходимо произвести кормление животных полнорационными кормосмесями. Основным из компонентов кормосмеси является комбикорм, который состоит из зерновых кормов, витаминно-травяной муки (ВТМ) и других добавок. В настоящее время для производства ВТМ применяются высокотемпературные способы сушки сена, требующие больших затрат и дорогих технических средств. Поэтому для снижения эксплуатационных затрат и стоимости оборудования нами предложены технология и линия для приготовления ВТМ из листовой части трав. В составе линии приготовления ВТМ основной машиной является сепаратор листовой части трав из предварительно измельченного сена. Выполнение процесса сепарации связано с тем, что при измельчении сухого сена в безрешетных измельчителях нежная листовая часть мелко измельчается, это способствует процессу сепарирования листовой части трав. Цель исследований состоит в определении скорости перемещения сена по поверхности решета, позволяющей определить производительность линии по массовой подаче и по муке. Для теоретического определения средней скорости перемещения решета применен метод математического анализа, а для определения действительного значения скорости перемещения сена по поверхности решета использован метод однофакторного экспериментального исследования. В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения производительности сепаратора, средних скоростей перемещения решета в горизонтальном направлении и перемещения сена по поверхности решета. В результате экспериментальных исследований получена закономерность изменения средней скорости перемещения сена в зависимости от длины решета, и данная закономерность обеспечивает получение эмпирического выражения для определения действительного значения средней скорости перемещения слоя сена по поверхности решета и она равна 0,19 м/с. При средней производительности линии по массовой подаче толщина перемещаемого слоя по поверхности решета была равна 0,0186 м, и она не является максимальной для сепаратора листовой части трав.

Ключевые слова: сепаратор, решето, листовая часть сена, скорость перемещения сена, производительность сепаратора.

To increase the production of livestock products, it is necessary to feed the animals with full-feed mixtures. The main component of the feed mixture is feed, which consists of grain feed, vitamin-grass meal (VGM) and other additives. Currently, high-temperature methods of drying hay are used for the production of VGM, which require high costs and expensive technical means. Therefore, to reduce operating costs and equipment costs, authors proposed a technology and a line for the preparation of VGM from the leaf part of herbs. As part of the VGM preparation line, the main machine is a separator of the leaf portion of grass from chopped hay. The separation process is due to the fact that when grinding dry hay in sieveless shredders, the delicate leaf part is finely chopped, this contributes to the process of separating the leaf part of the grasses. The purpose of the research is to determine the speed of hay moving along the surface of the sieve, which allows to determine the productivity of the line by mass feed and flour. For the theoretical determination of the average

speed of movement of the sieve, the method of mathematical analysis was used. To determine the actual value of the speed of movement of hay on the surface of the sieve, the method of one-factor experimental research was used. As a result of theoretical studies, the analytical expressions were obtained to determine the performance of the separator, the average speeds of the sieve in the horizontal direction and the movement of hay on the surface of the sieve. As a result of experimental studies, a regularity of the change in the average speed of hay movement depending on the length of the sieve was obtained, and this regularity provides an empirical expression for determining the actual value of the average speed of hay layer movement on the surface of the sieve and it is 0.19 m/s. With the average line capacity for mass feeding, the thickness of the transported layer over the sieve surface was 0.0186 m, and it is not maximal for the separator of the leaf part of grasses.

Keywords: *separator, sieve, sheet part of hay, hay movement speed, separator productivity.*

КАЧЕСТВО, НАДЁЖНОСТЬ QUALITY, RELIABILITY

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-58-69

Современные селекционные и семеноводческие зерноуборочные комбайны зарубежных компаний

Modern selection and seed grain harvesters of foreign companies

к.т.н. Гольтяпин В.Я.

ФГБНУ «Росинформагротех»,
golwol@mail.ru

V.Ya. Gol'tyapin, PhD in Engineering

Federal State Budgetary Scientific Institution
“Rosinformagrotekh”, Moscow, Russia
golwol@mail.ru

Эффективность и интенсификация селекционно-семеноводческих процессов в значительной степени зависят от оснащения селекционных учреждений соответствующими техническими средствами. Из всей техники, используемой в селекционно-семеноводческом процессе, наиболее сложными по конструкции и в эксплуатации являются зерноуборочные комбайны. К ним, в отличие от общепроизводственных машин, предъявляются повышенные агротехнические и специфические, обусловленные технологией ведения селекционной работы, требования. Анализ и оценка показателей технического уровня, а также особенностей конструкции зерноуборочных комбайнов для селекции и семеноводства зарубежного производства позволит потребителям принять обоснованные решения по их приобретению и использованию. Наиболее известными зарубежными производителями специальных машин для селекции, семеноводства и агрономических исследований являются компании «Wintersteiger», «Sampo Rosenlew», «Zürn Harvesting», «Haldrup», «Almaco», «Kincaid» и «Baural». Анализ показал, что селекционные и семеноводческие комбайны, выпускаемые этими компаниями, обычно имеют гидростатическую трансмиссию, оснащаются быстросъемными жатками различного назначения и ширины захвата, отличаются наличием разнообразного дополнительного оборудования, нескольких вариантов уборки семенного и зернового материала (в упаковки, мешки, контейнеры, бункер). Наряду с барабанными в их конструкциях начинают использоваться одно и двух роторные молотильные аппараты (компании «Almaco» и «Baural»). Их мощность, ориентированная на многообразие размеров опытных делянок, различные этапы селекционно-опытных работ и количество собираемого материала, принимает значения от 20 до 160 кВт, а диаметр молотильного барабана, основного рабочего органа комбайнов, находится в диапазоне 350–500 мм. Основное отличие селекционно-семеноводческих комбайнов от общепроизводственных – наличие систем предотвращения смешивания убирае-

мых культур, пневматической транспортировки зерна, взвешивания, отбора проб, измерения влажности. Для сбора и анализа данных комбайны комплектуются программным обеспечением и бортовыми компьютерами с возможностью распечатки необходимой информации.

Ключевые слова: селекция, семеноводство, делянка, комбайн, молотильный аппарат, жатка, программное обеспечение.

The efficiency and intensification of breeding and seed-growing processes largely depend on equipping breeding establishments with the appropriate technical means. The most complex in design and operation of all the equipment used in the selection and seed-growing process are grain harvesters. In contrast to general production machinery grain harvesters are subject to increased agrotechnical and specific requirements due to the technology of breeding work. Analysis and evaluation of indicators of the technical level, as well as design features of grain harvesters for selection and seed production of foreign production will allow consumers to make informed decisions on their purchase and use. The most famous foreign manufacturers of special machines for breeding, seed production and agronomic research are Wintersteiger, Sampo Rosenlew, Zürn Harvesting, Haldrup, Almaco, Kincaid and Baural. The analysis showed that breeding and seed-growing combines produced by these companies usually have a hydrostatic transmission, are equipped with quick-detachable headers for various purposes and working widths, and differ in the presence of a variety of additional equipment, several options for harvesting seed and grain material (in packaging, bags, containers, bunker). Along with drum threshing machines, one and two rotary threshing machines (Almaco and Baural companies) are beginning to be used in their designs. Their power, focused on a variety of sizes of experimental plots, various stages of selection and experimental work and the amount of collected material, takes values from 20 to 160 kW, and the diameter of the threshing drum, which is the main working body of the combines, is in the range of 350-500 mm.

Keywords: selection, seed production, plot, harvester, threshing apparatus, header, software.

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-70-75

Обоснование режимов работы игольчатого диска новой конструкции

Justification of the operating modes of the needle disk of a new design

Шмидт А.Н.¹,
к.т.н. Кем А.А.¹,
Чекусов М.С.¹,
Кузьмин Д.Е.²,
к.т.н. Союнов А.С.².

A.N. Shmidt¹,
A.A. Kem¹, PhD in Engineering
M.S. Chekusov¹,
D.E. Kuz'min²,
A.S. Soyunov², PhD in Engineering

¹ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск, Россия,

Federal State Budgetary Scientific Institution “Omsk Agricultural Scientific Center”, Omsk, Russia

²ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Столыпина», Омск, Россия
aa.kem@omgau.org

aa.kem@omgau.org

Сохранение и накопление продуктивной почвенной влаги в зонах с недостаточным увлажнением и подверженных ветровой эрозии не теряет своей актуальности. Известные дисковые игольчатые рабочие органы ротационных борон, предназначенные для поверхностной обработки по стерневым фонам, в большей мере направлены на рыхление верхнего почвенного пласта. Неправильно выбранный режим использования существующих игольчатых борон опасен чрезмерным распылением и иссушением поверхности плодородной почвы. В связи с этим, предложено новое техническое решение игольчатого диска с изменяющейся формой игл, позволяющее рыхлить верхний слой почвы с выполнением лунок на поверхности

поля. Почвообрабатывающее орудие с игольчатыми дисками состоит из ступицы с закрепленными на ней иглами, причем диск установлен афронтально, каждая игла выполнена изменяющейся формы, первая половина от основания иглы выполнена квадратной формы, вторая половина - пирамидальной формы с вершиной на конце иглы. Использование таких игольчатых дисков с иглами, которые легче проникают в почву, позволяют качественно измельчать пожнивные остатки и рыхлить почву, что повышает качество обработки почвы. Проведенные испытания нового игольчатого диска по фону многолетних трав, позволили обосновать основные режимные показатели нового рабочего органа. Для супесчаной почвы твердостью 14,5 кПа с агрофоном многолетних трав, таких как кострец безостый и люцерна, установлено, что максимальный параметр для влагонакопления будет достигнут при скорости в 7 км/ч с углом атаки равным 0°, а рыхления при скорости 9 км/ч с углом атаки в 16°. Рациональным параметром, при котором происходит не только накопление влаги, но и качественная обработка почвы, достигается при установке угла атаки – 4° и скорости движения агрегата – 7 км/ч.

Ключевые слова: игольчатый диск, рабочий орган, почва, борона, угол атаки, влага, лунки.

The preservation and accumulation of productive soil moisture in areas with insufficient moisture and subject to wind erosion does not lose its relevance. Known disc needle-like working bodies of rotary harrows, intended for surface treatment on stubble backgrounds, are mainly aimed at loosening the upper soil layer. An incorrectly selected mode of using existing needle harrows is dangerous by excessive spraying and drying out of the surface of fertile soil. In this regard, there was proposed a new technical solution for a needle disk with a changing shape of needles, which makes it possible to loosen the top layer of soil from making holes on the surface of the field. A tillage tool with needle discs consists of a hub with needles fixed on it. The disc is installed afrontal, each needle is made of a variable shape, the first half made from the base of the needle is square, and the second half is pyramidal with a top at the end of the needle. The use of such needle discs with needles, which more easily penetrate the soil make it possible to efficiently chop up crop residues and loosen the soil, which improves the quality of soil cultivation. The tests of the new needle disk against the background of perennial grasses made it possible to substantiate the main operating parameters of the new working body. For sandy loam soil with a hardness of 14.5 kPa with an agrophone of perennial grasses, such as awnless rump and alfalfa, it was found that the maximum parameter for moisture accumulation will be achieved at a speed of 7 km / h with an angle of attack equal to 0 °, and loosening at a speed of 9 km / h with an angle of attack of 16 °. A rational parameter, at which not only moisture accumulation occurs, but also high-quality soil cultivation, is achieved when the angle of attack is set to 4 ° and the speed of the unit is 7 km / h.

Keywords: needle disc, working body, soil, harrow, angle of attack, moisture, holes.

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ECONOMICS, ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF MANUFACTURING

DOI: 10.31992/0321-4443-2020-4-76-80

«Точка морального старения» сложной сельскохозяйственной техники

The point of obsolescence of complex agricultural machinery

Мельников Д.Г.¹,
д.т.н. Царев Ю.А.²,
Адамчукова Е.Ю.²

D.G. Mel'nikov¹,
Yu.A. Tsarev², DSc in Engineering
Ye.Yu. Adamchukova²

¹Апшеронский механический завод, Россия,

¹Absheron Mechanical Plant, Russia

²Донской государственный технический
университет (ДГТУ), Ростов-на-Дону,
Россия

²Don State Technical University, Rostov-on-
Don, Russia

ycarev@donstu.ru, carevJA@yandex.ru

ycarev@donstu.ru, carevJA@yandex.ru

Перед каждым сельхозпроизводителем всегда стоит проблема, до какого срока следует эксплуатировать сложную сельскохозяйственную технику, когда приобретать новую, или вообще, когда следует переходить на новое направление. Сложная сельскохозяйственная техника стоит дорого, обслуживание и ремонт дорогой, а наша рыночная экономика – непредсказуема. Решение этой проблемы рассматривается на примере уборки озимой пшеницы самоходным зерноуборочным комбайном четвертого класса. Предлагается следующая теоретическая предпосылка решения указанной выше проблемы. Сельхозпроизводитель приобрел зерноуборочный комбайн за 5 млн. руб., и дальше по годам суммируются затраты, связанные с его эксплуатацией: на горюче-смазочные материалы, заработную плату механизаторов, затраты на ремонт и техническое обслуживание комбайна, затраты на запасные части, возделывание и уборку зерна, налоги и др. Уже после пятого года эксплуатации по инструкциям зерноуборочный комбайн требует капитального ремонта, растут с течением времени затраты на ремонт и обслуживание. Прибыль сельхозпроизводителя формируется как разность затрат от реализации зерна. С течением времени производительность зерноуборочного комбайна снижается и в какой-то момент эксплуатация комбайна становится убыточной, это и есть «точка морального старения» машины, когда сельхозпроизводитель должен решать: покупать новый комбайн или менять свой бизнес.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, озимая пшеница, эксплуатация, затраты, реализация, прибыль.

Each agricultural producer is always faced with the problem of how long complex agricultural equipment should be used, when it will be the need to buy a new one, or in general, when the need is to switch to a new direction. Complex agricultural machinery is expensive, maintenance and repairs of it are expensive as well, and our market economy is unpredictable. The solution to this problem is considered on the example of winter wheat harvesting with a self-propelled fourth-class combine harvester. The following theoretical prerequisite for solving the abovementioned problem is proposed. An agricultural producer purchased a combine harvester for 5 million rubles, and then the costs associated with its operation are summed up over the years: for fuels and lubricants, wages for machine operators, costs for repair and maintenance of the combine, costs for spare parts, cultivation and grain harvesting, taxes, etc. After the fifth year of operation already, according to the instructions, the combine harvester requires overhaul, and the costs of repair and maintenance are growing over time. The profit of an agricultural producer is formed as the difference between costs of the sale of grain. Over time, the productivity of the combine harvester decreases and at some point the operation of the combine becomes unprofitable; this is the point of obsolescence of the

machine, when the agricultural producer must decide either to buy a new harvester or to change his business.

Keywords: *combine harvester, winter wheat, operation, costs, sales, profit.*